

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»**

**Н. П. БЕРЛИН, Н. П. НЕГРЕЙ**

**МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И  
СКЛАДСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ  
ТРАНСПОРТЕ**

**(Пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов  
специальности 1-44 01 03**

**«Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»)**

**Гомель 2007**

УДК 656.212.6 (075.8)

ББК 39.28

Б49

Р е ц е н з е н т – доцент кафедры «Транспортные узлы» В.А. Подкопаев  
(УО «БелГУТ»).

**Берлин Н.П.**

Б49      Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте: пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н.П. Берлин, Н.П. Негрей. – Гомель: УО «БелГУТ», 2007. – 146 с.

Изложены общие требования и рекомендации по разработке курсовых и дипломных проектов по дисциплине «Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ», рассмотрены вопросы проектирования складских сооружений, схем комплексной механизации с различными грузами, определения параметров грузовых фронтов, числа погрузочно-разгрузочных машин и установок, выполнения технико-экономических расчетов по сравнению конкурентоспособных вариантов.

**УДК 656.212.6 (075.8)**

**ББК 39.28**

© Берлин Н.П., Негрей Н.П., 2007

© УО «БелГУТ», 2007

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1	Рекомендации по разработке проектов.....	5
1.1	Оформление пояснительной записки и чертежей.....	5
1.2	Требования к разработке проектов механизированной перегрузки и хранения грузов в складах.....	14
1.3	Рекомендации по выполнению учебно-исследовательской части проекта.....	16
2	Определение расчетных объемов работы грузовых фронтов.....	18
2.1	Выбор типа подвижного состава для перевозки груза.....	18
2.2	Определение технической нормы загрузки подвижного состава.....	19
2.3	Определение расчетных размеров суточной грузопереработки и транспортных потоков.....	20
3	Расчет, проектирование складов и технология механизированной перегрузки различных категорий грузов.....	23
3.1	Определение вместимости, площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений.....	23
3.2	Определение потребного количества погрузочно-разгрузочных машин.....	26
3.3	Тарно-упаковочные и штучные грузы.....	29
3.3.1	Элементарная база транспортно-грузового комплекса для тарно-упаковочных и штучных грузов.....	30
3.3.2	Технологические схемы функционирования комплексов по переработке тарно-упаковочных грузов.....	41
3.3.3	Определение параметров складов по элементарным площадкам.....	44
3.4	Грузы, перевозимые в универсальных контейнерах и тяжеловесные.....	49
3.4.1	Характеристика универсальных контейнеров.....	49
3.4.2	Подвижной состав для перевозки универсальных контейнеров.....	49
3.4.3	Условия размещения и хранения контейнеров на складах.....	51
3.4.4	Схемы механизированной перегрузки контейнеров.....	53
3.4.5	Определение параметров склада по элементарным площадкам.....	57
3.4.6	Организация механизированной погрузки, выгрузки тяжеловесных грузов.....	58
3.5	Лесные грузы.....	59
3.5.1	Общая характеристика грузов.....	59
3.5.2	Условия размещения и хранения лесных грузов на складах.....	60
3.5.3	Схемы механизированной перегрузки лесных грузов на железнодорожных станциях.....	62
3.5.4	Определение параметров складов по элементарным площадкам.....	65
3.6	Навалочные сыпучие грузы.....	66
3.6.1	Условия размещения и хранения навалочных сыпучих грузов на складах.....	66
3.6.2	Схемы и технология механизированной перегрузки навалочных сыпучих грузов.....	69
3.6.3	Определение параметров складов по элементарным площадкам.....	76
3.7	Зерновые грузы.....	79
3.7.1	Условия перевозки и хранения.....	79
3.7.2	Схемы и технология механизированной перегрузки.....	81
3.8	Овощные грузы.....	88
3.9	Наливные грузы.....	90
3.9.1	Характеристика и условия хранения наливных грузов.....	90
3.9.2	Схемы и технология механизированной перекачки наливных грузов.....	92

3.9.3 Расчет фронтов слива (налива).....	96
3.10 Особенности организации механизированной перегрузки грузов в портах и на перегрузочных станциях.....	98
3.10.1 Особенности механизированной перегрузки грузов в портах.....	98
3.10.2 Особенности механизированной перегрузки грузов на станциях перегруза.....	101
4 Техничко-экономические расчеты по выбору оптимального варианта механизированной погрузки-выгрузки грузов . . . . .	103
4.1 Общий порядок расчетов.....	103
4.2 Расчет натуральных показателей.....	103
4.3 Расчет стоимостных показателей.....	107
4.4 Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов.....	114
Список рекомендуемой литературы.....	118
Приложение А. Нормы периодичности и продолжительности ремонтов и технических обслуживаний погрузочно-разгрузочных машин. . . . .	120
Приложение Б. Нормы периодичности и продолжительности технических обслуживаний и ремонтов основных погрузочно-разгрузочных машин, находящихся в ведении Управления Бел. ж.д. . . . .	124
Приложение В. Параметры тары для тарно-упаковочных и штучных грузов.....	125
Приложение Г. Техничко-эксплуатационные параметры погрузочно-разгрузочных машин.....	126
Приложение Д. Параметры грузовых бортовых автомобилей общего пользования.....	129
Приложение Е. Состав бригады по обслуживанию одной погрузочно-разгрузочной установки.....	130
Приложение Ж. Часовые тарифные ставки.....	132
Приложение И. Сведения о разрядах механизаторов и других работников МЧ.....	133
Приложение К. Номинальная емкость и напряжение аккумуляторных батарей.....	134
Приложение Л. Нормы расхода топлива на один час работы машины.....	135
Приложение М. Нормы амортизационных отчислений.....	136
Приложение Н. Годовые нормы отчислений на ремонт.....	146

## **1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ**

### **1.1 Оформление пояснительной записки и чертежей**

Проект должен содержать:

- титульный лист;
- содержание (оглавление);
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложение (при необходимости).

Содержание включает в себя введение, наименование всех глав, разделов, подразделов и пунктов, заключение, список использованных источников и приложения с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала соответствующих частей работы.

Во введении должны быть показаны актуальность, цель и задачи выполняемых разработок.

Основная часть работы должна содержать данные, отражающие существо, методику и основные результаты выполненных расчетов и излагается в виде текста, таблиц, иллюстраций.

Основная часть работы делится на главы, разделы, подразделы, пункты.

Заключение должно содержать:

- основные результаты расчетов и предложения по их использованию;
- народнохозяйственную, научную, социальную значимость выполненной работы;
- оценку выполненных разработок в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

Список использованных источников должен содержать перечень источников информации, на которые в работе приводятся ссылки.

При необходимости в приложения включается вспомогательный материал, способствующий более полному восприятию работы.

В приложения могут быть включены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;

– исходные тексты программ ЭВМ с комментариями, краткое их описание, распечатки контрольных примеров, экраны пользовательского интерфейса;

– иллюстрации вспомогательного характера.

Работа пишется тушью или пастой черного цвета, печатается на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм). Допускается представлять таблицы и иллюстрации на листах формата А3.

Текст работы следует писать или печатать, соблюдая следующие размеры: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм.

Шрифт печати должен быть четким, лента – черного цвета средней жирности. Плотность текста работы должна быть одинаковой.

В работе допускается вписывать отдельные слова, формулы, условные значки чернилами, тушью или пастой только черного цвета; при этом плотность вписанного текста должна быть приближена к плотности основного текста.

В тексте работы не допускается:

– применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

– сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также соответствующими стандартами;

– использовать в тексте математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин. Вместо математического знака минус (-) следует писать «минус»;

– употреблять математические знаки без цифр, например < (меньше или равно), > (больше или равно), ^ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

– применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП и т.д.) без регистрационного номера.

В тексте работы числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности словами, например: «Зазор – не менее 500 мм», «Цикл состоит из десяти операций».

В работе следует применять стандартизированные единицы физических величин. Если в тексте приведен ряд числовых значений величин, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение указывают за последней значащей цифрой, например: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 мм.

Если приводят диапазоны численных значений, выраженных в одной и той же единице физических величин, то обозначение единицы указывают за последним числовым значением диапазона, например: от 1 до 5 мм или 1-5 мм.

При указании значений величин с предельными отклонениями числовые значения следует заключать в скобки, а обозначение помещать после скобок или проставлять обозначение после числовой величины и после ее предельного отклонения, например:  $(180 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  или  $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Обозначение единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в одну строку с ними (без переноса на следующую строку). Точка в конце обозначения единицы не ставится. Одновременное применение русских и международных обозначений единиц физических величин не допускается.

Наименование всех структурных элементов работы «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», а также наименование глав основной части работы являются их заголовками.

Заголовки структурных элементов работы и глав основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Заголовки разделов печатают строчными буквами (кроме первой прописной), располагая их посередине строк. Заголовки подразделов печатают строчными буквами (кроме первой прописной) с абзаца. Точку в конце заголовка не ставят.

Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Заголовки пунктов печатают строчными буквами (кроме первой прописной) вразрядку или с использованием шрифтового выделения (полужирный шрифт, курсив и т.п.) с абзаца в подбор к тексту. В конце заголовка, напечатанного в подбор к тексту, не ставится точка.

Расстояние между заголовками (за исключением заголовка пункта) структурных элементов, глав, разделов работы и текстом должно составлять 2-3 интервала, с которым напечатан сплошной текст. Если между двумя заголовками текст отсутствует, то расстояние между ними устанавливается в 2 интервала. Расстояние между заголовком и текстом, после которого следует заголовок, должно составлять 3 интервала.

Каждую структурную часть работы следует начинать с нового листа.

Нумерация страниц, глав, разделов, подразделов, пунктов, рисунков, таблиц и формул дается цифрами без знака №.

Первой страницей работы является титульный лист, который включается в общую нумерацию страниц работы. На титульном месте номер страницы не проставляется, на последующих листах номер проставляют на верхнем поле в правом углу без точки в конце.

Главы работы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части. Номер главы ставят перед заголовком, после номера не ставят точку и перед заголовком оставляют пробел.

Разделы нумеруют в пределах каждой главы. Номер раздела состоит из номера главы и порядкового номера раздела, разделенных точкой. В конце номера раздела не должна быть точка, например: «2.3» (третий раздел второй главы). Затем идет заголовок раздела.

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из порядкового номера главы, раздела и порядковых номеров подраздела, разделенных точкой. В конце номера не ставится точка, например: «1.2.3» (третий подраздел второго раздела первой главы). Затем идет заголовок подраздела.

Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядкового номера главы, раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце номера не ставится точка, например: «1.2.3.4» (четвертый пункт третьего подраздела второго раздела первой главы). Затем идет заголовок пункта. Пункт может не иметь заголовка.

Иллюстрации (фотографии, рисунки, чертежи, схемы, графики, карты) и таблицы следует располагать в работе непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации и таблицы, которые расположены на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц. Таблицу, рисунок или чертеж, размеры которого больше формата А4, учитывают как одну страницу и располагают после упоминания в тексте или приложении.

Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют последовательно в пределах каждой главы. После номера иллюстрации точку не ставят.

Номер иллюстрации должен состоять из номера главы и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: «Рисунок 1.2 – Графическая модель» (второй рисунок первой главы). Номер иллюстрации, ее название и поясняющие подписи помещают последовательно под иллюстрацией. Если в работе приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют и слово «Рисунок» не пишут.

Таблицы нумеруют последовательно (за исключением таблиц, приведенных в приложении) в пределах каждой главы. В верхнем углу над соответствующим заголовком таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием ее номера. Номер таблицы должен состоять из номера главы и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например; «Таблица 1.2 – Расчетный суточный грузопоток» (вторая таблица первой главы).

Если в работе одна таблица, ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Формулы в работе (если их более одной) нумеруются в пределах каждой главы. Номер формулы состоит из номера главы и ее порядкового номера в главе, разделенных точкой. Номера формул пишут в круглых скобках



у правого поля листа на уровне формулы, например: (3.1) (первая формула третьей главы).

Перечисления, которые, при необходимости, могут быть приведены внутри подразделов и пунктов, следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т.д. и печатать строчными буквами с абзаца.

В пределах одного подраздела или пункта не допускается более одной группы перечислений.

Примечания к тексту, таблицам или иллюстрациям, в которых указывают справочные и поясняющие сведения, нумеруют последовательно в пределах одной страницы и помещают внизу страницы. Желательно примечания давать шрифтом меньшего размера. Если примечаний на одном листе несколько, то после слова «Примечание» ставят двоеточие.

Если имеется одно примечание, то его не нумеруют и после слова «Примечание» ставят точку.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) должны быть выполнены чернилами, тушью или пастой черного цвета на белой непрозрачной бумаге. Допускаются рисунки в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

Фотографии размером меньше Формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги. Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Иллюстрации должны иметь наименование, которое дается после номера рисунка. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими подписями (подрисовочный текст).

На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте.

При выполнении диаграмм значения величин, связанных изображаемой функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал. Диаграммы для информационного изображения функциональных зависимостей допускается выполнять без шкал значений величин. В диаграмме без шкал оси координат следует заканчивать стрелками, указывающими направления возрастания величин.

Допускается применять такие стрелки так же и в диаграммах со шкалами – за пределами шкал или самостоятельные стрелки после обозначения величины – параллельно оси координат.

В качестве шкалы следует использовать координатную ось или линию координатной сетки, которая ограничивает поле диаграммы.

В диаграммах, изображающих несколько функций различных переменных, а также в диаграммах, в которых одна и та же переменная должна быть выражена одновременно в различных единицах, допускается использовать в качестве шкал как координатные оси, так и линии координатной сетки, огра-

ничающие поле диаграммы или (и) прямые, расположенные параллельно координатным осям.

Координатные оси должны быть разделены на графические интервалы одним из следующих способов:

- координатной сеткой;
- делительными штрихами;
- сочетанием делительной сетки и делительных штрихов.

Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной тонкой линией. Линии функциональной зависимости следует выполнять сплошной толщиной 2 s т.е. в два раза толще линий осей координат и (или) координатной сетки.

Переменные величины следует указывать одним из следующих способов:

- символом;
- наименованием;
- наименованием и символом;
- математическим выражением функциональной зависимости.

В диаграмме со шкалами обозначения величин следует размещать у середины шкалы, с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце шкалы, после последнего числа.

В диаграмме без шкал обозначения величин следует размещать вблизи стрелки, которой заканчивается ось. Обозначения символов и математических выражений следует располагать горизонтально, обозначения в виде наименований и символов – параллельно соответствующим осям.

В случае, когда в общей диаграмме изображаются две или более функциональной зависимости, у линий, изображающих зависимости, допускается проставлять наименования или (и) символы соответствующих величин, или порядковые номера. Символы и номера должны быть разъяснены в пояснительной части.

Единицы измерения следует наносить одним из следующих способов:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы (при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число);
- вместе с наименованием переменной величины после запятой;
- в конце шкалы, после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой наносят обозначение переменной величины, а в знаменателе - обозначение единицы измерения.

Единицы измерения углов (градусы, минуты, секунды) следует наносить один раз у последнего числа шкалы.

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц.

Каждая таблица должна иметь заголовок, который располагают над таблицей и печатают в центре строки. Заголовок и слово «Таблица» начинают с прописной буквы. Заголовок не подчеркивают.

Заголовки граф должны начинаться с прописных букв, подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе. Делить головки таблицы по диагонали не допускается. Высота строк должна быть не менее 8 мм. Графу «№п/п.» в таблицу включать не следует.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и ее номер указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение». Если в работе несколько таблиц, то после слова «Продолжение» указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1.2».

При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется ее головка, во втором - боковик.

При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять номером граф и строк соответственно.

Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Единицы физических величин цифровых данных указывают в заголовке каждой графы, перед ними ставится запятая.

Если все параметры, помещенные в таблице, выражены в одной и той же величине (например, миллиметрах), сокращенное обозначение единой физической величины помещают над таблицей.

Слова «более», «менее», «не менее», «В пределах» и другие ограничительные слова не допускается указывать в таблицах рядом с числовым значением величины. Они должны быть помещены в боковиках таблицы рядом с наименованием соответствующего параметра или указателя после единицы физической величины.

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной

строки. Если уравнение не уменьшается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), или других математических знаков.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу или уравнение, следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают слова «где» без двоеточия.

При написании работы автор обязан давать ссылки на источники, материалы или отдельные сведения, результаты которых приводятся в работе.

Если один и тот же материал переиздавался неоднократно, то следует ссылаться на последние издания. На более ранние издания можно ссылаться лишь в тех случаях, когда в них есть нужный материал, не включенный в последние издания.

При использовании сведений, материалов из монографий, обзорных статей, других источников с большим количеством страниц в том месте работы, где дается ссылка, необходимо указать номера страниц, иллюстраций, таблиц, формул, на которые дается ссылка. Например: [14, с. 26, табл. 2] (здесь 14 - номер источника в списке, 26 - номер страницы, 2 - номер таблицы).

Ссылки в тексте на источники осуществляются путем приведения порядкового номера по списку источников, выделенным квадратными скобками.

Ссылки на иллюстрации работы указывают порядковым их номером, например: «...на рисунок 1.2.. «или» (рисунок 1.2)».

Ссылки на формулу указывают порядковым номером формулы в скобках, например: «... в формуле (2.1 )» или «(2.1)».

На все таблицы работы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «таблица» в тексте пишут полностью, например: «... в таблице 1.2 «или» (таблица 1.2)».

Аналогичным образом, если в работе одна иллюстрация, одна формула или уравнение, одно приложение, следует при ссылках писать «на рисунке», «по формуле», «в уравнении», «в приложении».

В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенно слово «смотри», например: «см. таблицу 1.3».

Список использованных источников следует располагать одним из следующих способов: в порядке появления ссылок в тексте работы или в алфавитном порядке фамилий первых авторов или заглавий.

Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать с обязательным приведением названий работ.

Сведения о книгах (монографии, учебники к т.д.) должны включать: фамилию, инициалы автора, заглавие книги; сведения о повторности издания; место издания; издательство; год издания; порядковый номер тома, выпуска, части; количество страниц.

Фамилию автора следует указывать в именительном падеже. Если книга написана двумя и более авторами, то их фамилии с инициалами указывают в той последовательности, в какой они напечатаны в книге, перед фамилией последующего автора ставят запятую. Заглавие книги следует приводить в том виде, в каком оно дано на титульном листе.

Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже, допускается сокращение только двух городов: Москва (М.) и Минск (Мн).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, сведения об издании, в котором опубликована статья (наименование издания, сведения о повторности издания, место издания, издательство, год, номер, том, выпуск, страницы, на которых напечатана статья, сведения о серии).

Заглавие статьи приводят в том виде, в каком оно дано в периодическом издании.

Наименование издания пишут в кавычках. Наименование серии пишут после сокращенного слова «серия» (сер.).

При указании номера страниц, на которых помещена статья, следует приводить номера первой и последней страницы, разделенные тире, например: С. 32-39.

Приложения оформляют как продолжение работы на последующих страницах, располагая их в порядке появления на них ссылок в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине таблицы слова «Приложение» и его обозначения. Обозначают приложения заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавита допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Под словом «Приложение» в скобках следует указать (справочное) и (обязательное) или (информационное).

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

При необходимости текст каждого приложения может быть разделен на разделы и подразделы, нумеруемые в пределах каждого приложения.

Иллюстрации, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруются в пределах каждого приложения.

Если в качестве приложения в работе используются материалы или документы, имеющие самостоятельное значение, их вкладывают в работу без изменений в оригинале. На титульном листе документа посередине печатают слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и ставят его буквенные обозначения, а страницы, на которых размещены документы включают в общую нумерацию страниц работы.

## **1.2 Требования к разработке проектов механизированной перегрузки и хранения грузов в складах**

При разработке проектов комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ (КМАППР) студенты должны исходить из следующих основных требований:

1 Рекомендуемые к внедрению погрузочно-разгрузочные машины (ПРМ) и устройства должны соответствовать своему основному назначению, категории и свойствам перерабатываемых грузов, обладать высокой эксплуатационной надежностью, достаточной прочностью и устойчивостью, иметь высокий коэффициент полезного действия, быть удобными для сборки, разборки и ремонта, иметь минимальную собственную массу.

2 Техническая производительность и производственная норма выработки ПРМ должна соответствовать условиям и объему работы (с учетом перспективы).

3 Расход силовой и осветительной энергии, топлива, смазочно-обтирочных материалов для работы ПРМ и обслуживания запроектированных складских комплексов, а также численность занятого персонала должны быть как можно меньшими.

4 В случае применения различных типов и классов ПРМ надо подбирать их так, чтобы они имели, возможно, больше стандартных и унифицированных деталей и узлов. Парк ПРМ должен планироваться с таким расчетом, чтобы он наилучшим образом мог быть использован как по загрузке, так и по времени. Следует максимально предусматривать самоходные и передвижные установки.

5 Проектирование складских комплексов, железнодорожных, водных и автомобильных путей подхода к ним, парка ПРМ следует вести с учетом применения наиболее прогрессивных технологических приемов погрузки, выгрузки и сортировки грузов, внедрения передовых методов труда и организации производства.

Для железнодорожного транспорта необходимо учитывать порядок поступления вагонов - маршрутами или отдельными группами.

6 ПРМ должны отвечать современным требованиям эргономики и производственной эстетики. Их технические и эксплуатационные параметры должны быть взаимосогласованными с параметрами подвижного состава разных видов транспорта, контейнеров и средств пакетирования грузов.

7 Проектируемые складские и другие технические здания и сооружения вместе с прилегающей территорией должны занимать как можно меньшую площадь, органически вписываться в прилегающие промышленные зоны и районы. При этом максимально следует использовать типовые проекты, привязывая их к местным условиям, и только в случае особой необходимости вести индивидуальное проектирование.

Размеры зданий и сооружений грузового хозяйства должны соответствовать Единой модульной системе, принятой в строительстве, и, в частности, укрупненному модулю, равному 6 м (для закрытых складов - 12 м).

8 Внедряемые ПРМ и проектируемая технология переработки грузов должны обеспечивать их сохранность от порчи и повреждения рабочими органами машин при перемещении, а также при хранении.

9 Перегрузочные и складские операции должны выполняться быстро, без превышения установленных норм простоев подвижного состава. Необходимо максимально стремиться к выполнению грузовых операций по «прямому варианту».

10 При установлении схем размещения грузов в складах и в подвижном составе необходимо добиваться максимального использования площади и объема складов, повышать статическую норму загрузки вагонов и аналогичные показатели для автомобилей, судов и другого подвижного состава. Особый эффект здесь дает первичное укрупнение грузовых мест с помощью контейнеров, плоских, стоечных и ящичных поддонов, многооборотных строп и других средств пакетирования.

11 Необходимо продумать весь комплекс погрузочно-разгрузочных операций от «двери отправителя» до «двери получателя» и рекомендовать к внедрению такие ПРМ и технологические схемы транспортировки и грузопереработки, которые бы обеспечивали механизацию не только основных, но и вспомогательных операций.

12 При выборе привода ПРМ следует учесть существующие и намеченные к эксплуатации в ближайшее время источники энергии, род тока и его напряжение, а также наличие местного топлива.

13 Проектируемые склады, сооружения, машины должны отвечать требованиям техники безопасности, производственной санитарии и противопожарным.

14 Необходимо максимально внедрять устройства полуавтоматического и автоматического управления ПРМ и технологическими процессами в целом.

Как видно из изложенного, требований к ПРМ и складским сооружениям довольно много, ряд из них диалектически противоположны друг другу, эти требования носят и технический, и экономический, и организационный характер. Поэтому правильный подбор технических средств представляет довольно сложную технико-экономическую задачу, решение которой ведется в два этапа:

1) вначале из всех возможных технологических схем переработки выбирают наиболее подходящие, конкурентоспособные. Такой отбор производится на основе логических рассуждений с учетом накопленного опыта;

2) затем производят детальные расчеты стоимостных и натуральных показателей схем КМАППР для каждого из вариантов и путем их сопоставления отбирают наиболее целесообразный.

### **1.3 Рекомендации по выполнению учебно-исследовательской части проекта**

При разработке курсовых проектов каждый студент должен выполнить учебно-исследовательскую часть (раздел), в которой необходимо более глубоко и детально исследовать какую-либо техническую, технологическую или экономико-социальную проблему. Тема учебно-исследовательской работы студента (УИРС) обычно задается преподавателем.

Опыт курсового и дипломного проектирования нашей кафедры позволил выработать примерный перечень тем УИРС, который, конечно же, может дополняться и совершенствоваться:

- 1 Использование воздушной подушки в конструкциях ПРМ.
- 2 Автоматизация подачи и снятия грузов с конвейеров.
- 3 Применение крутонаклонных конвейеров.
- 4 Построение номограммы для определения технической производительности конвейеров.
- 5 Автоматизация управления конвейерными системами.
- 6 Использование датчиков для контроля за работой конвейеров.
- 7 Исследование характера опорожнения ковшей вертикальных элеваторов в зависимости от различных факторов.
- 8 Исследование условий и возможностей перевода электропогрузчиков на кабельное питание от электросети.
- 9 Определение инвентарного парка электропогрузчиков в зависимости от степени обеспеченности их комплектами съемных аккумуляторных батарей.
- 10 Автоматизация управления напольными средствами КМАППР.
- 11 Построение номограмм для определения продольной устойчивости погрузчиков в зависимости от различных исходных параметров.
- 12 Построение номограмм для определения устойчивости кранов в зависимости от различных исходных условий.
- 13 Применение вакуум-захватов к ПРМ.
- 14 Автоматизация захвата и освобождения грузов при работе кранов и погрузчиков.
- 15 Автоматизация управления кранами и крановыми механизмами.
- 16 Автоматизация учета производительности кранов.
- 17 Автоматизация работы вагоноопрокидывателей.
- 18 Автоматический контроль наличия грузов в бункерных установках и на рабочих органах ПРМ.
- 19 Автоматизация управления бункерными затворами.
- 20 Эффективность использования стационарных маневровых устройств на грузовых фронтах.
- 21 Построение номограмм для определения пропускной способности



бункерных установок.

22 Построение номограмм для расчета количества ПРМ различными способами.

23 Исследование количества подач-уборок вагонов к грузовым фронтам в зависимости от различных факторов.

24 Расчет технического оснащения грузового фронта путем минимизации целевой функции затрат.

25 Особенности расчета экономической эффективности для условий автоматизации ПРТС.

26 Построение круговых и других номограмм для сравнения итоговых данных вариантов КМАППР.

27 Установление характеристик входящих и выходящих грузо - и транспортных потоков.

28 Автоматические пакетформирующие машины для грузов в ящиках.

29 Автоматические пакетформирующие машины для грузов в мешках.

30 Исследование вопросов проектирования и эксплуатации складов-автоматов для тарных грузов стеллажного типа.

31 Применение робототехнических устройств на погрузочно-разгрузочных работах.

32 Исследование вопросов проектирования и эксплуатации складов-автоматов для тарных грузов с гравитационными стеллажами-накопителями.

33 Автоматизация работы грузосортировочных платформ.

34 Устройство и применение автостропов для контейнеров.

35 Устройство и применение спредерных захватов для крупнотоннажных контейнеров.

36 Построение номограмм для определения высоты повышенных путей.

37 Исследование вопросов автоматизации выгрузки навалочных грузов из полувагонов.

38 Исследование способов выгрузки смерзающихся грузов.

39 Автоматизация управления и контроля за механизмами на зерновых складах элеваторного типа.

40 Автоматический контроль налива жидких грузов в цистерны.

Необходимую литературу по вопросам УИРС студент подбирает с помощью преподавателя.

## **2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТЫ ГРУЗОВЫХ ФРОНТОВ**

### **2.1 Выбор типа подвижного состава для перевозки груза**

Многообразие перевозимых железной дорогой грузов определяет структуру парка грузовых вагонов. Он состоит из вагонов различного типа, приспособленных для перевозки отдельных видов или групп грузов.

По способу загрузки вагоны делят на открытые и закрытые. К первому типу относятся полувагоны, платформы, думпкары, транспортеры, а ко второму – обычные крытые, цистерны, изотермические и часть специализированных (зерновозы, цементовозы и др.).

При выборе типа вагона учитываются эксплуатационные и экономические требования: невысокая стоимость; небольшая масса тары при достаточной прочности вагона; обеспечение безопасности движения поездов; сохранность грузов; максимальное использование грузоподъемности и вместимости; обеспечение комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Грузы, не боящиеся воздействия атмосферных осадков, перевозятся в открытом подвижном составе, а боящиеся – в крытом.

Выбор типа автомобиля и эффективность его работы зависят от показателей: транспортных (род груза, объем, равномерность, партионность, срочность и дальность перевозок, условия погрузки, разгрузки и содержания подвижного состава, режим эксплуатации); дорожных (прочность дорожного покрытия, мостов и других сооружений, элементы профиля и плана дорог, ровность дорожного покрытия, интенсивность движения); природно-климатические (температура и влажность воздуха, скорость ветра, высота над уровнем моря, количество осадков, рельеф местности).

По роду груза и его свойствам выбирается тип кузова (платформа, цистерна, фургон и т.п.) и вместимость автотранспортного средства. От объема и партионности перевозок зависят грузоподъемность автомобиля или автопоезда.

Срочность и дальность перевозок диктуют необходимость применения подвижного состава с определенными скоростными свойствами.

Условия погрузки и разгрузки определяют тип автомобиля и параметры кузова (автомобиль самосвал, самопогрузчик, погрузочная высота, ширина двери).

Дорожные условия оказывают влияние на проходимость, плавность хода, маневренность, возможность использования грузоподъемности и скоростных свойств транспортных средств.

Климатические условия определяют выбор кузова специальной конструкции (для защиты от низких и высоких температур, дождя, снега, ветра, солнца).

Характеристики подвижного состава приведены в [9].

## 2.2 Определение технической нормы загрузки подвижного состава

При перевозке многих грузов грузоподъемность вагона ( $P_{гп}$ ) не может быть использована полностью, поэтому устанавливают технические нормы загрузки вагонов в зависимости от плотности груза, его формы, размеров и рода.

Техническая норма загрузки вагона ( $P_{тех}$ ) (минимальная весовая норма) это то количество груза ниже, которого загружать в вагон нельзя.

Технические нормы устанавливаются расчетным путем и проверяются в эксплуатационных условиях.

Минимальные весовые нормы приведены в [16], а для некоторых грузов в таблице 1.

Таблица 1 – Минимальные весовые нормы для 4-х осных вагонов

Род груза	$P_{тех}$ , т	Род груза	$P_{тех}$ , т
Зерновые	$P_{гп}$	Нефть и нефтепродукты	50
Лесоматериалы круглые	ПВ-44 ПЛ-58	Минерально-строительные грузы	ПВ- $P_{гп}$ ПЛ-46
Пиломатериалы	44	Кирпич строительный	ПВ- $P_{гп}$ ПЛ-46
Руда, металлы	$P_{гп}$	Конструкции железобетонные	58
Кокс	44	Машины	21
Минеральные удобрения	$P_{гп}$	Вино, пиво, спирт	40

Для тарно-упаковочных и штучных грузов техническая норма загрузки вагона, т, определяется по формуле

$$P_{тех}^{т-у} = V_{ваг} P_{гм} K_y / V_{гм}, \quad (1)$$

где  $V_{ваг}$  – внутренний объем кузова крытого вагона,  $м^3$ ;

$P_{гм}$  – масса одного грузового места (мешок, ящик, поддон с грузом и т.п.), т;

$K_y$  – коэффициент плотности укладки грузовых мест в вагоне (0,8 – 0,9);

$V_{гм}$  – объем одного грузового места,  $м^3$ .

Для штучных грузов, перевозимых на открытом подвижном составе

$$P_{тех}^{шт} = P_{гм}^{шт} n_{гм}, \quad (2)$$

где  $P_{гм}^{шт}$  – масса одного грузового места, т;

$n_{гм}$  – количество штучных грузов, размещаемых на полу вагона в соответствии с техническими условиями погрузки, шт.

Для универсальных контейнеров техническая норма загрузки вагонов

$$P_{тех}^к = n_k P_{тех}^к, \quad (3)$$

где  $n_k$  – количество универсальных контейнеров, устанавливаемых в одном 4-осном вагоне (3-тонные – 12; 5-тонные – 6; 10-тонные – 6; 20-тонные – 3; 30-тонные – 2);

$P_{\text{тех}}^k$  – техническая норма загрузки контейнера, т.

Крупнотоннажные контейнеры перевозятся на специальных длиннобазных платформах, а среднетоннажные в полувагонах.

Техническая норма загрузки автомобильного транспорта определяется аналогичным образом с подстановкой технических параметров автомобильного подвижного состава.

### 2.3 Определение расчетных размеров суточной грузопереработки и транспортных потоков

Для определения суточных расчетных грузо- и транспортных потоков и объемов грузопереработки по грузовому пункту строится технологическая схема перемещения груза. При взаимодействии железнодорожного и автомобильного транспорта в общем виде эта схема приведена на рисунке 1.

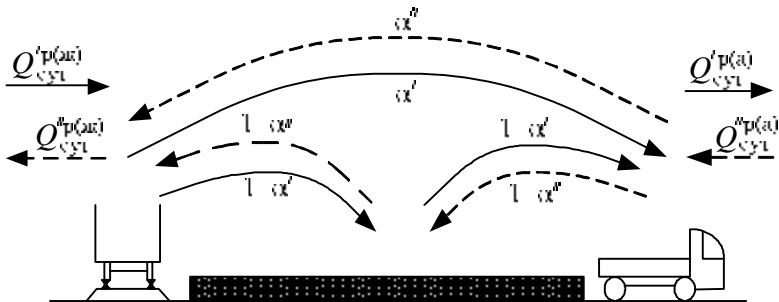


Рисунок 1 – Технологическая схема перемещения груза

На рисунке 1 обозначены:

$Q_{\text{сут}}^{р(ж)}, Q_{\text{сут}}^{п(ж)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий под грузовые операции в железнодорожном подвижном составе и соответственно отправляемый, т;

$Q_{\text{сут}}^{р(а)}, Q_{\text{сут}}^{п(а)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий под грузовые операции в автомобильном подвижном составе и соответственно отправляемый, т;

$\alpha', \alpha''$  – доля грузопотока, перерабатываемого по прямому варианту прибывающая соответственно в железнодорожном и автомобильном подвижном составе.

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р(ж)}} = m_{\text{сут}}^{\text{р}} P_{\text{тех}}^{\text{(в)}}, \quad Q_{\text{сут}}^{\text{п(ж)}} = m_{\text{сут}}^{\text{п}} P_{\text{тех}}^{\text{(в)}}, \quad (4)$$

где  $m_{\text{сут}}^{\text{р}}, m_{\text{сут}}^{\text{п}}$  – расчетный суточный груженный вагонопоток, соответственно по прибытию и отправлению, ваг;

$P_{\text{тех}}^{\text{(в)}}, P_{\text{тех}}^{\text{п(в)}}$  – техническая норма загрузки вагонов с прибывшим грузом и соответственно отправляемым, т.

$$m_{\text{сут}}^{\text{(р)}} = m_{\text{сут}}^{\text{(р)}} + \sigma' t_{\beta}, \quad m_{\text{сут}}^{\text{(п)}} = m_{\text{сут}}^{\text{(п)}} + \sigma'' t_{\beta}, \quad (5)$$

$m_{\text{сут}}^{\text{(р)}}, m_{\text{сут}}^{\text{(п)}}$  – среднесуточный груженный вагонопоток по прибытию и отправлению, ваг.

$$m_{\text{сут}}^{\text{(р)}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{(р)}}}{P_{\text{тех}}^{\text{(в)}}}, \quad m_{\text{сут}}^{\text{(п)}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{(п)}}}{P_{\text{тех}}^{\text{п(в)}}}; \quad (6)(7)$$

где  $Q_{\text{сут}}^{\text{(р)}}, Q_{\text{сут}}^{\text{(п)}}$  – среднесуточный грузопоток, прибывающий и отправляемый в вагонах, т.

$$Q_{\text{сут}}^{\text{(р)}} = \frac{Q_{\text{год}}^{\text{(р)}}}{T}, \quad Q_{\text{сут}}^{\text{(п)}} = \frac{Q_{\text{год}}^{\text{(п)}}}{T}; \quad (8)(9)$$

где  $Q_{\text{год}}^{\text{(р)}}, Q_{\text{год}}^{\text{(п)}}$  – годовой объем поступления груза в вагонах под выгрузку и соответственно загружаемого в вагоны, т;

$T$  – время работы грузового пункта в течение года, сут;

$\sigma', \sigma''$  – среднее квадратическое отклонение суточного вагонопотока от средней величины соответственно по прибытию и отправлению, ваг.

$$\sigma' = a^{\text{пр}} (m_{\text{сут}}^{\text{(р)}})^{\nu}, \quad \sigma'' = a^{\text{от}} (m_{\text{сут}}^{\text{(п)}})^{\nu}; \quad (10)(11)$$

где  $a^{\text{пр}}, a^{\text{от}}, \nu$  – эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов  $a^{\text{пр}}, a^{\text{от}}, \nu$

Род груза	Значения коэффициентов		
	$a^{\text{пр}}$	$a^{\text{от}}$	$\nu$
Каменный уголь	1,224	1,066	0,660
Нефтеналивные	1,260	1,106	0,658
Руда	1,293	1,188	0,657
Черный металлы	1,249	1,090	0,652
Лесные	1,232	1,076	0,676
Минеральные и строительные материалы	1,393	1,225	0,653
Химические и минеральные удобрения	1,289	1,128	0,642
Хлебные	1,420	1,241	0,662
Прочие	1,320	1,139	0,701

Значение коэффициента  $t_{\beta}$  выбирается в зависимости от уровня выбранной доверительной вероятности (таблица 3).

Таблица 3 – Значения коэффициента  $t_{\beta}$

Уровень доверительной вероятности	0,80	0,83	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,98	0,99
$t_{\beta}$	1,282	1,371	1,439	1,513	1,643	1,750	1,960	2,325	2,576

Расчетный суточный автомобилепоток с прибывающим ( $n_{\text{сут}}^{(p)}$ ) и отправляемым грузом ( $n_{\text{сут}}^{(a)}$ ) определяется по формулам

$$n_{\text{сут}}^{(p)} = \frac{Q_{\text{сут}}^{p(j)}}{P_{\text{тех}}^{(a)}}, \quad (12)$$

$$n_{\text{сут}}^{(a)} = \frac{Q_{\text{сут}}^{p(j)}}{P_{\text{тех}}^{(a)}}; \quad (13)$$

где  $P_{\text{тех}}^{(a)}$ ,  $P_{\text{тех}}^{(a)}$  – техническая нагрузка автомобиля с прибывающим и соответственно отправляемым грузом, т.

