

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”**

**Кафедра управления грузовой и коммерческой работой**

**М. М. КОЛОС**

**ПРОИЗВОДСТВО  
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ  
РАБОТ. ТЕРМИНАЛЫ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2018**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

М. М. КОЛОС

# ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ. ТЕРМИНАЛЫ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области транспорта и транспортной деятельности для обучающихся по специальности 1 - 44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте» в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2018

УДК 656.033.93 (075.8)  
ББК 39.18  
К61

**Р е ц е н з е н т ы :** заведующий кафедрой «Коммерция и логистика» канд. экон. наук, доцент учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации» *О. В. Пигунова*;  
начальник Транспортно-экспедиционного дочернего унитарного предприятия «Гомельжелдортранс» *Д. Д. Логойда*.

**Колос, М. М.**

К61 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы : учеб.-метод. пособие / М. М. Колос ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 78 с.  
ISBN 978-985-554-784-7

Приведены расчёты основных параметров транспортных терминалов, специализирующихся на переработке тарно-упаковочных грузов, контейнеров, штучных грузов в пакетах и пачках. Выбирается вариант механизированной переработки груза посредством расчета и сравнения стоимостных и натуральных показателей схем грузопереработки.

Предназначено для выполнения курсовой работы студентами специальности «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте».

**УДК 656.033.93 (075.8)**  
**ББК 39.18**

ISBN 978-985-554-784-7

© Колос М. М., 2018  
© Оформление. БелГУТ, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
<b>1 Определение расчетных объемов работы .....</b>	<b>6</b>
1.1 Выбор вагона для перевозки груза .....	6
1.2 Определение технической нормы загрузки вагона .....	8
1.2.1 Тарно-упаковочные грузы .....	8
1.2.2 Контейнерные грузы .....	10
1.2.3 Лесные грузы .....	12
1.2.4 Металлопродукция .....	15
1.3 Выбор автомобиля для перевозки груза.....	16
1.4 Определение технической нормы загрузки автомобиля .....	18
1.5 Определение расчетных суточных вагонопотоков и грузопотоков .....	18
<b>2 Разработка схем комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ</b>	<b>21</b>
2.1 Выбор склада для хранения груза .....	21
2.1.1 Склады для тарно-упаковочных грузов .....	22
2.1.2 Склады для контейнеров .....	22
2.1.3 Склады для лесных грузов .....	23
2.1.4 Склады для металлопродукции .....	24
2.2 Техничко-эксплуатационная характеристика погрузочно-разгрузочных машин .....	25
2.3 Выбор грузозахватных устройств .....	26
2.4 Разработка вариантов механизации погрузочно-разгрузочных работ на терминале .....	27
<b>3 Расчет параметров склада .....</b>	<b>33</b>
3.1 Определение площади склада методом удельных допускаемых нагрузок	33
3.2 Определение ширины склада .....	34
3.3 Определение площади склада методом элементарных площадок .....	36
3.3.1 Тарно-упаковочные грузы .....	36
3.3.2 Контейнеры .....	38
3.3.3 Пакетированные штучные грузы .....	41
3.4 Сравнение результатов расчета параметров складов .....	45
<b>4 Расчет необходимого количества погрузочно-разгрузочных машин .....</b>	<b>46</b>
4.1 Определение производительности погрузочно-разгрузочных машин и механизмов .....	46
4.2 Определение количества погрузочно-разгрузочных машин .....	47
4.2.1 Расчет количества погрузочно-разгрузочных машин с учетом структуры ремонтного цикла .....	47
4.2.2 Расчет количества подач и уборок вагонов к фронтам погрузки, выгрузки .....	48

4.2.3 Расчет количества погрузочно-разгрузочных машин с учетом перерабатывающей способности грузового фронта .....	49
4.3 Определение длины грузовых фронтов .....	50
4.4 Проверочный расчет .....	51
4.5 Определение необходимого количества автомобилей для завоза или вывоза груза .....	51
<b>5 Выбор варианта механизированной переработки груза .....</b>	<b>53</b>
5.1 Расчет стоимостных показателей схем грузопереработки .....	53
5.1.1 Капитальные вложения .....	53
5.1.2 Эксплуатационные расходы .....	54
5.1.3 Годовые приведенные затраты .....	61
5.2 Расчет натуральных показателей схем грузопереработки .....	61
5.3 Сравнение вариантов механизированной грузопереработки .....	63
<b>Список литературы .....</b>	<b>64</b>
<b>Приложение А Основные технические характеристики контейнеров .....</b>	<b>65</b>
<b>Приложение Б Масса металлоизделий .....</b>	<b>66</b>
<b>Приложение В Нормы выработки и времени при выполнении погрузочно-разгрузочных работ .....</b>	<b>67</b>
<b>Приложение Г Нормы периодичности и продолжительности ремонтов и технических обслуживаний погрузочно-разгрузочных машин .....</b>	<b>74</b>
<b>Приложение Д Стоимость терминальной инфраструктуры и нормы отчислений .....</b>	<b>76</b>
<b>Приложение Е Пример оформления плана и поперечного разреза выбранного варианта грузопереработки .....</b>	<b>78</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Организация погрузочно-разгрузочных работ на транспортных терминалах является одним из важнейших элементов доставки грузов. Терминалами называются размещенные на транспортной сети объекты, посредством которых пользователи получают доступ к услугам транспортной системы. Современные цепи поставок характеризуются участием в процессе доставки двух и более видов транспорта, которые взаимодействуют друг с другом также через систему транспортных терминалов.

На терминалах происходит прием груза к перевозке магистральным транспортом и выдача его после прибытия, укрупнение или разукрупнение грузовых партий, временное хранение грузов, перевалка груза между различными транспортными средствами или разными видами транспорта. Транспортные терминалы сглаживают неравномерность работы разных видов транспорта и используются для изменения параметров грузопотока.

От слаженной работы транспортных терминалов зависят важнейшие параметры перевозочного процесса: соблюдение срока доставки и обеспечение сохранности груза.

Целью выполняемой курсовой работы по дисциплине «Погрузочно-разгрузочные работы. Терминалы» является выбор одного из двух предложенных вариантов переработки заданного груза на транспортном терминале. Для этого определяются расчетные объемы работ на терминале, разрабатываются схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ, определяются параметры склада, рассчитывается необходимое количество погрузочно-разгрузочных машин, на основании сравнения стоимостных и натуральных показателей выбирается лучший из двух заданных вариантов переработки груза.

# **1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ОБЪЁМОВ РАБОТЫ**

## **1.1 Выбор вагона для перевозки груза**

Многообразие перевозимых грузов определяет структуру парка грузовых вагонов. Он состоит из вагонов различного типа, приспособленных для перевозки отдельных видов или групп грузов. Правильный выбор подвижного состава для перевозки в зависимости от характера и свойств перевозимого груза имеет большое значение для обеспечения сохранности груза и наиболее эффективного использования транспортных средств. Немаловажно при выборе подвижного состава и контейнеров предусмотреть минимальные транспортные расходы. Сохранность груза при перевозке в значительной степени зависит от исправности подвижного состава в коммерческом отношении и правильной погрузки, размещения и крепления груза.

При выборе подвижного состава для перевозки конкретного груза необходимо учитывать ряд факторов. Прежде всего следует руководствоваться действующими государственными стандартами и техническими условиями на предъявляемую к перевозке продукцию, в которых указаны условия транспортирования продукции, в том числе требования к выбору вида транспортных средств. Необходимо учитывать транспортные характеристики грузов и в соответствии с ними выбирать подвижной состав и контейнеры не только по виду, но и признакам пригодности их под перевозку конкретного груза, конструктивным особенностям и показателям, характеризующим вагоны и контейнеры. Необходимо обратить внимание на линейные размеры грузовых мест, возможность их размещения в вагоне или контейнере, соблюдение габарита погрузки и возможность крепления при перевозке в открытом подвижном составе.

При выборе подвижного состава необходимо учитывать возможность применения комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ как при погрузке вагонов, так и при выгрузке, а также предусмотреть рациональное использование вагонов по грузоподъемности и вместимости.

Универсальные крытые вагоны предназначены для перевозки тарно-упаковочных, пакетированных, насыпных и других грузов широкой номенклатуры, требующих укрытия и защиты от атмосферных осадков. В эксплуатации на магистральных железных дорогах находятся более десяти типов крытых вагонов с разным объемом кузова и грузоподъемностью от 64 до 68 т. Кузова могут быть цельнометаллические или с деревянной обшивкой.

Универсальные полувагоны предназначены для перевозки насыпных, навалочных, штучных, штабельных и длинномерных грузов, не требующих

защиты от воздействия атмосферной среды, например, для угля, руды, строительных материалов, труб, лесных грузов, металлопроката и др.

В эксплуатации на магистральных железных дорогах находятся более 15 типов универсальных цельнометаллических полувагонов: четырех-, шести- и восьмиосных с грузоподъемностью от 65 до 130 т.

Открытый кузов полувагона удобен для погрузки и выгрузки. В полукузова вдоль боковых стен предусмотрены разгрузочные люки, через которые сыпучий груз самотеком разгружается по обе стороны полувагона.

Торцевые двери полувагона открывают при перевозке длинномерных грузов. Отдельные типы четырехосных и восьмиосных полувагонов имеют глухие торцевые стены.

Универсальные платформы предназначены для перевозки колесных и гусеничных машин, штучных, лесных, громоздких, длинномерных и других грузов, не требующих укрытия и защиты от воздействия атмосферной среды.

Основной тип платформы – четырехосная, грузоподъемностью от 70 до 73 т, с металлическими бортами из гнутых профилей и с клиновыми запорами бортов.

Кроме универсальных существуют специализированные вагоны, которые обеспечивают сохранность перевозимых грузов, комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ, снижают простои под грузовыми операциями, позволяют лучше использовать грузоподъемность и вместимость. Они подразделяются на специализированные вагоны, имеющие особые формы кузова, устройства, оборудование и приспособления, и специализированные вагоны, модернизированные из универсальных.

В курсовой работе необходимо для заданного груза выбрать тип подвижного состава [1], привести схему вагона в двух проекциях, указав основные размеры (рисунок 1.1). Технические характеристики вагона сводятся в таблицу по форме, приведенной в таблице 1.1.

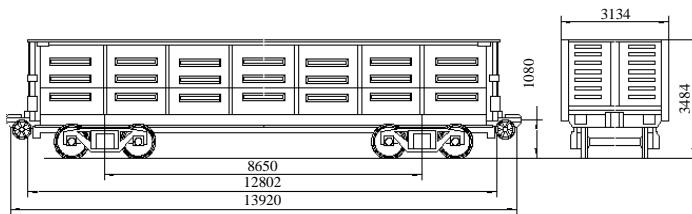


Рисунок 1.1 – 4-осный полувагон, модель 12-753

Таблица 1.1 – Основные параметры вагона

Тип подвижного состава, модель	Грузоподъемность, т	Внутренние размеры кузова, мм			Длина по осям автосцепок, м	Объем кузова*, м <sup>3</sup>
		Длина	Ширина	Высота		
4-осный полувагон, модель 12-753	69	12324	2878	2060	13920	74
* Для платформ указывается площадь пола, м <sup>2</sup> .						



## 1.2 Определение технической нормы загрузки вагона

Технической нормой загрузки называется оптимальное количество рациональным способом подготовленного груза, который может быть погружен в данный тип транспортного средства (вагона, автомобиля) или контейнера при наилучшем использовании их грузоподъемности и вместимости.

### 1.2.1 Тарно-упаковочные грузы

Тарно-упаковочные грузы могут быть перевезены с формированием транспортного пакета на поддоне. Наибольшее распространение получили многооборотные поддоны из древесины. Основной из них – европоддон (европаллет) размерами 800×1200×145 мм, произведенный в соответствии с международным стандартом UIC 435-2. Этот стандарт имеет аналог на отечественном рынке – ГОСТ 9557–87.



Рисунок 1.2 – Европоддон

Конструктивно европоддон является четырехзаходным, состоит из двух настилов и шашек между ними (рисунок 1.2). 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.

Транспортный пакет – укрупненное грузовое место, сформированное из отдельных мест груза в таре или без нее, скрепленных между собой с помощью универсальных или специальных средств пакетирования разового или многократного пользования, позволяющих обеспечивать безопасное выполнение погрузочно-разгрузочных и складских работ при перевозке грузов, соответствующих установленным стандартам, техническим условиям на продукцию, ее тару и упаковку и иным актам.

В качестве средств скрепления пакетов применяются стропы, обвязочные пояса, стяжки, обвязочные ленты, склеивающие ленты, проволока, пакетирующая усадочная пленка.

Пакетирующая усадочная пленка, обычно полиэтиленовая, охватывает не только пакетированный груз, но и сам поддон и имеет достаточную прочность. Сжимающее усилие пленки, равномерно распределено по всем граням пакетированного груза, хорошо удерживает от смещения, а прозрачность пленки позволяет наблюдать за состоянием груза во время перегрузки, хранения и перевозки. Эта упаковка дает оптимальную защиту против

дождя, грязи, пыли, позволяет хранить пакетированный груз на открытых площадках.

Перед расчетом технической нормы загрузки в курсовой работе составляется схема формирования транспортного пакета. На рисунке 1.3 показан пример такой схемы для ящиков с линейными размерами 600×350 мм.

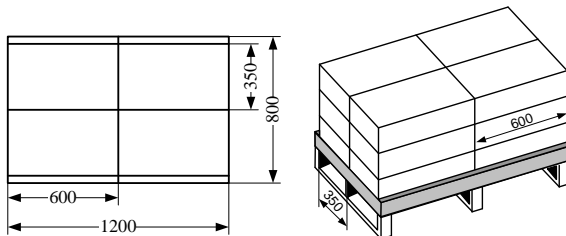


Рисунок 1.3 – Схема формирования транспортного пакета на поддоне

При перевозке в крытых вагонах параметры транспортного пакета, сформированного из грузов с применением многооборотного поддона размерами 800×1200 мм, не должны превышать 840×1240 мм, то есть допускается свес груза на 20 мм с каждой из сторон. Погрузка пакетов с модулем 800×1200 мм в вагон наиболее рациональна в два яруса. Максимальная высота пакета в этом случае составляет: 1150 мм для крытых вагонов вместимостью 106 м<sup>3</sup>; 1350 мм для вагонов вместимостью 120 м<sup>3</sup>.

Масса транспортного пакета с учетом допустимой грузоподъемности поддона

$$G_{\text{пак}} = N_{\text{ящ}} q_{\text{ящ}} + q_{\text{по}}, \quad (1.1)$$

где  $N_{\text{ящ}}$  – количество ящиков на поддоне, шт.;

$q_{\text{ящ}}$  – масса брутто одного грузового места (ящика), т;

$q_{\text{по}}$  – масса поддона и средств скрепления, т;  $q_{\text{по}} = 0,025$  т.

В курсовой работе принимается, что масса транспортного пакета (поддон с размещенным на нем грузом, скрепленный специальными средствами) не должна превышать 1 т.

Пакеты устанавливаются длинной стороной по ширине вагона в два яруса по высоте. Схемы загрузки крытых вагонов представлены на рисунке 1.4. (цифрами обозначен порядок установки пакетов в вагоне, причем сверху указаны пакеты первого яруса, а внизу – второго).

Техническая норма загрузки вагона

$$P_{\text{тех}}^{\text{ваг}} = G_{\text{пак}} n_{\text{пак}}^{\text{ваг}} \leq P_{\text{гр}}^{\text{ваг}}, \quad (1.2)$$

где  $G_{\text{пак}}$  – масса транспортного пакета, т;

$n_{\text{пак}}^{\text{ваг}}$  – количество транспортных пакетов в вагоне, шт.;

$P_{\text{гр}}^{\text{ваг}}$  – грузоподъемность вагона, т.

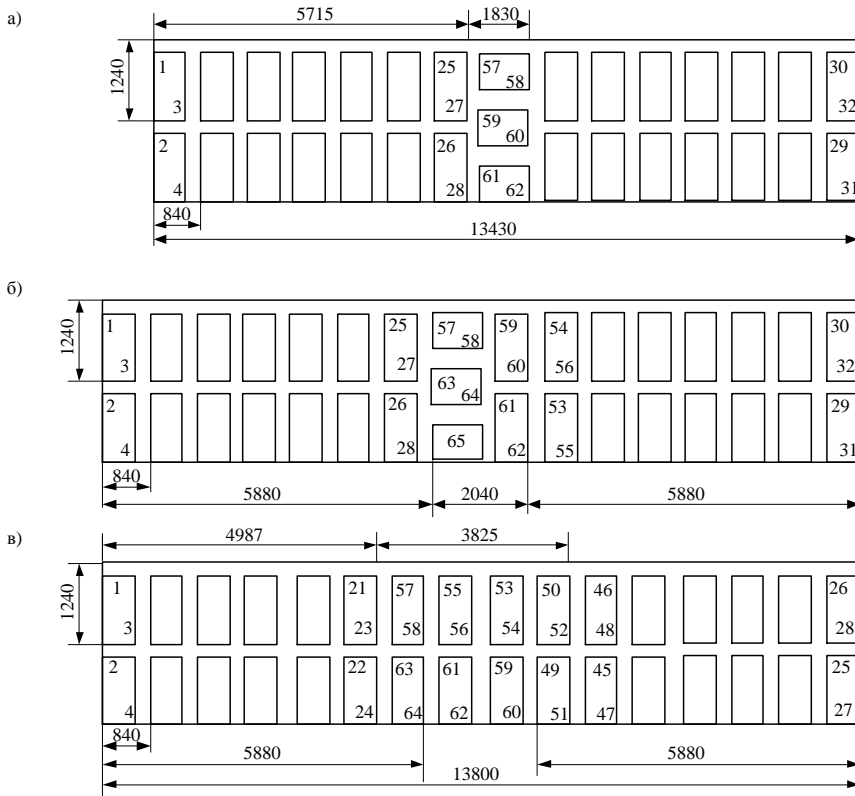


Рисунок 1.4 – Схема размещения пакетов в крытых вагонах:  
*a* – в вагоне вместимостью 106 м<sup>3</sup>; *б* – в вагоне вместимостью 120 м<sup>3</sup>;  
*в* – в вагоне вместимостью 120 м<sup>3</sup> и уширенным дверным проемом

### 1.2.2 Контейнерные грузы

В соответствии со Стандартом ИСО 830–1981 грузовой контейнер – предмет транспортного оборудования:

а) имеющий постоянный характер и поэтому достаточно прочный, чтобы быть пригодным для многократного использования;

в) специальной конструкции, позволяющей удобную перевозку грузов одним или несколькими видами транспорта без промежуточной разгрузки;

с) снабженный приспособлениями, позволяющими его быструю перегрузку, в частности, передачу с одного вида транспорта на другой;

д) изготовленный таким образом, чтобы его было легко загружать и разгружать;

е) имеющий внутренний объем 1 м<sup>3</sup> или более.

Универсальные контейнеры включают те, которые не были первоначально или специально предназначены для особой категории груза. Эта группа подразделяется по конструкции и/или средствам выполнения загрузки (упаковки) и выгрузки.

Контейнеры для специальных грузов предназначены для грузов, чувствительных к температуре, для жидкостей и газов, несележивающихся твердых сыпучих грузов и для особых категорий, например, автомашин. Эта группа подразделяется по соответствующим физическим характеристикам контейнера, например, способности поддерживать заданную температуру в определенных условиях, испытательному давлению и т.д.

Контейнер крупнотоннажный – контейнер с максимальной массой брутто равной 10 тонн и более. В углах крупнотоннажных контейнеров расположены верхние и нижние фитинги (рисунок 1.5), представляющие собой детали специальной конструкции, обеспечивающие захват контейнеров погрузочно-разгрузочными машинами, крепление к подвижному составу железнодорожного и автомобильного транспорта, а также крепление контейнеров при складировании их на площадках и при перевозке морским транспортом. В нижней продольной балке контейнера предусмотрены пазы для вилочного захвата.

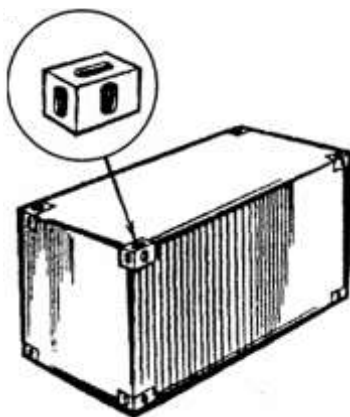


Рисунок 1.5 – Захватные устройства (фитинги) крупнотоннажных контейнеров

Классификация основных типов универсальных крупнотоннажных контейнеров, их условные обозначения и основные параметры приведены в приложении А.

Для перевозки крупнотоннажных контейнеров применяют специализированные платформы. Для крепления контейнеров на платформах предусмотрены стопорные устройства (упоры), которые выступают над плоскостью пола платформы и при установке контейнера входят в отверстия его угловых фитингов, надежно фиксируя контейнер на платформе от продоль-

ных и поперечных перемещений. При погрузке контейнеров используют только те упоры, которые расположены на расстоянии, соответствующем длине данного контейнера, а остальные приводят в нерабочее положение.

Для грузов, перевозимых в контейнерах, техническая норма загрузки определяется по формуле

$$P_{\text{тех}}^{\text{ваг}} = G_{\text{конт}}^{\text{нетто}} n_{\text{конт}}^{\text{ваг}}, \quad (1.3)$$

с учетом ограничения  $G_{\text{конт}}^{\text{брутто}} n_{\text{конт}}^{\text{ваг}} \leq P_{\text{гр}}^{\text{ваг}}$ ,

где  $G_{\text{конт}}^{\text{нетто}}$ ,  $G_{\text{конт}}^{\text{брутто}}$  – соответственно масса нетто и брутто загруженного контейнера, т;

$n_{\text{конт}}^{\text{ваг}}$  – количество контейнеров на платформе, контейнер.