Расчетный объем груза, поступающего на хранение в склад, т

$$Q_{\text{сут}}^{p(ск)} = Q_{\text{сут}}^{p(j)}(1 - \alpha') + Q_{\text{сут}}^{p(a)}(1 - \alpha''); \quad (14)$$

а перерабатываемый погрузочно-разгрузочными машинами

$$Q_{\text{сут}}^{p(м)} = Q_{\text{сут}}^{p(j)}(2 - \alpha') + Q_{\text{сут}}^{p(a)}(2 - \alpha''). \quad (15)$$

### 3 РАСЧЕТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ И ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕГРУЗКИ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ ГРУЗОВ

#### 3.1 Определение вместимости, площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений

Потребная вместимость складов, т, определяется по формуле

$$E_c = Q_{\text{сут}}^{p(\text{ж})}(1 - \alpha')t_{\text{хр}}^{\text{пр}} + Q_{\text{сут}}^{p(\text{а})}(1 - \alpha'')t_{\text{хр}}^{\text{от}}, \quad (16)$$

где  $t_{\text{хр}}^{\text{пр}}$ ,  $t_{\text{хр}}^{\text{от}}$  — срок хранения груза на складе по прибытию и отправлению, сут (для мест общего пользования: тарные и штучные грузы при повагонных отправлениях по прибытию — 2 сут; по отправлению — 1,5 сут; контейнеры груженные 2 и 1; тяжеловесные колесные грузы и сельхозтехника 2,5 и 1,0; сыпучие грузы, перевозимые в открытом подвижном составе 3,0 и 2,5). Для мест необщего пользования  $t_{\text{хр}}$  устанавливается в зависимости от конкретных условий работы и регламентируемых запасов).

Площадь склада,  $\text{м}^2$ , по методу удельных допустимых давлений

$$F_{\text{скл}}^{\text{уд}} = \frac{E_c k_{\text{пр}} g}{P}, \quad (17)$$

где  $k_{\text{пр}}$  — коэффициент, учитывающий площадь складских проездов, зависящий от применяемых средств механизации. Для напольных (погрузчики, штабелеры этот коэффициент больше, для подвесных (мостовые краны, краны штабелеры) меньше.

Для мест общего пользования рекомендуется принимать его равным: 1,7 — для повагонных отправок с тарными и штучными грузами, 2 — для мелких отправок, 1,9 — для контейнерных площадок, 1,6 — для лесоматериалов и тяжеловесных грузов, 1,5 — для навалочных грузов. Для мест необщего пользования значение  $k_{\text{пр}}$  принимается в зависимости от используемых ПРМ и принятых способов хранения груза (ориентировочные значения см. в таблице 4);

$g$  — ускорение силы тяжести, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$P$  — удельное допустимое давление на  $1 \text{ м}^2$  полезной площади склада,  $\text{кН/м}^2$ .

Для мест общего пользования рекомендуются следующие значения  $P$ : для крытых складов и платформ тарно-упаковочных грузов, следующих повагонными отправлениями — 8,5; мелкими отправлениями — 6,5; для контейнеров — 6, тяжеловесных грузов — 9, сыпучих грузов в крытых складах — 10, навалочных грузов — 11  $\text{кН/м}^2$ . Для мест необщего пользования в зависимости от конструктивных особенностей складов, принятых способов хранения грузов и других факторов значение  $P$  может быть значительно большим, и его можно принимать по таблице 4.

Таблица 4 – Значения  $k_{пр}$ ,  $P$  и рекомендуемая высота укладки некоторых грузов для мест необщего пользования

Наименование груза	Способ хранения	Удельное допустимое давление $P$ , кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент дополнительной площади $k_{пр}$	Рекомендуемая высота укладки груза, м, при использовании		
				кранов	штабелеров	напольных ПРМ
Сталь круглая, квадратная, полосовая, шестигранная без упаковки	Стеллажи: стоечный консольный в скобах	18,0-33,5		4	–	–
		12,0-20,0		–	6	4,5
		24,0-41,0		–	4	–
Сталь уголкообразная без упаковки	Стеллажи: консольный стоечный в скобах	16,0-28,0		4	–	–
		12,0-16,0		–	6	4,5
		16,0-29,0	1,25-1,60	–	4	–
Сталь швеллерная и двутавровая без упаковки	Штабель	14,0-60,0		3,0-4,5	–	4,5
Сталь листовая в пачках под навесом	Стеллаж	12,0-25,0		–	4	–
	Штабель	40,0-60,0		3,5	–	3
Трубы чугунные и стальные	Стеллаж	4,0-14,0	1,35	4-6	4-6	4-4,5
	Штабель	4,0-16,0		4-6	4-6	4-4,5
Бумага в рулонах	Штабель	2,0-6,5	1,30-1,50	–	12	4,5
Цемент, алебастр, гипс в мешках	Штабель на поддонах	8,0-10,0	1,45-1,55	–	4	3
Цемент насыпью	Штабель	20,0-25,0	1,50	2	–	2
Кирпич на поддонах или в контейнерах	Штабель	10,0-18,5	1,45-1,55	–	4,5	3
Станки, оборудование, металлоконструкции, неразъемные изделия машиностроения	Штабель	1,0-10,0	1,25-1,50	На высоту изделия	–	–
Металлолом	Закром	18,0-20,0	1,50	6	–	3
Лес круглый и пиломатериалы	Штабель	2,0-4,0	1,45	≤6	–	–
Уголь, кокс	Штабель	26,0	1,50-1,60	≤3,5	–	–
Чугун в чушках	Штабель	До 100,0		3	–	3
Тарно-штучные грузы	Стеллаж	3,0-56,0		–	10	4,5
	Штабель		1,25-1,60			
	на поддонах	3,0-56,0		–	6	4,5
Торф фрезерный	Штабель	26,0	1,50-1,60	≤5	–	–
Навалочные инертные строительные материалы	Штабель	до 60,0	1,30-1,60	≤14	–	–
Сахарная свекла	Штабель	15,0-25,0	1,50	3-6,5	–	–
Минеральные удобрения	Штабель	15,0-20,0	1,50	≤6	–	≤2,5
Зерно	Закром	15,0-40,0	1,50	7	–	–



Общая длина склада, м

$$L_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}^{\text{уд}}}{B_{\text{ск}}}, \quad (18)$$

где  $B_{\text{ск}}$  – ширина склада, м.

Ширина склада зависит от типа склада и используемых средств механизации.

Ширина зданий крытых однопролетных складов принимается 18, 24, 30, 36 м. При устройстве складов с вводом железнодорожного пути внутрь склада ширина склада уменьшается на 4,92 м.

При организации выгрузки навалочных сыпучих грузов с использованием повышенного пути длина склада, м, определяется по длине подачи вагонов

$$L_{\text{ск}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}}, \quad (19)$$

где  $m_{\text{п}}$  – количество вагонов в подаче (маршруте), ваг;

$l_{\text{в}}$  – длина вагона по осям автосцепок, м.

Затем определяется ширина склада, м

$$B_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}^{\text{уд}}}{L_{\text{ск}}}. \quad (20)$$

Расчетные схемы определения  $B_{\text{ск}}$  при использовании мостовых, козловых и стреловых кранов приведены на рисунке 2.

Для мостового крана

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} - l + b_{\text{гр}} / 2, \quad (21)$$

Для козлового двухконсольного

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{тел}} - 2B_3,$$

Для стрелового крана

$$B_{\text{ск}} = B_{\text{ск}}' + B_{\text{ск}}'' = (L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} + b_{\text{гр}} / 2) + (L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_3 + b_{\text{гр}} / 2), \quad (22)$$

где  $L_{\text{кр}}$  – пролет крана, м;

$B_{\text{пс}}$  – габарит приближения строений, м (4,9);

$l$  – расстояние от оси, проходящей через середину ходового колеса крана до оси, проходящей через грузоподъемный трос в крайнем положении грузоподъемной тележки крана, м;

$b_{\text{гр}}$  – размер стороны груза, устанавливаемой по ширине площадки, м;

$B_{\text{тел}}$  – ширина ходовой тележки крана, м;

$B_3$  – величина зазора, м ( $\geq 0,7$  м);

$L_{\text{кр}}^{\text{max}}$  – вылет стрелы крана, на котором грузоподъемность соответствует массе груза с грузоподъемным устройством, м;

$B_{кр}$  – расстояние от оси вращения поворотной части крана до наиболее выступающей части крана, м.

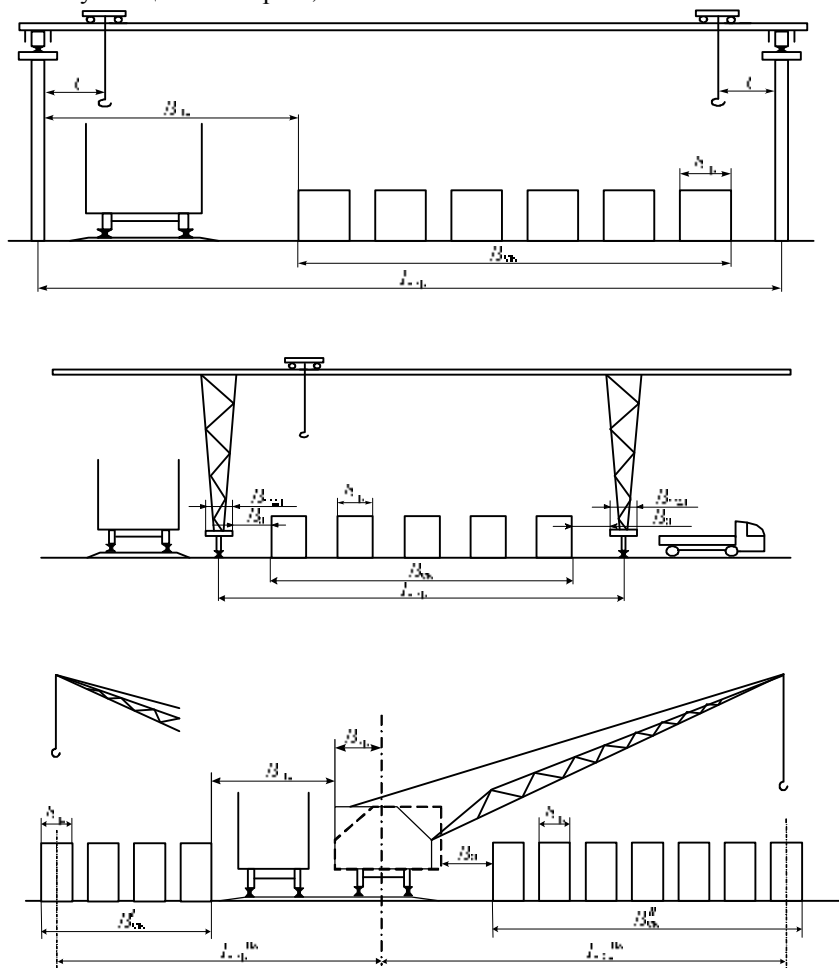


Рисунок 2 – Расчетные схемы определения ширины склада

### 3.2 Определение потребного количества погрузочно-разгрузочных машин

Количество погрузочно-разгрузочных машин определяется по двум условиям:  
 – обеспечение заданных объемов работы и выполнение установленных видов ремонтов и технических обслуживаний

$$z_p = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{p(м)}}}{k_{\text{см}} Q_{\text{см}}} \left(1 + \frac{24t_{\text{рем}}^{\text{ц}}}{T_{\text{рц}}}\right); \quad (23)$$

- обеспечение перерабатывающей способности грузового фронта

$$z_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{p(м)}}}{Q_{\text{ч}} (T - x_{\text{пу}} \cdot t_0)}; \quad (24)$$

где  $Q_{\text{см}}$  – сменная выработка одной машины [10], т;

$k_{\text{см}}$  – число смен работы машин в течение суток;

$t_{\text{рем}}^{\text{ц}}$  – простой машины во всех видах ремонтов и технических обслуживания за период межремонтного цикла, сут;

$T_{\text{рц}}$  – продолжительность межремонтного цикла (время между капитальными ремонтами), приложение А, ч;

$Q_{\text{ч}}$  – часовая эксплуатационная производительность машины ( $Q_{\text{ч}} = Q_{\text{см}} / 7$ ), ч;

$T$  – возможное время работы машины в течение суток, ч;

$x_{\text{пу}}$  – число подач-уборок вагонов к грузовому фронту за сутки;

$t_0$  – время, приходящееся на одну подачу-уборку вагонов, в течение которого из-за выполнения маневровой работы невозможно вести погрузочно-выгрузочные работы (0,2-1,0 ч).

Полученные в результате этих расчетов величины сопоставляются между собой, большая из них (с округлением до целого) ( $z$ ) и является искомой, т.е. указывает величину потребного инвентарного парка погрузочно-разгрузочных машин.

Для перехода к инвентарному парку машин, получающих электроэнергию от аккумуляторных батарей учитывается обеспеченность машин батареями.

$$z_{\text{ин}} = z(2,30 \cdot \lambda_1 + 1,15 \cdot \lambda_2), \quad (25)$$

где  $I_1, I_2$  – доля машин, обеспеченных соответственно одним и двумя комплектами съемных батарей ( $I_1 + I_2 = 1$ );

2,30 и 1,15 – коэффициент перехода к инвентарному парку.

Количество смен работы машины в течение суток принимают равным 1, 2, 3 и 3,43 при круглосуточной работе. Определяют  $k_{\text{см}}$  из соотношения  $Q_{\text{сут}}^{\text{p(м)}} / Q_{\text{см}}$ .

Простой машины во всех видах ремонтов и обслуживаний за время межремонтного цикла, сут

$$t_{\text{рем}}^{\text{ц}} = n_{\text{к}} \cdot t_{\text{к}} + n_{\text{т}} \cdot t_{\text{т}} + n_{\text{то-1}} \cdot t_{\text{то-1}} + n_{\text{то-2}} \cdot t_{\text{то-2}} + n_{\text{то-3}} \cdot t_{\text{то-3}}, \quad (26)$$

где  $n_k, n_T, n_{то}$  – соответственно число капитальных, текущих ремонтов и технических обслуживаний за цикл (значения приведены в приложениях А, Б);

$t_k, t_T, t_{то}$  – простой машины в соответствующих видах ремонтов и обслуживаний за время цикла, сут (приложения А, Б).

Число подач-уборок вагонов к грузовому фронту в сутки может быть определено по одному из нескольких известных методов и, в частности, по формулам, предложенным доцентом В.В. Скоробогатько:

– машины заняты выгрузкой груза из вагонов

$$X_{пу} = \frac{m_{сут}^p}{\sqrt{\frac{\gamma(1+t_{под})}{0,25+30 \cdot P_{тех}^{(BB)} / (z_p Q_{ч})}}}; \quad (27)$$

– машины ведут погрузку груза в вагоны

$$X_{пу} = \frac{m_{сут}^p}{\sqrt{\frac{\gamma(1+2t_{под}+q_p)}{0,5+60 \cdot P_{тех}^{(B)} / (z_p Q_{ч})}}}; \quad (28)$$

где  $\gamma$  – отношение стоимости маневрового локомотиво-часа к стоимости вагоно-часа простоя (4-7);

$t_{под}$  – время на подачу групп вагонов со станции ее формирования до грузового фронта, мин

$$t_{под} = \frac{60L_{под}}{V_{под}} + \tau_{p.з}; \quad (29)$$

где  $L_{под}$  – расстояние подачи (от станции формирования до грузового фронта), км;

$V_{под}$  – скорость подачи (зависит от условий выполнения маневровых операций), км/ч;

$\tau_{p.з}$  – время на разгон и замедление (2-5 мин);

$q_p$  – число групп вагонов в подаче-уборке.

Число подач-уборок округляется до целого значения и должно удовлетворять условию

$$\frac{m_{сут}^p l_v}{L_{фр}^ж} \leq X_{пу} \leq \frac{k_{см} t_{см}}{\frac{m_{п.у} P_{тех}^{(B)}}{\beta z Q_{ч}}}, \quad (30)$$

где  $L_{\text{фр}}^{\text{ж}}$  – длина фронта работ со стороны установки железнодорожного подвижного состава, м.

$$L_{\text{фр}}^{\text{ж}} = m_{\text{под}} l_{\text{в}} + a_{\text{м}}, \quad (31)$$

где  $m_{\text{под}}$  – число вагонов в подаче-уборке,

$$m_{\text{под}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{X_{\text{пу}}}, \quad (32)$$

где  $a_{\text{м}}$  – удлинение грузового фронта, необходимое для маневрового локомотива (по длине локомотива), м;

$\beta$  – доля грузопереработки с участием железнодорожного подвижного состава

Длина фронта работ со стороны установки автомобильного транспорта, м

$$L_{\text{фр}}^{\text{а}} = \frac{2(Q_{\text{сут}}^{\text{р(а)}} + Q_{\text{сут}}^{\text{п(а)}}) l_{\text{а}} t_{\text{а}}}{(P_{\text{тех}}^{\text{(а)}} + P_{\text{тех}}^{\text{п(а)}}) T_{\text{а}}} \quad (33)$$

где  $l_{\text{а}}$  – длина фронта для работы с одним автомобилем (определяется схемой установки автомобиля, м;

$t_{\text{а}}$  – средняя продолжительность погрузки-выгрузки одного автомобиля, ч.

$$t_{\text{а}} = \frac{P_{\text{тех}}^{\text{(а)}} + P_{\text{тех}}^{\text{п(а)}}}{2Q_{\text{ч}}}; \quad (34)$$

$T_{\text{а}}$  – время работы грузового фронта в течение суток (зависит от организации работы автомобильного транспорта), ч.

Длина фронта работ должна быть не более расчетной длины склада.

Если условие не выполняется или  $x_{\text{пу}}$  получается большим, то намечаются меры по увеличению  $z_{\text{р}}$  или  $L_{\text{фр}}$ .

### 3.3 Тарно-упаковочные и штучные грузы

Обширная номенклатура и разнообразие тарно-упаковочных и штучных грузов, недостаточное развитие пакетных перевозок и другие факторы усложняют автоматизацию и комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ. По этой причине уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) для этих грузов недостаточный.

Совершенствование объемно-планировочных решений, технологических схем переработки тарно-упаковочных и штучных грузов, автоматизация управления транспортно-складскими процессами, выбор правильного направления развития транспортно-складских комплексов, приведение их в полное соответствие с требованиями народного хозяйства – актуальные задачи повышения эффективности работы Единой Транспортной системы (ЕТС) и ее составной части – железнодорожного транспорта.

В соответствии с «Едиными нормами выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы» в зависимости от объемно-массовых характеристик тарно-упаковочные и штучные грузы подразделяются на 4 группы. Первую образуют грузы, имеющие массу отдельных мест менее 500 кг. Они перевозятся, как правило, в крытых вагонах.

Вторую группу образуют тяжеловесные грузы массой одного места 500 кг и более, третью – длинномерные и громоздкие ( $l \geq 3$  м;  $h \geq 2,1$  м;  $b \geq 2,6$  м), четвертую – негабаритные. Тарно-упаковочные и штучные грузы второй, третьей и четвертой групп перевозятся, как правило, на открытом подвижном составе и организация их механизированной перегрузки рассматривается отдельно.

### **3.3.1 Элементная база транспортно-грузового комплекса для тарно-упаковочных и штучных грузов**

Тара и упаковка. Вид тары определяется физико-механическими свойствами грузов. Разнообразие свойств, большая номенклатура тарно-упаковочных и штучных грузов вызывают многочисленность типоразмеров тары и размеров грузовых мест.

Для перевозки тарно-упаковочных и штучных грузов используются ящики, мешки, контейнеры, бочки, барабаны и другие виды тары, характеристика которых приведена в приложении В.

В соответствии с рекомендациями Международной организации по вопросам стандартизации ИСО, решениями Европейской Федерации упаковки, Международного железнодорожного союза и других организаций в качестве модуля для унификации тары принят поддон размером 800 x 1200 мм. В соответствии с этим модулем составлен унифицированный ряд чисел для наружных размеров (мм) транспортной тары:

1200	1000	720	560	400	300	228
1143	960	685	532	360	285	200
1120	900	667	500	353	280	150
1080	885	643	465	333	266	133
1065	800	600	435	320	250	120
1023	748	571	424	311	240	100

На основании унифицированного ряда строятся возможные сочетания длины и ширины тары прямоугольного сечения. Имеется 32 сочетания, позволяющие использовать площадь поддона на 100 %. Высота тары также принимается из чисел модульного ряда. Всего в ГОСТ 21140-75 включено 114 типоразмеров тары прямоугольного сечения по площади и 52 по высоте.

Поддоны. Важным техническим элементом системы транспортировки тарно-упаковочных и штучных грузов являются поддоны, использование которых позволяет унифицировать размеры грузовых мест, применять паке-тоформирующие машины и тем самым снизить себестоимость перегрузки тарно-упаковочных и штучных грузов. Техническая характеристика плоских поддонов приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Техническая характеристика плоских поддонов

Тип	Наименование	Размеры в плане, мм		Грузоподъемность, т
		длина	ширина	
П2	Однонастильный двухзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
П4	Однонастильный четырехзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2П4	Двухнастильный четырехзаходный	1200	800	1,0
2ПО4	Двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2ПВ2	Двухнастильный двухзаходный с выступами	1800	1200	2,0; 3,2
2ПВО2	Двухнастильный двухзаходный с выступами и окнами	1600	1200	2,0; 3,2

Наиболее распространенным типом плоского поддона является деревянный двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле (рисунок 3) и размерами 1200x800x130 мм.

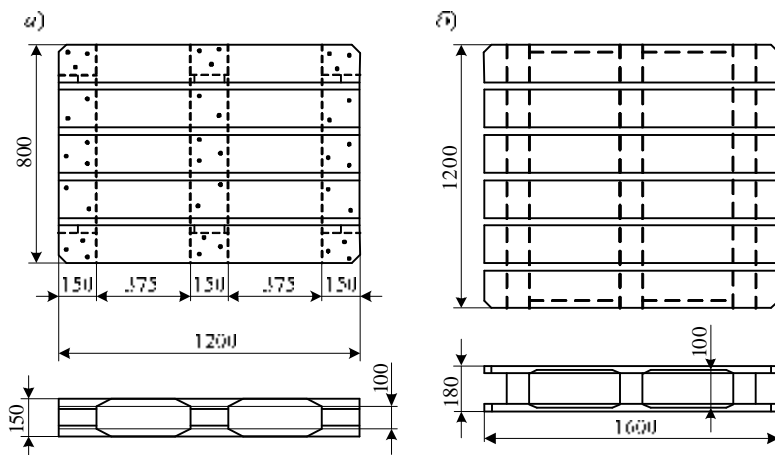


Рисунок 3 – Деревянные поддоны: а – 2ПО4; б – 2ПВО2

Плоский деревянный поддон состоит из двух настилов (двухнастильный) и шашек. Верхний настил служит основанием для укладки материалов, нижний выполняет функцию опоры. Зазоры, которые образуются между шашками, расположенными на некотором расстоянии друг от друга, дают возможность поднимать поддон вилочным грузозахватным приспособлением с любой из четырех сторон. Эти типы поддонов соответствуют стандартным размерам, принятым Транспортной комиссией Международной торговой палаты и удовлетворяют техническим требованиям при смешанных перевозках с участием двух и более видов транспорта.

Для обращения на внутренних путях сообщений могут быть применены поддоны 2ПВ2, 2ПВ02.

Ящичные и стоечные поддоны имеют также унифицированные размеры, чаще всего 1200x800x1200 мм.

Средства скрепления и формирования пакетов. Важным направлением повышения уровня комплексной механизации является широкое внедрение транспортных пакетов, к которым относятся укрупненные грузовые единицы, сформированные различными способами из штучных грузов в таре или без нее с применением средств пакетирования, сохраняющие форму в процессе обращения, и обеспечивающие возможность комплексной механизации ПРР и складских операций.

Для скрепления пакетов используются различные средства, выбор которых зависит от рода груза, массы пакета, местных и других условий. В качестве основных критериев выбора рекомендуются: надежность, эксплуатационные возможности и экономическая эффективность скрепления. Стяжки и пояса применяют для тарно-упаковочных грузов небольших размеров: ящиков, пачек, рулонов.

Широкое применение для скрепления пакетов получила стальная лента, а в последнее время - ленты из искусственных материалов. Обвязка пакета груза лентой или проволокой выполняется с помощью различного рода автоматов, механизмов и приспособлений. При полной автоматизации процесса обвязки пакета используются, как правило, стационарные обвязочные автоматы, которые располагаются вслед за пакетирующей машиной и связаны с ней конвейером. Технические характеристики пакетоформирующих и лентообвязочных машин даны в литературе.

Схемы формирования пакетов ящичных и мешковых грузов на поддонах размером 1200x800 показаны на рисунках 4 и 5.

Электропогрузчики. Важнейшими погрузочно-разгрузочными машинами (ПРМ) для выполнения операций с тарно-упаковочными грузами в вагонах и на складах являются малогабаритные универсальные электропогрузчики общего назначения.



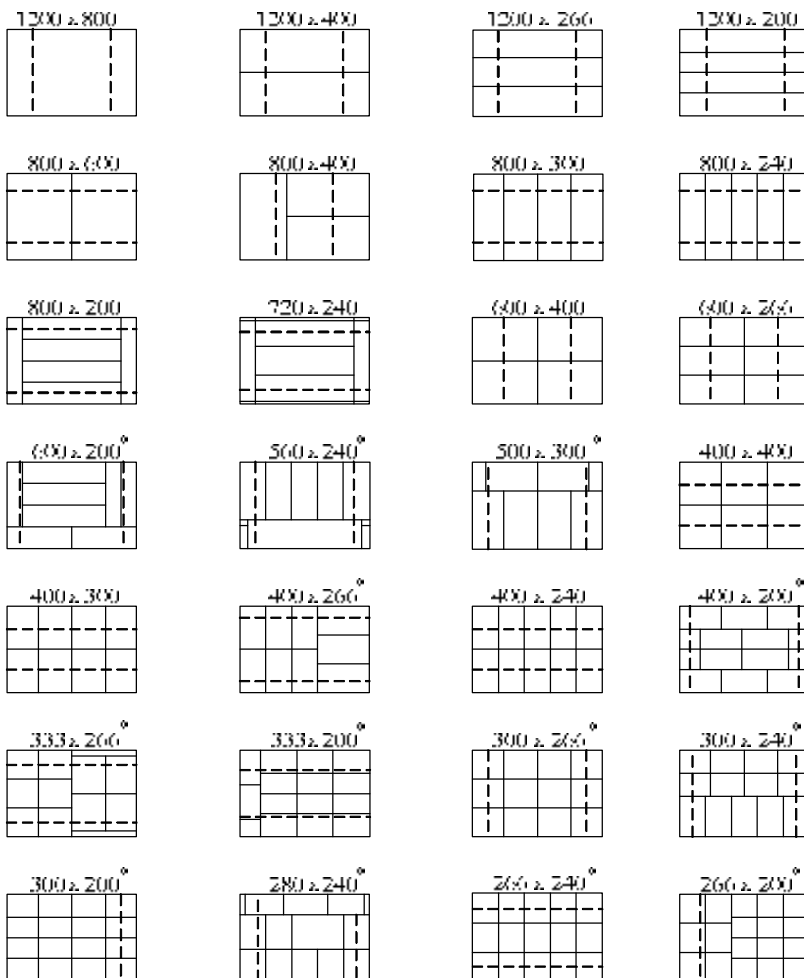


Рисунок 4 – Схемы формирования пакетов ящичных грузов на поддонах

Современные электропогрузчики оборудуются комплектом быстросменяемых грузозахватных устройств: стелкивателями для освобождения от груза, не уложенного на поддоны; удлинителями для перемещения длинномерных грузов; штырями для транспортировки кольцеобразных и трубчатых грузов; боковыми захватами для перемещения кип, тюков, пакетов грузов; клещевыми, грейферными, магнитными и пневматическими захватами; стрелами и т.д.

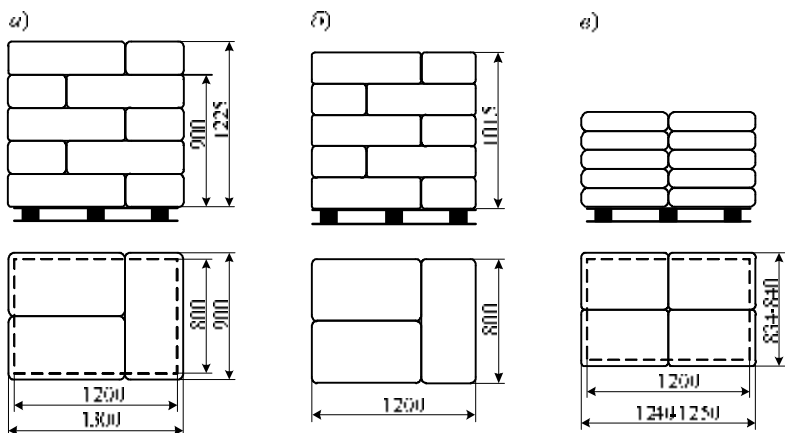


Рисунок 5 – Схемы формирования мешковых грузов в пакеты на поддонах 1200 х 800:  
 а – мука; б – суперфосфат; в – цемент

Автопогрузчики. В грузовом хозяйстве железных дорог все более широкое применение находят малогабаритные автопогрузчики грузоподъемностью 1-2 т, которые используются на открытых грузовых площадках и в закрытых складах, успешно конкурируя с электропогрузчиками.

Кроме электропогрузчиков и автопогрузчиков, для погрузки-выгрузки тарно-упаковочных и штучных грузов могут быть использованы: механические тележки с приводом от аккумуляторных батарей, троллейных приводов или двигателей внутреннего сгорания, в том числе с подъемной платформой или вилами, а также тягачи с прицепными тележками; пластинчатые, роликовые и подвесные конвейеры.

Мостовые краны - штабелеры. Мостовые краны - штабелеры применяют на складах для переработки грузов в ящичной таре, на поддонах и специализированной обрешетке.

Изготавливаются мостовые краны штабелеры грузоподъемностью от 0,125 до 20 т двух типов:

- подвесные, грузоподъемностью до 5 т;
- опорные, грузоподъемностью от 0,125 до 12,5 т.

По функциональному назначению различают:

мостовые краны – штабелеры, управляемые с пола, грузоподъемностью до 1 т (применяют при небольшом грузообороте, в помещениях с высотой до 7,2 м; высота подъема груза 5 - 5,5 м);

мостовые краны – штабелеры, управляемые из кабины, грузоподъемностью более 1 т (используются при стеллажном и штабельном хранении па-

кетированных грузов в складах с большим грузооборотом и высотой помещения 8,4 – 15,6 м).

Стеллажные краны – штабелеры. Стеллажные краны – штабелеры перемещаются в проходе между стеллажами и могут устанавливать грузы в один и два стеллажа, расположенные по обе стороны крановых путей. Используются на комплексно-механизированных складах и, в частности, на складах, оснащенных автоматизированными транспортными системами подачи грузов с высотой помещения от 6 до 40 м.

Применение таких машин позволяет значительно сократить площади на проходы и проезды в складах. Эти машины могут быть приспособлены и для автоматического управления.

Промышленные роботы. Характерная особенность технического прогресса в области механизации и автоматизации производства на современном этапе – использование промышленных роботов манипуляторов.

Учитывая технологию погрузочно-разгрузочных и складских операций, характеристики грузов и транспортных средств, роботы разделяют на три класса-поколения, отличающихся грузоподъемностью: 60 – 100 кг, 800 – 1000 кг, 5000 кг и более. Сфера действия роботов первого типа: укладка и разборка пакетов, грузовые операции с пакетированными грузами, передача их с конвейера на конвейер, промышленные роботы (ПР) второго типа предназначены для переработки тарно-штучных грузов, сформированных в стандартные пакеты. Манипуляторы грузоподъемностью 5000 кг и более предназначены для работы с пакетами, кассетами и специальными контейнерами, в которых перевозят лесоматериалы, металлы, тяжеловесные грузы. Монтировать их можно на кранах, кранах штабелерах и стеллажных штабелерах. В серийном производстве изготавливают преимущественно роботы первого поколения.

Промышленные роботы класса А выполняют функции пакеторазборочных и пакетоформирующих автоматов. Их размещают соответственно на входе транспортных систем, передающих грузы в производство, и на выходе производственных конвейеров. Роботы класса Б предназначены для погрузочно-разгрузочных операций с пакетированными грузами. Их включают в поточно-транспортные системы, располагая на головных и выходных участках. Роботами-манипуляторами класса В оснащают мостовые и козловые краны, стеллажные штабелеры.

Зона действия роботов класса А обуславливается способом формирования (расформирования) пакетов груза, размерами поддона, расстоянием вертикальной оси поворота руки от точек взятий и укладки грузов допустимой высотой пакета. Продолжительность рабочего цикла не более 8 с обеспечивает сопоставимую с пакетирующей машиной производительность 400 – 450 упаковок/ч.

Параметры зоны действия роботов класса Б устанавливают, учитывая транспортные средства и двухъярусное размещение пакетов в них. При вылете руки 1500 – 1800 мм они обслуживают вагон или автомобиль по всей ширине кузова.

Основные технико-эксплуатационные параметры погрузочно-разгрузочных механизмов приведены в приложении Г.

**Склады.** Для хранения тарно-упаковочных грузов применяются крытые склады. Наибольшее распространение на железнодорожных станциях получили складские помещения в виде одноэтажных зданий с внешним (рисунок б) и внутренним (рисунок 7-11) расположением железнодорожных путей.

Склады с внешним расположением железнодорожного пути (длина секции не более 50 м) проектируются при объеме работы до 5 вагонов.

Склады с внутренним расположением путей (ангарного типа) сооружаются однопролетными (см. рисунок 7), двухпролетными (см. рисунок 8а) и трехпролетными (см. рисунок 8б) длиной до 288 м. Склады этого типа проектируются с открытым (см. рисунок 7) или закрытым навесом для автомобилей (см. рисунок 9).

Склады с внутренним расположением путей могут сооружаться в комплексе с сортировочной платформой (см. рисунок 10).

При размещении груза в складах ширину погрузочно-разгрузочной платформы принимают в пределах 10 – 14 м. Расстояние между осями дверей в складах со стороны железнодорожного транспорта (внешнее расположение пути) равно 12 м, со стороны автомобильного транспорта двери устраиваются через каждые 18 м.

В целях пожарной безопасности проектируются противопожарные стенки и запасные выходы (через 36 м).

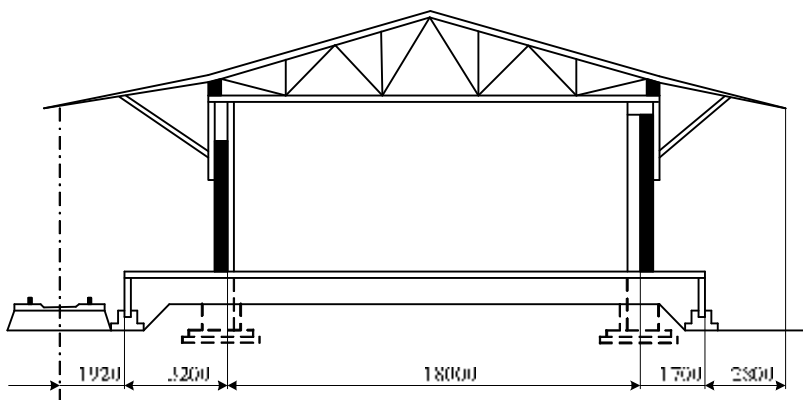


Рисунок 6 – Склад с внешним расположением железнодорожных путей

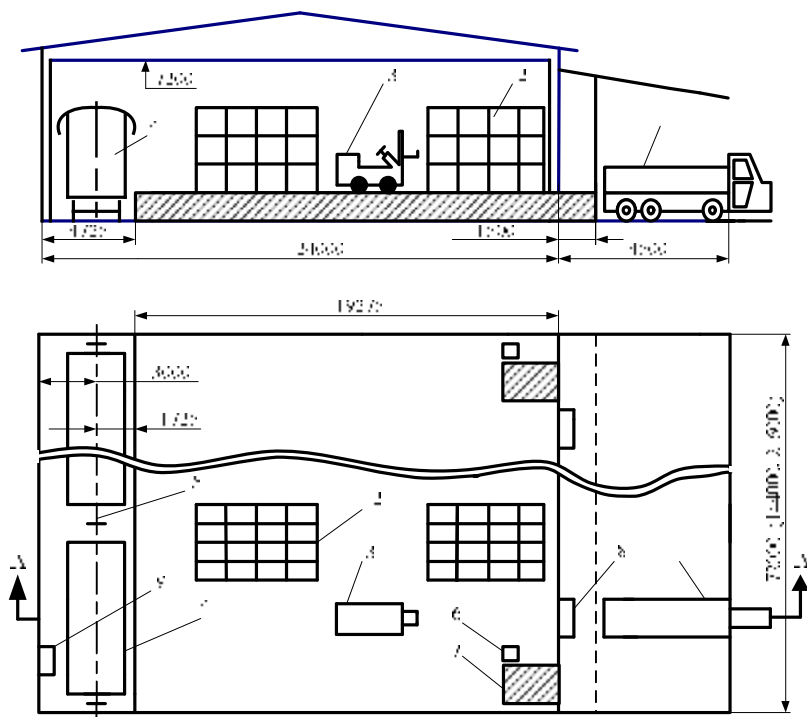


Рисунок 7 – Крытый склад с внутренним расположением железнодорожного пути:  
 1 – автомобиль; 2 – пакеты груза; 3 – погрузчик; 4 – вагон; 5 – железнодорожный путь; 6 – помещение приемосдатчика; 7 – весы; 8 – дверной проем; 9 – запасной выход

Прогрессивным направлением в развитии складов для тарно-упаковочных грузов является переход к стеллажному хранению грузов, внедрению гибких автоматизированных систем механизации погрузочно-разгрузочных работ. Примеры таких складов приведены на рисунке 11.

Автомобильный подвижной состав. Для завоза и вывоза тарно-упаковочных и штучных грузов используются бортовые автомобили, основные характеристики которых приведены в приложении Д.

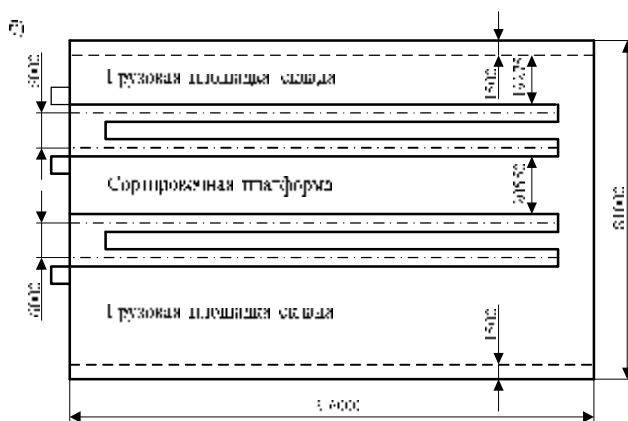
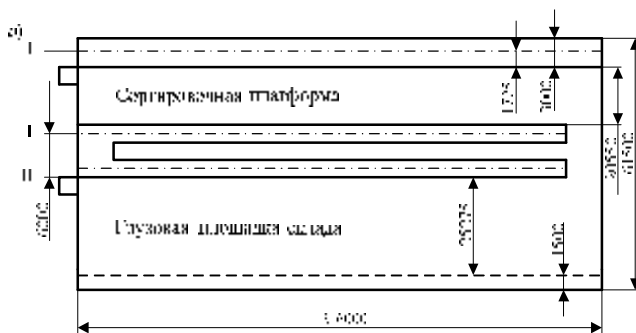


Рисунок 8 – План двух- и трехпролетного ангарных складов

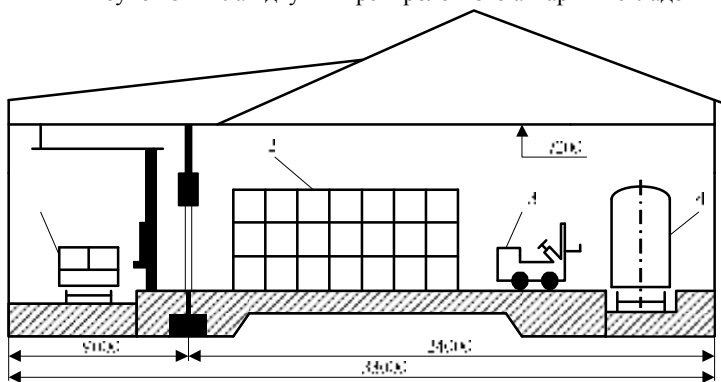


Рисунок 9 – Крытый склад с внутренним расположением железнодорожного пути и закрытыми навесами для автомобилей:

1 – автомобиль; 2 – пакеты груза; 3 – погрузчик; 4 – вагон

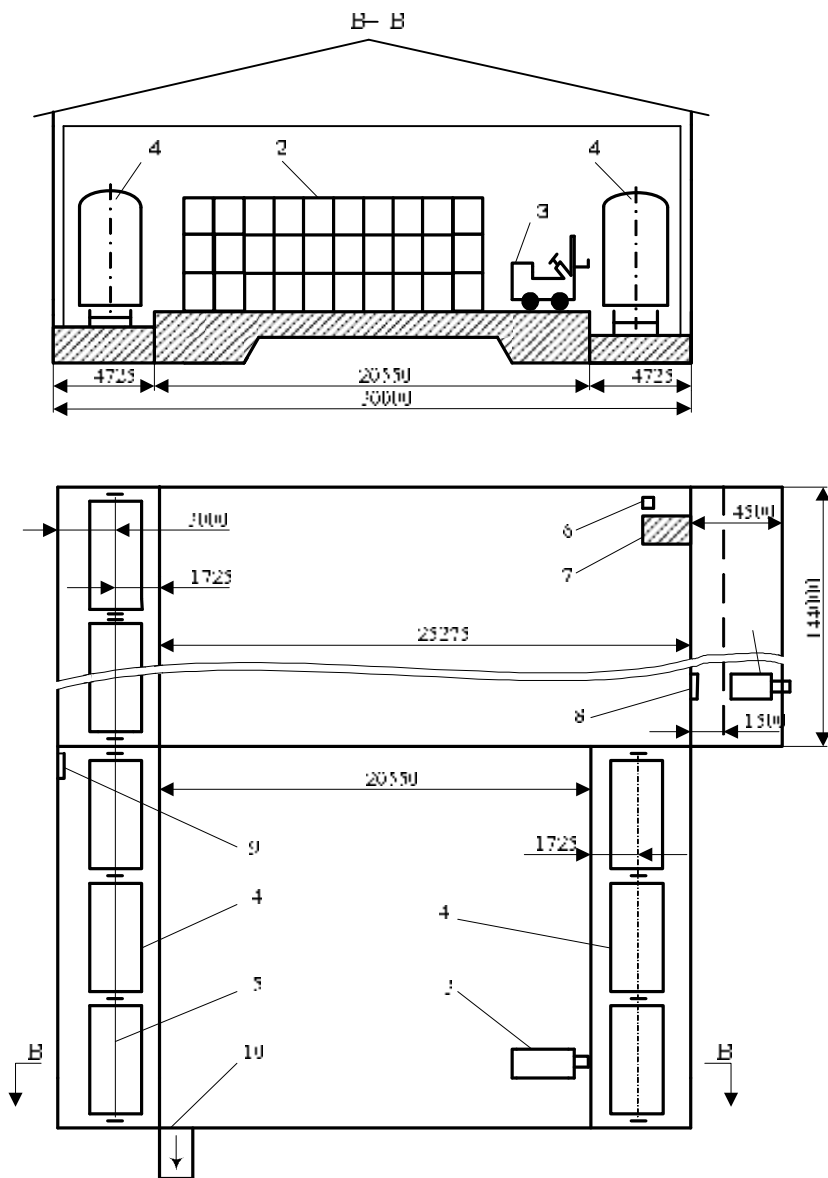


Рисунок 10 – Склад ангарного типа с сортировочной платформой:  
 1 – автомобиль; 2 – пакеты груза; 3 – погрузчик; 4 – вагон; 5 – железнодорожный путь; 6 – помещение приемосдатчика; 7 – весы; 8 – дверной проем; 9 – запасный выход; 10 – пандус

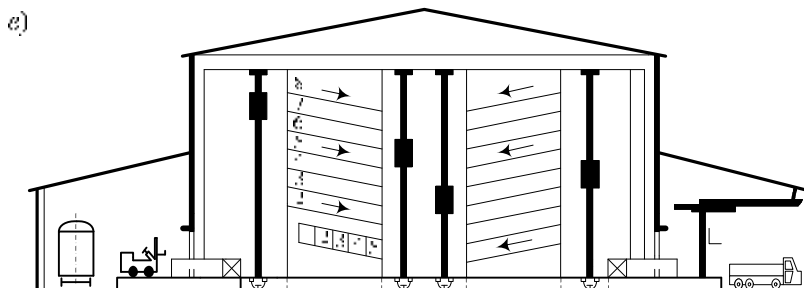
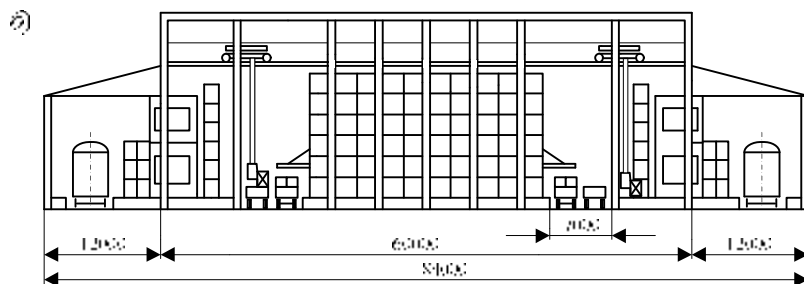
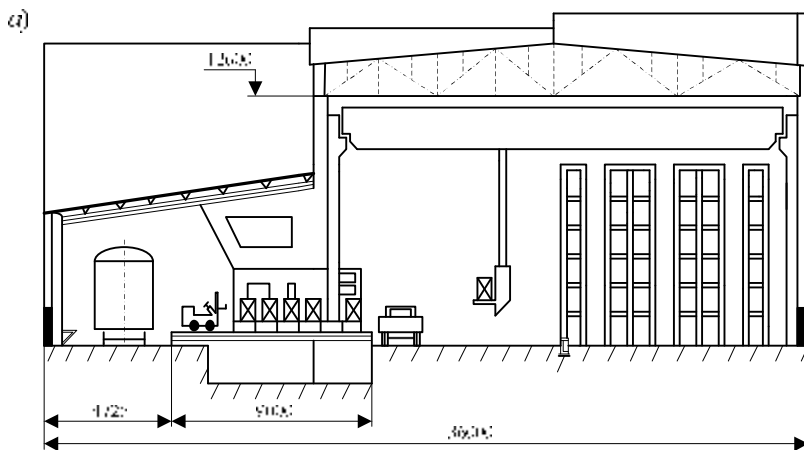


Рисунок 11 – Автоматизированные склады со стеллажным хранением груза:  
 а, б – стеллажное хранение; в – склады с гравитационными накопителями



### 3.3.2 Технологические схемы функционирования комплексов по переработке тарно-упаковочных грузов

Выбор оптимального варианта ТК осуществляется в комплексе с разработкой технологической схемы погрузочно-разгрузочных, транспортных, складских и коммерческих операций.

Основной целью технологической схемы является выявление возможностей сокращения продолжительности всего цикла операций и повышение эффективности ТК.

Описание технологических схем функционирования ТК удобно осуществлять с помощью потоковых графов: вершины графа – элементы (или подсистемы) ТК, а направленные дуги – взаимодействие между ними (рисунок 12).

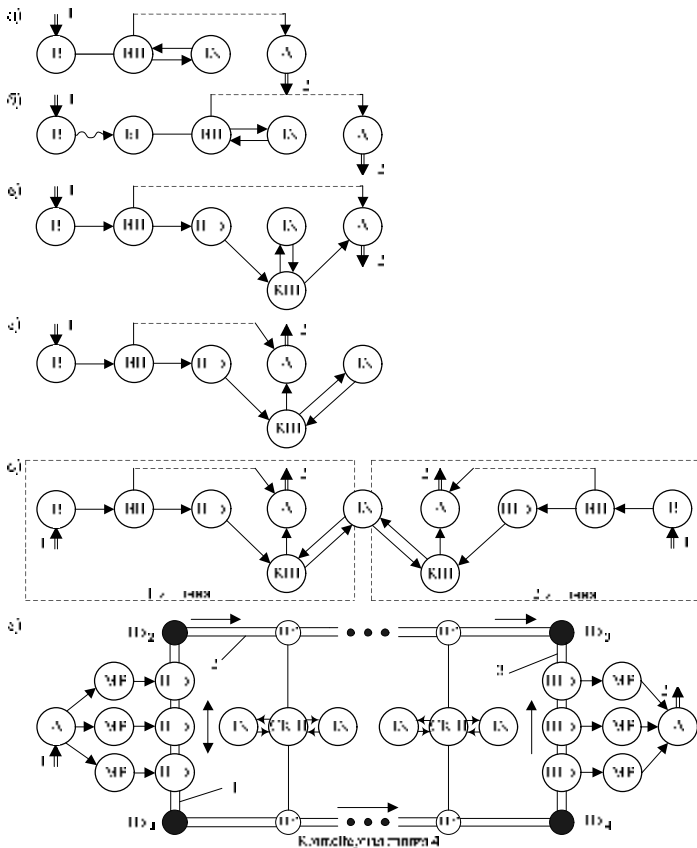


Рисунок 12 – Схемы переработки тарно-упаковочных грузов

Наиболее простая технологическая схема функционирования ТГК характерна для комплекса, обслуживаемого одним типом машин при параллельном расположении железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов (рисунок 12а). В соответствии с этой схемой после расстановки вагонов (В) на грузовом фронте и выполнении подготовительных операций вилочным погрузчиком (ВП) грузы, уложенные на поддоны, подаются в зону хранения (ЗХ), комплектации и консервации. Погрузка грузов в автомобили (А) после хранения также осуществляется электропогрузчиками или автопогрузчиками с нейтрализатором выхлопных газов.

Последовательность операций и их продолжительность при выгрузке грузов электропогрузчиком приведена в таблице 6.

**Таблица 6 – Последовательность и продолжительность операций при выгрузке грузов электропогрузчиками**

Наименование операции	Продолжительность операции, с
Ввод вил в просветы поддона и захват груза	3,6
Подъем вил с грузом	6,8
Наклон рамы в транспортное положение	7,0
Транспортировка груза на 20 м	21,5
32-40 м	34,4
Наклон рамы вперед для разгрузки груза	2,0
Опускание вил для выгрузки груза	6,6
Вывод вил из просвета поддона	2,5
Подъем вил	5,6
Наклон рамы в транспортное положение	2,0
Передвижение погрузчика к месту захвата груза:	
20 м	17,8
32-40 м	28,4
Опускание вил	7,7
Наклон рамы в рабочее положение	2,0
Общая продолжительность цикла при дальности транспортировки:	
20 м	85,0
32-40	108,5

К преимуществам выгрузки грузов по прямому варианту относятся:

- а) высокая надежность работы ТГК, которая обеспечивается системой резервирования малогабаритных погрузчиков;
- б) высокая перерабатывающая способность железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов, которая лимитируется только перерабатывающей способностью погрузчиков;
- в) возможность перемещения грузов по кратчайшим расстояниям.

В случае, когда грузы прибывают не на поддонах, то технологическая схема усложняется (рисунок 12б). Появляется дополнительная операция с укладкой груза на поддон бригадой грузчиков (Б-Г). При такой схеме улучшается использование грузоподъемности (вместимости) вагона, но увеличивается количество перегрузочных операций и повышается себестоимость переработки 1 т груза.

При использовании стеллажей для хранения грузов технологическая схема переработки тарно-штучных грузов показана на рисунке 12в. При такой схеме железнодорожный и автомобильный фронты располагаются параллельно, а стеллажи - перпендикулярно железнодорожному пути.

Для передачи груза в зону хранения и на накопительно-передающее устройство (НПУ) используются погрузчики, а для установки грузов в кузов автомобиля предусматривается кран-штабелер. При такой схеме в 2,3 - 2,8 раза увеличивается высота складирования и в 1,3 - 1,8 раза улучшается использование объема здания склада.

К недостаткам технологической схемы относится большой холостой пробег погрузочно-разгрузочных машин, особенно вилочных погрузчиков при работе по прямому варианту перегрузки. Увеличивается количество грузовых операций, связанных с передачей пакетов на НПУ. Кроме того, разобщенность грузовых фронтов железнодорожного и автомобильного транспорта увеличивает количество приемосдатчиков, усложняет их работу и увеличивает простой подвижного состава.

Отмеченные недостатки частично устранены в схеме, показанной на рисунке 12г. Здесь грузовые фронты железнодорожного и автомобильного транспорта расположены рядом и разделены только платформой с (НПУ). Груз из вагона выгружается вилочным погрузчиком и передается на НПУ. С НПУ груз краном-штабелером (КШ) перегружается непосредственно в автомобиль (прямой вариант) или передается в зону хранения (ЗХ). Максимальное сближение грузовых фронтов двух видов транспорта, автоматизация планирования работы ТГК позволяют повысить долю прямого варианта до 50 – 60 %, сократить пробег кранов-штабелеров, вилочных погрузчиков, повысить техническую производительность. Взаимозаменяемость однородных машин повышает вероятность безотказной работы ГК.

Высокую перерабатывающую способность ГК обеспечивает применение схемы, показанной на рисунке 12д. Принципиальным отличием технологической схемы является наличие двух линий, пользующихся объединенной зоной хранения, которая изолирована от автопроездов.

Для повышения уровня автоматизации погрузочно-разгрузочных работ вместо вилочных погрузчиков могут использоваться манипуляционные роботы (МР) и автоматизированные линии (рисунок 12е).

Манипуляционный робот передает груз на НПУ, с которого тот поступает на конвейерную линию с передаточными узлами (ПУ). После накаплива-

ния пакетов в накопительном узле (НУ) стеллажными кранами - штабелерами (СКШ) пакеты передаются в зону хранения.

Выдача груза на автомобильный транспорт происходит по схеме:

СКШ → ЗХ → НУ → КЛ → ПУ → НПУ → МР → А.

Конвейерные линии 1 и 3 резервируются, что позволяет использовать разные маршруты движения пакетов груза при передаче на автомобильный транспорт.

В ряде случаев целесообразно применять схему с использованием мостовых кранов-штабелеров (МКШ) и поперечным расположением стеллажей.

Технологическая цепочка по приему груза с железной дороги:

В → МР → НПУ → МКШ → ЗХ;

для прямого варианта перегрузки:

В → МР → НПУ → МКШ → НПУ → МР → А,

а для выдачи груза на автотранспорт:

ЗХ → МКШ → НПУ → МР → А.

### 3.3.3 Определение параметров складов по элементарным площадкам

Площадь склада для хранения тарно-упаковочных грузов наиболее точно можно рассчитать по методу элементарных площадок.

На грузовых дворах железнодорожных станций, оборудованных одноэтажными крытыми складами с внутренним расположением путей (см. рисунок 7) и при использовании электро- или автопогрузчиков длина элементарной площадки (см. рисунок 13), м

$$l_3 = l_{\text{мд}} - b_{\text{пр}},$$

где  $l_{\text{мд}}$  – расстояние между осями смежных дверей со стороны автотранспорта, м;

$b_{\text{пр}}$  – ширина проезда с учетом разворота электро- или автопогрузчика.

Ширина элементарной площадки, м

$$b_3 = \frac{B_{\text{ск}}}{2} - \left( \frac{b_{\Gamma} + b_{\Pi}}{2} + b_{\text{пр}} \right), \quad (35)$$

где  $B_{\text{ск}}$  – ширина склада, м;

$b_{\Gamma}$  – габаритное расстояние от стенки склада до грузовой платформы со стороны железнодорожного транспорта, м;

$b_{\Pi}$  – расстояние от стенки склада до штабеля, м.

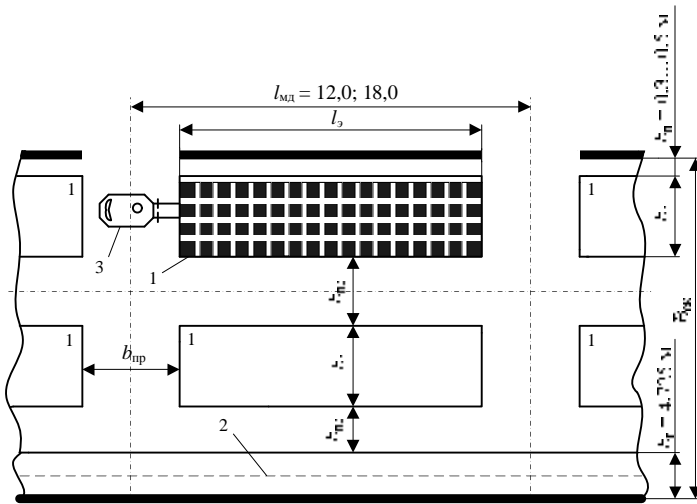


Рисунок 13 – Схема к расчету параметров элементарной площадки:

1 – элементарная площадка; 2 – ось железнодорожного пути; 3 – электропогрузчик

Ширина проезда в м между штабелями груза определяется в зависимости от типа и размеров пакета. При укладке или взятии груза из штабеля погрузчик разворачивается на  $90^0$ . Поэтому для четырехопорного погрузчика

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + a + b + 2c, \text{ если } m \geq \frac{l}{2}; \quad (36)$$

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + \sqrt{(a+b)^2 + \left(\frac{l}{2} - m\right)^2} + 2c, \text{ если } m < \frac{l}{2}; \quad (37)$$

для трехопорного погрузчика

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + r_{\text{г}} + 2c, \quad (38)$$

где  $r_{\text{к}}$  и  $r_{\text{г}}$  – радиусы поворота по наиболее выступающей точке машины и груза (пакета), м;

$l, b$  – длина и ширина груза, м;

$a$  – расстояние от передней оси погрузчика до вертикальной полки вилок;

$c$  – минимальный зазор между погрузчиком и штабелем (0,15-0,20 м).

$$m = \frac{b_{\text{погр}}}{2} + r_b, \quad (39)$$

где  $b_{\text{погр}}$  – ширина погрузчика, м;

$r_b$  – внутренний радиус поворота, м.

Значение  $r_k$  рассчитывается по формуле

$$r_k = \sqrt{\left(m + \frac{K}{2}\right)^2 + d^2}, \quad (40)$$

где  $k$  – ширина корпуса погрузчика, м;

$d$  – расстояние от передней оси погрузчика до пересечения внешней линии корпуса погрузчика с радиусом его поворота  $r_k$ , м.

Количество поддонов (пакетов), устанавливаемых в одном ярусе элементарной площадки

$$Z_{\text{п}} = \frac{l_3 b_3}{(l_{\text{п}} + \Delta l)(b_{\text{п}} + \Delta l)}, \quad (41)$$

где  $\Delta l$  – расстояние между смежными пакетами, равное 0,05-0,06 м;

$l_{\text{п}}$ ,  $b_{\text{п}}$  – соответственно длина и ширина пакета, м.

Вместимость груза на элементарной площадке, т

$$E_3 = z_{\text{п}} \kappa_{\text{я}} P_{\text{г}}, \quad (42)$$

где  $\kappa_{\text{я}}$  – количество ярусов пакетов, устанавливаемых на элементарной площадке;

$P_{\text{г}}$  – масса груза в пакете, т.

По условию складирования пакетов погрузчиком

$$\kappa_{\text{я}} = [H_{\text{г}} / h_{\text{п}}]^* + 1 \quad (43)$$

где  $H_{\text{г}}$  – высота подъема груза электро- или автопогрузчиком, м;

$h_{\text{п}}$  – высота пакета (высота груза плюс высота поддона), м.

Потребное количество элементарных площадок

$$z_3 = E_e / E_3. \quad (44)$$

Расчетная длина складов, м

$$L_{\text{ск}} = z_3 l_{\text{мд}} / k_{\text{рп}}, \quad (45)$$

где  $k_{\text{рп}}$  – количество рядов элементарных площадок, размещаемых по ширине склада (обычно  $k_{\text{рп}}=2$ ).

Потребное количество складов определяется с учетом установленной длины одного склада  $l_{\text{ск}}$  (72, 144, 216 м).

Для складов с внешним расположением железнодорожных путей

---

\* целая часть числа

$$b_3 = B_{\text{ск}}/2 - (b_{\text{пр}}/2 + b_{\text{п}}) . \quad (46)$$

Склады, оборудованные автоматическими кранами – штабелерами, конвейерными системами, стеллажами для хранения грузов, автоматизированными системами управления, рассчитываются в зависимости от вместимости  $E_c$  и длина типовой секции, принятых объемно-планировочных решений.

Вместимость секции

$$E_c = K_{\text{яс}} n_{\text{п}} K_{\text{рс}} , \quad (47)$$

где  $K_{\text{яс}}$  – число ярусов стеллажей;

$n_{\text{п}}$  – количество пакетов, размещаемых вдоль линии стеллажа в одном ряду;

$K_{\text{рс}}$  – число линий стеллажей, которое зависит от ширины секции.

Возможны два основных варианта размещения стеллажей относительно продольной оси секции (рисунок 14):

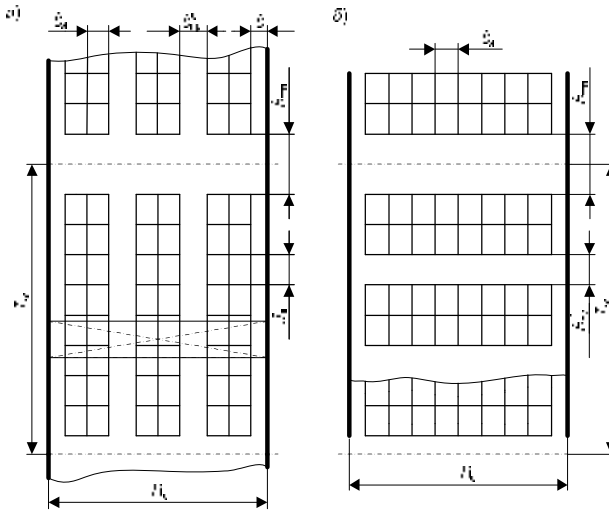


Рисунок 14 – Принципиальные схемы расположения стеллажей относительно продольной оси секции: а – перпендикулярное; б – параллельное

Для схемы на рисунке 14а

$$E_c^1 = (L_c - b_{\text{пп}}) K_{\text{рс}} K_{\text{яс}} / l_{\text{я}} \quad (48)$$

для схемы на рисунке 14б

$$E_c^2 = (L_c - b_{\text{пр}}^0 (n_{\text{пп}} - 1) - b_{\text{пп}}) K_{\text{рс}} K_{\text{яс}} / l_{\text{я}} \quad (49)$$

$n_{\text{пп}}$  – число проездов между стеллажами в секции;

$l_{\text{я}}$  – длина ячейки стеллажа, м;

$b_{\text{пр}}$  – ширина проезда между секциями стеллажей, м;

$b_{\text{пр}}^{\circ}$  – ширина проезда между стеллажами в секции, м

Схема (см. рисунок 14) применяется, если

$$K_{\text{рс}}(2b_{\text{я}} + b_{\text{пр}}^{\circ}) \geq 2(B_{\text{с}} + 2b) \quad (50)$$

где  $b_{\text{я}}$  – ширина ячейки стеллажа, м;

$b$  – расстояние от стенки склада до стеллажа, м.

Как правило, длина каждой секции не превышает 60 м, а количество ярусов стеллажей – 5.

Необходимое количество ячеек в стеллажных массивах складов

$$Z_{\text{я}} = \left( m_{\text{уч}}^{\text{сп}} + t_{\text{б}} \frac{S}{\sqrt{t_{\text{хр}}}} \right) n_{\text{п}}^b \quad (51)$$

где  $n_{\text{п}}^b$  – среднее количество пакетов груза в одном вагоне, которое принимается в зависимости от типа вагона (рисунок 15). Необходимое количество секций

$$Z_{\text{с}} = Z_{\text{я}} / E_{\text{с}} \quad (52)$$

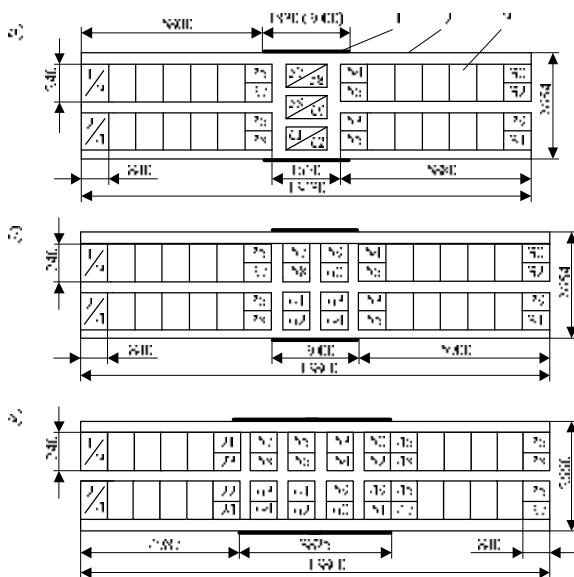


Рисунок 15 – Схемы размещения пакетов в крытых вагонах:

а – 90 и 106 м<sup>3</sup>; б и в – 120 м<sup>3</sup>; 1 – дверной проем; 2 – кузов вагона; 3 – пакет



### **3.4 Грузы перевозимые в универсальных контейнерах и тяжеловесные**

#### **3.4.1 Характеристика универсальных контейнеров**

В универсальных контейнерах перевозят все пакетированные и перевозимые поштучно грузы (увязанные металлы в пачках, метизы, продукцию химической промышленности, строительные материалы, запасные части, консервы, сушеные фрукты, кондитерские изделия, мебель, ковры, ткани, бумагу, текстильные изделия, посуду и многие другие грузы, перевозимые в крытых вагонах).

Универсальные контейнеры по массе брутто и конструкции подъемных устройств подразделяются:

- *крупнотоннажные* массой брутто от 10 т и выше с угловыми фитингами;
- *среднетоннажные* массой брутто от 3 до 10 т с римами;
- *малотоннажные* массой брутто менее 3 т с римами и на колесах.

Кроме того, контейнеры оборудуются проемами в нижней раме, предназначенными для выполнения погрузочных операций с помощью погрузчиков.

Крупно- и среднетоннажные контейнеры используются для перевозки грузов железнодорожным, морским, речным и автомобильным транспортом, а малотоннажные в основном автомобильным.

Конструкция контейнеров позволяет при необходимости штабелировать среднетоннажные в три яруса, а крупнотоннажные в шесть.

Основные параметры универсальных унифицированных контейнеров приведены в таблице 7.

Внешняя длина наибольшего контейнера принята 40 футов (12192 мм), длины остальные кратны основному модулю 1524 мм (5 футов) с учетом принятых зазоров (76,2 мм). Высота и ширина контейнеров для международных перевозок приняты 2438 мм. Проем дверей имеет размеры во всю ширину и высоту контейнера. Некоторые контейнеры строят с боковыми дверями.

#### **3.4.2 Подвижной состав для перевозки универсальных контейнеров**

По железной дороге среднетоннажные контейнеры перевозятся в универсальных полувагонах и платформах, крупнотоннажные на длиннобазных платформах - контейнеровозах и иногда на универсальных платформах. Характеристики этого подвижного состава приведены в [9]. Среднетоннажные контейнеры должны перевозиться полными комплектами по схемам, приведенным в [17,18]. Для сохранности перевозимых грузов контейнеры на вагонах размещаются дверями друг к другу или таким образом, чтобы доступ к дверям контейнеров в пути следования исключался.

Таблица 7 – Основные параметры универсальных контейнеров

Типы контейнеров	Обозначение типоразмера	Масса брутто, т		Внутренний объем м <sup>3</sup> , не менее	Наружные			Внутренние			Масса тары, т
		номинальная	максимальная		Длина	Ширина	Высота	Длина	Ширина	Высота	
Крупнотоннажные	IAA	30	30,48	65,6	12192	2438	2591	11988	2330	2350	4,05
	IA	30	30,48	61,3	12192	2438	2438	11988	2330	2197	3,95
	IAX	30	30,48		12192	2438	2438	11988	2330		
	IBB	25	25,40	48,9	9125	2438	2591	8931	2330	2350	2,90
	IB	25	25,40	45,7	9125	2438	2438	8931	2330	2197	2,80
	IBX	25	25,40		9125	2438	2438	8931	2330		
	ICC	24	24,00	32,1	6058	2438	2591	5867	2330	2350	2,28
	IC	24	24,00	30,0	6058	2438	2438	5867	2330	2197	2,115
	ICX	24	24,00		6058	2438	2438	5867	2330		
Среднетоннажные	ID	10	10,16	14,3	2991	2438	2438	2802	2330	2197	1,200
	IDX	10	10,16		2991	2438	2438	2802	2330		
	УУКП-5(6)	5	6,00	11,3	2100	2650	2591	1950	2515	2310	0,94
	УУКП-5	5	5,00	11,3	2100	2650	2591	1950	2515	2310	
	УУК-5(6)	5	6,00	10,4	2100	2650	2400	1950	2515	2128	
	УУК-5	5	5,00	10,4	2100	2650	2400	1950	2515	2128	0,96
	УУК-5У	5	5,00	5,1	2100	1325	2400	1980	1216	2128	1,00
	УУКП-3(5)	3	5,00	5,7	2100	1325	2591	1980	1225	2380	
	УУК-3(5)	3	5,00	5,1	2100	1325	2400	1980	1225	2128	0,56
Малотон-	УУК-3	3	5,00	5,1	2100	1325	2400	1980	1225	2128	0,542
	АУК-1,25	1,25	1,25	3,0	1800	1050	2000	1720	960	1820	0,280
	АУК-0,625	0,62	0,63	1,4	1150	1050	1700	1070	910	1520	0,150

Для перевозки контейнеров автомобильный транспорт располагает автомобилями и автопоездами – контейнеровозами, некоторые модели из них оборудованы устройствами для самопогрузки и саморазгрузки, что позволяет использовать их эффективно при перевозках на небольшие расстояния.

Для перевозки малотоннажных и среднетоннажных контейнеров могут использоваться общетранспортные средства, имеющие недостатки: плохая устойчивость; недостаточная плавность хода; нет специальных элементов крепления и ограничителей перемещения контейнеров. В связи с этим, как показал опыт, наиболее эффективной является перевозка среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров специализированным подвижным составом, состоящим из специализированных полуприцепов и седельных тягачей.

Полуприцепы-контейнеровозы подразделяются на две группы. Первая для перевозки крупнотоннажных контейнеров, имеющих специальные устройства в виде фитингов для крепления, вторая – средне- и малотоннажных контейнеров, не имеющих специальных устройств для крепления. Основные параметры полуприцепов-контейнеровозов приведены в таблице 8.

**Таблица 8 – Основные параметры полуприцепов-контейнеровозов**

Параметры	Полуприцеп-контейнеровоз				
	ЧМЗАП-9985	ЧМЗАП-99858	ЧМЗАП-9991	ЧМЗАП-99859	МАЗ-9389
Тип перевозимых контейнеров	1С	1С, 1СС	1А, 2×1С	1А, 1 АА, 2×1С, 2×1СС	1А, 2×1С
Грузоподъемность, кг	20320	20320	28000	30200	32700
Масса в снаряженном состоянии, кг	4000	3750	4700	4500	6000
Погрузочная высота, мм	1495	1395/1325*	1500/1400*	1315	1415*
Максимальная скорость, км/ч	80	85	80	80	100
Тягач	МАЗ-504В	МАЗ-6422, КАМАЗ-54112	МАЗ-6422	МАЗ-6422	МАЗ-6422

\* - при номинальной загрузке

При перевозке грузов на расстояние менее 30 км или при объеме погрузочно-разгрузочных работ менее 5 т в сутки целесообразно использовать автомобили самопогрузчики. При этом достигается значительный экономический эффект по сравнению с вариантом использования стационарных или передвижных средств механизации и обычного автомобильного подвижного состава. Автомобили-самопогрузчики незаменимы в том случае, когда пункты погрузки-выгрузки не оборудованы средствами механизации.

Характеристики некоторых автомобилей самопогрузчиков приведены в таблице 9.

### 3.4.3 Условия размещения и хранения контейнеров на складах

Контейнерные пункты, терминалы, выполняющие операции по погрузке, выгрузке и хранению контейнеров, представляют собой открытые площадки. Покрытие площадок может быть асфальтовым и асфальтобетонным.

Площадке придается уклон от середины к краям 2 ‰. Продольный уклон площадки не менее 4 ‰ и не более 6 ‰. По бокам площадки устраивают дренажные каналы для отвода дождевых и талых вод и придают уклон 1 ‰ включая в общую сеть водоотвода.

Контейнеры на площадке устанавливают дверями друг к другу комплектами (группами). Между среднетоннажными контейнерами должны быть зазоры 0,1 м, между комплектами 0,6 м, а для крупнотоннажных соответственно 0,6 и 1,0 метр.

На площадках предусматриваются противопожарные разрывы через каждые 100 м и поперечные заезды для автомобилей через 19 м при работе мостовых кранов и 40 м для кранов на железнодорожном ходу. Ширина разрывов и проездов 5 м.

Таблица 9 – Характеристики автомобилей самогрузчиков

Специализированные транспортные средства		Базовое шасси													
		УАЗ	ГАЗ	ЗИЛ	Полуприцеп к ЗИЛ	КамАЗ	Полуприцеп к КамАЗ	МАЗ	Полуприцеп к МАЗ		КамАЗ	Полуприцеп к КамАЗ	МАЗ и КрАЗ	Полуприцеп к МАЗ и КрАЗ	
		1,0	4,5	6,0	13,5	8,0	15,0	8,0	15,0	21,0	11,0	20,0	13,5	26,0	31,0
Для мало-тоннажных контейнеров массой до	С бортовым манипулятором	$\frac{16^1}{0,72}$	$\frac{40}{3,7}$	$\frac{63}{4,9}$	$\frac{63}{12,4}$				$\frac{100}{13,4}$		$\frac{160}{12,5}$				
	С порталным устройством	$\frac{0,63^3}{0,8}$	$\frac{1,25}{4,0}$												
	С грузоподъемным бортом	$\frac{0,63^3}{0,8}$	$\frac{1,25}{4,15}$	$\frac{1,25}{5,65}$											
Для средне-тоннажных контейнеров массой 1,25-1,5т	С бортовым манипулятором					$\frac{16^1}{0,72}$	-	$\frac{100}{6,4}$	-	$\frac{160}{18,5}$	$\frac{100}{9,4}$	$\frac{160}{17,4}$	$\frac{160}{11,0}$	$\frac{250}{22,2}$	$\frac{250}{26,2}$
	С бортовым краном с телескопической стрелой										$\frac{160}{18,0}$	-		$\frac{250}{23,0}$	
	С порталным устройством			$\frac{3,0^3}{4,9}$	-	$\frac{5,0}{6,0}$	-	$\frac{3,0}{6,9}$	-	-	$\frac{5,0}{9,0}$				
	С грузоподъемным бортом					$\frac{1,6^3}{7,4}$					$\frac{1,6}{10,4}$				
Крупнотоннажных контейнеров 10-30	С двумя крановыми устройствами			$\frac{2 \times 5,0^3}{11,0}$										$\frac{2 \times 10,0}{22,0}$	$\frac{2 \times 10,0}{26,0}$
	С устройствами для продольного перемещения груза					$\frac{5,0}{12,0}$					$\frac{8,0}{20,0}$			$\frac{25,0}{29,0}$	
	С устройством для поперечного перемещения груза														

1 – грузовой момент, кн, м; 2 – масса перевозимого груза, т; 3 – грузоподъемность, т.

### 3.4.4 Схемы механизированной перегрузки контейнеров

Для перегрузки контейнеров применяют козловые, мостовые, стреловые краны, автопогрузчики, контейнеровозы и контейнеровозы-штабелеры.

Для работы со среднетоннажными контейнерами рекомендуется использовать козловые краны (К-05; К-09; ККДК-10; КК-6; КК-5М) оснащенные автоматическими грузозахватными устройствами. Схема механизированной перегрузки среднетоннажных контейнеров с использованием козлового крана приведена на рисунке 16.

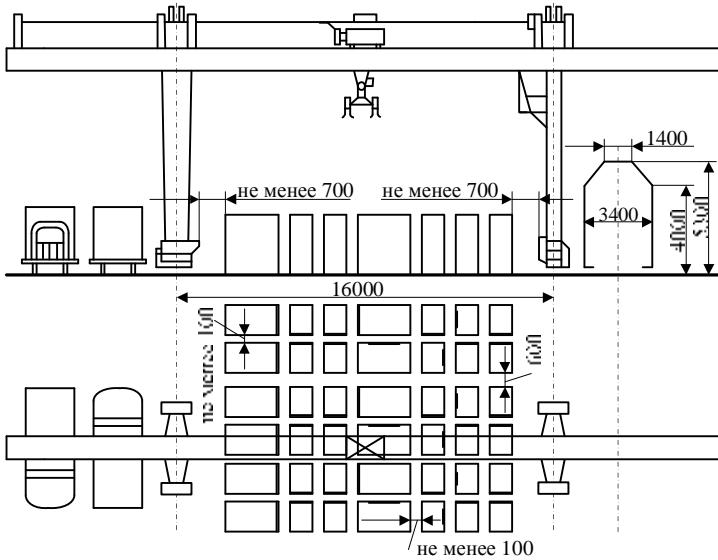


Рисунок 16 – Схема механизированной перегрузки среднетоннажных контейнеров с использованием двухконсольного козлового крана

Мостовые краны применяются в основном на промышленных предприятиях. Они позволяют перекрывать значительные пролеты, располагая площадки параллельно друг другу, используя одну эстакаду для двух кранов (рисунок 17).