Схему размещения контейнеров на платформе (рисунок 1.6) необходимо привести в пояснительной записке, указать основные размеры.



Рисунок 1.6 – Схема размещения 20-футовых контейнеров на специализированной платформе для перевозки крупнотоннажных контейнеров

### 1.2.3 Лесные грузы

По степени обработки, а также условиям перевозки и хранения все лесные грузы делятся на три группы: круглые лесоматериалы, пиломатериалы и шпалы, изделия из древесины. Наиболее важными характеристиками лесоматериалов является твердость, удельная масса, влажность, цвет, запах и наличие пороков древесины. Основной единицей учета лесоматериалов является плотный кубический метр – единица объема древесины без учета зазоров между отдельными бревнами, брусьями, досками и т. д.

Номенклатура и сортименты лесных грузов определены ГОСТами. В зависимости от длины и диаметра круглый лес делят на три группы: длинномерный, средних размеров, короткомерный. Пиломатериалы разделяются на доски, бруски, шпалы и брусья.

Перевозки круглого леса осуществляются как в пакетах, так и в непакетированном виде. Размеры пакетов лесных грузов установлены ГОСТ 16369–96, требования к транспортным пакетам и блок-пакетам – ГОСТ 19041–85. Блок-пакет представляет собой несколько пакетов, соединённых между собой для ускорения погрузочно-разгрузочных работ. Размеры пакетов с лесными грузами приведены в таблице 1.2.

**Таблица 1.2 – Размеры поперечного сечения пакетов с лесными грузами**

Пакетируемая продукция	Размеры поперечного сечения пакетов, мм	
	ширина	высота
Пиломатериалы	1250–1350*	1250–1450
	1250–1350	600–700
	1000–1200	1000–1200
	1000–1200	500–600
	800–900	800–900
	500–650	500–625
Круглые лесоматериалы	2500–2800**	1600
* Пакеты формируются с применением стропов многооборотных полужестких типа ПС-01 по ГОСТ 14110–97.		
** Пакеты формируются с применением стропов многооборотных полужестких типа ПС-04 или ПС-05 по ГОСТ 14110–97 в зависимости от массы пакета.		

Круглый лес пакетируют с использованием многооборотных стропов по ГОСТ 14110–97. Характеристики полужестких многооборотных стропов приведены в таблице 1.3. Схема многооборотного стропа (тип ПС-04) для лесных грузов приведена на рисунке 1.7. Пиломатериалы транспортируют только в пакетированном виде с использованием многооборотных стропов по ГОСТ 14110–97 или одноразовых средств пакетирования (обвязок). В транспортные средства лесоматериалы укладывают штабелями, которые формируются из отдельных бревен или пакетов.

Лесоматериалы грузят штабелями встык вдоль вагона, предварительно сортируют, чтобы в вагоне в каждом штабеле были один размер по длине и толщине в пределах государственных стандартов. Лесоматериалы, не помещающиеся по длине внутри кузова полувагона, перевозят с одной или двумя открытыми торцевыми дверями. Прогрессивный способ погрузки, позволяющий грузить в каждый вагон до 15 м<sup>3</sup> лесных грузов – это использование верхней суженной части габарита над бортами полувагона («шапка»).

На рисунке 1.8 представлен общий вид «шапки» из пиломатериалов. Для упрощения расчетов в курсовой работе принимается, что лесные грузы размещаются вдоль вагона только в прямоугольной его части, то есть без «шапки».

**Таблица 1.3 – Характеристики стропов для лесных грузов**

Тип стропа	Грузоподъемность, кг	Размер сечения пакетов, мм		Вид пакетируемой продукции	Длина пакета, м
		ширина	высота		
ПС-01	3000	1350	1300	Пиломатериалы	1,0–6,5
ПС-04	3000	2800	1600	Пиломатериалы, круглый лес	1,0–3,0
ПС-05	7500	2800	1600	Круглый лес	3,0–8,0

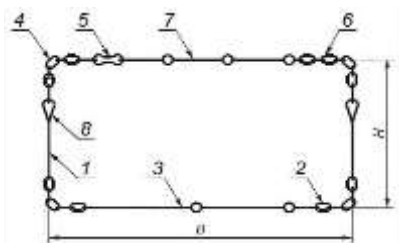


Рисунок 1.7 – Стропы многооборотные (тип ПС-04):  
 1 – грузовая тяга; 2 – нижняя гибкая вставка или соединительное звено; 3 – нижняя несущая стяжка; 4 – гибкий замыкающий конец; 5 – петлевой замок; 6 – верхняя гибкая вставка; 7 – замыкающая стяжка; 8 – маркировочная табличка

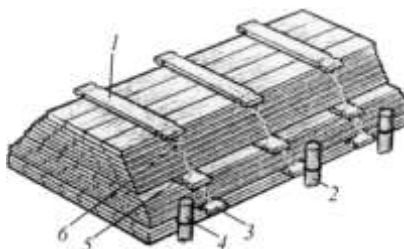


Рисунок 1.8 – Общий вид «шапки» из пиломатериалов:  
 1 – верхние поперечные бруски; 2 – верхние поперечные крепления; 3 – удлиненные прокладки; 4 – боковые стойки; 5 – промежуточные прокладки; 6 – проволочные увязки «шапки»

Круглый лес и пиломатериалы в прямоугольной части габарита погрузки размещают в два и более штабеля. В зависимости от длины лесоматериалов вдоль вагона могут размещаться 2, 3 или более штабелей (рисунок 1.9).

Пакеты лесоматериалов длиной свыше 2,0 м в полувагоне размещают с использованием основного или зонального габарита погрузки без установки ограждающих торцевых щитов. Зазоры между штабелями, а также между штабелями и дверями (торцевыми стенами) полувагона допускаются не более 200 мм.

В курсовой работе для определения технической нормы загрузки вагона лесными грузами необходимо самостоятельно определить размеры штабеля (пакета) с грузом, которые зависят от пакетирующих материалов или принимаются кратными внутренним размерам кузова вагона с учетом зазоров. Схему размещения пакетов с лесными грузами необходимо привести в пояснительной записке.



Рисунок 1.9 – Размещение круглого леса в вагоне

Выбрав линейные размеры и объем одного пакета лесных грузов, необходимо определить массу груза в одном пакете

$$G_{\text{пак}} = l_{\text{пак}} h_{\text{пак}} b_{\text{пак}} k_{\gamma} \gamma = V_{\text{пак}} k_{\gamma} \gamma, \quad (1.4)$$

где  $l_{\text{пак}}, h_{\text{пак}}, b_{\text{пак}}$  – соответственно длина, высота и ширина пакета, м;

$k_{\gamma}$  – коэффициент укладки лесных грузов,  $k_{\gamma} = 0,8-0,9$ ;

$\gamma$  – объемная масса лесных грузов (таблица 1.4).

$V_{\text{пак}}$  – объем пакета с лесными грузами, м<sup>3</sup>;

**Таблица 1.4 – Объемная масса лесных грузов**

Наименование	Лес малой плотности	Лес средней плотности	Лес высокой плотности
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	540	550–740	750

Техническая норма загрузки полувагона пакетами с лесными грузами определяется по формуле (1.2).

#### 1.2.4 Металлопродукция

Черные металлы и металлоизделия по условиям перевозки, перегрузки и хранения делятся на следующие основные группы: чугуны и ферросплавы, сталь и стальной прокат, метизы.

Способы транспортировки металлов и металлоизделий определяют ГОСТ и правила перевозок. В основном перевозку осуществляют в связках и пакетами (пачками).

Связка, пакет (пачка) – укрупненное грузовое место, сформированное из отдельных единиц груза, скрепленных между собой с помощью универсальных или специальных средств пакетирования. Термин «связка» обычно применяется в отношении круглых или шестигранных в поперечном сечении пакетов, обвязанных проволокой.

Мелкосортную круглую сталь и трубы малого диаметра формируют в круглые или шестигранные пакеты массой от 3 до 5 т, длиной от 1,1 до 14 м. Пакеты обвязывают стальной лентой и круглозвенными цепями, многообразными стропами из полосовой стали.

Двутавровые балки, швеллеры и металлические трубы среднего диаметра формируют в пакеты прямоугольной или квадратной формы с обвязкой полужесткими многооборотными стропами.

Листовую и полосовую сталь пакетируют в пачки, прочно обвязываемые в продольном и поперечном направлениях. Пачки массой 5–25 т из листового и сортового проката формируют в соответствии с заказами потребителей.

Схемы размещения металлопродукции в полувагонах приведены в [2]. В курсовой работе необходимо, с учетом данных приложения Б, определить



линейные и объемные размеры пакета или пачки, массу пакета или пачки с металлопродукцией, привести схему размещения груза в вагоне (рисунок 1.10), указать основные размеры.

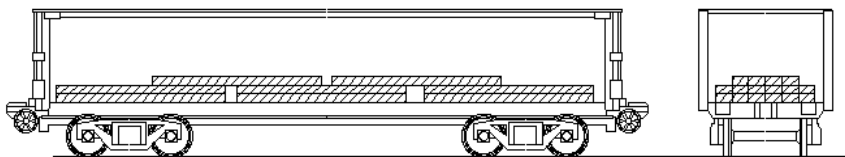


Рисунок 1.10 – Схема размещения сортовой прокатной стали в вагоне

Для упрощения расчетов в курсовой работе пакеты с трубами и металлопрокатом формируются прямоугольными, а не шестигранными. Пакеты с металлопродукцией формируются таким образом, чтобы длина и ширина пакета была кратна соответственно внутренней длине и ширине полувагона. Например, ширина пакета может быть равна ширине полувагона или 1/2 ширины вагона; длина пакета может быть принята равной длине полувагона, 1/2 или 1/3 длины вагона. При определении длины и ширины пакета необходимо учитывать наличие зазоров между соседними пакетами, между пакетами и кузовом. В курсовой работе принимается, что величина таких зазоров между смежными пакетами, а также между пакетом и бортом вагона как по ширине, так и по длине вагона не должна превышать 100 мм, в противном случае используют деревянные щиты, упорные и распорные бруски и другие реквизиты креплений грузов в вагоне. Исходя из приблизительной ширины пакета рассчитывается количество труб или стержней арматуры в пакете по ширине, окончательно определяется ширина пакета. Масса одного пакета ограничивается в пределах 4–6 тонн исходя из грузоподъемности погрузочно-разгрузочных машин. На основании известной массы одной трубы, стержня арматуры, листа металла определяется количество труб, стержней или листов в пакете, находится высота пакета. Определяется количество пакетов в полувагоне.

Техническая норма загрузки полувагона металлопродукцией определяется по формуле (1.2).

### 1.3 Выбор автомобиля для перевозки груза

Для перевозок грузов используется грузовой подвижной состав: грузовые автомобили, автомобильные прицепы и полуприцепы различной грузоподъемности.

Классификация грузовых автотранспортных средств учитывает широкий спектр различных параметров, характеризующих, например, конструкционные особенности, грузоподъемность, общую массу, тип двигателя.

Учитывая характеристики и свойства перевозимого груза, важнейшей классификационной характеристикой является тип кузова.

По типу кузова различают автотранспортные средства с закрытым типом кузова (тентованный кузов; кузов-контейнер; рефрижераторный кузов; изо-термический кузов; цистерна) и с открытым типом кузова (бортовой; контейнеровоз; лесовоз; зерновоз; автовоз; самосвал).

По составу транспортных средств, обеспечивающих перевозку, различают одиночное транспортное средство и автопоезд. Автопоезда могут формироваться из автомобиля и прицепа или из седельного тягача и полуприцепа. Седельный тягач – вид грузового тягача, работающий с полуприцепами, присоединяемыми к машине с помощью специального седельно-сцепного устройства.

Для перевозки тарно-штучных грузов на поддонах (европаллетах) чаще всего используется седельный тягач с тентованным полуприцепом. Тентованный кузов полуприцепа предназначен для большинства типов грузов (если нет ограничения по габаритам или температурному режиму). Загрузка может осуществляться сзади, сверху или сбоку. Могут быть с бортами и без бортов (в этом случае вместо бортов установлены деревянные или металлические стойки), с полной или частичной растентовкой (только задняя, задняя и боковая, задняя и верхняя, все три вида), крыша может быть жесткой или выполнена из того же материала, что и тент.

Для перевозок грузов, устойчивых к внешним погодным воздействиям, таких как изделия из металла, кирпич, трубы, пакетированные лесо- и пиломатериалы, чаще всего используют бортовые автомобили в виде одиночного транспортного средства или автопоезда, состоящего из автомобиля и прицепа. Бортовой кузов представляет собой площадку с бортами, чаще всего открытую или закрытую пологом.

Для перевозок контейнеров применяют седельные тягачи в сочетании с полуприцепом-контейнеровозом. Контейнерная площадка полуприцепа имеет жесткую усиленную раму и устройство для крепления контейнеров. Рама может быть раздвижной, что позволяет изменять ее длину для перевозок 20-футовых или 40-футовых контейнеров.

Выбор автомобильного подвижного состава осуществляется с учетом наименования заданного груза и определенной выше массы пакета (пачки).

В курсовой работе приводятся основные характеристики выбранного автомобиля (седельного тягача и полуприцепа) и его схема с основными габаритными размерами. Примеры приведены в таблице 1.5 и на рисунке 1.11.

**Таблица 1.5 – Основные параметры автомобиля МАЗ 631208-020-010**

Наименование параметра	Значение параметра
Колёсная формула	6×4
Полная масса автомобиля, т	26,45
Грузоподъёмность, т	14,25
Площадь платформы, м <sup>2</sup>	18,1

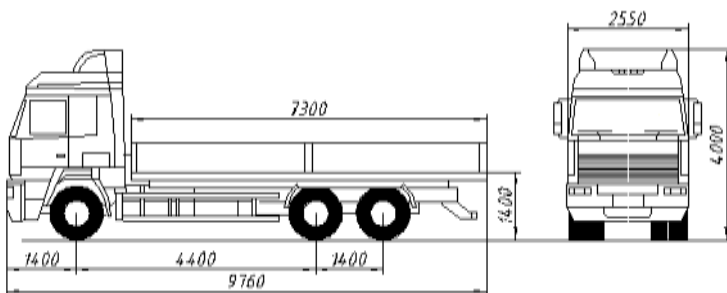


Рисунок 1.11 – Автомобиль МАЗ 631208-020-010

#### 1.4 Определение технической нормы загрузки автомобиля

Техническая норма загрузки автомобиля определяется по формулам:

– при загрузке грузами в пакетах

$$P_{\text{тех}}^{\text{авт}} = G_{\text{пак}} n_{\text{пак}}^{\text{авт}} \leq P_{\text{гр}}^{\text{авт}} ; \quad (1.5)$$

– при загрузке контейнерами

$$P_{\text{тех}}^{\text{авт}} = G_{\text{конт}}^{\text{нетто}} n_{\text{конт}}^{\text{авт}} ; \quad (1.6)$$

– с учетом ограничения  $G_{\text{конт}}^{\text{брутто}} n_{\text{конт}}^{\text{авт}} \leq P_{\text{гр}}^{\text{авт}}$ ,

где  $n_{\text{пак}}^{\text{авт}}$ ,  $n_{\text{конт}}^{\text{авт}}$  – соответственно количество пакетов или контейнеров, размещаемых в автотранспортном средстве, шт.;

$P_{\text{гр}}^{\text{авт}}$  – грузоподъемность автотранспортного средства, т.

В курсовой работе приводится схема загрузки автомобильного подвижного состава (пример – на рисунке 1.12), указываются основные размеры.

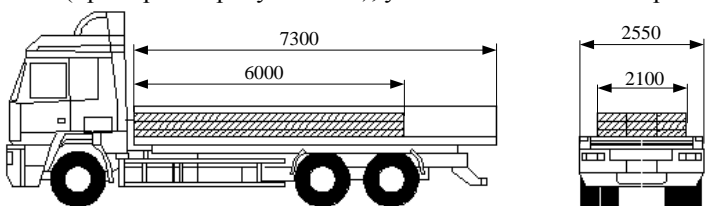


Рисунок 1.12 – Схема размещения сортовой прокатной стали в автомобиле

#### 1.5 Определение расчетных суточных вагонопотоков и грузопотоков

Суточный объем грузопереработки на складе

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{г}}}{365}, \quad (1.7)$$

где  $Q_{\text{г}}$  – годовой объем грузопереработки, тыс. т.

Среднесуточный вагонопоток, который прибывает или отправляется с терминала,

$$m_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{P_{\text{тех}}^{\text{ваг}}} . \quad (1.8)$$

Для определения количества машин и механизмов, которые будут обеспечивать переработку заданного объема грузов с высокой степенью надежности необходимо рассчитать расчетный вагонопоток. Расчетный вагонопоток учитывает вероятностные колебания грузо-, вагонопотоков и определяется следующим образом:

$$m_{\text{сут}}^{\text{р}} = m_{\text{сут}} + t_{\beta} \sigma , \quad (1.9)$$

где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение величины вагонопотока, ваг.,

$$\sigma = a(m_{\text{сут}})^b , \quad (1.10)$$

$a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты;

$t_{\beta}$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от уровня доверительной вероятности (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Значения коэффициента  $t_{\beta}$

Уровень доверительной вероятности	0,8	0,83	0,85	0,87	0,9	0,92	0,95	0,98	0,99
Коэффициент $t_{\beta}$	1,282	1,371	1,439	1,513	1,643	1,750	1,960	2,325	2,576

Расчетный суточный грузопоток

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р}} = m_{\text{сут}}^{\text{р}} P_{\text{тех}}^{\text{ваг}} . \quad (1.11)$$

Расчетное количество грузов, размещаемое на складе

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р(скл)}} = (1 - \alpha) Q_{\text{сут}}^{\text{р}} , \quad (1.12)$$

где  $\alpha$  – доля переработки груза по «прямому варианту».

По заданию в курсовой работе определенная доля грузопотока перерабатывается «по прямому варианту». Оставшаяся доля грузопотока – по схеме «автомобиль – склад – вагон» или «вагон – склад – автомобиль». Технологическая схема переработки груза по отправлению железнодорожным транспортом с долей переработки груза по «прямому варианту» в 10 % представлена на рисунке 1.13.

Расчетное суточное количество грузов, перерабатываемое погрузочно-разгрузочными машинами и механизмами,

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р(мех)}} = (2 - \alpha) Q_{\text{сут}}^{\text{р}} . \quad (1.13)$$

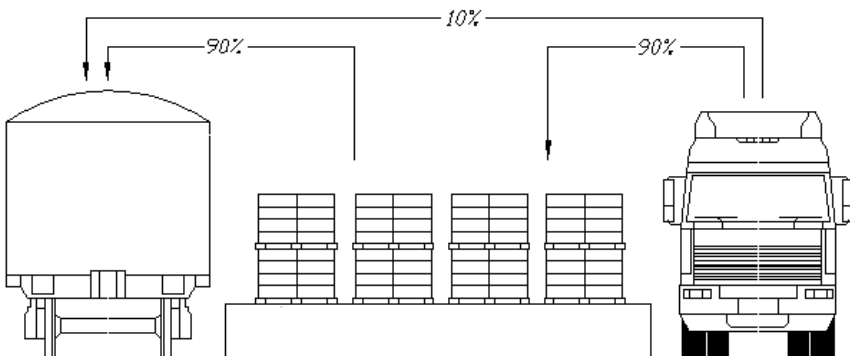


Рисунок 1.13 – Технологическая схема переработки груза

Преимущества переработки по «прямому варианту»:

- ускорение доставки груза;
- повышение сохранности груза (из-за меньшего числа перегрузок);
- сокращение затрат на строительство и содержание склада;
- сокращение затрат, связанных с переработкой груза (работа погрузочно-разгрузочных машин, механизмов, персонала).

Недостатки переработки груза по «прямому варианту» связаны с трудностями в организации такой работы из-за несоответствия технических, эксплуатационных параметров транспортных средств и разного режима работы транспортных предприятий:

- необходимость обеспечения чёткой и координированной работы автомобильного и железнодорожного транспорта;
- необходимость наличия значительного количества автомобилей.

## **2 РАЗРАБОТКА СХЕМ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Выбор склада для хранения груза**

Склад – это комплекс производственных зданий, инженерных сооружений, подъемно-транспортных машин и оборудования, средств вычислительной техники и автоматики, управляющих, регулирующих и контролирующих работу. Они служат для создания запасов сырья, полуфабрикатов, готовых изделий, для сглаживания разницы между циклами добычи, производства, перемещения и потребления, а также для создания стратегических резервов.

По роду груза, подлежащего хранению, склады подразделяются на универсальные и специализированные. Универсальные предназначены для хранения различных видов грузов, а специализированные – для определенного рода груза.

В зависимости от назначения и месторасположения различают склады, расположенные в пунктах добычи, заготовки или производства груза и служащие для его передачи на транспортную сеть; местах перевалки грузов с одного вида транспорта на другой, а также склады государственных запасов или текущего снабжения (железнодорожные, портовые, фондовые, базисные, оптовые); расположенные в пунктах потребления груза, в которых хранятся грузы, необходимые для производственной деятельности этих предприятий, а также в портах и пограничных пунктах, обеспечивающих операции с экспортными и импортными грузами.

На промышленных предприятиях создаются склады общезаводские и цеховые. В зависимости от сроков хранения грузов на складах они разделяются на склады краткосрочного и долгосрочного хранения, а в зависимости от выполняемых функций – на склады общего пользования, предназначенные для приёма и выдачи грузов всех отправителей и получателей, и склады необщего пользования, обслуживающие определённых отправителей и получателей.