Схема размещения контейнеров при использовании мостового крана приведена на рисунке 18.

Стреловые краны на железнодорожном и автомобильном ходу (КС-1571; КС-2571; КС-2563; КС-3571, КС-4561) используются при малых объемах работы, когда один кран обслуживает несколько площадок с различными грузами.

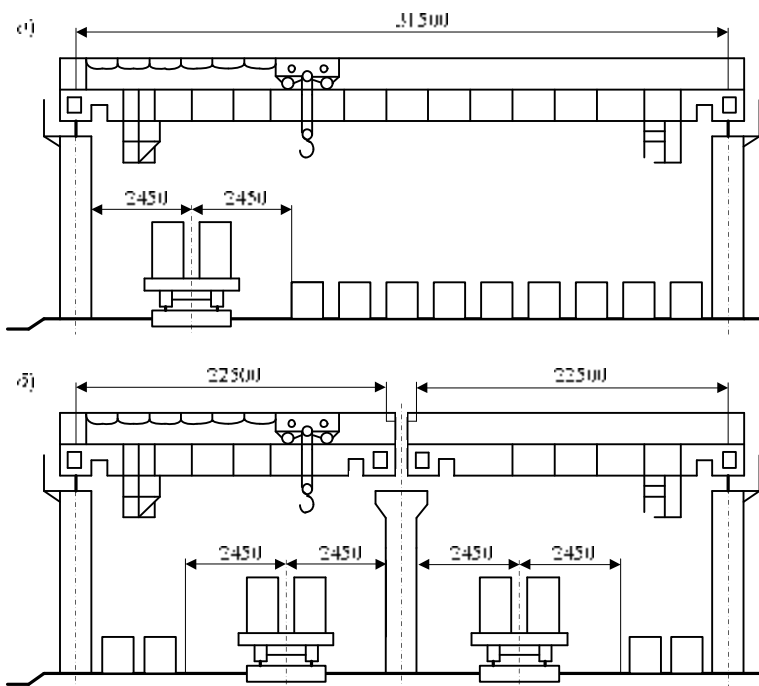


Рисунок 17 – Схема механизированной перегрузки контейнеров с использованием мостовых кранов: *а* – однопролетная эстакада, *б* – двухпролетная эстакада

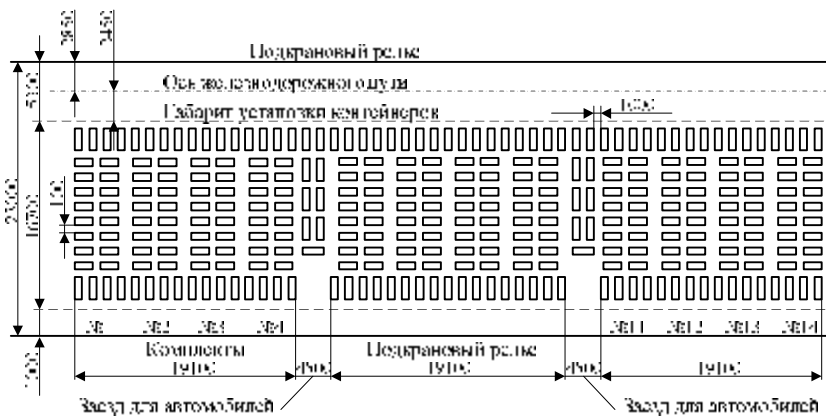


Рисунок 18 – Схема расстановки контейнеров при использовании мостового крана

Схемы расстановки контейнеров и транспортных средств при использовании стрелового крана на железнодорожном ходу приведена на рисунке 19.

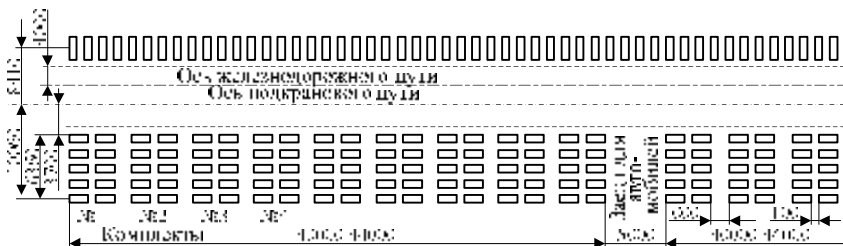


Рисунок 19 – Схема расстановки контейнеров и транспортных средств при использовании стрелового крана на железнодорожном ходу

Автопогрузчики (40063-К; 4065) используются при отсутствии электроэнергии и малых объемах работы (рисунок 20).

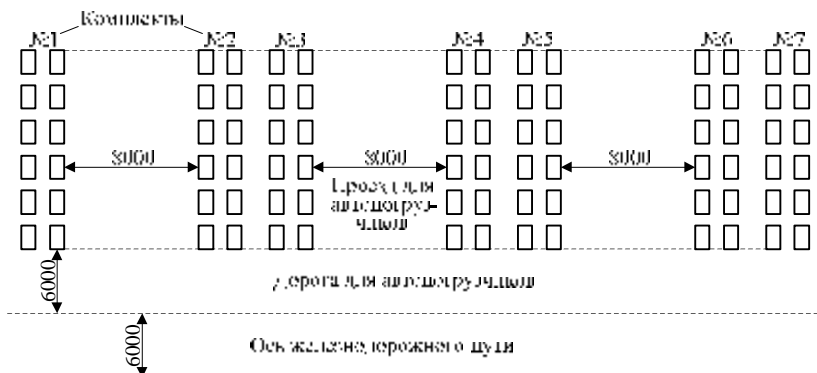


Рисунок 20 – Схема размещения контейнеров и транспортных средств при использовании автопогрузчиков

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров используются козловые краны (КК-20; КК-24; КК-20/5; КК-24/30,5; КК-25/30,5; КК-30,5; КК-32), стреловые (КС-5363; КС-6362; КС-53), автопогрузчики (4016, 4013, 4014, 7806, 7801, 4070). Схемы механизированной перегрузки крупнотоннажных контейнеров с использованием козловых кранов приведены на рисунках 21 и 22.

Для застропки, отстропки и перегрузки среднетоннажных контейнеров краны оборудуются манипуляторами ЦНИИ-ХИИТ, а для крупнотоннажных контейнеров – манипуляторами – захватами (спредеры) с жесткой или раздвижной (при перегрузке нескольких типоразмеров контейнеров) рамой.

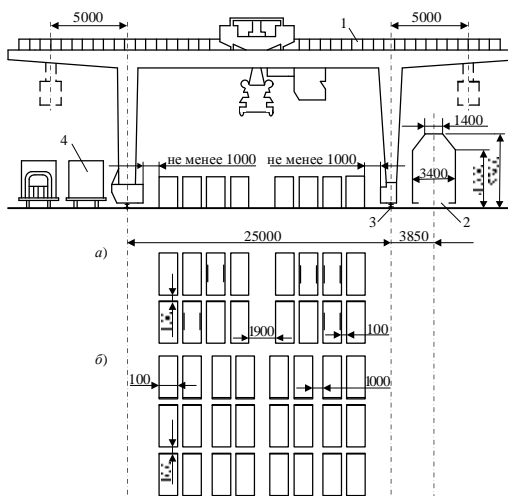


Рисунок 21 – Схемы размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с одним железнодорожным путем:

*а* – при поступлении контейнеров с боковыми дверями;

*б* – у контейнеров нет боковых дверей;

1 – козловой кран; 2 – железнодорожный путь; 3 – подкрановый путь; 4 – автомобиль

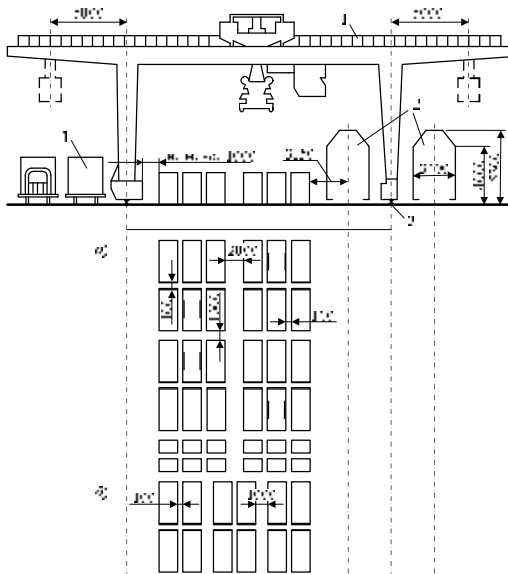


Рисунок 22 – Схемы размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с двумя железнодорожными путями



### 3.4.5 Определение параметров склада по элементарным площадкам

Определяется ширина контейнерной площадки ( $B_{ск}$ ) в зависимости от используемых средств механизации (см. пункт 3.1). Затем производится планировка рациональной расстановки контейнеров на площадке и выделяется элементарная площадка с размерами –  $l_{эл}$  (длина) и  $e_{л}$  (ширина).

Длина склада, м

$$L = L_{к} + L_{в.з.} + L_{р}, \quad (53)$$

$$L_{к} = (n_{эл} / \kappa_{эл}) l_{эл}, \quad (54)$$

где  $L_{к}$  – длина склада необходимая для размещения контейнеров без учета въездов для автотранспорта, м; дополнительная длина площадки для компенсации площади занятой въездами для автотранспорта, м;

$L_{в.з.}$  – дополнительная длина площадки для компенсации площади занятой въездами для автотранспорта, м;

$L_{р}$  – длина склада необходимая для размещения контейнеров направляемых в ремонт, м;

$n_{эл}$  – количество элементарных площадок, необходимых для размещения заданных объемов груза в контейнерах;

$\kappa_{эл}$  – количество элементарных площадок, размещаемых по ширине складов (определяется схемой расстановки контейнеров).

$$L_{к} = (n_{эл} / \kappa_{эл}) l_{эл}, \quad (54)$$

$$n_{эл} = \frac{\left( Q_{сут}^{р(ск.а)} \cdot t_{хр}^о + Q_{сут}^{р(ск.ж)} \cdot t_{хр}^{пр} \right)}{E_{эл}}, \quad (55)$$

где  $Q_{сут}^{р(ск.а)}$ ,  $Q_{сут}^{р(ск.ж)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий на хранение в склад соответственно автомобильным и железнодорожным транспортом (см. пункт 2.3), т;

$t_{хр}^о$ ,  $t_{хр}^{пр}$  – нормативный срок хранения контейнеров на складе по прибытию и отправлению, сут;

$E_{эл}$  – емкость элементарной площадки, т.

$$E_{эл} = n_{к}^{эл} \cdot P_{гр}^к, \quad (56)$$

где  $n_{к}^{эл}$  – количество контейнеров, размещаемых на элементарной площадке (определяется схемой расстановки контейнеров);

$P_{гр}^к$  – масса груза в одном контейнере, т.

$$L_{вз} = \frac{n_{к}^{вз}}{n_{к}^{эл}} \cdot l_{эл}, \quad (57)$$

где  $n_{к}^{вз}$  – количество контейнеро-мест, необходимых для размещения въездов для автотранспорта

$$n_{к}^{вз} = (N_{в} l_{вз} e_{вз}) / F_{к}, \quad (58)$$

$N_{в}$  – количество въездов

$$N_{в} = \left\lfloor \frac{L_{к}}{l_{в}} - 1 \right\rfloor; \quad (59)$$

где  $l_{в}$  – расстояние между въездами, м (для мостовых кранов 20 м, стреловых 40 м);

$l_{вз} e_{вз}$  – длина и ширина въезда для размещения автомобильного подвижного состава, м;

$F_{к}$  – площадь склада, занимаемая одним контейнером с учетом зазоров между рядом стоящими контейнерами, м<sup>2</sup>.

### 3.4.6 Организация механизированной погрузки, выгрузки тяжеловесных грузов

На станциях тяжеловесные грузы (станки, автомобили, тракторы, строительные конструкции, прокат черных металлов и др.) хранят на открытых складах, устанавливая на деревянные или металлические подкладки. Зимой площадки очищают от снега и льда и под подкладки насыпают песок слоем 20-30 мм. Площадки проектируются аналогично контейнерным.

Профильную сталь крупных сечений, рельсы, трубы укладывают в штабеля высотой 3-4 м и шириной 4-5 м.

Чугунные трубы укладывают в три, четыре яруса прямыми рядами с деревянными прокладками между ярусами или в клетки с чередованием расстановки в разные стороны.

Металлические конструкции складывают в штабеля высотой до 2 м.

При хранении конструкций в вертикальном положении против каждого штабеля устанавливают опорные столбы через 2-3 метра друг от друга. К ним прислоняют конструкции.

Расстояния между соседними штабелями или рядом стоящими грузами должно быть 1,0-1,5 м.

Погрузочно-разгрузочные машины, схемы механизированной перегрузки тяжеловесных грузов аналогичны применяемым для контейнеров.

Расчет параметров склада выполняется по формулам, приведенным в пункте 3.4.5. Параметры элементарной площадки определяются с учетом изложенных требований по размещению этих грузов на площадке.

### 3.5 Лесные грузы

#### 3.5.1 Общая характеристика грузов

Лесные грузы разделяются на круглый лес, пиломатериалы, заготовки и изделия из дерева.

Лесоматериалы в зависимости от влажности бывают воздушно-сухими (влажность 10-18 %), полусухими (18-25%) и сырыми (>25%). Удельный вес древесины различных пород приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Удельный вес древесины

Порода дерева	Удельный вес древесины, т/м <sup>3</sup>		
	сухой	полусухой	свежесрубленной
Дуб, ясень, клен	0,73	0,86	1,02
Береза	0,67	0,79	0,88
Сосна	0,53	0,63	0,86
Осина, липа	0,50	0,60	0,76
Ель	0,47	0,56	0,79
Ольха	0,54	0,65	0,83
Кедр сибирский	0,46	0,55	0,88
Граб	0,82	0,97	0,99

Круглый лес включает стволы всех видов деревьев с правильно опиленными торцами и очищенные от сучьев (бревна, столбы, кряжи, сваи и др.). В зависимости от длины бревна различают: длинномерный лес (диаметр 220-360 мм, длина 6-18 м), средних размеров (диаметр 140-220 мм, длина 4-6,5 м), короткомерный (диаметр 200-260 мм, длина 1,5-5,5 м); отрезки стволов хвойных деревьев длиной до 9 м и толщиной в верхнем отрубе торца от 80 до 150 мм называют подтоварником, а при толщине 3-70 мм – жердями.

Верхние торцы круглых лесоматериалов, поступающих на хранение, должны иметь маркировку.

Длина круглого леса изменяется в пределах указанных размеров с градацией 0,5 или 0,25 м.

Пиломатериалы (рисунок 23) подразделяется на доски, бруски, брусья, пластины, двухкантные брусья (шпалы), пластины обрезные, необрезные доски, доски с тупым обзолом, четвертины, брусы с обзолом, горбыли. К пиломатериалам также относят клепку, дранку, тарную дощечку.

Размеры некоторых видов пиломатериалов приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Размеры пиломатериалов хвойных пород

Материал	Размеры, мм		
	Толщина	Ширина	Длина
Доски	13-40	80-250	1000-6500*
Бруски	50-100	80-250	1000-6500*
Брусья	130-250	150-250	1000-6500*

\*) длина пиломатериалов изменяется с градацией 0,25 м

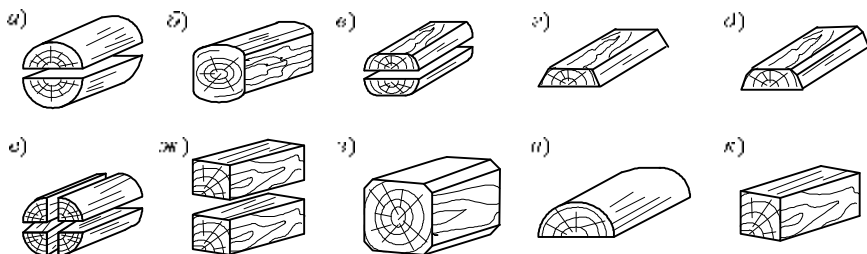


Рисунок 23 – Виды пиломатериалов: а – пластины; б – двухкантный брус; в – пластины обрезные; г – необрезная доска; д – доска с тупым обзолом; е – четвертины; ж – бруски; з – брус с обзолом; и – горбыль; к – брус обрезной

Заготовки и изделия из дерева (наличники, раскладки, плинтусы, галтели, доски для полов, поручни для перил, проступы, доски подоконные, наружная обшивка, оконные переплеты и двери, столярные перегородки, щитовой паркет, элементы щитовых и каркасных сборных домов, фанера, балки и др.) должны поступать в пакетах длиной, соответствующей размерам помещений. В собранном виде на склад должны поступать оконные и дверные блоки.

### 3.5.2 Условия размещения и хранения лесных грузов на складах

Склады лесоматериалов подразделяются на заготовительные, лесобработывающих заводов, лесных баз, транспортных организаций и объектов строительства.

Лесные грузы на складах обычно хранят рассортированными по породам деревьев и размерам в отдельных штабелях. Размеры и форму штабелей выбирают в зависимости от технологии работы и средств механизации.

Круглый лес складывают и хранят на открытых площадках.

Пиломатериалы размещают на открытых складах, и защищают от солнечных лучей и атмосферных осадков.

Заготовки и изделия хранят в сухих вентилируемых закрытых складах, в пакетах и рассортированными по типам и размерам.

Поверхность площадок очищают от мусора, травы, снега, разравнивают и покрывают тонким слоем негашеной извести. По краям площадки устраиваются водоотводные кюветы и дренажи.

Штабеля для хранения круглого леса бывают: клеточные, рядовые без прокладок, рядовые с прокладками, пакетные (рисунок 24).

В качестве подштабельного основания используется круглый лес, брус, сборный железобетон. Высота основания 200-250 мм, прокладки-бревна толщиной 60-80 мм, пропитанные антисептиком.

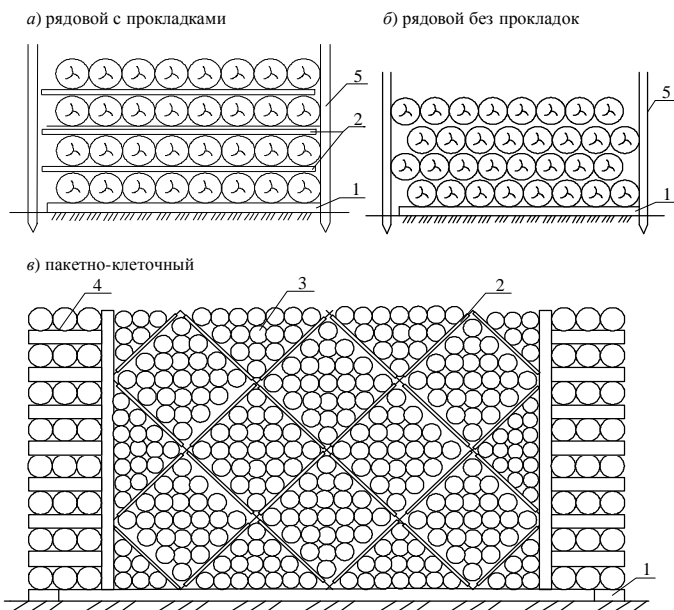


Рисунок 24 – Типы штабелей для укладки круглого леса:  
 1 – основание; 2 – прокладка; 3 – пакет; 4 – клеточный штабель

Пиломатериалы хранят в штабелях прямоугольной или квадратной формы, уложенными на ленточный фундамент. Расстояние между осями отдельных фундаментов во избежание прогиба досок принимают 2-2,5 м. Высота подштабельных оснований 0,6-0,75 м (в зависимости от толщины снежного покрова). Поверх фундаментов укладываются брусья толщиной не менее 110 мм. Пиломатериалы хранят в штабелях правильными рядами или стандартными пакетами с разделением их сухими прокладками толщиной 25 мм. Пиломатериалы влажностью более 25% следует хранить в штабелях с разреженной или клеточной укладкой под навесами, обеспечивающими естественную сушку. Для защиты от солнечных лучей и атмосферных осадков штабеля покрывают односкатной крышей с уклоном 0,12% из досок толщиной 22-25 мм в два слоя с перекрытием стыков. Крыша должна выступать на 0,5 м в промежутках между штабелями и на 0,75 м в проездах.

Пиломатериалы должны быть уложены в штабель в течение двух дней после их доставки на склад.

Щепа, осмол, дрова, опилки могут храниться в кучах прямоугольной или круглой формы.

Лесоматериалы на площадках размещают в штабелях группами по 6-12 штабелей, уложенных в два параллельных ряда. Размеры штабелей и их

расположение на площадке зависит от размеров леса, способа хранения и применяемых средств механизации. Параметры штабелей круглого леса и пиломатериалов приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Размеры штабелей леса

Лесоматериал		Размеры штабелей, м		
		Длина	Ширина	Высота
Круглый лес	Короткий	10...15	3...5	2...4
	Средний	40...60	5...8	4...8
	Длинный	100...400	7...14	10...12
Доски, брусья	Короткий	5...8	3...4	1,5...4
	Средний	8...10	4...6	до 6
	Длинный	10...20	8...9	до 9

Просвет между соседними штабелями принимают не менее 1 м при высоте штабеля до 6 м и 1,5 м при большей высоте. Штабеля размещают на складе правильными рядами с шириной рабочих проездов 20 м и остальных - 5 м. Противопожарные проезды устраиваются шириной 25 м через 150 м.

### 3.5.3 Схемы механизированной перегрузки лесных грузов на железнодорожных станциях

Для перевозки лесных грузов по железной дороге используется в основном открытый подвижной состав: полувагоны 87%, платформы 7%, крытые 5,6%, специализированный 0,4%. Грузоподъемность используется: полувагонов 71%, платформ 78%, крытых 65%.

Для перевозки автотранспортом используются автомашины ЗИЛ, МАЗ, КраЗ, УралАЗ, характеристики некоторых из них приведены в приложении Д.

Лесные грузы могут перевозиться в вагонах, автомобилях россыпью и в пакетах. Экономически эффективно использование пакетных перевозок, позволяющих повысить производительность труда в 2-3 раза, улучшить использование грузоподъемности транспортных средств до 15%.

Для пакетирования лесоматериалов применяются брусково-проволочная обвязка, тросы, прорезиненная хлопчатобумажная и капроновая ленты, полугибкие стропы (основные средства пакетирования).

Перед обвязкой пиломатериалов пакеты уплотняются гидропрессами.

Пакеты древесины высоких сортов упаковываются в плотную битумированную водонепроницаемую бумагу. Низ пакета оставляют открытым для обеспечения доступа воздуха.

Прямоугольные пакеты лесоматериалов формируют в накопительных карманах, трапециевидной формы в специальных шаблонах. Длина лесоматериалов в пакетах должны различаться не более чем на 0,25 м.

Параметры пакетов и полужестких строп, используемых для их скрепления, приведены в таблице 13.

На грузовых дворах площадки для лесоматериалов располагают в районе переработки навалочных грузов. При малых объемах работы для погрузки и выгрузки круглого леса могут использоваться автопогрузчики с грейферным захватом (рисунок 25) (4008, 4063, 4065, 4070); со среднесуточным прибытием 5-10 вагонов для выгрузки из вагонов и погрузки на автотранспорт эффективнее использовать стреловые краны с грейфером для леса или стропами (рисунки 26, 27).

Таблица 13 – Характеристики строп и пакетов лесоматериалов

Тип строп	Вид лесоматериалов	Номинальные сечения пакета, мм	Масса пакета при обвязке двумя стропами, т
ПС-01	Длинномерный (доски, брусья и др.)	Ширина 1350, высота 1300	5
ПС-02	Доски, брусья длиной не менее 3 м (пакет трапецидального сечения)	Ширина по низу 2700, наверху 1250, высота 1200	6
ПС-03	Обапол, шпалы, тарная доска и др. короткомерных пиломатериалов	Ширина 2800, высота 1400	5
ПС-04 (со средней стяжкой)	Короткомерный круглый лес длиной до 4 м (рудстойка, пропсы, балансы, дрова)	Ширина 2800, высота 1400	6
ПС-05 М (со средней стяжкой)	Бревна длиной свыше 4 м	Ширина 2800, высота 1400	8-12

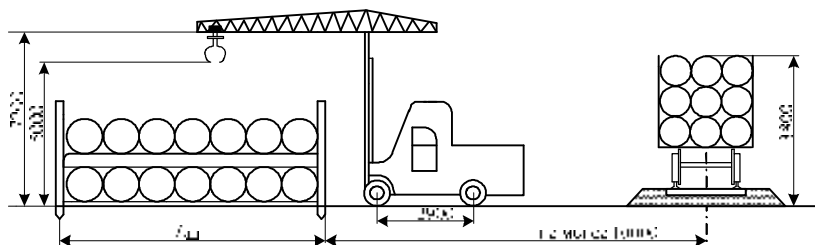


Рисунок 25 – Схема механизированной погрузки, выгрузки круглого леса автопогрузчиком с грейферным захватом

При прибытии на станцию 19-40 вагонов в сутки используются мостовые и козловые краны К-05, К-09 со специальными грейферами для леса, а при поступлении более 40 вагонов эффективно применение козловых кранов ККС-10 с пролетом 32 м с набором грузозахватных устройств для пиломатериалов и круглого леса (рисунок 28). Кроме того, могут использоваться козловые краны специально предназначенные для перегрузки лесных

материалов-ККУ-7,5; ККУ-10; ККУ-12,5. Находят применение и башенные краны, оборудованные стропами или специальными грейферными захватами (рис. 29) – КБ-1003, КБ-405, КБ-572, БКСМ-8П.

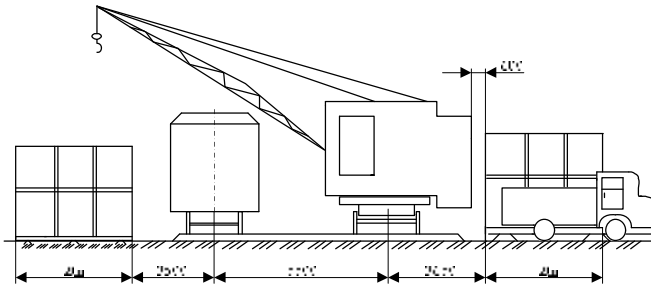


Рисунок 26 – Схема механизированной выгрузки стреловым краном

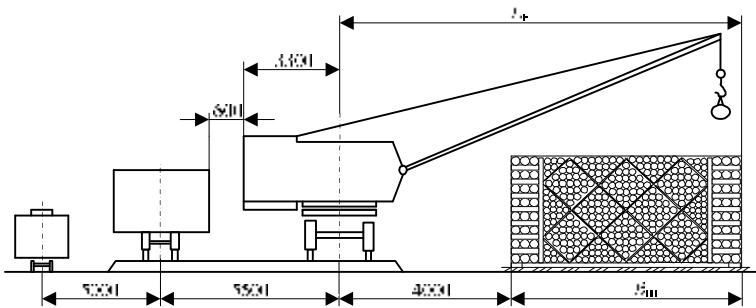


Рисунок 27 – Схема механизированной погрузки, выгрузки лесных грузов стреловым краном, оборудованным стропами

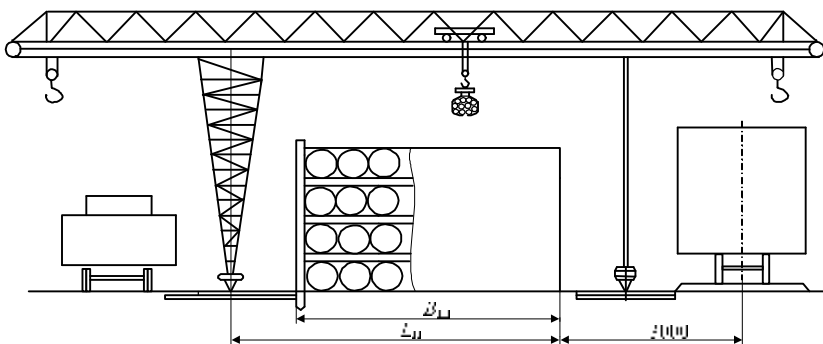


Рисунок 28 – Схема механизированной погрузки, выгрузки лесоматериалов козловым краном, оборудованным набором грузозахватных устройств



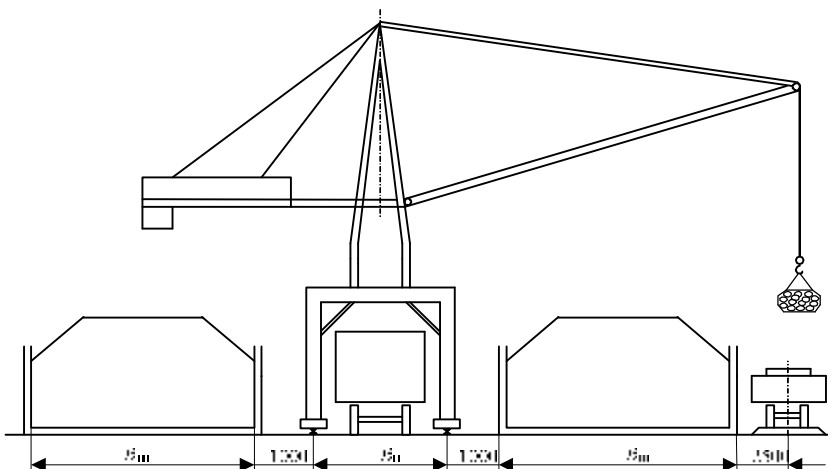


Рисунок 29 – Схема механизированной погрузки, выгрузки грузов башенным краном, оборудованным стропами или грейферным захватом

На крупных складах применяют кабельные краны с пролетом 100...600 м грузоподъемностью 7,5, 20, 30 т, мосто-кабельные.

### 3.5.4 Определение параметров складов по элементарным площадкам

При выборе площадки для размещения лесоматериалов учитываются следующие факторы:

- вид и количество лесоматериалов, предназначенных для хранения;
- способ доставки лесоматериалов (транспорт, периодичность, величина партий груза);
- расположение потребителей лесоматериалов;
- способ хранения древесины (мокрый, влажный, сухой);
- способ сушки (естественный, принудительный);
- средства механизации, используемые на складе.

Габаритные размеры штабелей заданы с учетом удобства их обслуживания средствами механизации и обеспечения пожарной безопасности.

Вместимость штабеля леса (в м<sup>3</sup> плотной древесины)

$$V_{ш}^n = V_{ш}^r \cdot \kappa_3, \quad (60)$$

где  $V_{ш}^r$  – геометрический объем штабеля, м<sup>3</sup>;

$\kappa_3$  – коэффициент заполнения (полнодревесности) штабеля (при хранении бревен без прокладок 0,65-0,72, на прокладках 0,47-0,60, пакетами 0,60-0,70, для досок 0,40-0,50, брусьев 0,5-0,6).

Число штабелей для хранения заданных объемов круглого леса или пиломатериалов

$$n_{\text{шт}} = \kappa_{\text{шт}} \cdot V_{\text{л}} / V_{\text{шт}}^{\text{н}}, \quad (61)$$

где  $\kappa_{\text{шт}}$  – коэффициент, учитывающий недогрузку штабелей (1,1-1,2);

$V_{\text{л}}$  – объем плотной древесины, подлежащей хранению на складе, м<sup>3</sup>.

$$V_{\text{л}} = Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} \cdot t_{\text{хр}} / \rho, \quad (62)$$

где  $Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$  – суточный расчетный вагонопоток поступающий на хранение в склад, т;

$t_{\text{хр}}$  – нормативный срок хранения древесины на складе, сут;

$\rho$  – удельный вес древесины, т/м<sup>3</sup>.

Зная площадь, занимаемую штабелем леса, количество штабелей, определяют площадь, длину и ширину склада на основании требований по размещению штабелей, изложенных в пункте 3.5.2.

### 3.6 Навалочные сыпучие грузы

#### 3.6.1 Условия размещения и хранения навалочных сыпучих грузов на складах

К навалочным сыпучим относятся грузы, не требующие упаковки при хранении и транспортировке.

При выборе типа склада и вагонов для перевозки, хранения навалочных сыпучих грузов и схемы КМАППР необходимо учитывать следующие его характеристики: гранулометрический состав, насыпную плотность, влажность, угол естественного откоса, абразивность, коррозионность, липкость, ядовитость, взрывоопасность, способность самовозгорания, слеживаемость, смерзаемость. Значения углов естественного откоса и объемной массы некоторых грузов приведены в таблице 14.

Навалочные сыпучие грузы в зависимости от условий хранения и перевозки подразделяются на две группы:

– грузы, перевозимые на открытом подвижном составе и хранимые в открытых складах (уголь, торф, сланцы, щебень, гравий, бутовый камень, песок, глина и др.);

– грузы, перевозимые в крытом подвижном составе и хранимые в закрытых складах, элеваторах, под навесами (цемент, негашеная известь, алебастр, мел, минеральные удобрения).

Таблица 14 – Объемные массы и углы естественного откоса

Материал	Объемная масса $g$ , т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса $\gamma$ , град	
		в движении	в покое
Антрацит	0,9	27	45
Бульжник	2,1	–	38
Гипс дробленый	1,2-1,45	35	35
Глина сухая	1,8-2,0	40	40
Глина сырая	2,0-2,1	20	25
Гравий	1,5-2,0	30	45
Земля влажная	1,6-1,9	17	27
Известь гашеная в порошке	0,5-0,7	30	50
Бут	1,6-2,0	30	45
Кокс	0,4-0,5	35	50
Мел дробленый	1,4	39	39
Песок	1,4-1,6	30	32-35
Руда	1,7-3,5	30	50
Руда марганцевая	1,7-1,9	35	40
Соль каменная	1,7-2,0	35	50
Торф кусковой воздушно-сухой	0,3-0,5	40	45
Торф фрезерный влажный	0,55-0,65	40	50
Уголь бурый	0,65-0,8	35	50
Уголь каменный	0,8-0,85	30	45
Цемент	0,9-1,3	20	40
Шлак доменный	0,6-1,0	35	50
Щебень	1,8-2,0	35	45

По гранулометрическому составу навалочные насыпные грузы различают (таблица 15).

Таблица 15 – Размеры навалочных насыпных грузов

Наименование груза	Размер, мм
Особо крупные (камни, валуны)	>320
Крупные (руда)	161-320
Средние (уголь)	61-160
Мелкие (щебень)	10-60
Зернистые (гравий)	0,5-9
Порошкообразные	0,05-0,49
Пылевидные (цемент)	до 0,05

Насыпные грузы состоят из кусков обычно неправильной формы. Их подразделяют на рядовые и сортированные. У рядовых грузов  $a_{\max} / a_{\min} > 2,5$ , где  $a_{\max}, a_{\min}$  – размеры максимальных и минимальных кусков. У сортировочных грузов  $a_{\max} / a_{\min} \leq 2,5$ .

В зависимости от способа хранения и технологии перемещения грузов склады строят закрытыми, открытыми и комбинированными, а по устройству и способу укладки и погрузки – штабельными, штабельно-эстакадными, эстакадно-штабельно-тоннельными, полубункерными, штабельно-полубункерными, бункерными и силосными.

Грузы первой группы хранятся на открытых площадках и штабелях: обелисковых (рисунок 30а), призматических (рисунок 30б), круговых (рисунок 30в), конусных (рисунок 30г), радиальных (рисунок 30д), М-образных (рисунок 30е), хребтовых (рисунок 30ж).

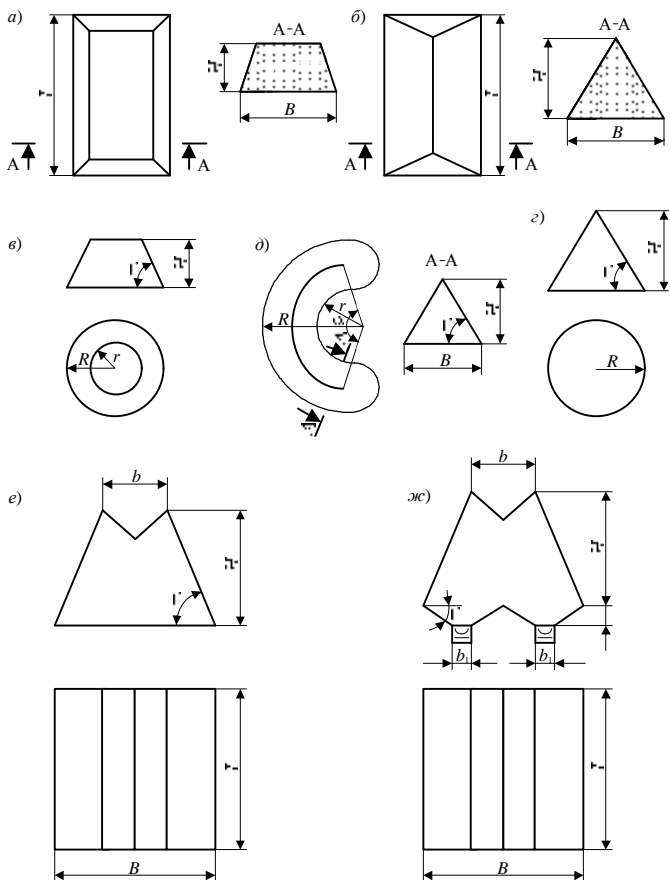


Рисунок 30 – Схемы к расчету складов сыпучих и кусковых грузов

Форма штабеля определяется типом машин и устройств, с помощью которых производится погрузка и выгрузка.

Применяют: скреперные лопаты, конвейеры (ленточные, винтовые, вибрационные, инерционные), пневматические установки (нагнетательного, всасывающего и смешанного действия), электро- и автопогрузчики, краны, оборудованные ковшами или грейферами. При значительных объемах работы используются повышенные пути, эстакады, высокомеханизированные силосные склады.

При использовании для складирования груза одноковшовых погрузчиков образуется обелисковый штабель. Высота ограничивается высотой подъема ковша. Длина ( $L$ ) и ширина штабеля устанавливаются исходя из необходимой длины фронта работ с железнодорожным подвижным составом ( $L_{\phi}^{\text{ж}}$ ) и автотранспортом ( $L_{\phi}^{\text{а}}$ ):  $L \leq L_{\phi}^{\text{ж}}$ ;  $L \leq L_{\phi}^{\text{а}}$ .

### 3.6.2 Схемы и технология механизированной перегрузки навалочных сыпучих грузов

Схемы КМАППР приведены: при хранении груза в обелисковом штабеле и использовании автопогрузчика 4008, оборудованного грейфером вместимостью  $2,5 \text{ м}^3$ , – на рисунке 31, повышенного пути и тракторного погрузчика – на рисунке 32, повышенного пути, козлового крана, одноковшового погрузчика – на рисунке 33, 34.