В зависимости от вида груза используются склады для тарно-упаковочных грузов, контейнеров, тяжеловесных грузов, металла и металлических изделий, машин и оборудования, строительных материалов, вяжущих материалов, угля, руды, химических грузов и минеральных удобрений, зерновых и других сельскохозяйственных продуктов, лесных и наливных грузов, колесной техники.

В курсовой работе необходимо отразить классификацию складов, требования, предъявляемые к хранению заданного груза.

### 2.1.1 Склады для тарно-упаковочных грузов

Для хранения тарно-упаковочных грузов применяются крытые склады. Наибольшее распространение получили складские помещения в виде одноэтажных зданий с внешним или внутренним (рисунок 2.1) расположением железнодорожных путей.

Склады с внешним расположением железнодорожного пути проектируются при объеме работы до пяти вагонов. Склады с внутренним расположением путей (ангарного типа) сооружаются шириной 24 или 30 м, длиной до 288 м. Склады этого типа проектируются с открытым или закрытым навесом для автомобилей.

Расстояние между осями дверей в складах со стороны железнодорожного транспорта (внешнее расположение пути) равно 12 м, со стороны автомобильного транспорта двери устраиваются через каждые 12 или 18 м.

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

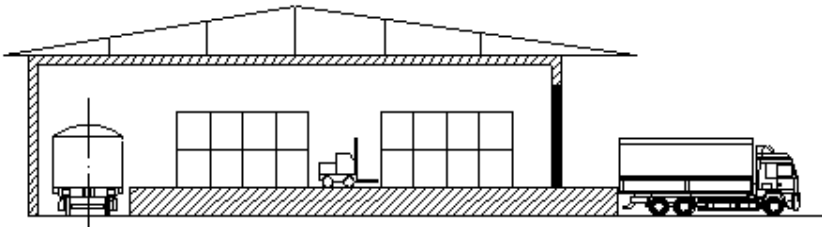


Рисунок 2.1 – Склад с внутренним расположением железнодорожных путей

По мере развития рынка складских и логистических услуг наибольшую известность получила классификация крытых складов, основанная на учете их технических параметров и развитости инфраструктуры. Принято различать складские помещения по классам «А», «В», «С», «D» в классификации, разработанной компаниями «Knight Frank» или «Swiss Realty Group». В курсовой работе приводится краткая характеристика складов каждого класса.

### 2.1.2 Склады для контейнеров

Для хранения контейнеров выбирается открытая площадка с асфальтобетонным покрытием. По бокам площадок устраивают дренажные каналы для отвода дождевых и талых вод. Площадкам придают уклон 0,02 ‰ от середины по краям. Кюветы делают с продольным уклоном 0,001 ‰ и включают в общую сеть водоотвода. Особое внимание необходимо уделять обеспечению стока дождевых и талых вод во избежание попадания влаги в контейнеры и повреждения груза. Железнодорожные пути, автомобильные проезды должны быть расположены так, чтобы они обеспечивали наименьшие перемещения контейнеров.

Каждая площадка делится на секторы, состоящие из двух поперечных рядов контейнеров (рисунок 2.2). Установка контейнеров в секторе дверями наружу осуществляется часто таким образом, чтобы каждый контейнер в секторе устанавливался своей дверью к ограждающему брусу. Секторам присваивают порядковые номера и объединяют их в специализированные участки (по отправлению, прибытию, для маршрута и т.п.).

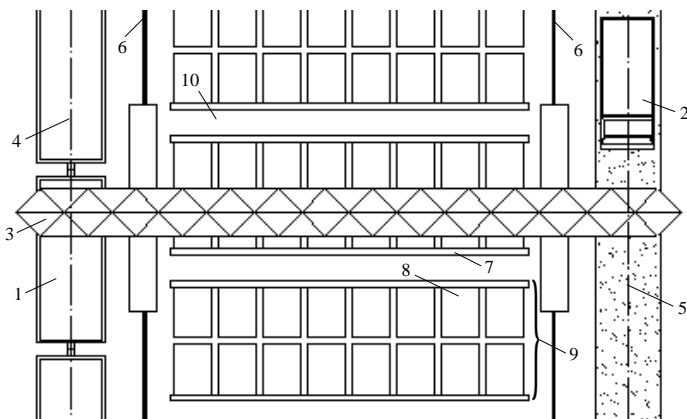


Рисунок 2.2 – Размещение контейнеров на контейнерной площадке:  
 1 – вагон; 2 – автомобиль; 3 – козловой кран; 4 – ось железнодорожного пути;  
 5 – ось автопроезда; 6 – оси подкрановых путей; 7 – ограждающий брус;  
 8 – контейнер; 9 – сектор; 10 – проход между секторами

Между секторами должны быть проходы шириной 0,6–1,0 м, а между контейнерами в секторах – зазоры 0,1 м. Через каждые 100 м на площадке устраиваются поперечные противопожарные проезды шириной 10 м. При работе мостовых кранов устраиваются поперечные заезды для автомобилей через каждые 20–25 м. Проезды для автотранспорта принимаются шириной 3,5 м для каждой полосы движения.

На площадке крупнотоннажные контейнеры могут устанавливаться в несколько ярусов по высоте. Количество ярусов зависит от прочности покрытия площадок и характеристик погрузочно-разгрузочных машин.

### 2.1.3 Склады для лесных грузов

Лес и лесоматериалы в зависимости от их пород и степени обработки хранят на открытых площадках, в полузакрытых и закрытых складах. Открытым способом хранят круглый и тесаный лес, пиломатериалы; под навесами – строганный лес, пилованный лес высших сортов и заготовки; в закрытых складах – особо ценные породы дерева, фанеру и изделия из дерева.



Лесные материалы хранят на складах рассортированными по сортиментам, породам дерева и размерам. Со складских площадок должен быть организован отвод поверхностных вод путем водоотводных канав.

Круглый лес укладывают в штабеля на открытых площадках, очищенных от мусора, травы (зимой от снега) и спланированных. По краям площадок устраивают водоотводные кюветы и дренажи. Поверхность площадок покрывают тонким слоем негашеной извести. Основания штабелей делают из брусьев или бревен. Высота основания 250 мм. На постоянных складах применяют подштабельные основания из сборного железобетона. В штабелях круглые лесоматериалы укладывают в клетку или рядами на антисептированных прокладках.

Пиломатериалы хранят в штабелях правильными рядами или стандартными пакетами, штабеля формируют на подштабельных основаниях – фундаментах. Пакеты разделяются сухими прокладками толщиной 25 мм. Пиломатериалы влажностью более 25 % хранят в штабелях с разреженной укладкой. Расстояние между осями отдельных фундаментов во избежание прогиба досок принимают равным 2–2,5 м. Высота подштабельных оснований зависит от толщины снежного покрова и обычно составляет от 0,6 до 0,75 м. Поверх фундаментов укладывают брусья толщиной не менее 110 мм.

Пиломатериалы должны быть уложены в штабеля в течение двух дней после их доставки на склад. Укладка, разборка и перекладка штабелей сухих пиломатериалов во время дождя не допускается.

Между штабелями круглого леса и пиломатериалов следует оставлять проход шириной не менее 1,0 м для осмотра и застропки, а при движении автотранспорта через зону складирования – проезд шириной не менее 3,5 м. Штабеля должны быть снабжены табличками, обращенными в сторону проходов с указанием количества и типа изделия.

#### **2.1.4 Склады для металлопродукции**

Пакеты и пачки с металлопродукцией относятся к тяжеловесным грузам, которые хранят, как правило, на низких открытых площадках с твердым асфальтобетонным покрытием. Грузы, качество которых ухудшается под воздействием атмосферных осадков, располагают под навесами, в крытых складах, в пролётах заводских корпусов.

Площадки для тяжеловесных грузов специализируют по роду грузов, прибытию и отправлению, направлениям перевозки, постоянным получателям груза. Тяжеловесные грузы при выгрузке на площадку должны укладываться на подкладки толщиной 15–20 см, а между грузами должны быть проходы шириной не менее 1 м для осмотра и застропки при перегрузке.

Сортовой металл складывают по профилям, маркам сталей. Его хранение возможно и на металлических стеллажах-стойках из швеллеров сварной конструкции.

Металлопрокат является довольно специфическим видом продукции, что требует соблюдения особых правил хранения, которые должны учитываться при проектировании склада для хранения металлопроката. Основные требования изложены в стандартах, регламентирующих производство, хранение и эксплуатацию каждого конкретного вида металлопродукции. Например, листовой прокат размещается послойно с использованием прокладок, не допускающих прогибы листа.

## 2.2 Техничко-эксплуатационная характеристика погрузочно-разгрузочных машин

К основным технико-эксплуатационным характеристикам погрузочно-разгрузочных машин относятся: грузоподъемность; размеры, определяющие параметры зоны работы машины (вылет стрелы, пролет крана, вылет консолей); скоростные характеристики подъема и перемещения груза; габаритные размеры; мощность двигателей и другие параметры.

Технико-эксплуатационные характеристики погрузочно-разгрузочных машин и механизмов, заданных в курсовой работе, приведены в справочнике [3]. В курсовой работе приводятся основные характеристики машин и механизмов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Техничко-эксплуатационные характеристики козлового крана КК-6

Основные параметры	Значения
Грузоподъемность, т	6,0
Длина пролёта, м	16,0
Вылет консолей, м	4,5
Наибольшая высота подъема крюка, м	9,0
Скорость тележки, м/с	0,8
Скорость груза при подъёме, м/с	0,335
Скорость крана, м/с	1,63
Суммарная мощность двигателей, кВт	53,0
Масса крана, т	32,5

В курсовой работе приводится схематичное изображение и краткое описание заданных машин для переработки грузов.

На рисунке 2.3 изображена схема двухбалочного мостового крана.

Мостовой кран имеет конструкцию, выполненную в виде опорного или подвесного моста. Несущие элементы мостового крана опираются непосредственно на крановый путь. Мост (несущая балка) перемещается по рельсам, уложенным на стенах зданий или на эстакадах вне здания. По мосту передвигается грузовая тележка с подъёмной лебёдкой. Мостовые краны могут быть однобалочными или двухбалочными. Однобалочные мостовые краны значительно уступают двухбалочным по грузоподъемности, но выигрывают по массе.



Рисунок 2.3 – Схема двухбалочного мостового крана

## 2.3 Выбор грузозахватных устройств

Грузозахватные устройства служат для захвата (застропки), надежного удержания, ориентирования и освобождения (отстропки) грузов при производстве погрузочно-разгрузочных операций с различными грузами.

По конструкции грузозахваты могут быть: крюковые – предназначенные для работы с различными штучными грузами; магнитные – для транспортирования стальных и чугунных грузов; рейферные – для работы с сыпучими материалами; клещевые – для работы с круглым лесом и др.

К грузозахватным устройствам предъявляются следующие требования: соответствие свойствам и форме перегружаемых грузов, обеспечение их сохранности, максимальное использование грузоподъёмности; минимальные затраты времени на выполнение элементов начальных и конечных операций по обработке груза; минимальные размеры и собственная масса; надёжность; быстрота навешивания и демонтажа; соответствие выполнения работ технологическим нормам и правилам безопасности труда.

В курсовой работе указывается, какие грузозахватные устройства могут применяться для переработки заданного груза с использованием заданных машин и механизмов. Приводится их классификация. При наличии альтернатив обосновывается и делается выбор одного грузозахватного устройства. Схема грузозахватного устройства приводится на рисунке, описывается его принцип работы. На рисунке 2.4 изображен спредер для переработки крупнотоннажных контейнеров.



Рисунок 2.4 – Телескопический спредер для переработки крупнотоннажных контейнеров

Жёсткий спредер может быть рассчитан на захват 20-футовых или 40-футовых контейнеров. Телескопические раздвижные спредеры могут захватывать оба вида контейнеров. Замки спредера представляют собой поворотные

штыри, которые при посадке вводятся сверху или сбоку, в зависимости от конструкции, в отверстия фитингов по четырём углам контейнера, а затем поворачиваются на угол  $90^\circ$ , захватывая контейнер. После перемещения контейнера захват высвобождает его, производя действия замков в обратном порядке.

## **2.4 Разработка вариантов механизации погрузочно-разгрузочных работ на терминале**

Механизация погрузочно-разгрузочных работ – использование машин и механизмов для погрузки грузов на железнодорожный и автомобильный подвижной состав, выгрузки с него, перегрузки с одного вида транспорта на другой и перемещения грузов в пределах складов и терминалов. Для осуществления механизации погрузочно-разгрузочных работ применяют различные погрузочно-разгрузочные машины и оборудование, в зависимости от полноты использования которых в выполнении конкретных операций различают механизированную, комплексно-механизированную и автоматизированную грузопереработку.

К механизированной грузопереработке относят работы, при выполнении которых основные операции производятся машинами (например, захват и перемещение груза из вагона в кузов автомобиля грузоподъемным краном), а вспомогательные операции (застровка груза, его направление, отстропка, оттяжка при укладке в штабель) осуществляются вручную.

К комплексно-механизированной грузопереработке относят работы, при ведении которых весь производственный процесс от начала до конца операции выполняют машины, а труд людей сведен к управлению этими машинами или осуществлению вспомогательных операций без применения ручного труда. При этом обычно используются специализированные погрузочно-разгрузочные средства, оборудованные специализированными грузозахватными устройствами, выполняющие определенные операции с рядом однотипных грузов.

Комплексная механизация создает предпосылки для организации автоматизированной грузопереработки, при которой могут быть автоматизированы только отдельные грузовые операции (частичная автоматизация) либо весь процесс может осуществляться без непосредственного участия человека (полная автоматизация).

Схемы механизации или комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ для разных грузов с применением различных средств механизации приведены на рисунках 2.5–2.9.

По примеру схем на рисунках 2.5–2.9 в курсовой работе разрабатываются и приводятся схемы механизации или комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ для каждого из заданных вариантов, которые подразумевают взаимную компоновку автомобильного и железнодорожного подвижного состава, средств механизации погрузочно-разгрузочных работ, зоны складирования и хранения груза на терминале.

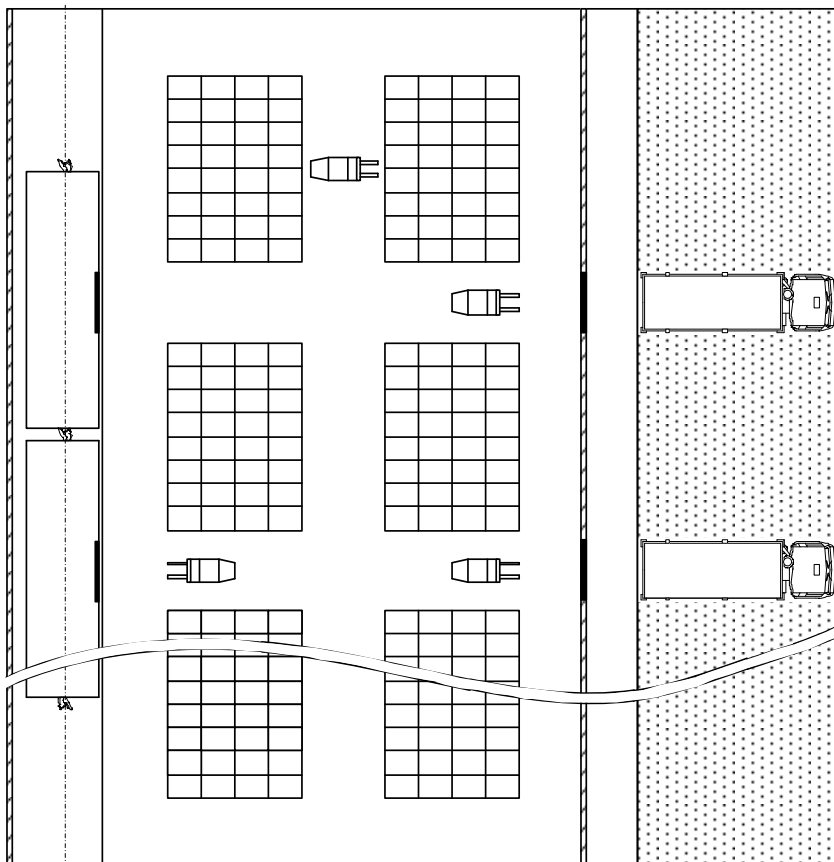
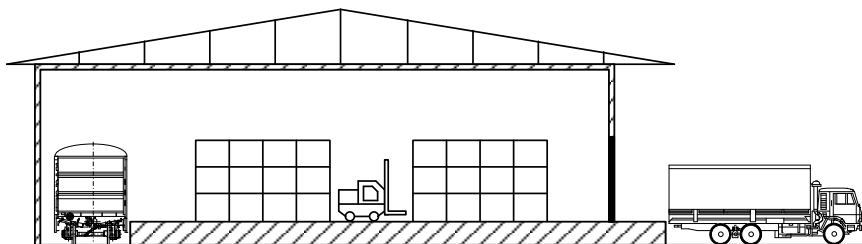


Рисунок 2.5 – Схема комплексной механизированной переработки тарно-упаковочных грузов в крытом складе авто- или электропогрузчиком

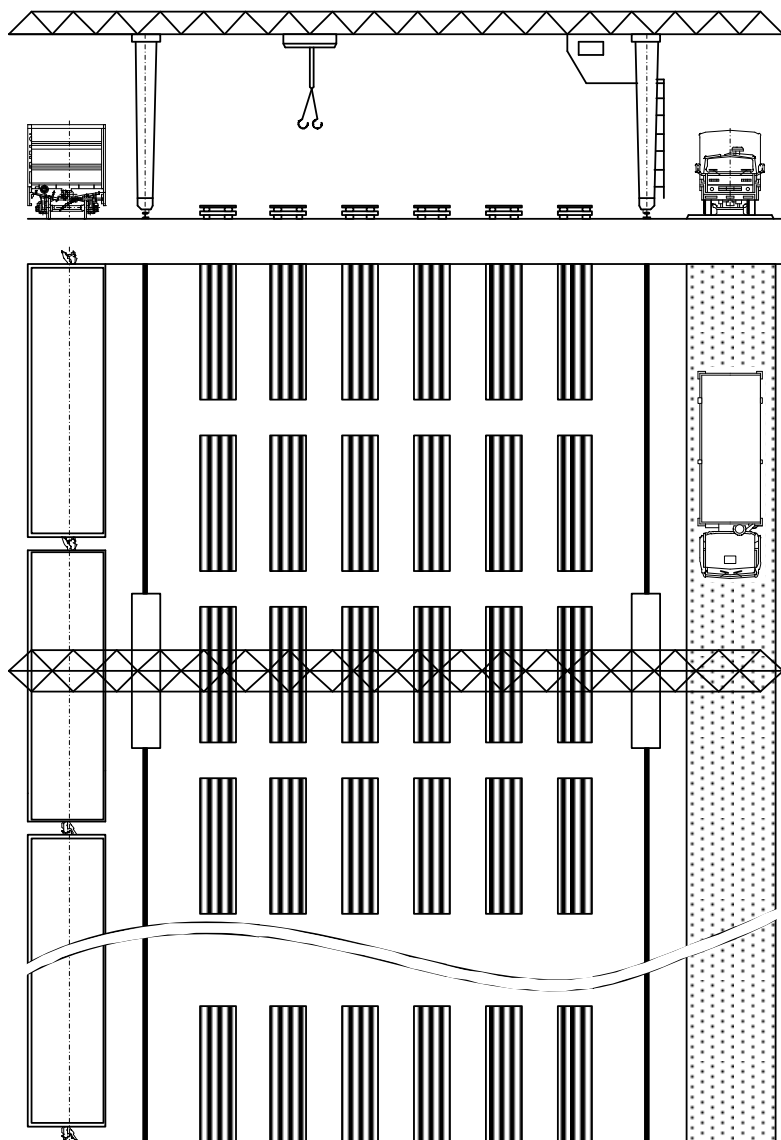


Рисунок 2.6 – Схема механизированной переработки металлопроката  
козловым двухконсольным краном

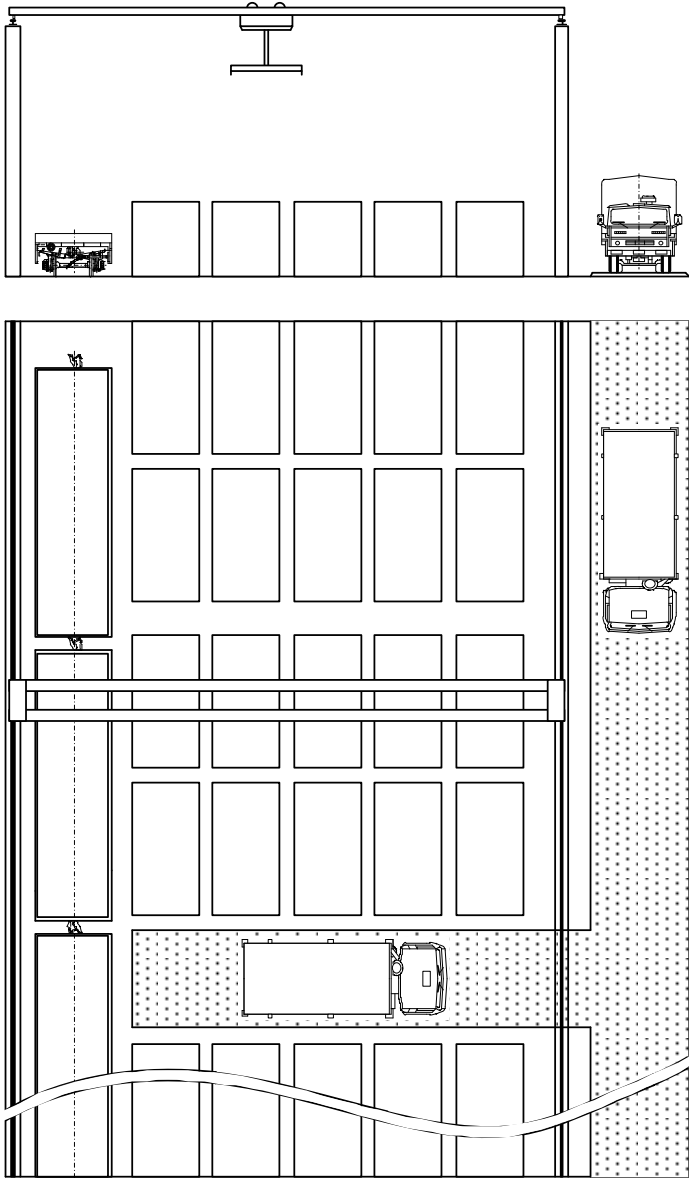


Рисунок 2.7 – Схема комплексной механизированной переработки контейнеров мостовым краном