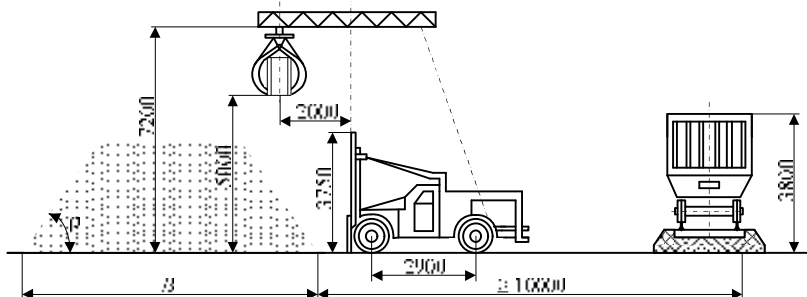


Рисунок 31 – Схема комплексной механизации переработки навалочных сыпучих грузов погрузчиком 4008, оборудованным грейфером

На повышенном пути (см. рисунок 32) груз высыпается самотеком через люки, которые рабочие открывают баграми. Закрывают люки вне повышенного пути пневматическими люкозакрывателями. Очистка остатков груза производится вибратором. Штабелируют груз и загружают в автотранспорт одноковшовыми погрузчиками.

Схемы КМАППР, приведенные на рисунках 33 и 34, используются для переработки грузов на опорных станциях. Высота повышенного пути – 2,5 м.



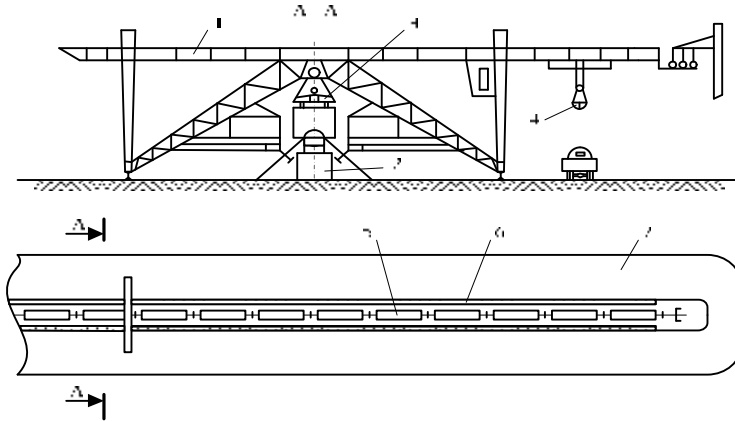


Рисунок 34 – Схема комплексной механизации переработки навалочных сыпучих грузов на повышенном пути с использованием козловой крана, оснащенного вибратором, грейфером, люкозакрывателями: 1 – козловой кран; 2 – повышенный путь; 3 – вибратор; 4 – грейфер; 5 – вагон; 6 – штабельгруза; 7 – автодорога.

Таблица 16 – Продолжительность цикла выгрузки сыпучих грузов из 10 полувагонов на повышенном пути, оснащенный козловым краном с вибратором для очистки полувагонов от остатков и люкозакрывателями

Наименование операций	Время, мин								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Подача группы вагонов на повышенный путь	-								
Открытие люков одного вагона, выгрузка самотеком, передвижение крана вдоль одного вагона	-								
То же остальных вагонов группы	18								
Опускание вибратора на кузов вагона (две постановки), передвижение крана к следующему вагону	5								
То же остальных вагонов группы	45								
Закрывание люков, передвижение крана вдоль одного вагона	2,5								
То же остальных вагонов группы	22,5								
Опускание вибратора на площадку	1								
Замена вибратора на грейфер для загрузки автомобилей	2								
Уборка группы вагонов с повышенного пути	-								
Общее время	t <sub>общ</sub> = 92 мин								

На крупных пунктах могут быть дополнительно предусмотрены тракторные погрузчики (экскаваторы) для погрузки грузов из штабеля в автомобили, зачистки габаритов и отвалки грузов в штабель. Продолжительность цикла выгрузки грузов при использовании схем КМАППР, приведенных на рисунке 34, представлена в таблице 16.

При использовании стреловых кранов для установки вибратора на вагоны и тракторных погрузчиков для загрузки в автомобили и штабелирования груза рекомендуется применять схемы КМАППР, приведенные на рисунках 35, 36. Время и цикл операций по выгрузке приведены в таблице 17.

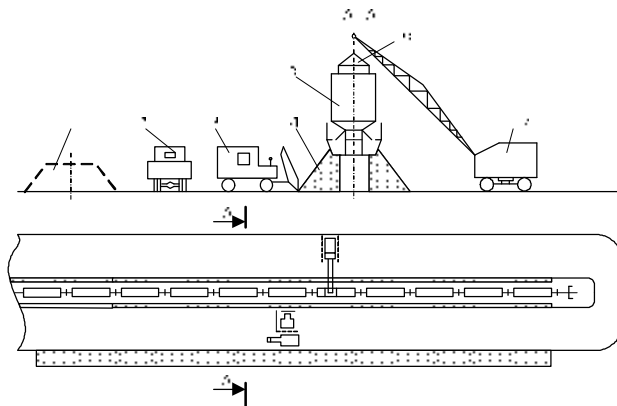


Рисунок 35 – Схема комплексной механизации переработки навалочных и сыпучих грузов на эстакаде с использованием стрелового крана и тракторного погрузчика:

- 1 – штабель; 2 – автомобиль; 3 – одноковшовый погрузчик; 4 – эстакада; 5 – вагон;  
6 – вибратор; 7 – кран

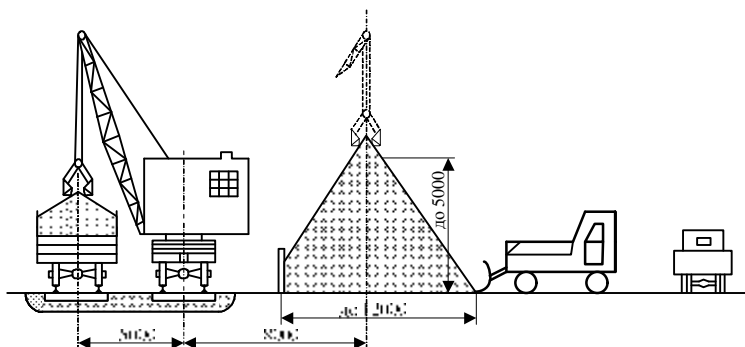


Рисунок 36 – Схема комплексной механизации переработки навалочных и сыпучих грузов грейферным и сыпучих грузов грейферным стреловым краном и тракторным погрузчиком



Таблица 17 – Продолжительность цикла выгрузки сыпучих грузов из четырех полувагонов на эстакаде с применением стрелового крана и накладного вибратора для очистки

На пунктах с повагонным прибытием грузов целесообразно предусматривать расположение насыпных, тяжеловесных, лесоматериалов и других грузов на одной площадке и использовать для погрузки, выгрузки козловые краны со сменными грузозахватными приспособлениями (рисунок 37).

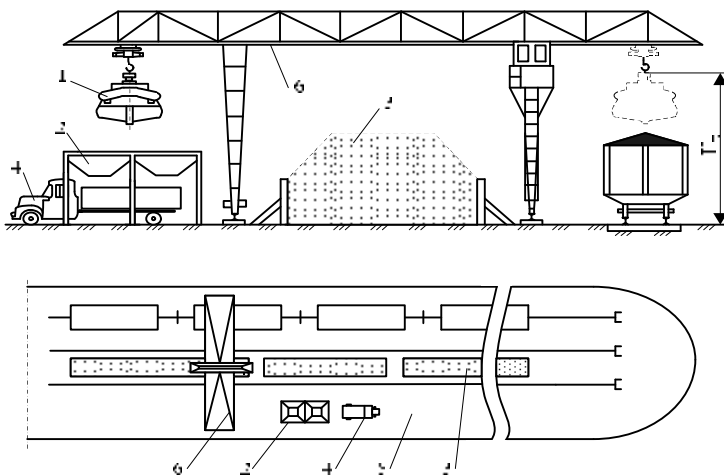


Рисунок 37 – Схема комплексной механизации переработки навалочных и сыпучих грузов с использованием козловой крана с грейфером и бункера: 1 – грейфер; 2 – бункер; 3 – штабель; 4 – автомобиль; 5 – автомобильная дорога; 6 – козловой кран

Высота повышенного пути, м, определяется числом полувагонов, которые должны разгрузиться на фронте длиной одного вагона:

$$H_{\text{пп}} = \sqrt{\frac{K_q}{l_{\text{в}} \text{ctgrvj}}} - 0,5 \quad , \quad (63)$$

где  $K$  – количество вагонов, выгружаемых на одном месте повышенного пути до уборки грузов из отвалов (обычно  $K = 2$ );

$q$  – техническая норма загрузки вагона, т;

$l_{\text{в}}$  – длина вагона по осям автосцепок, м;

$j$  – коэффициент заполнения отвалов (0,8 – 0,9).

Рассчитанные значения  $H_{\text{пп}}$  округляются в большую сторону до следующих значений: 2,0; 2,5; 3,0; 3,25 м.

Длина повышенного пути, м

$$L_{\text{пп}} = l_{\text{в}} m_{\text{пу}} + (1 \dots 3) l_{\text{в}} \quad , \quad (64)$$

где  $m_{\text{пу}}$  – число вагонов в одной подаче.

Длина въезда на повышенный путь, м

$$L_{\text{вв}}^{\text{пп}} = \frac{H_{\text{пп}} \cdot 1000}{i} \quad , \quad (65)$$

где  $i$  – уклон пути (15 – 20‰).

При поступлении грузов в полувагонах для выгрузки и штабелирования может использоваться разгрузчик ТР-2 (С-492). Он позволяет размещать груз на складе по роду материала, маркам, гранулометрическому составу в призматические и конусные штабеля. Схема КМАППР с использованием ТР-2 приведена на рисунке 38.

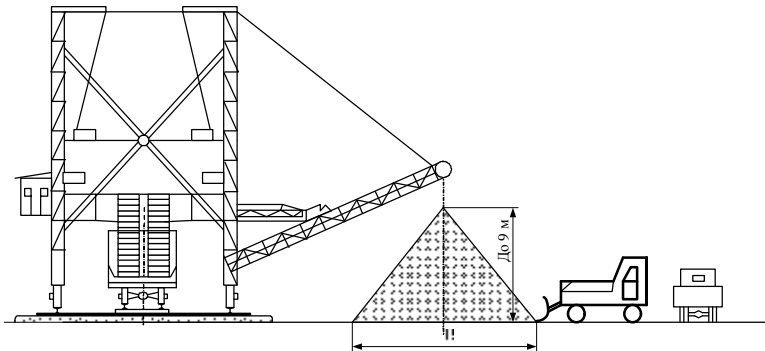


Рисунок 38 – Схема комплексной механизации переработки навалочных сыпучих грузов разгрузчиком ТР2 (С-492) и тракторным погрузчиком

Эксплуатационная производительность разгрузчика – до 300 т/ч, максимальная высота штабеля – 9м. После выгрузки в полувагоне остается 3 – 4 м<sup>3</sup> груза. В зимнее время необходимо применение для смерзшихся грузов рыхлительных установок.

Для восстановления сыпучести грузов используются следующие способы: рыхление вручную и с применением пневматического инструмента, токами промышленной и высокой частоты, размораживание раствором хлористого кальция, рыхление взрыванием и падающим грузом, восстановление сыпучести при помощи бурофрезерных, вибраторных и вибрационных рыхлителей. Наиболее эффективным является виброударный рыхлитель ВНИИЖТа.

Насыпные грузы крытого хранения, перевозимые навалом, должны перегружаться, как правило, по варианту вагон-автомобиль. Из универсальных крытых вагонов выгрузку рекомендуется производить самоходными разгрузочными машинами непрерывного действия типа МВС (рисунок 39), ВНИИЖТа, а на пунктах с нерегулярным прибытием вагонов – конвейерно-скребковым устройством конструкции ХИИТа или механическими лопатами со скребками на гибкой тяге.

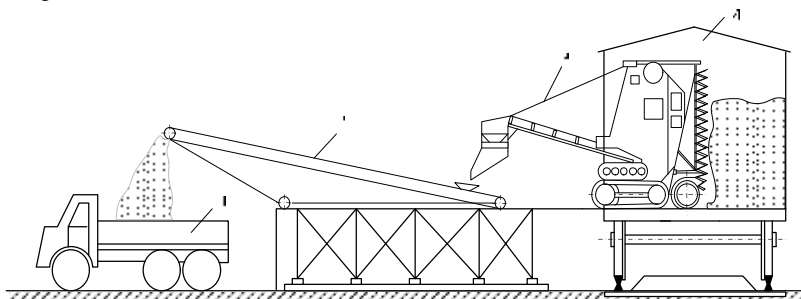


Рисунок 39 – Схема комплексной механизации выгрузки сыпучих грузов из крытых вагонов: 1 – автомобиль; 2 – ленточный конвейер; 3 – механический разгрузчик; 4 – вагон

Выгрузку грузов из специализированных вагонов целесообразно производить на повышенном пути или эстакаде. На повышенном пути груз самотеком поступает в приемный бункер и далее конвейером подается в склад или автомобиль. На эстакадах груз самотеком поступает прямо в кузов автомобиля.

При выгрузке пылевидных грузов из вагонов-цистерн целесообразно использование пневмоустановок и хранение груза в силосном складе (рисунок 40).

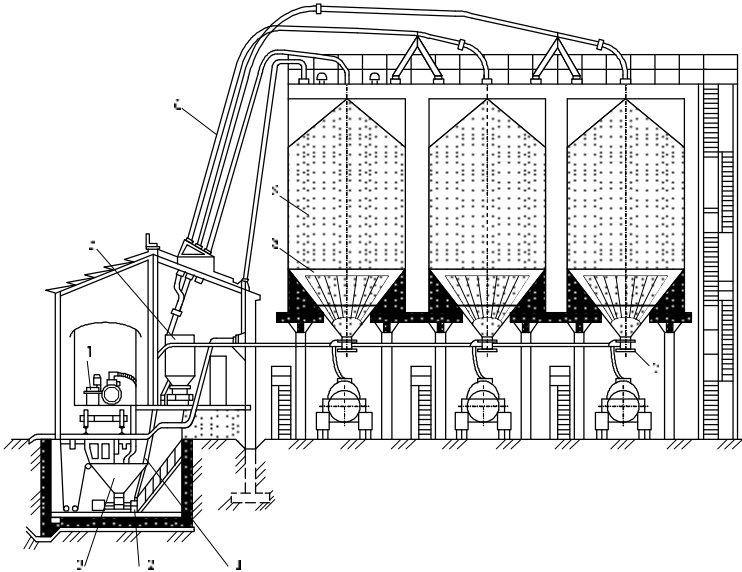


Рисунок 40 – Схема комплексной механизации перегрузки и хранения пылевидных грузов: 1,6 – трубопроводы; 2 – пневмоподъемник; 3 – бункер; 4 – заборное устройство; 5 – осадительная камера; 7 – донный пневморазгрузчик; 8 – аэрационный сводоразрушитель; 9 – груз

### 3.6.3 Определение параметров складов по элементарным площадкам

Порядок определения параметров штабелей приведен в таблице 18, где  $L$  – длина штабеля, м;  $B$  – ширина штабеля, м;  $r$  – угол естественного откоса штабелируемого груза, град;  $H$  – высота штабеля, м;  $R, r$  – радиусы основания и верха кругового конусного и секторного штабелей, м;  $b$  – расстояние между точками истечения груза при М-образном и хребтовом складировании, м;  $h$  – расстояния от основания штабеля до рабочей ленты конвейера, м;  $b_1, b_2$  – ширина ленточных конвейеров, используемых для погрузки груза, град;  $a$  – угол сектора, где располагается груз, м;  $g$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Число обелисковых и призматических штабелей определяется из условия, что длина штабеля 30-50 м, ширина прохода между штабелями 1,5 м, проезды между рядами штабелей не менее 6 м, а круговых конусных и радиальных определяется по формуле:

Таблица 18 – Порядок определения параметров штабеля

Тип штабеля	Объем штабеля, м <sup>3</sup>	L, м	B, м	H, м	R, м	h, м	α, град
Обелисковый	$V = H \left[ LB - \frac{Y}{\operatorname{tg} r} \left( B + L - \frac{4H}{3\operatorname{tg} r} \right) \right]$	$L = \frac{E_c}{gH \left( B - \frac{H}{\operatorname{tg} r} \right)}$	Определяется типом механизмов и схемой КМАППР	Таблица 5 [2]		–	–
Призматический	$V = \frac{BH}{6} \left( 3L - \frac{2H}{\operatorname{tg} r} \right)$	$L = \frac{E_c \operatorname{tg} r}{gH}$ $L = \frac{4E_c}{gB^2 \operatorname{tg} r}$	$B = \frac{24}{\operatorname{tg} r}$	$H = \frac{B \operatorname{tg} r}{2}$		–	–
Круговой	$V = R^2 - \frac{RH}{\operatorname{tg} r} + \frac{H}{3(\operatorname{tg} r)^3} pH$			Таблица 5 [2]	Определяется типом механизма и схемой КМАППР	–	–
Конусный	$V = \frac{H}{3} pR^2$			$H = R \operatorname{tg} r$	$R = \frac{H}{\operatorname{tg} r}$	–	–
Радиальный	$V = \frac{Hap}{720} (R^2 - 2^2) + \frac{pHB^2}{12}$			Таблица 5 [2]	Определяется типом механизма и схемой КМАППР	–	Определяется параметрами механизма и схемой КМАППР
М-образный	$V = \left( \frac{H}{\operatorname{tg} r} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} r \right) L$		$B = \frac{2H}{\operatorname{tg} r} + b$	Определяется высотой эстакады		–	–
Хребтовый	F- площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> $F = \left[ \frac{H^2}{\operatorname{tg} r} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} r + \frac{2h}{\operatorname{tg} r} + 2b_1 h \right];$ $V = FL$	$L = \frac{E_c}{gE}$				$h = \frac{B - 2b_1}{4} \operatorname{tg} r$	

$$n_{шт} = \frac{E_c}{Vg} , \quad (66)$$

где  $E_c$  – потребная вместимость склада, т.

Хребтовый и М-образный штабеля образуются при выгрузке сыпучих грузов с эстакад, поэтому количество штабелей будет определяться количеством эстакад (если выгружается однородный груз) или количеством родов выгружаемых грузов.

Грузы второй группы хранят в силосных, крытых складах, под навесами. Количество силосов в силосном складе определяется для двух случаев:

а) груз хранится только в силосах

$$n_c = \frac{E_c}{V_c \gamma} , \quad (67)$$

б) груз хранится в силосах и звездочках, образуемых силосами

$$n_c = \frac{\frac{E_c}{g} + V_3(m+n-1)}{V_c + V_3} , \quad (68)$$

где  $V_c$  – вместимость силоса, м<sup>3</sup>;

$V_3$  – вместимость звездочки, м<sup>3</sup>;

$m$  – число силосов по ширине;

$n$  – число силосов по длине.

Схема к расчету вместимости силоса и звездочки приведена на рисунке 41. Вместимость силоса определяется по формуле

$$V_c = \frac{pD^2 \left( H - \frac{D}{2} \operatorname{tgr} \right)}{4} + \frac{pD^2 \operatorname{tgr}}{24} + \frac{p}{12} \left( D^2 h_o + \frac{D^2 b_o \operatorname{tgb}}{2} - b_o^3 \operatorname{tgb} \right) , \quad (69)$$

или в упрощенном виде

$$V_c = \frac{pD^2 H}{4} , V_3 = D^2 H \left( 1 - \frac{p}{4} \right) , \quad (70)$$

где  $H$  – высота силоса, м;

$b_o$  – диаметр выпускного отверстия, м;

$h_o$  – высота конусной выпускной части бункера, м;

$b$  – угол откоса выпускной части бункера.

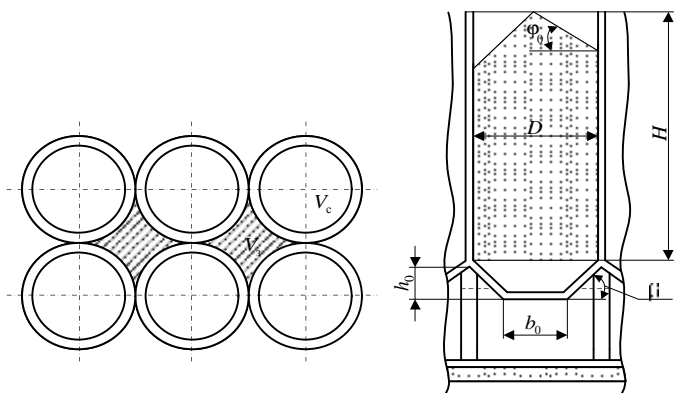


Рисунок 41 – Схема к расчету силосного склада

Площадь склада для хранения груза равна подштабельному основанию. Общая площадь склада определяется с учетом площади для проходов, проездов и размещения подъемно-транспортных средств и сооружений и определяется на основании принятой схемы КМАППР.

### 3.7 Зерновые грузы

#### 3.7.1 Условия перевозки и хранения

К основным культурам зерновых грузов относятся:

- хлебные (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень, овес, рис, просо, гречиха);
- бобовые (горох, чечевица, фасоль, соя);
- масляничные (подсолнечное, льняное, конопляное, хлопковое, горчичное и другие семена).

Качественными показателями зерна являются его насыпная плотность (таблица 19), влажность и степень чистоты.

Таблица 19 – Основные характеристики грузов

Культура	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, градусов	
		В движении	В покое
Бобы	0,74	31	–
Горох	0,80	25	–
Гречиха	0,69	–	–
Льняное семя	0,66	25	–
Кукуруза	0,70..0,75	28	35
Овес	0,40..0,50	28	35
Пшеница	0,70..0,83	25	35
Рожь	0,68..0,79	25	35
Ячмень	0,65..0,75	27	35

Степень чистоты зерна характеризуется наличием в нем посторонних примесей.

По железным дорогам нормально высушенное зерно с содержанием влаги в хлебных и бобовых культурах до 14% и маслянистых культурах до 11% перевозят преимущественно в санитарно обработанных крытых вагонах. При более высокой влажности его перевозят в исключительных случаях на небольшие расстояния. Зерно поступает в склады иногда с влажностью до 30% и более при дождливой погоде в период уборки урожая. В этих случаях зерно подлежит сушке в специальных передвижных или стационарных сушилках с доведением влажности, позволяющей обеспечить сохранность при перевозке и длительном хранении. При хранении необходимо систематически наблюдать за состоянием зерна и периодически очищать, подсушивать и сортировать его.

Зерновые склады по назначению разделяют на заготовительные, перевалочные, производственные и базисные. Строят их в виде элеваторов и зданий павильонного типа.

Зерновые склады павильонного типа получили наибольшее распространение в качестве прирельсовых железнодорожных складов. Они снабжаются стационарными и передвижными средствами механизации и специальными сушильно-очистными башнями с оборудованием для приемки, обработки и отгрузки зерна.

Зерновые склады сооружают из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс.т. Стены возводят из железобетона, кирпича, крупных шлакобетонных и бетонных блоков и других стеновых материалов. Полы асфальтируют, укладывают на бетонном основании, кровля склада наклонена к горизонту под углом 25°, равном углу естественного откоса зерна. Это дает возможность лучше использовать объем склада.

У торца склада располагается башня, служащая для приема зерна с автомобилей и погрузки в вагоны. Она оборудована двумя ковшовыми элеваторами с перерабатывающей способностью 100 т/ч каждый, сепаратором с перерабатывающей способностью 100 т/ч, автомобилеподъемником и двумя весами, позволяющими взвешивать грузы массой до 10 т, сушильным агрегатом с перерабатывающей способностью 50т/ч, траншейного, тоннельного и подвешенного к потолку склада конвейеров. Траншейный конвейер (ленточный или скребковый) подает зерно на тоннельный конвейер через отверстия в полу склада размерами 300x200 мм, расположенные через 5 м. Тоннельный конвейер подает зерно в башню для погрузки, очистки и сушки.

Элеваторы – полностью механизированные зернохранилища. Каждое из них состоит из рабочей башни и силосных корпусов. В нижнем этаже башни расположены башмаки ковшовых элеваторов (норий). К ним подведены ленточные конвейеры от приемных ларей и подсилосного помещения. На следующих этажах башни находится оборудование для очистки и сушки зерна.

Заготовительные (линейные) элеваторы служат для приема зерна от совхозов и колхозов и отгрузки на мельничные (производственные) или перевалочные (портовые, базисные) элеваторы для перевалки с одного вида



транспорта на другой или для дальнейшего хранения. Мельничные (производственные) элеваторы отличаются от заготовительных, прежде всего большей вместимостью и высокой производительностью оборудования для приемки зерна и вагонов. Портовые и перевалочные элеваторы обеспечивают перевалку зерна с железной дороги на водный транспорт или наоборот: имеют мощные приемные и отгрузочные устройства. Базисные элеваторы служат для длительного хранения зерна. Они имеют необходимое оборудование для систематического контроля за его состоянием и высокопроизводительные устройства для приема и отгрузки.

Элеваторы строят из негорючих материалов. Силосные корпуса круглой и квадратной формы в плане изготавливают из монолитного или сборного предварительно напряженного железобетона. Диаметр круглых силосов – до 6 м, толщина стен – 20..25 см, высота – до 30 м. Вместимость типовых сдвоенных круглых силосных корпусов – 2х8 тыс.т; 2х16,7 тыс.т; 2х25 тыс.т, одного круглого силоса – около 600..650 т. Размеры (в плане) квадратных силосов 3х3 и 4х4 м, а высота – до 30 м. Их собирают из плит или объемных блоков толщиной 25 см. Вместимость силоса – около 150 т.

В проектах новых элеваторов предусматриваются дистанционное управление оборудованием с диспетчерского пульта, блокировка электродвигателей, контрольно-световая производственная сигнализация, радиотелефонная связь, а также дистанционный контроль температуры зерна в силосах.

### 3.7.2 Схемы и технология механизированной перегрузки

Схема механизированного перемещения зерна в складах павильонного типа приведена на рисунке 42 .

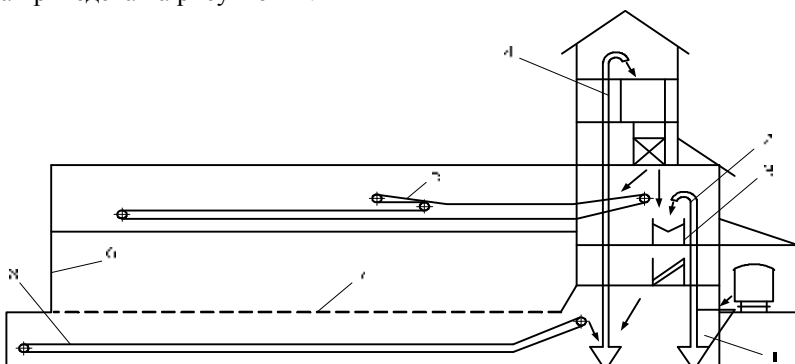


Рисунок 42 – Технологическая схема перемещения зерна в механизированном складе: 1 – приемный бункер, 2 – ковшовый элеватор, 3 – приемо-очистительные устройства, 4 – ковшовый элеватор, 5 – конвейер, 6 – склад, 7 – питатели, 8 – конвейер

Зерно, поступающее с транспортных средств в приемные бункера 1, поднимается ковшовым элеватором 2 на прямо-очистительные устройства 3, после которых ковшовым элеватором 4 подается на конвейер 5 для заполнения складов, где оно хранится. Со склада зерно выдается через отверстия или питатели 7 на конвейер 8, с которого поступает в норию 4 и далее может опять поступать в прямо-очистительные устройства (проветривание, охлаждение, сушка и т.п.) на конвейер 5 или на транспортные средства.

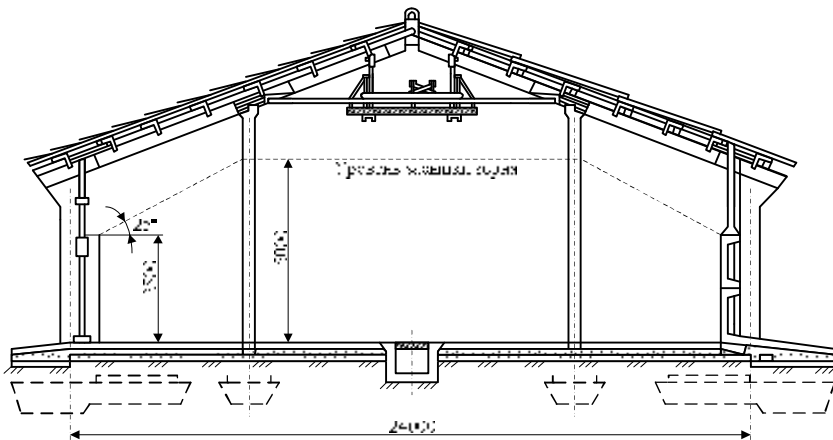


Рисунок 43 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона

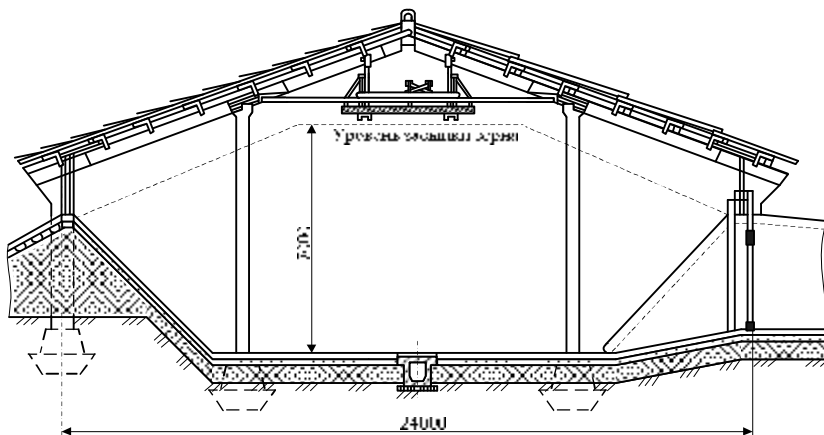


Рисунок 44 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона

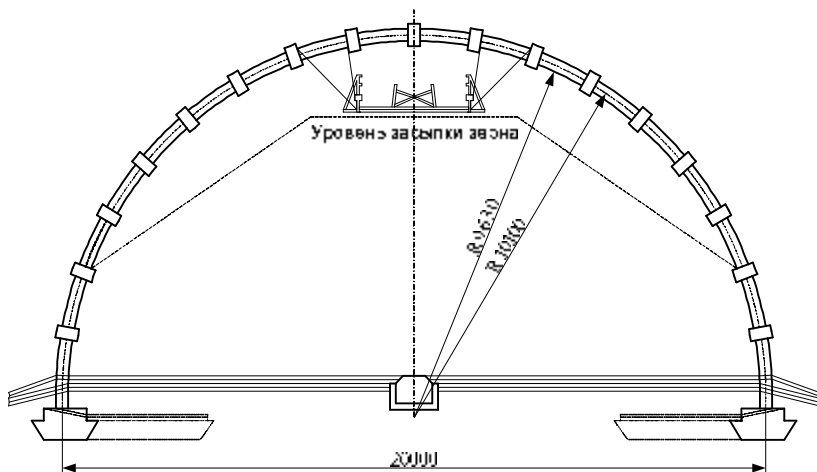


Рисунок 45 – Механизированный зерновой склад облегченной сводчатой конструкции

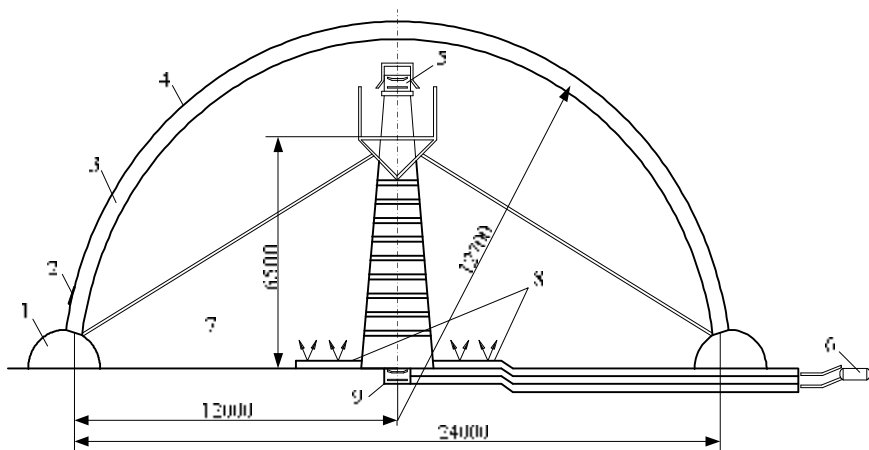


Рисунок 46 – Сводчатый механизированный зерновой склад с надувными арками: 1 – труба, 2 – оттяжка, 3 – арка, 4 – оболочка, 5 – верхний конвейер, 6 – вентилятор, 7 – штабель зерна, 8 – вентиляционная коробка, 9 – нижний конвейер

Схемы типовых механизированных складов из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс. т зерна приведены на рисунке 43, 44, облегченной сводчатой конструкции из тонкостенных элементов длиной 90 м, вместимостью 4,2 тыс.т – на рисунке 45 и с надувными арками вместимостью 4,0 и 1,8 тыс. т – на рисунке 46.

На рисунке 47а приведена схема заготовительного элеватора для зерна.

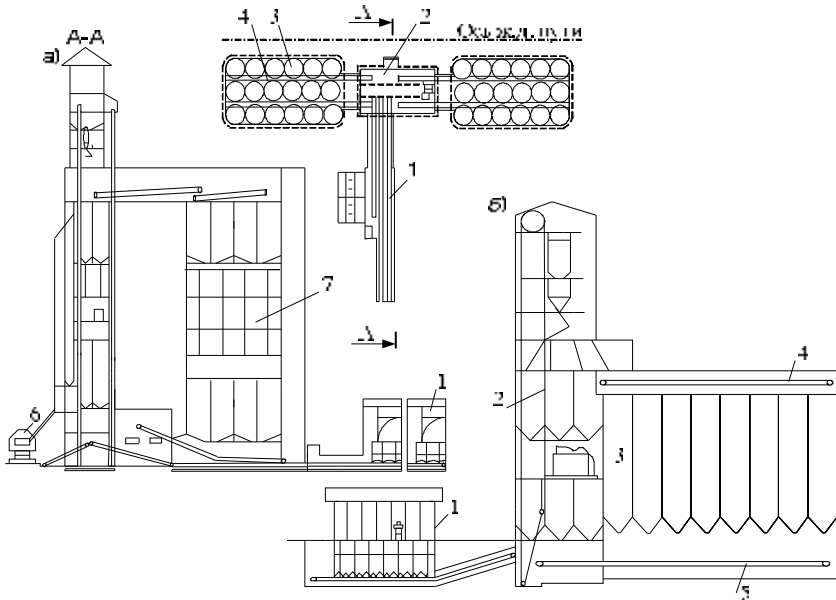


Рисунок 47 – Заготовительный элеватор для зерна:

а - план и разрез башни; б – технологическая схема движения зерна через силосы и башню; 1- приемные бункера; 2 – элеваторная башня; 3 – силосные корпуса; 4 - надсилосный конвейер; 5 - подсилосный конвейер; 6 – вагон; 7 – зерносушилка

На рисунке 47а показан план и разрез башни заготовительного элеватора. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункера, расположенные на уровне пола в здании. Каждый из этих бункеров вмещает 50 т зерна. Зерно высыпается в бункер через открытый задний борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеподъемника. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, перемещающие зерно к элеваторной башне. Здесь при необходимости зерно подвергают очистке, сушке или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры. С этих конвейеров зерно попадает в силосы корпусов (показаны только два силосных корпуса, прилегающих к башне, но могут быть и четыре, тогда вместимость элеватора увеличивается в 2 раза).

Из силосов зерно сыпают на подсилосные конвейеры, которые и доставляют его к норрии. Затем его поднимают наверх и после взвешивания по отпусным трубам загружают в вагоны.

Технологическая схема движения зерна через силосы и башню элеватора показана на рисунке 47б. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункера, расположенные на уровне пола в здании I. Зерно высыпается в бункер через открытый задний борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеподъемника. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, перемещающие зерно в элеваторной башне 2. Здесь при необходимости зерно подвергают очистке, сушке в сушилке 7 или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры 4. С этих конвейеров зерно попадает в силосы 3. Из силосов зерно поступает при необходимости на подсилосные конвейеры 5, а затем к нории. Нория поднимает зерно наверх, которое после взвешивания по отпусковым трубам загружается в вагоны. Вдоль отпусковых устройств элеватора укладывается один или два железнодорожных пути.

Заготовительные (линейные) зерновые элеваторы сооружают четырех типов: Л-2х100, Л-3х100, Л-3х175, Л-4х175. (Буква Л показывает, что элеватор линейный, первая цифра после буквы соответствует числу норий, а вторая – часовой перерабатывающей способности каждой из них).

Среднесуточная перерабатывающая способность линейных элеваторов составляет по приему с автомобильного транспорта от 1,5 до 5,0, по очистке – от 1,5 до 5,0 тыс.т и сушке – от 175 до 2500 т. Перерабатывающая способность конвейеров соответствует перерабатывающей способности норий, расположенных в башне элеватора.

Техническая характеристика заготовительных элеваторов приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Техническая характеристика заготовительных элеваторов

Показатель	Тип элеватора			
	Л-2х100	Л-3х100	Л-3х175	Л-4х175
Вместимость, т	11000	25000	25000	50000
Ковшовые конвейеры (нории):				
число	2	3	3	4
тип	ТНС-100	ТНС-100	ТНС-100	ТНС-100
Суточный объем переработки зерна, т:				
прием с автотранспорта	1500	2500	3500	5000
отгрузка в вагоны	1160	1160	1750	2500
очистка	580	750	1160	1160
сушка	176	528	1400	1400 (2100)*
Мощность электрооборудования, кВт	191	315	631	935 (1026)*
Строительный объем, м <sup>3</sup> :				
башни	3648	10380	11240	17050
силосных корпусов	23200	48654	48654	109100
Строительная стоимость элеватора на 1 т вместимости, руб.	285	209	208	210

\* В скобках – для элеватора с тремя сушилками

Мельничные (производственные) элеваторы получают зерно, как правило, железнодорожными маршрутами. Имеется несколько типов таких элеваторов: М-2х100, М-3х100, М-2х175, М-3х175. Они оборудованы двумя или тремя ковшовыми 20-тонными весами, одним или двумя сепараторами перерабатывающей способностью до 100 т/ч, сушилкой с перерабатывающей способностью 12 т/ч. Силосные корпуса элеваторов М-2х100, М-2х175, М-3х100 и М-3х175 вмещают соответственно 8,0; 16,0; 16,0; 33,4 тыс. т зерна.

Суточная приемная способность всех четырех типов элеваторов при выгрузке зерна из вагонов соответственно равна 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 тыс. т. Вагоны разгружаются самотекотом в приемные бункера, расположенные поперек (при перерабатывающей способности нории  $Q_H = 100$  т/ч – два бункера) или вдоль путей ( $Q_H = 175$  т/ч – четыре бункера).

Выгрузка вагонов должна быть организована так, чтобы они не простаивали в ожидании освобождения ларей, а приемные конвейера и ковшовые элеваторы не работали вхолостую во время заполнения ларей. Для этого период освобождения ларей должен быть равен периоду разгрузки и перестановки вагонов.

Продолжительность освобождения ларей от зерна, мин

$$T_{л} = n \cdot t_{л}, \quad (71)$$

где  $n$  – число ларей (бункеров) приема зерна;

$t_{л}$  – время освобождения от зерна одного ларя, мин

$$t_{л} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (72)$$

$t_1$  – чистое время освобождения ларя, мин

$$t_1 = 60 \cdot \frac{q_{в}}{П_3}, \quad (73)$$

где  $q_{в}$  – количество груза в ларе (нагрузка вагона), т;

$П_3$  – часовая эксплуатационная перерабатывающая способность ковшового элеватора, т/час;

$t_2$  – время истечения остатков зерна до полного освобождения ларя, принимается  $t_2 = 1$  мин;

$t_3$  – период между концом выпуска зерна из одного ларя и началом выпуска зерна из другого ларя, принимается  $t_3 = 0,5..1$  мин.

Зная продолжительность разгрузки вагона  $t_p$ , уборки и постановки вагонов под разгрузку  $t_{y6}$ , получим

$$T_{л} = t_p + t_{y6} \quad (74)$$

или

$$n \cdot t_{\text{л}} = t_{\text{р}} + t_{\text{уб}} , \quad (75)$$

Необходимое число ларей

$$n = \frac{t_{\text{р}} + t_{\text{уб}}}{t_{\text{л}}} , \quad (76)$$

Количество вагонов, разгружаемых одним приемным конвейером и ковшовым элеватором

$$n_{\text{в}} = \Pi_{\text{з}} \cdot \frac{24 - \frac{t_{\text{уб}} \cdot N_{\text{под}}}{60}}{q_{\text{в}}} , \quad (77)$$

где  $N_{\text{под}}$  – число подач вагонов в сутки.

Следовательно, число линий приемных устройств (ларей, конвейеров и ковшовых элеваторов) для разгрузки  $n_{\text{сут}}$  вагонов в сутки

$$Z = \frac{n_{\text{сут}}}{n_{\text{в}}} \quad (78)$$

Продолжительность выгрузки зерна из четырехосного крытого вагона инерционной машиной ЦНИИ МПС составляет 10 мин. Она эффективна при выгрузке более 20 вагонов в сутки. Наиболее эффективными является специализированные вагоны-зерновозы.

Портовые (перевалочные) элеваторы в отличие от заготовительных и мельничных принимают зерно, прошедшее первичную обработку. В период кратковременного хранения при перевалке с одного вида транспорта на другой зерно дополнительно очищают и сушат. Силосные корпуса этих элеваторов состоят из силосов диаметром 6 и 7 м, высотой 30 – 40 м. Перерабатывающая способность элеваторов - 350 - 500 т/ч.

Для разгрузки речных барж причалы оборудуют пневматическими стационарными или передвижными перегружателями с перерабатывающей способностью до 200 т/ч. В вагоны зерно грузят при помощи норий через бункера и отпускные трубы с зерноразбрасывателями. Для загрузки барж используют ленточные конвейеры и телескопические трубы больших размеров с моторным приводом и дистанционным управлением. Элеваторы оборудуются устройствами для выгрузки зерна из автомобилей.

Продолжительность загрузки вагонов зерном на элеваторах через самотечные (отпускные) трубы можно определить по формуле

$$T_{\text{гр}} = t_{\text{подг}} + \frac{Q_{\text{в}} \cdot 60}{\Pi_{\text{т}}} + t_{\text{закл}} , \quad (79)$$

где  $t_{\text{подг}}$  – время на подготовительные операции (открытие люков, установка хлебных щитов, заправка отпусковых труб в люки, принимается  $t_{\text{подг}} = 2$  мин;

$Q_{\text{в}}$  – количество зерна, загружаемого в вагоны, т;

$\Pi_{\text{т}}$  – пропускная способность отпусковых труб, т/ч;

$t_{\text{закл}}$  – продолжительность заключительных операций, принимается  $t_{\text{закл}} = 2$  мин.

Пропускная способность отпусковой трубы, т/ч

$$\Pi_{\text{т}} = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \gamma \cdot \phi, \quad (80)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения выходного отверстия бункера, м<sup>2</sup>;

$v$  – скорость потока зерна при проходе выходного отверстия отпускового бункера, м/с,

$$v = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (81)$$

где  $\lambda$  – коэффициент истечения зерна, равный  $\lambda = 0,55$ ;

$R$  – гидравлический радиус, м;

$$R = \frac{D}{4}, \quad (82)$$

где  $D$  – диаметр выпускного отверстия бункера, м;

$\gamma$  – насыпная плотность зерна, т/м<sup>3</sup>.

Коэффициент заполнения поперечного сечения выходного отверстия бункера  $\phi$  на основании опытных данных принимается равным 0,7.

Кукуруза, большинство бобовых культур и рис требуют особых условий хранения и перевозки, отличных от других основных зерновых культур. Початки кукурузы в период уборки имеют влажность 18 – 20 % и более. Початки хранят в обычных крытых складах с закромами реечной конструкции. Просветы между рейками – 3-4 см. В складе устанавливают реечные вентиляционные трубы сечением 0,5 x 0,5 м и высотой 2 и. При засыпке в закрома на высоту 4 м две вентиляционные трубы устанавливают одна на другую. Пол склада делают решетчатым. Между слоем утрамбованной глины и полом предусмотрен воздушный промежуток. Это необходимо для хорошей вентиляции склада.

### 3.8 Овощные грузы

На сахарных заводах свекла выгружается из вагонов с использованием гидравлических установок, гравитационно через люки, скребковым разгрузчиком, а из автомобилей – на опрокидных площадках. Вагоны выгружаются



без расцепки состава при медленном (1-2 м/мин) движении его через разгрузочную установку маневровой лебедкой. Свекла ссыпается на ленточные конвейеры или в бункер, а затем передается конвейерами на производство.

Свекла в пунктах заготовок и на складах сахарных заводов хранится в кагатах, размеры которых зависят от состояния свеклы и наличия средств механизации. Кагаты делятся на три категории. Первая категория - для длительного хранения свеклы здоровой, свежей. При механизированной укладке ширина основания такого кагата - 10-15 м, высота - до 4,5 м. Вторая категория (хранится до 1 января следующего года)- для свеклы, хранившейся некоторое время в полевых кагатах. Ширина основания этих кагатов – 10-22 м, высота – 1,5-3,0 м. Третья категория - для краткосрочного хранения в пределах не более одного месяца вяленой подмороженной свеклы с механическими повреждениями. Ширина основания кагата 5-10 м, высота - 1,2-1,5 м, длина 50-100 м. Между кагатами оставляют проезды шириной 2-5 м. Верхнюю поверхность кагата оформляют в виде двускатной крыши. Кагаты укрывают матами и землей.

Картофель перевозят в крытых вагонах навалом и в решетчатых контейнерах и хранят в специальных овощехранилищах. Клубни картофеля очень чувствительны к повреждениям при падении, перемещении конвейерами, перегрузке через бункера, поэтому нужно по возможности избегать перегрузочных операций. Это можно достичь при использовании контейнеров.

Овощи перевозят в таре в крытых вагонах, хранят в крытых складах (овощехранилищах). Для погрузочно-разгрузочных работ используются те же средства механизации, что и для тарно-упаковочных грузов. Для перевозки используются ящичные поддоны, характеристики которых приведены в таблице 21.

**Таблица 21 – Техническая характеристика ящичных поддонов**

Условное обозначение	Высота, мм	Вместимость, м <sup>3</sup>	Собственная масса, кг	Масса брутто, кг	Пакетируемая продукция
СП-5-0, 7-1	1150	0,85	120	70	Арбузы, картофель, капуста, корнеплоды
СП-5-0, 7-2	1120	0,85	100	700	
СП-5-0, 45-1	750	0,52	95	450	Яблоки, лук, морковь, огурцы, кабачки, дыни и др.
СП-5-0, 45-2	720	0,52	75	450	
СП-5-0, 6-1	920	0,69	80	600	Картофель, капуста, корнеплоды
СП-5-0, 6-2	920	0,72	75	600	
СП-5-0, 6-3*	930	0,71	115	600	Плоды и овощи с нежной структурой – в лотках или облегченной упаковке

\* – размеры в плане 860x1240 мм.

Размеры поддонов в плане 835x1240 мм

## 3.9 Наливные грузы

### 3.9.1 Характеристика и условия хранения наливных грузов

Наливными называют грузы, перевозимые наливом в цистернах, специальной таре и контейнерах. К ним относятся нефть и нефтепродукты, кислоты, спирты, минеральные и растительные масла, сжиженные газы. Основную массу жидких грузов составляют нефтепродукты.

Физико-химические свойства наливных грузов обуславливают требования к их хранению, перегрузке и транспортированию.

Наливные грузы подразделяют на опасные и неопасные. Опасные наливные грузы подразделяют три группы:

- легковоспламеняющиеся жидкие (нефтепродукты, спирты и др.);
- едкие и ядовитые (кислоты, каустик жидкий, хлористый цинк и др.);
- сжиженные газы (аммиак, хлор и др.).

Жидкости, имеющие температуру вспышки до  $61^{\circ}\text{C}$ , относятся к легковоспламеняющимся (бензин, лигроин, керосин, бензолы и т.п., а свыше  $61^{\circ}\text{C}$  – к горючим (мазуты, дизельное топливо, масла, битумы, парафины и т.п.).

При перевозке, наливе и сливе легковоспламеняющихся жидкостей необходимо соблюдать особые меры пожарной безопасности.

Взрыв или загорание паров нефтепродуктов возможны вследствие разрядов статического электричества, возникающего при трении нефтепродуктов о трубы и стенки емкостей. Для предупреждения разрядов все трубопроводы и емкости заземляются.

Пары многих жидкостей обладают отравляющими свойствами.

Вязкость нефтепродуктов влияет на выбор способа их перевозки и выполнение грузовых операций.

Наливные грузы, перевозимые в цистернах, подразделяют на:

- невязкие (бензин, керосин);
- слабовязкие (дизельное топливо);
- средневязкие (смазочные масла);
- высоковязкие (мазут, битум).

Перед сливом высоковязких продуктов их необходимо предварительно разогреть, для чего пункты слива должны оборудоваться соответствующими установками. Основное распространение для подогрева получил водяной пар.

В отношении разъедания металла жидкие грузы делятся на три группы:

- неразъедающие;
- слабо разъедающие (каменноугольная смола, карболовая и серная кислоты);
- сильно разъедающие (азотная, хлорсульфиновая кислоты).

Для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов служит комплекс сооружений, называемый нефтебазой.

На территории нефтебаз выделяют зоны:

- слива и налива нефтепродуктов с устройством железнодорожных путей, сливно-наливных эстакад, насосных установок;
- хранения, где размещаются резервуарный парк для нефтепродуктов и пеноаккумуляторные и пенореактивные станции, вырабатывающие пену, необходимую для тушения возможных пожаров в резервуарах;
- оперативную, в которой отпускают нефтепродукты мелкими партиями в автоцистерны, контейнеры, бочки, бидоны;
- вспомогательных технических сооружений, куда входят электростанции или трансформаторная подстанция, котельная, водонасосная, механические мастерские, материальный склад;
- административно-хозяйственных сооружений;
- очистных сооружений для ливневых вод и сбора пролитых нефтепродуктов.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов могут быть металлическими или железобетонными, а по расположению подземными и наземными. К подземным относятся емкости, у которых наивысший уровень жидкости ниже не менее чем на 0,2 м к планировочной отметке площадки. К наземным емкостям относятся те, у которых днище находится на одном уровне или выше планировочной отметки площадки.

По форме различают цилиндрические и шарообразные резервуары, причем цилиндрические располагаются горизонтально или вертикально.

Суммарная вместимость группы рядом стоящих резервуаров не должна превышать 40 тыс.м<sup>3</sup>. Расстояние от одного резервуара до другого должно быть не менее 10 м, а от одной группы до другой – не менее 50 м. Насосные и разливные устройства располагают не ближе чем в 10 м от резервуара.

Отдельные резервуары имеют вместимость: железобетонные для нефти и нефтепродуктов – от 0,1 до 40 тыс.м<sup>3</sup>, а для светлых нефтепродуктов – от 0,1 до 20 тыс.м<sup>3</sup>, металлические – от 0,1 до 20 тыс.м<sup>3</sup>, битумохранилища от 0,1 до 3 тыс.м<sup>3</sup>.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов оборудуются указателями уровня и температуры, предохранительными клапанами, приемораздаточными вводами, смотровыми люками, сифонными клапанами для спуска шлама, лестницами, пеновводами.

Для хранения нефтепродуктов в таре строят склады из огнестойких материалов (кирпич, камень, железобетон) и оборудуют их взрывозащитной вентиляцией.

Здания складов для тарного хранения нефтепродуктов разделяют несгораемыми перегородками на отдельные секции вместимостью не более 200 м<sup>3</sup> каждая для легковоспламеняющихся и не более 1000 м<sup>3</sup> для горючих нефтепродуктов. Общая вместимость одного склада для хранения легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов в таре не должна превышать соответственно 1200 и 6000 м<sup>3</sup>. При совместном хранении этих грузов общая емкость рассчитывается из соотношения, что 1 м<sup>3</sup> легковоспламеняющихся жидкостей приравнивается к 5 м<sup>3</sup> горючих жидкостей.

Дверные проемы зданий при тарном хранении нефтепродуктов должны быть шириной не менее 2,1 м и высотой не менее 2,4 м, иметь пороги и пандусы высотой 0,15 м. Полы делают с уклонами для стока жидкости в специальные приемники.

При перевозках нефтепродуктов в таре используются бочки на 75-500 л, причем для легковоспламеняющихся жидкостей можно применять только металлические емкости на 125-500 л. Хранят их в штабелях и на стеллажах. Бочки на каждом ярусе стеллажа устанавливают в один ряд по высоте независимо от вида нефтепродуктов. По ширине штабеля или стеллажа следует размещать не более двух бочек. Проходы, предназначенные для транспортировки бочек, устраивают шириной не менее 1,4 м, а остальные проходы между штабелями и стеллажами – не менее 1 м.

Хранение горючих нефтепродуктов в таре допускается на открытых площадках и под навесами. Площадки должны быть ограждены земляным валом или несгораемой стеной высотой 0,5 м. На одной площадке можно размещать не более шести штабелей шириной 15 м, длиной 25 м и высотой 5,5 м.

Битум, поступающий в тару, хранят в закрытых холодных складах или под навесами. При временном хранении на открытой площадке бочки размещаются в два яруса и покрываются толем или брезентом. Прибывающий в цистернах полутвердый и жидкий битум хранят в битумохранилищах емкостью 100-3000 м<sup>3</sup> с паровыми, газовыми, водяными или электрическими устройствами для подогрева.

### **3.9.2 Схемы и технология механизированной перекачки наливных грузов**

Налив и слив жидких грузов при перевозках в цистернах выполняют самотеком под давлением инертных газов, при помощи центробежных или поршневых насосов или с использованием вакуума (сифона).

При наличии самого низкого уровня жидкости в резервуарах хранилища 4 (рисунок 48а) выше верхней отметки наливного устройства 1 (наливных стояков, эстакады) налив в цистерны 2 осуществляется самотеком по трубопроводу 3.

При расположении резервуара на одном уровне с наливными устройствами или ниже их применяют принудительный налив цистерн (рисунок 48б). При этом используют центробежные насосы с подачей 150-720 м<sup>3</sup>/ч или поршневые с подачей 100-350 м<sup>3</sup>/ч. Жидкость может подаваться непосредственно из резервуара в цистерны или через буферный резервуар. Применение буферного резервуара позволяет применять насосы с меньшей подачей и ускорять процесс налива.

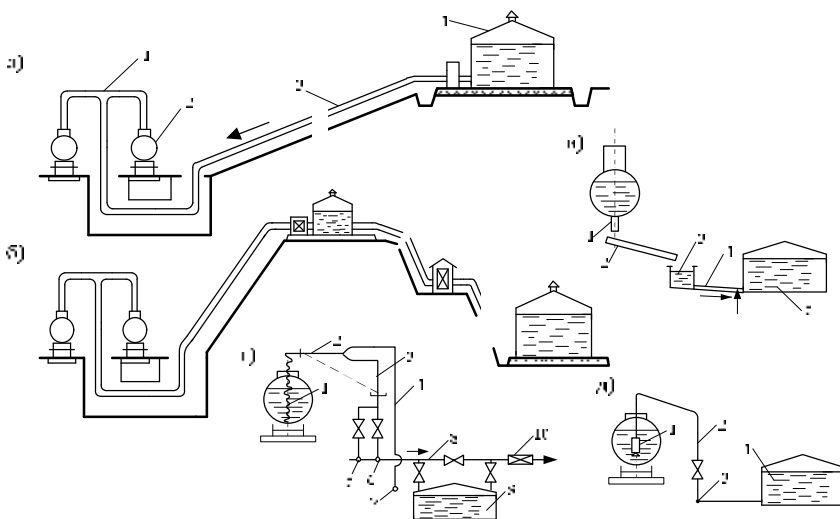


Рисунок 48 – Схемы налива и слива жидких грузов:

- а* – самотечный налив из резервуара; *б* – принудительный налив с помощью насоса и буферного резервуара; *в* – самотечный слив; *г* – вакуумный слив сифоном; *д* – принудительный слив насосом

Открытый самотечный слив жидких грузов (рисунок 48в) осуществляют через нижние сливные приборы 1 цистерн в переносные лотки 2, а затем через желоб, обычно расположенный между рельсами пути, в резервуар 3. Из него на отводной трубе 4 жидкость самотеком подается в резервуар 5. Для исключения загрязнения перегружаемых жидкостей применяют закрытый самотечный слив. При этом сливные приборы цистерн соединяют гибкими рукавами с коллектором и трубопроводом, прокладываемым в грунте.

Вакуумный слив жидких грузов с использованием сифона (рисунок 48г) применяют для цистерн, не имеющих нижних сливных приборов. Через верхний люк в цистерну вводят гибкий рукав 1 с всасывающим патрубком на нижнем конце. Вакуумным насосом 7 через воздушный коллектор 4 создается разрежение в основных рабочих коллекторах 2 и 3. Жидкость под давлением атмосферного воздуха из цистерны поступает в сливные коллекторы 5 и 6. По отводной трубе 8 жидкость подается в промежуточный резервуар 9, откуда насосом 10 в резервуары постоянного хранения. Применение промежуточного резервуара позволяет уменьшить требуемую подачу насоса и потребляемую им мощность.

Принудительный слив жидких грузов с применением погруженного насоса (рисунок 48д) применяют для цистерн, не имеющих нижних сливных приборов. К корпусу насоса 1 присоединяют напорный трубопровод 2.

Жидкость с помощью насоса подается из цистерны по трубопроводам 2 и 3 в резервуар 4. Управление работой насоса – дистанционное.

Для определенного типа цистерн разрешается слив путем повышения давления в них не более 0,05 Мпа.

Система нижнего слива имеет преимущество перед системой верхнего слива, так как уменьшаются потери от испарения и уменьшаются остатки груза в ней после разгрузки. Продолжительность разгрузки цистерны вместимостью 60 м<sup>3</sup> 8-10 мин.

Пункты налива и слива оборудуют эстакадами галерейного и стоечного типов.

В наливных эстакадах стоечного типа (рисунок 49) между железнодорожными путями через 6 м устанавливают стояки 8 с поворотными стрелами 11. На них размещен центральный паропровод 9 и разводящие трубы 10, на которых имеются штуцера 12 для присоединения гибких рукавов разогревающего устройства. Откидные мостики 6 рабочие используют при открытии и закрытии верхних люков цистерн. При верхнем сливе внутрь цистерны вводят гибкий рукав 5, который соединен с всасывающим трубопроводом 7. Для нижнего слива предназначен центральный коллектор 13, имеющий двойные стенки для подогрева жидких грузов паром. При верхнем и нижнем сливах жидкие грузы поступают в сборный коллектор 4 и далее через решетку 3 по трубопроводу 2 в буферный резервуар 1. Из него жидкие грузы насосом подаются в резервуары для длительного хранения.

Для налива и слива масел применяют крытые двусторонние эстакады, что улучшает условия труда рабочих и предохраняет нефтепродукты от обводнения в дождливую погоду и от загрязнения.

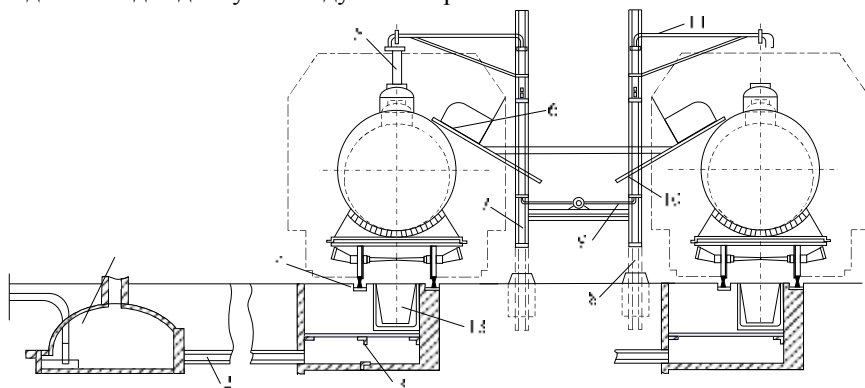


Рисунок 49 – Технологическая схема слива на эстакаде с двусторонним сливом:  
1 – буферный резервуар; 2 – трубопровод; 3 – решетка; 4 – коллектор; 5 – гибкий шланг; 6 – переходной мостик; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – стояк; 9 – центральный паропровод; 10 – разводящие трубы; 11 – кронштейн; 12 – отрезки паропровода; 13 – центральный коллектор

Способ «нижнего» налива нефтепродуктов в цистерны через нижние сливно-наливные приборы позволяет отказаться от эстакад и резко сокращает объем работ по подготовке цистерн к наливу-сливу жидких грузов. Густые остатки нефтепродуктов в резервуарах вычищают механическими лопатами, передвижными вакуумными или винтовыми насосами с разогревом острым паром или эжекторным устройством.

Технологическая схема слива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из железнодорожных цистерн и хранения в подземных резервуарах показана на рисунке 50.

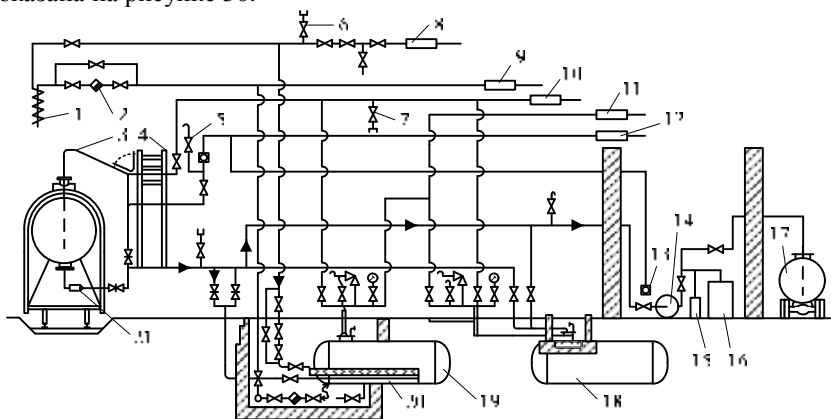


Рисунок 50 – Технологическая схема слива легковоспламеняющихся жидкостей  
 1 – подогреватель; 2 – конденсатоотводчик; 3 – сливной шланг; 4 – эстакада; 5 – воздушник; 6, 8 – подводы пара; 7 – вентиль инертного газа; 9 – приемник конденсата; 10 – установка инертного газа; 11 – блок адсорбции; 12 – вакуум-ресивер; 13 – указатель потока воздуха; 14 – насос; 15 – мелкая тара; 16 – контейнеры; 17 – автоцистерна; 18, 19 – подземные резервуары; 20 – подогреватели жидкости; 21 – приборы нижнего слива.

Легковоспламеняющиеся и горючие химические жидкости хранят в подземных и наземных резервуарах, они находятся под слоем инертного газа, поступающего с установки 10. При этом предпочтительнее наземные резервуары как более дешевые. Газ очищают от паров продукта перед выбросом в атмосферу в блоке адсорбции 11. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости подаются из подземных резервуаров при помощи насосов, а из наземных – под действием давления инертного газа.

В подземные резервуары 18,19 жидкие грузы сливаются самотеком через приборы нижнего слива 21 с помощью вакуума-ресивера 12 через шланг 3 и верхний люк. При нижнем сливе вакуум не используется. Из подземных резервуаров хранения жидкости подаются насосами 14. Жидкострастворители перекачиваются насосами АСВН-80, а вязкие – шестеренными насосами. Одна линия разливает в мелкую тару 15 и контейнеры 16, а другая – в автоцистерны 17. Управление разливом дистанционное, с применением жидкостного счетчика и электромагнитного клапана. Имеется эстака-

да, оборудованная шлангами для налива жидкости в автоцистерны и устройствами для подъема сливных шлангов. Для пропарки рабочих трубопроводов и арматуры устроены подводы пара 6,8, конденсатоотводчик 2 и приемник конденсата 9. Резервуары для хранения вязких, застывающих и кристаллизирующих жидкостей оборудованы внутренними подогревателями 20, а железнодорожные цистерны разогревают переносными змеевиковыми подогревателями 1, расположенными на сливной эстакаде 4. Указатель – потока воздуха 13 и воздушник 5 находятся на вакуумной линии. В наземные резервуары грузы сливают из железнодорожных цистерн под давлением инертного газа 70 кПа из ресивера через герметично присоединенные шланги верхнего слива или установки нижнего слива.

Перед сливом жидкости из железнодорожных цистерн необходимо выровнять давление в резервуарах хранения до атмосферного, открыв вентиль на линии выхода газа в блок адсорбции. По окончании слива все задвижки должны быть закрыты. Жидкости в резервуарах хранят под слоем инертного газа, поступающего из ресивера с давлением 202 кПа, а разливают их в мелкую тару, контейнеры и автоцистерны под таким же давлением. Кислоты и щелочи, поступающие в железнодорожных цистернах, сливают через верхний люк с помощью вакуума, создаваемого вакуум-насосами через вакуум-ресивер, а также сжатого воздуха под давлением 70 кПа. При отсутствии у цистерн штуцеров герметического присоединения шлангов на люк котла цистерны наворачивается крышка. При заполнении резервуаров кислотами воздух с парами кислот направляется в бак для нейтрализации паров кислот перед выбросом их в атмосферу.

### 3.9.3 Расчет фронтов слива (налива)

Железнодорожные пути и автоподъездные вместе с наливными (сливными) устройствами называют фронтом налива (слива). Длина фронта, м

$$L_{\text{hc}} = \sum_{i=1}^k n_i l_i, \quad (83)$$

где  $n_i$  – число одновременно наливаемых (сливаемых) цистерн  $i$ -го типа;

$l_i$  – длина цистерны  $i$ -го типа, м;

$i = 1, 2, \dots, k$  – число типов цистерн в группе.

Если налив (слив) нефтепродуктов производится только маршрутами, то необходимое количество эстакад для нефтебазы

$$M_{\text{э}} = \frac{N_{\text{м}} T_{\text{hc}}}{24 \cdot 60}, \quad (84)$$

где  $N_{\text{м}}$  – число наливных маршрутов в сутки;



$T_{nc}$  – время занятия эстакады маршрутом с учетом подачи и уборки, мин.

Число наливных маршрутов рассчитывают по годовой грузопереработке нефтебазы (наливу-сливу нефтепродуктов)

$$N_n = \frac{\kappa_1 \kappa_2 \cdot Q_r}{365 G_m}, \quad (85)$$

где  $Q_r$  – годовая грузопереработка нефтебазы, т;

$G_m$  – масса груза в одном маршруте, т;

$\kappa_1(\kappa_2)$  – коэффициент неравномерности прибытия (отправления) нефтегрузов и суточной подачи цистерн.

Продолжительность занятия эстакады маршрутом, мин,

$$T_{nc} = t_n + t_{nc}^o + t_y, \quad (86)$$

где  $t_n$  – время на подачу цистерн под эстакаду, мин;

$t_y$  – время на уборку цистерн из-под эстакады, мин;

$t_{nc}^o$  – общее время, затрачиваемое на налив или слив с учетом подготовительных и заключительных операций, мин.

Общее время налива (слива) цистерн, мин,

$$t_{nc}^o = t_{под} + t_{nc} + t_{закл}, \quad (87)$$

где  $t_{под}$  – время на подготовительные операции (открытие люков, заправка шлангов); можно ориентировочно принимать 2 мин на одну цистерну;

$t_{nc}$  – время непосредственного налива (слива) цистерны, мин;

$t_{закл}$  – время на заключительные операции (убор шлангов, замер жидкости, закрывание люков и др.); можно ориентировочно принимать 12 мин на одну цистерну.

Время непосредственного налива (слива) цистерн, мин,

$$t_{nc} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i q_i}{60 v_{cp} F \cdot z \cdot g}, \quad (88)$$

где  $q_i$  – вместимость  $i$ -ой цистерны, т;

$n_i$  – число  $i$ -ых цистерн в группе;

$F$  – площадь поперечного сечения трубопровода, м<sup>2</sup>;

$z$  – число трубопроводов, используемых параллельно;

$\gamma$  – плотность нефтепродукта, т/м<sup>3</sup>;

$v_{cp}$  – средняя скорость движения нефтепродуктов в трубопроводе (1 – 2,5 м/с) определяется гидравлическим расчетом.

Продолжительность слива нефтепродуктов, не требующих предварительного разогрева, через нижний сливной прибор цистерны определяют по средней скорости истечения

$$t_c = \frac{q_{ц}}{60 \psi F_c v_{cp} \gamma} + t_{пз}, \quad (89)$$

где  $q_{ц}$  – вместимость цистерны, т;

$\psi$  – коэффициент сжатия струи (около 0,6);

$F_c$  – площадь поперечного сечения сливного отверстия, м<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность нефтепродукта, т/м<sup>3</sup>;

$t_{пз}$  – время на подготовительные и заключительные операции, мин;

$v_{cp}$  – средняя скорость истечения нефтепродуктов из сливного отверстия, м/с:

$$v_{cp} = j \frac{\sqrt{2gh}}{2}, \quad (90)$$

$h$  – высота столба нефтепродуктов в цистерне, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\phi$  – средний скоростной коэффициент (0,97), для разогретых вязких материалов  $\phi \approx 0,95$ .

Зная время налива (слива) цистерн, можно определить пропускную способность наливных и сливных устройств,

$$n_{ц} = \frac{24 \cdot 60 \cdot n_{ц}'}{T_{nc}}, \quad (91)$$

где  $n_{ц}$  – количество цистерн, которое можно налить (слить) в течение суток;

$n_{ц}'$  – число цистерн в одной подаче.

### 3.10 Особенности организации механизированной перегрузки грузов в портах и на перегрузочных станциях

#### 3.10.1 Особенности механизированной перегрузки грузов в портах

При выполнении технических расчетов и разработке технологических процессов наряду с общеизвестными положениями необходимо дополнительно иметь в виду следующее.

1 При определении среднесуточных объемов работы в формулы надо подставлять не 365 дней, а величину  $T_n$  – продолжительность навигационного периода в сутках. Эта продолжительность колеблется от 145 до 365 суток.

2 Перегрузочные работы на портовых станциях производятся в местах примыкания рельсовых железнодорожных путей к причальной линии порта, где могут швартоваться суда.

Причальная береговая линия обычно разбивается на ряд специализированных участков по роду грузов, где устанавливаются соответствующие погрузочно-разгрузочные машины и сооружаются склады.

Количество причалов для переработки определенной категории грузов

$$n_{\text{пр}} = Q_{\text{р}}^{\text{с}} / Q_{\text{пер}}, \quad (92)$$

где  $Q_{\text{р}}^{\text{с}}$  – расчетная суточная грузопереработка, т;

$Q_{\text{пер}}$  – суточная перерабатывающая способность одного причала, т. Величина  $Q_{\text{пер}}$  принимается из соответствующих сборников ЕНВ для речного или морского транспорта или определяется расчетом:

$$Q_{\text{пер}} = K \cdot \psi \cdot Q_{\text{ч}} T_{\text{с}}, \quad (93)$$

где  $K$  – число параллельных линий перегрузки из одного судна в вагон или обратно;

$Q_{\text{ч}}$  – часовая производительность одной параллельной линии перегрузки, т/ч, которая определяется параметрами ПРМ, занятых на этой линии;

$T_{\text{с}}$  – продолжительность работы причала, ч, за сутки;

$\psi$  – коэффициент одновременности работы люков судна, представляющий собой отношение площади грузовых люков к общей площади трюмов. По коэффициенту  $\psi$  все суда делятся на 4 категории: а) площадки для перевозки малоценных грузов,  $\psi = 1$ ; б) открытые,  $0,61 \leq \psi \leq 0,99$ ; в) полуоткрытые,  $0,31 \leq \psi \leq 0,60$ ; закрытые, для особо ценных грузов,  $\psi \leq 0,30$ .

Длина одного причала, м

$$t_{\text{пр}} = l_{\text{р}}^{\text{с}} + \Delta l + I a, \quad (94)$$

где  $l_{\text{р}}^{\text{с}}$  – длина расчетного судна, м;

$\Delta l$  – расстояние передвижки судна вдоль причала, обусловленное технологией перегрузочных работ и составляющее до  $0,15 l_{\text{р}}^{\text{с}}$  при стационарных ПРМ; при передвижных ПРМ  $\Delta l = 0$ ;

$I$  – коэффициент, учитывающий расположение причала по отношению к береговой линии (если причал имеет излом в сторону береговой территории порта под углом  $120 - 150^{\circ}$ , то  $I = 1,0 \dots 1,2$ , если же причал расположен под углом  $90^{\circ}$  к берегу, то  $I = 1,5$ );

$a$  – безопасное расстояние между судами, необходимое для предотвращения их повреждения при подходе, принимаемое в пределах  $(0,1 - 0,3) l_{\text{р}}^{\text{с}}$ .

Общая длина причального фронта, м

$$L_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n n_{\text{пр}i} l_{\text{пр}i}, \quad (95)$$

где  $n$  – количество разновидностей перерабатываемых в порту грузов.

3 При выборе типов ПРМ для перегрузки грузов из вагонов в суда и обратно следует по возможности более широко использовать порталные краны, перекрывающие один, два (реже три) железнодорожных пути (стандартная колея портала составляет соответственно 6; 10,5 и 15,3 м), перегрузочные мосты, различные береговые перегружатели, плавучие и судовые краны в сочетании, если это требуется, с обычными ПРМ. Для зачистки трюмов от остатков навалочных грузов необходимо использовать специальные трюмные зачистные машины, а если производится загрузка трюмов этими грузами, то особые разравнивающие машины.

При переработке тарно-упаковочных грузов на водном транспорте используются поддоны с размерами в плане 1200 x 1600 и 1200 x 1800 мм; на каждый такой поддон может быть установлено два или три универсальных поддона с размерами 1200 x 800 мм в плане.

Контейнеры рекомендуется располагать длинной стороной вдоль причала, что позволяет, как показывает опыт, улучшить использование площади. При необходимости хранения большого количества контейнеров, тяжелых листов, листовой стали, труб, рельсов, железобетонных изделий и т.п. грузов, не размещающихся на причальной полосе, порталные краны могут располагаться в два параллельных ряда.

Для выгрузки песчано-гравийных материалов из открытых барж следует широко использовать гидравлические, а сыпучих и пылевидных грузов из закрытых судов – пневматические установки. При массовой перегрузке навалочных грузов из вагонов в суда ( $Q_{\text{год}} > 600000$  т) целесообразно применять вагоноопрокидыватели, а при обычной – повышенные пути. Типовые схемы КМАППР на портовых станциях приведены в учебнике [7], а также в специальной литературе по речным и морским портам.

4 При разработке технологических вопросов совершенствования процессов перевалки грузов в портах следует обязательно учитывать передовые приемы, разработанные железнодорожниками, моряками и речниками.

Необходимо так организовать подвод судов и вагонов к фронтам перевалки грузов, чтобы максимально обеспечить работу по прямому варианту: «вагон – судно» или «судно – вагон».

5 Требуется правильно распределить железнодорожные пути, которые должны подходить непосредственно к причальной линии, где осуществляется перевалка по прямому варианту, и пути, расположенные у тыловой стороны складов, где перерабатываются грузы с временным хранением в складах.

Общее количество перегрузочных путей составляет

$$n_{\text{ж.п.}} = \frac{Q_{\text{р}}^{\text{с}} \cdot l_{\text{в}}}{0,8 X_{\text{пу}} P_{\text{тех}} Z_{\text{пер}} L_{\text{пр}}}, \quad (96)$$

где  $l_{\text{в}}$  – длина вагона по осям автосцепок, м;

0,8 – коэффициент, учитывающий сокращение длины погрузочно-выгрузочного фронта вследствие наличия стрелочных переводов и съездов между путями;

$X_{\text{пу}}$  – число подач-уборок вагонов к грузовому фронту в сутки;

$P_{\text{тех}}$  – техническая норма загрузки вагона, т;

$Z_{\text{пер}}$  – количество перестановок вагонов одной подачи у грузового фронта (если таких перестановок нет, то  $Z_{\text{пер}} = 1$ );

$L_{\text{пр}}$  – длина причального фронта, м.

Число железнодорожных путей непосредственно у причальной линии

$$n_{\text{ж.п}}^{\text{пр}} = n_{\text{ж.п}} a, \quad (97)$$

$a$  у тыловой части складов

$$n_{\text{ж.п}}^{\text{т}} = n_{\text{ж.п}} (1 - a), \quad (98)$$

где  $a$  – коэффициент перевалки грузов по прямому варианту.

Очевидно, что

$$n_{\text{ж.п}}^{\text{пр}} / n_{\text{ж.п}}^{\text{т}} = a / (1 - a). \quad (99)$$

### 3.10.2 Особенности механизированной перегрузки грузов на станциях перегруза

В пунктах стыкования железнодорожных путей различной ширины колеи работа по передаче грузов может быть организована разными способами:

- перестановка вагонных колесных пар;
- раздвижка вагонных колесных пар;
- глубокие вводы на сопредельную территорию;
- перегрузка грузов из вагонов одной ширины колеи в вагоны другой.

Несмотря на значительную трудоемкость и ряд технологических неудобств основным способом работы перегрузочных станций является перегрузка грузов. Применяемые при этом средства механизации в основном те же, что и на обычных станциях. Однако имеется и ряд особенностей, которые необходимо учитывать:

1 Наибольший эффект дает перегрузка по прямому варианту «вагон-вагон», ее и следует максимально применять. Но организовать такую работу не всегда представляется возможным, поэтому на станциях перегруза сооружают склады для кратковременного хранения грузов. Этим складам, в большей степени, чем обычным, присущи функции своего

рода буферных устройств, сглаживающих неравномерность поступления и отправления грузов транспортными средствами в пункте стыкования.