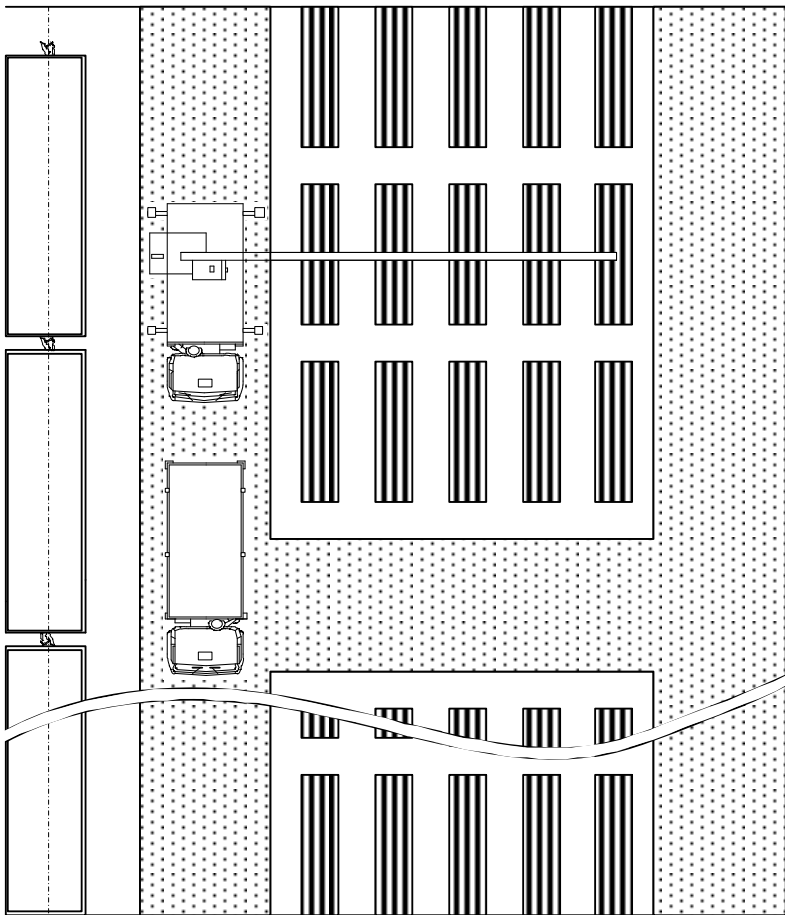
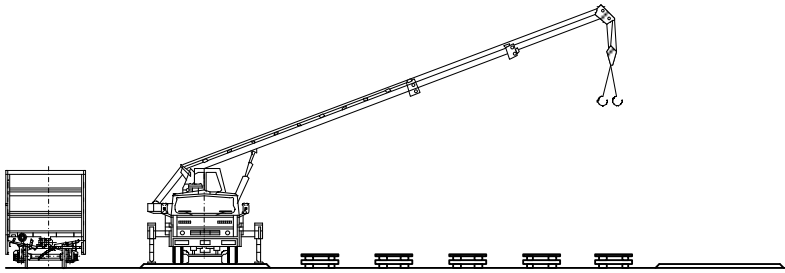


Рисунок 2.8 – Схема механизированной переработки пакетированной сортовой прокатной стали стреловым автокраном



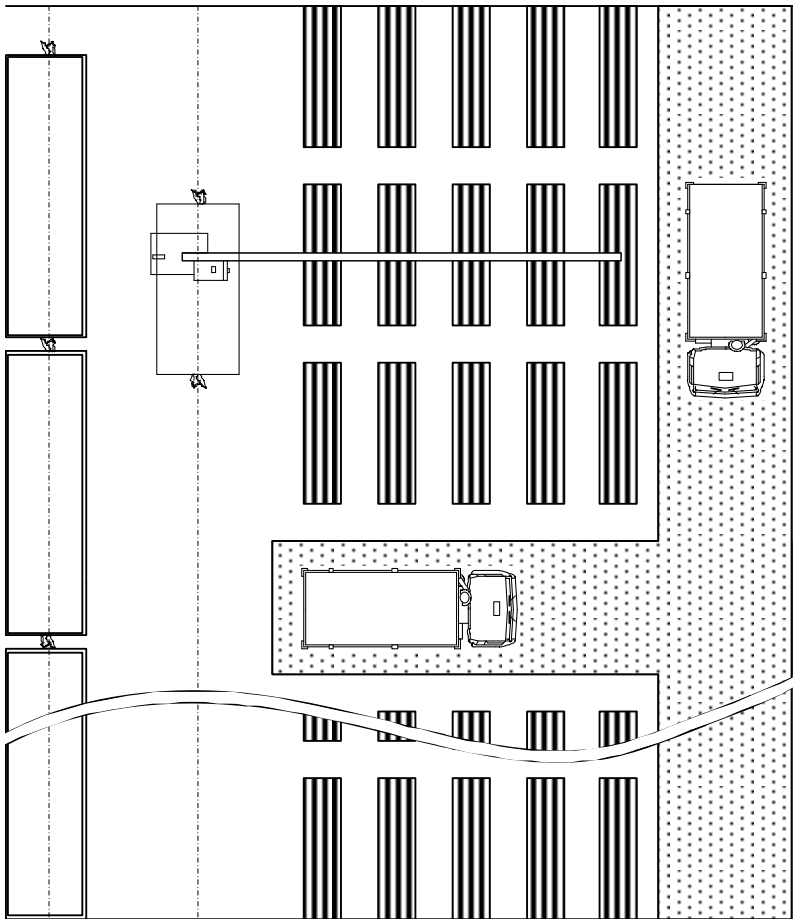
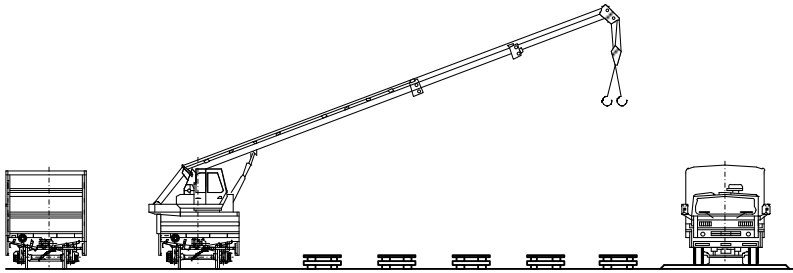


Рисунок 2.9 – Схема механизированной переработки пакетированной сортовой прокатной стали стреловым краном на железнодорожном ходу

### 3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДА

К основным параметрам складов относятся их вместимость, площадь, длина и ширина. Площадь склада в курсовой работе определяется двумя методами:

- удельных допускаемых нагрузок;
- элементарных площадок.

Метод удельных допускаемых нагрузок является приблизительным и используется для ориентировочных расчётов.

Метод элементарных площадок учитывает параметры груза, погрузочно-разгрузочной машины, размещение груза и является более точным. Для дальнейших расчетов принимается площадь склада с соответствующими параметрами длины и ширины, полученная по методу элементарных площадок.

#### 3.1 Определение площади склада методом удельных допускаемых нагрузок

Для определения площади склада необходимо предварительно определить его потребную вместимость. Вместимость склада для любого вида груза

$$E_c = Q_{\text{сут}}^p t_{\text{хр}}(1 - \alpha) = Q_{\text{сут}}^{p(\text{скл})} t_{\text{хр}}, \quad (3.1)$$

где  $t_{\text{хр}}$  – срок хранения груза на складе, сут (в курсовой работе принимаются следующие значения: для тарно-упаковочных грузов по отправлению железнодорожным транспортом с терминала – 1,5 сут; по прибытию железнодорожным транспортом на терминал – 2,0 сут; для контейнеров – 1,0 и 2,0 сут; для лесных грузов и металлоизделий 2,0 и 3,0 сут соответственно).

Площадь склада по методу удельных допускаемых нагрузок

$$S_{\text{доп}}^{\text{скл}} = \frac{k_{\text{пр}} g E_c}{P_{\text{доп}}}, \quad (3.2)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на складские проходы и проезды (в курсовой работе принимаются следующие значения: для тарно-упаковочных грузов – 1,7; для контейнеров – 1,4; для пакетированных лесных грузов и металлоизделий – 2,0);

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ;

$P_{\text{доп}}$  – удельная допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  полезной площади склада,  $\text{кН/м}^2$  (в курсовой работе принимаются следующие значения: для тарно-упаковочных грузов –  $35 \text{ кН/м}^2$ ; для контейнеров –  $40 \text{ кН/м}^2$ ; для лесных грузов –  $30 \text{ кН/м}^2$ ; для металлоизделий –  $60 \text{ кН/м}^2$ ).

Значение площади склада, определяемое по методу допустимых нагрузок, является одинаковым для каждого из рассматриваемых в курсовой работе вариантов механизации, так как не зависит от характеристик погрузочно-разгрузочных машин.

### 3.2 Определение ширины склада

Ширина склада ограничивается конструктивными элементами крытого склада или параметрами погрузочно-разгрузочных машин: вылетом стрелы стрелового крана, пролетом мостового или козлового крана.

Для крытого склада с вводом железнодорожных путей внутрь склада по схеме, изображенной на рисунке 3.1, ширина зоны складирования

$$B_{\text{скл}} = B_{\text{скл}}^{\text{станд}} - b_{\Gamma}, \quad (3.3)$$

где  $B_{\text{скл}}^{\text{станд}}$  – стандартная ширина склада, м (принимается равной 24 или 30 м);

$b_{\Gamma}$  – габаритное расстояние со стороны железнодорожного транспорта, м (4,725 м).

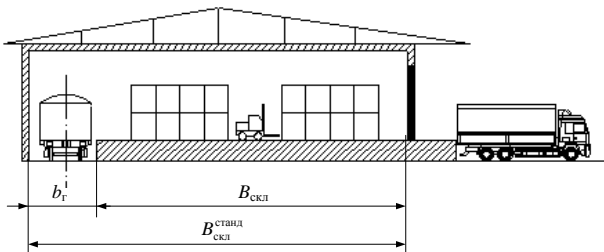


Рисунок 3.1 – Схема расчета ширины зоны складирования крытого склада

Для мостового крана (рисунок 3.2) ширина зоны складирования

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{пр}} - b_3^a - b_3^{\text{жд}}, \quad (3.4)$$

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

$b_3^a$  – ширина зазора между осью подкранового пути на эстакаде и зоной складирования со стороны автомобильного транспорта, обусловленная конструктивными особенностями крана и требованиями техники безопасности, м (в курсовой работе принимается  $b_3^a = 1,8 \text{ м}$ );

$b_3^{\text{жд}}$  – ширина зазора между осью подкранового пути на эстакаде и зоной складирования со стороны железнодорожного транспорта, обусловленная габаритными размерами железнодорожного подвижного состава, м (в курсовой работе принимается  $b_3^{\text{жд}} = 5,4 \text{ м}$ ).

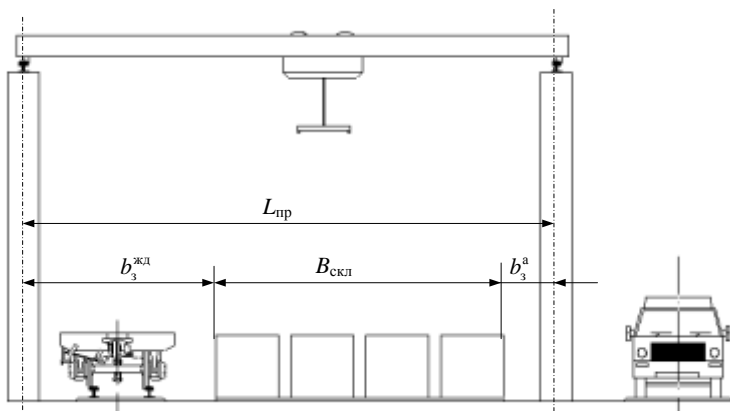


Рисунок 3.2 – Схема расчета ширины зоны складирования для мостового крана

Для козлового крана (рисунок 3.3) ширина зоны складирования

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{пр}} - 2b_3, \quad (3.5)$$

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

$b_3$  – ширина зазоров между осью подкранового пути и зоной складирования, м (принимается  $b_3 = 1,5$  м).

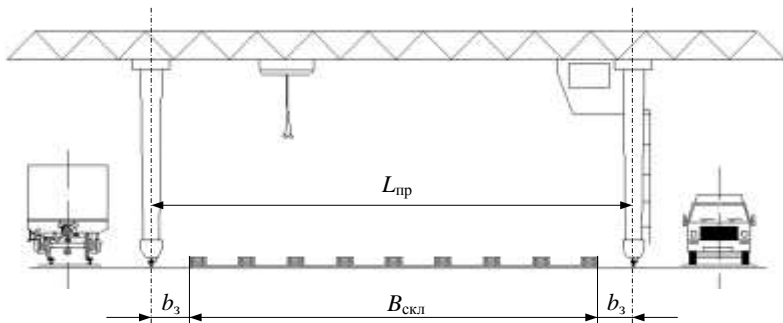


Рисунок 3.3 – Схема расчета ширины зоны складирования для козлового крана

Для стреловых кранов на автомобильном или железнодорожном ходу (рисунок 3.4) ширина зоны складирования

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{стр}}^{\text{max}} - \frac{1}{2}b_{\text{кр}} - b_3 + \frac{1}{2}b_{\text{тр}}, \quad (3.6)$$

где  $L_{\text{стр}}^{\text{max}}$  – максимальный вылет стрелы крана с учетом обеспечения необходимой грузоподъемности, м;

$b_{кр}$  – ширина крана по наиболее выступающей точке поворотной платформы (в курсовой работе может приниматься равной ширине крана), м;

$b_3$  – ширина зазора между краном и зоной складирования, м ( $b_3 = 0,7$  м).

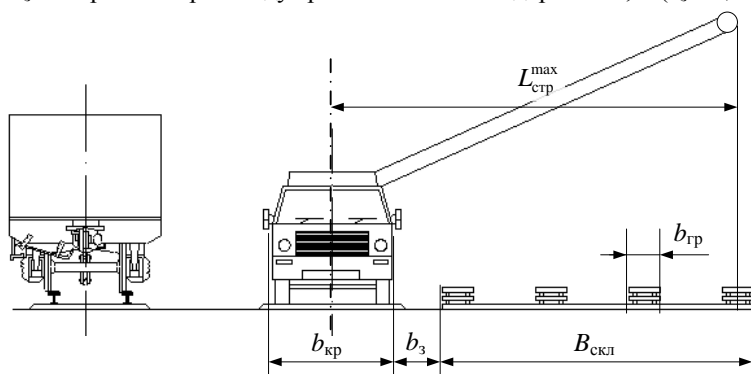


Рисунок 3.4 – Схема расчета ширины зоны складирования для стрелового крана

Полученное в результате расчетов значение ширины зоны складирования округляется до десятых долей метра.

### 3.3 Определение площади склада методом элементарных площадок

Элементарной площадкой называется повторяющийся фрагмент размещения груза на складе. Определение площади склада методом элементарных площадок заключается в том, чтобы выделить элементарную площадку, определить ее пространственные характеристики и количество размещаемого на ней груза, рассчитать необходимое количество элементарных площадок и с учетом проходов (проездов) между элементарными площадками определить длину, а затем и площадь склада.

Определение параметров склада по методу элементарных площадок подразумевает необходимость разработки схемы размещения груза в крытом складе или на открытой площадке с учетом линейных размеров груза, параметров заданных погрузочно-разгрузочных машин и особенностей осуществления погрузочно-разгрузочных работ.

#### 3.3.1 Тарно-упаковочные грузы

Крытые склады с внутренним расположением железнодорожных путей строятся по типовым проектам, в соответствии с которыми ширина склада может быть равной 24 или 30 м, а длина – от 72 до 288 м с шагом, равным модулям строительных конструкций (в курсовой работе принимается шаг, равный значению ширины междверного пространства:  $l_{мд} = 12$  или  $l_{мд} = 18$  м);

Расчетная схема для склада с внутренним расположением путей приведена на рисунке 3.5.

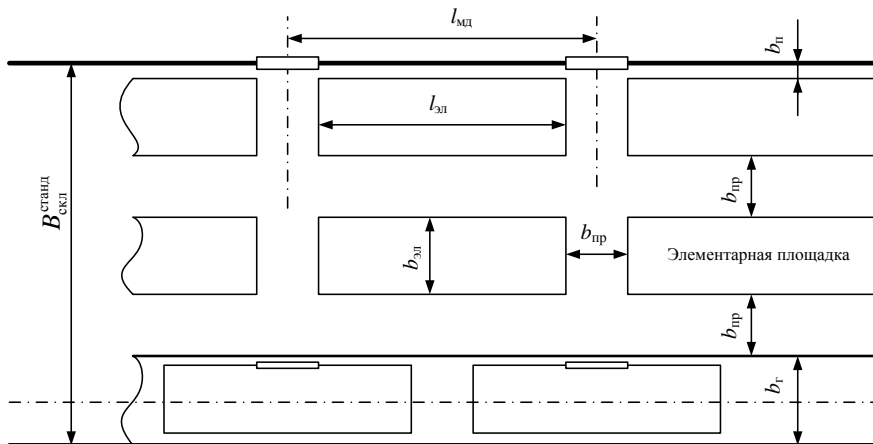


Рисунок 3.5 – Расчетная схема для склада с внутренним расположением железнодорожного пути

Длина элементарной площадки определяется по формуле

$$l_{эл} = l_{мд} - b_{пр}, \quad (3.7)$$

где  $l_{мд}$  – расстояние между дверями склада со стороны автотранспорта, м;  
 $b_{пр}$  – ширина проезда между элементарными площадками, обеспечивающая возможность штабелирования груза, м.

Значения  $b_{пр}$  принимаются в соответствии с параметром «ширина проездов при штабелировании с поворотом  $90^\circ$ » [3] или в соответствии с параметром «Ast – ширина рабочего прохода» технических характеристик погрузчика.

Ширина элементарной площадки для склада с внутренним расположением железнодорожного пути

$$b_{эл} = \frac{B_{скл}^{станд} - (b_{п} + 2b_{пр} + b_{г})}{2}, \quad (3.8)$$

где  $b_{п}$  – расстояние от стенки склада до штабеля, м ( $b_{п} = 0,5$  м).

Количество пакетов, устанавливаемое в одном ряду на элементарной площадке

$$Z_{я} = \frac{(l_{эл} + \Delta l)(b_{эл} + \Delta l)}{(l_{пак} + \Delta l)(b_{пак} + \Delta l)}, \quad (3.9)$$

где  $\Delta l$  – расстояние между смежными пакетами, м,  $\Delta l = 0,05$  м.

Значение  $Z_{я}$  округляется до целых в меньшую сторону.

Вместимость одной элементарной площадки

$$E_{\text{эл}} = Z_{\text{я}} K_{\text{я}} G_{\text{пак}}, \quad (3.10)$$

где  $K_{\text{я}}$  – количество ярусов пакетов на одной элементарной площадке.

Количество ярусов определяется исходя из максимальной высоты штабелирования грузов погрузчиком и допустимой нагрузки на квадратный метр площади склада:

$$K_{\text{погр}} = \frac{H_{\text{погр}}}{H_{\text{пак}}} + 1, \quad (3.11)$$

где  $H_{\text{погр}}$  – максимальная высота подъема вил погрузчика, м;

$$K_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} S_{\text{пак}}}{G_{\text{пак}} g}, \quad (3.12)$$

где  $S_{\text{пак}}$  – площадь, занимаемая одним пакетом, м<sup>2</sup>.

Значения  $K_{\text{погр}}$  и  $K_{\text{доп}}$  округляются до целых значений в меньшую сторону. Из двух полученных значений выбирается меньшее,  $K_{\text{я}} = \min(K_{\text{погр}}; K_{\text{доп}})$ .

Необходимое количество элементарных площадок

$$n_{\text{эл}} = \frac{E_{\text{с}}}{E_{\text{эл}}}. \quad (3.13)$$

Длина склада

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = \frac{n_{\text{эл}} l_{\text{мд}}}{2}. \quad (3.14)$$

Полученное значение длины склада по формуле (3.14) округляется в большую сторону до значений, кратных 12 или 18 м, в соответствии с принятым значением ширины междверного пространства.

### 3.3.2 Контейнеры

Специфика размещения контейнеров на открытых площадках (складах) заключается в том, что часто необходимо обеспечить невозможность открытия дверей контейнера для предотвращения хищения груза. Это может достигаться размещением контейнеров на площадке дверями друг к другу, но такой вариант размещения чреват повреждением запорно-пломбировочного устройства (ЗПУ) при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ. Одним из вариантов является размещение контейнеров на площадке с фиксацией дверей контейнера за счет использования бордюров (ограждающих брусев), ограничивающих сектор склада. Такой складской сектор с размещенными в нем контейнерами и будет рассматриваться как элементарная площадка.

**Козловой кран.** Схема размещения контейнеров на площадке, оборудованной козловым краном, приведена на рисунке 3.6.

Длина контейнерной площадки, оборудованной козловым краном,

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = \frac{El_{\text{конт}}}{K_{\text{я}}N_{\text{конт}}} + a_1n_1 + a_2n_2 + a_{\text{пож}}n_{\text{пож}}, \quad (3.15)$$

где  $E$  – общая вместимость площадки, контейнер;

$l_{\text{конт}}$  – длина контейнера, м;

$K_{\text{я}}$  – количество ярусов размещения контейнеров на площадке;

$N_{\text{конт}}$  – количество контейнеров, устанавливаемых в ряду по ширине склада;

$a_1$  – величина зазора между контейнерами в секторе, м;  $a_1 = 0,1$  м;

$n_1$  – количество зазоров между контейнерами в секторе (количество секторов) по длине площадки;

$a_2$  – ширина прохода между контейнерами, м;  $a_2 = 0,6 \dots 1,0$  м;

$n_2$  – количество проходов между секторами по длине склада;

$a_{\text{пож}}$  – ширина противопожарных проездов, м,  $a_{\text{пож}} = 10$  м;

$n_{\text{пож}}$  – количество противопожарных проездов, которые устраиваются через каждые 100 м склада.

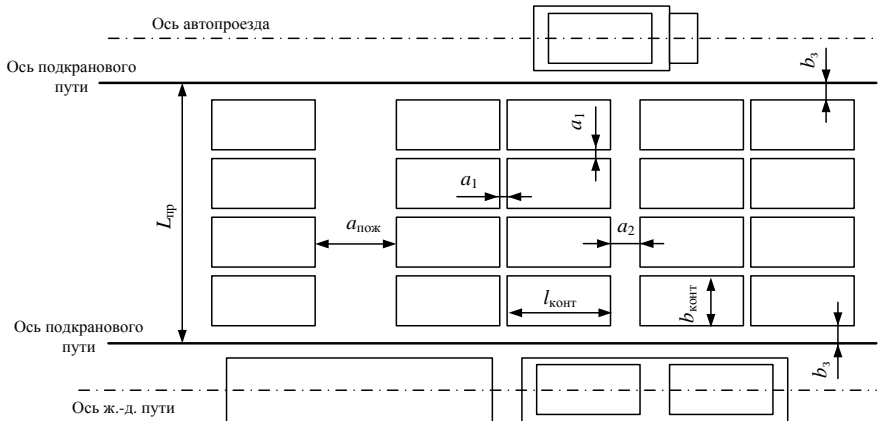


Рисунок 3.6 – Расчетная схема для определения параметров контейнерного склада с использованием козлового крана по методу элементарных площадок

Потребная вместимость склада в контейнерах

$$E = \frac{E_c}{G_{\text{конт}}^{\text{нетто}}}. \quad (3.16)$$

Полученное значение потребной вместимости контейнерного склада округляется в большую сторону до целых контейнеров.

Количество ярусов хранения контейнеров

$$K_{\text{я}} = \frac{P_{\text{доп}} S_{\text{конт}}}{G_{\text{конт}}^{\text{брутто}} g}, \quad (3.17)$$

где  $S_{\text{конт}}$  – площадь, занимаемая одним контейнером, м<sup>2</sup>.



Значение  $K_{\text{я}}$  округляется до целого числа в меньшую сторону. В курсовой работе принимается максимально допустимое количество ярусов хранения крупнотоннажных контейнеров, равное четырем.

Количество контейнеров, устанавливаемых в ряду по ширине склада,

$$N_{\text{конт}} = \frac{B_{\text{скл}} + a_1}{b_{\text{конт}} + a_1}, \quad (3.18)$$

где  $b_{\text{конт}}$  – ширина контейнера, м.

Значение  $N_{\text{конт}}$  округляется до целого числа в меньшую сторону.

Количество зазоров между контейнерами в секторе, проходов между секторами по длине склада и противопожарных проездов определяется соответственно по формулам:

$$n_1 = \frac{E}{2K_{\text{я}}N_{\text{конт}}}; \quad (3.19)$$

$$n_2 = n_1 - 1; \quad (3.20)$$

$$n_{\text{пож}} = \left( \frac{El_{\text{конт}}}{K_{\text{я}}N_{\text{конт}}} + a_1n_1 + a_2n_2 \right) / 100. \quad (3.21)$$

Значение  $n_1$  округляется до целого числа в большую сторону, а значение  $n_{\text{пож}}$  округляется до целого числа в меньшую сторону.

Полученное значение длины контейнерного склада округляется до целых метров в большую сторону. Площадь открытого склада для контейнеров в соответствии с методом элементарных площадок

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = L_{\text{скл}}^{\text{эл}} B_{\text{скл}}. \quad (3.22)$$

**Мостовой кран.** Схема размещения контейнеров на площадке, оборудованной мостовым краном, приведена на рисунке 3.7.

Основной отличительной особенностью расстановки контейнеров на открытой площадке, оборудованной мостовым краном, является ввод железнодорожного пути под пролет крана, а также наличие поперечных автомобильных заездов по всей длине площадки.

Длина контейнерной площадки, оборудованной мостовым краном,

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = \frac{El_{\text{конт}}}{K_{\text{я}}N_{\text{конт}}} + a_1n_1 + a_2n_2 + a_{\text{авт}}n_{\text{авт}} + a_{\text{пож}}n_{\text{пож}}, \quad (3.23)$$

где  $a_{\text{авт}}$  – ширина поперечного автомобильного заезда, м;  $a_{\text{авт}} = 3,5$  м;

$n_{\text{авт}}$  – количество автомобильных заездов, которые устраиваются через каждые 25 м склада.

Общее количество заездов для автомобилей и противопожарных проездов

$$n_{\text{авт+пож}} = \left( \frac{El_{\text{конт}}}{K_{\text{я}}N_{\text{конт}}} + a_1n_1 + a_2n_2 \right) / 25. \quad (3.24)$$

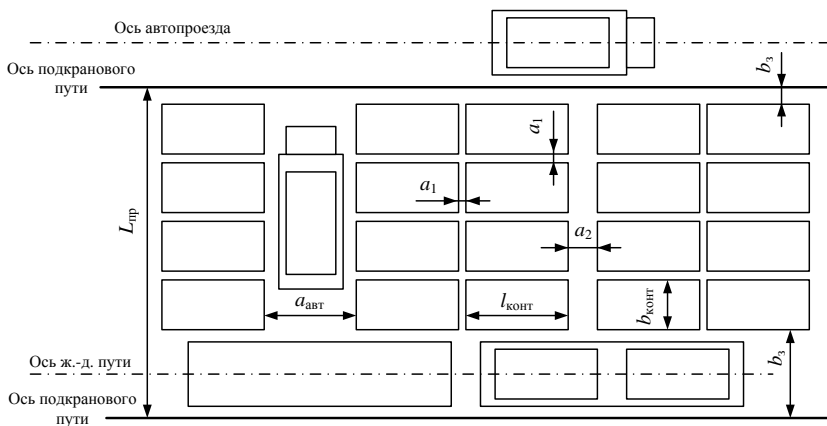


Рисунок 3.7 – Расчетная схема для определения параметров контейнерного склада с использованием мостового крана по методу элементарных площадок

Количество противопожарных проездов и заездов для автомобилей

$$n_{\text{пож}} = \frac{n_{\text{авт+пож}}}{4}; \quad (3.25)$$

$$n_{\text{авт}} = n_{\text{авт+пож}} - n_{\text{пож}}. \quad (3.26)$$

Значения  $n_{\text{авт+пож}}$ ,  $n_{\text{пож}}$  округляются до целого числа в меньшую сторону. Остальные расчёты выполняются по формулам для варианта с контейнерной площадкой, оборудованной козловым краном.

### 3.3.3 Пакетированные штучные грузы

Особенностью размещения штучных грузов в пакетах, пачках или связках на открытом складе (тяжеловесной площадке) является необходимость обеспечения доступа стропальщиков к каждому пакету. В связи с этим в качестве элементарной площадки принимается один ряд пакетов по ширине открытого склада.

**Козловый кран.** Схема размещения пакетов на открытом складе, оборудованном козловым краном, приведена на рисунке 3.8.

Длина открытого склада, оборудованного козловым краном,

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = \frac{E l_{\text{пак}}}{K_{\text{я}} N_{\text{пак}}} + a_2 n_2 + a_{\text{пож}} n_{\text{пож}}, \quad (3.27)$$

где  $E$  – потребная вместимость склада, пакет;

$l_{\text{пак}}$  – длина пакета, м;

$K_{\text{я}}$  – количество ярусов размещения пакетов на складе;

$N_{\text{пак}}$  – количество пакетов, устанавливаемых в ряду по ширине склада;

$a_2$  – ширина прохода между пакетами, необходимая для обеспечения прохода стропальщиков и приемосдатчиков, м;  $a_2 = 1,0$  м;  
 $n_2$  – количество проходов между рядами пакетов по длине склада;  
 $a_{\text{пож}}$  – ширина противопожарных проездов, м,  $a_{\text{пож}} = 10$  м;  
 $n_{\text{пож}}$  – количество противопожарных проездов.

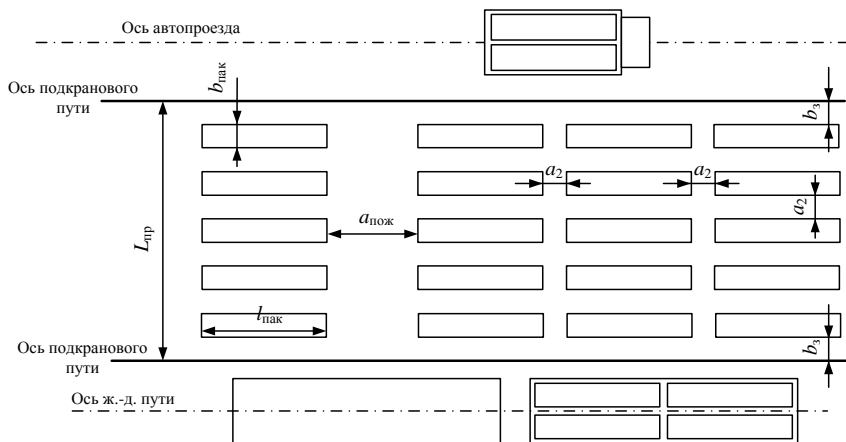


Рисунок 3.8 – Расчетная схема для определения параметров открытого склада для тяжеловесных грузов с использованием козлового крана по методу элементарных площадок

Потребная вместимость склада

$$E = \frac{E_c}{G_{\text{пак}}} \quad (3.28)$$

Полученное значение потребной вместимости склада для пакетированных штучных грузов округляется в большую сторону до целых пакетов.

Количество ярусов

$$K_y = \frac{P_{\text{доп}} S_{\text{пак}}}{G_{\text{пак}} g} \quad (3.29)$$

где  $S_{\text{пак}}$  – площадь, занимаемая одним пакетом, м<sup>2</sup>.

Значение  $K_y$  округляется до целого числа в меньшую сторону. В курсовой работе принимается максимально допустимое количество ярусов хранения пакетов с лесными грузами – 4; с металлопродукцией – 6.

Количество пакетов, устанавливаемых в ряду по ширине склада

$$N_{\text{пак}} = \frac{B_{\text{скл}} + a_2}{b_{\text{пак}} + a_2} \quad (3.30)$$

где  $b_{\text{пак}}$  – ширина пакета, м.

Значение  $N_{\text{пак}}$  округляется до целого числа в меньшую сторону.

Количество проходов между рядами пакетов по длине склада и противопожарных проездов

$$n_2 = \frac{E}{K_{\text{я}} N_{\text{конт}}} ; \quad (3.31)$$

$$n_{\text{пож}} = \left( \frac{E l_{\text{пак}}}{K_{\text{я}} N_{\text{конт}}} + a_2 n_2 \right) / 100 . \quad (3.32)$$

Значения  $n^2$ ,  $n_{\text{пож}}$  округляются до целого числа в меньшую сторону.

Полученное значение длины склада округляется до целых метров в большую сторону. Площадь открытого склада для тяжеловесных грузов в соответствии с методом элементарных площадок

$$S_{\text{скл}}^{\text{эл}} = L_{\text{скл}}^{\text{эл}} B_{\text{скл}} . \quad (3.33)$$

**Мостовой кран.** Схема размещения грузов в пакетах на площадке, оборудованной мостовым краном, приведена на рисунке 3.9.

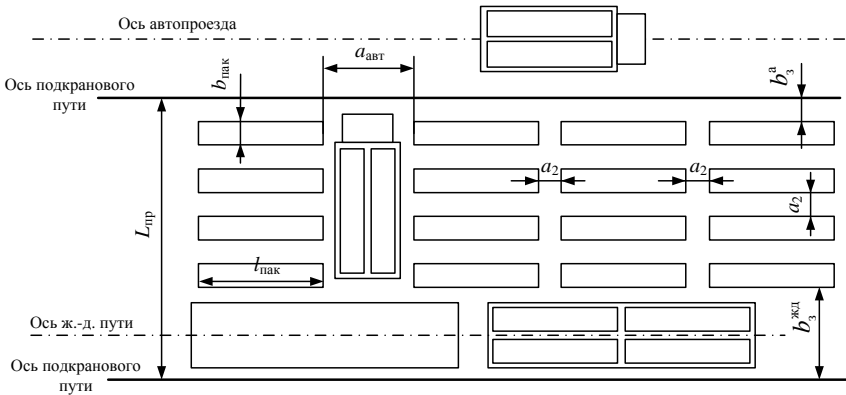


Рисунок 3.9 – Расчетная схема для определения параметров открытого склада для тяжеловесных грузов с использованием мостового крана по методу элементарных площадок

Основной отличительной особенностью расстановки пакетов на открытой площадке, оборудованной мостовым краном, является ввод железнодорожного пути под пролет крана, а также наличие поперечных автомобильных заездов по всей длине площадки.

Длина площадки, оборудованной мостовым краном,

$$L_{\text{скл}}^{\text{эл}} = \frac{E l_{\text{конт}}}{K_{\text{я}} N_{\text{конт}}} + a_2 n_2 + a_{\text{авт}} n_{\text{авт}} + a_{\text{пож}} n_{\text{пож}} , \quad (3.34)$$

где  $a_{\text{авт}}$  – ширина поперечного автомобильного заезда, м;  $a_{\text{авт}} = 3,5$  м;

$n_{авт}$  – количество автомобильных проездов, которые устраиваются через каждые 25 м склада.

Общее количество заездов для автомобилей и противопожарных проездов

$$n_{авт+пож} = \left( \frac{El_{конт}}{K_y N_{конт}} + a_2 n_2 \right) / 25. \quad (3.35)$$

Количество противопожарных проездов и заездов для автомобилей

$$n_{пож} = \frac{n_{авт+пож}}{4}, \quad (3.36)$$

$$n_{авт} = n_{авт+пож} - n_{пож}. \quad (3.37)$$

Значения  $n_{авт}+n_{ож}$ ,  $n_{пож}$  округляются до целого числа в меньшую сторону. Остальные расчёты выполняются по формулам для варианта с открытым складом, оборудованным козловым краном.

**Стреловой кран на автомобильном ходу.** Схема размещения грузов в пакетах на площадке, оборудованной стреловым автомобильным краном, приведена на рисунке 3.10.

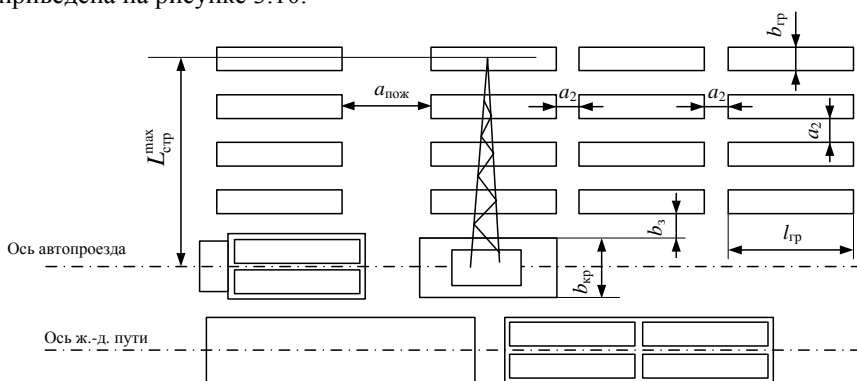


Рисунок 3.10 – Расчетная схема для определения параметров открытого склада для тяжеловесных грузов с использованием стрелового автомобильного крана по методу элементарных площадок

Постановка автомобиля под погрузку осуществляется в автомобильном проезде, расположенном рядом с железнодорожным путем, там же располагается и автомобильный стреловой кран. Заезд под погрузку может осуществляться с торца склада или через противопожарные проезды. Расчет параметров склада аналогичен расчету для площадки, оборудованной козловым краном.

**Стреловой кран на железнодорожном ходу.** Схема размещения грузов в пакетах на площадке, оборудованной стреловым железнодорожным краном, приведена на рисунке 3.11.

Постановка автомобиля под погрузку или выгрузку осуществляется в поперечных автомобильных заездах и в противопожарных проездах, которые чередуются через каждые 25 м склада. Расчет параметров склада аналогичен расчету для площадки, оборудованной мостовым краном.

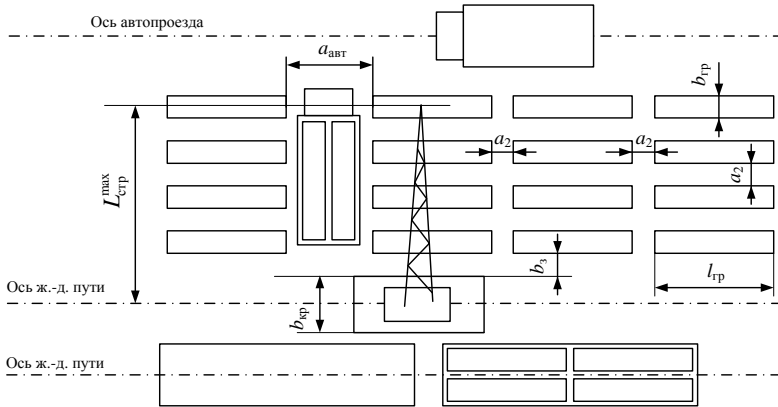


Рисунок 3.11 – Расчетная схема для определения параметров открытого склада для тяжеловесных грузов с использованием стрелового железнодорожного крана по методу элементарных площадок

### 3.4 Сравнение результатов расчета параметров складов

Результаты расчетов параметров складов сводятся в таблицу по следующей форме (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Результаты расчета параметров складов

Вариант механизации погрузочно-разгрузочных работ	Площадь по методу удельных допустимых нагрузок, м <sup>2</sup>	Ширина, м	Метод элементарных площадок	
			Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>
Козловой кран КДКК-10	1834,2	13,4	156,0	2090,4
Стреловой автокран МКА-16		8,2	274,0	2246,8

Полученные результаты для каждого варианта механизации погрузочно-разгрузочных работ сравниваются, делается вывод о значении погрешности вычислений (в %) площади склада по методу удельных допустимых нагрузок по сравнению с методом элементарных площадок. Для дальнейших расчетов принимаются параметры склада, определенные по методу элементарных площадок.

## 4 РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ МАШИН

### 4.1 Определение производительности погрузочно-разгрузочных машин и механизмов

**Производительностью погрузочно-разгрузочной машины (механизма)** называется количество груза в весовых, объемных, штучных или других единицах, перерабатываемое за единицу времени. Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность.

*Теоретическая* производительность (т/ч) – это количество груза, перерабатываемое механизмом в единицу времени при непрерывной работе, оптимальных условиях и номинальной (расчетной) загрузке.

$$P_{\text{теор}} = 3600 \frac{G_{\text{ном}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.1)$$

где 3600 – коэффициент перевода секунд в часы;

$G_{\text{ном}}$  – номинальная загрузка погрузочно-разгрузочной машины (далее – ПРМ), равная ее грузоподъемности, т;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла работы ПРМ, с.

Цикл работы представляет собой совокупность операций технологического процесса, при котором ПРМ действует периодически, перемещая груз от места захвата до места разгрузки, освобождая груз и снова возвращаясь для захвата груза. Продолжительность цикла работы ПРМ – это время от начала захвата одной партии груза до начала захвата следующей партии.

*Техническая* производительность (т/ч) – это количество груза, перемещаемое ПРМ за период времени непрерывной работы с учетом фактической массы перемещаемого груза.

$$P_{\text{техн}} = 3600 \frac{G_{\text{груз}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.2)$$

где  $G_{\text{груз}}$  – фактическая загрузка ПРМ, равная массе груза, перемещаемого за один цикл, т.

*Эксплуатационная* производительность – это количество груза, перемещаемое ПРМ в течение определенного периода времени с учетом фактического использования машины по времени и грузоподъемности.

*Сменная* эксплуатационная производительность (т/см.)

$$\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}} = 3600 k_{\text{вр}} T_{\text{см}}^{\text{ПРМ}} \frac{G_{\text{груз}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.3)$$

где  $k_{\text{вр}}$  – коэффициент использования ПРМ по времени,  $k_{\text{вр}} = 0,7 \dots 0,8$ ;  
 $T_{\text{см}}^{\text{ПРМ}}$  – продолжительность работы ПРМ в течение смены, ч;  $T_{\text{см}}^{\text{ПРМ}} = 7$  ч.