2 Определенный интерес может вызвать исследование вопроса о типе перегрузочного пункта: сооружать ли его одно-, двухпутным или комбинированным.

3 Подробные рекомендации по перегрузке отдельных категорий грузов приводятся в технической литературе [и др.]. Здесь укажем только наиболее существенные.

Тарно-упаковочные грузы перегружаются в ангарных складах с вводом путей внутрь через платформу: шириной 3-4 м – при отсутствии складирования груза, 6-8 м – при частичном складировании и не менее 10 м – при его сортировке. Если железнодорожные пути внутрь склада не вводятся, то их располагают так: с одной стороны широкая, а с другой – узкая колея. Иногда допускается перегруз тарно-упаковочных грузов по прямому варианту на сближенных междупутьях 3600 мм прямо через перекидные мостики.

Для перегрузки колесных грузов, самоходных машин и сельхозтехники следует предусматривать высокие платформы с торцовым и боковым фронтами погрузки-выгрузки. Наклонные въезды – пандусы должны иметь ширину не менее 4 м и уклон не круче 1:10.

Перегрузка сыпучих и кусковых грузов из открытого подвижного состава наиболее эффективно осуществляется посредством применения бункерных установок, если пути различной ширины колеи располагаются в разных уровнях. Тогда груженные вагоны подаются на эстакаду, а порожние устанавливаются внизу под выпускными отверстиями бункерных или полубункерных установок. Разность отметок перегрузочных путей должна быть не менее 9,2 м. Вместо разгрузочной эстакады при больших объемах перегрузки можно применять вагонопрокидыватели, в том числе для западноевропейских вагонов торцового типа. В пунктах перегруза этих грузов могут сооружаться также повышенные пути.

Для перегрузки лесных грузов с колеи 1520 мм на западноевропейскую дополнительным требованием является формирование пакетов из них размерами, кратными вместимости вагонов колеи 1435 мм.

Зерновые грузы удобнее всего перегружать через механизированные или автоматизированные элеваторы с использованием специальных разбрасывателей для его выравнивания внутри вагонов.

Нефтепродукты перекачивают, как правило, непосредственно из цистерн одной колеи в цистерны другой. При этом можно использовать рельеф местности или расположение путей в различном уровне, а также перекаченные насосные установки стационарного или передвижного типа.

## **4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОГРУЗКИ-ВЫГРУЗКИ ГРУЗОВ**

### **4.1 Общий порядок расчетов**

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с различными грузами применяется большое количество типов машин и устройств периодического и непрерывного действия, стационарных и передвижных, одиночных и входящих в состав поточно-транспортных систем (ПТС). Причем один и тот же груз можно перегружать различными машинами. Например, погрузка, выгрузка и сортировка универсальных контейнеров может производиться мостовыми, козловыми, стреловыми кранами, автопогрузчиками. Если учесть, что среди машин одного типа имеется, как правило, большое число разновидностей и модификаций, то станет понятно – количество вариантов погрузочно-разгрузочных работ и технологических схем для определенного груза может быть значительным.

Поэтому первой задачей проектировщиков является отбор из всех возможных технологических схем погрузки-выгрузки конкурентоспособных. Такой отбор производится на основе накопленного практического опыта. Следует использовать типовые схемы [7,11].

После отбора конкурентоспособных вариантов приступают ко второму этапу-расчету для каждого из них соответствующих показателей. Эти показатели объединяются в две группы: натуральные и стоимостные.

К натуральным показателям относятся: уровень механизации ( $У_m$ ), комплексной механизации ( $У_{км}$ ) и автоматизации ( $У_a$ ) погрузочно-разгрузочных работ; производительность труда работников, занятых погрузкой, выгрузкой, перегрузкой и сортировкой грузов; простой подвижного состава под грузовыми операциями; энергоемкость; металлоемкость.

Стоимостными показателями являются: капитальные вложения в средства механизации, склады; удельные капитальные вложения; годовые эксплуатационные расходы; себестоимость переработки одной тонны (штуки,  $м^3$ ) груза, эффективность проекта. В современных условиях центральное место в процессе принятия решения занимает экономическая оценка инвестиционных операций, связанных с вложением средств в механизацию и автоматизацию ПТР.

При оценке эффективности ПТС необходимо соблюдать следующие положения:

- рассмотрение проекта на протяжении жизненного цикла от момента проведения инвестиционных исследований до полной ликвидации ПТС;
- сопоставимость показателей и условий различных вариантов ПТС;
- учет фактора времени при оценке эффективности одновременных затрат;
- комплексность оценки предстоящих затрат (текущие затраты и поступления, затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, потери эффекта, вызванные реализацией проекта;
- учет влияния изменения цен на продукцию и ресурсы в период реализации проекта (инфляция);
- оценка влияния неопределенности и рисков реализации проекта ПТС.

На третьем этапе путем сопоставления стоимостных и натуральных показателей определяется лучший. Предпочтение создается стоимостным показателям.

Оценку эффективности ПТС необходимо проводить в два этапа. На первом этапе проводится (учитывая локальность проекта) только коммерческая эффективность.

Второй этап оценки эффективности ПТС осуществляется после выбора схемы финансирования. На этом этапе выявляется финансовая реализуемость ПТС (эффективность участия в инвестициях бюджета, отдельных предприятий, акционерев).

При стоимостной оценке затрат и результатов использования ПТС можно использовать базисные, мировые, прогнозные, расчетные и текущие цены.

Под базисной ценой подразумевается цена, сложившаяся в народном хозяйстве на определенный момент времени. Эта цена считается неизменной в течение всего расчетного периода. Разновидностью базисной цены являются текущие цены.

Прогнозная цена устанавливается путем умножения базисной цены на индекс возможного изменения цен в конце расчетного шага. Прогнозная цена ожидаемая цена с учетом инфляции.

Расчетные цены используются, если затраты и результаты выражаются в прогнозных ценах. Это обеспечивает сравнимость результатов, полученных при различных уровнях инфляции. Расчетные цены определяются с помощью дефлирующего множителя, соответствующего индексу общей инфляции.

Базисные, прогнозные и расчетные цены могут выражаться как в белорусских рублях, так и в устойчивой валюте. В последнем случае будет считаться, что расчет эффективности ПТС осуществлен в мировых ценах.

#### **4.2 Расчет натуральных показателей**

Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ – это отношение количества тонно-операций, выполненных механизированным способом



( $Q_{ГМ}$ ) в течение определенного времени (обычно за год) к общему объему выполненных тонно-операций за тот же период ( $Q_r$ )

$$Y_{М} = (Q_{ГМ} / Q_r) 100. \quad (100)$$

Аналогично определяются уровни комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ  $Y_{КМ}$ ,  $Y_a$

$$Y_{КМ} = (Q_{ГКМ} / Q_r) 100, \quad (101)$$

$$Y_a = (Q_a / Q_r) 100. \quad (102)$$

Производительность труда характеризует эффективность труда в процессе производства. Она измеряется временем затраченным на производство единицы продукции или количеством продукции, произведенной в единицу времени.

Исходя из специфики транспортного процесса, при котором груз только перемещается, а новые товары не производятся, производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах ( $\Pi$ ) можно определить делением сменной выработки ( $Q_{см}$ ) на общую численность бригады ( $r$ ), обеспечивающей эту выработку

$$\Pi = Q_{см} / r, \quad (103)$$

или делением годового объема выполненных тонно-операций ( $Q_r$ ) на общий штат работников ( $\sum r_i$ )

$$\Pi = Q_r / \sum r_i. \quad (104)$$

Простой вагона под грузовыми операциями,  $\tau$ , рассчитывается по формуле

$$t_{Гр}^B = t_{пз} + t_{вс} + (m_{пв} / Z - 1)t_{пер} + (m_{пв} \cdot q_v) / (Z \cdot Q_{ч}), \quad (105)$$

где  $t_{пз}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций.

Принимается в соответствии с [10] равным, мин/ваг: тарные грузы – 9; контейнеры и тяжеловесные грузы – 5; лесные грузы – 18; зерно (погрузка) – 2; зерно (выгрузка) – 9; нефтегрузы – 6; навалочные грузы при выгрузке кранами – 6; навалочные грузы при выгрузке вагоноопрокидывателями и разгрузчиками типа С-492-5; навалочные грузы при выгрузке на две стороны повышенных путей – 7; на одну сторону – 9; навалочные грузы (погрузка) – 0; металлы (при использовании электромагнитных захватов) – 0.

Следует иметь в виду, что время  $t_{пз}$  при обработке группы вагонов берется только для первого и последнего из них, так как подготовительные и заключительные операции с другими вагонами группы производятся параллельно с грузовыми операциями;

$t_{\text{вс}}$  – время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных операций в процессе перегрузки грузов, если такие операции имеются (устанавливается на основе хронометражных операций);

$m_{\text{пу}}$  – число вагонов в одной подаче-уборке к грузовому фронту;

$Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин, производящих грузовые операции с вагонами;

$t_{\text{пер}}$  – время на одну перестановку вагонов у грузового фронта (определяется по данным хронометражных наблюдений). При использовании передвижных погрузочно-разгрузочных машин вагоны у фронта не переставляются, а значит  $(m_{\text{пу}} / Z - 1)t_{\text{пер}} = 0$ . Это же будет иметь место при любом типе машин, если  $m_{\text{пу}} \leq Z$ ;

$q_{\text{в}}$  – количество груза, находящегося в одном вагоне, т;

$Q_{\text{ч}}$  – часовая эксплуатационная производительность одной машины.

Определенное значение  $t_{\text{гр}}^{\text{в}}$  не должно превышать установленных норм [10].

В противном случае нужно скорректировать число машин или количество подач-уборок вагонов к грузовому фронту. Простой автомобиля под грузовыми операциями

$$t_{\text{гр}}^{\text{а}} = t_{\text{пз}} + t_{\text{вс}} + q_{\text{а}} / Q_{\text{ч}}, \quad (106)$$

где  $q_{\text{а}}$  – количество груза, находящегося в одном автомобиле, т.

Простой судна под грузовыми операциями, ч

$$t_{\text{гр}}^{\text{с}} = t_{\text{пз}} + t_{\text{вс}} + q_{\text{с}} / (Z \cdot Q_{\text{ч}}), \quad (107)$$

где  $q_{\text{с}}$  – количество груза, находящегося в одном судне, т.

Энергоемкость варианта механизированной перегрузки грузов может быть оценена по суммарной мощности двигателей всех задействованных в варианте машин  $\sum N$ , кВт, годовому расходу электроэнергии  $\sum A$ , кВт · ч, или удельным значениям этих величин

$$n = \sum N / Q_{\text{г}}, \quad (108)$$

$$a = \sum A / Q_{\text{г}}, \quad (109)$$

Металлоемкость варианта механизированной перегрузки грузов определяется суммарной массой  $\sum M_{\text{с}}$  работающих машин или удельной массой

$$m = \sum M_{\text{с}} / Q_{\text{г}}. \quad (110)$$

#### 4.3 Расчет стоимостных показателей

Капитальные вложения по рассматриваемому варианту определяются по укрупненным измерителям

$$K = \kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6 + \kappa_7 + \kappa_8 \quad (111)$$

где  $\kappa_1$  – расходы на приобретение машин и относящегося к ним оборудования. Определяются умножением числа машин  $Z$  на восстановительную стоимость машины  $C_z$ , которая определяется как отпускная цена завода – изготовителя увеличивается на 2-10 % (затраты на перевозку к месту работы, монтаж, испытание);

$\kappa_2$  – расходы на устройства полуавтоматического или автоматического управления машинами, если они не включены в  $\kappa_1$ ;

$\kappa_3$  – расходы на специально сооружаемые устройства, необходимые для обслуживания машин (гаражи, пункты зарядки аккумуляторных батарей, ремонтные мастерские, силовая и осветительная электросеть и т.п.);

$\kappa_4$  – расходы на сооружение железнодорожных погрузочно-выгрузочных и подкрановых путей, автопоездов и т.п.;

$\kappa_5$  – расходы на устройство складов с учетом стоимости санитарно-технического оборудования, водопроводной сети, энергоснабжения, связи, подвода сжатого воздуха, газа и т.д.;

$\kappa_6$  – расходы на бытовые устройства для удовлетворения потребностей механизаторов и рабочих, в части, отнесенной к рассматриваемым складам;

$\kappa_7$  – расходы на приобретение нового подвижного состава или модернизацию существующего, связанную с применением определенных средств механизации, а также на контейнеры, поддоны, многооборотные стропы и т.п. Необходимое количество вагонов, контейнеров и т.д.

$$S = (Q_{\text{пер}}^r \cdot t_{\text{об}} \cdot \alpha_p) / (q \cdot t_r), \quad (112)$$

где  $Q_{\text{пер}}^r$  – годовой объем перевозки груза, т;

$t_{\text{об}}$  – время оборота вагонов, контейнеров, возвратных средств пакетирования, сут;

$\alpha_p$  – коэффициент, учитывающий нахождение вагонов, контейнеров, средств пакетирования в ремонте ( $\alpha_p = 1,06 - 1,10$ );

$q$  – количество груза, находящегося в одном вагоне, контейнере, пакете, т;

$t_r$  – количество дней в году, когда осуществляются перевозки.

Следует иметь в виду, что если подвижной состав, контейнеры, поддоны и т.п. используются не только на данном грузовом пункте, но и обращаются

в замкнутых маршрутах, то величину  $\kappa_7$  надо принимать лишь в той части, которая относится к данному пункту.

$\kappa_8$  – прочие расходы, не включенные в предыдущие 7 видов.

Когда во всех сравниваемых вариантах какие-либо затраты одинаковы, то они могут не определяться и не включаться в суммарную величину  $K$ .

Для удобства рекомендуется сводить затраты по каждому варианту в таблицу, примерно по следующей форме:

**Капитальные вложения по ... варианту**

Наименование машин, устройств, сооружений, оборудования	Единицы измерения	Количество единиц	Единичная стоимость, у.е.	Сумма затрат, у.е.	Примечание
1	2	3	4	5	6

Графа 3 данной таблицы заполняется на основе расчетов числа машин, складов, устройств, оборудования, 4 – по данным учебников и справочников. Умножением данных граф 3 и 4 получают величину в графу 5. Суммирование всех чисел графы 5 дает величину капиталовложений  $K$ .

Удельные капитальные вложения определяют делением полных затрат  $K$  на годовой объем выполненных тонно-операций  $Q_T$

$$K_y = K / Q_T . \tag{113}$$

Годовые эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z} + \mathcal{E}_{\text{э}} + A + P + M + R , \tag{114}$$

где  $\mathcal{Z}$  – расходы на заработную плату;

$\mathcal{E}_{\text{э}}$  – расходы на электроэнергию и топливо;

$A$  – отчисления на амортизацию;

$P$  – отчисления на все виды ремонтов;

$M$  – расходы на обтирочные и смазочные материалы;

$R$  – расходы на быстроизнашивающуюся оснастку.

Расходы на заработную плату механизаторам и рабочим определяются в зависимости от принятой системы оплаты труда:

повременная оплата

$$\mathcal{Z} = 12\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{м}}(1 + \beta/100)Z \cdot K_{\text{см}} \sum a_3 + \mathcal{Z}_д ; \tag{115}$$

сдельная оплата и индивидуальные нормы выработки

$$З = C_{об} 12 \alpha_{вр} \alpha_{п} \alpha_{м} (1 + \beta / 100) Q_{г} + З_{д} ; \quad (116)$$

сдельная оплата и комплексные нормы выработки

$$З = \frac{7 \alpha_{п} \alpha_{вр} \alpha_{к} \alpha_{м} (1 + \beta / 100) Q_{г}}{Q_{см}^к} (r_{м} c_{чм} + r_{р} c_{чр}) + З_{д} ; \quad (117)$$

где  $\alpha_{вр}$  – коэффициент, учитывающий 12% надбавку к заработной плате

( $\alpha_{вр} = 1,12$ ) для грузов со специфически сложными условиями переработки (алебастр, апатито-нефелиновый концентрат, баллоны с газом, бензин этилированный, битум, вата минеральная и стеклянная, взрывчатые вещества, зерно россыпью в закрытых помещениях, известь, каучук, карбид кальция, кислота, кокс, купорос, магнетит, минеральные удобрения, мел, мясо, мясопродукты, нафталин, нефть и нефтепродукты, нерудные ископаемые (асбест, кварц, гипс), рыба, стружки и опилки металлические, соль, сода, стекловолокно, сера, уголь, утильсырье и металлолом, флюсы, фрезерный торф, цемент, шпалы пропитанные антисептиком, щелочи, ядовитые вещества и др.);

$\alpha_{п}$  – коэффициент, учитывающий подмены в нерабочие дни (1,19 – 1,27);

$\alpha_{м}$  – коэффициент, учитывающий районные дополнительные надбавки к зарплате, вызываемые сложными природными климатическими или экономическими условиями (1,10 – 1,80);

$\beta$  – общий процент начислений на заработную плату, включающий отчисления на социальное страхование, охрану труда и др. ( $\beta \approx 40$ );

$Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин используемых для работы по рассматриваемому варианту;

$K_{см}$  – число смен работы в течение суток (1,2,3 или 3,43 – при кругло-суточной работе);

$\sum a_3$  – суммарный месячный оклад механизаторов и рабочих обслуживающих одну погрузочно-разгрузочную машину;

$З_{д}$  – дополнительная годовая заработная плата тем работникам, которые обеспечивают устойчивую работу погрузочно-разгрузочных машин и складов (подзарядчики на зарядных пунктах, слесари, механики, электрики, наладчики, сторожа, уборщицы, рабочие на открытии и закрытии люков полувагонов и др.). Величина  $З_{д}$  устанавливается, исходя из численности работников и их заработной платы. Если эти работники обслуживают весь грузовой двор или складской район

промышленного предприятия, то  $Z_d$  принимается лишь в определенной относительной части. В соответствии с ЕНВ, например, число рабочих для открывания и закрывания люков на повышенных путях устанавливается исходя из нормы времени 0,025 чел·ч на 1 люк. Для зарядных пунктов 1 подзарядчик принимается на 8–10 работающих машин;

$C_{об}$  – суммарная сдельная расценка за переработку одной тонны груза;

$\alpha_k$  – коэффициент, учитывающий надбавки к заработной плате механизаторам и рабочим, входящим в состав комплексной бригады (I класс –  $\alpha_k = 1,25$ ; II класс – 1,20; III класс – 1,15);

$Q_{см}^k$  – комплексная норма выработки на бригаду в целом, определяемая в соответствии с разделом I ЕНВ или расчетом;

$r_m, r_p$  – количество механизаторов и рабочих, входящих в бригаду и обслуживающих одну машину или установку (приложение Е);

$C_{чм}, C_{чр}$  – часовая тарифная ставка соответственно механизатора и рабочего (приложение Ж, И).

При выборе расчетной формулы определения расходов на заработную плату следует руководствоваться следующими положениями. По ЕНВ определяют наличие или отсутствие комплексных норм выработки. Если они имеются, то используют формулу (117), а если нет, то (116). Формула (115) применяется если отсутствуют нормы выработки или не обеспечена полная загрузка всего рабочего времени или невозможен четкий учет выполняемой работы.

Расходы на электроэнергию и топливо

$$\mathcal{E}_{эТ} = \mathcal{E}_э^c + \mathcal{E}_Т + \mathcal{E}_{осв}, \quad (118)$$

где  $\mathcal{E}_{эТ}$  – расходы на силовую электроэнергию, руб;

$\mathcal{E}_Т$  – расходы на топливо, руб;

$\mathcal{E}_{осв}$  – расходы на освещение мест производства погрузочно-разгрузочных работ, руб.

При поступлении электроэнергии по троллейным проводам или силовому кабелю

$$\mathcal{E}_э^c = \eta' C_э^c \sum_{i=1}^n (N_i \eta_{дi}) T_{гi}^{\Phi}, \quad (119)$$

где  $\eta'$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в распределительной сети ( $\eta' = 1,03 - 1,05$ );

$C_э^c$  – стоимость 1 квт·ч силовой электроэнергии, руб;

$N_i$  – номинальные мощности отдельных двигателей машины, кВт (приложение М);

$\eta_{дi}$  – полный КПД  $i$ -го двигателя машины

$$\eta_{д} = (\eta_{дм} \eta_{дв}) / (\eta_{пдн} \eta_{п}), \quad (120)$$

$\eta_{дм}$  – коэффициент использования двигателя по мощности

$$\eta_{дм} = G_{ф} / G_{н}, \quad (121)$$

$G_{ф}, G_{н}$  – масса груза, фактически перемещаемая за один цикл и номинальная грузоподъемность, т;

$\eta_{дв}$  – коэффициент использования двигателя по времени

$$\eta_{дв} = \sum t_{дв} / T_{ц}, \quad (122)$$

$\sum t_{дв}$  – продолжительность операций в одном цикле, в течение которого работает данный двигатель, ч;

$T_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла машины, ч;

$\eta_{пдн}$  – паспортное значение КПД двигателя;

$\eta_{п}$  – поправочный коэффициент, зависящий от  $h_{дм}$

$$\eta_{п} = 0,801 + 0,237\eta_{дм}, \quad (123)$$

$T_{г}^{\phi}$  – число часов работы всех погрузочно-разгрузочных машин по переработке годового объема грузопереработки  $Q_{г}$

$$T_{г}^{\phi} = Q_{г} / Q_{ч}, \quad (124)$$

$Q_{ч}$  – часовая эксплуатационная производительность машины, т/ч.

Расходы на силовую электроэнергию при использовании электропогрузчиков, оснащенных аккумуляторной батареей

$$\mathcal{E}_{э}^c = 0,00181 \cdot EUQ_{г} C_{э}^c / Q_{см}, \quad (125)$$

где  $E$  – номинальная емкость аккумуляторной батареи, А·ч (приложение К);

$U$  – напряжение на зажимах аккумуляторной батареи, В (приложение К);

$Q_{см}$  – сменная производительность машины, т/см.

Расходы на топливо, если имеется норма его расхода на 1ч работы

$$\mathcal{E}_{т} = T_{г}^{\phi} q C_{т}, \quad (126)$$

где  $q$  – норма расхода топлива на 1 ч работы машины, кг (приложение Л);

$C_{т}$  – стоимость 1кг топлива, руб.

Расходы на топливо, если отсутствует норма его расхода на 1ч работы

$$\mathcal{E}_T = NT_{\Gamma}^{\Phi} \eta_{\text{дв}} [K_x + (K_n - K_x) \eta_{\text{дм}}] C_T, \quad (127)$$

где  $N$  – мощность двигателя погрузочно-разгрузочной машины, кВт (приложение М);

$K_n, K_x$  – удельный расход топлива на единицу номинальной мощности в час соответственно при номинальной загрузке двигателя и при холостом режиме его работы (таблица 22).

**Таблица 22 – Удельный расход жидкого топлива на единицу мощности и времени**

Вид горючего	Степень загрузки, %	$K_n, K_x$ , кг / кВт·ч при мощности двигателя		
		< 30	30 – 75	> 75
Бензин	75	0,46	0,45	0,44
	50	0,57	0,55	0,53
	холостой ход	0,16	0,14	–
Дизельное топливо	50	0,35	0,30	0,29
	холостой ход	0,11	0,10	0,01

Расходы на освещение мест производства погрузочно-разгрузочных работ

$$\mathcal{E}_{\text{осв}} = K_{\text{л}} (E_o / e_o) S T_{\text{осв}} P_{\text{л}} C_3^o, \quad (128)$$

где  $K_{\text{л}}$  – коэффициент, определяющий тип осветительной лампы (0,003 – лампа накаливания; 0,004 – люминисцентная лампа);

$E_o$  – норма освещенности, лк (20 лк – для крытых складов и сортировочных платформ; 5 лк – для территории грузовых дворов, открытых навалочных, контейнерных и тяжеловесных площадок, складов лесоматериалов, автопроездов, железнодорожных и подкрановых путей);

$e_o$  – световой поток одной лампы, лм (таблица 23);

$S$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$T_{\text{осв}}$  – время работы системы освещения в течение года, ч (односменная работа – 600 ч, двухсменная – 2600 ч, трехсменная круглосуточно – 4600 ч);

$P_{\text{л}}$  – мощность одной лампы, Вт (таблица 20);

$C_3^o$  – стоимость 1 кВт·ч осветительной электроэнергии.



Таблица 23 – Характеристика осветительных ламп

Мощность лампы, Вт	Световой поток, лм	
	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы
15	105 или 130	450 или 525, или 630
20	–	620 или 760, или 980
25	205 или 235	–
30	–	1100 или 1380, или 1740
40	370 или 440	1520 или 1960, или 2480
60	620 или 740	–
75	840 или 980	–
80	–	2720 или 3440, или 4320
100	1240 или 1400	–
150	1900 или 2300	–
200	2700 или 3200	–
300	4350 или 5150	–
500	8100 или 9100	–
750	13100 или 14250	–
1000	18200 или 19500	–

Расходы на амортизацию

$$A = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^a), \quad (129)$$

где 0,01 – переводной коэффициент;

$\alpha_i^a$  – норма амортизационных отчислений, % (приложение М).

Расходы на все виды ремонтов

$$P = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^p), \quad (130)$$

где  $\alpha_i^p$  – норма отчислений на ремонты, % (приложение Н).

При определении отчислений на ремонты для погрузочно-разгрузочных машин учитывается поправочный коэффициент

$$\alpha = 0,5 + \frac{T_{\phi}^r}{6000}, \quad (131)$$

где  $T_{\phi}^r$  – фактическое время работы одной машины в течение года, ч

$$T_{\phi}^r = Q_r / (Z Q_z), \quad (132)$$

$Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин, используемых при переработке  $Q_r$ .

Затраты на смазочные и обтирочные материалы

$$M = (0,15...0,20)\mathcal{E}_{\text{эт}}, \quad (133)$$

Затраты на быстроизнашивающуюся оснастку  $R$  включают стоимость замены конвейнерных лент, канатов, цепей, грузозахватных приспособлений и т.п.

$$R = (0,05...0,10)K_1, \quad (134)$$

Себестоимость переработки единицы груза ( $t$ , м<sup>3</sup>, штуки)

$$C = \mathcal{E} / Q_{\text{г}}, \quad (135)$$

Себестоимость переработки груза с учетом простоя вагонов под грузовыми операциями

$$C' = C + m_{\text{пу}} X_{\text{пу}} t_{\text{пр}}^{\text{в}} C_{\text{вч}} / (Q_{\text{сут}}^{\text{пр(ж)}} + Q_{\text{сут}}^{\text{пр(ж)}}), \quad (136)$$

где  $C_{\text{в,ч}}$  – стоимость вагоно-часа простоя, руб.

#### 4.4 Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов

Используются две основных группы методов экономической оценки инвестиций в ПТС:

- 1) методы, не учитывающие фактор времени;
- 2) методы, включающие дисконтирование.

К первой группе методов относятся следующие:

- расчет срока окупаемости инвестиций;
- определение нормы прибыли на капитал;
- метод сравнительной эффективности приведенных затрат на переработку груза;
- метод выбора капитальных вложений на основе сравнения массы прибыли;
- другие методы.

Перечисленные методы обычно называют статистическими. Они опираются на проектные, плановые и фактические данные о затратах на переработку груза. Указанные методы не в полной мере учитывают временной аспект стоимости денег, инфляционные процессы, возможные риски. Статистические методы оценки эффективности ПТС рационально применять в тех случаях, когда эксплуатационные расходы примерно равномерно распределены по годам реализации проекта и срок их окупаемости равен 5 – 8 годам.

Достоинства первой группы методов – их простота, легкая алгоритмизация, минимум исходной информации, необходимой для расчета. Поэтому эти методы нашли широкое применение на практике.

Недостатками методов этой группы является охват короткого периода времени (часто меньше жизненного цикла системы), игнорирование инфляционных процессов и временного аспекта денег, неравномерного распределения денежных потоков в течение расчетного срока функционирования ПТС.

Принципиально вся совокупность статистических методов делится на две группы:

1) методы абсолютной эффективности инвестиций в ПТС. Сюда относятся методы расчета срока окупаемости, определение нормы прибыли на капитал;

2) методы сравнительной эффективности (метод сравнительной эффективности, метод сравнения прибыли, метод накопленного сальдо денежного потока за расчетный период).

Теория абсолютной эффективности инвестиций, применительно к выбору варианта ПТС исходит из положения, что к внедрению подлежит тот вариант ПТС, который обеспечит выполнение установленных инвестором нормативов использования капитальных вложений. К таким нормативам чаще всего относятся:

- запланированный срок полезного использования ПТС;
- получение заданной нормы прибыли на капитал.

Проект ПТС подлежит внедрению, если ожидаемое значение названных показателей будет равным или большим их нормативных значений.

В соответствии с теорией сравнительной эффективности капитальных вложений, к реализации необходимо принять проект ПТС, который обеспечивает либо минимальную сумму приведенных затрат, либо максимум прибыли, либо максимум накопленного эффекта за расчетный период.

Вторая группа методов учитывает дисконтирование капитальных вложений и применяется в случае крупномасштабных проектов ПТС, реализация которых требует значительной продолжительности. К методам этой группы относятся:

- метод чистой приведенной стоимости;
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций;
- метод аннуитета.

В практике выбора варианта ПТС широко используется метод оценки сроку окупаемости инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций – это период времени, который требуется для возвращения вложенной суммы денег. Другими словами, это период времени, за который доходы покрывают единовременные затраты на реализацию проекта ПТС. Этот период сравнивается с тем сроком, который руководства заказчика считает экономически оправданным (обычно не более 5 – 7 лет).

Срок окупаемости инвестиций в реализацию проекта ПТС определяется по формуле

$$T = \frac{K_i}{\Pi_{чi} + A_i} \leq T_{\text{зо}} \quad (137)$$

где  $T$  – срок окупаемости реализованного проекта ПТС;

$K_i$  – полная сумма капитальных вложений на реализацию  $i$ -го проекта ПТС;

$\Pi_{чi}$  – чистая прибыль в первый год реализации  $i$ -го проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости;

$A_i$  – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств в расчете на год реализации проекта ПТС при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости.

$T_{\text{зо}}$  – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций в ПТС (определяется руководством МЧ или инвестором).

Часто при выборе наиболее эффективного варианта ПТС используется метод сравнительной эффективности приведенных затрат. При использовании этого метода выбор варианта ПТС осуществляется исходя из минимума приведенных затрат. Расчет ведется по следующей формуле

$$E_{\text{прив.}i} = \sum_{t=0}^{t_c} K_{ii} \eta_t + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t - K_{\text{ост}} \eta_t, \quad (138)$$

где  $K_{ii}, \mathcal{E}_{ii}$  – капитальные вложения и эксплуатационные расходы по  $i$ -му варианту ПТС в соответствующем году  $t$ ;

$\eta_t$  – коэффициент приведения (дисконтирования), учитывающий уменьшение значимости затрат, совершаемых через  $t$  лет;

$t_c$  – период суммирования расходов по рассматриваемым вариантам (зависит от принятой нормы дисконта  $E_n$ ).

$K_{\text{ост}}$  – остаточная стоимость машин или устройств, заменяемых при внедрении  $i$ -го варианта ПТС.

Для случая, когда капитальные вложения по сравниваемым вариантам одноэтапные (характерно для ситуации с внедрением ПТС) выражение (138) можно упростить, учитывая, что

$$\eta_{t=0} = \frac{1}{(1 + E_n)^{t=0}} = 1,$$

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t, \quad (139)$$

Если и эксплуатационные расходы постоянны по годам расчетного периода, то с допустимой точностью можно рассчитать приведенные расходы по формуле

$$E_{\text{прив.}i} = E_n K_{0,i} + \mathcal{E}_{0,i}, \quad (140)$$

Если стоимость ПТС, рабочей силы, топлива, энергии и другие расходы меняются со временем, то расчет приведенных расходов усложняется. Применительно к выбору варианта ПТС наиболее часто эксплуатационные расходы изменяются по линейной зависимости

$$\mathcal{E}_{ii} = \mathcal{E}_{0,i}(bt), \quad (140)$$

где  $b$  – коэффициент, учитывающий изменение эксплуатационных расходов по годам расчетного периода. Изменяется в достаточно широких пределах и зависит от темпа инфляции, а также темпа роста объема работы.

Выражение (140) представим в виде

$$E_{\text{прив},i} = K_{0,i} + \int_1^{\infty} \frac{\mathcal{E}_{0,i}(1+bt)}{(1+E_n)^t} dt, \quad (142)$$

Обозначим  $\varphi = \mathcal{E}_{0,b}$ , получим

$$E_{\text{прив},i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{\ln(1+E_n)} + \frac{\varphi}{\ln^2(1+E_n)}, \quad (143)$$

Разложив выражение  $\ln(1+E_n)$  в ряд Макларена, можно с некоторым приближением считать, что

$$\frac{1}{\ln(1+E_n)} \approx \frac{1}{E_n}. \quad (144)$$

С учетом (144) выражение (143) примет вид

$$E_{\text{прив},i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{E_n} + \frac{\varphi}{E_n^2}. \quad (145)$$

После упрощения (145) получим

$$E_{\text{прив},i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{E_n} \left( 1 + \frac{b}{E_n} \right). \quad (146)$$

### Список рекомендуемой литературы

- 1 Автомобили: Специализированный подвижной состав: Учебное пособие под ред. М.С. Высоцкого, А.И. Гришкевича. – Мн.: Выш. шк., 1989.– 240 с.
- 2 Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Машиностроение. – 336 с.
- 3 Антонец Э.Ф. Погрузочно-разгрузочные работы: Справочник. – М.: транспорт, 1972. – 288 с.
- 4 Берлин В.И., Захаров Б.В., Мельниченко П.А. Транспортное материаловедение. Учебник для вузов ж.д. транспорта. / Под ред. Б.В. Захарова. – М.: Транспорт, 1982. – 287 с.
- 5 Берлин Н.П. Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства: Учебное пособие. – Гомель: УО “БелГУТ”, 2005. – 326 с.
- 6 Голубков В.В., Киреев В.С. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства: Учебник для техникумов ж.д. транспорта. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 350 с.
- 7 Гриневич Г.П. Комплексно-механизированные и автоматизированные склады на транспорте, – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 296 с.
- 8 Гриф М.И., Зайван Р.А., Трофименков В.Ф. Автотранспортные средства с грузоподъемными устройствами для перевозки грузов в контейнерах и пакетах. – М.: Транспорт, 1989. – 159 с.
- 9 Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР: Альбом – справочник. – М.: Транспорт, 1989. – 176 с.
- 10 Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. – М.: Экономика, 1987. – 160 с.
- 11 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ: Учебник для вузов ж.д. трансп. / А.А. Тимошин, И.И. Мачульский, В.А. Голутвин, А.Л. Клейнерман, В.И. Копырина / Под ред. А.А. Тимошина и И.И. Мачульского. – М.: Маршрут, 2003. – 400 с.
- 12 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операций на предприятиях железнодорожного транспорта: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию. ч. 1, II, III. Сост. Н.П. Негрей, В.В. Скоробогатько, Г.А. Циркунов. – Гомель: БелИИЖТ, 1986. – 43 с.
- 13 Контейнерная транспортная система. / Под ред. Л.А. Когана. – М.: транспорт, 1991. – 245 с.
- 14 Падня В.А. Погрузочно-разгрузочные машины. – М.. 1981. – 448 с.
- 15 Пакетные перевозки грузов. / Под. ред. П.К. Лемешука. – М.: транспорт, 1979. – 263 с.
- 16 Прейскурант № 10-01. Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры выполняемые российскими железными дорогами. Тарифное ру-

ководство № 1, часть 1 (правила применения тарифов). – М.: Красный пролетариат, 2003. – 160 с.

17 Технические условия погрузки и крепления грузов. – М.: Транспорт, 1988. – 408 с.

18 Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М.: Юридическая фирма “Юртранс”, 2003. – 544 с.

19 Типовой технологический процесс работы грузовой станции Белорусской железной дороги. – Минск.: Белорусская железная дорога, 2005. – 244 с.