Часовая эксплуатационная производительность (т/ч)

$$\Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}} = \frac{\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}}{T_{\text{см}}^{\text{ПРМ}}}. \quad (4.4)$$

В курсовой работе значение сменной эксплуатационной производительности для каждой из заданных ПРМ принимается равным значению нормы выработки ( $H_{\text{выр}}$ , т/см.) в соответствии с приложением В

$$\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}} = H_{\text{выр}}. \quad (4.5)$$

Для контейнерных грузов норма выработки ( $H_{\text{выр}}$ ) в приложении В указана в физических контейнерах за смену, сменная эксплуатационная производительность в т/см.

$$\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}} = G_{\text{конт}}^{\text{брутто}} H_{\text{выр}}. \quad (4.6)$$

Нормы выработки, приведенные в приложении В, соответствуют Межотраслевым нормам времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы [4].

В курсовой работе определяется значение часовой эксплуатационной производительности для каждой из заданных ПРМ по формуле (4.4).

## 4.2 Определение количества погрузочно-разгрузочных машин

Количество погрузочно-разгрузочных машин определяется исходя из необходимости обеспечения выполнения заданных объемов работы с учетом:

- структуры ремонтного цикла погрузочно-разгрузочной машины;
- перерабатывающей способности грузового фронта.

Для каждой погрузочно-разгрузочной машины производится расчет по двум условиям, полученные значения сравниваются, большее из них используется в дальнейших расчетах.

### 4.2.1 Расчет количества погрузочно-разгрузочных машин с учетом структуры ремонтного цикла

По условию учета структуры ремонтного цикла необходимое количество погрузочно-разгрузочных машин

$$Z_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р(мех)}}}{K_{\text{см}}^{\text{ПРМ}} \Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}} \left( 24 \frac{\sum t_i n_i}{T_{\text{рц}}} + 1 \right), \quad (4.7)$$



где  $K_{\text{см}}^{\text{ПРМ}}$  – количество смен работы погрузочно-разгрузочных машин в сутки, определяемое по таблице 4.1;

$t_i$  – время нахождения машины в ремонте и обслуживании  $i$ -го вида за межремонтный цикл, сут;

$n_i$  – количество ремонтов и обслуживаний  $i$ -го вида в одном межремонтном цикле;

$T_{\text{рц}}$  – продолжительность межремонтного цикла, ч.

Таблица 4.1 – Определение количества смен работы погрузочно-разгрузочных машин

Условие	$\frac{Q_{\text{сут}}^{\text{П(мех)}}}{\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}} \leq 1$	$1 < \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{П(мех)}}}{\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}} \leq 2$	$2 < \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{П(мех)}}}{\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}} \leq 3$	$3 < \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{П(мех)}}}{\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}}$
$K_{\text{см}}^{\text{ПРМ}}$	1	2	3	3,43

Количество ( $n_i$ ), продолжительность ремонтов и обслуживаний ( $t_i$ ), а также продолжительность межремонтного цикла ( $T_{\text{рц}}$ ) принимается для каждой машины в соответствии с приложением Г.

Полученные в результате расчетов по формуле (4.7) значения округляются до целого числа в большую сторону.

#### 4.2.2 Расчет количества подач и уборок вагонов к фронтам погрузки, выгрузки

Для расчета количества погрузочно-разгрузочных машин с учетом перерабатывающей способности грузового фронта, необходимо предварительно определить количество подач и уборок вагонов на грузовой фронт.

Под подачей и уборкой вагонов понимаются маневровые операции по перемещению вагонов соответственно со станции на грузовые фронты и в обратном направлении.

Грузовым фронтом или фронтом погрузки, выгрузки называется часть железнодорожного пути (автомобильного проезда), примыкающая к крытым и открытым складам и предназначенная для погрузки, выгрузки грузов. Вместимость грузового фронта определяется количеством вагонов (автомобилей), с которыми возможно одновременное проведение грузовых операций на местах погрузки, выгрузки.

Количество подач и уборок вагонов к фронтам погрузки, выгрузки определяется по следующим формулам:

– при выгрузке груза из вагонов (прибытие грузов железнодорожным транспортом на терминал)

$$X_{\text{пу}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1+t_{\text{под}})}{0,25 + \frac{30P_{\text{тех}}}{Z_{\text{р}} \Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}}}}}}, \quad (4.8)$$

– при погрузке груза в вагоны (отправление груза железнодорожным транспортом с терминала)

$$X_{\text{пу}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1 + 2t_{\text{под}} + q_{\text{р}})}{0,5 + \frac{60P_{\text{тех}}}{Z_{\text{р}} \Pi_{\text{экс}}^{\text{ч}}}}}}, \quad (4.9)$$

где  $\gamma$  – отношение стоимости маневрового локомотива-часа работы к стоимости вагоно-часа простоя,  $\gamma = 60 \dots 90$ ;

$t_{\text{под}}$  – время на движение локомотива с вагонами от места их накопления до места погрузки или выгрузки, мин;  $t_{\text{под}} = 10 \dots 20$  мин;

$q_{\text{р}}$  – количество первичных групп вагонов в составе подачи (уборки);  $q_{\text{р}} = 1$ ;

Если количество подач-уборок получилось больше восьми, то для дальнейших расчетов следует принимать восемь подач-уборок в сутки. Полученные значения количества подач-уборок вагонов округляются по правилам математики.

Количество вагонов в одной подаче-уборке

$$m_{\text{пу}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.10)$$

Полученное количество вагонов в одной подаче-уборке округляется до целого числа в большую сторону.

#### 4.2.3 Расчет количества погрузочно-разгрузочных машин с учетом перерабатывающей способности грузового фронта

По условию учета перерабатывающей способности грузового фронта, количество погрузочно-разгрузочных машин

$$Z_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р(мех)}}}{\Pi_{\text{экс}}^{\text{ч}} \left( T_{\text{сут}}^{\text{ПРМ}} - \frac{t_0 X_{\text{пу}}}{60} \right)}, \quad (4.11)$$

где  $T_{\text{сут}}^{\text{ПРМ}}$  – продолжительность работы погрузочно-разгрузочных машин в течение суток за вычетом времени на смену бригад, ремонт, осмотр и экипировку машин и механизмов, ч;

$t_0$  – время на смену групп вагонов у грузового фронта, мин,  $t_0 = 15 \dots 30$  мин.

При круглосуточной работе ( $K_{\text{см}}^{\text{ПРМ}} = 3,43$ ) значение  $T_{\text{сут}}^{\text{ПРМ}}$  принимается равным 22 ч. Во всех остальных случаях продолжительность работы погрузочно-разгрузочных машин в течение суток

$$T_{\text{сут}}^{\text{ПРМ}} = K_{\text{см}}^{\text{ПРМ}} T_{\text{см}}^{\text{ПРМ}}. \quad (4.12)$$

Полученные в результате расчетов по формуле (4.11) значения округляются до целого числа в большую сторону.

### 4.3 Определение длины грузовых фронтов

Длина грузовых фронтов определяется как со стороны железнодорожного, так и со стороны автомобильного транспорта. Длина фронта со стороны железной дороги

$$L_{\text{фр}}^{\text{ЖД}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}} l_{\text{ваг}}^{\text{сц}}}{X_{\text{пу}}} + \Delta l, \quad (4.13)$$

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

$\Delta l$  – увеличение длины грузового фронта для точной расстановки вагонов (например, напротив дверей складов),  $\Delta l = 20$  м.

Длина грузового фронта со стороны автотранспорта зависит от способа постановки автомобиля под погрузку относительно продольной оси склада и определяется по формулам

$$L_{\text{фр}}^{\text{авт}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р}} l_{\text{авт}}}{T_{\text{сут}}^{\text{авт}} \Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}}}; \quad l_{\text{фр}}^{\text{авт}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р}} b_{\text{авт}}}{T_{\text{сут}}^{\text{авт}} \Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}}}, \quad (4.14)$$

где  $l_{\text{авт}}$ ,  $b_{\text{авт}}$  – соответственно длина или ширина автомобиля в зависимости от того, боковым или задним бортом размещается автомобиль вдоль грузового фронта, м;

$T_{\text{сут}}^{\text{авт}}$  – продолжительность работы автотранспорта в течение суток, ч.

Длина склада должна быть больше или равна длине грузовых фронтов как для автомобильного, так и железнодорожного транспорта. В курсовой работе для каждого из рассматриваемых вариантов производится сравнение длины склада, рассчитанной по методу элементарных площадок  $L_{\text{скл}}^{\text{эл}}$  со значениями длины грузовых фронтов  $L_{\text{фр}}^{\text{ЖД}}$ ,  $L_{\text{фр}}^{\text{авт}}$ .

Результаты расчетов длины грузовых фронтов и складов сводятся в таблицу по форме таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчета длины грузовых фронтов и складов

Вариант механизации погрузочно-разгрузочных работ	Длина склада по методу элементарных площадок $L_{\text{скл}}^{\text{эл}}$ , м	Длина грузового фронта, м		Итоговая длина склада $L_{\text{скл}}$ , м
		$L_{\text{фр}}^{\text{ЖД}}$	$L_{\text{фр}}^{\text{авт}}$	
Козловой кран КДКК-10	156	193	42	193
Стреловой автокран КА-16	274	193	60	274

При необходимости значение длины склада  $L_{\text{скл}}$  должно быть увеличено до большего из двух значений  $L_{\text{фр}}^{\text{жд}}$ ,  $L_{\text{фр}}^{\text{авт}}$ . В таком случае пересчитывается площадь склада по формуле

$$S_{\text{скл}} = L_{\text{скл}} B_{\text{скл}}. \quad (4.15)$$

В рассматриваемом примере длина склада, оборудованного козловым краном, увеличивается до значения 193 м, площадь – соответственно до значения  $S_{\text{скл}} = 13,4 \cdot 193 = 2586,2 \text{ м}^2$  (см. таблицы 3.1, 4.2).

#### 4.4 Проверочный расчет

Для проведения дальнейших расчетов для каждого варианта механизации погрузочно-разгрузочных работ сравниваются полученные значения количества погрузочно-разгрузочных машин  $Z_p$  и  $Z_{\text{ф}}$ . К проектированию принимается большее из рассчитанных значений  $Z = \max(Z_p; Z_{\text{ф}})$ .

Определенные в курсовой работе характеристики транспортного терминала должны удовлетворять следующему условию:

$$\frac{m_{\text{сут}}^p I_{\text{в}}}{L_{\text{скл}}} \leq X_{\text{пу}} \leq \frac{T_{\text{сут}}^{\text{ПРМ}} Z_{\text{эксп}}^{\text{ч}}}{m_{\text{пу}} P_{\text{тех}}^{\text{вар}}}, \quad (4.16)$$

где  $Z$  – принятое к проектированию количество погрузочно-разгрузочных машин.

Левая часть неравенства направлена на проверку длины склада, приходящейся на одну подачу-уборку вагонов. Правой частью неравенства проверяется способность рассчитанного количества погрузочно-разгрузочных машин к переработке объема груза в одной подаче-уборке вагонов.

Проверочный расчет осуществляется для каждого варианта механизации погрузочно-разгрузочных работ.

#### 4.5 Определение необходимого количества автомобилей для завоза или вывоза груза

В курсовой работе определяется необходимое количество автомобилей для обеспечения завоза заданного количества груза со склада грузоотправителя на транспортный терминал или вывоза груза с терминала на склад грузополучателя.

Необходимое списочное количество автомобилей для завоза-вывоза груза

$$A = \frac{Q_{\text{сут}}^p}{k_{\text{вып}} P_{\text{тех}}^{\text{авт}} Z_{\text{об}}}, \quad (4.17)$$

где  $k_{\text{вып}}$  – коэффициент выпуска автомобилей на линию,  $k_{\text{вып}} = 0,85 \dots 0,9$ ;  
 $Z_{\text{об}}$  – количество оборотов автомобиля за сутки,

$$Z_{об} = \frac{K_{см}^{авт} T_{см}^{авт}}{t_{об}}, \quad (4.18)$$

$t_{об}$  – продолжительность оборота автомобиля, ч;  
 $T_{см}^{авт}$  – продолжительность работы автотранспорта в течение смены, ч;  
 $K_{см}^{авт}$  – количество смен работы автотранспорта.

Продолжительность оборота автомобиля

$$t_{об} = \frac{2L}{v_{тех}} + t_{пог} + t_{выг} + t_{док} + t_{ож}, \quad (4.19)$$

где  $L$  – расстояние завоза или вывоза груза, км;

$v_{тех}$  – средняя техническая скорость автомобиля, км/ч;

$t_{пог}$ ,  $t_{выг}$ ,  $t_{док}$ ,  $t_{ож}$  – соответственно продолжительность погрузки груза в автомобиль, выгрузки из него, документального оформления автомобильной перевозки, ожидания выполнения операций, ч.

Продолжительность погрузки и выгрузки автомобиля

$$t_{пог} = t_{выг} = \frac{P_{тех}^{авт}}{\Pi_{эксп}^ч}. \quad (4.20)$$

Продолжительность документального оформления автомобильной перевозки и продолжительность ожидания выполнения операций принимаются  $t_{док} = 0,3$  ч,  $t_{ож} = 0,5$  ч.

Так как часовая эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочных машин отличается, то необходимое количество автомобилей для обеспечения завоза и вывоза груза определяется по двум вариантам механизации погрузочно-разгрузочных работ. Рассчитанное списочное количество автомобилей для завоза-вывоза груза округляется до целого числа в большую сторону.

## 5 ВЫБОР ВАРИАНТА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗА

### 5.1 Расчет стоимостных показателей схем грузопереработки

#### 5.1.1 Капитальные вложения

Капитальные вложения – это реальные инвестиции (вложения) в основной капитал (основные фонды), в том числе затраты на новое строительство, на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

В курсовой работе капитальные вложения охватывают создание инфраструктуры, обеспечивающей выполнение всех технологических операций на терминале: приобретение погрузочно-разгрузочных машин, строительство складов, укладку железнодорожных путей, строительство автопроездов, укладку подкрановых путей, строительство эстакады, сооружение линий энергоснабжения и другие вложения в зависимости от варианта механизации.

Капитальные вложения и остальные стоимостные показатели в курсовой работе определяются в условных денежных единицах (далее – у.д.е.)

Суммарные капитальные вложения

$$K = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (5.1)$$

где  $K_i$  – капитальные вложения по  $i$ -й составляющей, у.д.е.

Расчет капитальных вложений целесообразно свести в таблицу по форме, приведенной в таблице 5.1. Значения стоимости единиц измерения для расчета капитальных вложений приведены в задании (для средств механизации) и в таблице Д.2.

В таблице 5.1 приведен пример расчета капитальных вложений для козлового крана и стрелового автомобильного крана. Под строкой «Итого» таблицы 5.1 приведен пример оформления капитальных вложений, связанных со строительством крытого ангарного склада для переработки тарноупаковочных грузов электро- и автопогрузчиками.

Удельные капитальные вложения ( $K_y$ ) определяют делением суммарных капитальных вложений на общий годовой объем грузопереработки ( $Q_{гп}$ ):

$$K_y = \frac{K}{Q_{гп}} = \frac{K}{(2 - \alpha)Q_{г}}. \quad (5.2)$$

Таблица 5.1 – Результаты расчета капитальных вложений

Составляющие капитальных вложений	Единичная стоимость, у.д.е.	Козловой кран		Стреловой автокран	
		Количество единиц	Капитальные вложения, у.д.е.	Количество единиц	Капитальные вложения, у.д.е.
1 Приобретение погрузочно-разгрузочных машин, шт.:					
1.1 козловой кран	21 400		64 200,0		
1.2 стреловой автокран	11 300			5,0	56 500,0
2 Строительство открытой площадки с бетонным и асфальтобетонным покрытием, м <sup>2</sup>	11	2 586,2	28 448,2	2 246,8	24 714,8
3 Укладка подкрановых путей для козлового крана, м	42	193,0	8 106,0		
4 Строительство автомобильных дорог и проездов, м <sup>2</sup>	11	675,5	7 430,5	959,0	10 549,0
5 Укладка железнодорожных путей на терминале, м	61	193,0	11 773,0	274,0	16 714,0
6 Строительство линий энергоснабжения, м:	8	412,8	3 302,4	564,4	4 515,2
7 Укладка водопровода, м	20	193,0	3 860,0	274,0	5 480,0
<b>ИТОГО</b>			127 120,1		118 473,0
2 Крытый ангарный склад с пролетом 24 м, длиной, м:					
126 зданий		1	111 000,0		
144 здания				1	125 200,0
<i>Примечания</i>					
1 Длина подкрановых путей для козлового крана, эстакады мостового крана, железнодорожного пути, линий водопровода принимается равной длине склада.					
2 Площадь автомобильных дорог и проездов определяется в зависимости от длины склада для ширины автопоездов 3,5 м.					
3 Длина линий энергоснабжения равна периметру склада.					
4 Капитальные вложения, связанные со строительством крытого склада, определяются на основании данных для складов стандартной длины методом линейной интерполяции.					

### 5.1.2 Эксплуатационные расходы

Эксплуатационные расходы обычно рассматриваются как издержки производства, связанные с поддержанием в работоспособном состоянии используемого производственного оборудования, машин, механизмов [5].

В курсовой работе определяются годовые эксплуатационные расходы – сумма расходов, связанных с проведением погрузочно-разгрузочных и

складских работ, а также с содержанием и обеспечением функционирования всего комплекса устройств, занятого выполнением этих работ.

Годовые эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z} + T + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_o + A + P + M + O, \quad (5.3)$$

где  $\mathcal{Z}$  – расходы на заработную плату, у.д.е./год;

$T$  – расходы на топливо (для погрузочно-разгрузочных машин, оборудованных двигателями внутреннего сгорания), у.д.е./год;

$\mathcal{E}_c$  – расходы на силовую электроэнергию (для погрузочно-разгрузочных машин, оборудованных электрическими двигателями), у.д.е./год;

$\mathcal{E}_o$  – расходы на электроэнергию для освещения мест выполнения погрузочно-разгрузочных работ, у.д.е./год;

$A$  – отчисления на амортизацию, у.д.е./год;

$P$  – отчисления на все виды ремонтов, у.д.е./год;

$M$  – расходы на материалы обтирочные и смазочные, у.д.е./год;

$O$  – расходы на быстроизнашивающуюся оснастку, у.д.е./год.

Расходы на заработную плату механизаторам и рабочим определяются для варианта со сдельной оплатой труда и с учетом комплексных норм выработки

$$\mathcal{Z} = \frac{7\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{к}}(1+\beta/100)Q_{\text{гп}}}{\Pi_{\text{экс}}^{\text{см}}} (r_{\text{м}}c_{\text{чм}} + r_{\text{р}}c_{\text{чр}}), \quad (5.4)$$

где  $\alpha_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий подмены в нерабочие дни (1,19–1,27);

$\alpha_{\text{вр}}$  – коэффициент, учитывающий надбавку к заработной плате ( $\alpha_{\text{вр}} = 1,12$ ) для грузов со специфически сложными условиями переработки (алебастр, баллоны с газом, бензин этилированный, битум, вата минеральная и стеклянная, взрывчатые вещества, известь, каучук, карбид кальция, кислота, кокс, купорос, магнезит, нефть и нефтепродукты, нерудные ископаемые (асбест, кварц, гипс), рыба, стружки и опилки металлические, стекловолокно, цемент, щелочи, ядовитые вещества и др.);

$\alpha_{\text{к}}$  – коэффициент, учитывающий надбавки к заработной плате механизаторам и рабочим, входящим в состав комплексной бригады (I класс –  $\alpha_{\text{к}} = 1,25$ ; II класс – 1,20; III класс – 1,15);

$\beta$  – общий процент начислений на заработную плату, включающий отчисления на социальное страхование, охрану труда и др. ( $\beta = 40$ );

$r_{\text{м}}, r_{\text{р}}$  – количество механизаторов и рабочих, входящих в бригаду и обслуживающих одну машину или установку (таблица В.2);

$c_{\text{чм}}, c_{\text{чр}}$  – часовая тарифная ставка соответственно механизатора и рабочего (таблицы 5.2–5.3).

Расходы на топливо для погрузочно-разгрузочных машин, оборудованных двигателями внутреннего сгорания, могут быть определены при известной норме его расхода или при отсутствии нормы его расхода на 1 час работы.



Таблица 5.2 – Часовые тарифные ставки рабочих при сдельной оплате

Вид работ	Часовая тарифная ставка рабочих, у.д.е./ч
1 Погрузка-выгрузка руды, угля, угольного брикета, извести	1,04
2 Погрузка-выгрузка смерзающихся, тяжеловесных, опасных для здоровья грузов	0,94
3 Погрузка-выгрузка остальных грузов	0,83

Таблица 5.3 – Часовые тарифные ставки механизаторов при сдельной оплате

Наименование и характеристика профессии	Присваиваемый квалификационный разряд	Часовая тарифная ставка механизаторов, у.д.е./ч
1 Водитель электропогрузчика	III	0,65
2 Водитель автопогрузчика	III; IV; V	0,65; 0,73; 0,83
3 Крановщик при управлении кранами любых типов с грузоподъемностью, т: до 3 от 3 до 10 свыше 10	III IV; V V	0,65 0,73; 0,83 0,83

Расходы на топливо при известной норме его расхода на 1 час работы

$$\mathcal{E}_T = qC_T T_T^\Phi, \quad (5.5)$$

где  $q$  – норма расхода топлива на 1 ч работы машины, кг/ч;

$C_T$  – стоимость 1 кг топлива, руб.;  $C_T = 0,07$  у.д.е./кг;

$T_T^\Phi$  – продолжительность работы всех погрузочно-разгрузочных машин по переработке годового объема грузопереработки  $Q_{ГП}$ , ч,

$$T_T^\Phi = Q_{ГП} / \Pi_{эксп}^ч. \quad (5.6)$$

Расходы на топливо, если отсутствует норма его расхода на 1 час работы,

$$\mathcal{E}_T = NT_T^\Phi k_{вр} [V_x + (V_n - V_x)k_{мощн}] C_T, \quad (5.7)$$

где  $N$  – мощность двигателя погрузочно-разгрузочной машины, кВт;

$k_{вр}$  – коэффициент использования двигателя по времени,  $k_{вр} = 0,85$ ;

$V_n, V_x$  – удельный расход топлива на единицу номинальной мощности в час соответственно при номинальной загрузке двигателя и при холостом режиме его работы (таблица 5.4), кг/кВт·ч;

$k_{мощн}$  – коэффициент использования двигателя по мощности

$$k_{мощн} = G_{груз} / G_{ном}, \quad (5.8)$$

$G_{груз}$  – масса груза фактически перемещаемого за один цикл, т.

$G_{ном}$  – номинальная грузоподъемность, т.

Таблица 5.4 – Удельный расход топлива на единицу мощности и времени

Вид горючего	Степень загрузки, %	$V_n, V_x, \text{кг} / \text{кВт}\cdot\text{ч}$ при мощности двигателя		
		< 30 кВт	30–75 кВт	> 75 кВт
Бензин	75	0,46	0,45	0,44
	50	0,57	0,55	0,53
	Холостой ход	0,16	0,14	0,12
Дизельное топливо	50	0,35	0,30	0,29
	Холостой ход	0,11	0,10	0,01

Расходы на силовую электроэнергию для погрузочно-разгрузочных машин, оборудованных электрическими двигателями, при поступлении электроэнергии по троллейным проводам или силовому кабелю

$$\mathcal{E}_c = k_{\text{сеть}} C_3 \sum_{i=1}^n (N_i \eta_i) T_{\Gamma}^{\Phi}, \quad (5.9)$$

где  $k_{\text{сеть}}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в распределительной сети,  $k_{\text{сеть}} = 1,03 \dots 1,05$ ;

$C_3$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_3 = 0,021$  у.д.е./кВт·ч;

$N_i$  – номинальные мощности отдельных двигателей машины, кВт;

$\eta_i$  – полный КПД  $i$ -го двигателя машины с учетом загрузки по мощности и времени,  $\eta_i = 0,7 \dots 0,8$ .

Расходы на силовую электроэнергию при использовании электропогрузчиков, оснащенных аккумуляторной батареей,

$$\mathcal{E}_c = 0,00181 \cdot EUQ_{\Gamma} C_3 / \Pi_{\text{экс}}^{\text{см}}, \quad (5.10)$$

где  $E$  – номинальная емкость аккумуляторной батареи, А·ч;

$U$  – напряжение на зажимах аккумуляторной батареи, В.

Расходы на электроэнергию для освещения мест производства погрузочно-разгрузочных работ

$$\mathcal{E}_o = K_{\text{л}} (E_o / e_o) S T_{\text{осв}} P_{\text{л}} C_3, \quad (5.11)$$

где  $K_{\text{л}}$  – коэффициент, определяющий тип осветительной лампы (0,003 – лампа накаливания; 0,004 – люминесцентная лампа);

$E_o$  – норма освещенности, лк (20 лк – для крытых складов; 5 лк – для открытых площадок, автопроездов, железнодорожных и подкрановых путей);

$e_o$  – световой поток одной лампы, лм (таблица 5.5);

$S$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup> (принимается равной площади склада);

$T_{\text{осв}}$  – время работы системы освещения в течение года, ч (односменная работа – 600 ч, двухсменная – 2600 ч, трехсменная или круглосуточная – 4600 ч);

$P_{\text{л}}$  – мощность одной лампы, Вт (таблица 5.5).

Тип осветительных ламп и их мощность выбираются самостоятельно.

Таблица 5.5 – Характеристика осветительных ламп

Мощность лампы, Вт	Световой поток, лм	
	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы
80	–	2720 или 3440, или 4320
100	1240 или 1400	–
200	2700 или 3200	–
300	4350 или 5150	–

Отчисления на амортизацию зависят от сумм капитальных вложений по  $i$ -м составляющим и норм амортизационных отчислений

$$A = 0,01 \sum_{i=1}^n (K_i \alpha_i^a), \quad (5.12)$$

где  $\alpha_i^a$  – норма амортизационных отчислений по  $i$ -й составляющей капитальных вложений, % (таблицы Д.1, Д.2).

Расчет отчислений на амортизацию сводится в таблицу по примеру таблицы 5.6.

Отчисления на все виды ремонтов, так же как и отчисления на амортизацию, зависят от сумм капитальных вложений по  $i$ -м составляющим и норм отчислений на ремонты

$$P = 0,01 \sum_{i=1}^n (K_i \alpha_i^p), \quad (5.13)$$

где  $\alpha_i^p$  – норма отчислений на ремонты по  $i$ -й составляющей капитальных вложений, % (см. таблицы Д.1, Д.2).

Расчет отчислений на все виды ремонтов сводится в таблицу по примеру таблицы 5.7.

Расходы на материалы обтирочные и смазочные

$$M = k_m (T + \Theta_c + \Theta_o), \quad (5.14)$$

где  $k_m$  – коэффициент, учитывающий расходы на смазочные и обтирочные материалы исходя из расходов на топливо и электроэнергию,  $k_m = 0,15 \dots 0,2$ .

Расходы на быстроизнашивающуюся оснастку включают стоимость замены таких материалов, как конвейерные ленты, канаты, цепи, грузозахватные приспособления, и определяются по формуле

$$O = k_o K_1, \quad (5.15)$$

где  $k_o$  – коэффициент, учитывающий расходы на быстроизнашивающуюся оснастку исходя из суммы капитальных вложений в приобретение погрузочно-разгрузочных машин,  $k_o = 0,05 \dots 0,1$ .

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов сводятся в таблицу по примеру таблицы 5.8.

Таблица 5.6 – Результаты расчета амортизационных отчислений по составляющим капитальных вложений

Составляющие капитальных вложений	Капитальные вложения, у.д.е.	Козловой кран		Стреловой автокран	
		Норма отчислений на амортизацию, %	Амортизационные отчисления, у.д.е.	Норма отчислений на амортизацию, %	Амортизационные отчисления, у.д.е.
1 Приобретение погрузочно-разгрузочных машин:					
1.1 Козловой кран	64 200,0	5,0	321 000,0		
1.2 Стреловой автокран	56 500,0			7,7	435 050,0
2 Строительство открытой площадки с бетонным и асфальтобетонным покрытием:					
2.1 Козловой кран	28 448,2	2,1	59 741,2		
2.2 Стреловой автокран	24 714,8			2,1	51 901,1
3 Укладка подкрановых путей для козлового крана	8 106,0	4,4	35 666,4		
4 Строительство автомобильных дорог и проездов:					
4.1 Козловой кран	7 430,5	2,1	15 604,1		
4.2 Стреловой автокран	10 549,0			2,1	22 152,9
5 Укладка железнодорожных путей на терминале:					
5.1 Козловой кран	11 773,0	5,0	58 865,0		
5.2 Стреловой автокран	16 714,0			5,0	83 570,0
6 Строительство линий энерго-снабжения:					
6.1 Козловой кран	3 302,4	2,8	9 246,7		
6.2 Стреловой автокран	4 515,2			2,8	12 642,6
7 Укладка водопровода:					
7.1 Козловой кран	3 860,0	6,3	24 318,0		
7.2 Стреловой автокран	5 480,0			6,3	34 524,0
ИТОГО			524 441,4		639 840,5

**Таблица 5.7 – Результаты расчета отчислений на ремонт по составляющим капитальных вложений**

Составляющие капитальных вложений	Капитальные вложения, у.д.е.	Козловой кран		Стреловой автокран	
		Норма отчислений на ремонт, %	Отчисления на ремонт, у.д.е.	Норма отчислений на ремонт, %	Отчисления на ремонт, у.д.е.
1 Приобретение погрузочно-разгрузочных машин:					
1.1 Козловой кран	64 200,0	14,6	937 320,0		
1.2 Стреловой автокран	56 500,0			15,5	875 750,0
2 Строительство открытой площадки с бетонным и асфальтобетонным покрытием:					
2.1 Козловой кран	28 448,2	2,3	65 430,9		
2.2 Стреловой автокран	24 714,8			2,3	56 844,0
3 Укладка подкрановых путей для козлового крана	8 106,0	4,8	38 908,8		
4 Строительство автомобильных дорог и проездов:					
4.1 Козловой кран	7 430,5	2,3	17 090,2		
4.2 Стреловой автокран	10 549,0			2,3	24 262,7
5 Укладка железнодорожных путей на терминале:					
5.1 Козловой кран	11 773,0	5,5	64 751,5		
5.2 Стреловой автокран	16 714,0			5,5	91 927,0
6 Строительство линий энергоснабжения:					
6.1 Козловой кран	3 302,4	3,0	9 907,2		
6.2 Стреловой автокран	4 515,2			3,0	13 545,6
7 Укладка водопровода:					
7.1 Козловой кран	3 860,0	8,6	33 196,0		
7.2 Стреловой автокран	5 480,0			8,6	47 128,0
<b>ИТОГО</b>			1 166 604,5		1 109 457,3

**Таблица 5.8 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов**

Наименование эксплуатационных расходов	Сумма эксплуатационных расходов, у.д.е.	
	Козловой кран	Стреловой автокран
Расходы на заработную плату		
Расходы на топливо		
Расходы на силовую электроэнергию		
Расходы на электроэнергию для освещения		
Отчисления на амортизацию		
Отчисления на все виды ремонтов		
Расходы на материалы обтирочные и смазочные		
Расходы на быстроизнашивающуюся оснастку		
<i>Всего</i>		

Себестоимость переработки единицы груза

$$C = \mathcal{E} / Q_{\text{гп}}. \quad (5.16)$$

### 5.1.3 Годовые приведенные затраты

Приведенные затраты – сумма текущих затрат, учитываемых в себестоимости продукции, и единовременных капитальных вложений, сопоставимости которых с текущими затратами достигается путем умножения их на нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. Приведенные затраты

$$E_{\text{пр}} = \mathcal{E} + \varepsilon_n K = \mathcal{E} + \frac{1}{T_n} K, \quad (5.17)$$

где  $\varepsilon_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  
 $T_n$  – нормативный срок окупаемости, лет.

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений представляет собой минимальную норму эффективности капитальных вложений, ниже которой они, при прочих равных условиях, нецелесообразны.

Приведенные затраты рассчитываются в курсовой работе для каждого из заданных вариантов механизации. Определяется разница приведенных затрат  $\Delta E_{\text{пр}}$  как разность между большим и меньшим из полученных значений.

## 5.2 Расчет натуральных показателей схем грузопереработки

Натуральные показатели – показатели, которые характеризуют величины явлений в присущей им натуральной форме и измеряются в единицах, отражающих физическое состояние явлений: продолжительность, количество, масса, площадь, объем (в отличие от стоимостных показателей, выражаемых в денежной форме).

Натуральные показатели просты и удобны для применения в планировании и учете, для оценки итогов работы за определенный период. В то же время натуральные показатели характеризуются особенностями, которые ограничивают область их применения: каждый процесс (в том числе и организация погрузочно-разгрузочных работ) характеризуется многими свойствами, а натуральный показатель отражает лишь одно из них.

Объективное противоречие между способностью натуральных показателей отражать какое-либо одно свойство процесса или продукта и заинтересованностью в отражении нескольких его свойств нивелируется за счет использования комплекса натуральных показателей и правильным сочетанием натуральных показателей со стоимостными.

В курсовой работе определяются следующие натуральные показатели: уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ; производительность труда работников, занятых погрузкой, выгрузкой, перегрузкой и сортировкой грузов; простой подвижного состава под грузовыми операциями; энергоемкость; металлоемкость.

Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ – это отношение количества тонно-операций, выполненных механизированным способом в течение определенного времени (обычно за год), к общему объему выполненных тонно-операций за тот же период.

$$Y_M = (Q_{\text{мех}}/Q_{\text{гп}}) \cdot 100. \quad (5.18)$$

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 ( $\Pi_{\text{труд}}$ ) можно определить делением эксплуатационной сменной производительности ( $\Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}}$ ) на общую численность бригады ( $r$ ), обеспечивающей эту выработку,

$$\Pi_{\text{труд}} = \Pi_{\text{эксп}}^{\text{см}} / r, \quad (5.19)$$

или делением годового объема грузопереработки ( $Q_{\text{г}}$ ) на общий штат работников ( $\sum r_i$ )

$$\Pi_{\text{труд}} = Q_{\text{г}} / \sum r_i. \quad (5.20)$$

Простой вагона под грузовыми операциями, ч,

$$t_{\text{гп}}^{\text{в}} = t_{\text{пз}} + t_{\text{вс}} + (m_{\text{пу}}/Z - 1)t_{\text{пер}} + (m_{\text{пу}}P_{\text{тех}}^{\text{в}})/(Z\Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}}), \quad (5.21)$$

где  $t_{\text{пз}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, мин/ваг. В курсовой работе принимается равным, мин/ваг: тарно-упаковочные грузы – 9; контейнеры и тяжеловесные грузы – 5; лесные грузы – 18; навалочные грузы при выгрузке кранами – 6. При обработке группы вагонов это время 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,  $t_{\text{вс}} = 0$ ;

$t_{\text{пер}}$  – время на одну перестановку вагонов у грузового фронта,  $t_{\text{пер}} = 0$ .

Простой автомобиля под грузовыми операциями

$$t_{\text{гп}}^{\text{а}} = t_{\text{пз}} + t_{\text{вс}} + P_{\text{тех}}^{\text{авт}} / \Pi_{\text{эксп}}^{\text{ч}}. \quad (5.22)$$

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

$$n = \sum N / Q_{\text{гп}}, \quad (5.23)$$

$$a = \sum A / Q_{\text{гп}}. \quad (5.24)$$

Металлоемкость варианта механизированной перегрузки грузов определяется суммарной массой  $\sum M_c$  работающих машин или удельной массой

$$m = \sum M_c / Q_{\text{гп}}. \quad (5.25)$$

### 5.3 Сравнение вариантов механизированной грузопереработки

При сравнении возможных вариантов решения какой-либо технической задачи, рационализаторских предложений, технических усовершенствований, различных способов повышения качества продукции лучшим при прочих равных условиях считается вариант с меньшими приведенными затратами.

В курсовой работе варианты механизации погрузочно-разгрузочных работ сравниваются по полученным значениям приведенных затрат. Вариант с меньшими значениями приведенных затрат является лучшим. При незначительном расхождении значений приведенных затрат по вариантам (10 % и менее), выбор лучшего из вариантов осуществляется на основании сравнения натуральных показателей.

Выбранный вариант оформляется в виде приложения на листе формата А4. В приложении отображаются план и поперечный разрез выбранного варианта грузопереработки, содержащие взаимное расположение погрузочно-разгрузочной машины, железнодорожного и автомобильного подвижного состава, расположение груза на складе (исходя из расстановки груза, использованной для определения площади склада по методу элементарных площадок). Указываются размеры склада, грузовых мест, проходов и проездов, необходимых зазоров, высота штабелей, основные пространственные параметры погрузочно-разгрузочной машины, железнодорожного и автомобильного подвижного состава (приложение Е).



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР : альбом-справочник. – М. : Транспорт, 1989. – 176 с.

2 Технические условия размещения и крепления грузов. Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) // Белорусская железная дорога [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : [http://www.rw.by/uploads/userfiles/files/prilogenije\\_3\\_smgs\\_2015.pdf](http://www.rw.by/uploads/userfiles/files/prilogenije_3_smgs_2015.pdf). – Дата доступа : 11.11.2016.

3 **Падня, В. А.** Погрузочно-разгрузочные машины : справочник / В. А. Падня. – М. : Транспорт, 1981. – 448 с.

4 Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. – Минск : НИИ труда, 2002. – 116 с.

5 **Райзберг, Б. А.** Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 2-е изд., испр. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 479 с.

6 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы : учеб. пособие / Н. П. Берлин [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
*(обязательное)*

**Основные технические характеристики контейнеров**

Название контейнера	Код ISO	Типо-размер	Длина в футах	Грузоподъёмность		Геометрические размеры, мм						
				Масса нетто, кг	Масса брутто, кг	внешние			внутренние			
						длина	ширина	высота	длина	ширина	высота	
Стандартный универсальный контейнер с одной или двумя торцевыми дверями												
20 DC (Dry Cube)	20G0	1C	20	18000	20000	6058	2438	2438	5867	2330	2197	
20 DC (Dry Cube)	22G0	1CC	20	21800	24000	6058	2438	2591	5867	2330	2350	
40 DC (Dry Cube)	40G0	1A	40	26000	30480	12192	2438	2438	11988	2330	2197	
40 DC (Dry Cube)	42G0	1AA	40	26580	30480	12192	2438	2591	11988	2330	2350	
Контейнер усиленный 20-футовый												
20 HTC (Heavy Tested Container)	22G0	1CC	20	25900	28200	6058	2438	2591	5867	2330	2350	
Контейнер увеличенной вместимости												
20 HC (High Cube)	25G0	1CCC	20	21800	24000	6058	2438	2895	5867	2330	2654	
40 HC (High Cube)	45G0	1AAA	40	26330	30480	12192	2438	2895	11988	2330	2654	
Контейнер увеличенной вместимости и увеличенной внутренней ширины для размещения поддонов												
20 HCPW (High Cube) + PW (Pallet Wide)	2EG0	–	20	27900	30480	6058	2484	2896	5898	2426	2655	
40 HCPW (High Cube) + PW (Pallet Wide)	4EG0	–	40	29800	34000	12192	2484	2896	12097	2426	2655	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)

**Масса металлоизделий**

**Таблица Б.1 – Масса трубы водогазопроводной (ГОСТ 10704–91)**

Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м (по толщине стенки)								
	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
51	3,55	4,10	4,63	5,67	6,66	7,59	4,48	9,32	10,11
57	3,99	4,62	5,23	6,41	7,54	8,63	9,66	10,65	11,59
60	4,22	4,87	5,52	6,78	7,99	9,15	10,25	11,31	12,33
76	5,40	6,25	7,10	8,75	10,35	11,91	13,41	14,86	16,27
89	6,36	7,38	8,38	10,35	12,28	14,15	15,97	17,75	19,47
102	7,32	8,5	9,67	11,96	14,20	16,39	18,54	20,63	22,68
108	7,46	9,02	10,25	12,69	15,09	17,43	19,72	21,96	24,16
114	8,21	9,53	10,85	13,43	15,97	18,46	20,90	23,29	25,64
127	9,17	10,65	12,13	15,04	17,90	20,71	23,47	26,18	28,84
133	9,61	11,17	12,72	15,78	18,78	21,74	24,65	27,51	30,32
159	11,54	13,42	15,28	18,98	22,63	26,23	29,78	33,28	36,73
219	15,97	18,59	21,20	26,38	31,50	36,58	41,61	46,59	51,52
273	–	32,26	26,54	33,05	39,51	45,92	52,28	58,60	64,83
325	–	–	31,67	39,46	47,2	54,9	62,54	70,14	11,65

**Таблица Б.2 – Металлопрокат. Масса стержневой арматуры (ГОСТ 5781–82)**

Номер профиля (номинальный диаметр)	Масса, кг/м
10	0,617
12	0,888
14	1,210
16	1,580
18	2,000
20	2,470
22	2,980
25	3,850
28	4,830
32	6,310
36	7,990
40	9,870
45	12,480
50	15,410

**Таблица Б.3 – Размеры и масса листа металла (ГОСТ 19903–90 и 19904–90) из расчета удельной массы 7,85 г/см<sup>3</sup>**

Толщина (размер), мм	Масса листа, кг
0,5 (1250×2500)	12,26
1 (1250×2500)	24,53
1,5 (1250×2500)	36,78
2 (1250×2500)	49,06
2,5 (1250×2500)	61,31
3,0 (1250×2500)	73,59
4 (1500×6000)	282,6
6 (1500×6000)	423,9
10 (1500×6000)	706,5
14 (1500×6000)	989,1
18 (1500×6000)	1271,7
20 (1500×6000)	1413
25 (1500×6000)	1769,4
30 (1500×6000)	2119,5
50 (1500×6000)	3532,5
60 (1500×6000)	4239

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(обязательное)

**Нормы выработки и времени  
при выполнении погрузочно-разгрузочных работ**

В таблицах приложения использованы следующие сокращения:

«Норма выр.» – комплексная норма выработки, т. е. сменная норма выработки всех рабочих (механизатора, стропальщиков или грузчиков), входящих в бригаду.

«Норма вр. мех.» – норма времени механизатора в часах на единицу измерения (т, м<sup>3</sup>, шт.).

«Норма вр. стр.», «Норма вр. гр.» – норма времени соответственно стропальщиков, грузчиков в человеко-часах на единицу измерения (определена путем умножения нормы времени (механизатора) в часах на количество рабочих в бригаде).