20 Туранов Х.Т., Романов В.А. Транспортно-грузовые системы на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. / Под. ред. А.М. Островского. – Новосибирск.: СТУПС (НИИЖТ), 2002. – 344 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

*(справочное)*

**Нормы периодичности и продолжительности ремонтов и технических обслуживаний погрузочно-разгрузочных машин**

Наименование машин	Вид ремонта и обслуживания	$T_{рв}$ , ч	Количество ремонтов и обслуживаний в одном цикле $n_K, n_T, n_{ТО-1},$ $n_{ТО-2}, n_{ТО-3}$	Время нахождения в ремонте и обслуживании $t_K, t_T, t_{ТО-1},$ $t_{ТО-2}, t_{ТО-3}$ , сут	
1 Автопогрузчики грузоподъемностью, т: до 2  3-5  5	ТО-1	6000	96	0,2	
	ТО-2		21	1,0	
	Т		2	3,0	
	К		1	9,0	
	ТО-1	8000	128	0,2	
	ТО-2		28	1,0	
	Т		3	4,0	
	К		1	12,0	
	ТО-1	8000	128	0,3	
	ТО-2		28	1,0	
	Т		3	5,0	
	К		1	14,0	
2 Вагонопрокидыватели	Т	3500	2	2,0	
	К	0	1	7,0	
3 Конвейеры ленточные передвижные длиной, м:  5  10  15	ТО	4800	28	0,1	
	Т		3	1,0	
	К		1	3,0	
	ТО	4800	28	0,2	
	Т		3	1,0	
	К		1	3,0	
	ТО	4800	28	0,3	
	Т		3	1,0	
	К		1	4,0	
	3 Конвейеры ленточные стационарные длиной, м:  40  80  свыше 200	ТО	4800	28	0,3
		Т		3	2,0
		К		1	5,0
ТО		4800	28	0,5	
Т			3	2,0	
К			1	6,0	
ТО		4800	28	0,6	
Т			3	3,0	
К			1	6,0	



Продолжение приложения А

Наименование машин	Вид ремонта и обслуживания	$T_{рм}$ , ч	Количество ремонтов и обслуживаний в одном цикле $n_K, n_T, n_{TO-1}, n_{TO-2}, n_{TO-3}$	Время нахождения в ремонте и обслуживании $t_K, t_T, t_{TO-1}, t_{TO-2}, t_{TO-3}$ , сут
5 Краны автомобильные грузоподъемностью, т:  до 4  6,3  10  16				
	ТО-1	5000	80	0,2
	ТО-2		450	1,0
	Т		4	6,0
	К		1	13,0
	ТО-1	5000	80	0,2
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	7,0
	К		1	19,0
	ТО-1	5000	80	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	8,0
	К		1	22,0
	ТО-1	5000	80	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	9,0
К	1		23,0	
6 Краны пневмоколесные	ТО-1	4800	60	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	9,0
	К		1	29,0
7 Краны стреловые на гусеничном ходу грузоподъемностью, т  10  16				
	ТО-1	4800	60	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	9,0
	К		1	23,0
	ТО-1	4800	60	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	10,0
К	1		29,0	
8 Краны стреловые железнодорожные	ТО-1	7680	96	0,3
	ТО-2		24	0,8
	ТО-3		-	1,0
	Т		7	5,0
	К		1	18,0

Продолжение приложения А

Наименование машин	Вид ремонта и обслуживания	$T_{\text{рп}}, \text{ч}$	Количество ремонтов и обслуживаний в одном цикле $n_{\text{к}}, n_{\text{т}}, n_{\text{то-1}}, n_{\text{то-2}}, n_{\text{то-3}}$	Время нахождения в ремонте и обслуживании $t_{\text{к}}, t_{\text{т}}, t_{\text{то-1}}, t_{\text{то-2}}, t_{\text{то-3}}, \text{сут}$
9 Краны мостовые грузоподъемностью, т: 5	Т	1200	4	5,0
	К		1	20,
свыше 5	Т	0	4	12,0
	К		1	40,0
10 Краны козловые	Т	1200	4	12,0
	К		1	40,0
11 Краны порталные грузоподъемностью, т до 3	Т	1800	6	32,0
	К		1	72,0
от 3 до 5	Т	0	6	37,0
	К		1	84,0
свыше 5	Т	0	6	42,0
	К		1	100,0
12 Погрузчики многоковшовые:				
пневмоколесные	ТО-1	5760	72	0,2
	ТО-2		18	1,0
	Т		5	5,0
	К		1	12,0
гусеничные	ТО-1	0	72	0,3
	ТО-2		18	1,0
	Т		5	5,0
	К		1	12,0
13 Погрузчики одноковшовые на базе тракторов:				
Т-74 и ДТ-75	ТО-1	5760	72	0,3
	ТО-2		18	1,0
	Т		5	6,0
	К		1	13,0
Т-100М и Т-130	ТО-1	0	72	0,3
	ТО-2		18	1,0
	Т		5	7,0
	К		1	15,0
Т-140 и Т-180	ТО-1	5760	72	0,4
	ТО-2		18	1,0
	Т		5	9,0
	К		1	19,0
	К		1	19,0

Продолжение приложения А

Наименование машин	Вид ремонта и обслуживания	$T_{рм}$ , ч	Количество ремонтов и обслуживаний в одном цикле $n_K, n_T, n_{TO-1},$ $n_{TO-2}, n_{TO-3}$	Время нахождения в ремонте и обслуживании $t_K, t_T, t_{TO-1},$ $t_{TO-2}, t_{TO-3}$ , сут	
14 Погрузчики пневмоколесные грузоподъемностью, т:  до 3	ТО-1	5760	72	0,2	
	ТО-2		18	1,0	
	Т		5	6,0	
	К		1	12,0	
	4		ТО-1	72	0,5
			ТО-2	18	1,0
			Т	5	7,0
			К	1	13,0
15 Пневмопогрузчики	ТО	4800	4	2,0	
	Т		2	4,0	
	К		1	8,0	
16 Экскаваторы пневмоколесные с ковшом вместимостью, м <sup>3</sup> :  0,40	ТО-1	5760	72	0,2	
	ТО-2		18	1,0	
	К		1	14,0	
	0,65	ТО-1	7680	96	0,3
		ТО-2		24	1,0
		Т		7	11,0
		К		1	23,0
	1,0	ТО-1	8640	108	0,4
		ТО-2		27	1,0
		Т		8	13,0
		К		1	30,0
	17 Электрокары	Т	3000	4	3,0
К		1		6,0	
18 Электропогрузчики	Т	4000	6	7,0	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Нормы периодичности и продолжительности технических обслуживаний и ремонтов основных погрузочно-разгрузочных машин, находящихся в ведении Управления Бел. ж.д.**

Наименование машины	Техническое обслуживание				Текущий ремонт		Капитальный ремонт	
	$T_{то-1}$ , сут	$t_{то-1}$ , сут	$T_{то-2}$ , сут	$t_{то-2}$ , сут	$T_r$ , сут	$t_r$ , сут	$T_k$ , сут	$t_k$ , сут
Козловой кран	10	0,2	60	0,5	6	4	3	6
Электропогрузчик	15	0,3	90	1,0	9	4	3	6
Автопогрузчик	15	0,3	90	2,0	9	4	3	16
Кран на автоходу	15	0,3	90	2,0	9	4	3	22
Тракторный погрузчик	15	0,3	90	2,0	9	5	3	20

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**Параметры тары для тарно-упаковочных и штучных грузов**

**Таблица В1 – Основные параметры для ящичной тары**

Тип ящика	Размеры, мм		
	длина	ширина	высота
Фанерный	400–1590	370–750	240–620
Дошчатый	300–1600	190–690	150–750
Решетчатый	580–1220	380–700	170–870

**Таблица В2 – Размеры и масса мешков**

Груз	Размеры мешка, мм			Масса брутто, кг
	длина	ширина	высота	
Мука, крупа	900	450–500	240–300	60–75
Рис	850–950	550–600	250–300	100
Сахар-песок	650–750	520–570	200–250	50–70
Сахар-рафинад	800	600	300	70–80
Цемент и химикаты	600–625	400–415	115–120	48–50
Асбест	850–870	630–670	140–150	25–45
Сода	950	520–560	150–200	50

**Таблица В3 – Размеры и вместимость бочек деревянных заливных и сухотарных**

Номер бочки	Вместимость, л	Размеры, мм						
		наружные				внутренние		
		высота по отвесу	диаметр		расстояние между доньями в пучке	диаметр		диаметр дна
			в пучке	головной		в пучке	головной	
1	15	350	290	262	291	266	238	248
2	25	420	334	300	357	310	277	287
3	50	540	414	370	464	384	342	352
4	100	675	515	450	599	479	424	434
5	120	770	525	450	694	489	424	434
6	150	710	613	543	625	575	516	528
7	200	770	670	595	685	632	568	580
8	250	770	740	670	685	702	642	654

**Таблица В4 – Размеры барабанов фанерных**

Тип барабана	Вме- стимост	Высота, мм	Диаметр, мм	Расстояние от торца до дна, мм	Вид затаренной продукции
I	10	218	275	20	Красители
I	25	412	310	20	Брикетируемые овощи, лекарственно-техническое сырье и красители
I	50	580	347	20	Овощи сушеные, маргарин, яичный порошок, красители и лекарственно-техническое сырье
I	75	507	458	20	Обезжиренное сухое молоко, красители и лекарственно-техническое сырье
I	100	600	458	20	Красители и лекарственно-техническое сырье
II	35	500	341	25	Сухие пигменты
III	40	500	341	–	Густотертые краски

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

### Технико-эксплуатационные параметры погрузочно-разгрузочных машин

**Таблица Г1 – Основные технические параметры малогабаритных электропогрузчиков**

Параметр	Тип модели						
	ЭП-0801	ЭП-1201	ЭП-103* ЭП(106)	ЕВ677-22	ЕВ687-22	ЭП-201	ЕВ717-33
Грузоподъемность, т	0,8	1,25	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
Высота подъема груза, мм	3000	2000	1800	2240	2500	1800	3300
Расстояние от центра тяжести груза до спинки вил, мм	500	500	500	500	500	600	600
Габариты, мм:							
длина**	2180	2710	2500	2820	2640	3150	3300
ширина	985	985	960	940	960	1350	1150
высота (строительная), мм	1960	1460 2040	1495 1995 2845	1620	1630	1600	2200
База, мм	890	1110	1000	1030	1300	1350	1200
Радиус поворота (внешний), мм	1170	1330	1600	1630	1500	2100	1925
Ширина рабочего проезда при повороте на 90 <sup>0</sup> , мм	1650	1710	2950	3200	–	–	3895
Скорость подъема вил, м/мин							
с грузом	10,2	9,0	9,0	22,0	–	9,2	10,8
без груза	16,8	10,8	12,5	22,0	–	–	13,8
Скорость передвижения, км/ч:							
с грузом	9,0	8,0	9,0	10,0	13,0	10,0	14,0
без груза	10,0	8,5	10,0	12,0	15,0	12,0	–
Аккумуляторная батарея:							
напряжение, В	24	40	40	80	80	50	80
емкость, А-ч	400	350	300	200	200	400	350
Мощность электродвигателя, кВт							
перевода передвижения (ПВ 40 %)	2×1,3	2×1,5	4,0	3,6	–	–	–
перевода гидронасоса (ПВ 25 %)	2,0	2,5	4,0	6,5			
Масса погрузчика, кг	1680	2270	2400	2490	2160	3573	3500

\* – на пневматических шинах, \*\* – с учетом длины вил

**Таблица Г2 – Технические характеристики малогабаритных автопогрузчиков**

Показатель	Тип модели				
	4020	4022-01	ВД1621.28 10 «Рекорд-1»	2FD10.13 «ТОЕТА»	FD15Z3T TCM
Грузоподъемность на вилах, т	1	2	1,25	1,5	1,5
Расстояние центра массы от спинки вил, мм	500	600	–	500	500
Высота подъема, м	1,8				
	2,8				
	4,5	4,5	2,8	3	3
Свободный объем, м	0,2	–	1,35	1,295	1,46
Угол наклона грузоподъемника, град.:					
вперед	3	3	–	6	6
назад	10	12	–	10	12
Скорость подъема, м/с	0,29	0,5	0,5	0,4	0,43
Скорость передвижения, км/ч	20,6	8	23	18	14,5
Двигатель	карбюраторный		дизельный		
	МЕМЗ-966Е	Москвич-408Н	Д2500К	ТОЕТА2	С240 РКД
Мощность, кВт	22,1	36,8	33	36,8	28,7
Масса без груза, т	1,96				
	2,1				
	2,25	3,5	2,5	2,9	2,64

**Таблица Г3 – Основные параметры мостовых кранов-штабелеров (подвесных и опорных)**

Основные технические данные	Тип штабелера			
	КШП-125, КШО-125	КШП-250, КШО-250	КШП-500, КШО-500	КШП-1000, КШО-1000
Грузоподъемность, т	0,125	0,250	0,500	1,0
Максимальная высота подъема груза, мм	–	4000	4000	4000
Скорость передвижения моста, м/мин	16	36/10	36/10	36/10
Длина моста, м	–	5–11	5–11	5–11
Вес крана-штабелера, т	0,6	1,381–2,056	1,418–2,208	1,760–2,7
Оптовая цена, руб.	915	3570	3680	3700
Восстановительная стоимость, руб	1200	4600	4800	4900





**Таблица Г4 – Основные параметры стеллажных кранов-штабелеров**

Тип	Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Скорости механизмов, м/мин		
			подъема	передвижения	выдвижения захватов
<b>ВПО «Союзподъемтрансаш» (СССР)</b>					
СА-0,5	0,5	До 14,2	0,5-25	2,5–125	8; 12,5; 16
СА-1,0	1,0	14,14			
СА-2,0	2,0	14,14			
<b>«Балканкарподъем» (НРБ)</b>					
ТС 5М; ТС 5АМ	0,5	До 12	16	80/20/3	12
ТС 10М; ТС 10АМ	1,0	12	16	80/20/3	12
ТС 20; ТС 20А	2,0	12	16	75/12/4,2	20
<b>«Зибау» (ФРГ)</b>					
15,5	0,5	До 15	25	125	32
40	1,5	40	40	160	32
40	3,0	40	40	160	32

**Таблица Г5 – Основные технико-эксплуатационные параметры погрузочно-разгрузочных машин**

Показатель	Класс		
	А	Б	В
Грузоподъемность, кг	До 60–100	800–1000	5000–20000
Число степеней свободы	4–5	4–5	4
Зона обслуживания – высота подъема груза, мм	1500–1600	1500–1600	6000–20000
Радиус действия, мм	1500–1600	1500–1800	–
Угол поворота манипулятора, град.	180–240	180–240	360
Скорости, м/с:			
подъема	0,8–1	0,3–0,4	0,4–0,5
перемещения по оси Ох	0,6–0,8	0,4–0,5	1–1,2
перемещения по оси Оу	Установочная		2–2,5
частота вращения, об/с	0,25–0,30	0,15–0,2	0,1–0,15
Число степеней свободы схвата	2	2	2
Масса, кг	300–1000	2000	До 8000
Время цикла (ориентировочное), с	6–8	20–25	45–60
Ориентировочная (лимитная) стоимость, тыс. руб	15–20	25–30	–

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
*(справочное)*

**Параметры грузовых бортовых автомобилей общего пользования**

Марка автомобиля	Грузоподъемность, т	Внутренние размеры платформ кузова, мм		
		длина	ширина	высота
УАЗ-451 ДМ	1,0	2600	1870	470
ГАЗ-52-03	2,5	3740	2170	543
ГАЗ-52-04	2,5	3060	2070	610
ГАЗ-53-А	4,0	3740	2170	680
ЗИЛ-157	4,5	3570	2090	355
ЗИЛ 130-76	6,0	3752	2326	575
ЗИЛ 133-Г2	10,0	6100	2328	575
ЗИЛ 133-ГЯ	10,0	6128	2303	575
УРАЛ-377 Н	7,5	4500	2326	715
КамАЗ-5320	8,0	5200	2320	500
КамАЗ-53212	10,0	6100	2320	500
МАЗ-5335	8,0	4965	2360	685
МАЗ-53352	8,4	6260	2360	685
КрАЗ-257 Б1	12,0	5770	2480	825

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

*(справочное)*

**Состав бригады по обслуживанию одной  
погрузочно-разгрузочной установки**

Наименование грузов, машин, установок и способов выполнения грузовых работ	Состав бригады, чел	
	$r_m$	$r_p$
1 Погрузка и выгрузка тарно-упаковочных грузов электро-, автопогрузчиками и электрокарами грузоподъемностью до 1,5 т с формированием или расформированием пакетов	1	4
2 Погрузка и выгрузка тарно-упаковочных грузов, уложенных в пакеты на поддонах, электро-, автопогрузчиками и электрокарами грузоподъемностью до 1,5 т	1	2
3 Погрузка или выгрузка тарно-упаковочных грузов погрузчиками грузоподъемностью свыше 1,5 т с формированием и расформированием пакетов	2	7-10
4 Погрузка или выгрузка тарно-упаковочных грузов, уложенных в пакеты на поддонах, погрузчиками грузоподъемностью свыше 1,5 т	2	5-6
5 Мясные грузы без упаковки с погрузкой и разгрузкой электро-, автопогрузчиками и электрокарами	1	6
6 Тяжеловесные грузы при погрузке и выгрузке козловыми, мостовыми, самоходными железнодорожными кранами, кранами на пневмоходу, электропогрузчиками	1	3
7 Контейнерные грузы при погрузке и выгрузке козловыми, мостовыми, самоходными железнодорожными кранами, кранами на пневмоходу, электропогрузчики	1	2
8 Погрузка и выгрузка металлов и металлических изделий кранами и погрузчиками	1	3
9 Погрузка и выгрузка железобетонных изделий и конструкций кранами и погрузчиками	1	2-3
10 Переработка металла в чушках и металлолома с применением электромагнитного захвата	1-2	-
11 Погрузка пачек лесных грузов кранами и автопогрузчиками	1	3
12 Погрузка лесоматериалов с формированием пачек (пакетов)	1	4
13 Выгрузка лесных грузов, перевозимых пакетами, кранами и автопогрузчиками	1	3-4
14 Погрузка, выгрузка навалочных грузов, перевозимых в полувагонах, кранами, экскаваторами, погрузчиками	1	2
15 Погрузка, выгрузка навалочных грузов, перевозимых на платформах, кранами, экскаваторами, погрузчиками	1	1

*Продолжение приложения Е*

Наименование грузов, машин, установок и способов выполнения грузовых работ	Состав бригады, чел	
	$r_m$	$r_p$
16 Выгрузка навалочных грузов на вагоноопрокидывателях, включая конвейерные системы и бункера, при суточной переработке до 50 вагонов	3	1
17 Выгрузка навалочных грузов на вагоноопрокидывателях, включая конвейерные системы и бункера, при суточной переработке свыше 50 вагонов	4	2
18 Выгрузка сыпучих грузов инерционными машинами типа ИРМ	1	1
19 Выгрузка сыпучих грузов инерционными машинами типа МВС	1	2

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

(справочное)

**Часовые тарифные ставки**

*Таблица Ж1 – Часовые тарифные ставки рабочих*

Вид работ	Часовая тарифная ставка рабочих, у.е.	
	сдельщики	повременщики
1 Погрузка-выгрузка руды, угля, угольного брикета, извести	1,04	0,97
2 Погрузка-выгрузка смерзающихся, тяжело-весных, опасных для здоровья грузов	0,94	0,88
3 Погрузка-выгрузка остальных грузов	0,83	0,78

*Таблица Ж2 – Часовые тарифные ставки механизаторов*

Системы оплаты труда	Часовые тарифные ставки механизаторов $C_{чм}$ , у.е.					
	разряды					
	I	II	III	IV	V	VI
Сдельная	0,54	0,59	0,65	0,73	0,83	0,97
Повременная	0,50	0,55	0,61	0,68	0,78	0,91

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

(справочное)

### Сведения о разрядах механизаторов и других работников МЧ

Наименование и характеристика профессии	Присваиваемый квалификационный разряд
1 Аккумуляторщик	I-IV
2 Водитель электро- и автокара грузоподъемностью, т: до 1,5 свыше 1,5	I III
3 Водитель электропогрузчика	III
4 Водитель автопогрузчика	III-V
5 Крановщик при управлении кранами любого типов грузоподъемностью, т: до 3 от 3 до 10 свыше 10	III IV-V V
6 Лебечик на штабелевке и погрузке леса	IV
7 Машинист экскаватора с ковшом вместимостью, м <sup>3</sup> : до 0,4 от 0,4 до 2,5 свыше 2,5	IV V VI
8 Машинист (тракторист) самоходных погрузчиков любых систем на базе трактора с двигателем мощностью, кВт: до 48 от 48 до 135 свыше 135	II III IV
9 Машинист (тракторист) самоходных погрузчиков любых систем на базе трактора при выполнении особо сложных работ	V-VI
10 Моторист бревнотаски, подъемника и других простейших механизмов	II
11 Оператор при ПТС	V-VI
12 Слесарь-механик, слесарь-электрик	III-VI

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**

*(справочное)*

**Номинальная емкость и напряжение аккумуляторных батарей**

Наименование и марка машины	Тип аккумуляторной батареи	U, В	E, А.ч
Электропогрузчики: КВЗ-0,2 КВЗ-0,4 4004, 4004А 4015М ЭП-103, ЭП-106 ЭП-1201, ЭП-1003 ЭП-201, ЭП-202 ЭП-303, ЭП-501 ЭП-0601 ЭП-0801	24-ТЖН-500	30,0	500
	26-ТЖН-3ООВ	32,5	300
	22-ТЖН-3ООВМ	27,5	300
	34-ТЖН-3ООВМ	42,5	300
	34-ТЖНК-3ОО	50,0	300
	40-ТЖН-400	50,0	400
	35-ТЖН-950	43,5	950
	22-ТЖН-350П	27,5	350
	22-ТЖН-400П	27,5	400
	Электроштабелеры: ЭШ-181, ЭШ-132 ЭШ-283	22-ТЖН-3ООВМ	27,5
36-ТЖН-3ООВМ		45,0	300
Электрокары: ЭТВ-05 ЭКП-750 ЭК-2 ЭК-2А		24,0	108
	26-ТЖН-250	32,5	250
	28-ТЖН-250	32,0	250
	34-ТЖН-3ОО	40,0	300
Электротягачи: ЭТ-250 ТА-0,125 АТБ-250 ТА-1-М	25-ТЖН-250	30,0	250
	22-ТЖН-3ООВМ	27,5	300
	35-ТЖН-400	40,0	400
	24-ТЖН-500	30,0	500

**ПРИЛОЖЕНИЕ Л**

*(справочное)*

**Нормы расхода топлива на один час работы машины**

Наименование и тип машин	Тип двигателя	Расходы $q_T$ , кг	
		бензина	дизельного топлива
1 Автопогрузчики: 4003, 4006, 4016, 4043, 4065, 4049 4049М, 4013, 4014, 4017, 4045 4043М, 4045Н, 4045М, 4046, 4055 4049, 4008, 4009	ГАЗ-51А ГАЗ-63 ГАЗ-63 ЗИЛ-164	5,0 6,5 6,0 9,5	– – – –
2 Краны стреловые: КС- 1562 АК-5, АК-5Г, ЛАЗ-690 ЛАЗ-690А К-51, К-52, К-61 К-46 (КС-1563) КС-2561Д К-67 (КС-2563) К-162 (КС-4561) К-102, К-103 К-104 К-106, К-123, К-124 КДЭ-161, КДЭ-251	ГАЗ-53А ЗИЛ-120 ЗИЛ-130 ЯАЗ-204 ЗИЛ-130 ЗИЛ-130 МАЗ-500А КРАЗ-257 КДМ-46 ЯАЗ-206 Д-54 К-559	8,0 4,5 6,0 – 6,0 6,1 – – 0,2 – – 0,1 –	– – – 5,0 – – 9,1 20,0 7,8 8,0 6,5 28,2
3 Погрузчики одноковшовые Т-157 Д-388, Д-442, Д-443 Д-451	КДМ-100 Д-54 Д-40	0,23 0,1 0,1	8,5 7,4 6,5
4 Экскаваторы Э-153, Э-255, Э-257, Э-258, Э-302, Э-303, Э-304, Э-352, Э-502, Э-505, Э-505А, Э-651, Э-652, Э-656 Э-801, Э-10011 Э-1004, Э-1004А, Э-1252 Э-2002, Э-2005, Э-2006	Д-35  КДМ-46 КДМ-100 2Д-6 2Д-12	0,1  0,23 0,23 – –	5,4  7,9-8,5 11,0 13,3 23,0-26,5



**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
(обязательное)

**Нормы амортизационных отчислений**

**Таблица М1 – Восстановительная стоимость, мощность двигателя и нормы амортизационных отчислений для погрузочно-разгрузочных машин**

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_z$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	$N$ , кВт
1 Автопогрузчики			
4045 М	2700	16,0	51,5
4045 Н	3090		51,5
4046 Н	3060		51,5
4049М	5940		51,5
4013	5140		51,5
4017	7165		51,5
4016	5780		51,5
4014	3515		51,5
4008	8370		73,6
4022	3655		36,8
4065	8000	51,5	
2 Вагонопрокидыватель: роторный ДЗМО с зубчатым приводом ВРС-125 башенный стационарный	75000 155000 125000	17,8	125 93 100
3 Инерционная разгрузочная машина: ИРМ-3 ИРМ-8 (для картофеля)	107000 933000	9,0	103 54
4 Конвейер ленточный стационарный длиной от 10 до 100 м при ширине ленты, мм: 650 800 1000 1200	965–5290 1110–6980 1440–8680 1980–13520	16,0	–
5 Конвейер ленточный передвижной: С-948, С-947 и ТК-13 ТК-14 УТ-1 ТК-11А, ТК-12А ЛТ-10	320 485 740 750 510	19,2	2,8 2,8 1,1 2,2 4,0
6 Конвейер пластинчатый КП-55	610	18,2	1,5
7 Механическая лопата: ТМЛ-2М ТМЛ одинарная	500 420	12,0	5,0 2,9
8 Маневровая лебедка: ЛМГ-1 ЛМГ-400/6 ЛМГ-500/12	785 2100 2285	18,9	120,0 120,0 220,0
9 Маневровый электрошпиль ШТ-1-3	900	18,9	16,0

Продолжение таблицы М1

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_z$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	$N$ , кВт
10 Маневровое устройство: МУ-6 МУ-12	2720 7690		– –
11 Погрузчик пневмоколесный непрерывного действия: Т-166М УКПС-2 ТМ-1	7500 1820 9800	14,0	27,0 7,6 55,0
12 Погрузчик тракторный одноковшовый с задней разгрузкой: Д-442 ТО-2 Т-157 М ТЛ-2ЦИНС ТЛ-3ЦИНС	4670 5110 10290 2860 4700	14,0	43,3 43,3 73,6 43,0 54,5
13 Погрузчик тракторный универсальный одноковшовый на гусеничном ходу с фронтальной разгрузкой: ТО-7 ТО-10	6350 21400	14,0	55,1 95,5
14 Погрузчик тракторный универсальный одноковшовый пневмоколесный с фронтальной разгрузкой: ТО-17 ТО-19 ТО-11	12240 19300 16080	14,0	36,8 176,1 36,8
15 Погрузчик леса тракторный с челюстным захватом: П-19А ПЛ-2 П-2С ПЛ-3 ПЛ-4С	8950 11250 9450 23500 14450	14,0	55,3 73,6 73,6 50,0 55,3
16 Разгрузчик сыпучих грузов: МВС-3М МВС-4	8370 6280	12,0	20,5 17,5
17 Разгрузчик пневматический: ТА-26 Т-27 ТА-17 ТА-18	3800 3615 3615 4850	14,3	91,8 56,8 43,8 83,6
18 Разгрузчик типа С-492 (ТР-2А)	15230	9,0	100
19 Виброразгрузчик ДП-6ХЛ	3400		34,0

Продолжение таблицы М1

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_2$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	N, кВт
20 Бурофрезерная рыхлительная машина ВРМ-80/110	13050	11,7	104,0
То же совместно с вибратором и маневровым устройством	45000		162,0
21 Вибратор накладной ЦНИИ МПС	4075		281,0
22 Кран козловой:			
816-8-00-00	4630	5,0	15,3
972-00-00	10000		28,4
К-4 М	8950		21,0
12 Д - 05	9280		23,2
КК-6	21400		53,0
с подвижной кабиной:			
ККС-10	15500	5,0	42,2
ККУ-12,5	25200		59,0
ККТС-26	63700		59,3
К20/5-32	30700		91,5
КДКК-10	23180	5,0	54,2
ККС-10	26450		42,2
ККТ-5-16-7,1	7050		28,2
КК-20-32	23580		42,0
К-305 Н	19900	5,0	59,0
3 РМЗ 20-32	19600		27,0
Кран козловой типа ККТ-3,2	5610	5,0	21,0
23 Мостовой крюковой двухбалочный кран с пролетом 10,5-34,5м, грузоподъемностью, т		5,0	
5	5400		17,5
10	10700		24,9
15	14110		57,5
20	16500		–
30	24340	–	
24 Мостовой грейферный кран грузоподъемностью, т:			
5	17190	5,0	61,8
10	23170	5,0	104,2
15	45180		228,8
20	47550		268,8
25 Мостовой магнитный кран грузоподъемностью, т:			
5	14330	5,0	–
10	16640		–
26 Мостовой электрический опорный однобалочный кран с пролетом 10,5-28,5 м грузоподъемностью, т:			
3,2	2240-3520	5,0	6,5
5	2830-4090		9,0

Продолжение таблицы М1

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_z$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	$N$ , кВт
27 Мостовой опорный кран-штабелер грузоподъемностью, т 2,0 3,2 5,0	19100 22420 25400		16,0 19,5 26,4
28 Мостовой подвесной кран-штабелер грузоподъемностью 0,5 и 1,0 т	7490	9,8	9,6
29 Стеллажный кран-штабелер грузоподъемностью, т 1,0 0,5	10800 10700	9,8	7,2 5,9
30 Портальный кран: КППГ-5-30-10,5 КППК-10-30-10,5 КППГ-16-30-10,5	104020 165150 185770	6,0	164,0 355,0 440,0
31 Стреловой поворотный железнодорожный кран: ДЭК-20 КДВ-15П КДЭ-151 КДЭ-161 КДЭ-162, 163 КДЭ-251, 252, 253	19110 14820 23400 27210 26750 30230	5,0 5,0 5,0	68,3 73,6 110,0 87,5 115,0 115,0
32 Кран гусеничный: МКГ-6,3 МКГ-10А МКГ-16	20890 23600 23600	9,1	44,1 44,1 –
33 Кран башенный: КБ-1001 КБ-160, 2А БКСМ-14ПМ 2	22150 40250 –	6,7	34,0 58,0 47,2
34 Автомобильный кран с канатной подвеской оборудования и механическим приводом: КС-2562 КС-1562В КС-2561 Д КС-2561 Е КС-2561 К КС-1562 Б МКА-6,3 КС-3561 МКА-10 М МКА-16	12040 6700 6650 7550 9310 9100 14290 16500 17300 23800	7,7 7,7	132,0 100,0 110,0 110,0 100,0 110,0 110,0 132,0 132,0 132,0

Продолжение таблицы М1

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_z$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	$N$ , кВт
35 Автомобильный кран с канатной подвеской стрелового оборудования и индивидуальным электро- и гидроприводом: КС-2563 СМК-10 КС-4561 КС-3562А	13150 14680 18700 17650	7,7	132,0 132,0 158,0 132,0
36 Автомобильный кран с жесткой подвеской стрелового оборудования и индивидуальным гидроприводом: КС-1571 КС-2571 КС-3571 КС-3562А КС-4571	11780 13900 21000 17700 29820	7,7	84,5 109,0 132,0 132,0 176,0
37 Кран пневмоколесный: МКЛ-16 КС-4361 КС-4362	34120 20020 22550	10,0	44,1 55,1 55,1
38 Экскаватор: ЭО-3211В Э-652Б Э-10011Д Э-1251Б, Э-1252Б Э-1252БС ЭО-7163	11540 12890 17130 17500 17900 21420 43450	10,0	95,5 160,0
39 Электропогрузчик трехколесный ЭП-601, ЭП-602, ЭП-603 ЭП-0801, ЭП-0802, ЭП-0803 ЭП-1201, ЭП-1202, ЭП-1203 ЭПК-0805 ЭП-1006Х 4015М	3210 3480 4070 3370 4700 1820	16,7	3,3 4,6 7,4 4,8 5,2 3,7
40 Электропогрузчик четырехколесный: ЭП-205, ЭП-206 ЭП-1008 ЭП-103, ЭП-106 ЭП-201, ЭП-202 ЭП-501 4004А, 4004, 4004АМ 4004 М 02, 04	3740 6730 3210-3600 5100-5400 12720 2250-2180 3080-2020 2080	16,7	8,7 8,7 8,0 17,0 11,2 3,8 5,4

Продолжение таблицы М1

Наименование, тип и марка машины	Восстановительная стоимость $C_z$ , у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %	$N$ , кВт
41 Электротележка (электрокар) без подъемного устройства: ЭК-2, ЭК-2А ЭК-2Б ЭТ-2040, ЭТ-204П ЭТ-1040	1240 1370 2980 2250	14,3	1,5 3,3 3,2 3,0
42 Электротележка с низкой подъемной платформой: ЭТ-1 ЭКП-750 ЭТМ-П	2250 1570 1370	14,3	3,2 1,4 1,4
43 Электротележка с подъемным краном: ЭТ-2042 ЭКБ-П-750	3320 1450	14,3	1,4 1,4
44 Электротягач: ЭТ-250 АТБ-250 ТА-1 М	1800 2680 7490	10,0	4,0 4,0
45 Электрокар с вилочным захватом: ЭТП-0,5; ЭТВ-0,5	1450	16,6	1,0
46 Штабелер электрический: ЭШ-181 ЭШ-182	5610 3740	16,6	6,0 6,0
47 Автостроп ЦНИИ-ХИИТа	4425	14,3	–
48 Захват типа спредер	21500	20,0	–

Таблица М2 – Стоимость и нормы отчислений на складские сооружения, путевое оборудование, автопроезды, бытовые и специальные устройства

Наименование и характеристика устройства	Единицы измерения при расчете стоимости	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_a$ , %
1 Крытый склад с пролетом 12-18 м и внешним расположением путей	м <sup>2</sup>	150	1,2
2 Крытая сортировочная платформа пролетом 12-18 м	м <sup>2</sup>	120	1,2
3 Крытый ангарный склад с пролетом 24 м (типовой проект № 418/4), длиной, м: 72 144 216 288	Здание То же „ „	68400 125200 174300 223500	1,2

Продолжение таблицы М2

Наименование и характеристика устройства	Единицы измерения при расчете стоимости	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_{am}$ , %
4 Крытый ангарный склад с пролетом 30 м (типовой проект № 418/4), длиной, м: 72 144 216 288	Здание То же „ „	75300 133800 186800 244300	1,2
5 Крытый ангарный склад, комбинированный склад, двухпролетный (30+30 м), сооружаемый по типовому проекту № 418/5 длиной, м: 72 144 216 288	Здание То же „ „	158100 272000 402300 515700	1,2
6 Крытый ангарный склад комбинированного типа, трехпролетный (24 м+30 м+24 м), сооружаемый по типовому проекту № 418/5 длиной, м: 72 144 216 288	Здание То же „ „	203500 356300 517300 643500	1,2
7 Пункт технического обслуживания электрогрузчиков и электротележек: на 5 машин 10 машин 40 машин	Здание То же „	89600 110700 266500	1,2
8 Стеллаж для хранения грузов в крытых складах при обслуживании кранами, штабелерами	Ячейка	15-40	8,0
9 Агрегат выпрямительный зарядный типа ВАЗ	шт.	615	14,3
10 Агрегат для зарядки аккумуляторных батарей типа ВАРЗ	шт.	465	14,3
11 Автоматическое устройство для зарядки тяговых аккумуляторных батарей типа УЗА -150-80	шт.	830	14,3
12 Преобразователи двухмашинные на зарядных станциях типа ЗП и АДН	шт.	240-1290	14,3

Продолжение таблицы М2

Наименование и характеристика устройства	Единицы измерения при расчете стоимости	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_{ам}$ , %
13 Площадка для контейнерных и тяжеловесных грузов (включая подкрановые, железнодорожные пути автопоездов и покрытие) при работе козловых кранов площадью, м <sup>2</sup> до 550 551-2300	м <sup>2</sup>	31	2,1
	м <sup>2</sup>	24	
14 Площадка для контейнерных и тяжеловесных грузов при работе мостовых кранов (включая эстакаду, железнодорожные пути, автопроезды и покрытие) площадью, м <sup>2</sup> : до 2700 2700-6400 до 12800	м <sup>2</sup>	47	2,1
	м <sup>2</sup>	42	
	м <sup>2</sup>	40	
15 Площадка для контейнерных и тяжеловесов при работе автопогрузчиков (включая железнодорожный путь и покрытие) площадью, м <sup>2</sup> : до 350 350-750	м <sup>2</sup>	30	2,1
	м <sup>2</sup>	23	
16 Гараж для хранения погрузочно-разгрузочных машин	м <sup>3</sup>	20	2,1
17 Эстакада для мостового крана металлическая железобетонная	м <sup>3</sup>	112	2,1
	м <sup>3</sup>	108	
18 Открытая площадка: покрытая сборными плитами по щебеночному или песчаному основанию с бетонным и асфальтовым покрытием со щебеночным покрытием	м <sup>2</sup>	37	2,1
	м <sup>2</sup>	11	
	м <sup>2</sup>	10	
19 Платформа высокая погрузочно-выгрузочная открытая	м <sup>2</sup>	24	12,5
20 Повышенный путь при высоте, м: 2 2,5	м	2000	2,5
	м	2300	
21 Въезд на повышенный путь	м	300	2,5



Продолжение таблицы М2

Наименование и характеристика устройства	Единицы измерения при расчете стоимости	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_{ам}$ , %
22 Типовой автоматизированный (4 работника) прирельсовый склад цемента со всем оборудованием [12, с. 172-178] вместимостью, т:			
240	шт.	65000	3,6
360	шт.	75700	
480	шт.	65560	
720	шт.	77100	
1100	шт.	131940	
1700	шт.	165670	
2500	шт.	154270	
4000	шт.	194020	
23 Типовой прирельсовый автоматизированный (5 работников) склад инертных строительных материалов с разгрузчиком С-492 [8, с. 257] вместимостью, м <sup>3</sup> :			
3000	шт.	242670	3,6
6000	шт.	304500	
9000	шт.	397240	
24 Типовой прирельсовый автоматизированный склад инертных строительных материалов (типовой проект № 409-29-335 [12, с. 261] при годовом поступлении, тыс.м <sup>3</sup> груза:			
85	шт.	404500	3,6
185	шт.	490320	
25 Прирельсовый автоматизированный (5 работников) силосный склад заполнителей бетона (типовой проект № 409-29-40 [12, с. 263-266])	шт.	505200	3,6
26 Силосные корпуса элеваторов, сборные железобетонные, на единицу вместимости:			
круглого сечения	т	19	3,6
квадратного сечения	т	27	
27 Прирельсовый зерносклад амбарного типа на единицу вместимости	т	10	3,5
28 Склад для хранения кукурузы:			
насыпью	м <sup>3</sup>	19	3,5
в початках	м <sup>2</sup>	24	
29 Силосный склад на единицу вместимости:			
цемента	т	75	3,5
песка	т	58	
30 Бункер погрузочно-выгрузочный	м <sup>3</sup>	15	9,5

Продолжение таблицы М2

Наименование и характеристика устройства	Единицы измерения при расчете стоимости	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию $q_{ам}$ , %
31 Битумохранилище	т	95	2,5
32 Сливная эстакада на единицу вместимости резервуаров	м <sup>3</sup>	2	3,0
33 Овощехранилище крытое	м <sup>3</sup>	231	3,5
34 Укладка железнодорожных путей	км.	61000	5,0
35 Резервуар металлический для хранения бензина и дизельного топлива вместимостью, м <sup>3</sup> : до 700 от 700 до 1600 1600–16000 свыше 16000	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup> м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	49 30 9 8	2,3
36 Укладка стрелочных переводов	компл.	6400	5,0
37 Прокладка линий энерго-снабжения	км.	8000	2,8
38 Сооружение воздухопроводящей сети	м	14	2,0
39 Укладка линий водопроводов	м	20	6,25

**ПРИЛОЖЕНИЕ Н**

*(обязательное)*

**Годовые нормы отчислений на ремонт**

Наименование машин, оборудования, сооружений	$a_p$ , %
1 Краны мостовые грузоподъемностью, т: 5-20 свыше 20	9,8-9,2 7,4-6,6
2 Краны козловые грузоподъемностью, т: 5-7,5 10-30	15,9-14,3 12,7-1,4
3 Краны башенные грузоподъемностью 2-5 т	13,7-7,2
4 Краны железнодорожные дизельные грузоподъемностью 10-15 т	11,1-5,9
5 Краны автомобильные грузоподъемностью 3-10 т	18,2-10,5
6 Погрузчики: многоковшовые одноковшовые	17,2 17,6
7 Автопогрузчики	16,2
8 Электропогрузчики	12,7
9 Конвейеры подвесные	13,9
10 Конвейеры ленточные длиной 40...100 м	20,7-9,9
11 Оборудование гидравлического и пневматического транспорта	12,5
12 Поддоны плоские: деревянные металлические, стоечные, ящичные	0,6 0,3
13 Площадка контейнерная	2,3
14 Крытый склад	2,0