**Таблица В.1 – Крупнотоннажные контейнеры**

Вид нормы	Состав бригады	Вид грузозахватного приспособления	Погрузка или выгрузка на платформу, в полувагон, автомобиль						
			Двухконсольные козловые электрокраны				Самходные ж.-д. краны	Автокраны или автопогрузчики	
			Грузоподъемность, т						
			20–25	30	30,5	32	40	6–25	0,4–10
Норма выр., шт.	Механизатор, стропальщик	4-стропный захват с крюками или траверса	53,0	52,0	55,0	55,0	54,0	40,0	45,0
Норма вр. мех., ч			0,132	0,135	0,127	0,127	0,130	0,175	0,156
Норма вр. стр., чел. ч			0,264	0,270	0,254	0,254	0,260	0,350	0,312
Норма выр., шт.	Механизатор	Автоматический захват (спредер)	62,0	59,0	67,0	67,0	65,0	47,0	52,0
Норма вр. мех., ч			0,113	0,119	0,104	0,104	0,108	0,149	0,135
Норма выр., шт.	Механизатор, стропальщик	Полуавтоматический захват	60,0	57,0	64,0	64,0	62,0	46,0	49,0
Норма вр. мех., ч			0,117	0,123	0,109	0,109	0,113	0,152	0,143
Норма вр. стр., чел. ч			0,117	0,123	0,109	0,109	0,113	0,152	0,143

*Примечание* – В курсовой работе для мостовых электрокранов норма выработки принимается на 20 % выше по сравнению с козловыми кранами.

Таблица В.2 – Тарно-упаковочные грузы

Вид грузозахватного приспособления	Состав бригады (водитель погрузчика / грузчик)	Погрузка или выгрузка железнодорожного подвижного состава и автотранспорта											
		электропозрузчиками грузоподъемностью, т									автопозрузчиками грузоподъемностью до 1,5 т		
		0,75			1,0			1,5			норма выработки, т	норма времени	
		норма выработки, т	норма времени		норма выработки, т	норма времени		норма выработки, т	норма времени			норма выработки, т	норма времени
механизатора, ч	грузчика, чел. ч		механизатора, ч	грузчика, чел. ч		механизатора, ч	грузчика, чел. ч		механизатора, ч	грузчика, чел. ч			
<i>Сборные и мелкопартионные грузы в различной таре</i>													
Вилочный захват	1/4	75,5	0,093	0,371	78,1	0,090	0,358	76,2	0,092	0,367	85,5	0,082	0,327
	1/3	63,4	0,110	0,331	65,6	0,107	0,320	64,0	0,109	0,328	71,8	0,097	0,292
	1/2	48,3	0,145	0,290	50	0,140	0,280	49	0,143	0,286	54,7	0,128	0,256
	1/1	34	0,206	0,206	35,2	0,199	0,199	34,3	0,204	0,204	38,5	0,182	0,182
<i>Груз всякий на поддонах и в готовых пакетах</i>													
Вилочный захват	1/2	124,1	0,056	0,113	126,6	0,055	0,111	124,8	0,056	0,112	136,7	0,051	0,102
	1/1	95,9	0,073	0,073	97,2	0,072	0,072	95,9	0,073	0,073	106,1	0,066	0,066
	1/0	95,6	0,073	–	97,5	0,072	–	96,1	0,073	–	105,2	0,067	–

Таблица В.3 – Грузы в ящиках и неупакованные

Масса одного места, т	Состав бригады, чел. (крановщик/стропальщик)	Вид нормы	Вид грузозахватного приспособления	Погрузка или выгрузка на платформу, в полувагон, автомобиль								
				Двухконсольные козловые электрокраны				Мостовые электрокраны		Самоходные ж.-д. краны		Автокраны или автопогрузчики
				грузоподъемность, т								
				до 5	6	7,5–12,5	20–25	5	6–10	6–25	0,4–10	
До 1	1/3	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	103,6	105,7	101,5	116,7	121,7	137,3	95,9	67,0	
		Норма вр. мех., ч		0,068	0,066	0,063	0,060	0,058	0,051	0,073	0,105	
		Норма вр. стр., чел. ч		0,204	0,198	0,189	0,180	0,174	0,153	0,219	0,315	
	1/2	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	77,8	79,5	76,1	90,9	90,9	102,9	72,2	50,4	
		Норма вр. мех., ч		0,090	0,088	0,092	0,077	0,077	0,068	0,097	0,139	
		Норма вр. стр., чел. ч		0,180	0,176	0,184	0,154	0,154	0,136	0,194	0,278	
1–3	1/3	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	238,0	242,8	254,7	304,3	276,0	309,0	224,0	143,0	
		Норма вр. мех., ч		0,030	0,029	0,028	0,023	0,025	0,023	0,031	0,049	
		Норма вр. стр., чел. ч		0,090	0,087	0,084	0,069	0,075	0,069	0,093	0,147	
	1/2	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	179,5	184,2	189,2	233,3	205,9	233,3	166,7	107,7	
		Норма вр. мех., ч		0,039	0,038	0,037	0,030	0,034	0,030	0,042	0,065	
		Норма вр. стр., чел. ч		0,078	0,076	0,074	0,060	0,068	0,060	0,083	0,130	

Окончание таблицы В.3

Масса одного места, т	Состав бригады, чел. (крановщик/стропальщик)	Вид нормы	Вид грузозахватного приспособления	Погрузка или выгрузка на платформу, в полувагон, автомобиль							
				Двухконсольные козловые электрокраны				Мостовые электрокраны		Самоходные ж.-д. краны	Автокраны или автопогрузчики
				грузоподъемность, т							
				до 5	6	7,5–12,5	20–25	5	6–10	6–25	0,4–10
3–6	1/3	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	393,0	400,9	420,5	466,7	429,0	463,0	369,0	177,0
		Норма вр. мех., ч		0,018	0,017	0,017	0,015	0,016	0,015	0,019	0,040
		Норма вр. стр., чел. ч		0,054	0,051	0,051	0,045	0,048	0,045	0,057	0,120
	1/2	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	291,7	304,3	318,2	388,9	318,2	350	280	132,1
		Норма вр. мех., ч		0,024	0,023	0,022	0,018	0,022	0,020	0,025	0,053
		Норма вр. стр., чел. ч		0,047	0,047	0,044	0,036	0,044	0,040	0,050	0,109
Более 6	1/3	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	–	540,4	567,1	583,3	–	606,0	643,0	183,0
		Норма вр. мех., ч		–	0,013	0,012	0,012	–	0,012	0,011	0,038
		Норма вр. стр., чел. ч		–	0,039	0,036	0,036	–	0,036	0,033	0,114
	1/2	Норма выр., т	4-стропный захват с крюками	–	388,9	411,8	500	–	466,7	466,7	137,3
		Норма вр. мех., ч		–	0,018	0,017	0,014	–	0,015	0,015	0,051
		Норма вр. стр., чел. ч		–	0,036	0,033	0,028	–	0,031	0,030	0,102

Таблица В.4 – Лесные грузы

Наименование кранов и их грузоподъемность	Состав бригады, чел. (крановщик/стропальщик)	Вид нормы	На платформу			На автомобиль			В полувагон		
			Лесоматериал круглый	Шпалы, брусся, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы	Лесоматериал круглый	Шпалы, брусся, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы	Лесоматериал круглый	Шпалы, брусся, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы
Двухконсольный козловой грузоподъемностью до 5 т	1/3	Норма выработки, т	209	146	179	230	161	196	335	285	234
		Норма вр. мех., ч	0,034	0,048	0,039	0,030	0,044	0,036	0,021	0,025	0,030
		Норма вр. стр., чел. ч	0,100	0,144	0,117	0,090	0,132	0,108	0,063	0,075	0,090
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,045	0,064	0,052	0,040	0,058	0,048	0,028	0,033	0,040
		Норма вр. стр., чел. ч	0,090	0,0128	0,104	0,080	0,116	0,096	0,056	0,066	0,080
		Норма выработки, т	345	174	209	270	190	229	390	331	274
Двухконсольный козловой грузоподъемностью 6 т	1/3	Норма вр. мех., ч	0,029	0,040	0,034	0,026	0,037	0,031	0,018	0,021	0,026
		Норма вр. стр., чел. ч	0,087	0,120	0,100	0,078	0,111	0,093	0,054	0,063	0,078
		Норма выработки, т	345	174	209	270	190	229	390	331	274
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,038	0,053	0,045	0,034	0,049	0,041	0,024	0,028	0,034
		Норма вр. стр., чел. ч	0,076	0,106	0,090	0,068	0,098	0,082	0,048	0,056	0,068
		Норма выработки, т	242	171	206	267	187	226	387	328	271
Двухконсольный козловой грузоподъемностью 7,5–12,5 т	1/3	Норма вр. мех., ч	0,029	0,041	0,034	0,026	0,037	0,031	0,018	0,021	0,026
		Норма вр. стр., чел. ч	0,087	0,123	0,102	0,078	0,111	0,093	0,054	0,063	0,078
		Норма выработки, т	242	171	206	267	187	226	387	328	271
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,038	0,055	0,045	0,035	0,050	0,041	0,024	0,028	0,034
		Норма вр. стр., чел. ч	0,076	0,110	0,090	0,070	0,100	0,082	0,048	0,056	0,068
		Норма выработки, т	225	160	192	247	182	221	361	307	253
Мостовой электрокран грузоподъемностью до 5 т	1/3	Норма вр. мех., ч	0,031	0,044	0,036	0,028	0,038	0,03	0,019	0,023	0,029
		Норма вр. стр., чел. ч	0,093	0,132	0,108	0,084	0,114	0,095	0,057	0,069	0,084
		Норма выработки, т	225	160	192	247	182	221	361	307	253
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,041	0,058	0,049	0,038	0,051	0,042	0,026	0,030	0,037
		Норма вр. стр., чел. ч	0,082	0,116	0,098	0,076	0,102	0,084	0,052	0,060	0,074
		Норма выработки, т	225	160	192	247	182	221	361	307	253



Окончание таблицы В.4

Наименование кранов и их грузоподъемность	Состав бригады, чел. (крановщик/строительщик)	Вид нормы	На платформу			На автомобиль			В полувагон		
			Лесоматериал круглый	Шпалы, брусья, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы	Лесоматериал круглый	Шпалы, брусья, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы	Лесоматериал круглый	Шпалы, брусья, дрова, рудстойка, балансы, пропсы	Пиломатериалы
Мостовой электрокран грузоподъемностью 6–10 т	1/3	Норма выработки, т	254	178	215	279	192	231	405	343	283
		Норма вр. мех., ч	0,0286	0,039	0,033	0,025	0,036	0,030	0,017	0,020	0,025
		Норма вр. стр., чел. ч	0,084	0,117	0,099	0,075	0,108	0,090	0,051	0,060	0,075
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,037	0,052	0,043	0,033	0,048	0,040	0,023	0,027	0,033
Норма вр. стр., чел. ч		0,074	0,104	0,086	0,066	0,097	0,080	0,046	0,054	0,066	
Самоходный ж.-д. кран грузоподъемностью 6–25 т	1/3	Норма выработки, т	220	155	187	242	170	215	353	299	246
		Норма вр. мех., ч	0,032	0,045	0,037	0,029	0,041	0,033	0,020	0,023	0,028
		Норма вр. стр., чел. ч	0,096	0,135	0,111	0,087	0,123	0,099	0,060	0,069	0,087
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,042	0,060	0,050	0,038	0,055	0,043	0,026	0,031	0,038
Норма вр. стр., чел. ч		0,084	0,120	0,100	0,076	0,110	0,086	0,052	0,062	0,076	
Автомобильный кран, грузоподъемностью 3–5 т	1/3	Норма выработки, т	141	99,1	115	160	113	134	151	105	123
		Норма вр. мех., ч	0,050	0,071	0,061	0,044	0,062	0,052	0,046	0,067	0,057
		Норма вр. стр., чел. ч	0,149	0,212	0,182	0,131	0,186	0,157	0,139	0,200	0,171
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,066	0,095	0,081	0,058	0,082	0,069	0,062	0,089	0,076
Норма вр. стр., чел. ч		0,132	0,190	0,162	0,116	0,164	0,138	0,124	0,178	0,152	
Автомобильный кран грузоподъемностью 6–10 т	1/3	Норма выработки, т	145	104	119	164	116	137	155	109	127
		Норма вр. мех., ч	0,048	0,067	0,059	0,043	0,060	0,051	0,045	0,064	0,055
		Норма вр. стр., чел. ч	0,145	0,202	0,176	0,128	0,181	0,153	0,135	0,193	0,165
	1/2	Норма вр. мех., ч	0,064	0,090	0,079	0,057	0,080	0,068	0,060	0,085	0,074
Норма вр. стр., чел. ч		0,128	0,180	0,158	0,114	0,160	0,136	0,120	0,170	0,148	

Таблица В.5 – Металлоизделия (состав бригады: 1 крановщик, 1 стропальщик)

Вид нормы	Погрузка или выгрузка на платформу, в полувагон на автомобиль						
	Двухконсольные козловые электрокраны			Мостовые электрокраны		Самоходные ж.-д. краны	Автопогрузчики и автокраны
	грузоподъемность, т						
	до 5	до 6	7,5–12,5	до 5	6–10	6–25	3–5
<i>Металл сортовой в связках</i>							
Норма выр., т	205	209	216	223	267	188	111
Норма вр. мех., ч	0,034	0,034	0,032	0,031	0,026	0,037	0,063
Норма вр. стр., чел. ч	0,068	0,068	0,064	0,062	0,052	0,074	0,126
<i>Металл листовой</i>							
Норма выр., т	239	244	265	295	329	227	133
Норма вр. мех., ч	0,029	0,029	0,0264	0,024	0,021	0,031	0,053
Норма вр. стр., чел. ч	0,058	0,058	0,052	0,048	0,042	0,062	0,106
<i>Трубы металлические</i>							
Норма выр., т	189	193	203	215	249	188	111
Норма вр. мех., ч	0,037	0,036	0,035	0,033	0,028	0,037	0,063
Норма вр. стр., чел. ч	0,074	0,072	0,070	0,065	0,056	0,074	0,126
<i>Рельсы, балки, швеллеры</i>							
Норма выр., т	239	244	258	272	295	227	135
Норма вр. мех., ч	0,029	0,029	0,027	0,026	0,024	0,031	0,052
Норма вр. стр., чел. ч	0,058	0,058	0,054	0,052	0,048	0,062	0,104
<i>Проволока в кругах</i>							
Норма выр., т	119	121	131	142	159	119	82
Норма вр. мех., ч	0,059	0,058	0,053	0,049	0,044	0,059	0,085
Норма вр. стр., чел. ч	0,118	0,106	0,116	0,098	0,088	0,118	0,170

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(обязательное)

**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 $t_k, t_T, t_{ТО-1}, t_{ТО-2}, t_{ТО-3}, \text{сут}$
<b>1 Автопогрузчики грузоподъемностью, т:</b>				
до 2	ТО-1	6000	96	0,2
	ТО-2		21	1,0
	Т		2	3,0
	К		1	9,0
3-5	ТО-1	8000	128	0,2
	ТО-2		28	1,0
	Т		3	4,0
	К		1	12,0
5	ТО-1	8000	128	0,3
	ТО-2		28	1,0
	Т		3	5,0
	К		1	14,0
<b>2 Краны автомобильные грузоподъемностью, т:</b>				
до 4	ТО-1		80	0,2
	ТО-2		450	1,0
	Т		4	6,0
	К		1	13,0
6,3	ТО-1	5000	80	0,2
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	7,0
	К		1	19,0
10	ТО-1		80	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	8,0
	К		1	22,0
16	ТО-1	5000	80	0,3
	ТО-2		15	1,0
	Т		4	9,0
	К		1	23,0

Окончание приложения Г

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
3 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
4 Краны мостовые грузоподъемностью, т:				
5	Т	12000	4	5,0
	К		1	20,
свыше 5	Т		4	12,0
	К		1	40,0
5 Краны козловые	Т	12000	4	12,0
	К		1	40,0
6 Электропогрузчики грузоподъемностью, т:			6	7,0
до 2	ТО-1	4000	88	0,2
	ТО-2		18	1,0
	Т		2	3,0
	К		1	9,0
свыше 2	ТО-1	4000	104	0,2
	ТО-2		24	1,0
	Т		2	4,0
	К		1	12,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
(обязательное)

**Стоимость терминальной инфраструктуры и нормы отчислений**

**Таблица Д.1 – Нормы амортизационных отчислений и отчислений на ремонт для погрузочно-разгрузочных машин**

Тип погрузочно-разгрузочной машины	Норма отчислений на амортизацию, %	Норма отчислений на ремонт, %
Кран козловой грузоподъемностью, т: 5–7,5 10–30	5,0	14,3–15,9 11,4–12,7
Кран мостовой грузоподъемностью, т: 5–20 свыше 20	5,0	9,2–9,8 6,6–7,4
Автопогрузчик	16,0	16,2
Электропогрузчик	16,7	12,7
Стреловой автомобильный кран	7,7	10,5–18,2
Стреловой железнодорожный кран	5,0	5,9–11,1

**Таблица Д.2 – Стоимость и нормы отчислений на складские сооружения, путевое оборудование, автопроезды и специальные устройства**

Наименование и характеристика устройства	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию, %	Норма отчислений на ремонт, %
1 Крытый ангарный склад с пролетом 24 м (типовой проект № 418/4), длиной, м: 72 здания	68400	1,2	2,0
144 „	125200	„	„
216 „	174300	„	„
288 „	223500	„	„
2 Крытый ангарный склад с пролетом 30 м (типовой проект № 418/4), длиной, м: 72 здания	75300	1,2	2,0
144 „	133800	„	„
216 „	186800	„	„
288 „	244300	„	„
3 Открытая площадка, м <sup>2</sup> : – покрываемая сборными плитами по щебеночному или песчаному основанию	37	2,1	2,3
– с бетонным, асфальтовым покрытием	11	„	„
– со щебеночным покрытием	10	„	„

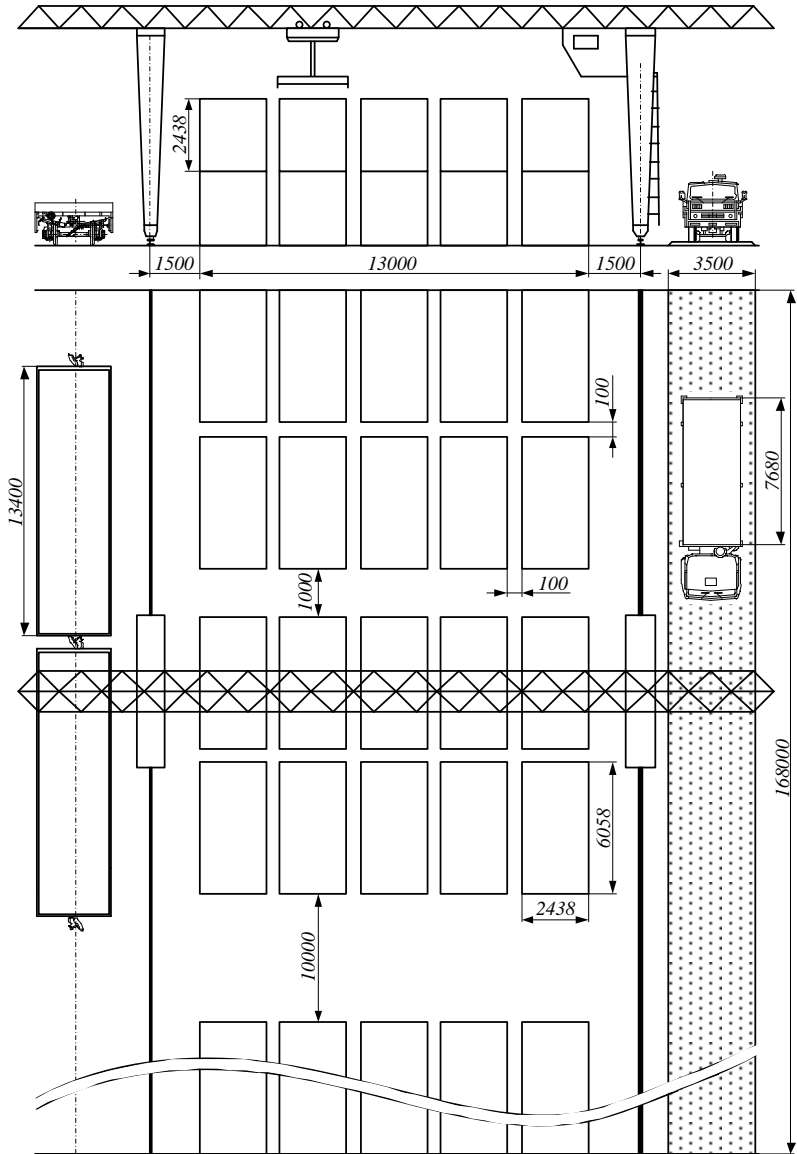
Окончание таблицы Д.2

Наименование и характеристика устройства	Стоимость единицы, у.е.	Норма отчислений на амортизацию, %	Норма отчислений на ремонт, %
4 Эстакада для мостового крана, м: металлическая железобетонная	112	2,1	2,3
	108	„	„
5 Подкрановые пути для козлового крана, м	42	4,4	4,8
6 Автомобильные дороги и проезды, м <sup>2</sup>	11	2,1	2,3
7 Железнодорожный путь	61	5,0	5,5
8 Линии энергоснабжения	8	2,8	3,0
9 Укладка линий водопроводов	20	6,3	8,6
10 Гараж для хранения погрузочно-разгрузочных машин	20	2,1	2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Пример оформления плана и поперечного разреза выбранного варианта грузопереработки



Учебное издание

*КОЛОС Максим Михайлович*

**ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ.  
ТЕРМИНАЛЫ**

Учебно-методическое пособие

Редактор А. А. Емельяненко  
Технический редактор В. Н. Кучерова  
Корректор Т. А. Пугач

Подписано в печать 20.11.2018 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,35. Тираж 100 экз.  
Зак. № Изд. № 55.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
№ 3/1583 от 14.11.2017.  
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель