МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К. И. Сатпаева

Е. Б. Даусеитов

# ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

Рекомендовано Министерством образования и науки
Республики Казахстан в качестве учебного пособия

Алматы 2016

УДК 656.135.5 (075.8)
Д 21

Рецензенты:
*М. А. Кобдиков* – д-р техн. наук, проф. кафедры «Организация перевозок, движения и эксплуатация траспорта» КазАТК им. М. Тынышпаева;
*А. К. Кайнарбеков* – д-р техн. наук, проф., проректор по учебной работе, КУПС;
*А. Т. Турдалиев* – д-р техн. наук, проф., директор института промышленной инженерии КазНИТУ им. К. И. Сатпаева;

**Даусеитов Е. Б.**
**Д21** Транспортно-грузовые системы на транспорте: Учеб.пособие / *Даусеитов Е. Б.* – Алматы: КазНИТУ, 2016. – 428 с.:
Ил. 226. Табл. 21. Библиогр. – 17 назв.
ISBN-978-601-228-996-1

*В учебном пособии изложены основные понятия механизации и технологии погрузочно-разгрузочных работ наиболее массовых грузов – таких, как тарно-штучные грузы, контейнеры, тяжеловесные, насыпные, лесные, зерновые и наливные грузы.*

*Приведены аналитические формулы для расчёта объёмов работы и грузовых пунктов; рассматривается последовательность выполнения расчётов технико-экономических показателей механизации погрузочно-разгрузочных работ по двум вариантам и выбор лучшего из них.*

*Пособие включает в себя содержание практических занятий, где отражены устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характеристики машин периодического действия – электро-, авто- и тракторных погрузчиков, кранов козловых, мостовых и стреловых на железнодорожном ходу, а также непрерывного действия – конвейеров, элеваторов, МВС, ИРМ, ВРС, С-492 и др.*

*Приведен пример выбора наиболее производительной и экономичной технологии комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ для контейнеров с применением вычислительной среды MathCAD, что отвечает требованиям современной технологии обучения в вузе.*

ISBN -601-228-996-1

© Даусеитов Е. Б., 2016
© КазНИТУ, 2016

# ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время железнодорожный и автомобильный транспорт занимает ведущее положение по грузообороту среди всех видов транспорта. По перевозке, например, штучных грузов широкой номенклатуры железнодорожный транспорт конкурирует лишь с автомобильным. Увеличение грузооборота на железнодорожном транспорте, в частности, зависит от технической оснащённости грузовых пунктов на станциях отправления и назначения.

**Транспортно-грузовые системы** (**ТГС**) являются частью производственно-транспортных логистических систем, охватывающих основные производственные, складские, погрузочно-разгрузочные и транспортные операции.

Задачей транспортно-грузовых систем является эффективное выполнение погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операций на этапах от последней технологической операции на предприятии – изготовителе продукции – до первой технологической операции у потребителей.

Доставка сырья с места добычи, полуфабрикатов или готовой продукции с заводов или фабрик в места потребления или переработки осуществляется железнодорожным, автомобильным, речным или морским, воздушным, трубопроводным транспортом, специальными (подвесными и монорельсовыми) дорогами.

Все эти виды транспорта образуют *транспортную систему* государства и играют важную роль в развитии его экономики.

Грузом называется специально подготовленная к перевозке по железной дороге или другими видами транспорта продукция различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Конкретнее, *груз* – объект железнодорожной перевозки (изделия, предметы, полезные ископаемые, материалы и др.), принятый железной дорогой в установленном порядке к перевозке, за своевременную доставку и сохранность которого

железная дорога несёт предусмотренную Уставом железнодорожного транспорта РК ответственность.

Для отправления груза по назначению и для его выдачи в адрес грузополучателя необходимо с использованием современных технических средств и технологии произвести определённые погрузочно-выгрузочные операции в грузовых пунктах железнодорожных станций.

*Целью* подготовки студента по дисциплине «Транспортно-грузовые системы» является формирование у него знаний, умений и представлений в области теории и практики организации, механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ, на основе которых он сможет обеспечить проектирование и эксплуатацию транспортно-грузовых комплексов железнодорожного транспорта.

*Задачи* дисциплины – дать основы методологии управленческого подхода к проектированию транспортно-грузовых систем, организации разработки проектов; знания в области технических средств транспортно-грузовых комплексов, технологии и организации их работы, обоснования принимаемых решений на базе современных вычислительных средств.

Таким образом, изучив дисциплину, студент должен *знать*:

– структуру производственно-транспортных управленческих систем, место в них транспортно-грузовых систем;

– методы проектирования транспортно-грузовых комплексов для переработки различных грузов;

– способы комплексной механизации и автоматизации производственных процессов в транспортно-грузовых системах;

– основы экономического анализа транспортно-грузовых систем и обоснование их рациональных параметров с применением современных вычислительных средств;

– основы эксплуатации технических средств транспортно-грузовых комплексов;

– организацию погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операций на железнодорожном транспорте.

Студент должен *овладеть*:

– методами анализа и разработки транспортно-технологических схем грузопереработки;

– навыками выбора рационального типа и потребного количества подъёмно-транспортного оборудования;

– навыками проектирования складов, определения их геометрических размеров, разработки технологии работы.

Студенты как будущие специалисты в области железнодорожного транспорта должны *уметь*:

во-первых, таким образом организовать погрузку, выгрузку и сортировку различных грузов, чтобы обеспечить:

– минимальную себестоимость ПРР, т. е. $C \rightarrow \min$;

– наибольшую норму выработки (производительности труда) погрузочно-разгрузочных машин, т. е. $H_{выр} \rightarrow \max$;

– максимальную прибыль (рентабельность);

во-вторых, выявить недостатки существующей технологии и разработать предложения по её улучшению с технико-экономическим обоснованием.

Пособие состоит из восьми разделов.

В первом разделе «Техника транспортно-грузовых систем на транспорте» освещены темы, касающиеся погрузочно-разгрузочных машин на транспорте и их классификации; дано понятие о складах, грузовых пунктах и транспортно-складских комплексах; грузовых операциях; понятие о механизации, комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ; задачи и основные направления развития транспортно-грузовых систем.

Во втором разделе «Техника и технология переработки тарно-штучных грузов» дана характеристика тарно-штучных грузов; указаны способы пакетирования ТШГ; описаны склады для хранения и переработки грузов, транспортно-грузовые системы для ТШГ, технологии выполнения погрузочно-разгрузочных работ с ТШГ.

В третьем разделе «Техника и технология переработки контейнеров» дана подробная характеристика универсальных и специализированных контейнеров; приведены показатели эффективности контейнерных перевозок; описаны ТГС для переработки контейнеров, контейнерные пункты и организация их работы; указаны основные направления совершенствования техники и технологии переработки контейнеров.

В четвёртом разделе «Техника и технология переработки тяжеловесных грузов» даны характеристики тяжеловесных грузов и складов и технология переработки тяжеловесных грузов.

В пятом разделе «Техника и технология переработки насыпных грузов» характеризуются насыпные грузы; приводятся технологии погрузки насыпных грузов в крытые вагоны и открытый подвижной состав, технологии выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов и из открытого подвижного состава; указываются профилактические меры против смерзаемости насыпных грузов, и описывается технология восстановления сыпучести смёрзшихся насыпных грузов при выгрузке, а также технология очистки вагонов от остатков насыпных грузов.

В шестом разделе «Техника и технология переработки зерновых грузов» даны характеристики зерновых грузов; описаны склады для зерновых грузов; приведены технологии погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы, выгрузки зерновых грузов из крытых и специализированных вагонов-зерновозов.

В седьмом разделе «Техника и технология переработки лесных грузов» дано описание лесных грузов, складов для их хранения,
указаны способы пакетирования, технология погрузки.

В восьмом разделе «Техника и технология переработки наливных грузов» приведена характеристика наливных грузов; описаны подвижной состав и подготовка его под налив, пункты налива, слива и их техническая оснащённость, технология налива и слива наливных грузов, способы ускорения слива высоковязких и застывающих наливных грузов.

В девятом разделе «Материалы для выполнения курсовой работы» изложена последовательность расчёта технической оснащенности грузового пункта и дано технико-экономическое обоснование модернизации существующего и постройки нового грузового пункта.

В десятом разделе «Материалы для самостоятельной работы студентов» описаны конструктивные особенности, область применения и технико-эксплуатационные характеристики погрузочно-разгрузочных машин и грузозахватных приспособлений, выбираемых в зависимости от рода груза.

В одиннадцатом разделе «Пример выполнения курсовой работы» приведен конкретный пример расчёта технической оснащённости грузового пункта и технико-экономическое обоснование модернизации существующего и постройки нового грузового пункта.

В конце пособия приведены примерные контрольные вопросы для защиты курсовой работы и основные вопросы, которые могут быть полезны при тестировании и сдаче экзамена по данной дисциплине.

При изложении учебного материала широко используется универсальная среда математических расчётов MathCAD. Данная среда позволяет автоматизировать вычислительный процесс при выполнении технико-экономического обоснования при модернизации существующего и проектировании нового грузового пункта.

В учебном пособии все старые внесистемные единицы физических величии заменены на единицы, входящие в систему СИ, так как в читаемых дисциплинах «Сопротивление материалов» и «Прикладная механика», где строго соблюдается использование только единиц физических величин, входящих в эту систему. Так, например, вместо широко используемой в отрасли железнодорожного транспорта единицы измерения веса (а не массы) «т» (точнее, «тс») использован «кН» (1 тс = 9,8 кН). Как исключение, единица измерения веса «тс» использована только для контейнеров. Вместо общепринятого обозначения веса груза «$Q$» использована буква «$G$» – как первая буква слова **gravitation** (*англ.*) – вес, вместо обозначения средней статической нагрузки «$P_{ст}$» – «$Q_{ст}$».

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина, к изучению которой вы приступаете, знакомит с грузовыми операциями (погрузка, выгрузка и сортировка грузов) на грузовых пунктах и складских помещениях железнодорожного и автомобильного транспорта. Знание этих вопросов составляет основу профессиональных знаний специалистов - «грузовиков», которым предстоит работать в сфере грузовых перевозок.

Одной из главных задач специалистов, непосредственно связанных с организацией погрузочно-выгрузочных операций, является организация погрузки, выгрузки и сортировки различных грузов. При этом необходимо добиться минимального простоя вагонов под грузовыми операциями с обеспечением их минимальной себестоимости, наибольшей нормы выработки (производительности труда) погрузочно-разгрузочных машин и максимальной прибыли (рентабельности).

В настоящем учебном пособии даны характеристики грузов, представлены варианты грузозахватных приспособлений и обоснован выбор подвижного состава при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и перевозке в зависимости от рода перевозимых грузов. В нем нашли отражение такие понятия, как складские сооружения, погрузочно-разгрузочные машины и устройства, предназначенные для выполнения грузовых операций с вагонами, автомобилями и другими транспортными средствами; хранение груза и выполнение внутрискладских операций (взвешивание, комплектование, сортировка, формирование пакетов и др.).

Учебное пособие написано с учётом того, что в имеющемся учебнике для вузов[1] по дисциплине «Транспортно-грузовые системы на транспорте» изложены основы комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте и основные принципы механизации перегрузочных операций, но недостаточно

[1] *Комплексная* механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / А. А. Тимошин, И. И. Мачульский и др. – М.: Транспорт, 2003. – 400 с.

внимания уделено технологии выполнения наиболее массовых погрузочно-разгрузочных и складских работ, таких как погрузка-разгрузка тарно-штучных и тяжеловесных грузов и контейнеров, а также насыпных, зерновых, лесных и наливных грузов. Кроме того, в нем не приведены методики расчета технической оснащенности грузового пункта и не дано технико-экономическое обоснование выбора наиболее выгодного варианта погрузочно-разгрузочных машин, например, из двух заданных при модернизации существующего и проектировании нового грузового пункта.

С учетом этого в данном пособии подробно транспортно-грузовые системы и более детально рассмотрены технологии выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ наиболее массовых грузов. *Содержание дисциплины изложено в соответствии с рабочим учебным планом для студентов всех форм обучения специальности бакалавриата 5В090100 «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта».* Так, например, тема 1 охватывает основные понятия о машинах, механизмах и установках, применяемых для выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ массовой номенклатуры грузов. В последующих темах описаны средства механизации и перевозки, способы хранения и технология погрузочно-разгрузочных и складских работ основной номенклатуры перевозимых грузов на железнодорожном и автомобильном транспорте.

В пособии отдельно приведены материалы для выполнения курсовой работы в виде последовательности расчётов технической оснащённости грузового пункта, потребного количества погрузочно-разгрузочных машин, их технической и эксплуатационной производительности, а также простоя вагонов под грузовыми операциями, расчётов инвестиций, годовых текущих и приведённых расходов, себестоимости единицы перерабатываемых грузов и производительности труда, а также срока окупаемости инвестиций. Показан выбор выгодного варианта ПРМ на основе анализа результатов двух сравниваемых вариантов.

Представлены примеры расчётов технической оснащённости грузового пункта и последовательность выбора рационального варианта из двух заданных с широким применением вычислительной среды MathCAD. Впервые приведена программа расчёта оптимального количества подач вагонов на грузовой пункт и погрузочно-разгрузочных машин на основе MathCAD, что отвечает требованиям современной технологии обучения в вузе. Приведенные примеры даны с преднамеренными ошибками. Поэтому выполнение курсовой работы или курсового (дипломного) проекта без изучения содержания данной темы приведет к повторным пересчётам.

Учебное пособие может быть использовано при выполнении курсовой и дипломной работ, а также полезно для инженерно-технических работников, занимающихся расчётом технической оснащённости грузового пункта.

Автор осознает, что способы хранения и технология погрузочно-разгрузочных работ основной номенклатуры перевозимых грузов на транспорте не могут быть в полном объёме изложены в одном учебном пособии.

В связи с этим автор будут признателен всем, кто выскажет свои пожелания и сделает замечания по улучшению содержания пособия, которые, несомненно, будут учтены при его переработке и переиздании.

*Автор*

# 1 ТЕХНИКА ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВЫХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТЕ

**Technica of transportno-cargo systems on the transport**

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Погрузочно-разгрузочные машины на транспорте и их классификация.
2. Склады, грузовые пункты и транспортно-складские комплексы.
3. Грузовые операции. Понятие о механизации, комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.
4. Структура выполняющих погрузочно-разгрузочных работ, задачи и способы организации работ в современных условиях.

***Транспортно-грузовые системы на транспорте*** – это комплекс складских сооружений, погрузочно-разгрузочных машин и других устройств, предназначенных для выполнения грузовых операций с вагонами, автомобилями и другими транспортными средствами; хранения груза и внутрискладских операций (взвешивание, комплектование, сортировка, формирование пакетов и др.)

## 1.1. Погрузочно-разгрузочные машины на транспорте и их классификация

**Handling machines in the transport and their classification**

Погрузочно-разгрузочные машины (ПРМ) классифицируются по нескольким признакам.

I. Классификация ПРМ по характеру грузонесущих (рабочих) органов (рис. 1.1).

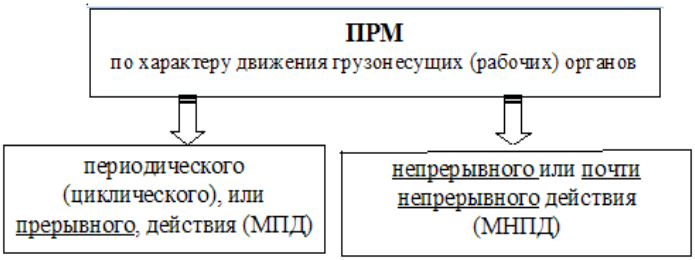



Рис. 1.1. Классификация ПРМ по характеру рабочих органов

Период (рабочий цикл) – время от захвата груза до его следующего захвата, которое характеризуется временем цикла $T_{\text{ц}}$, с (рис. 1.2).




Рис. 1.2. Графическое представление рабочего цикла ПРМ

К машинам прерывного действия (МПД) относят такие машины (установки), у которых грузонесущий орган перемещает груз поштучно или порциями, периодически останавливаясь для захвата и освобождения груза (рис. 1.3). Это электро- (рис. 1.4) и автопогрузчики (рис. 1.5) для переработки тарно-штучных грузов (ТШГ) и среднетоннажных контейнеров (рис. 1.6), автопогрузчики для переработки крупнотоннажных контейнеров (рис. 1.7), тракторные погрузчики для погрузки-выгрузки насыпных (рис. 1.8) и лесных (рис. 1.9) грузов, а также шагающие экскаваторы для погрузки насыпных грузов в полувагоны (рис. 1.10).

| Характеристика | МПД | | |
|---|---|---|---|
| | Погрузчики периодического действия | Краны | Вагоноопрокидыватели |
| | электро-авто и тракторные | козловые<br>мостовые<br>стреловые<br>на ж.-д. ходу<br>стеллажные<br>и др. | роторные<br>боковые<br>и др. |
| Грузовосприемный орган | вилы<br>ковш<br>штырь<br>кантователь | универсальный<br>четырехзвенный строп<br>грейфер<br>ковш<br>автострop;<br>спредер | ротор |

Рис. 1.3. Типы машин прерывного действия

К кранам относят грузоподъёмные козловые (рис. 1.11), мостовые (рис. 1.12) и стреловые краны на железнодорожном (рис. 1.13) и колесном ходу, предназначенные для погрузки-выгрузки грузов различных конфигураций и наименований.

Спредер (рис. 1.11, поз.*5*) – это специальное устройство, предназначенное для застропки (захвата) и отстропки (освобождения) крупнотоннажного контейнера. Для реализации таких функций спредер оснащён электродвигателем, редуктором, открытыми цилиндрическими зубчатыми колёсами и рабочими органами специальной конфигурации (поворотный кулачок).



Рис. 1.4. Электропогрузчик с вилочным рабочим органом

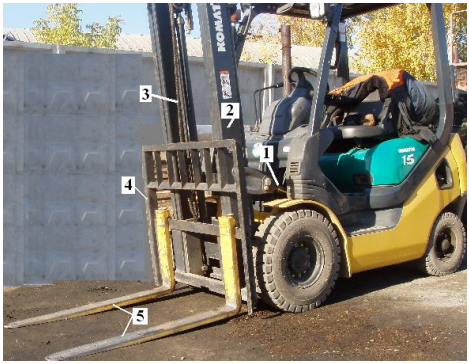



Рис. 1.5. Малогабаритный автопогрузчик:
*1 – гидроцилиндр поворота телескопической рамы;*
*2 – телескопическая рама со встроенным гидроцилиндром подъёма и опускания подвижной каретки;3 – цепи цепной передачи;*
*4 – подвижная каретка; 5 – вилочный захват*

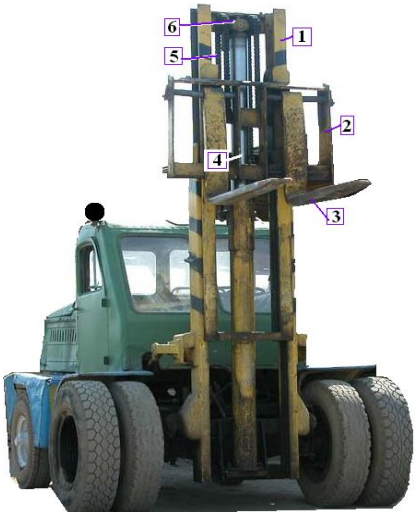



Рис. 1.6. Автопогрузчик модели 4045м:
*1 – телескопическая рама; 2 – подвижная каретка;*
*3 – вилочный захват;4 – гидроцилиндр подъёма и опускания подвижной каретки; 5 – цепь; 6 – звёздочка, подвижно соединённая с плунжером гидроцилиндра*




Рис. 1.7. Автопогрузчик « Kalmar» для переработки крупнотоннажных контейнеров

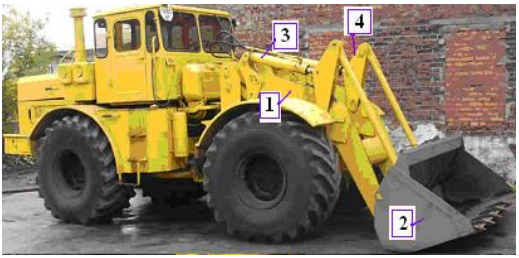



Рис. 1.8. Одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-18А для переработки насыпных грузов:
*1 – поворотная стрела; 2 – ковш;3 – гидроцилиндр поворота рычажного механизма; 4 – звенья рычажного механизма*




Рис. 1.9. Тракторный погрузчик для переработки лесных грузов:
*1 – поворотная стрела; 2 – гидроцилиндр поворота рычажного механизма;3 – грузозахваты (грейфер для лесных грузов)*



Рис. 1.10. Шагающий экскаватор для погрузки насыпных грузов в полувагоны

Козловые краны, оборудованные спредерами, обеспечивают подъём, перемещение, поворот и опускание крупнотоннажных контейнеров.

Автостроп (позиция *б*, рис.1.12) – это специальное устройство, предназначенное для застропки (захвата) и отстропки (освобождения) среднетоннажного контейнера. Для реализации таких функций автостроп оснащён электродвигателем, приводом перемещения кареток, который является одновременно и приводом механизма наводки.

Козловые и мостовые краны, стреловые краны на железнодорожном ходу, оборудованные автостропом, обеспечивают подъём, перемещение, поворот и опускание среднетоннажных контейнеров.

К МПД также относятся роторные стационарные вагоноопрокидыватели ВРС-2 и ВРС-125, предназначенные для выгрузки насыпных грузов (рис. 1.14).

К машинам непрерывного действия (МНПД) относят такие машины (установки), у которых грузонесущий орган перемещает груз преимущественно непрерывным потоком, не останавливаясь для захвата и освобождения груза (рис. 1.15).

Примерами МНПД являются шнековые погрузчики КШП-5 и КШП-7 (колесно-шнековый погрузчик – рис. 1.16, *а*, 1.16, *б*), ковшовые элеваторы (нории) для перемещения зерна (рис. 1.17).

Примерами МНПД также являются специальные установки, такие, как загрузочные бункерные установки (рис. 1.18), погрузочные комплексы (рис. 1.19), инерционно-разгружательный разгрузчик ИРМ-7 ВНИИЖТа (рис. 1.20).

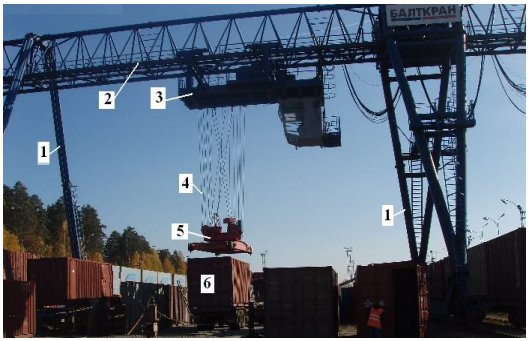



Рис. 1.11. Кран козловой КК-24, предназначенный для переработки крупнотоннажных контейнеров:
*1 – ноги крана; 2 – ферма крана; 3 – грузовая тележка с электроприводами, которая размещена на ферме крана; 4 – ветви пространственного полиспаста для подъёма и опускания спредера; 5 – спредер; 6 – крупнотоннажный контейнер*

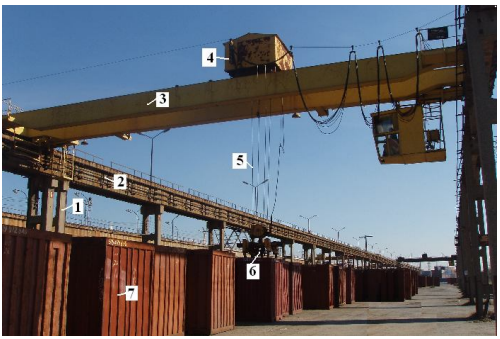



Рис. 1.12. Мостовой кран, используемый для переработки среднетоннажных контейнеров:
*1 – опоры (железобетонные) крана; 2 – продольные балки, на которые уложены подкрановые пути; 3 – мост крана; 4 – грузовая тележка с электроприводами;5 – полиспаст автостропа;*
*6 – автостроп; 7 – среднетоннажный контейнер*

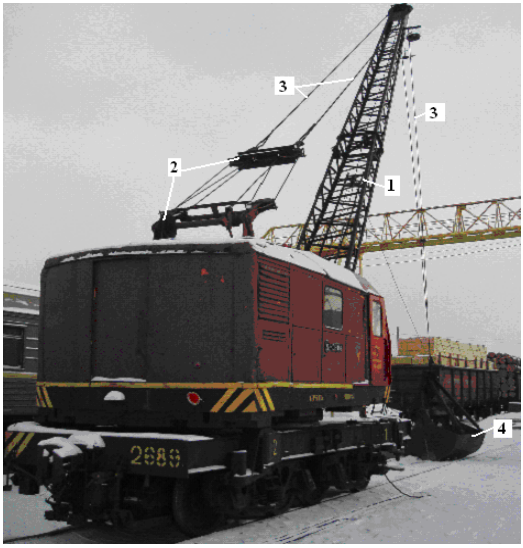



Рис. 1.13. Стреловой кран на железнодорожном ходу:
*1 – поворотная стрела; 2 – полиспасты; 3 – канаты;*
*4 – грузозахватное приспособление (грейфер)*

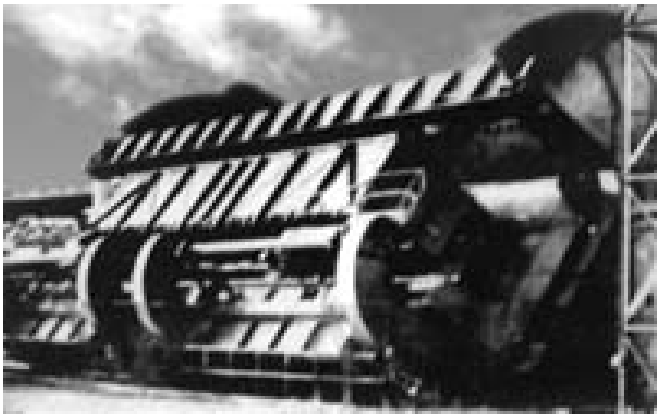


Рис. 1.14. Вагоноопрокидыватель ВРС-125

| | МНПД | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Конвейеры ⟺ | Элеваторы ⇕ | Гидравлические установки | Пневматические установки | Специальные |
| *Характеристика* | ленточный (транспортер)<br>скребковый<br>винтовой (шнек)<br>инерционный<br>вибрационный<br>гравитационный (рольганг) | ковшовый (нория)<br><br>полочный<br>люлечный | самотечные<br><br>напорные (насосные) | всасывающего действия<br><br>нагнетающего действия | бункерные установки С-492 (ковшовый элеваторный разгрузчик) ИРМ ВНИИЖТа МВС-4 М, МГУ |
| *Грузонесущий орган* | лента<br>скребок<br>винт<br>сила инерции<br>сила тяжести | ковш<br><br>полка<br><br>люлька | сила тяжести<br><br>разность давления | воздух, разность давления | сила тяжести<br>сила инерции<br>сила вибрации<br>составные части машин С-492, МВС-4 М |

Рис. 1.15. Типы машин непрерывного действия



Рис. 1.16, *а*. Шнековый погрузчик КШП-5



Рис. 1.16, *б*. Шнековый погрузчик КШП-7

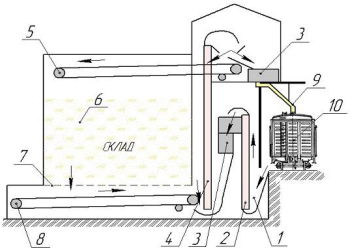



Рис. 1.17. Технологическая схема перемещения зерна
в механизированном складе напольного хранения:
*1 – приёмный бункер (лария); 2 – ковшовый элеватор (нория) для загрузки зерна в склад;3 – приёмно-очистительное устройство, состоящее из сепаратора и сушилки; 4 – ковшовый элеватор (нория) для выдачи зерна со склада; 5 – верхний конвейер (загрузочный); 6 – склад напольного хранения; 7 – отверстия или питатели;8 – нижний конвейер (разгрузочный); 9 – отпускные трубы; 10 – крытый вагон*

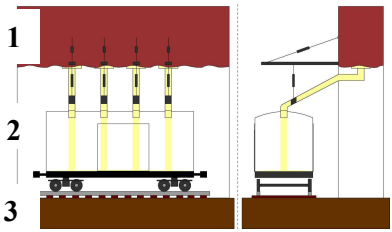



Рис. 1.18. Загрузочная бункерная установка:
*1 – закрытый бункер, или силос; 2 – телескопические опускные трубы; 3 – крытый вагон*

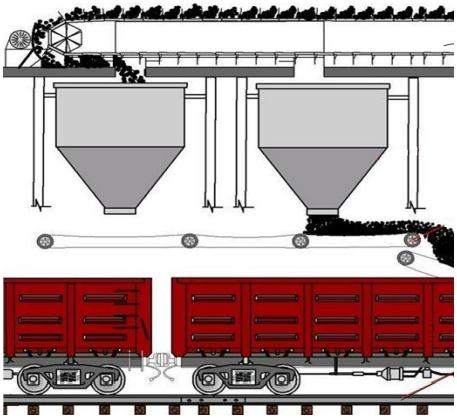


Рис. 1.19. Фрагмент погрузочного комплекса

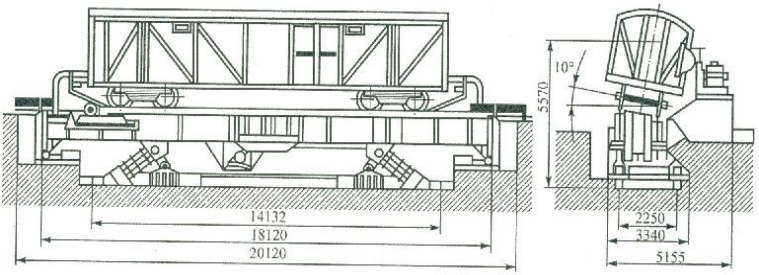



Рис. 1.20. Схема ИРМ-7 ВНИИЖТа

II. Классификация ПРМ по сфере применения (рис. 1.21).




Рис. 1.21. Классификация ПРМ по сфере применения

III. Классификация ПРМ по мобильности (рис. 1.22)




Рис. 1.22. Классификация ПРМ по мобильности

IV. Классификация ПРМ по типу ходовой части (рис. 1.23)

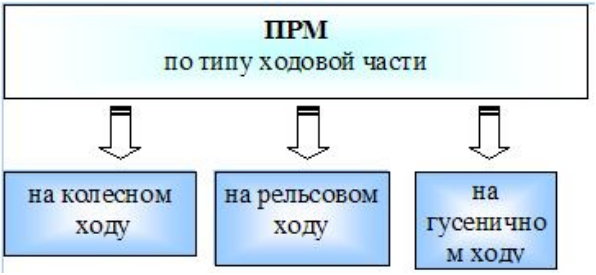



Рис. 1.23. Классификация ПРМ по типу ходовой части

V. Классификация ПРМ по типу силовой установки (рис.1.24)




Рис. 1.24. Классификация ПРМ по типу силовой установки

## 1.2. Склады, грузовые пункты и транспортно-складские комплексы

### Storing yards, freight junctions and transportno-warehouse complexes

Поскольку изготовление, поставка и сбыт товаров не всегда согласованы по времени и количеству, возникает необходимость содержания товаров на складе.

Склады – это комплекс производственных зданий, инженерных сооружений, подъёмно-транспортных машин и оборудования, вычислительной техники, средств управления и контроля за выполнением работ, предназначенный для приемки, размещения и хранения поступивших товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Склады на железнодорожном транспорте имеют множество различных классификаций.

I. Классификация склада по выполняемой функции (рис. 1.25).

II. Классификация склада по способу хранения (рис. 1.26).

Уровень поверхности открытых площадок должен быть на уровне шпал и не выше уровня головок рельсов (УГР), а открытых платформ, крытых складов и платформ (с навесами или крышами) – на высоте пола вагона.

Грузят и выгружают грузы в 80 % на местах необщего пользования – МНОП (на подъездных путях промышленных предприятий) и на местах общего пользования – МОП (на территории станции).

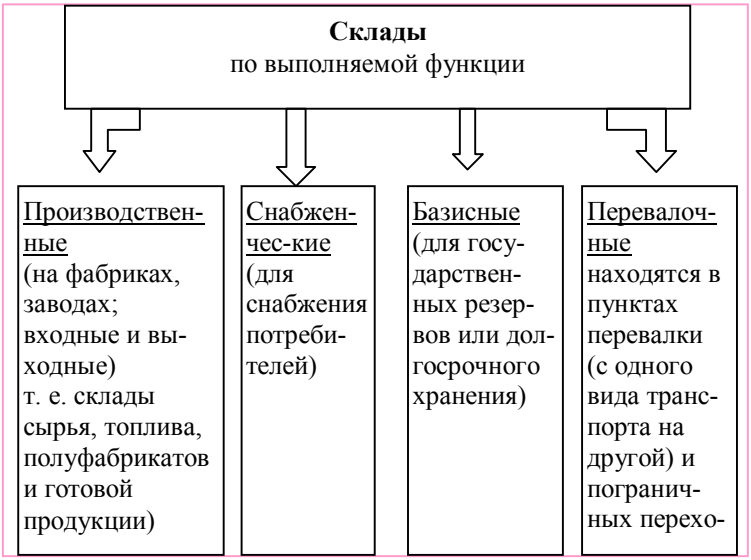



Рис. 1.25. Классификация склада по выполняемой функции

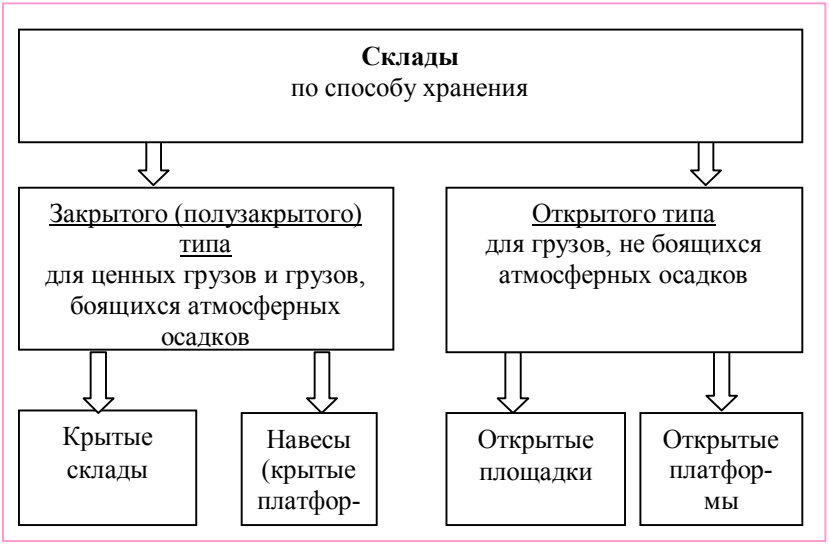



Рис. 1.26. Классификация склада по способу хранения

III. Классификация склада по ассортименту хранимого груза (рис. 1.27).

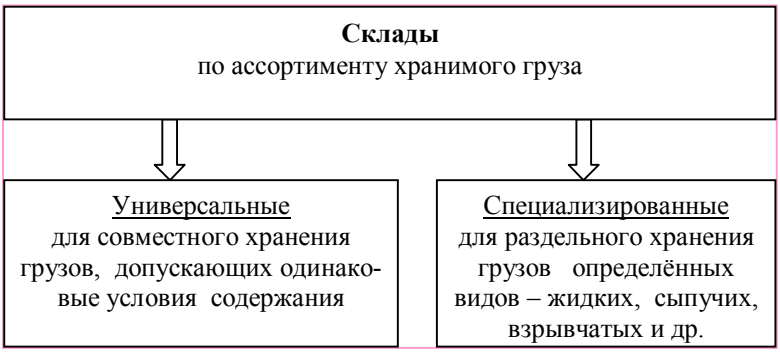



Рис. 1.27. Классификация склада по ассортименту хранимого груза

К МОП можно отнести грузовой пункт (ГП) – территорию, на которой располагаются специализированный склад, погрузочно-разгрузочные машины в комплекте, путевое развитие для стоянки вагонов в процессе погрузки и выгрузки и производства маневровой работы, автомобильные подъезды, служебно-технические здания и другие вспомогательные устройства. Контейнерная площадка показана на рис. 1.28.

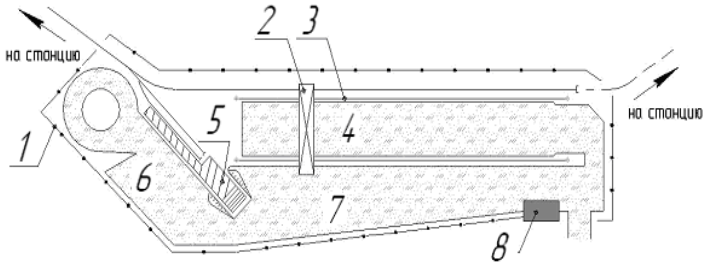



Рис. 1.28. Контейнерная площадка:
*1 – ограждение; 2 – ПРМ (козловой кран); 3 – подкрановый путь; 4 – площадка для контейнеров; 5 – платформа для выгрузки полуприцепов;6 – площадка для стоянки полуприцепов; 7 – покрытие для проезда автомобилей; 8 – контрольно-пропускной пункт – проходная (КПП)*

Одной из инженерных задач является нахождение потребной технической оснащенности грузового пункта, т. е. необходимого количества ПРМ, площади склада, длины погрузочно-разгрузочного фронта для выполнения заданного объема работы. Необходимость таких расчетов возникает при строительстве новых ГП и переустройстве существующих, чем мы и займемся при выполнении курсовой работы.

Грузовой район (ГР) – совокупность нескольких грузовых пунктов на одной территории с ограждением и КПП.

Иначе, грузовой район представляет собой часть территории грузовой станции, на которой находится транспортно-складской комплекс (ТСК) – совокупность складов, ПРМ и устройств для погрузки, выгрузки и хранения грузов и выполнения информационно-коммерческих операций.

В зависимости от объема и характера работы ГР бывает двух видов: общего типа (неспециализированные), предназначенные для переработки нескольких родов грузов, и специализированные районы для переработки отдельных грузов.

В грузовом районе расположены крытый склад для ТШГ, открытые площадки для контейнеров и тяжеловесных грузов. Особое внимание уделяется по возможности беспрепятственному поточному движению автотранспорта по территории ГР, организации стоянок автомобилей и прицепов.

Транспортно-складской комплекс (ТСК) – современный крупный механизированный грузовой район со значительным объемом работы. На территории ТСК располагают товарные конторы для работы с клиентами железнодорожного транспорта (грузоотправителями и грузополучателями). Пример планировки ТСК показан на рис. 1.29.

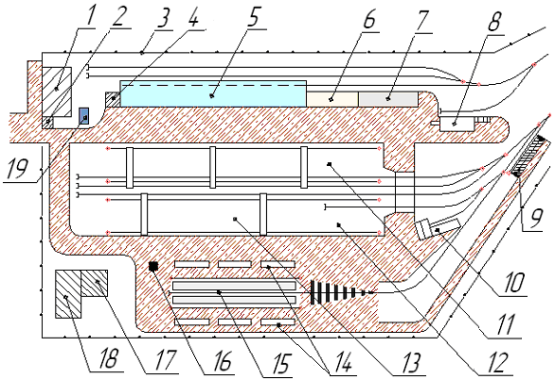



Рис. 1.29. Планировка ТСК:
*1 – административно-бытовой корпус; 2 – контрольно-пропускной пункт; 3 – ограждение; 4 – зарядная станция для аккумуляторных погрузчиков с гаражом; 5 – крытый грузовой склад ангарного типа; 6 – крытая грузовая платформа; 7 – открытая грузовая платформа; 8 – платформа для перегрузки грузов по прямому варианту «вагон – автомобиль»; 9 – склад вяжущих строительных материалов; 10 – площадка для самоходных и колесных грузов; 11 – контейнерная площадка; 12 – площадка для длинномерных грузов; 13 – площадка для тяжеловесных грузов; 14 – склад навалочных грузов; 15 – повышенный путь; 16 – автомобильные весы; 17 – служебно-техническое здание для работников открытых складов; 18 – гараж для автомашин; 19 – трансформаторная подстанция*

## 1.3. Виды операции. Уровни механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ

## Operations with cargoes. Levels of mechanisation and automation of pogruochno-unloading and warehouse works

Операции, выполняемые на железнодорожных станциях, можно разделить на технические, грузовые и коммерческие.

К *техническим* операциям относят расформирование и формирование поездов, подачу и уборку вагонов с грузовых фронтов, обработку составов по прибытии и отправлении.

К *грузовым* операциям на железнодорожном транспорте относят погрузку (налив) в вагон, автомобиль, судно и выгрузку (слив) из вагона, автомобиля, судна местных грузов, сортировку транзитных грузов, перегрузку, т. е. перевалку с одного вида транспорта на другой.

Грузовые операции можно разделить на *основные* (наиболее трудоемкая работа по перемещению груза) и *вспомогательные* (не требующие больших затрат физического труда – захват и освобождение груза, управление захватами и механизмами, укладка груза в штабель без переноски) операции.

К *коммерческим* операциям относят прием, выдачу и взвешивание грузов, оформление перевозочных документов, исчисление провозных плат и расчеты с отправителями и получателями, розыск грузов, финансовую и кассовую отчетность.

Операции, выполняемые на складе – прием груза, размещение (укладка грузов в стеллажи, штабели), хранение, внутрискладские перемещения, отборка из мест хранения, комплектование и упаковка, формирование пакетов и укладка грузов на поддоны и др.

Погрузочно-разгрузочных и складских работах (ПРиСР) эти операции выполняются с разным уровнем механизации:

0-й уровень – основные и вспомогательные операции выполняются вручную; (механизатор – 0).

1-й уровень – механизированный, основные операции выполняют механизмы, а вспомогательные производятся вручную; (механизатор – 1, стропальщик – 3).

2-й уровень – комплексно механизированный, основные и часть вспомогательных (захват и освобождение груза) операций выполняют механизмы, а управление механизмами и захватами осуществляется вручную; (механизатор – 1, стропальщик – 0).

3-й уровень – автоматизированный, основные и вспомогательные операции выполняются механизмами, а управление осуществляет оператор с помощью дистанционного управления (ДУ); (оператор – 1).

## 1.4. Структура выполняющих погрузочно-разгрузочных работ, задачи и способы организации работ в современных условиях

### Structure of carrying out cargo handling works, problems and ways of the organisation works in modern conditions

Погрузка, выгрузка (разгрузка) грузов осуществляются перевозчиком или грузоотправителем (грузополучателем) в порядке и сроки, предусмотренные правилами перевозок или договорами (Закон о железнодорожном транспорте РК).

На местах необщего пользования (МНОП) эти операции производятся грузоотправителями (г/о) и грузополучателями (г/п), а конкретно:

– собственные силы и средства (транспортный цех предприятия);

– силы посредников – предприятия промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ) или предприятия транспортного управления (ПТУ на угольных предприятиях);

– стивидоры (подразделения портов – при перевалке).

Погрузка грузов, грузобагажа в вагоны, контейнеры, а также разгрузка из них на подъездных путях общего пользования (МОП) могут осуществляться участниками перевозочного процесса. На железных дорогах Казахстана эти операции преимущественно производят дочерней компанией АО «НК «Қазақстан темір жолы» Казтранссервисом и Кеденсервисом.

Технология погрузочно-разгрузочной работы предусматривает решение следующих задач:

– обеспечение погрузки и выгрузки вагонов и автомобилей (с наименьшими затратами трудовых и материальных ресурсов);

– содержание в технически исправном состоянии ПРМ, их полное использование и своевременный ремонт;

– обеспечение сохранности грузов и вагонов;

– совершенствование системы организации ПРР (повышение уровня механизации);

– сокращение времени нахождения вагонов и автомобилей под грузовыми операциями;

– повышение производительности труда, рентабельности производства и снижение себестоимости переработки грузов:

$$H_{\text{выр}} = \frac{G_{\text{см}}}{Ч},$$

где $G_{\text{м}}$ – количество груза, перерабатываемого за смену одной бригадой, кН/смена;

$Ч$ – количество человек в бригаде, чел.;

$$C = \frac{S_{\text{г.т.р}}}{G_{\text{год}}},$$

где $S_{\text{г.т.р.}}$ – годовые текущие (эксплуатационные) расходы, тг./год;

$G_{\text{год}}$ – годовой грузопоток, кН/год.

За технологию выполнения ПРР и коммерческий осмотр вагонов отвечает приемосдатчик груза.

Одним из важных путей решения задач транспорта является развитие ТГС, а именно:

– закрытие малодеятельных (нерентабельных) грузовых объектов и передача работы на крупные опорные станции (увеличение работы автотранспорта);

– внедрение пакетных и контейнерных перевозок и дальнейшее их развитие;

– разработка и внедрение на ПРР автоматических грузозахватных приспособлений взамен ручных;

– широкое внедрение специализированного саморазгружающегося подвижного состава (думпкары, хопперы и т. д.);

– создание транспортно-логистических центров и строительство крупных механизированных и автоматизированных ТСК с использованием АСУ;

– создание, разработка и внедрение средств научно-технического прогресса (робототехника и др.).

# 2. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ-ТАРНОШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

# TECHNICA AND TECHNOLOGY FOR HANDLING CONTAINER-CUSTOM-MAID CARGOES

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Характеристика тарно-штучных грузов (ТШГ).
2. Способы пакетирования тарно-штучных грузов и их эффективность
3. Склады, транспортно-грузовые системы для тарно-штучных грузов.
4. Технология выполнения погрузочно-разгрузочных работ с тарно-штучными грузами.

Важность изучения данной темы объясняется тем, что железнодорожным и автомобильным транспортом в настоящее время перевозится более трети всех перевозимых штучных грузов. Эта доля может быть увеличена развитием перегрузочных складов за счет применения в них механизированных и автоматизированных способов, ускоряющих переработку грузов в пунктах взаимодействия различных видов транспорта, а также на станциях отправления и назначения.

## 2.1. Характеристика тарно-штучных грузов

## Characteristics of container-custom-maid cargos

Транспортабельность грузов обеспечивается *упаковкой*. Упаковка представляет собой совокупность потребительской и транспортной тары, а также вспомогательных упаковочных средств.

На продукцию в процессе погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования и хранения влияют три основные группы внешних факторов: *механические, климатические и биологические*. Упаковка должна выбираться с учётом влияния этих факторов. Она обеспечивает наряду со своими основными функциями удобство выполнения погрузочно-разгрузочных и склад-

ских работ, возможность многоярусного штабелирования (*англ.* – piling).

По сети дорог перевозится широкая номенклатура грузов, в частности штучные грузы. Штучные грузы (*англ.* – cargo custom-maid), в отличие от других грузов, можно подсчитать поштучно.

*Тара* (*англ.* – container) – это ёмкость, оболочка, в которой размещается готовая продукция, т. е. сырьё и полуфабрикаты, с целью обеспечения сохранной перевозки грузов. *Вид* тары определяет тару по форме. *Тип* тары определяет тару по материалу.

*Тарно-упаковочный груз* – это груз, упакованный в виде мешков, пакетов, коробок и др. Тарно-штучные грузы (ТШГ) – это в основном наиболее ценные и наиболее используемые в народном хозяйстве грузы, перевозимые на железнодорожном и автомобильном транспорте. Поэтому при перевозке важно обеспечить сохранность ТШГ (хранят их в крытых складах). В пути следования наиболее ценные ТШГ сопровождает военизированная охрана.

*Средствами перевозок* ТШГ на железнодорожном транспорте являются крытые вагоны (*англ.* – covered wagon) – рис. 2.1, полувагоны (*англ.* – open wagon) – рис. 2.2 и платформы (*англ.* – platform) – рис. 2.3, где грузы перевозятся на контейнерах в пакетированном виде – *в транспортных пакетах*. В крытых вагонах ТШГ и пакеты чаще всего укладывают в два яруса, причём допускается размещение тяжёлых грузов в один, а лёгких – в три яруса.

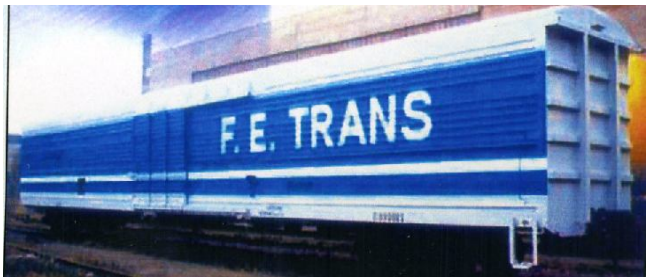



Рис. 2.1. Вагон крытый специализированный, модель 11-9553 АВП для легковесных упакованных грузов




Рис. 2.2. Полувагон модели 12-132 с объёмом кузова 88 м$^3$ для сыпучих, пакетированных, штучных грузов, колесной техники и среднетоннажных контейнеров



Рис. 2.3. Вагон-платформа модели 13-785 для штучных грузов, автомобильной техники и контейнеров

*Грузозахватными приспособлениями* (*англ*. – load handling fixture) являются вилочные захваты, зажимы, штыри.

Тара делится на два вида – *потребительская* и *транспортная*.

*Потребительская тара* (*англ*. – market container) служит для удобства в обращении (для ежедневного пользования).

*Транспортная тара* (*англ*. – shipping container) имеет две функции:

– укрупнение грузовых мест;

– защита груза от повреждений при воздействии внешних сил.

*Укрупнённые грузовые места* позволяют увеличить применение погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ), сокращают простой вагонов, снижают себестоимость перевозок и т. д.

Примерами транспортной тары являются *поддоны*, *контейнеры*, *крупные ящики*, *бочки*, *барабаны*, *мешки*, *фляги.* Они различаются по массе и по размерам. Диапазон их широк.

Хранят такие грузы в закрытых складах, под навесами и на открытых платформах и площадках, так чтобы обеспечить сохранность грузов.

В общем объеме перевозок удельный вес ТШГ невелик (около 10 %), но затраты на их погрузку, выгрузку, сортировку и складские операции составляют около половины суммарных расходов на ПРР.

### 2.2. Способы пакетирования тарно-штучных грузов и их эффективность. Виды поддонов

### Methods of packaging of container-custom-maids cargos and their efficiency. Underpants variety

Одним из способов снижения трудозатрат и себестоимости перевозок является *пакетирование* (*англ.* – packaging).

*Транспортный пакет* (*англ.* – packaging transport) – это укрупнённое грузовое место, сформированное из отдельных мест груза в таре (например, в ящиках, мешках, бочках, специализированных контейнерах) или без тары, скреплённых между собой с помощью универсальных специальных разового использования или многооборотных пакетирующих средств, на поддонах или без них. Такой пакет в процессе перевозки и хранения обеспечивает:

– возможность механизированной погрузки (выгрузки);

– целостность пакета (состояние, при котором обеспечивается сохранность перевозимого груза);

– безопасность работников, выполняющих транспортные, складские и погрузочно-разгрузочные работы;

– рациональное использование грузоподъемности, вместимости крытых, изотермических вагонов и контейнеров, а при перевозке на ОПС – полное использование габарита погрузки;

– устойчивость, а в необходимых случаях возможность крепления пакетов от продольных и поперечных смещений в вагонах или контейнерах в процессе перевозки;

– безопасность движения поездов и сохранность груза при перевозке.

Такие пакеты принимаются к перевозке в местах общего и необщего пользования.

Наиболее важным является вопрос скрепления грузов между собой. Только тогда эта единица грузов образует транспортный пакет.

Пакетирование осуществляется с поддонами и без них.

Одним из средств пакетирования являются *поддоны.* Поддон (*англ.* – underpan) служит для укрупнения грузовых мест.

Поддон – плоская (или с верхней надстройкой) площадка, предназначенная для формирования из мелких грузов транспортного пакета, удобного для механизированной перегрузки и хранения в штабелях. Товар, уложенный на поддон, называется *паллетой*. Изготавливают поддоны из дерева, металла и пластмассы.

Самый общий поддон по стандартам ISO имеет размеры 1000х1200х120 мм. В Казахстане по ГОСТ применяют поддоны размерами: 800х1200; 1000х1200 (г.п. до 1 т) и 1200х1600; 1200х1800 (г.п. до 2 т – в основном на водном транспорте), толщиной не менее 150 мм. В Европе обычно используется стандартный поддон EUR, который имеет размеры 800х1200х120 мм.

Размер поддона определен внутренними размерами кузова грузовых автомобилей, вагона и контейнера.

Различают поддоны по следующими особенностями:

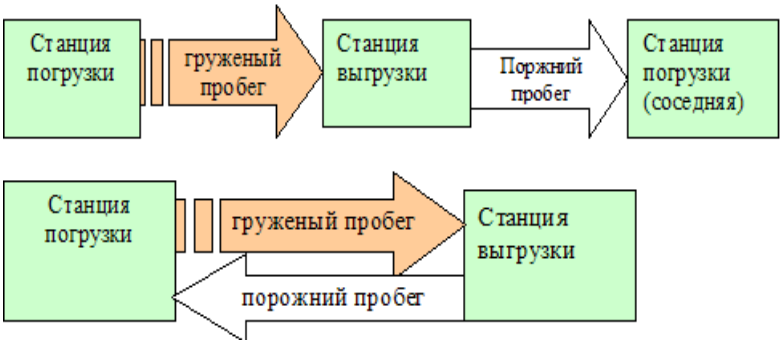
- по назначению: *универсальные* – предназначены для транспортирования широкой номенклатуры грузов, *специализированные* – для одного или группы однородных грузов;

- по принадлежности: *универсальные* принадлежат транспортным предприятиям (железнодорожным, речным, автомобильным, воздушным), *специализированные* – чаще всего грузоотправителям, которые отправляют свои грузы;

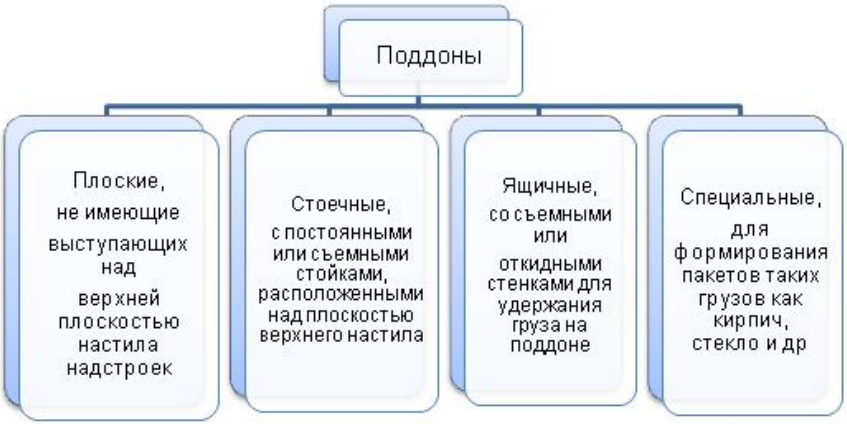
- по обращению: *универсальные* практически не имеют порожнего пробега, а специализированные – имеют 100 % порожний пробег.

Пример использования универсального поддона

Пример использования специализированного поддона




Поддоны принято делить на 4 типа:




Стандартные *плоские* поддоны имеют настил или только со стороны груза - *однонастильный* поддон, или с обеих сторон – *двухнастильный* поддон (рис. 2.4). Причем настил может быть как *сплошным*, так и *решетчатым* (с зазорами между досок).

В зависимости от числа сторон, с которых можно вводить вилы погрузчика поддоны различают: *двухзаходные* и *четырехзаходные*.

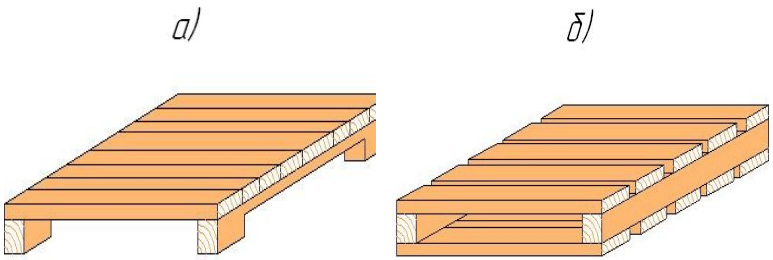



Рис. 2.4. Плоские поданы:
*а) однонастильный, сплошной, четырехзаходный;*
*б) двухнастильный, решетчатый, двухзаходный*

Зазор для ввода вил должен быть не менее 100 мм.

Порожний поддон весит 25−30 килограмм. Срок службы деревянных поддонов до 2-х лет, после чего требуется восстановительный ремонт.

*Стоечные* поддоны имеют над верхним настилом выступающие стойки, которые могут быть жестко закреплены (несъемные), и могут быть шарнирными (складные) (рис. 2.5). Стойки служат для удержания расположенного на поддоне груза, а также для восприятия нагрузки от вышележащих поддонов при штабелироввнии. Такие поддоны применяют для грузов, не выдерживающих большие нагрузки. Конструкция стоечных поддонов должна обеспечивать возможность установки на их стойки плоских поддонов.

*Ящичные* поддоны имеют три или четыре боковые стенки, которые могут быть жестко *закрепленными*, *складными* и *съемными*. Стенки бывают сплошные, решетчатые, реечные и сетчатые. Материал может быть различным от металлов до картона и стекла. Обычно перевозимые грузы не имеют внешней упаковки и тары. Максимальный объем пакета на поддоне до 1м$^3$.

*Специальные* поддоны отличаются большим разнообразием. Большое распространение получили поддоны для кирпича и стекла.

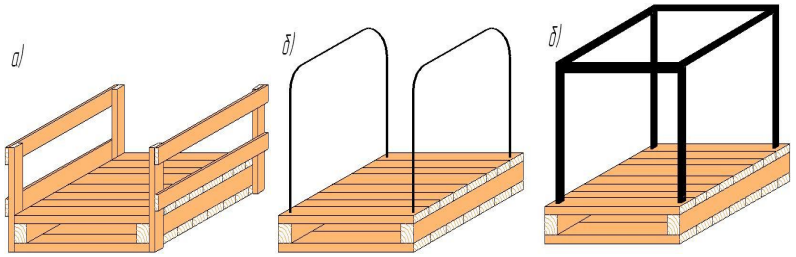
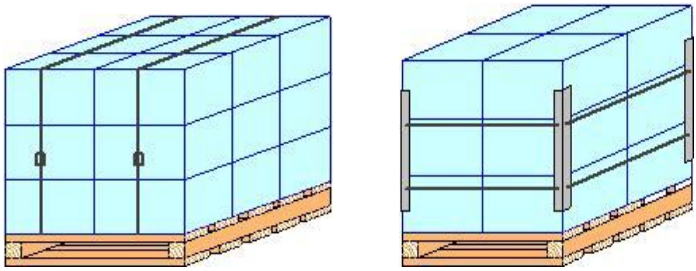



Рис. 2.5. Стоечные поддоны:
*а) несъемные стойки; б), в) шарнирные стойки*

**Пакетированию** на поддонах подлежат грузы в транспортной таре или без нее, имеющие стабильную правильную геометрическую форму, не меняющуюся в процессе пакетирования, складирования и транспортировки. Необходимую прочность обвязки пакета на плоских поддонах обеспечивают средства скрепления грузов – упаковочная стальная и полимерная ленты, стальная проволока, усадочная и растягивающаяся пленки, клей и т. п.

Грузы в пакеты можно укладывать блоками в виде стопок (рис. 2.6):



*а) скрепление лентой;* *б) скрепление проволокой (лентой) и уголками*

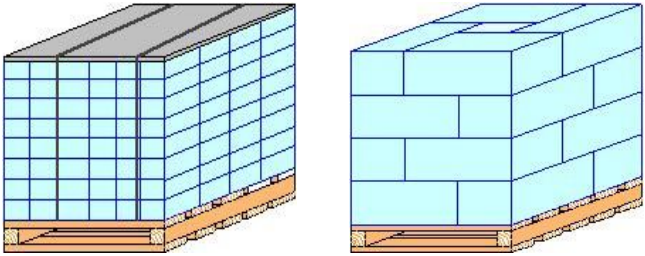


Рис. 2.6. Виды укладки грузы в пакеты
*в) скрепление проволокой с применением прокладки;*
*г) скрепление термоусадочной пленкой блоками в перевязку с поворотом на $90^0$*

Грузы цилиндрической формы располагают на поддонах вертикально, либо горизонтально со специальными прокладками (рис. 2.7):

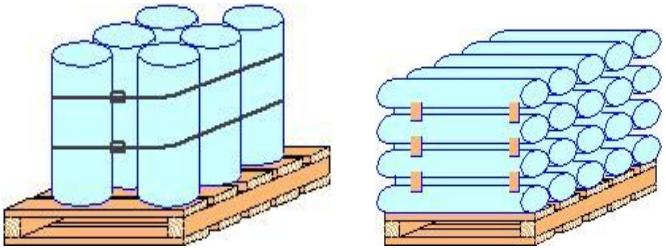


Рис. 2.7. Размещение грузы цилиндрической формы на поддоны

ТШГ в пакет следует укладывать так, чтобы, не разбирая его, можно было легко подсчитать число мест в пакете. Готовый пакет транспортируют, перегружают и хранят, не расформировывая, на всем пути следования от отправителя к получателю.

Пакеты ТШГ укладывают в крытых вагонах в большинстве случаев в *два* яруса, тяжелые в *один* ярус, легкие в *три* яруса. В крытых вагонах рекомендуется формировать пакет со следующими параметрами: при одноярусном размещении – высота, включая поддон, 1900 мм; при двухъярусном – 1350 (1150) мм, при трехъярусном размещении – высота 950 мм (масса не более 700 кг).

Эффективность пакетирования:

• организация и укрупнение грузовых мест:

• производительность труда ПРР повышается в 3–4 раза;

• в 1,5–2 раза снижается трудоемкость и себестоимость ПРР и складских работ;

• сокращается простой транспортных средств под грузовыми операциями в 2–3 раза;

• в 1,5–2 раза улучшает использование складских площадей за счет повышения высоты складирования;

• ускорение срока доставки на 5–10 %;

• снижение на 20–25 % потребность в материалах для тары;

• сохранность перевозимого груза.

Иногда пакетирование с использованием поддона не эффективно, потому что появляются дополнительные капиталовложения в пиломатериалы и изготовление и поддоны уменьшают на 8–10 % полезную высоту укладки. Поэтому штучные грузы иногда перевозят пакетами без поддонов, организуя специальные выступы для переработки погрузчиками.

Для формирования пакетов ТШГ на поддоне и без него используют различные пленки. При формировании пакета без поддона нужен специальный шаблон.

Для пакетирования используют три вида пленки: термоусадочная, растягивающаяся и биоразлагающаяся.

*Термоусадочная плёнка* (ТУП) получается на основе полиэтиленовой плёнки толщиной от 25 до 75 *мкм*. Она обладает свойством сокращаться в объёме при сравнительно большой температуре: $t$=90–180 $^0$С. При этом ТУП по длине сокращается обычно на 60 %, а по ширине – на 30 %. Наиболее эффективна пленки, которая сокращается равномерно по длине, и по ширине.

Для компоновки пакетов из штучных грузов с помощью ТУП используют пакетоформирующую машину (рис. 2.8).

Технология формирования пакетов ясна из рисунка 2.8. Коробки, мешки и т. д., из которых потребуется формировать пакет, перемещается по конвейеру, с которого поступает на пакетоформирующую установку.

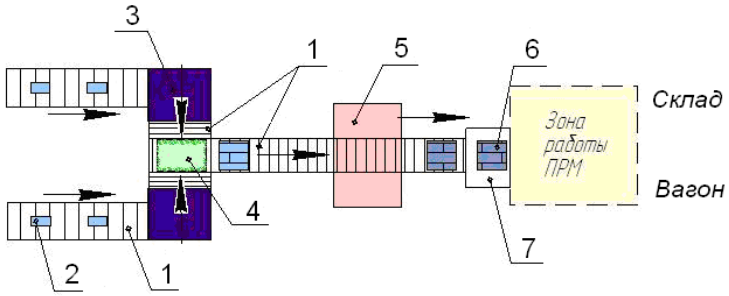



Рис. 2.8. Схема пакетоформирующей машины:
*1 – конвейеры; 2 – груз (коробки, мешки и т. д.); 3 – пакетоформирующая установка; 4 – промежуточная установка для обвёртывания пакетов или одевания чехлов; 5 – нагревательная печь тоннельного типа; 6 – готовый пакет; 7 – стол*

Пакет по конвейеру поступает на промежуточную установку для обвёртывания пленкой или надевания чехлов (рукавов). После обвёртывания пакет по главному конвейеру, который совершает непрерывное или шаговое движение, поступает в нагревательную печь тоннельного типа. Затем готовый пакет попадает на стол, а со стола снимается с помощью погрузчика (крытый вагон или склад) или крана (полувагон или склад).

Эксплуатационная производительность пакетоформирующей машины – $П_{экс}$= 80–100 пакетов/ч.

*Недостатки* пакетоформирующей машины: большой расход электроэнергии.

*Растягивающаяся плёнка* имеет свойства растягиваться (при приложении нагрузки некоторой величины) от 100 до 700 %. При этом нагрузки прикладываются различными способами, например, *центробежными силами* на быстровращающемся столе. После снятия нагрузки она сжимается.

Машина для скрепления груза (коробок, ящиков, групповых упаковок, кирпичей и т. д.) на поддоне растягивающейся стретч-пленкой имеет скорость вращения стола, 10 об/мин (рис. 2.9).

Сфера применения растягивающейся плёнки намного шире, чем у ТУП, так как можно пакетировать грузы, боящихся нагрева.



Рис. 2.9. Машина для скрепления груза
с растягивающейся стретч-пленкой

Разновидностью растягивающейся плёнки является сетчатое полотно.

Преимущества:

- уменьшается расход материала (20–25 %);
- уменьшается расход электроэнергии (≈80 %);
- требуется меньше производственных площадей;
- можно использовать для более широкой номенклатуры грузов.

*Биоразлагающаяся пленка* имеет еще одно преимущество – она экологична (разлагается без остатка в течении месяца), в то время как остальные пленки плохо утилизируются, загрязняют окружающую среду, а при сжигании выделяют ядовитые вещества.

### 2.3. Расчёт потребного парка поддонов

### Calculation of underpants demand park

Потребный парк поддонов зависит от количества поддонов за сутки $n^{\text{сут}}_{\text{подд}}$, от оборота поддона $n^{\text{об}}_{\text{подд}}$, от количества поддонов, находящихся в ремонте $k_{\text{рем}}$:

$$n_{\text{подд}} = n^{\text{сут}}_{\text{подд}} n^{\text{об}}_{\text{подд}} k_{\text{рем}}.$$

Здесь

$$n_{\text{подд}}^{\text{сут}} = G_{\text{сут}} / Q_{\text{подд}},$$

где $G_{\text{сут}}$ – суточный грузопоток, кН/сут; $Q_{\text{подд}}$ – средняя загрузка одного поддона, равная массе единицы груза на поддоне ($Q_{\text{подд}} = G_{\text{гр}}$), кН (например, 9–10 кН); $n_{\text{îá}}^{\text{ïîääà}}$ – оборот поддона, сут примерно 30 ут); $k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий нахождение поддонов в ремонте (1,1…1,15).

*Оборот поддонов* можно пояснить по следующей схеме (рис. 2.10).

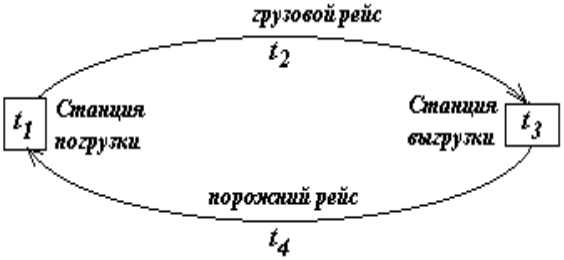



Рис. 2.10. Схема для пояснения оборота поддона

На схеме обозначено время нахождения поддона в течение суток: $t_1$ – на станции погрузки; $t_2$ – на грузовом рейсе; $t_3$ – на станции выгрузки; $t_4$ – на порожнем рейсе.

## 2.4. Склады, технологические схемы и технология переработки тарно-штучных грузов

### Storing yards, technological schemes and technology of processing for container-custom-maid cargoes

Для хранения ценных и боящихся атмосферных воздействий ТШГ, перевозимых в крытых вагонах, как правило, применяют одноэтажные крытые склады с наружным или внутренним вводом (расположением) погрузочно-разгрузочных путей и внешним расположением автопоездов.

Для хранения малоценных грузов, требующих защиты от атмосферных осадков, но не боящихся температурных колебаний и ветра, используют крытые грузовые платформы.

Грузы, не боящиеся атмосферных осадков и температурных колебаний, перевозимые на ОПС, хранятся на открытых грузовых платформах или площадках.

Одноэтажные крытые склады с внутренним вводом железнодорожных путей называют *ангарными* (рис. 2.11).

Здания складов сооружают из сборных железобетонных элементов. Колонны устанавливают с шагом 12 м, стены устраивают из панелей или кирпича. Пол высокий, ровный.

Рампы устраивают со стороны ж.д. обычно шириной 3 м, а со стороны автомобилей не менее 1,5 м. Высотой рампа должна быть не менее 1,2 м над УГР.

Проезды для автотранспорта могут быть кольцевыми, петлевыми, тупиковыми и сквозными.

Высота склада определяется технологией работы и типом средств механизации. При штабельном хранении и использовании напольных средств механизации (ЭП, АП) 4,5–6 м.

Дверные проемы устраивают в продольных стенах. Двери раздвижные высотой 3,6 м и шириной 2,5 м.

Выбор того или иного типа складов (материалы для выполнения курсовых работ) зависит от суточного вагонопотока $n_{\text{сут}}$. В соответствии с количеством типов складов имеются 6 типовых технологических схем переработки ТШГ, которые приведены в табл. 2.1.

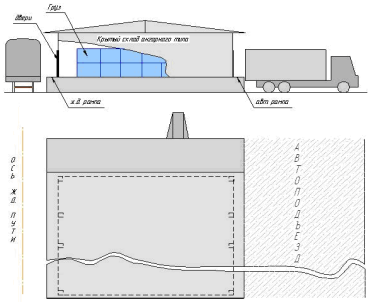



Рис. 2.11. Крытый склад ангарного типа

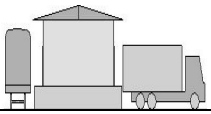
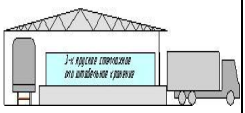
Погрузку и выгрузку по возможности следует выполнять по прямому варианту. Прямой вариант можно осуществить по схеме 2 (высота каретки ЭП ~ 1,5 м) – рис. 2.12.

В этом варианте грузы из вагона перегружают электропогрузчиками
непосредственно в автомобиль. Здесь себестоимость $C \rightarrow \min$.

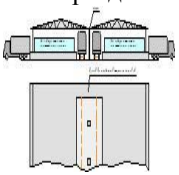
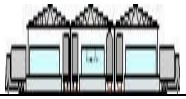
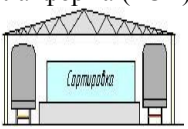
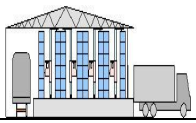
В крытых вагонах ТШГ и пакеты чаще всего укладывают в два яруса, причём допускается размещение тяжёлых грузов в один, а лёгких – в три яруса.

Таблица 2.1

Технологические схемы переработки ТШГ

| № схемы | $n_{сут}$, ваг /сут | Тип закрытого склада | Способ хранения | Вид ПРМ | Грузовые операции |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 20 | с внешними расположениями ж.д. пути и автопроездов  | Штабельный | ЭП, АП с нейтрализацией выхлопных газов. | Погрузка Выгрузка |
| | до 25 | с внутренним вводом одного ж.д. пути и с внешним автопроездом  | Штабельный или стеллажный (3-х ярусный) | ЭП, АП с нейтрализацией выхлопных газов. | Погрузка Выгрузка Сортировка |

Продолжение табл. 2.1.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 50 | С внутренним вводом двух ж.д. путей и с внешними автопрездами  ж.д. пути - тупиковые | Штабельный или стеллажный (3-х ярусный) | ЭП, АП с нейтрализацией выхлопных газов. | Погрузка Выгрузка Сортировка |
| | До 100 | С внутренним вводом четырёх ж.д. путей и с внешними автопроездами  | Штабельный или стеллажный (3-х ярусный) | ЭП - производительные, АП с нейтрализацией выхлопных газов. | Погрузка Выгрузка Сортировка |
| | любой | Сортировочная платформа (ГСП)   площадка островного типа | Штабельный или стеллажный (3-х ярусный) | ЭП, АП с нейтрализацией выхлопных газов. | Сортировка |
| | любой | Автоматизированный крытый склад с внутренним вводом до четырёх ж.д. путей и с внешними автопроездами.  | Стеллажный | ЭП, АП+ Стеллажные краны, конвейеры | Погрузка Выгрузка Сортировка |

К моменту подачи вагонов под выгрузку и (или) погрузку приемосдатчик определяет очередность и порядок выгрузки и (или) погрузки, знакомит комплексную механизированную бригаду с порядком выполнения предстоящей работы.

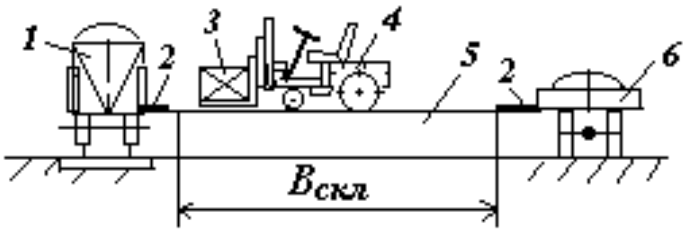



Рис. 2.12. Прямой вариант выгрузки груза из вагона:
*1 – крытый вагон; 2 – переходный мостик; 3 – ТШГ; 4 – ЭП или АП; 5 – склад; 6 – автомобиль*

*Технология работ* по погрузке, выгрузке и сортировке следующая (рис. 2.13):

1. Подготовительные операции: снятие пломб и открытие дверей, коммерческий осмотр вагонов, подноска и установка переходного мостика, доставка погрузчиком к вагону порожних поддонов;

2. Грузовые операции: выгрузка местных ТШГ, сортировка транзитных ТШГ, погрузка (по возможности полная) в вагон ТШГ;

3. Заключительные операции: уборка переходных мостиков, закрытие дверей вагонов и уборка освободившихся поддонов.

Наиболее эффективным и экономным является прямой вариант работ «вагон-автомобиль», для обеспечения которого должна быть осуществлена подача автомобилей по графику




Рис. 2.13. Технология переработки ТШГ

## 2.5. Способы хранения тарно-штучных грузов

## Modus of storage of container-custom-maid cargos

Существуют два способа хранения ТШГ: *штабельный* (рис. 2.14) *и стеллажный* (рис. 2.15).

*Штабельный*. Способ предельно прост и имеет ряд неоспоримых достоинств, главное из которых – обеспечение максимального использования пощади склада при почти полном отсутствии капитальных затрат на его оснащение, что очень привлекательно. Немаловажно также, что работать в такой «системе» может практически любая техника.

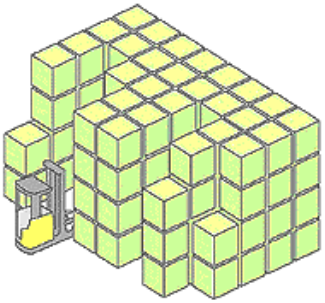


Рис. 2.14. Штабельный способ хранения ТШГ

Однако у этого способа хранения есть значительные недостатки:

• затруднен доступ к грузам разной номенклатуры;

• высота (ярусность) складирования ограничена, поскольку определяется прочностью упаковки самого груза;

• не обеспечивается или плохо обеспечивается сохранность грузов;

В целом бесстеллажное хранение можно считать идеальным решением:

- если на складе должно храниться значительное количество однотипного груза и его можно штабелировать в несколько ярусов, полностью используя высоту помещения;

- если при невозможности штабелирования имеется достаточное количество складских площадей для одноярусного хранения.

*Стеллажный*. Именно эта технология хранения во многих случаях является оптимальной. Такие системы хранения представляют собой хорошо известные паллетные стеллажи разной высоты, на которые ставят поддоны с грузом. На железнодорожном транспорте, в настоящий момент, используют 3-хярусные стеллажи (12 ячеек).

Преимуществами *стеллажного* способа хранения ТШГ являются:

• лучшее использование склада по высоте, т. е. уменьшается потребная площадь склада;

• меньшее повреждение груза при транспортировке внутри склада, т. е. улучшается сохранность груза;

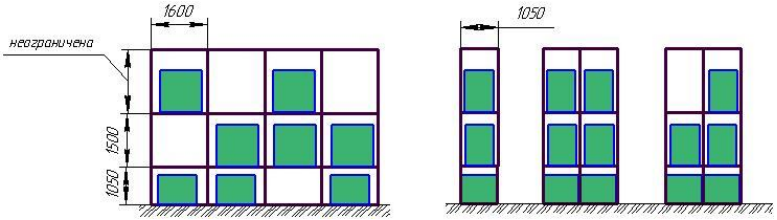



Рис.2.15. Стеллажный способ хранения ТШГ

• ускорение поиска нужного груза, а, следовательно, ускорение погрузки и выгрузки ТШГ (условно 26 грузопакетов на 1 ед. техники в час), поскольку имеется адрес груза по номерам ячейки, а также в одном межстеллажном проходе может одновременно работать сразу несколько единиц техники;

• хорошие возможности системы для комплектации непосредственно с места хранения, поскольку для этого доступен каждый грузопакет.

Единственным серьезным минусом системы является недостаточно полное использование площади склада. Обычно стеллажами с грузом занято только 40 % общей площади. Поэтому иногда ряды стеллажей сдваивают, тогда склад используется на 50–60 % общей площади, но для работы необходимы специальная техника, и для того чтобы достать «внутреннюю» паллету, сначала необходимо снять «внешнюю». Эту систему используют, если большинство товарной номенклатуры находится на складе в значительном количестве.

Таким образом, относительно низкие капитальные и эксплуатационные затраты на оборудование склада позволяют обеспечить высокий грузооборот, и если вместимость склада достаточна, то данную систему складирования можно считать близкой к оптимальной.

## 2.6. Современный склад. Автоматизированные склады для ТШГ

Современный склад – это весьма сложный объект, как с технической, так и с управленческой точки зрения.

Для оптимальной работы важно рационально расположить складские подразделения. Обычно применяют общепринятое деление склада на зоны:

• Зона *погрузки* (*выгрузки*) может быть либо единой, либо разделенной на две отдельные зоны – погрузочную и разгрузочную. Место производства работ должно иметь основание, обеспечивающее устойчивость оборудования, складируемых грузов и транспортных средств, а также способное выдерживать соответствующие нагрузки. Площадки для перевалки должны соответствовать размерам фронта выполняемых работ.

• Зона *приемки* отделена от других помещений. Главная функция этой зоны – прием груза по качеству, количеству и комплектности, а также распределение грузов по местам хранения в соответствии с используемыми способами и условиями. Этот участок хорошо оснащен средствами автоматизации и механизации, на него могут возлагаться функции пакетирования и маркировки товаров, комплектования укрупненных единиц для хранения, а также разукомплектования последних с той же целью. Здесь же осуществляется временное хранение (накопление) груза для последующего распределения на основных складских площадях.

• Зона *хранения* представляет собой площадь, занимаемую оборудованием, которое предназначено непосредственно для хранения грузов. Грузовая вместимость зоны зависит не только от размеров складируемых здесь грузов, но и от выбранного способа хранения – на стеллажах, поддонах, в контейнерах и т. д. Правильный подбор подъемно-транспортного оборудования для обработки грузов и способа хранения позволяет оптимально использовать пространство этой зоны.

• Зона *сортировки* и *комплектации* призвана обеспечить прием заявок на грузы и отбор грузов с мест хранения, а также сортировку, комплектование, подготовку и перемещение грузов в зону *погрузки*.

• Зона *экспедирования*. В этом отдельном, как правило, помещении осуществляется учет отправляемых (получаемых) грузов, временное складирование подготовленных грузов, составляют сопроводительную документацию и проводят погрузочно-разгрузочные работы. На экспедицию также часто возлагается задача сопровождения груза в пути и доставки его конечному потребителю.

На любом складе кроме упомянутых зон должны быть административные и бытовые помещения.

В складских помещениях для переработки грузов требуются следующие технические средства, которые в зависимости от назначения подразделяют на технологические и подъемно-транспортные (для погрузки-выгрузки, перемещения и укладки грузов). В свою очередь технологическое оборудование можно разделить на предназначенное для хранения, поддерживающее необходимые режимы хранения и оборудование для обработки грузов:

1. Погрузчики;

Погрузчик имеет достаточно большие размеры - это приводит к тому, что большая часть полезной площади склада отводится не для хранения груза, а для организации проезда техники (межстеллажное пространство 3–3,5 м).

2. Краны-штабелёры (мостовые (рис. 2.16) и стеллажные (рис. 2.17));

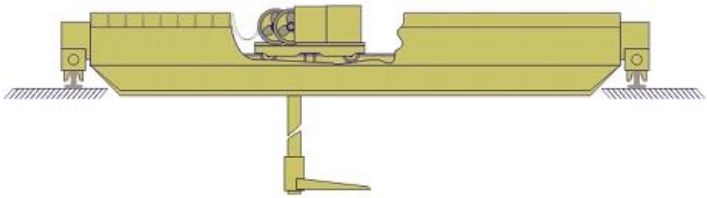


Рис. 2.16. Мостовой кран-штабелер

От мостовых кранов-штабелеров стеллажные отличаются меньшей удельной массой, повышенной жесткостью металлоконструкций, высокой степенью использования складских площадей и объемов.

Стеллажный кран-штабелер (рис. 2.17) представляет собой опорную тележку, с вертикально закрепленной на ней одной или двумя колоннами, по которым перемещается грузоподъемник с выдвижным телескопическим захватом, и кабиной. Кран-штабелер перемещается по рельсовому крановому пути, установленному на полу здания вдоль рядов обслуживаемых им стеллажей.

Краны-штабелеры особенно эффективны на складах с большим грузооборотом ввиду большой их производительности, обусловленной как большими рабочими скоростями механизмов, так и ограниченной зоной их использования - только в одном проходе между стеллажами.

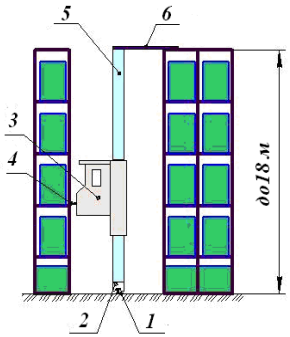



Рис. 2.17. Стеллажный кран-штабелер
*1 – рельс (Р24); 2 – ходовая часть и механизм передвижения; 3 – повротная кабина крановщика; 4 – выдвижной вилочный захват; 5 – колонна; 6 – перекладина с роликом*

3. Штабелёр (рис. 2.18);

Применение современных штабелёров позволяет сузить межстеллажные проходы примерно на 1 м и одновременно увеличить высоту складирования, что в итоге весьма ощутимо повышает вместимость склада. Но при этом на это требуются большие капитальные вложения.

4. Ричтрак – штабелёр с выдвигающейся кареткой и грузозахватом (вилами);

Современный ричтрак – это высокотехнологичная машина с отлично продуманной эргономикой (рис. 2.19). Именно поэто-

му его считают наиболее производительным видом складской техники, которая применяется для обеспечения высокого грузооборота. Очень высокая скорость подъема и передвижения (до 0,6 м/с и 12 км/ч соответственно) сопоставима с показателями лучших современных погрузчиков. Важно также, что ричтрак способен поднимать поддоны на высоту до 11 м. При этом ширина межстеллажного прохода для постановки поддонов составляет 2,6...2,9 м, что делает эти машины незаменимыми на современных высотных складах, оборудованных фронтальными стеллажами. Надо особо подчеркнуть, что применение техники такой стоимости и с такими возможностями на небольших высотах складирования экономически не оправдано, поэтому ричтраки, как правило, работают со стеллажами выше 6 м.



а) б) в)

Рис. 2.18. Штабелеры:
*а) самоходные; б) гидравлические; в) электрические*



Рис.2.19. Ричтрак-штабелёр

5. Стеллажи;

• Классические фронтальные стеллажи. Это наиболее распространенный вид стеллажных конструкций для хранения, универсальное и недорогое решение, которое позволяет применять практически любую грузоподъемную технику и обеспечивать свободный доступ к любому из хранящихся поддонов с грузом (рис. 2.20).

Конструкции выполняют разными по грузоподъемности (исходя из веса грузопакета), а интервал между ярусами может меняться в соответствии с высотой поддона с грузом. В зависимости от типа применяемой погрузочной техники ширина прохода между стеллажами изменяется в пределах от 2,1 м (штабелёр) до 3,0...3,5 м (погрузчик), высота установки поддонов верхнего яруса стеллажей может достигать 11 м – в таком случае используют ричтраки.

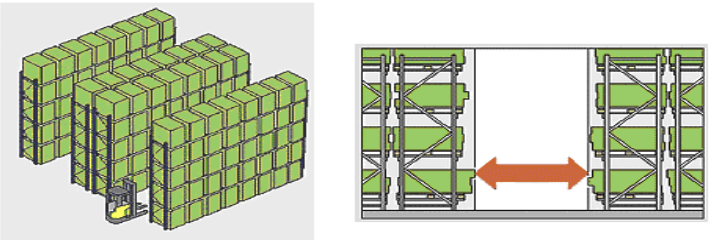


Рис.2.20. Классические фронтальные стеллажи

• узкопроходные стеллажи (рис. 2.21), проходы между стеллажами 1,5–1,85 м, вдоль которых без поворотов перемещаются специальные штабелёры. Узкопроходные штабелёры недешевы, для таких систем хранения необходимо устройство специальных сверхплоских полов под подъемную технику, системы рельсовых или индуктивных направляющих для движения техники в межстеллажном проходе.

• глубинные (набивные) стеллажи (рис. 2.22), они представляют собой жесткую каркасную конструкцию из рам, образующих «коридоры» шириной 1350 мм, внутрь которых ставят, а точнее – задвигают по горизонтальным направляющим поддоны с грузом. По сути, набивные стеллажи – это усовершенство-

ванная система бесстеллажного складирования, но с лучшим доступом к грузу и более высокой надежностью его хранения. Главное и, собственно, единственное достоинство набивных стеллажей – очень высокая степень использования объема склада (один из лучших показателей среди стеллажей всех типов).

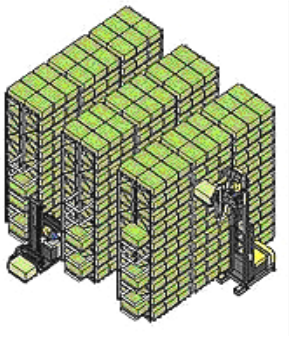


Рис. 2.21. Узкопроходные стеллажи

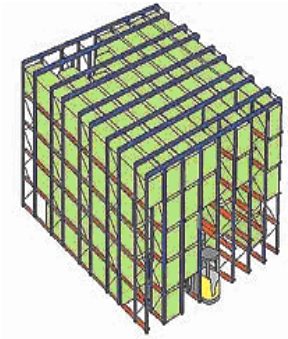


Рис. 2.22. Глубинные (набивные) стеллажи

Недостатков система имеет довольно много. В частности, стоимость таких стеллажей примерно в 2 раза выше, чем фронтальных; их монтаж также обходится дороже по причине более сложной конструкции. Несмотря на большой объем возможного хранения, трудно добиться даже 70 %-ной заполняемости стеллажей, и часть отдельно взятого «коридора» обычно пустует. Чаще всего соблюдается принцип «один коридор (с первого по последний ярус) – один товар».

• гравитационные стеллажи (рис. 2.23), напоминают набивные системы хранения. Принципиальное отличие состоит в том, что вместо неподвижных горизонтальных направляющих у них имеются установленные под углом 3...5 % наклонные роликовые дорожки, по которым паллеты с грузом перемещаются от зоны загрузки к зоне выгрузки.

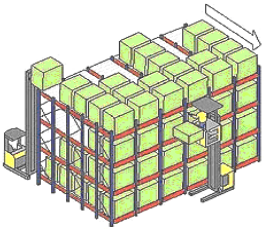


Рис. 2.23. Гравитационные стеллажи

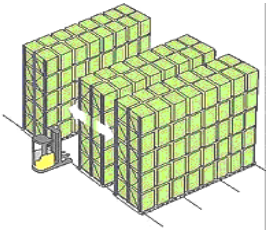


Рис. 2.24. Мобильные стеллажи

• мобильные стеллажи (рис. 2.24), т. е. стеллажи на тележках или которые передвигаются по направляющим;

• консольные стеллажи, для длинномерных грузов (рис. 2.25).

6. конвейеры и транспортеры (на практических занятиях) и т. д.

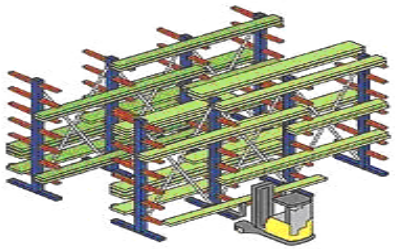


Рис. 2.25. Консольные стеллажи

*Автоматизированные склады для тарно-штучных грузов*

Стеллажный способ хранения при автоматизированном складе с высотой до 16 м. Рассмотрим один из типов автоматизированного склада (рис. 2.26, *а*, 2.26, *б*).

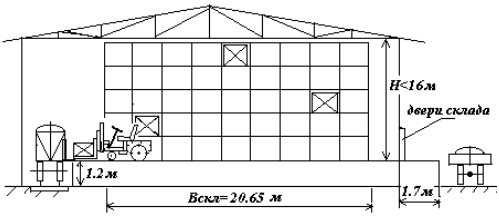



Рис. 2.26, *а*. Автоматизированный склад

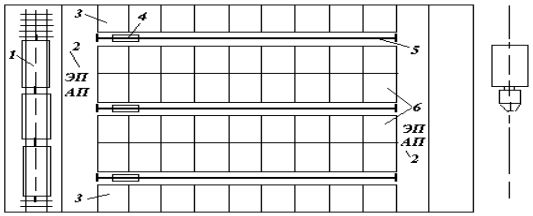



Рис. 2.26, *б*. План автоматизированного склада:
*1 – крытый вагон, 2 – проходы для ЭП или АП,*
*3 – одинарные стеллажные склады; 4 – стеллажный кран;*
*5 – монорельсы; 6 – сдвоенные стеллажные склады*

В середине склада могут быть несколько сдвоенных рядов стеллажных складов, а около стенки только одинарные стеллажные склады. Между рядами стеллажных складов имеются монорельсы, по которым передвигаются стеллажные краны.

В автоматизированных складах для обслуживания используют стеллажные краны (см. рис. 2.17). Имеются стеллажные краны с телескопическими захватными органами (складские роботы) двух исполнений: СА – стеллажный автоматический опорный с грузоподъёмностью 5, 10 и 20 кН; САД – стеллажный автоматический для длинномерных грузов опорный с г. п. 50, 80, и 125 кН.

СА может поднять груз на высоту в пределах от 5,4 до 17,4 м, при этом высота кранов в зависимости от грузоподъёмности может достигать 4,2–16,2 м при г. п. 5 кН, 4–16 м при г. п. 10 кН и 3,8–15,8 м при г. п. 20 кН. Скорость подъёма груза при этом может быть соответственно 0,3; 0,4 и 0,5 м/с; передвижения крана – 1,6; 2 и 2,5 м/с; выдвижения грузозахватного органа – 0,2 и 0,125 м/с.

Стеллажные краны рассчитаны на большие грузоподъёмности при больших высотах подъёма. Они оборудованы грузозахватными приспособлениями в виде вилочных и боковых захватов, соответствующими геометрическим и физическим характеристикам перерабатываемых штучных грузов.

Стеллажные краны работают в двух режимах:

1-й – крановщик управляет стеллажным краном (автономный режим);

2-й – автоматический режим, когда кран или все краны управляются оператором. У оператора имеется дистанционный пульт управления, ЭВМ, в которой заложена программа. Это и есть автоматизированный способ переработки ТШГ.

Функция стеллажного крана – поиск (нахождение) нужного груза по заданной программе и перемещение его в зону работы погрузчиков. Погрузка и выгрузка грузов осуществляется только ЭП и АП с нейтрализацией выхлопных газов. Имеются также склады, где используются манипуляторы и роботы.

*Недостатки* стеллажного крана:

– стеллажи несут нагрузку;

– высота склада используется не полностью.

Есть ещё и *подвесные* стеллажные краны.

Автоматизированные склады в основном используются на крупных промышленных предприятиях, выпускающих большой объём однотипных грузов, а также на крупных базах снабжения и складах при многообразии номенклатуры грузов. В автоматизированных складах ТШГ, как уже отмечалось, в основном хранят стеллажным способом. Складские ячейки имеют свой номер и адрес, по которому легко находится груз.

## 2.7. Перспективные направления развития перевозок тарно-штучных грузов

При перевозке и при выполнении ПРР с ТШГ на современном этапе имеются определённые недостатки:

• большой объём немеханизированных (ручных) при ПРР, вследствие чего низкая производительность труда, высокая себестоимость грузовых операций и большой простой транспортных средств (вагонов, автомобилей и др.);

• перевозка ТШГ мелкими отправками (МО), т. е. погрузка грузов в одном вагоне в адрес разных грузополучателей. Это увеличивает срок доставки за счет сортировок в пути следования, следовательно, увеличивает расходы ж.д. и повышает тарифы на перевозку;

• не обеспечивается в полной мере сохранность груза.

Поэтому, можно сформулировать следующие основные направления совершенствования ТГС для ТШГ:

*по грузу*:

• сокращение объема перевозок мелких отправок (МО) за счет увеличения повагонных отправок (ПО);

• укрупнение грузовых мест ТШГ, создание транспортных пакетов, применение плёнок;

• перевозка ТШГ в крытых вагонах и на ОПС пакетами и в контейнерах (в т. ч. пакетами);

*по механизмам*:

• применение современных погрузчиков (ЭП – с двигателями на переменном токе, АП - дизельных с нейтрализацией выхлопных газов или с газовой системой);

*по складам*:

• строительство складов с внутренним вводом железнодорожных путей;

• замена штабельного способа хранения на стеллажный;

• автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских операций за счёт применения новой техники.

В целом, все названные мероприятия дают возможность снизить затраты на ПРР и перевозку ТШГ, повысить производительность труда на ПРР, сократить простои транспортных средств под грузовыми операциями, тем самым увеличить доходность и прибыльность как железнодорожного транспорта, так и грузовладельцев.

# 3. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОНТЕЙНЕРОВ

## Technica and technology for handling container maintenance

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Характеристика универсальных и специализированных контейнеров.
2. Показатели эффективности контейнерных перевозок.
3. ТГС для переработки контейнеров.
4. Контейнерные пункты и организация их работы.
5. Основные направления совершенствования техники и технологии переработки контейнеров.

## 3.1. Характеристика универсальных и специализированных контейнеров

## Characteristics of general purpose and specialized containers

*Контейнер* (англ. *container* – тара, ёмкость, вместилище) – это стандартная многооборотная транспортная тара, предназначенная:

– для укрупнения грузовых мест и обеспечения сохранной транспортировки грузов всеми видами транспорта;

– использования в качестве временного склада для хранения грузов.

По своему назначению контейнеры делятся на две группы:

– общего назначения – *универсальные*;

– специального назначения – *специализированные.*

Есть еще и *специальные* контейнеры. Эти контейнеры не имеют выхода на магистральный транспорт и предназначены для перевозки сырья, полуфабрикатов внутри предприятий (цехов).

*Универсальные контейнеры* предназначены для перевозки и хранения грузов широкой номенклатуры без тары, в первичной упаковке или в облегчённой таре: полиграфические изделия,

галантерейные товары, трикотаж, одежда, обувь, радиотовары и телевизоры, ткани, запасные части и метизы, домашние вещи и др.

*Специализированные контейнеры* предназначены для перевозки и хранения одного или группы однородных грузов по физико-механическим, геометрическим и другим параметрам (штучные, жидкие, сыпучие, скоропортящиеся грузы).

Универсальные контейнеры принадлежат транспортным организациям и, как правило, не имеют порожнего пробега или имеют небольшой порожний пробег. Специализированные контейнеры принадлежат предприятиям (отправителям и получателям) и имеют, как правило, порожний пробег, равный груженому (так же как и специализированные поддоны), что является их существенным недостатком.

Универсальные контейнеры подразделяются по весу брутто, которые приведены в рис. 3.1.

Характеристики контейнеров приведены в табл. 3.1.

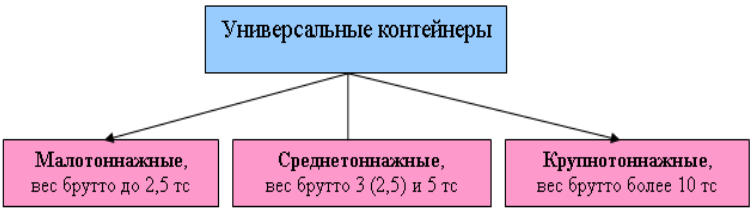



Рис. 3.1. Виды универсальных контейнеров

Таблица 3.1

Весовые и геометрические характеристики универсальных контейнеров

| Типоразмер контейнера | Длина $L$, мм | Ширина $B$, мм | Высота $H$, мм | Объём $V$, м$^3$ | Вес, кН | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | груза (max) | тары | брутто |
| *Среднетоннажные* УУК-3 | 2 100 | 1 325 | 2 400 | 5,16 | 24,5 | 5,5 | 30,0 |

Продолжение табл.3.1

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| УУК-5 | 2 650 | 2 100 | 2 400 | 10,4 | 40,0 | 11,0 | 51,0 |
| УУКП-6,3 | 2 650 | 2 100 | 2 591 | 11,3 | 50,0 | 13,0 | 63,0 |
| *Крупнотоннажные* УУК-10 (1D)* | 2 991 | 2 438 | 2 438 | 14,8 | 90,0 | 12,0 | 102,0 |
| УУК-20 (1C)* | 6 058 | 2 438 | 2 438 | 30,3 | 180,0 | 21,0 | 201,0 |
| УУК-24 (1CC)* | 6 058 | 2 438 | 2 591 | 32,3 | 218,0 | 2,2 | 24,0 |
| УУК-30 (1A)* | 12 192 | 2 438 | 2 438 | 61,5 | 264,0 | 36,0 | 300,0 |
| УУК-30 (1AA)* | 12 192 | 2 438 | 2 591 | 66,0 | 264,0 | 405,0 | 304,8 |

*Обозначения согласно стандарту технического комитета ТК-104 «Грузовые контейнеры» международной организации по стандартизации (ИСО).

В качестве грузозахватного приспособления для среднетоннажных контейнеров в основном используются автоматический захват – *автостроп* конструкции ЦНИИ-ХИИТ, а также *ручной четырёхзвенный строп.* Устройства для крановой перегрузки – рымы из прутка диаметром 28 мм, закреплённые в рымной нише корпуса контейнера сваркой; для перегрузки вилочными погрузчиками в нижней части контейнера имеются пазы (рис. 3.2).

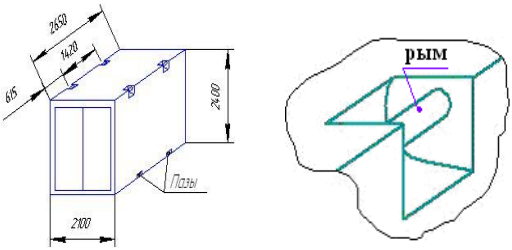



Рис. 3.2. Схемы среднетоннажных контейнеров

В качестве грузозахватного приспособления для крупнотоннажных контейнеров используются спредеры жесткой конструкции с определёнными размерами и спредеры с раздвижными захватными органами.

Устройства для крановой перегрузки – *верхние фитинги*, закреплённые в углах прямоугольного корпуса контейнера сваркой (рис. 3.3), для перегрузки вилочными погрузчиками в нижней части контейнера – *пазы.*

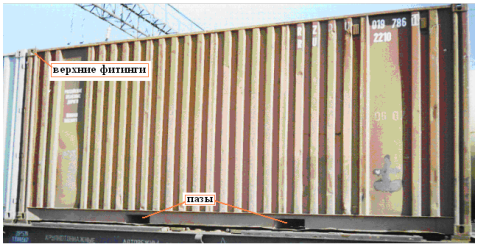



Рис. 3.3. Крупнотоннажный контейнер УУК-10 (1D)

Фитинги (*англ.* – fitting) имеют с трёх сторон овальные отверстия, причём для захвата и отстропки контейнера у верхних фитингов используются верхние отверстия. У нижних фитингов нижние отверстия используются для постановки контейнеров на откидные упоры специализированной платформы (рис. 3.4, *а*, 3.4, *б*) или автомобильного полуприцепа.

Двустворчатые двери контейнеров расположены в основном на их торцевой стороне.

Средствами перевозок контейнеров являются:

а) для *среднетоннажных* контейнеров – универсальные платформы
(см. рис. 2.3 и 3.5) и полувагоны (см. рис. 2.2), а также специализированные вагоны-контейнеровозы, переоборудованные из полувагонов и крытых вагонов;

б) для *крупнотоннажных* контейнеров – универсальные платформы, полувагоны и в основном специализированные длиннобазные платформы с упорами (рис. 3.6–3.10).



Рис. 3.4, *а*. Откидные упорные головки специализированных платформ



Рис. 3.4, *б*. Схема установки крупнотоннажных контейнеров на упорные головки специализированных платформ

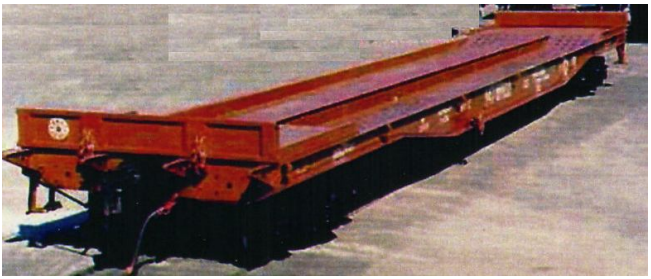


Рис. 3.5. Вагон-платформа модели 13-9004 для автомобильной техники и контейнеров

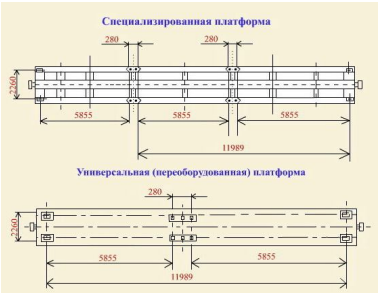



Рис. 3.6. Схема размещения штырей на специализированных универсальных, переоборудованных платформах

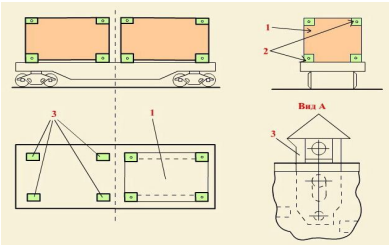



Рис. 3.7. Схема установки крупнотоннажных контейнеров на специализированных платформах:
*1 – контейнеры; 2 – отверстия фитингов; 3 – упорные головки*

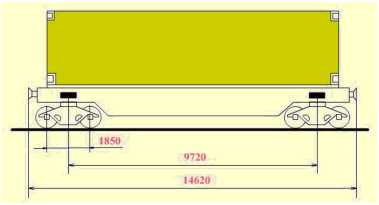






Рис. 3.8. Схема установки крупнотоннажных контейнеров 1А и 1АА

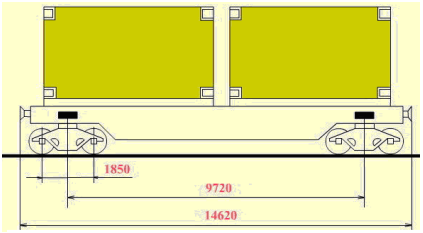



Рис. 3.9. Схема установки крупнотоннажных контейнеров 1С (1СС)

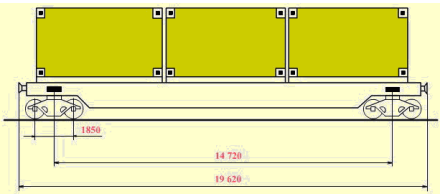



Рис. 3.10. Схема размещения контейнеров 1С (1СС)
на специализированной платформе с длиной базы 14 720 мм

Специализированные длиннобазные платформы имеют длину 18,4 м, а по осям автосцепки – 19,6 м. Они позволяют перевозить шесть 10-тонных, три 20(24)-тонных, а также один 30-тонный контейнер в сочетании с одним 20-тонным или двумя 10-тонными контейнерами.

Разновидностью контейнеров являются так называемые *контрейлеры*. Это крупнотоннажные 20 (30)-тонные контейнеры на шасси для перевозки грузов в основном в международном сообщении, которые, по существу, являются полуприцепами автомобилей-тягачей – прицепы отделяются от автомобилей-тягачей и размещаются на площадке, опираясь на подставку. Для перевозки по железной дороге требуются платформы с пониженным расположением пола.

После установки контейнеров через боковые отверстия в фитингах необходимо проверить правильность расположения упорных головок в рабочем положении.

На специализированные (переоборудованные из универсальных) платформы с длиной базы 9 720 мм контейнеры типоразмера 1А и 1АА (40 футов) устанавливают по одному (рис. 3.8).

На специализированные (переоборудованные из универсальных) платформы с длиной базы 9 720 мм контейнеры типоразмера 1С и 1СС (20 футов) устанавливают по два торцовыми дверями друг к другу (рис. 3.10).

*Специализированные контейнеры (Specialized containers)*

*Специализированные контейнеры* **(СК)** по роду перевозимого груза подразделяются на 6 типов. Каждый тип СК предназначен либо для перевозки одного груза, либо группы однородных грузов (всего перевозится более 300 наименований). Такие СК называют групповыми.

**СК-I** предназначен для перевозки насыпных неслёживающихся грузов в виде порошка или в зёрнах, требующих защиты от атмосферных осадков и их влияния (минеральные удобрения, цемент, кальцинированная сода, окись цинка и др.) – рис. 3.11, *а*, 3.11, *б*;

**СК-II** предназначен для перевозки насыпных и кусковых грузов с повышенной влажностью, смерзающихся и превращающихся в монолит (свинцовые, цинковые, медные, рудные концентраты);

**СК-III** предназначен для перевозки штучных грузов правильной геометрической формы, требующих защиты от повреждений и атмосферных осадков (огнеупоры, кафель, плиты глиняные, гипсовые, ферросплавы, магнезитовый кирпич, строительное стекло и другие хрупкие грузы);

**СК-IV** предназначен для перевозки наливных грузов, хорошо текучих, не требующих специальных устройств для подогрева перед наливом и сливом (кислоты для промышленности, спирт этиловый и метиловый, органические растворители);

**СК-V** предназначен для перевозки наливных грузов высокой вязкости, заливаемых в горячем состоянии и затвердевающих даже при температуре 0 °С с превращением в монолит (парафин, фенол синтетический, натрий едкий, хлористый кальций, сернистый натрий), а также для полужидких грузов (масляные лаки, готовые к использованию красители и др.);

**СК-VI** предназначен для перевозки скоропортящихся грузов.

По конструкции специализированные контейнеры можно разделить на три типа:

*жёсткие*, не изменяющие своих габаритных размеров и формы как в груженом, так и в порожнем состоянии. Они, как правило, изготавливаются из металла или дерева и металла;

*полужёсткие*, или комбинированные, которые уменьшают свои габаритные размеры в порожнем состоянии; они могут быть разборными или складывающимися за счёт наличия шарнирных соединений днища и стенок;

*мягкие* (эластичные), изготавливаемые из полимерных синтетических или прорезиненных материалов (рис. 3.13–3.15). В порожнем состоянии они складываются, уменьшая в несколько раз свой объём по сравнению с груженым.

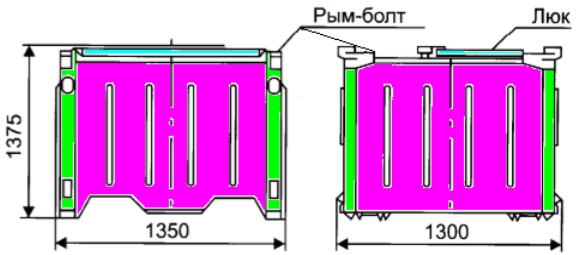



Рис. 3.11, *а*. Специализированный контейнер СК- I – 3,4:
*вес брутто – 34 кН; вес тары – 3 кН*

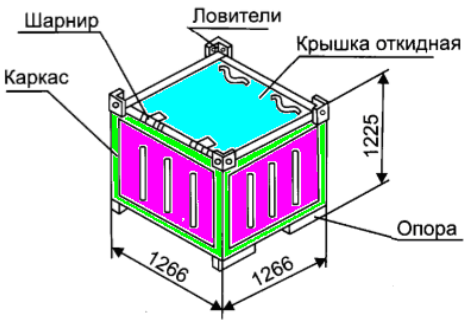



Рис. 3.11б. Специализированный контейнер СК-I – 3,4 ММУ:
*вес брутто – 70 кН; вес тары – 5,4 кН*

Длина (ширина) мягких контейнеров типа МК-П (*а*) и МК-Л (*б*) не более 480 (330) – 1 450 мм; вес брутто – 5–40 кН; вес тары не более 3 кН; полезный объём – 0,1–3,6 м$^3$ (рис. 3.12, *а*, *б*).

Диаметр мягких контейнеров типа МК-П (*а*) и МК-Л (*б*) не более 1 000 мм; высота – не более 1 300 мм; вес брутто – 10 кН; полезный объём – 1 м$^3$ (рис. 3.13, *а*, *б*).

Длина мягкого контейнера типа МК-14-10 (рис. 3.14) равна 2400 ± 50 мм; высота – не более 2800 мм; грузоподъёмность – 140 кН; вес тары – не более 0,7 кН; полезный объём – 12 м$^3$.

В зависимости от номинального веса брутто СК также, как и универсальные контейнеры, можно разделить на малотоннажные (до 25 кН), среднетоннажные (от 30 до 100 кН) и крупнотоннажные (свыше 100 кН).

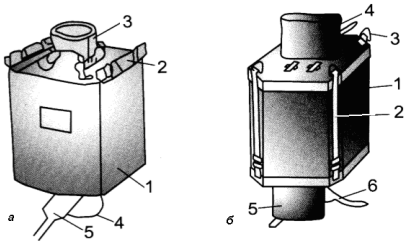



Рис. 3. 12. Мягкие специализированные контейнеры:
*а – МК-П: 1 – корпус; 2 – проушина; 3 – загрузочный рукав; 4 – разгрузочный рукав; 5 – клапан; б – МК-Л: 1 – корпус; 2 – грузовая лента; 3 – серьга; 4 – загрузочный рукав; 5 – разгрузочный рукав; 6 – клапан*

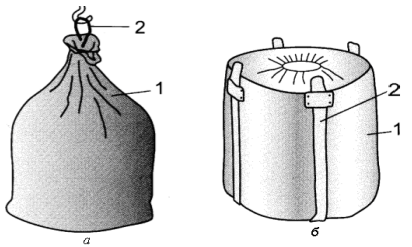



Рис. 3.13. Мягкие специализированные контейнеры:
*а – МК-П: 1 – корпус; 2 – грузовой канат*
*б – МК-Л: 1 – корпус; 2 – съёмные грузовые ленты*

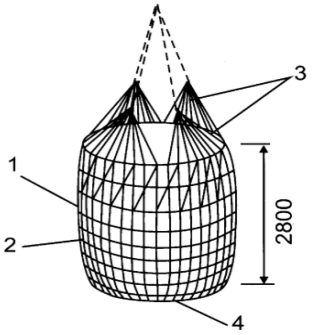



Рис. 3. 14. Мягкий специализированный контейнер МК-14 -10:
*1 – ёмкость из ткани; 2 – силовой каркас ленты;*
*3 – грузоподъёмные коуши; 4 – дно*

СК имеют свою сферу применения и с универсальными контейнерами, как правило, не конкурируют. Объём перевозок в СК по железной дороге меньше, чем в универсальных контейнерах.

*Средства переработки специализированных контейнеров*. Для погрузки и выгрузки СК используются погрузчики, автокран, стреловой кран на железнодорожном ходу, козловой и мостовой краны.

*Грузозахватные приспособления*. В качестве грузозахватного приспособления используются, как правило, ручные захваты (четырёхзвенный строп, траверса или рама с крюками). Поэтому грузовые операции осуществляются механизатором ($r_{мех}$ = 1) и двумя рабочими ($r_{раб}$ = 2). СК перевозятся в полувагонах и на платформах вагонными комплектами, а возвращаются в порожнем состоянии либо в крытых вагонах, либо в универсальных контейнерах.

В настоящее время наибольшее применение получили групповые СК для перевозки насыпных (СК-I и СК-II) и штучных (СК-III) грузов.

*Специализированные контейнеры для перевозки насыпных неслёживающихся грузов.*

Наиболее перспективными и экономичными из всех применяемых в настоящее время контейнеров этой группы являются контейнеры мягкой конструкции (МК) – многооборотные вместимостью от 0,5 до 4 м$^3$ и разового использования (МКР) вместимостью 1,0 м$^3$.

Конструктивно МК представляют собой закрытую ёмкость квадратного сечения с гибким рукавом для заполнения её грузом. По углам расположены откидные металлические петли для застропки и отстропки МК. Для разгрузки контейнера имеется нижний рукав, который при загрузке затягивается бечёвкой и прячется в карман. Контейнеры после высыпания груза легко складываются (схематично МК показан на рис. 3.15).

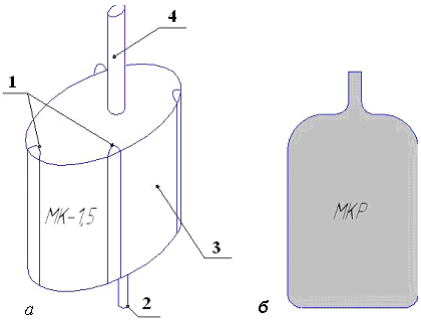



Рис. 3.15. Мягкие контейнеры: многооборотный МК (*а*); разового использования МКР(*б*):
*1 – нижний рукав для разгрузки; 2 – корпус контейнера; 3 – грузовые петли, 4 – верхний рукав*

*Специализированный контейнер для перевозки строительного стекла* ***СК-VIII-2*** (рис. 3.16).

**СК-VIII-2** состоит из двух частей: из корпуса *1* и поддона *3* с закреплённой на нем пирамидальной стойкой и пазами для вил погрузчика. Листы стекла устанавливают на поддон вручную или с помощью специальной установки непосредственно в цехе стекольного завода сразу после выхода с технологической линии. Верхнее основание поддона имеет двусторонний уклон

(3−4°) к середине, а по краям – бортики, удерживающие листы стекла от продольного и поперечного сдвига. Листы находятся в почти вертикальном положении, что обеспечивает их полную сохранность от повреждений при ПРР и транспортировке.

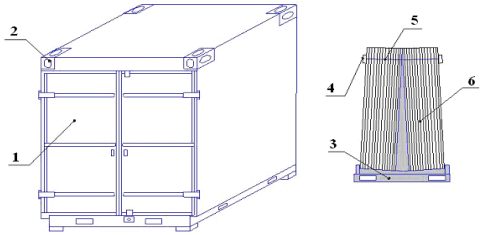



Рис. 3.16. Специализированный контейнер для строительного стекла:
*1 – корпус с двустворчатыми дверями; 2 – рымы или фитинги; 3 – поддон-пирамида с центральной стойкой; 4 – прижимная доска; 5 – трос (тяга); 6 – листовое стекло*

Листы стекла прижимают к центральной стойке в верхней её части двумя прижимными досками, покрытыми резиной или войлоком. Затем погрузчиком поддоны со стеклом перемещают в цех готовой продукции, где они хранятся в таком виде до отправления по железной дороге. Перед подачей вагонов поддоны вставляют в корпус, закрывают двери и навешивают запорно-пломбировочное устройство (ЗПУ). Погрузка производится кранами (козловым, мостовым, стреловым) или автопогрузчиком с крановой стрелой в полувагоны или на платформы. После выгрузки контейнеров на станции назначения поддон со стеклом вынимают погрузчиком из корпуса и доставляются автотранспортом непосредственно на строительную площадку и далее краном на любой этаж строящегося здания. Корпус с вставленным в него порожним поддоном возвращают на стекольный завод. Такая конструкция контейнера, состоящая из двух разъёмных частей, позволяет иметь в обороте корпусов в несколько раз меньше, чем поддонов, что даёт возможность сократить расходы на создание (приобретение) и содержание необходимого парка контейнеров.

### 3.2. Показатели эффективности контейнерных способов перевозок

**Efficiency indices of container operation**

Основным достоинством контейнерных способов является возможность доставки грузов «от двери до двери» без перегрузки в пути следования всеми видами транспорта.

По сравнению с перевозками грузов в крытых вагонах контейнерные способы перевозки имеют следующие преимущества:

– значительная экономия на таре. Отправителю нет необходимости упаковывать свой груз в транспортную тару, поскольку контейнер сам является транспортной тарой. В контейнере можно перевозить грузы в облегчённой, более дешевой таре или упаковке;

– сокращается количество операций с грузом, так как разрозненные грузовые места объединяются в одно, более крупное;

– ускоряются и удешевляются грузовые операции (погрузка, выгрузка и сортировка), поскольку для этого используются высокопроизводительные механизмы; экономия денежных затрат на ПРР составляет от 10 до 20 % – в зависимости от типоразмера контейнера;

– снижается себестоимость перевозок мелких и малотоннажных отправок за счёт повышения статической нагрузки вагонов и автомобилей;

– лучше обеспечивается сохранность перевозимых грузов, так как груз меньше повреждается при ПРР и перевозке, кроме того, уменьшается вероятность хищений за счёт меньшего числа перегрузок в пути следования;

– уровень механизации ПРР при перевозке грузов в контейнерах выше в несколько раз чем, при перевозке в крытых вагонах. Производительность труда (норма выработки) на ПРР выше в 20−150 раз, что дает возможность высвободить от тяжелого ручного труда около 1 500 чел. на 10 млн. кН груза;

– срок доставки грузов при перевозке контейнерами ускоряется на 20−30 % по сравнению с перевозкой грузов в крытых вагонах за счёт сокращения времени простоя вагонов под грузовыми операциями;

– значительно меньше расходы на строительство и содержание складов. При контейнерной перевозке используются открытые площадки, которые значительно дешевле, чем закрытые склады. Кроме того, сами контейнеры являются складами временного хранения.

В целом контейнеризация перевозок грузов является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на транспорте.

## 3.3. Технологические схемы и технология переработки контейнеров

## Technological schemes and technology for handling containers

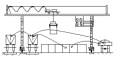
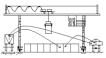
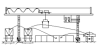
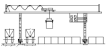
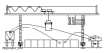
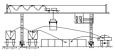
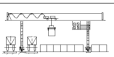
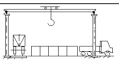
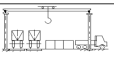
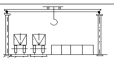
### *Типовые технологические схемы переработки среднетоннажных контейнеров*
### *The typical technical schemes of handling on container posts*

Для среднетоннажных контейнеров ВНИИЖТ рекомендует применять на местах общего пользования четыре типовые схемы в зависимости от суточного вагонопотока – $n_{сут}$ (табл. 3.2).

Кроме типовых схем, указанных в табл. 3.2, на практике при небольших объемах (до 5 ваг./сут) применяют схемы с использованием автопогрузчиков с безблочной стрелой (АП-4046м), с крановой стрелой (4008, 4028), стреловые автокраны и краны на железнодорожном ходу (КДЭ-162, 163 и др.), оборудованные ручными (четырёхзвенные стропы) или полуавтоматическими грузозахватами; состав бригады соответственно 1 механизатор и 2 рабочих или 1 механизатор и 1 рабочий. Поскольку объём работы с контейнерами незначительный, автопогрузчики и стреловые краны при необходимости своим ходом могут переместиться на другие грузовые фронты и выполнять грузовые операции с грузами, перевозимыми на открытом подвижном составе.

Таблица 3.2

Типовые технологические схемы переработки среднетоннажных контейнеров

| Номер схемы | Суточный вагоно-поток, $n_{сут}$ ваг./сут | Тип ПРМ | Грузо-захват | Состав бригады | Схема склада | Грузовые операции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | до 10 | Козловой кран К 05 К 09 | Четырех-звенный строп | 1 механизатор + 2стропальщика |  | Погрузка, выгрузка |
| | | | Полуавтоматический | 1 механизатор + 1стропальщик |  | Погрузка, выгрузка, сортировка |
| 2 | до 20 | Козловой кран КК -5 КК -6 | Автострап ЦНИИ-ХИИТ | 1 механизатор |  | Погрузка, выгрузка |
| | | | | |  | Погрузка, выгрузка, сортировка |
| | | | | |  | Сортировка |
| 3 | 20…30 | Козловой кран КДКК-10 | Автострап ЦНИИ-ХИИТ | 1 механизатор |  | Погрузка, выгрузка |
| | | | | |  | Погрузка, выгрузка, сортировка |
| | | | | |  | Сортировка |
| 4 | 30…60 | Мостовой кран г.п. 100 кН, пролётом 22,5…31,5 м | Автострап ЦНИИ-ХИИТ | 1 механизатор |  | Погрузка, выгрузка |
| | | | | |  | Погрузка, выгрузка, сортировка |
| | | | | |  | Сортировка |

На местах необщего пользования для переработки универсальных среднетоннажных контейнеров могут использоваться и другие технологические схемы вне зависимости от объемов суточного вагонопотока – $n_{сут}$.

*Типовые технологические схемы переработки крупнотоннажных контейнеров*

На специализированных пунктах переработки крупнотоннажных контейнеров (ППКК) ВНИИЖТ рекомендует следующие технологические схемы в зависимости от суточного вагонопотока (вагоны – специализированные платформы):

1-я схема (до 10 ваг./сут) предусматривает использование боковых автопогрузчиков с вилочным захватом грузоподъёмностью 200 кН. На складе – открытой площадке – один путь для погрузки-выгрузки специализированных платформ;

2-я схема (от 10 до 20 ваг./сут): козловые краны КК-24, КК-32, пролёт 25 м со спредерами, грузоподъёмностью 320 кН. На контейнерной площадке или один железнодорожный путь (для погрузки, выгрузки платформ), или два пути (для погрузки, выгрузки и сортировки). Железнодорожные пути могут располагаться как под консолью, так и под пролётом крана (см. рис. 1.11);

3-я схема (свыше 20 ваг./сут): козловые краны КК-24; КК-30,5 и КК-32, пролёт 25 м со спредерами, грузоподъёмностью соответственно 240, 305 и 320 кН. На грузовом контейнерном пункте укладывается один путь, на грузосортировочном – два и более.

Кроме ПРМ, предусмотренных типовыми схемами, на крупных контейнерных пунктах общего пользования в связи с возросшим объёмом перевозки грузов в контейнерах 1А и 1АА весом брутто 30 тс (40-футовый), применяются мостовые краны (г. п. 300 кН), пролётом 25,5−34,5 м, импортные автопогрузчики грузоподъёмностью 400 кН с раздвижными спредерами. Раздвижные спредеры позволяют перерабатывать крупнотоннажные контейнеры всех имеющихся типоразмеров длиной от 2 991 мм (1D) до 12 192 (1АА) (см. рис. 1.11).

На контейнерных пунктах необщего пользования, находящихся на территории промышленных предприятий, в речных и морских портах, применяются ПРМ как универсальные, так и специальные, предназначенные только для переработки крупнотоннажных контейнеров: автопогрузчики 7806; автоконтейнеровоз 7801; автокраны КС-5363, КС-6362; портальные краны

(например, краны портальные перегрузочные – КПП 5; КПП 10 (12.5); КПП 16 (20) (рис. 3.17); причальные контейнерные перегружатели ПКП 32 (рис. 3.18).

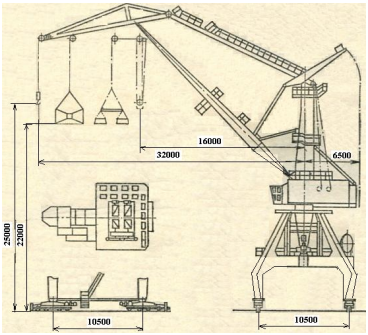



Рис. 3.17. Схема портального крана

*Портальными* называют полноповоротные стреловые краны, устанавливаемые на передвигающихся по рельсам порталах.

Портал представляет собой пространственную раму, которая перекрывает один, два или три железнодорожных пути и обеспечивает свободный пропуск под краном железнодорожных составов.

Поворотная часть крана, поворачивающаяся относительно портала на неограниченный угол, состоит из платформы, колонны (или каркаса) и стрелового устройства. На поворотной части устанавливают механизм подъёма, поворота и изменения вылета стрелы, электрооборудование, а также кабину крановщика и машинную кабину.

Портал опирается, как правило, на четыре ходовые тележки (число их зависит от веса крана, различных нагрузок на кран и допускаемого давления колеса на рельс). Обычно половина ходовых колёс являются приводными, приводимыми в движение механизмом передвижения.

Портальные краны предназначаются для использования во многих отраслях хозяйства для выполнения подъёмно-транспортных операций с различными грузами.

В зависимости от назначения портальные краны делятся на перегрузочные и монтажные.

*Перегрузочные* портальные краны предназначаются для работы грейфером с массовыми навалочными грузами и для работы крюковой подвеской со штучными грузами, в том числе с контейнерами, в морских и речных портах, на складах промышленных предприятий и т. п. Краны могут быть использованы и для работы с магнитом.

*Монтажные* портальные краны служат для монтажных и сборочных работ преимущественно на судостроительных и судоремонтных предприятиях, а также для перегрузочных работ с ответственными грузами, требующими бережного отношения.

Скорости механизмов перегрузочных кранов обычно имеют следующие значения: подъём 1,0–1,25 м/с (60–75 м/мин); изменение вылета 0,8–1,0 м/с 48–60 м/мин); передвижение 0,5–0,63 м/с (30–385 м/мин); частота вращения поворотной части 0,022–0,028 $с^{-1}$ (1,35–1,7 $мин^{-1}$).

Конструктивная схема поворотного крана определяется типом его стрелового и опорно-поворотного устройств.

*Причальные* контейнерные перегружатели ПКП-32 (рис. 3.18) устанавливают на причалах морских и речных портов для погрузки и разгрузки судов контейнеровозов.

Параметры и особенности конструкции ПКП определяются специфическими условиями их функционирования: работа с крупнотоннажными контейнерами – грузами, стандартизованными по габаритам, весу и узлам стыковки с грузозахватными устройствами; работа со специализированными большеразмерными судами – контейнеровозами, на верхней палубе которых дополнительно могут быть размещены штабели контейнеров высотой до четырёх ярусов; работа со специализированным напольным транспортом; необходимость перекрытия больших территорий причала, занятых складами контейнеров и подъездными путями; необходимость обеспечения наибольшей производительности работы для сокращения времени простоя судов.

В качестве грузозахватных устройств на контейнерных кранах всех типов (перегружатели, козловые, мостовые и судовые краны) используют специальные контейнерные захваты – спредеры, обычно автоматизированные, приспособленные для работы с контейнерами одного или нескольких типов.

Конструктивно ПКП различают по схеме металлоконструкции и месту расположения (на портале или тележке) механизмов подъёма и передвижения тележки. Металлоконструкцию ПКП выполняют в большинстве случаев в виде особой, характерной именно для этих кранов, схемы, включающей портал и подвешенное на нем пролётное строение, либо по схеме козловых кранов.

Перегружатель состоит из металлоконструкции, грузовой тележки, механизмов подъёма груза, передвижения тележки крана, ряда вспомогательных механизмов и систем, кабин оборудования и крановщика.

Металлоконструкция включает в себя портал *1* и пролетное строение *2*. Портал, опирающийся на тележки механизмов передвижения крана *14*, образован двумя рамами – морской *11* и тыловой *12*; рамы соединены системой затяжек *15* и раскосов *16*. Внутренний габарит рам определяется условиями прохождения контейнера заданного, обычно наибольшего габарита. Пролётное строение с морской *4* и тыловой *10* консолями крепится, как правило, снизу к верхним ригелям рам портала. При небольших вылетах консолей их поддерживают оттяжками *7*, передающими нагрузку от консолей на рамы портала через стойку *3* и оттяжки *8*. Для выведения морской консоли из зоны, перекрываемой надстройками судна при взаимных перемещениях перегружателя и судна в процессе работы, эту консоль выполняют убирающейся – обычно поворотной в вертикальной плоскости, поднимающейся вверх. Шарнир поворота консоли располагают в этом случае возле морской рамы, переднюю оттяжку *7* делают складывающейся, шарнирной.

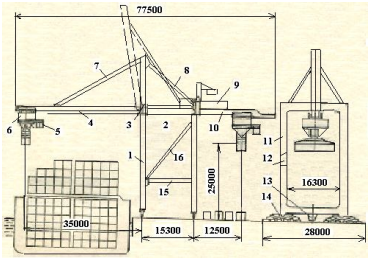



Рис. 3.18. Схема причального перегружателя

## 3.4. Контейнерные пункты и организация их работы

## Container points and their operation

*Характеристика контейнерных пунктов*

*Контейнерный пункт* (КП) на железнодорожном транспорте – это часть территории станции, где осуществляются погрузка, выгрузка, сортировка, хранение, завоз, вывоз, комплектование, технический осмотр и текущий ремонт контейнеров, оформление перевозочных и транспортно-экспедиционных документов, информация грузополучателей о прибытии контейнеров, а также другие операции с контейнерами. КП может иметь одну или несколько контейнерных площадок, которые включают в себя погрузочно-разгрузочные и подкрановые пути, площадку для кратковременного хранения контейнеров, ПРМ и проезды для автомобилей. Железнодорожные КП входят в состав грузовых районов (ТСК) станций и являются грузовыми пунктами общего пользования.

Для примера контейнерная площадка для среднетоннажных контейнеров показана на рис. 3.19.

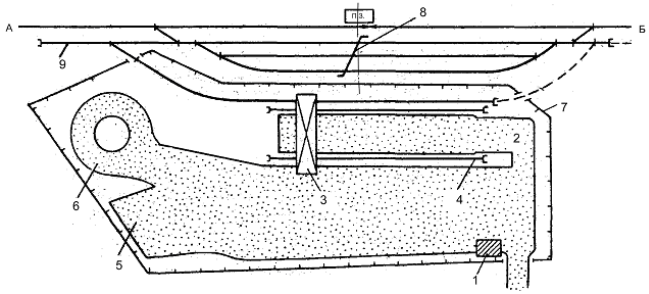



Рис. 3.19. Схема контейнерной площадки для среднетоннажных контейнеров:
*1 – контрольно-пропускной пункт (КПП), проходная; 2 – площадка для контейнеров; 3 – кран; 4 – подкрановый путь; 5 – площадка для стоянки автомобилей; 6 – подъезды для автомобилей; 7 – ограждение; 8 – ж.-д. станция; 9 – вытяжной путь*

Контейнерные пункты промышленных предприятий, торгово-оптовых баз и других организаций располагаются на территории конкретного предприятия и являются грузовыми пунктами необщего пользования.

На крупных предприятиях и базах с объёмом переработки (погрузки или выгрузки) среднетоннажных контейнеров не менее 35 ваг./сут организуют пункты обмена контейнеров (с разрешения начальника железной дороги). Пункты обмена контейнеров обеспечивают улучшение использования автомобилей и контейнеров за счет сокращения простоя под грузовыми операциями.

Контейнерные пункты специализируются по типу контейнеров:

КП для переработки среднетоннажных контейнеров – УУК-3 и УУК-5 с весом брутто 30 и 50 кН (3 и 5 тс).

КП для переработки крупнотоннажных контейнеров – УУК-10, УУК-20, УУК-24 и УУК-30 с весом брутто соответственно 100, 200, 240 и 300 кН (10, 20, 24 и 30 тс). КП для крупнотоннажных контейнеров устраиваются, как правило, в крупных промышленных и административных центрах.

Разновидностью высокомеханизированных складов на железных дорогах являются *специализированные контейнерные пункты* (ППКК – пункты переработки крупнотоннажных контейнеров). Основным типом ПРМ для них являются козловые двухконсольные краны пролетом 25 м и грузоподъёмностью 200–300 кН. КП с большим объёмом работ (особенно в крупных портах) называют *контейнерными терминалами* (*англ*. terminal – *конечная станция*).

КП для среднетоннажных контейнеров в зависимости от суточного вагонопотока подразделяются:

на *малые* ( при $n_{сут} < 10$ ваг./сут);

*средние* ( при $10 < n_{сут} < 30$ ваг./сут);

*крупные* ( при $n_{сут} > 30$ ваг./сут).

С целью лучшего использования ПРМ и более полной их загрузки на контейнерных пунктах с малыми контейнеропотоками рекомендуется совмещать переработку контейнеров с тяжеловесными грузами и лесоматериалами. Грузовые операции

с этими грузами можно выполнять однотипными ПРМ со сменным комплектом грузозахватных приспособлений.

Контейнерные пункты для крупнотоннажных контейнеров создаются (открываются) при $n_{сут} \geq 3–4$ ваг./сут).

КП по роду выполняемых грузовых операций делятся:

на *грузовые* (погрузка и выгрузка), где перерабатываются только местные контейнеры (таких КП ≈ 40 % от всех КП на сети железных дорог РК);

*грузосортировочные*, где осуществляются погрузка, выгрузка местных и сортировка транзитных контейнеров (они составляют половину всех КП на сети железных дорог РК);

*сортировочные*, где производится только сортировка транзитных контейнеров (≈ 10 % всех КП на сети железных дорог РК).

*Организация работы контейнерных пунктов*

Контейнерные пункты, принадлежащие железным дорогам, организуют свою работу в соответствии с основным нормативным документом – «Технологическим процессом работы КП», разрабатываемым (с учётом конкретных местных условий) на основе «Типовых технологических процессов».

В «Технологическом процессе работы КП» предусматривается передовая технология, обеспечивающая с наименьшими затратами материальных и денежных ресурсов выполнение заданных объёмов работы и основных нормативов по сокращению простоев транспортных средств ($t_{гр} \rightarrow \min$), повышению производительности труда ($H_{выр} \rightarrow \max$) и снижению себестоимости грузопереработки ($С \rightarrow \min$).

«Технологический процесс работы КП» устанавливает порядок, место и продолжительность выполнения технических, коммерческих и грузовых операций с контейнерами от момента прибытия до уборки вагонов с грузового фронта. Содержание его зависит от типа перерабатываемых контейнеров и типа КП (грузовой, грузосортировочный, сортировочный) и включает в себя следующие основные разделы:

1) технико-эксплуатационная характеристика КП;

2) порядок оперативного планирования и управления работой КП;

3) порядок размещения контейнеров на контейнерной площадке;

4) специализация контейнерных площадок (если их несколько на КП) и специализация контейнеро-мест на КП;

5) порядок выполнения технического и коммерческого осмотра контейнеров;

6) технология коммерческих операций по приему и выдаче контейнеров;

7) документальное оформление контейнерных перевозок;

8) технология грузовых операций;

9) организация завоза и вывоза контейнеров автотранспортом, в том числе централизованным способом;

10) особенности работы КП в условиях внедрения новых технических средств механизации и автоматизации грузовых и коммерческих операций.

К «Технологическому процессу …» разрабатываются и прилагаются: суточный план-график работы контейнерной площадки; инструкционно - технологические карты крановщиков, стропальщиков (если они предусмотрены), приёмосдатчиков и др.; схема документооборота; нормативы использования контейнеров и подвижного состава и другие документы.

Рассмотрим разделы «Технологического процесса …», непосредственно регламентирующие выполнение грузовых операций, а именно п. **1**, **3**, **4** и **8**; остальные разделы рассматриваются в смежной дисциплине «Организация грузовой и коммерческой работой на ж.-д. транспорте».

**1**. Технико-эксплуатационная характеристика КП.

*Техническая* характеристика содержит схему КП с привязкой к станционным путям, характеристику технического оснащения КП: контейнерной площадки, ПРМ, железнодорожных путей, автомобильных дорог, служебно-технических зданий, средств связи, вычислительной техники, освещения и других устройств, необходимых для выполнения грузовых и коммерческих операций.

*Эксплуатационная* характеристика отражает объёмы грузовой работы с контейнерами (по прибытии, отправлении, сортировке) в среднем за сутки и за год; объёмы завоза и вывоза контейнеров автомобильным транспортом; величину перерабатывающей способности КП по средствам механизации ПРР и вместимости контейнерной площадки; простой транспортных средств под грузовыми операциями; простой контейнера на КП.

Опустим изучение порядка оперативного планирования и управления работой КП.

**3**. Порядок размещения контейнеров на контейнерной площадке.

*Среднетоннажные* контейнеры размещаются на площадке в соответствии с типовой схемой [3, 4].

Трёхтонные контейнеры размещают длинной стороной по длине склада параллельно подкрановым путям, пятитонные – длинной стороной по ширине склада перпендикулярно подкрановым путям, дверями друг к другу таким образом, чтобы двери нельзя было открыть. На КП, где есть ограждения проходов (в виде бордюров), контейнеры размещаются дверями наружу вплотную к ограждению. Между контейнерами имеются манипуляционные зазоры до 100 мм, через каждые два ряда контейнеров по длине площадки (между секторами) устраивают проходы для приемосдатчиков шириной 600–1000 мм, через каждые 100 м – противопожарные разрывы шириной 4–5 м. На площадках с мостовыми и стреловыми кранами, кроме того, предусматривают поперечные заезды для автомобилей через каждые соответственно 19 и 44 м, шириной 4–5 м, длиной 7,5 м. Среднетоннажные контейнеры устанавливаются на площадке, как правило, в один ярус. Если позволяет прочность покрытия площадки, допускается устанавливать контейнеры однотипной конструкции в 2–3 яруса.

*Крупнотоннажные* контейнеры размещают на площадке в соответствии с типовыми схемами [3, 4] длинной стороной по длине склада, причём контейнеры, у которых двери расположены на торцевых стенках, размещают с поперечными проходами между секторами шириной 10 м и тремя продольными проходами по всей длине склада; контейнеры, у которых двери расположены на боковых стенках, размещают с поперечными прохо-

дами между секторами и одним продольным проходом (посередине площадки) по всей длине склада шириной 1,9–2,0 м. При наличии ограждений секторов контейнеры устанавливаются дверями вплотную к ограждению. Допускается размещение на площадке контейнеров, одинаковых по размерам в плане, в зависимости от габаритных размеров ПРМ по высоте и прочности покрытия площадок в несколько ярусов (не более шести) по высоте. Таким порядком устанавливаются порожние контейнеры и, как правило, гружёные контейнеры одного назначения.

Покрытие площадок для среднетоннажных контейнеров должно быть асфальтовое, но допускается щебёночное. Для крупнотоннажных наиболее эффективно железобетонное покрытие, причем поверхность его должна быть ровной, чтобы при установке на площадку контейнер опирался на все четыре нижних фитинга и уровни фитингов не отличались более чем на ±20 мм, что обусловлено требованиями безотказной работы спредеров.

**4**. Специализация контейнерных площадок и контейнеро-мест.

Если на контейнерном пункте имеются несколько контейнерных площадок, то их целесообразно специализировать по роду выполняемых грузовых операций. В зависимости от объёмов погрузки, выгрузки, сортировки контейнеров площадки можно специализировать следующим образом:

– каждая площадка выполняет и погрузку, и выгрузку, и сортировку. Здесь общий контейнеропоток распределяется по площадкам, которые специализируются по дорогам назначения контейнеров или по направлениям;

– каждая площадка выполняет одну операцию: погрузку, выгрузку или сортировку контейнеров;

– одна площадка выполняет сортировку транзитных контейнеров, остальные работают с местными контейнерами. Выделение специализированной площадки для сортировки сокращает время простоя транзитных контейнеров и соответственно срок их доставки.

На каждой отдельно взятой площадке рекомендуется специализировать и контейнеро-места. Под специализацией контейнеро-мест на площадке понимается определенный порядок расстановки контейнеров, который позволяет наиболее

эффективно использовать ПРМ (за счёт сокращения холостых и непроизводительных пробегов), ускорить поиск нужного контейнера, тем самым сократить простои транспортных средств под грузовыми операциями и время нахождения контейнеров на контейнерной площадке.

Рассмотрим специализацию контейнеро-мест на контейнерной площадке (рис. 3.20).

Контейнерную площадку делят на специализированные участки: *1* – участок по прибытию – для местных контейнеров, подлежащих вывозу автотранспортом (располагаются ближе к автодороге вдоль фронта работ); *2* – участок по отправлению для местных контейнеров, подлежащих погрузке в вагоны; *3* – участок для неисправных контейнеров, подлежащих ремонту (располагаются в конце площадки).

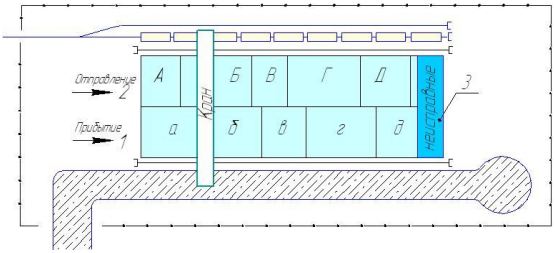



Рис. 3.20. Специализация контейнеро-мест

Специализированные участки делят на секции:

- участок по прибытию – на секции по районам города или по крупным грузополучателям (*а*, *б*, *в*, *г* и т. д.);
- участки по отправлению – на секции по станциям назначения или направлениям (дорогам) в соответствии с планом формирования вагонов с контейнерами (*А*, *Б*, *В*, *Г* и т. д.).

На площадках, где есть возможность, выделяют секции для порожних контейнеров. Если на площадке работают несколько кранов, то на стыках районов их работы следует предусмотреть секции (свободные контейнеро-места) для контейнеров, подлежащих передаче из одного района в другой.

При небольших объёмах работы или недостаточной вместимости площадки специализация секций может быть

«скользящей», т. е. непостоянной, меняющейся по дням недели в зависимости от размеров контейнеропотоков по конкретным направлениям.

Каждое контейнеро-место на площадке имеет свои координаты (или адрес) – это номер, состоящий из номера поперечного ряда и номера продольного ряда контейнеро-мест. Номера поперечных рядов указываются на табличках, закрепленных напротив соответствующего ряда на тросе, натянутом между опорами линии электропередачи (при работе козлового крана) или между опорами эстакады (при работе мостового крана). Номера продольных рядов указываются на мосту крана так, чтобы они были видны крановщику из кабины. Например, номер контейнера 45 означает, что он находится в четвертом поперечном ряду (считая от начала площадки) и в пятом продольном ряду (считая от принятой линии отчёта, например, от автодороги). Нумерация контейнеро-мест позволяет ускорить поиск нужного контейнера на контейнерной площадке.

**8**. Технология грузовых операций.

*Выгрузка контейнеров из вагонов в склад*.

Для выгрузки контейнера из вагона в склад крановщик должен знать расположение:

а) номер вагона;

б) номер контейнера;

в) номер контейнеро-места.

Перед подачей вагонов на контейнерную площадку приёмосдатчик составляет план переработки контейнеров в целом и для каждого крана в отдельности (если их несколько). План составляется на основании сменного плана работы контейнерного пункта и по документам, поступившим из товарной конторы на прибывшие, отправленные и сортируемые контейнеры. Один экземпляр плана передается крановщику. Вагоны по заявке приёмосдатчика расставляются составительской бригадой на грузовом фронте в определённом порядке – в соответствии с существующей специализацией контейнеро-мест на площадке (для сокращения пробегов крана). После расстановки вагонов и в процессе выгрузки приёмосдатчик осматривает (принимает на свою ответственность) контейнеры в техническом и коммерческом отношении, проверяет ЗПУ и при необходимости даёт ко-

манду крановой бригаде отставить неисправные контейнеры на соответствующий участок площадки.

Данные операции учитываются в расчётах норм простоя $t_{\text{гр}}$ вагонов как подготовительно-заключительные операции $t_{\text{п-з}}$ и в расчётах объёмов работы кранов $u^{\text{р}}_{\text{сут}}$ как дополнительные внутри складские операции через коэффициент $K_{\text{доп}}$:

$$t_{\text{гр}} = \frac{u^{\text{р}}_{\text{сут}}}{МП_{\text{экс}}} + t_{\text{п-з}};$$

$$u^{p}_{сут} = (u^{пр}_{сут}(2 \quad K^{пр}_{пр}\ {}^{\text{пр}}_{K_{\text{пр}}}) + u^{от}_{сут}(2 \quad K^{от}_{пр}) +$$

$$+ u^{с}_{сут}(2 \quad K^{с}_{пр}) + u^{пор}_{сут}(2 \quad K^{пор}_{пр}))K_{\text{доп}},$$

где $u_{\text{под}}$ – количество контейнеров в одной подаче, конт./под.; $M$ – количество ПРМ, шт.; $П_{\text{экс}}$ – эксплуатационная производительность ПРМ, конт./ч; $u^{p}_{сут}$ – суточный объем работы ПРМ по переработке контейнеров, конт./сут; $u^{пр}_{сут}, u^{от}_{сут}, u^{с}_{сут}, u^{пор}_{сут}$ – суточные контейнеропотоки соответственно по прибытию, отправлению, сортировке и порожние контейнеропотоки, конт./сут; $K^{пр}_{пр}, K^{от}_{пр}, K^{с}_{пр}, K^{пор}_{пр}$ – коэффициенты прямого варианта соответственно по прибытию, отправлению, сортировке и порожних контейнеров.

Машинист крана, руководствуясь планом обработки подачи, в котором указаны порядковые номера вагонов в подаче, номера контейнеров и номера контейнеро-мест, производит выгрузку контейнеров на площадку, при этом по радиосвязи сообщает приемосдатчику (для контроля) номер контейнера и на какое контейнеро-место поставлен контейнер. Приёмосдатчик заносит эти данные в вагонный лист. При поступлении на контейнерный пункт автомобилей выгрузка из вагонов производит-

ся по прямому варианту «вагон – автомобиль», без постановки контейнеров на площадку.

*Погрузка контейнеров в вагоны со склада*

Перед началом смены приёмосдатчик-планёр или старший приёмосдатчик планирует работу на смену и отдаёт крановщику, чтобы тот знал расположение контейнеров на контейнерной площадке в плане:

а) номер контейнеро-места;

б) номер контейнера;

в) номер вагона.

Погрузка контейнеров со склада и с автомобилей производится в освободившиеся после выгрузки вагоны (сдвоенные операции). Для того чтобы найти нужный (указанный в плане) контейнер на площадке, кран передвигается и останавливается напротив таблички с номером поперечного ряда (первой цифры номера контейнеро-места), затем передвигается тележка по мосту крана до номера продольного ряда (второй цифры номера контейнеро-места). Крановщик проводит застропку и подъём контейнера и сообщает по радиосвязи номер контейнера приёмосдатчику, который сверяет его с номером, указанным в плане, тем самым контролируя действия крановщика. Убедившись, что это именно тот контейнер, который нужен, крановщик производит погрузку его в вагон с порядковым номером в подаче, указанным в плане.

Для сокращения холостых пробегов крана рекомендуется операции по погрузке контейнеров в вагоны чередовать с операциями по выгрузке контейнеров из вагонов, т. е. начинать погрузку сразу же после того, как из вагона выгрузили часть контейнеров (среднетоннажных – один контейнер массой 50 кН (5 тс) брутто или два контейнера массой брутто 30 кН (3 тс), стоящие у торцевой стенки (борта) вагона; крупнотоннажных – один контейнер).

Для сокращения времени на подъём и опускание контейнера (при размещении в вагоне среднетоннажных контейнеров массой брутто 30 кН (3 тс) в два ряда) при погрузке сначала ставят в вагоне контейнеры во второй ряд (считая от контейнерной площадки), затем в первый ряд; при выгрузке, наоборот, сначала снимают с вагона контейнеры первого ряда, затем второго.

*Сортировка транзитных контейнеров из вагона в вагон.*

Для сортировки контейнера из вагона в вагон крановщик должен знать:

а) номер транзитного контейнера в вагоне;

б) номер вагона, в который тот должен быть погружён.

При поступлении на контейнерный пункт гружёных вагонов с местными и транзитными контейнерами сначала с каждого вагона выгружают часть местных или некомплектующихся транзитных контейнеров данной подачи. Затем переставляют транзитные контейнеры с вагона на вагон. После этого выгружают оставшиеся местные и некомплектующиеся транзитные контейнеры данной подачи и погружают в вагоны до полных комплектов контейнерами, находящимися на площадке.

При недостаточной вместимости площадок контейнеры, подлежащие передаче из района в район, при первом рейсе перемещают кранами из района работы одного крана в другой и устанавливают на соответствующие площадки или вагоны. При втором рейсе крана перемещают транзитные контейнеры в обратном направлении, устанавливая их на площадку или вагоны. Затем рейсы повторяются до окончания сортировки. При наличии на контейнерном пункте нескольких площадок транзитные контейнеры соответствующих назначений с одной площадки на другую перевозятся автомобилями.

Таким образом, технология работ при погрузке, выгрузке и сортировке состоит:

– в подготовительной операции, которая заключается в коммерческом осмотре – проверке целостности контейнеров и запорно-пломбировочных устройств (ЗПУ), проверке замков;

– выгрузке из вагонов местных и некомплектующихся контейнеров;

– перестановке с вагона на вагон транзитных контейнеров;

– погрузке в вагоны контейнеров, оставшихся на контейнерной площадке до полного комплектования;

– заключительной операции – установке ЗПУ, замков.

### 3.5. Основные направления совершенствования техники и технологии переработки контейнеров

### Major trends aimed at improvement of container technical and technological operation

Основные направления совершенствования техники и технологии перевозки и переработки контейнеров, позволяющие увеличить их объём и, следовательно, доходность железных дорог:

1) по универсальным контейнерам:

– увеличение удельного веса крупнотоннажных контейнеров в общем парке универсальных контейнеров за счёт преимущественного использования контейнеров типоразмеров 1CC (24 тс брутто) и 1AA (30 тс брутто);

– преимущественное использование контейнеров УУК-5, за счет постепенного изъятия из парка по износу контейнеров УУК-3, которые в настоящее время не выпускаются (по среднетоннажным контейнерам);

– повышение грузовместимости контейнеров за счёт увеличения высоты при тех же размерах в плане сначала до 2 591 мм, затем до 2 896 мм;

– в перспективе увеличение грузоподъёмности контейнеров до грузоподъёмности крытого вагона;

– использование зарубежного опыта по применению так называемых «сменных кузовов» (взамен контейнеров) с горизонтальной бескрановой перегрузкой;

2) по специализированным контейнерам:

– стандартизация и унификация параметров СК с параметрами подвижного состава (вагоны, суда, автомобили) и погрузочно-разгрузочных машин;

– увязка операций по загрузке (выгрузке) грузов в (из) СК с технологическими процессами предприятий-поставщиков и потребителей, а также реализация принципа логистики «доставка груза от двери до двери»;

– сокращение расходов на возврат порожних СК за счёт применения конструкций (складывающихся, разборных,

комбинированных, мягких и др.), позволяющих уменьшить объём СК в порожнем состоянии;

3) по контейнерным пунктам:

– увеличение количества специализированных пунктов переработки крупнотоннажных контейнеров (ППКК) на сети железных дорог РК;

– дальнейшее оснащение контейнерных пунктов системами автоматизированного управления (АСУКП);

4) по погрузочно-разгрузочным машинам:

– оснащение контейнерных пунктов грузоподъёмной техникой, позволяющей перерабатывать контейнеры весом брутто 240 и 300 кН (24 и 30 тс);

– замена ручного труда на операциях застропки и отстропки контейнеров за счёт применения автоматических грузозахватов с дистанционным управлением – автостропов и спредеров;

5) по технологии и организации контейнерных перевозок:

– увеличение объёмов перевозки контейнеров, в том числе транзитных и на экспорт, в ускоренных контейнерных и коммерческих поездах между крупными промышленными и административными центрами РК и пограничными станциями;

– развитие комбинированных контейнерных перевозок на основе создания и внедрения транспортных модулей нового типа, приспособленных для транспортирования как по автомобильным, так и по железным дорогам (за рубежом это – роудрейлеры (*англ*. road-railer – контрейлеры с комбинированной ходовой частью для передвижения по автомобильным и рельсовым путям), трейлерцуги, транстрейлеры и др.

# 4. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ

## Technica and technology for handling ponderous cargoes

Вопросы, изучаемые по данной теме:
1. Характеристика тяжеловесных грузов.
2. Склады и технология переработки тяжеловесных грузов.

### 4.1. Характеристика тяжеловесных грузов

### The characteristics of ponderous cargoes

К *тяжеловесным* относят штучные грузы без тары весом одного места более 5 кН, т. е. машины, оборудование, запасные части, металлы и метизы, железобетонные изделия и др. Если длина громоздких и тяжеловесных грузов (ТГ) более 1 680 мм, то их относят к длинномерным грузам. Это автомобили, тракторы, сельскохозяйственные и другие машины, станки, различное промышленное оборудование, металлопрокат, рельсы, трубы, железобетонные балки, колонны и т. п.

Основную массу этих грузов загружают и выгружают на местах необщего пользования (подъездные пути промышленных предприятий и базы снабжения строительных организации) и в грузовых районах железнодорожных станций.

*Средствами перевозок* ТГ являются: открытый подвижной состав (ОПС) – платформы (см. рис. 2.3 и 3.5), полувагоны (см. рис. 2.2), специальные полувагоны-трубовозы (рис. 4.1) – и автомобили (прицепы, полуприцепы).



Рис. 4.1. Специальный полувагон-трубовоз

Так, например, *железобетонные конструкции* перевозят на открытом подвижном составе (ОПС) и укладывают на две поперечные деревянные подкладки. В полувагонах подкладки размещают на шкворневых поперечных балках. Панели и плиты грузят в два-три штабеля по длине и один и более по ширине. Панели и плиты длиной 5,9–6,4 м грузят в полувагоны с открытыми торцовыми дверями.

На ОПС перевозят грузы, которые не боятся атмосферных осадков, а также размеры которых не позволяют поместить их в крытые вагоны.

Грузы, перевозимые на ОПС, по характеру размещения и крепления можно разделить на следующие группы:

– штучные, требующие, как правило, крепления в перевозке;

– штабельные, состоящие из отдельных однородных предметов, укладываемых при погрузке в несколько рядов по высоте (лесоматериалы, трубы, рельсы и др.).

Перевозка на ОПС по сравнению с перевозкой в крытых вагонах имеет ряд преимуществ:

– широкое применение средств механизации при выполнении грузовых операций (погрузки и выгрузки), что удешевляет и ускоряет грузовые операции и сокращает простой вагонов;

– возможность перевозки длинномерных и громоздких грузов;

– упрощение операции по приёму и выдаче грузов.

Складами для хранения тяжеловесных и длинномерных грузов являются:

– низкие открытые площадки, аналогичные контейнерным;

– крытые склады (для грузов, боящихся атмосферных осадков).

*Способ хранения* тяжеловесных и длинномерных грузов – штабельный и стеллажный (в основном сортовой металл и длинномерный прокат).

### 4.2. Средства механизации и грузозахватные приспособления для переработки тяжеловесных грузов

*Средствами переработки* тяжеловесных и длинномерных грузов являются козловые (КДКК-10, ККС-10, КК-12.5) и мостовые краны с грузоподъёмностью 100 кН, стреловые поворотные краны на железнодорожном ходу и АП с «Г»-образной стрелой (4008, 4028) грузоподъёмностью 100 кН. Стреловые поворотные краны на железнодорожном ходу и АП 4008 и 4028 эффективны в тех случаях, когда используются для погрузки различных грузов и погрузочно-выгрузочные фронты находятся в разных пунктах грузового района или на местах необщего пользования. Мостовые краны получили широкое применение в цехах готовой продукции промышленных предприятий.

Для выгрузки ТГ, перевозимых в крытых вагонах, в крытые склады или под навесы, применяются вилочные ЭП и АП. Груз должен быть подготовлен к такой выгрузке ещё при погрузке его в вагоны (поддоны, прокладки, наличие захватов для вил и т. д.).

При выгрузке ТГ у открытой платформы или площадки используются АП с безблочной крановой стрелой. Для перегрузки и хранения длинномерного проката в крытых складах применяются *краны-штабелёры мостового типа и стеллажные*. Многие железобетонные изделия имеют значительную длину и перевозятся на специальных полуприцепах, трейлерах-фермовозах, панелевозах, длина которых до 30 м.

На подъездных путях промышленных предприятий находят применение стреловые поворотные краны на железнодорожном, автомобильном и пневмоколёсном ходу. Они эффективны в тех случаях, когда используются для погрузки-выгрузки различных грузов и погрузочно-разгрузочные фронты находятся в разных пунктах.

Для перевозки металлопроката и других длинномерных тяжёлых грузов длиной от 6 до 11 м рекомендован одноосный полуприцеп-металловоз грузоподъёмностью 105 кН.

В качестве *грузозахватных приспособлений* при перегрузке тяжеловесных и длинномерных грузов козловыми (мостовыми) и стреловыми кранами на грузовых районах или пунктах

должны применяться различные типы стропов, автоматические и полуавтоматические захватные устройства, грейферно-клещевые захваты, электромагниты и траверсы в сочетании со стропами, рымно-строповые захваты для перегрузки крупногабаритных грузов и тракторов. Эти приспособления должны соответствовать весу и форме перегружаемых грузов. На машинах (двигателях) для подъёма их предусматриваются рамы или крючковые захваты для накладывания крюков или петель стропов в перегрузке. Время застропки и отстропки ТГ – 2–3 мин, а иногда 5–6 мин. При переработке ТГ бригада состоит из одного крановщика ($r_{\text{мех}} = 1$) и двух-четырёх стропальщиков ($r_{\text{раб}} = 2…4$).

Во время разгрузки тяжеловесных и длинномерных грузов особое внимание следует обращать на то, чтобы не получилось прогибов и повреждений конструкции. Застропку производят не менее чем в двух точках, чтобы уменьшить длину консолей поднимаемого груза и исключить остаточный прогиб конструкции. В местах соприкосновения стропов с острыми кромками груза под стропы подкладывают куски дерева, мешковины или специальные металлические подкладки. При подъёме и перемещении ТГ один из его концов удерживают оттяжкой из пенькового каната, находящегося в руках стропальщика, который обязан следить за тем, чтобы не произошло удара о ранее уложенный груз и ТГ опустился на предусмотренное для него место.

При переработке ТГ часто применяют простейшие приспособления – *стропы*, изготовляемые из стальных и пеньковых канатов. Стропы из стальных канатов изготавливают сплетением их концов в виде отдельных кусков с устройством на одном конце коуша, а на другом – крюков (рис. 4.2). Все применяемые стропы должны быть исправны и иметь бирку с указанием грузоподъёмности. Стропы, как правило, испытывают два раза в год на двойную грузоподъёмность.

Для перегрузки *профильного проката* используют прямоугольные электромагниты (рис. 4.3), имеющие в отличие от круглых (рис. 4.4) равномерное силовое магнитное поле по всей рабочей поверхности. Диаметр пакета мелкосортовой стали ∅ 300–350 мм, а длина 9 м. Размер квадратного пакета двутавро-

вых балок (№ 18) с полужёсткими стропами 810 × 850 мм, длина 12 м, а сечение прямоугольного пакета – 850 × 940 мм. При длине балок 12 м его вес 100 кН.

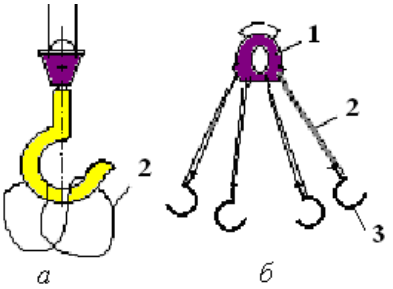



Рис. 4.2. Петлевой (*а*) и четырёхветвевой (*б*) стропы с коушем на одном конце и крюками на другом:
*1 – коуш; 2 – петлевой трос; 3 – крюки*

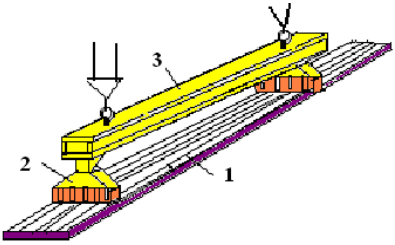



Рис. 4.3. Прямоугольные электромагниты в сочетании с траверсой:
*1– металлопродукция; 2 – прямоугольный электромагнит; 3 – траверса*

*Магнитно-грейферные захваты* состоят из двух прямоугольных электромагнитов, подвешенных на траверсе, и грейферных захватов, управляемых поддерживающими и замыкающими канатами. При выключении тока груз от падения удерживается грейферными захватами, управляемыми канатами.

Для перегрузки *труб большого диаметра* служит электромагнитный захват, у которого к траверсе подвешено несколько электромагнитов и к этой же траверсе при помощи шарнирного четырёхзвенника прикреплены подхватные лапы, управляемые рычажным механизмом. Рычажный механизм выполнен

самотормозящим, и при выключении тока груз удерживается на лапах.

*Листовую сталь* грузят траверсами с двумя или тремя магнитными или обычными захватами. В ряде случаев для погрузки *пакетов* тонколистовой стали применяют клещевые захваты. Размеры пакета листовой стали: 670×2 000×280 мм. Захват для листовой стали показан на рис. 4.5.

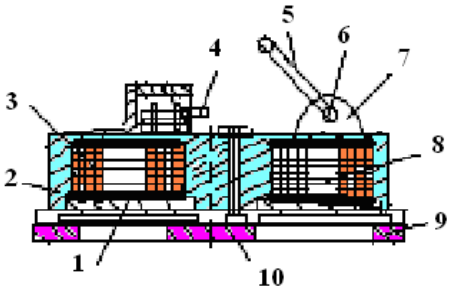



Рис. 4.4. Электромагнит круглой формы типа **М**:
*1 – упорная шайба из немагнитных материалов; 2 – корпус электромагнита; 3 – катушка электромагнита; 4 – наружный кабель для подвода тока к обмоткам катушки; 5 – цепи; 6 – пальцы для закрепления трёх цепей, другие концы которых надеты на общее кольцо; 7 – проушины корпуса для закрепления пальцев 6; 8 – изолирующая прокладка; 9 и 10 – кольцевой и цилиндрический полюсные наконечники*

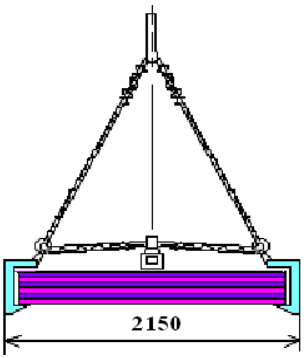



Рис. 4.5. Захват для листовой стали размерами 2 150 × 4 000 мм

*Трубы малых диаметров* захватывают канатными или ленточными стропами, прикреплёнными к траверсе (рис. 4.6).

Для *погрузки и штабелирования труб среднего и большого диаметров* удобно применять многокрюковые захваты, состоящие из продольной траверсы и подвешенных к ней поперечных траверс, снабжённых крюками для захвата труб с торца. Каждую трубу зацепляют двумя крюками.

Для *перегрузки тяжёлых труб большого диаметра* служит захват с вертикально-поворотными лапами, который состоит из траверсы, навешиваемой на крюк крана, имеющей горизонтальные опоры. Ими она опирается на поднимаемую трубу. На торцах траверсы закреплены в направляющих подвижные ползуны, в которых поворачиваются вертикальные стойки с лапами.

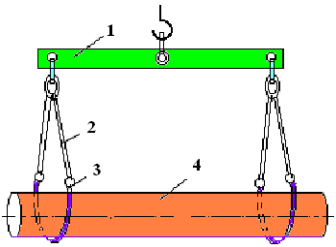



Рис. 4.6. Траверсы в сочетании со стропами:
*1 – траверса, 2 – грузонесущий трос, 3 – петлевой трос, 4 – длинномерный груз*

Для *перегрузки немагнитных материалов* (нержавеющей стали, алюминия и др.) применяют вакуумные захватные устройства. Ими можно поднимать поштучно листовой стальной металл из штабелей (причём исключается его намагничивание, как это бывает при использовании электромагнитов). Вакуумные грузозахватные устройства в зависимости от способа создания в камере вакуума разделяются на насосные, безнасосные и эжекторные. Наибольшее распространение получили вакуумные захваты с насосами.

При *перегрузке железобетонных изделий* в качестве захватных приспособлений используют универсальные стропы, траверсы с многоветвевыми стропами для длинномерных изделий, клещевые, лапчатые, вакуумные захваты и другие грузозахватные приспособления (рис. 4.2 и 4.6).

## 4.3. Склады и технология переработки тяжеловесных грузов

## Storehouses and the technology of handling ponderous cargos

Тяжеловесные и длинномерные грузы хранят, как правило, на низких открытых площадках с твёрдым асфальтобетонным покрытием. Грузы, качество которых ухудшается под воздействием атмосферных осадков, располагают под навесами, в крытых складах, в пролётах заводских корпусов. Примерный вид площадки для тяжеловесных грузов показан на рис. 4.7.

Специальные площадки на грузовых дворах для перевозки и хранения тяжеловесных и длинномерных грузов устраивают аналогично контейнерным площадкам и располагают их рядом с последними для возможного использования одних и тех же кранов при перегрузке контейнеров и тяжеловесных грузов. Для перегрузки тяжеловесных грузов массой, превышающей грузоподъёмность одного крана, и при несистематическом их поступлении применяют спаренные краны, поднимающие грузы массой не более их общей грузоподъёмности. Управлять спаренными кранами может один машинист.

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

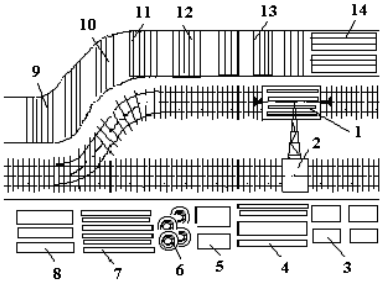



Рис. 4.7. Примерный вид площадки для тяжеловесных грузов:
*1 – вагон с тяжеловесным или длинномерным грузом; 2 – стреловой кран на железнодорожном ходу; 3 – контейнерная площадка для УУК-3 и УУК-5; 4 – площадка для длинномерных грузов (угольники, листовые стали с L > 6 м); 5 – площадка для оцинкованных и кровельных желез; 6 – площадка для бухт отожжённых ∅6 мм проволоки, используемые для крепления грузов; 7 – площадка для металлических труб, 8 – площадка для асбестовых труб; 9 – площадка для угольников с различными размерами; 10 – площадка для шестигранника; 11 – площадка для швеллеров; 12 – площадка для труб ∅1/2¨;*
*13 – площадка для труб ∅3/4¨;*
*14 – площадка для пиломатериалов и т. д.*

Сборные железобетонные изделия и детали хранят на деревянных подкладках и прокладках. Толщина прокладок должна быть не меньше высоты монтажных петель или выступающих частей изделия. При перевозке деталей, уложенных в несколько ярусов или в штабель, прокладки следует располагать рядом с местами застропки строго по вертикали (допустимое отклонение не более 10 мм).

Стеновые панели устанавливают в вертикальном положении в деревянных или металлических кассетах. Железобетонные изделия (ЖБИ) во всех случаях (при транспортировке, хранении и разгрузке) должны занимать положение, которое они имеют в сооружении.

Склады железобетонных изделий представляют собой площадки с твёрдым покрытием. Они имеют дренажи и уклоны для отвода атмосферных осадков, талых и грунтовых вод. Склады оснащают мостовыми, козловыми, башенными кранами, погрузчиками, передвижными стреловыми кранами.

## 4.4. Технология погрузки-выгрузки тяжеловесных и длинномерных грузов

## The technology of loading-unloading of ponderous and min ing surveyor's tape measure cargoes

Типовые технологические схемы транспортно-грузовых систем для тяжеловесных грузов такие же, как и для универсальных контейнеров (п. 3.3, где приведены 5 схем).

На станциях с массовым поступлением тяжеловесных и длинномерных грузов оборудуются специализированные площадки, оснащённые козловыми кранами со специализированными грузозахватными приспособлениями (ГЗП) для захвата металла, железобетонных изделий и балок, круглого леса и пиломатериалов (рис. 4.8).

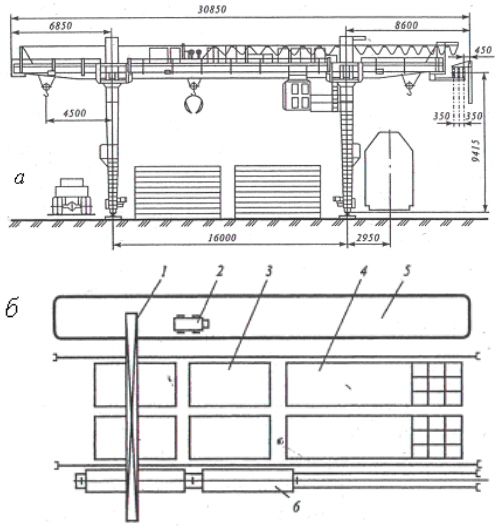



Рис. 4.8. Схемы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с длинномерными, тяжеловесными грузами с применением козловых кранов:
*1 – козловой кран; 2 – автомобиль; 3 – штабель длинномерных грузов; 4 – площадка для складирования; 5 – автодорога; 6 – вагоны*

Надзор за безопасной эксплуатацией на этих площадках кранов, сменных грузозахватных приспособлений, содержанием их в исправном состоянии, безопасностью производства работ кранами возлагается на ответственное лицо из числа инженерно-технических работников механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ.

В соответствии с информацией о подаче вагонов с тяжеловесными и длинномерными грузами приёмосдатчик груза и багажа определяет место на подкрановой площадке для укладки грузов и знакомит рабочих комплексных бригад с порядком выполнения работ.

Под руководством приёмосдатчика груза и багажа рабочие комплексной бригады упаковывают освободившиеся стропы для пакетирования других длинномерных грузов с целью их последующей отправки вагонами или автомобилями в соответствии с указаниями начальника станции.

На выгрузке таких грузов из полувагонов и платформ, как правило, должна быть занята бригада в составе не менее 3 человек (машинист крана и двое рабочих-стропальщиков). Машинист крана (крановщик) в зависимости от рода груза подаёт грузовой крюк или траверсу, грузовую раму с грузовыми крюками или клещевидный захват и т. п., к месту застропки груза. Стропальщики по приставным лестницам или скоб-трапам полувагона поднимаются на вагон с двух сторон к штабелю груза и, направляя грузозахватные крюки, производят застропку груза. Машинисту крана (крановщику) по команде стропальщика разрешается подъём грузовых захватов после того, как стропальщики удалятся в безопасную зону. Убедившись в правильности захвата и устойчивости груза на подъёмном тросе, перед началом операции машинист крана (крановщик) должен подать звуковой сигнал и затем осуществлять подъём и перемещение груза на заданный участок склада или в кузов автомобиля.

Выгрузка верхней части груза (трубы и т. д.), выложенной по контуру суженной части габарита, так называемой «шапки», возможна в один или несколько приёмов. При выгрузке в один приём застропка «шапки» осуществляется за скобы полужёсткого стропа или под неё подводятся в двух торцах чалочные стропы. В последнем случае проволочную увязку снимают по-

сле выгрузки на земле специальными ножницами. При выгрузке в несколько приёмов проволочную увязку снимают непосредственно на полувагоне, но предварительно должны быть установлены предохранительные стойки. Стойки устанавливают в зазоры между бортом полувагона и штабелем груза на глубину не менее 0,75 м вплотную к основным стойкам и закрепляют деревянными клиньями. По высоте предохранительные стойки должны на 0,3 м превышать верхний уровень «шапки». Затем стропальщики подводят с одной стороны вспомогательный трос под нужное количество единиц и надевают концы троса на крюк крана. Далее стропальщики отходят в безопасную зону и подают команду крановщику о подъёме на высоту не более 0,5 м для заведения под пачку груза основных чалочных стропов. По команде машинист крана (крановщик) отпускает груз, стропальщики снимают вспомогательные тросы и надевают основные стропы.

Проверив правильность застропки, стропальщики отходят в безопасную зону и дают команду на подъём груза. Груз поднимают на 0,2–0,3 м и проверяют равномерность натяжения стропов и надёжность обвязки, исключающей развал груза при перемещении. При обнаружении неравномерности натяжения стропов и ненадёжности обвязки груз следует опустить.

Груз перемещается на высоте не менее 0,5 м выше встречающихся на пути предметов под непосредственным наблюдением стропальщиков.

На площадке пачки груза должны быть увязаны в пакеты и уложены на специально подготовленные прокладки с соблюдением габарита приближения строений. При укладке в штабель непакетированных грузов груз в штабеле должен быть разделён горизонтальными прокладками. Для ориентировки поднятого груза (поворота его на крюке) при укладке на склад или в кузов автомобиля стропальщик должен пользоваться *багром* длиной не менее 3 м.

В кузове автомобиля груз увязывают по указанию водителя автомобиля и приёмосдатчика груза и багажа.

# 5. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

## Technica and technology for handling embankments cargoes

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Характеристика насыпных грузов.
2. Технология погрузки насыпных грузов в крытые вагоны и открытый подвижной состав.
3. Технология выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов и из открытого подвижного состава.
4. Профилактические меры против смерзаемости насыпных грузов.
5. Технология восстановления сыпучести смёрзшихся грузов при выгрузке.
6. Технология очистки вагонов от остатков насыпных грузов.

### 5.1. Характеристика насыпных грузов

### Characteristic of embankment cargoes

*Насыпным* называется груз, перевозимый насыпью в кузовах транспортных средств и хранящийся в штабелях или бункерах (силосах) без тары.

Насыпными считаются грузы, размеры отдельных частиц (гранул) которых меняются от пылевидных (до 0,05 мм) до 320 мм и более.

Номенклатура таких грузов составляет около 400 наименований [5].

Насыпные грузы (НГ) (*англ.* – cargoes embankments) от условий хранения и перевозок подразделяют на две группы:

I. Не требующие защиты от атмосферных осадков (т. е. открытого хранения и перевозимые на открытом подвижном составе – ОПС): промышленные – руда, уголь, песок, торф и др. Особенностью грузов этой группы является необходимость профилактики смерзаемости и предупреждение потерь грузов от выдувания и просыпания из вагонов;

II. Требующие защиты от атмосферных осадков (т.е. закрытого хранения и перевозимые в закрытом подвижном составе (хопперы, цистерны, специализированные вагоны)): промышленные – цемент, известь, минеральные удобрения, гипс и др.; продовольственные – мука, зерно, семена, отруби и другие виды.

Транспортная характеристика насыпных грузов включает следующие свойства: кусковатость, или гранулометрический состав; объёмная масса; угол естественного откоса ρ; слёживаемость; влажность (*англ.* – humidity); истирающей способность; острокромчатость (*англ.* – point edgity); смерзаемость; сводообразования (*англ.* – vault formation); липкость (*англ.* – stickiness); коррозионность; самовозгораемость; взрывоопасность (*англ.* – danger detonative); гигроскопичность (*англ.* – hydroscopity), вредность (англ. – harmivity) для здоровья и другие специфические свойства, которые изучает дисциплина – «Грузоведение». Физико-химические и механические свойства насыпных грузов обуславливают способы их переработки и хранения.

На каждый груз имеются ГОСТы и ТУ (технические условия). Грузы должны им соответствовать. Например, нельзя, чтобы груз смерзался при перевозке, иначе железная дорога имеет право отказаться его перевозить.

Склады насыпных грузов имеют простую структуру, и состоит обычно из трех технологических участков:

• **разгрузки** груза с внешнего транспорта доставляющего груз на склад;

• **хранения** груза;

• **погрузки** на другой вид транспорта;

В составе склада предусматриваются устройства внутри складского транспорта для передачи груза с участка на участок.

На складах в большинстве случаев предусматривают возможность передачи груза, минуя зону хранения.

## 5.2. Технология погрузки насыпных грузов в крытые вагоны и открытый подвижной состав

## The technology of loading of embankments cargoes into covered and specialized rolling stock

*Технология погрузки насыпных грузов в крытые вагоны*

Крытые вагоны (*англ.* – covered wagon, *амер.* – boxcar) (КР, код 20) бывают: универсальные с объёмами кузовов 106 и 120 м$^3$; специализированные цельнометаллические бункерного типа; для перевозки минеральных удобрений – вагоны-хопперы-минераловозы; вагоны-хопперы-цементовозы (ЦМВ, код 93) (рис. 5.1); вагоны-хопперы-зерновозы (ЗРВ, код 95) и др.



Рис. 5.1. Четырёхосный саморазгружающийся вагон для цемента модель 19-758

В крытые вагоны сыпучие грузы загружаются через люки в крыше и боковых стенах, а в специализированные вагоны (цистерны и бункерные – хопперы: зерновозы, цементовозы, минераловозы) - через загрузочные люки в верхней части вагона. Груз загружается в вагоны с применением бункерных погрузочных устройств, заполняемых грейферными кранами, конвейерами, элеваторами, передвижными и телескопическими конвейерами и пневмотранспортными установками.

К загрузочному бункеру прикреплены четыре телескопические отпускные трубы диаметрами 220 и 240 мм (рис.5.2). На крыше крытого вагона имеются четыре верхних люка (колпаки) с отверстиями круглой или квадратной формы. Погрузка

сыпучих грузов в КР осуществляется посредством отпускных труб путём их заводки в люки вагона. Вместо отпускных труб можно использовать брезентовые рукава. В нерабочем состоянии эти трубы подняты.

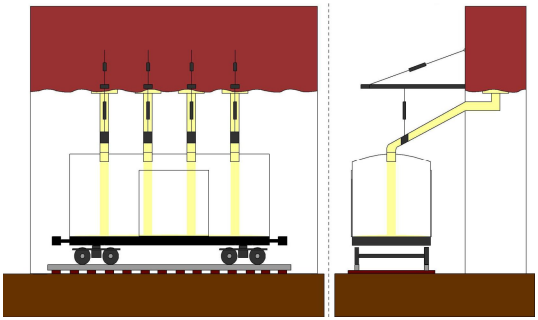


Рис.5.2. Загрузочный бункер:
*1 – закрытый бункер или силос; 2 – телескопические опускные трубы; 3 - крытый вагон*

Техническая производительность каждой отпускной трубы $П_{тех}$ = 1000 кН/ч. Техническая производительность всей установки $П_{тех}$ = 1 000х 4 = 4000 кН/ч.

Технология погрузки насыпных грузов следующая (*основная*):

– производится подготовительная операция – проверяется плотность закрытия дверей;

– вручную открываются верхние люки (колпаки) вагона;

– отпускные трубы бункера вручную устанавливаются (заводятся) в люки вагона;

– открываются люки бункера;

– осуществляется регулирование подачи насыпного груза и разравнивание груза в вагоне вручную или автоматически;

– закрываются люки бункера и вагона;

– осуществляется уборка и поднятие вверх отпускных труб вручную грузчиком;

– производится заключительная операция – установка запорно-пломбировочного устройства (ЗПУ).

*Технология погрузки насыпных грузов в открытый подвижной состав*

Средствами погрузки насыпных грузов (НГ) на открытый подвижной состав (ОПС) являются:

– полувагоны (ПВ, код 60), которые были разработаны специально для погрузки НГ (см. рис. 2.2). В последнее время разработаны полувагоны габарита $T_{пр}$ с глухим кузовом и с люками в полу большей грузоподъёмности (ОАО «Алтайвагонзавод») – рис. 5.4, 5.5, которые позволяют при сохранении длины поезда перевозить грузы больше на 8 000–13 000 кН в зависимости от осевой нагрузки;

– платформы (ПЛ, код 40) рис. 3.5;

– специализированный подвижной состав – *вагоны-думпкары* (см. рис. 5.1).

К наиболее распространенным насыпным грузам открытого хранения и перевозимых на ОПС относят: твердое топливо (уголь, торф, сланцы), руды металлов, строительные материалы (щебень, песок, гравий). Основная доля этих грузов перевозиться в полувагонах (около 90 %) платформах (менее 10 %) и специальных вагонах.

Загрузка вагонов полностью механизирована и выполняется различными грейферными кранами (около 19 % от объема погрузки), ковшовыми экскаваторами (до 27 %) и бункерная погрузка (рис. 5.3).

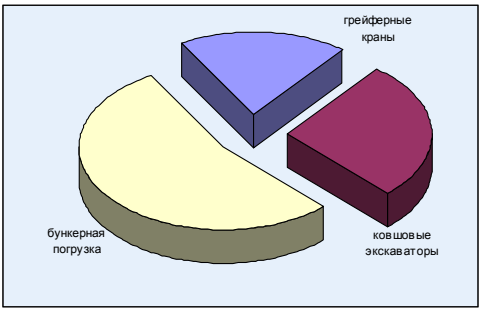



Рис. 5.3. Объем погрузки насыпных различными устройствами

Грейферные краны применяются при небольших и средних грузопотоках, экскаваторы – при погрузке груза из высоких, емких штабелей, бункерная погрузка – при больших грузопотоках.



Рис. 5.4. Полувагон габарита $T_{пр}$ с глухим кузовом большей грузоподъёмности



Рис. 5.5. Полувагон габарита $T_{пр}$ с люками в полу большей грузоподъёмности

Рассмотрим технологию погрузки насыпных грузов на полувагоны (рис. 5.6) на примере угля, поскольку уголь является одним из основных (массовых) грузов, перевозимых железнодорожным транспортом.

Уголь грузят в железнодорожные вагоны исключительно на подъездных путях шахт и карьеров, а выгружают на подъездных путях электростанций, заводов, организаций, ведающих снабжением топливом городских небольших предприятий и населения.

Имеются два способа погрузки насыпных грузов на ОПС – *бункерный* и *безбункерный.*



Рис. 5.6. Перевозка угля в полувагонах

*Бункером* называется вместилище для бестарного хранения насыпных и кусковых грузов, оборудованное питателями и затворами, которое разгружается через нижнюю часть.

Бункера могут быть прямоугольного или цилиндрического сечения (в форме пирамиды, обелиска, конуса, цилиндра - силоса), поэтому выпускные отверстия изготавливают прямоугольной, квадратной или круглой формы. Схематически бункер круглой формы, закреплённый на опорах, представлен на рис. 5.7.

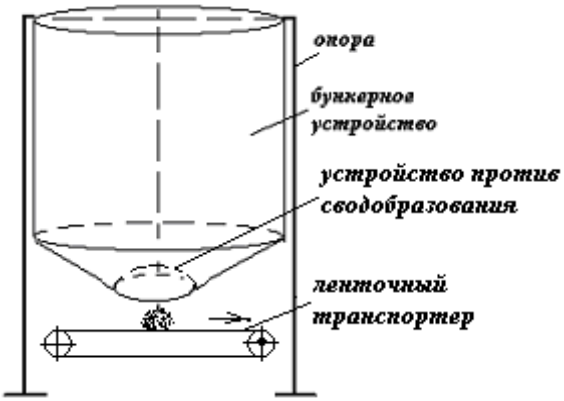



Рис. 5.7. Схема бункерного устройства

По геометрическим размерам различают бункера высотой до 40 м и диаметром до 24 м. Такие бункера считаются крупными по своим масштабам и ёмкости.

Поскольку бункера могут быть прямоугольной или цилиндрической формы, то соответственно и выпускные отверстия бывают в виде прямоугольного и круглого отверстия или квадрата (рис. 5.8).

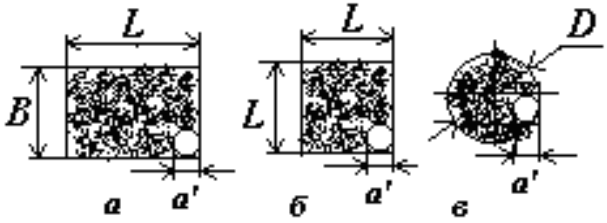



Рис. 5.8. Формы выпускных отверстий бункеров

Для расчёта технической производительности бункеров $П_{тех}$ как установки непрерывного действия (поскольку здесь груз выгружается самотёком) необходимо определить площадь струи. Площадь струи несколько меньше, чем размер выпускного отверстия. Поэтому площадь струи или поперечного сечения выпускного отверстия:

а) *прямоугольной формы* (рис. 5.8, *а*):

$$A_{\text{стр}} = (L - a)(B - a),$$

где $L$ и $B$ – длина и ширина отверстия, м (принимают $L = 0{,}7$ и $B = 0{,}6$ м);

$a$ – размер характерного куска груза, м (принимают 0,1 м);

б) *в виде квадрата* (рис. 5.8, *б*):

$$A_{\text{стр}} = (L - a)^2;$$

в) *круглой формы* (рис. 5.8, *в*):

$$A_{\text{стр}} = \pi(D - a)^2/4,$$

где $D$ – диаметр отверстия, м (для песка обычно принимают $D$ = 0,15 м, гравия – $D$ = 0,16 м, крупнокускового груза – $D$ = 0,6 м).

Бункерные установки делятся на *одиночные* и на *погрузочные комплексы* (БПК), состоящие из нескольких бункеров, расположенных в один или несколько рядов.

*Технология бункерного способа погрузки угля на ОПС*

Для погрузки порядка 90 % отправляемого угля используется бункерный способ погрузки.

Бункера используются в качестве склада для краткосрочного хранения насыпных грузов и погрузочной установки, предназначенной для дозированной или регулируемой их погрузки на ОПС. Бункерный погрузочный комплекс (БПК) представляет собой несколько последовательно расположенных бункеров (рис. 5.9). Заполнение бункеров грузами из угольных шахт осуществляются питателями в виде конвейеров. Перед попаданием на погрузочный конвейер уголь может проходить через дробильно-сортировочные устройства и промежуточные склады для хранения.

БПК технически оснащён:

– ленточными надбункерными питателями (конвейерами), обеспечивающими заполнение бункеров грузом непосредственно из обогатительной фабрики;

– загрузочными бункерами, имеющими выгрузочные воронки;

– ленточным подбункерным конвейером;

– погрузочным конвейером – стрелой, который через лебёдки может подниматься или опускаться, отсекая при этом перемещение груза на вагон;

– вагонами для загрузки;

– маневровой лебёдкой, служащей для перемещения вагонов со скоростью $v$ = 5–6 км/ч.

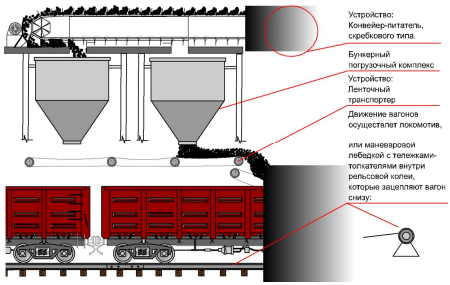



Рис. 5.9. Бункерный погрузочный комплекс

В бункерах имеются устройства для контроля их заполнения в виде фотодиода и устройства для автоматического открывания и закрывания затворов. В бункерах находится ещё устройство против с водообразования, которое исключает образование над выпускным отверстием смёрзшегося свода примерно сферической формы. Смёрзшийся свод уменьшает сечение выпускного отверстия и снижает время выгрузки груза, тем самым увеличивая время простоя вагона под грузовыми операциями.

В погрузочный комплекс также входят:

– вагонные весы;

– маневровые лебёдки, которые тросом передвигают вагоны;

– маневровая тележка – толкатель, которая тоже передвигает вагоны. Сами маневровые тележки при этом передвигаются на узкоколейке, расположенной

между железнодорожными рельсами.

Техническая производительность бункерного погрузочного комплекса

$П_{тех}$ = 50 – 500 тыс. кН/ч.

*Преимущества* бункерного погрузочного комплекса заключаются в том, что такой комплекс:

– обладает высокой производительностью – $П_{тех} \rightarrow max;$

– обеспечивает минимальный простой вагонов под погрузкой – $t_{гр} \rightarrow min.$

*Недостатком* бункерного погрузочного комплекса является сравнительно высокая стоимость, если он используется как открытый склад.

*Технология безбункерного способа погрузки угля на ОПС*

Технология безбункерного способа погрузки угля на ОПС используется применительно к 10 % общего объёма грузов, погружаемых из открытых карьеров. Имеются три вида технологии безбункерного способа погрузки угля.

1. Для погрузки угля используется стреловой кран на железнодорожном ходу. Грузозахватным приспособлением (ГЗП) крана является грейфер (ковш). Схематически такая технология погрузки бурого угля показана на рис. 5.10.

Грузозахватным приспособлением для переработки насыпных грузов кранами являются *грейферы* (рис. 5.10), поэтому и краны называют грейферными. Ковши грейферов выполняют в виде двух или нескольких створок - челюстей. По конструкции они могут быть двух- и многочелюстными. По механизму закрытия челюстей грейферы разделяют на канатные и моторные.

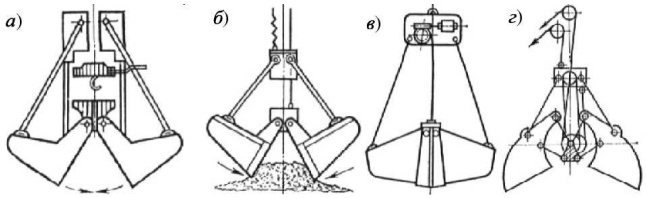



Рис.5.10. Грейферы для сыпучих грузов:
*а – одноканатный; б – двухканатный; в – моторный;*
*г – двухканатный с повышенной зачерпывающей способностью*

Грейферы имеют большой собственный вес, что облегчает условия внедрения их челюстей в груз при зачерпывании. С этой же целью на грейферах стали устанавливать вибраторы, позволившие снизить их собственный вес.

По мере выработки карьера железнодорожные пути на временном основании легко передвигаются в сторону карьера.

Производительность погрузки угля зависит от ёмкости ковша.

*Преимуществом* такого способа погрузки бурого угля является то, что не требуются склады, поскольку карьер является природным складом.

*Недостатками* являются малая производительность и необходимость периодического передвижения железнодорожных путей в сторону карьера по мере его выработки.

2. Для погрузки бурого угля используются шагающие (рис. 5.11) или гусеничные краны-экскаваторы.

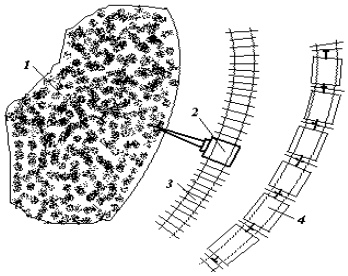



Рис. 5.10. Схема работы стрелового крана на железнодорожном ходу при погрузке бурого угля:
*1 – разрез угольного карьера в плане; 2 – стреловой кран на железнодорожном ходу; 3 – железнодорожные пути на временном основании; 4 – полувагоны*




Рис. 5.11. Шагающие экскаваторы

Рассмотрим экскаватор на гусеничном ходу. Схематически его работа показана на рис. 5.12.

Ротор экскаватора оборудован ковшами вместимостью 10 кН угля. Имеются 16 ковшей. Экскаватор по ширине занимает ~ 60 м. По мере выработки карьера железнодорожные пути на временном основании легко передвигаются в сторону карьера.

*Достоинством* такой технологии погрузки бурого угля является отсутствие необходимости постройки промежуточного склада.

*Недостаток* этой технологии такой же, как и предыдущем случае, т. е. периодически требует передвигать железнодорожный путь на временном основании.

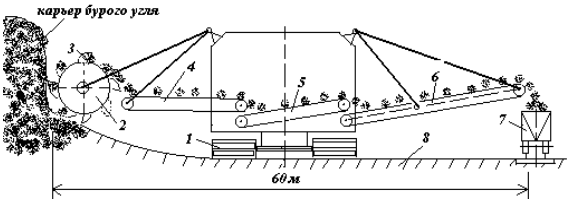



Рис. 5.12. Схема работы экскаватора на гусеничном ходу:
*1 – гусеница; 2 – ротор; 3 – ковш; 4 – основной конвейер; 5 – вспомогательный конвейер; 6 – загрузочный или отвальный конвейер; 7 – вагоны; 8 – железнодорожные пути на временном основании*

3. Для погрузки угля применяются краны козловые, мостовые и стреловые на железнодорожном ходу, оборудованные грейферами. Технология используется на местах общего пользования. Погрузка угля осуществляется непосредственно в вагон. Схемы аналогичны типовым схемам открытых складов (п. 9.1.6). *Недостаток* – небольшая производительность.

Техническая производительность экскаватора на гусеничном ходу $П_{тех}$ = 50 тыс. кН/ч.

*Требования к погрузке грузов навалом в полувагоны*

При погрузке в полувагоны грузов навалом с весом отдельных кусков до 10 кН общий вес груза, падающего на пол полувагона, не должен превышать 50 кН, а высота падения – 3 м.

При погрузке навалочных грузов навалом с весом отдельных кусков свыше 1 кН, но не более 5 кН на дно кузова полувагона должен быть насыпан слой из мелкокускового груза толщиной не менее 300 мм. Общий вес груза, падающего на насыпной слой, не должен превышать 70 кН, а высота падения от пола

полувагона – 3 м. Навалочные грузы в виде отдельных кусков весом брутто более 5 кН должны грузиться в вагон без сбрасывания (опусканием).

## 5. 3. Технология выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов и открытого подвижного состава

## The technology of unloading of embankments cargoes from covered cars and open top rolling stock

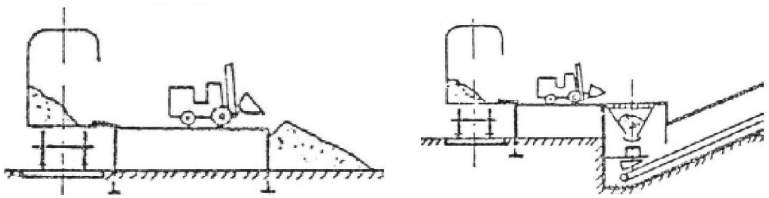
*Технология выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов*

Для перевозки насыпных грузов используются универсальные крытые вагоны и специализированные бункерные вагоны – хопперы (зерновозы, цементовозы, минераловозы и др.), а также цистерны с пневматической разгрузкой (для порошкообразных, пылевидных грузов).

Выгрузка из крытых вагонов затруднена, т.к. груз необходимо выгружать через дверной проем.

Существуют следующие технологии выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов:

1. Технология с применением малогабаритных погрузчиков (ЭП и АП с нейтрализацией выхлопных газов), оборудованных бульдозерно-грейферным или ковшовым оборудованием (рис. 5.13). Погрузчик со склада через переходной мостик заезжает в вагон, захватывает груз, высыпает его в приёмный бункер, и далее груз конвейером подаётся в кузов автомобиля или на склад. Техническая производительность в зависимости от рода груза $П_{тех}$ = 250…300 кН/ч.



в отвал в бункер

Рис. 5.13. Схема работы погрузчика оборудованного ковшом

2. Технология с применением механизированной лопаты (*скребка*). Устройство механизированной лопаты довольно простое. Схема работы с такой лопатой показана на рис. 5.14.

После открытия двери крытого вагона насыпной груз самотёком высыпается в завальную яму. При этом в вагоне с каждой стороны дверного проёма под углом естественного откоса ρ остается насыпной груз. Механизированная лопата используется именно для выгрузки этого остатка груза. Технология выгрузки груза следующая:

– рабочий, который находится внутри вагона, тащит скребок (лопату) на верхний участок груза и внедряет его на груз;

– рабочий, который находится внизу, включает электродвигатель;

– рабочий, который находится внутри вагона, перемещаясь вместе со скребком, способствует высыпанию насыпного груза в приёмное устройство.

Таким образом, механизированная лопата – эта установка периодического действия. Количество рабочих $n_{раб} = 2$.

Иногда груз выгружают спаренной механизированной лопатой, т. е. третий рабочий выгружает лопатой и с другой стороны дверного проёма. В этом случае количество рабочих $n_{раб} = 3$.

Поскольку рабочие находятся в неблагоприятных условиях, то они должны быть обеспечены защитными средствами (респираторы, защитные очки и др.).

Техническая производительность такой установки $П_{тех} = 300$ кН/ч.

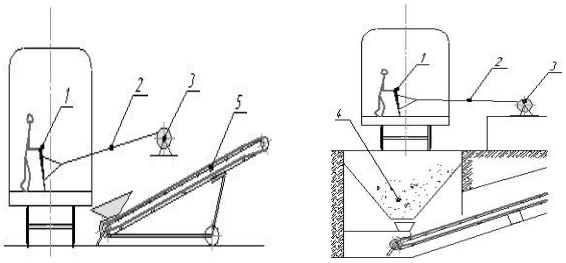



Рис. 5.14. Схема работы с механизированной лопатой:
*1 – скребок (лопата), 2 – трос; 3 – двигатель;*
*4 – завальная яма; 5 – конвейер*

3. Технология с применением специальных погрузочно-разгрузных машин непрерывного действия типа МВС (машины вагонные самоходные) – для выгрузки слёживающихся грузов из крытых вагонов (см. п.10, рис. 10.30).

После открывания дверей вагона и снятия ограждения разгрузчик по переходному мостику подъезжает к грузу, рабочий орган – питатель – захватывает груз и передаёт на наклонно расположенный ковшовый элеватор, после чего груз передаётся отвальному ленточному конвейеру в автомобиль или на отвал. При освобождении одной стороны вагона разгрузчик выезжает задним ходом, разворачивается и выгружает другую половину вагона.

4. Технология с применением специальных погрузочно-разгрузных машин – инерционных разгрузочных машин (ИРМ-7), предназначенных для выгрузки насыпных грузов из четырехосных крытых вагонов. Схема (рис. 5.15), устройство, преимущество и недостатки будут рассмотрены на практическом занятии (п. 10.8).

Вагоны под разгрузку подаются поочерёдно с расцепкой. Благодаря постепенному возвышению одного наружного рельса вагоны получают поперечный наклон, причём в 15 м от ИРМ этот наклон уже достигает $10^{\circ}$ и первый вагон въезжает на мост и устанавливается примерно в его середине, а остальные вагоны группы отводятся на 5–10 м назад.

Оператор включает двигатели винтовых механизмов передвижения упоров, которые выходят из межрельсовых углублений, подходят к вагону и центрируют его. После этого срабатывают конечные выключатели, и электродвигатели упоров выключаются. В это время на пульте загорается лампа «Упоры у вагона». Одновременно включается гидросистема, и упоры поджимаются, выводятся из работы пружинные аппараты автосцепных приборов вагона и убираются стабилизаторы. Привод насосной станции выключается.

При выгрузке зерна, открыв дверь вагона со стороны выгрузки и закрепив струбцинкой, подводят к дверному проёму щитовыжиматель и включают автономную насосную станцию его гидросистемы. С помощью прижимной плиты с шипами и

горизонтального цилиндра хлебный щит отжимается внутрь вагона, а посредством вертикального цилиндра поднимается вверх и удерживается в поднятом состоянии.

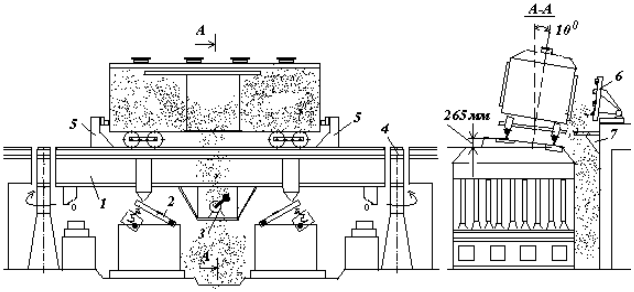



Рис. 5.15. Схема ИРМ-7 ВНИИЖТа:
*1* – мост-платформа; *2* – рычаг– балансир; *3* – дебалансный вибратор; *4* – поворотный «замок» с рельсовой вставкой; *5* – упорный зажим; *6* – щитоотжиматель; *7* – приёмный бункер с тремя выпускными отверстиями

Выгрузка легкосыпучих грузов вагона вначале осуществляется самотёком. В течение 70–80 с из вагона выгружается самотёком зерно (примерно 150–190 кН). После этого оператор включает основной двигатель привода возбудителя колебаний, и вагон колеблется с заданными амплитудой и частотой. Разгон привода до 85–90 мин$^{-1}$ занимает 6–8 с, и зерно начинает высыпаться через дверной проём в приёмный бункер под действием сил инерции. По мере высыпания груза и уменьшения общей массы (вагона с грузом и моста) увеличиваются частота и амплитуда колебаний. К концу выгрузки частота колебаний составляет 118– 124 колебаний в минуту, а амплитуда в центре пола вагона 65–70 мм. Через 4,5–5 мин работы дебалансного вибратора вагон освобождается от груза, и не требуется никакой дальнейшей очистки вагона. Продолжительность разгрузки четырёхосного вагона – 10–12 мин.

5. Технология с применением пневматических установок непрерывного действия (ПНУ). ПНУ предназначена для перемещения насыпных грузов из крытых вагонов посредством воздуха. Смесь насыпного груза с воздухом (*аэрированная смесь*) переме-

щается по трубопроводам за счёт разности давления в начале и в конце трубопровода: $\Delta p = p_к - p_н$. Разность давлений создаётся за счёт отсоса воздуха из трубопровода, т. е. за счёт создания в нём вакуума. Такие установки называются установками всасывающего действия. Разность давлений может быть создана за счёт напора (*нагнетания*) воздуха. Поэтому эти установки ещё называются установками нагнетания.

Для примера рассмотрим схему установки всасывающего действия (рис. 5.16).

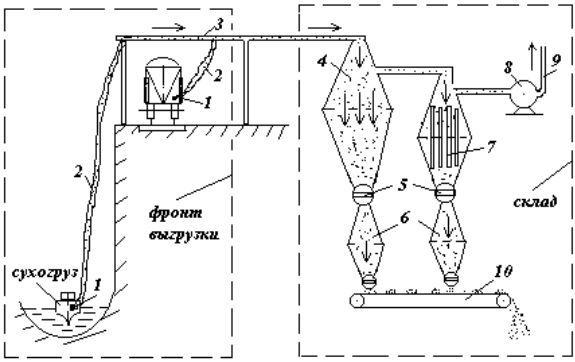



Рис. 5.16. Схема установки всасывающего действия:
*1 – заборное устройство; 2 – шланг; 3 – рабочий трубопровод; 4 – осадительная камера (разгружатель); 5 – шлюзовой затвор; 6 – приёмное устройство; 7 – фильтр; 8 – вакуум-насос; 9 – патрубок для выпуска воздуха; 10 – ленточный конвейер*

Установка позволяет совершить одновременную выгрузку насыпного груза из сухогруза (т. е. судна – *плавучего средства*, предназначенного для перевозки *грузов*) и из крытого вагона с использованием заборных устройств, имеющихся на концах шлангов. При этом сухогруз, крытый вагон, шланг с заборными устройствами и часть трубопровода образуют *пункт (фронт) выгрузки*. Комплекс устройств, включающий в себя часть трубопровода, осадительную камеру или разгружатель, где осаждается груз, шлюзевой затвор, приёмное устройство, фильтр, вакуум-насос, который отсасывает воздух, и ленточный конвейер,

который подаёт груз на склад, образуют *склад.* Склад может находиться на некотором расстоянии от пункта (фронта) погрузки.

Технология выгрузки насыпных грузов следующая. Рабочий после открывания дверей крытого вагона вставляет внутрь вагона заборное устройство и включает вакуум-насос. На конце трубопровода ∅ 100–150 мм создаётся разность давлений. При этом аэрированная смесь перемещается по трубопроводу, и насыпной груз попадает в осадительную камеру, где происходит осаждение груза. Поскольку сечение этой камеры значительно больше, чем сечение трубопровода, то скорость воздуха резко снижается согласно формуле Бернулли: $p_1 v_1 = p_2 v_2$, где $v_1 > v_2$ и $p_1 < p_2$. Более тяжёлые частицы аэрированной смеси через шлюзовой затвор падают вниз, а лёгкие частицы вместе с воздухом продолжают перемещаться дальше. Устройство шлюзового затвора таково, что он пропускает груз, но не пропускает воздух, поскольку в нём вначале открывается верхний клапан и груз поступает в шлюз. Потом клапан закрывается. После этого открывается нижний клапан, и груз падает на конвейерную ленту, по которой он транспортируется в бункеры-силосы или на склад.

Через очистительные фильтры также проходят некоторые частицы. Они, проходя через шлюзовые затворы, попадают на ленточные конвейеры. Фильтры загрязняются. Воздух, выпущенный через патрубок, также нечист. Поэтому загрязняется атмосфера.

*Преимущества* такой технологии выгрузки насыпных грузов следующие:

– высокий уровень комплексной механизации и автоматизации перегрузочных работ, т. е. транспортно-грузовой системы;

– герметичность установки, что повышает её экологичность;

– возможность перемещения выгружаемого груза по пространственной трассе сложной конфигурации;

– достаточно высокая техническая производительность: $П_{тех}$>1 000 кН/ч ≈ 2 ваг./ч;

– возможность одновременного забора груза из нескольких транспортных средств;

– возможность перемещения груза по разветвлениям, т. е. в разные склады.

*Недостатки* этой технологии:

– невозможность перемещения влажных и налипающих (липких) грузов;

– ограниченность сферы применения из-за того, что размер перемещаемой частицы груза небольшой (например, в пределах размера зерна);

– достаточно высокий расход электроэнергии из-за того, что электродвигатель работает непрерывно.

*Технология выгрузки насыпных грузов из специализированных вагонов-хопперов*

Выгрузка насыпных грузов из специализированных вагонов-хопперов осуществляется самотёком, т. е. без механизации. Поэтому себестоимость выгрузки насыпных грузов по такой технологии невелика.

Здесь возможны четыре варианта технологии.

1. Насыпные грузы из специализированных вагонов бункерного типа (хопперы-цементовозы) выгружаются на повышенном пути малой высоты (до 2,5 м) *самотёком* в приемный бункер конвейера, который подает груз в автомобили.

2. Выгрузку насыпных грузов из специализированных вагонов бункерного типа осуществляют на высоких эстакадах с подъездом автомобиля под разгрузочный путь и непосредственным высыпанием груза из вагона в автомобили.

В отдельных случаях могут использоваться перегрузочные бункера вместимостью до 60–120 м$^3$.

3. При выгрузке пылевидных грузов из вагонов-хопперов в автомобили-цистерны целесообразны схемы непосредственной перегрузки с использованием пневмооборудования. Выгрузку

грузов из вагонов-хопперов и цистерн обслуживает бригада из 1– 2 чел.

4. При выгрузке грузов, склонных к сводообразованию, на вагонах-хопперах устанавливают вибраторы. Параметры этих вибромашин, которые генерируют вынуждающую силу, не должны в соответствии с п. 1.7 ГОСТ 22235–76 «Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1 520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ» превышать по амплитуде: 6,4 кН при установке вибраторов на штатные скобы в нижней части бункеров; 36 кН при установке вибраторов на нижнюю обвязку хоппера или прижиме устройства к нижней обвязке и стойкам. При каждой разгрузке вагона допускается периодическое выключение вибромашины общей продолжительностью не более одной минуты.

Для сокращения затрат времени на разгрузку вагонов должна быть обеспечена четкая подача автомобилей с интервалом подъезда к вагону 3–7 мин в зависимости от интенсивности потока выдачи грузов. В процессе загрузки автомобилей водитель автомобиля должен находиться в кабине и выполнять передвижения по указанию рабочих комплексной бригады.

*Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов*

Существуют шесть технологий выгрузки насыпных грузов и грузов навалом из полувагонов.

1. Как исключение, в соответствии с п. 1.2.10 ГОСТ 22235–76, допускается *грейферная* разгрузка грузов, перевозимых в железнодорожно-водном сообщении, при условии обеспечения сохранности вагонов. В других случаях разгрузка грейфером допускается по разрешению органа исполнительной власти железнодорожного транспорта, т. е. такой способ является способом *ограниченного* применения. Он используется в исключительных случаях. Например, такая технология используется при вынужденной выгрузке насыпных грузов в стеснённых ус-

ловиях, и при этом нет других решений. Для широкого применения эта технология не рекомендуется. Она реализуется с использованием козловых кранов с грейферными захватными органами. Механизированный способ выгрузки осуществляется при $n_{сут} = 10$ ваг./сут.

Схема механизации выгрузки из вагонов грузов, перевозимых насыпью и навалом, с применением козловых кранов, оснащенных грейфером, показана на рис. 5.17.

*Преимуществом* такой технологии выгрузки грузов является возможность:

– применения прямого варианта выгрузки груза из вагона грейфером в автомобиль;

– выгрузки с глуходонного вагона или с вагона с нижними люками.

*Недостатками* являются:

– вероятность повреждения обшивок вагонов грейфером;

– необходимость зачистки вагонов от остатков грузов (остается до 30 кН груза) или вручную или с применением специальных способов;

– низкая производительность такой схемы механизации выгрузки грузов;

– трудности при выгрузке смерзающихся насыпных грузов в зимнее время, поскольку в этом случае требуется использование рыхлителей.

2. Технология, применяемая на крупных пунктах. Используется *повышенный путь* в комплексе *с тракторным погрузчиком с ковшом,* например, ТО-18А для погрузки грузов из штабеля в автомобили, зачистки габаритов и отвалки грузов в штабеля. Вагоны подаются на повышенный путь, и груз выгружается через нижние люки. При этом рабочие открывают крышки нижних люков вручную, используя вспомогательные мостики. Схематически выгрузка сыпучего груза из полувагона показана на рис. 5.18.

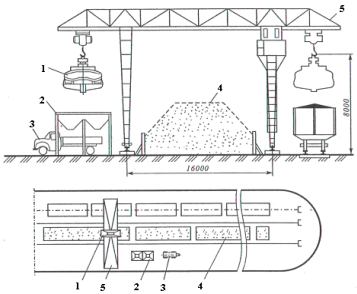



Рис. 5.17. Схема механизации выгрузки из вагонов грузов, перевозимых насыпью и навалом, с применением козловых кранов с грейфером:
*1 – гидравлический грейфер ГЭГ 2.0 вместимостью 2,0 м$^3$; 2 – бункерная установка; 3 – автомобиль; 4 – штабель; 5 – козловой кран*

Ширина от оси повышенного пути до крайней внутренней точки штабеля груза равна ~ 16 м.

Грузы, выгружаемые на повышенных путях, как правило, *обезличиваются*, и вагоны с грузами должны подаваться на специально отведенные для данного рода груза участки у повышенного пути. С этой целью при подаче вагонов на станции должна быть соответствующая подборка вагонов.

Технология выгрузки насыпных грузов следующая. Вагоны подают маневровым локомотивом группами на повышенный путь. Затем их закрепляют башмаками. Вначале поворачивают секторы, затем вручную ударом молотка освобождают люковую закидку, открывая при этом люки вагона (рис. 5.19).

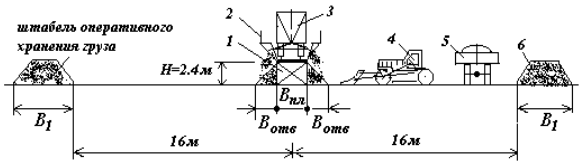



Рис. 5.18. «Повышенный путь» для выгрузки сыпучих грузов:
*1 – «повышенный путь»; 2 – вспомогательный мостик; 3 – полувагон; 4 – тракторный погрузчик; 5 – автомобиль; 6 – склад (штабель) оперативного хранения груза*




Рис. 5.19. Полувагон с открывающимися люками

Четырёхосный полувагон имеет 14 люков – по 7 с каждой стороны. На каждом люке по 2 сектора и по 2 люковые закидки. Значит, надо поворачивать 28 секторов и освобождать в общем случае 28 люковых закидок. Высыпание насыпных грузов в отвал происходит самотёком, затем тракторным погрузчиком, оборудованным ковшом, груз загружается в автомобили или перемещается в штабель. Очистка полувагона производится вручную: лопатой со скребком и ломом. Крышки люков весят ~ 1 кН. Как видно, работа тяжёлая. После закрытия крышки разгрузочных люков фиксируются люковыми закидками, а последние, в свою очередь, секторами.

Крышки разгрузочных люков ещё и увязываются за запорные угольники отожжёнными проволоками диаметром не менее 4 мм в один оборот с закруткой концов проволоки в три витка при помощи металлической пластинки (для проволочных закруток), чтобы на пути передвижения поезда исключить самопроизвольное их открывание. Концы проволоки должны быть не более 90–100 мм и загнуты внутрь к люку вагона.

*Преимущества* такой технологии выгрузки насыпных грузов следующие:

– выгрузка происходит самотёком, отсутствуют расходы на топливо или электроэнергию;

– высыпание грузов происходит за несколько минут.

*Недостатки*:

– нерационально используются складские площади, поскольку с каждой стороны склада имеются места для работы тракторных погрузчиков;

– присутствует тяжёлый ручной труд при открывании и закрывании люков;

– в каждом вагоне остатки насыпных грузов очищаются вручную;

– затруднена выгрузка смёрзшихся грузов;

– отсутствует прямой вариант выгрузки грузов;

– нельзя выгружать вагоны с глухим дном (глуходонные вагоны).

3. *Комплексная* выгрузка грузов, перевозимых насыпью и навалом, из полувагонов (через люки) – *основная* технология. Схема выгрузки включает в себя повышенный путь высотой 2,4 м, козловой кран (например, КДКК-10), оснащённый фермой-мостом с площадками для грузчиков и люкоподъёмниками для закрывания крышек люков полувагонов, а также сменным рабочим оборудованием (накладным вибратором для очистки кузовов полувагонов, виброрыхлителем смёрзшихся грузов, который навешивается на кран посредством быстросъёмного устройства и поворотной головки). Такая технология используется при $n_{сут}$ = 30 ваг./сут. Схема комплексной механизации приведена на рис. 5.20.

При применении этой схемы рекомендуется следующая технология выполнения операций выгрузки. После подачи вагонов на повышенный путь маневровым локомотивом двое рабочих с мостиков, укреплённых на дополнительной ферме крана, с обеих сторон вагонов срезают проволоки Ø 4 мм, которыми были увязаны разгрузочные люки за запорные угольники вагона. Рабочие последовательно вручную поворачивают сектора и с помощью лома – люковые закидки. Так открываются разгрузочные люки полувагона. Рабочие вместе с дополнительной фермой крана передвигаются вдоль повышенного пути по мере открывания люков полувагона.

Процесс выгрузки грузов по основной технологии (рис.5.20) предусматривает участие машиниста крана

(крановщика) и двух грузчиков, одновременно открывающих или закрывающих крышки люков полувагонов.

Машинист крана (крановщик) включает механизмы передвижения крана по сигналам каждого из грузчиков с нижней площадки дополнительной фермы-моста крана для обеспечения согласованной работы по открыванию крышек люков. Аналогично подаются сигналы при заключительном проходе крана для выполнения операций закрывания крышек разгрузочных люков с использованием люкозакрывателей. Повышение производительности труда при выгрузке достигается в том случае, если пульт управления передвижением крана расположен на одной из нижних площадок. На выгрузке заняты только два работника комплексной бригады, а сигнал о возможности дальнейшего продвижения крана подаёт рабочий с площадки, не имеющей пульта управления.

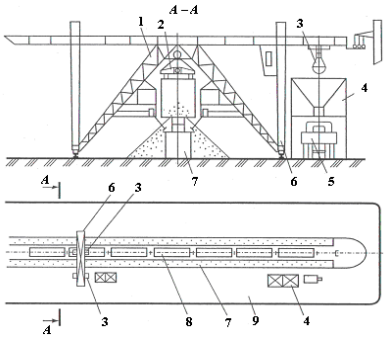



Рис. 5. 20. Схема комплексной механизации выгрузки сыпучих грузов из полувагонов на повышенном пути, перекрытом козловым краном:
*1 – ферма-приставка; 2 – накладной вибратор (виброрыхлитель); 3 – вибрационный гидравлический грейфер; 4 – бункерная установка; 5 – автомобиль; 6 – козловой кран; 7 – повышенный путь; 8 – вагон; 9 – автодорога*

При обратном движении крана для очистки полувагона от остатка груза на верхний обвязочный пояс полувагона опускают накладной вибратор, навешанный тросами на козловой кран, т. е. очистка вагона осуществляется механизированным способом.

При следующем передвижении крана производится закрывание крышек разгрузочных люков полувагонов люкоподъёмниками, установленными на мостиках, механизированным способом. Схема работы люкоподъёмника показана на рис. 5.21.

Режим работы кранов при выгрузке сыпучих грузов из полувагонов должен обеспечивать сохранность конструкции вагонов. В частности, не допускается свободное «бросание» грейфера с высоты на груз без подтормаживания.

*Преимущества*:

– высокая производительность выгрузочных операций;

– механизированный способ закрывания разгрузочных люков;

– механизация процесса зачистки полувагона;

– возможность рыхления затвердевших насыпных грузов рыхлителями.

*Недостатки*:

– нет возможности выгружать глуходонные вагоны;

– отсутствует выгрузка груза из вагона в автомобиль.

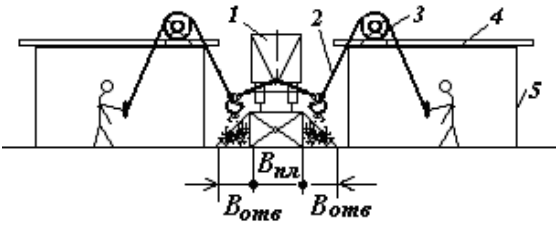



Рис. 5.21. Схема работы люкоподъёмника:
*1 – полувагон; 2 – трос с крюком для подъёма крышек люков полувагона; 3 – лебёдка, установленная на монорельсе 4, укреплённом на стойке 5*

«Повышенный путь» перекрывают и мостовым краном грузоподъёмностью 10 *тс*, оснащённым грейфером, накладным вибратором и люкоподъёмником. Мостовой кран более производительный, чем козловой, поэтому $n_{сут} < 40$ ваг/сут.

4. Технология, применяемая при $n_{сут} < 50$ ваг./сут. Для выгрузки насыпного груза используется ковшово-элеваторный разгрузчик ТР-2 (С-492) конструкции инж. Ш. С. Хабибуллина, принцип работы которого будет изучен на практических занятиях (см. п. 10.12.)

*Технология выгрузки насыпных грузов следующая*. Элеватор устанавливают над грузом рядом с торцевой стенкой разгружаемого вагона. После этого последовательно включают отвальный и поперечный конвейеры, а затем и ковшовый элеватор. Постепенно ковшовый элеватор опускается в вагон, ковши зачерпывают груз и, освобождаясь от него вверху, передают на поперечный ленточный конвейер. Затем груз следует на отвальный конвейер и далее в штабель.

После того как ковшовый элеватор опустится в нижнее предельное положение, включают механизм передвижения портала. Перемещаясь вместе с порталом относительно вагона, этот элеватор своими ковшами продолжает черпать груз, осуществляя разгрузку вагона.

*Преимущества технологии*: возможность зачерпывания груза одновременно по всей ширине вагона благодаря значительной ширине ковшей элеватора. Поэтому разгрузчик ТР-2 (С-492) отличается высокой производительностью – 1800–2000 кН/ч.

*Недостатки*:

– значительные остатки груза в вагоне – до 35 кН и более, что вынуждает выполнять целый ряд вспомогательных операций;

– технология неприменима при выгрузке груза размером кусков более 80 мм и смёрзшихся в вагоне;

– необходимость установки с противоположной стороны на опорной балке портала противовеса с весом 36 кН при одностороннем навешивании отвального конвейера.

5. Технология, применяемая при $n_{сут} > 50$ ваг./сут и выше. Для выгрузки насыпного груза используются *вагоноопрокидыватели*, конструкция (рис. 5.22 и 10. 24) и принцип работы которых будут изучены на практических занятиях

(п. 10.10). Вагоноопрокидыватели являются самыми высокопроизводительными машинами (ВРС-2 – $18 \cdot 10^3$ кН/ч, ВРС-125 – $17 \cdot 10^3$ кН/ч.

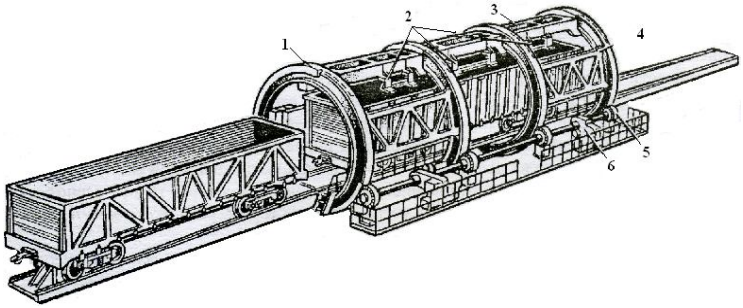



Рис. 5.22. Вагоноопрокидыватель ВРС-125:
*1* – ротор; *2* – вибраторы для рыхления груза; *3* – верхние балки;
*4* – трубчатые фермы; *5* – роликовая балансирная опора; *6* – привод

*Технология выгрузки насыпных грузов из платформ*

Выгрузку грузов, перевозимых насыпью и навалом, с платформ должна производят с помощью устройств, имеющих предохранительные приспособления, предотвращающие повреждения пола и бортов. Устройства, используемые для выгрузки с платформ, должны иметь зазор от рабочих кромок скребка или ножа до пола платформы не менее 300 мм. Опирающиеся на пол платформы детали сгребающего устройства в виде ролика или лыжи должны при разгрузке исключать возможность задевания рабочих органов за элементы конструкции платформы в начале и в конце рабочего хода.

Не допускается выгрузка с платформ грузов, перевозимых насыпью (навалом), с заездом на настил пола бульдозером, тракторами на гусеничном ходу, сгребание ковшом экскаватора и других не предусмотренных для работы с железнодорожными вагонами погрузочно-разгрузочных машин, устройств и механизмов. При механизированной выгрузке грузов, перевозимых насыпью (навалом), перед выгрузкой грузов борта платформ должны быть открыты (опущены).

## 5.4. Профилактические меры против смерзаемости на сыпных грузов

## Preventive measures against congealment of embankments cargoes

При перевозках в условиях низких температур уголь, руда, минеральные строительные грузы при определенной влажности подвержены смерзаемости. Смерзшийся груз представляет собой массу, в которой отдельные частицы сцементированы между собой смерзшей влагой - льдом.

Если насыпные грузы имеют влажность больше нормы, т. е. повышенную влажность (она стандартизована), и перевозятся в зимних условиях на дальние расстояния, например на 2–3 тыс. км, то происходит их смерзание. Возможно, что даже нельзя будет открывать нижние люки полувагонов. Поэтому выгрузка насыпных грузов в зимних условиях является проблемой для железнодорожного транспорта.

Нормы безопасной влажности должны устанавливаться грузоотправителями совместно с грузополучателями в соответствии с ГОСТ, ТУ и практикой перевозки. Если уменьшить влажность до безопасных пределов не представляется возможным, грузоотправитель должен принять меры по предотвращению или уменьшению степени смерзания груза применением соответствующих профилактических средств. В тех случаях, когда средства профилактики оказались неэффективными, получатель обязан принять меры по восстановлению сыпучести груза в пунктах выгрузки.

В холодный период года груз не должен смерзаться в пути следования. Для этого на станции отправления при погрузке в вагоны смерзающихся грузов, влажность которых больше нормы, сами грузоотправители, а не железнодорожники, обязаны применить средства профилактики для предохранения груза от смерзания и примерзания к стенкам полувагона.

О том, что выполнены профилактические меры, грузоотправитель обязан указать в накладной в графе «Особые заявления и отметки отправителя» процент влажности груза и меры, принятые для предохранения от смерзания, например:

«груз переморожен», «пересыпано известью в количестве …% », «переложено послойно соломенной сечкой».

Указание в накладной данных о влажности при погрузке земли, глины, песка, гравия необязательно.

Кроме того, грузоотправитель обязан наложить в верхней части накладной штемпель «Смерзающийся».

Станция может принять к перевозке смерзающийся груз без применения профилактических средств при наличии у грузоотправителя согласия грузополучателя на такую перевозку. В этом случае в накладной в графе «Особые заявления и отметки отправителя» грузоотправитель должен сделать отметку «С согласия получателя – без профилактики».

В случае прибытия смерзающегося груза с просрочкой в доставке по вине железной дороги грузополучателю предоставляется дополнительное время для выгрузки такого груза. Дополнительное время не должно превышать полуторного срока, установленного для выгрузки данного груза механизированным способом.

*Профилактические меры при подготовке насыпного груза к отправке*

На места общего пользования станции в зимнее время не должны подаваться вагоны с грузами, не прошедшими в пунктах погрузки профилактических мер, предотвращающих их замерзание (пересыпка слоями извести, обмасливание, обезвоживание и т. д.).

Перечислим только *основные* профилактические меры при подготовке насыпного груза к отправке.

1. *Понижение влажности* до нормы, т. е. обезвоживание груза посредством различных фильтров, отжимом на центрифугах, термической сушкой. Стоимость подобной обработки довольно высокая, поэтому ей подвергаются наиболее ценные грузы, например некоторые химические, перевозимые в небольших тарах.

2. *Предварительное промораживание* насыпного груза до погрузки путём перелопачивания его экскаватором, скрепером, грейдерным краном и другими механизмами, чтобы предотвра-

тить превращение его в монолит, разделяя на небольшие куски. Такая технология предохранения груза от смерзания в вагонах применяется при погрузке массовых грузов в условиях устойчивых морозов. Себестоимость такой технологии значительна.

3. *Послойная пересыпка* груза в вагоне различными веществами, которые не вызывают заметного изменения качества груза. К ним относятся древесные опилки, измельчённая солома, торфяная крошка, измельчённый каменный уголь и т. д. Можно постелить на пол вагона указанные средства и послойно переложить ими груз в вагоне при погрузке. Это самый дешёвый и технологичный способ.

4. *Пересыпка* груза в вагоне различными *химическими* веществами минерального происхождения, которые вызывают изменение состояния массы груза: образование незамерзающих растворов, кристаллов льда с пониженной прочностью, испарение влаги. Груз *послойно* пересыпают негашёной известью, хлористым кальцием, хлористым калием, хлористым магнием.

5. Перед погрузкой выполняют *обмасливание* пола и стен полувагона и платформы минеральными и каменноугольными маслами и другими реагентами органического происхождения (северин, ниогрин). Кроме того, производят *обрызгивание груза* каменноугольными и другими маслами. Каменные угли различных марок, профилактированные ниогрином, не смерзаются даже при температуре до – 25 °С, а северином – до – 50 °С.

6. *Брикетирование* груза на небольшие кирпичики. При этом происходит агломерация (гранулирование) насыпных грузов, т. е. грузу придаётся форма шарика, и он меньше смерзается. Такая мера широко применяется за рубежом.

7. *Организационные* меры. Грузоотправители, грузополучатели и железные дороги обязаны принимать необходимые организационные меры по увеличению объёма перевозок смерзающихся грузов преимущественно в тёплый период года для создания у потребителей необходимых запасов таких грузов. Однако при этом требуется большое количество складов.

Среди перечисленных мер чаще всего применяются 3-я и 4-я (способы различных добавок в насыпные грузы) и 7-я (организационные меры).

Применяемые грузоотправителями такие профилактические меры не гарантируют полного сохранения сыпучести насыпных грузов. Эти грузы при перевозке всё равно смерзаются. Поэтому грузополучатели обязаны оснащать пункты выгрузки таких грузов средствами разогрева или механического рыхления для восстановления сыпучести смёрзшихся грузов.

## 5.5. Технология восстановления сыпучести смёрзшихся грузов при выгрузке

## The technology of restoration of looseness of embankments cargoes during discharging

Восстановление сыпучести насыпных грузов может быть достигнуто термическим, механическим или комбинированным способом.

*Технология восстановления сыпучести смёрзшихся грузов термическим способом.*

*Термический* способ (это весьма дорогой способ, требующий строительства специальных помещений – гаражей (емкостью до 30 вагонов), используя процессы теплопередачи – теплопроводность, конвекцию и лучеиспускание, по следующим технологиям:

1. Разогрев в «тепляках», т. е. в размораживающих устройствах. Они бывают конвективного типа. *Конвекция* – это передача теплоты нагретыми потоками газа (или жидкости) из одних участков занимаемого объема в другие.

Рассмотрим схему размораживающего устройства, которое представляет собой помещение гаража-размораживателя, или «тепляка», куда могут входить до 30 вагонов. Схематически «тепляк» показан на рис. 5.23.

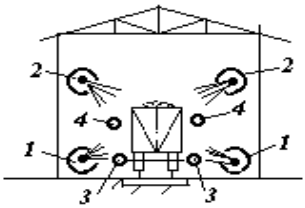



Рис. 5.23. Гараж-размораживатель смёрзшихся грузов:
*1 – нижние теплопроводы с форсунками; 2 – верхние теплопроводы с форсунками;3 – нижние водопроводные трубы; 4 – верхние водопроводные трубы*

В «тепляках» из теплоносителей выдувается горячий воздух с температурой $t_{возд}$ = 100–200 °С. Разогрев вагонов с грузом происходит за 1–5 ч. Здесь водопроводные трубы необходимы для того, чтобы у вагона не потрескались краски и не деформировались особо ответственные детали вагона (тормозные цилиндры, колёсные пары и др.).

2. Используются «тепляки», где разогрев вагонов со смёрзшимся грузом осуществляется посредством *теплового излучения.* Тепловое излучение – это электромагнитное излучение нагретого тела, обусловленное возбужденным состоянием его атомов и молекул, наступающим вследствие их столкновений при тепловом движении из невидимых инфракрасных лучей. При этом груз поглощает излучаемые теплоэлектронагревателями (ТЭН) инфракрасные лучи, в результате чего и разогревается. Здесь получается направленный разогрев, который схематически показан на рис. 5.24.

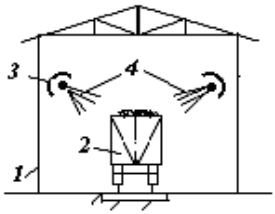



Рис. 5.24. «Тепляк» с направленным разогревом:
*1 – гараж; 2 – вагон со смёрзшимся грузом; 3 – теплоэлектронагреватель; 4 – рефлектор*

Тепло ТЭНов рассеивается внутри «тепляка» рефлекторами (алюминиевыми отражателями). В полувагоне груз выступает на 200 мм выше уровня кузова. Поверхность груза нагревается инфракрасными лучами до глубины 300 мм. Такая технология используется при небольшой степени смерзаемости грузов.

*Технология восстановления сыпучести смёрзшихся грузов механическими способом*

*Механическим* способом сыпучесть смерзшихся материалов восстанавливается рыхлительными машинами виброрыхлительного, виброударного, бурорыхлительного и экскавационного действия.

1. Бурорыхлительная *машина* (БРМ) – рис. 5.25. Бурение совмещается с разгрузкой.

Установка начинает работать после открытия люков полувагонов. Портал перемещается по рельсам. Под портал подают полувагоны. Машинист включает электродвигатель лебёдки, установленный на портале, после чего рама машины, закреплённая на тросах, опускается вниз так, чтобы буры касались верхней части смёрзшегося груза. Затем машинист включает электродвигатели, которые приводят во вращение буры. При этом буры (шнеки), вращаясь, разрушают сыпучие смёрзшиеся грузы. Груз, сыпучесть которого восстановлена таким способом, падает в траншею, а дальше можно перемещать его краном с грейфером или ковшом.

Техническая производительность БРМ $П_{тех}$ = 1200 кН/ч ≈ 2 ваг./ч вместе с выгрузкой.

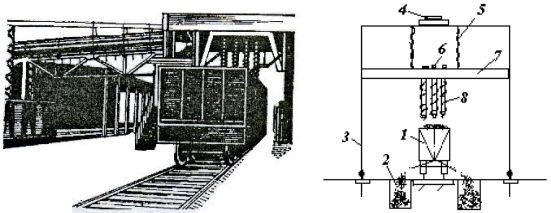



Рис. 5.25. Бурорыхлительная установка:
*1 – полувагон; 2 – траншея; 3 – портал самоходный; 4 – лебёдка; 5 – тросы; 6 – электродвигатели шнеков; 7 – рама; 8 – буры (шнеки)*

2. *Виброрыхлитель* (виброразгрузчик), который рыхлит груз посредством вибрации. Виброрыхлитель бывает двух типов – *навесной* (на кранах козловом, мостовом и стреловом на железнодорожном ходу) и *портальный.*

Рассмотрим виброрыхлитель, навешенный на раму козлового крана КДКК-10. Схема виброрыхлителя показана на рис. 5.26, *а, б.*

Вагоны устанавливают на повышенных путях. Виброрыхлитель навешивают на тросах козлового крана КДКК-10. Вначале крановщик на тросах крана опускает плиту виброрыхлителя на обвязочный пояс полувагона. После этого включается электродвигатель вибратора. Вибратор, разрушая смёрзшийся насыпной груз, восстанавливает его сыпучесть.

Кроме того, виброрыхлитель используется как очиститель вагона от остатков насыпных грузов.

Техническая производительность виброрыхлителя $П_{тех}$ = 1000…1200 кН/ч ≈ 2 ваг./ч вместе с выгрузкой.

Параметры виброрыхлителей смёрзшихся грузов должны соответствовать требованиям п. 2.5 ГОСТ 22235–76 «Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1 520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ».

3. *Виброударная установка* конструкции ВНИИЖТ, или *вибромолот* (рис. 5.27). Эта навесная установка может применяться на повышенном пути с использованием козлового крана КДКК-10.

Вибромолот применяется для рыхления насыпных грузов любой степени смерзаемости. У вибромолота рабочим органом являются штыри с более острыми концами, которые воздействуют на смёрзшийся груз виброударом, груз раскалывается на куски. Продолжительность очистки одного четырехосного полувагона 3–4 мин.

Такая установка наиболее часто применяется на МОП для разгрузки насыпных смёрзшихся грузов.

Техническая производительность установки $П_{тех}$ = 1000 кН/ч ≈ 2 ваг./ч вместе с выгрузкой.

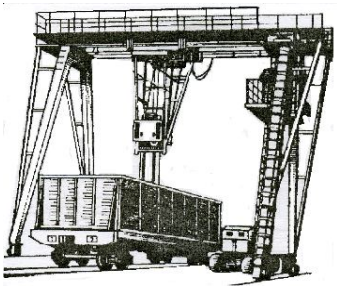


Рис. 5.26, *а*. Навесной виброрыхлитель

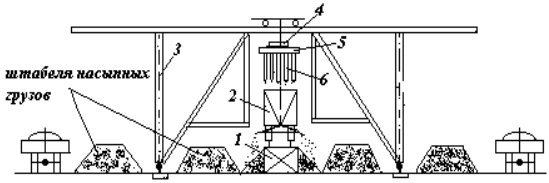



Рис. 5.26, *б*. Схема навесного виброрыхлителя:
*1 – повышенный путь; 2 – полувагон; 3 – кран КДКК-10 с площадками для рабочих; 4 – вибратор; 5 – плита; 6 – виброрыхлители (штыри)*

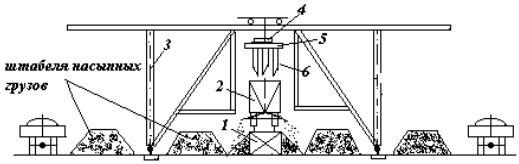



Рис. 5.27. Схема виброударной установки:
*1 – повышенный путь; 2 – полувагон; 3 – кран КДКК-10 с площадками для рабочих;4 – вибратор; 5 – плита; 6 – виброрыхлители (штыри)*

4. *Термобурорыхлитель*, сочетающий высокую температуру с бурорыхлением. При работе этой установки происходит значительный расход электроэнергии. Пока на практике термобурорыхлители применения не нашли.

## 5.6. Технология очистки вагонов от остатков насыпных грузов

### The technology of cleaning cars from leftovers of embankments cargoes

Механизированный способ очистки вагонов от остатков насыпных грузов является проблемным на железнодорожном транспорте. Этим занимается грузополучатель, а следят за очисткой вагонов железнодорожники. Если вагоны не очищены или плохо очищены, то согласно Уставу железных дорог РФ можно вернуть их для очистки грузополучателям.

Очистка вагонов от остатков производится в механизированных пунктах подготовки вагонов (МППВ). Обязательно надо подготовить вагон для погрузки очередного груза. Процесс очистки вагонов является процессом выгрузки.

При выгрузке насыпных грузов в каждом вагоне при использовании ковшово-элеваторной установки ТР-2 (С-492) инж. Ш. С. Хабибуллина остаётся до 35 кН и более груза; при грейферном способе выгрузки груза остаётся до 60 кН груза; при выгрузке на повышенном пути самотёком остаётся до 150 кН груза.

На повышенном пути выгрузка грузов производится самотёком. Порядка 80 % остатков грузов в вагоне находится над тележками, а остальные 20 % – над хребтовыми балками и в промежуточных креплениях. Это происходит потому, что одни нижние люки вагонов открываются до $23^{\circ}$, а другие – до $45^{\circ}$ (рис. 5.28).

Из 14 нижних люков 8 люков, которые находятся над тележкой, открываются до $23^{\circ}$. Остальные 6 люков находятся между тележками и открываются до $45^{\circ}$. Этот угол равен углу естественного откоса угла $\alpha$.

Существуют следующие механизированные способы очистки кузовов вагонов от остатков грузов:

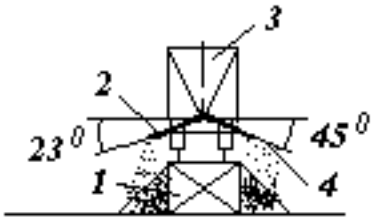



Рис. 5.28. Схема, иллюстрирующая угол наклона люков вагона:
*1 – повышенный путь; 2 – люки, которые находятся над тележками; 3 – полувагон; 5 – люки, расположенные между тележками*

1. *Вибрационный* способ. Применяются накладной вибратор (рис. 5.29), навешиваемый по тросу на козловой кран КДКК–10, и повышенный путь (п. 5.5, 3-я технология). Схематически работа вибратора показана на рис. 5.29, *а*, 5.29, *б*.

Процесс очистки включает в себя постановку вибраторов на верхнюю обвязку полувагона, обычно в средней части кузова, а при значительном остатке груза (влажный уголь, песок и т. д.) – последовательно в два или три приема над тележками вагона и в средней части. Электродвигатель вибратора включается только после того, как полностью ослаблены подъемные тросы.

Продолжительность работы вибратора за одну разгрузку полувагона не должна превышать 7 мин.

Параметры вибратора для очистки полувагонов от остатков грузов и виброрыхлителей смёрзшихся грузов должны соответствовать требованиям п. 2.5 ГОСТ 22235–76.

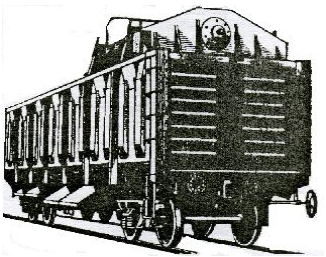


Рис. 5.29, *а*. Накладной вибратор

На комплексную бригаду возлагается ответственность за обеспечение сохранности вагонов в процессе выгрузки грузов, а также за полную очистку кузовов, деталей ходовых тележек и автосцепных устройств от остатков груза.

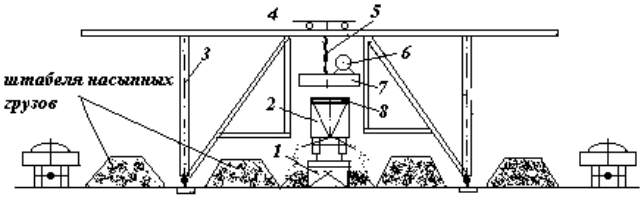



Рис. 5.29, *б*. Схема работы вибрационного способа очистки вагона:
*1 – повышенный путь; 2 – полувагон; 3 – козловой кран КДКК-10; 4 – лебёдка; 5 – трос; 6 – вибратор; 7 – плита; 8 – обвязочный пояс полувагона*

2. *Использование вибратора продольного действия* весом 53 кН конструкции Уральского отделения ВНИИЖТ (рис. 5.30).

Вибратор с помощью автопогрузчика или крана устанавливается в промежутке между сцеплёнными полувагонами и очищает одновременно их кузова без отцепки от состава. Корпус вибратора вклинивается между упорами-скользунами, опирающимися на элементы рамы каждого из вагонов. Здесь не только очищаются вагоны от остатков груза, но и ускоряется процесс выгрузки. По этой технологии можно разгрузить не только полувагоны, но и универсальные крытые и специализированные вагоны. Время зачистки вагонов 1–3 мин.

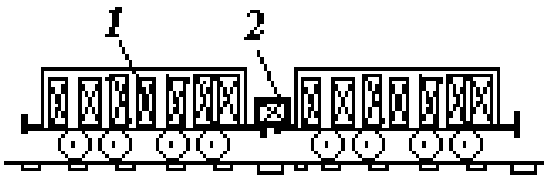



Рис. 5.30. Вибратор продольного действия:
*1 – полувагон; 2 – вибратор*

3. *Щёточный* способ очистки вагонов конструкции ЛИИЖТа (ныне ПГУПС). Схематически работа установки показана на рис. 5.31.

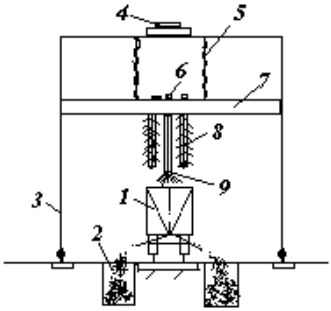



Рис. 5.31. Схема работы щёточной установки:
*1 – траншея; 2 – полувагон; 3 – самоходный портал; 4 – лебёдка; 5 – тросы; 6 – электродвигатель; 7 – рама; 8 и 9 – крайние и средние металлические щётки*

Щётки прикреплены на вертикально расположенные валики, которые вращаются от электродвигателей, установленных на раме самоходного портала. Рама портала тросами навешена к рабочему барабану лебёдки, установленной на портале. Крайние щётки установки предназначены для очистки боковых сторон полувагона, а средняя – его днища. Время зачистки вагона ~5 мин.

4. *Газодинамический* способ, или использование *турбореактивной установки* (ТРУ) конструкции НИИЖТ. Очистка вагонов производится в массовом порядке в закрытом помещении (сарае). Схематически способ показан на рис. 5.32.

Списанный с самолёта ТРУ работает на дешёвом топливе (керосине). Сжигаемый газ по насадке, прикрепленной на сопло двигателя, со сверхзвуковой скоростью направляется на вагоны, требующие очистки от остатков грузов. Вагоны полностью очищается от остатков груза за счёт воздействия на них большого напора и большой температуры сжигаемого газа, которая достигает 400–700 °С. Вагоны перемещаются со скоростью 4–5 км/ч.

Техническая производительность ТРУ $П_{тех}$=2000–2500 кН/ч, т. е. 3 или 4 ваг./ч.

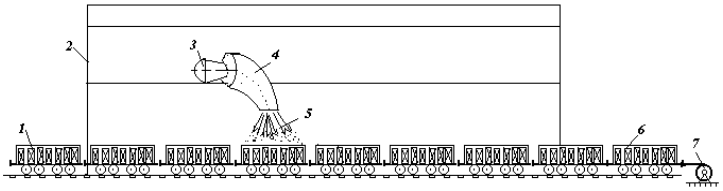



Рис. 5.32. Схема работы ТРУ:

*1 – вагоны, требующие очистки от остатков грузов; 2 – склад; 3 – ТРУ; 4 – насадка на сопло двигателя, 5 – сжигаемый газ; 6 – вагоны, очищенные от остатков грузов; 7 – маневровая лебёдка*

*Преимущества* этого способа:

– самая высокая производительность из всех известных способов;

– применяется при очистке вагонов как с нижними люками, так и глуходонных, поскольку остатки грузов вылетают через борт вагонов.

*Недостатки*:

– большой шум, поэтому ТРУ надо устраивать вдалеке от жилых массивов;

– большое пылеобразование, поэтому установка работает в закрытом помещении и подвергается увлажнению для осадки грязных остатков грузов;

– большие затраты на использование других ПРМ для уборки склада от остатков насыпных грузов.

# 6. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ

## Technica and technology for handling grain cargoes

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Характеристика зерновых грузов, особенности их хранения и перевозки.
2. Склады для зерновых грузов.
3. Технология погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы.
4. Технология выгрузки зерновых грузов из крытых и специализированных вагонов- зерновозов.

### *6.1. Характеристика зерновых грузов, особенности их хранения и перевозки*

### Characteristics of grain cargoes, distinction of their storage and transport

К основным видам зерновых грузов относятся:

– *хлебные* (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень, овёс, рис, просо, гречиха);

– *бобовые* (горох, чечевица, фасоль, соя);

– *масленичные* (подсолнечное, льняное, конопляное, хлопковое, горчичное семя и др.).

Качество зерна каждой культуры и наименования стандартизованы. По некоторым культурам виды подразделяются на подвиды, классы и сорта в зависимости от их свойств и качественных показателей. Качественными показателями зерна являются его натура, степень чистоты и влажность.

*Натурой* зерна называется вес известного объёма зерна.

*Степень чистоты* зерна характеризует наличие в нём посторонних примесей.

*Влажность* определяется высушиванием зерна в специальных сушильных шкафах. Смешивание зерна различных видов и

сортов не допускается. Перевозка и хранение осуществляются раздельно.

Зерновые грузы относят к ценным и для их перевозки отправитель должен обеспечить качественную подготовку вагонов и дверных заграждений с соблюдением технических, коммерческих, санитарно-гигиенических требований и груз должен обязательно взвешиваться. При перевозке зерна возможны как количественные, так и качественные потери.

К особенностям перевозки можно отнести:

1. Перевозка зерновых грузов сезонная, значит, большая неравномерность перевозки и требуются большие складские емкости и производительные ПРМ.

2. Особые требования к влажности: перевозка на общих условиях производиться при влажности зерновых до 16 % включительно, в т. ч. зернобобовых культур до 17 %, проса до 15 %, семян масличных культур до 10%, семян подсолнечника до 8%.

3. Требуется очистка от сора, примесей и вредителей.

Важным направлением повышения качества перевозок зерновых грузов и обеспечения их полной сохранности является применение специализированных зерновых вагонов-хопперов, которые позволяют ускорить загрузку и разгрузку вагонов, а также повысить статическую загрузку вагонов, позволяет создавать комплекс полностью механизированных и автоматизированных складов, обеспечивающих полную сохранность зерновых грузов.

По своему *назначению* зерновые склады подразделяют на *заготовительные* (линейные), *перевалочные*, *производственные* (мельничные) и *базисные* (государственных запасов).

Часто зерновые склады имеют несколько из указанных назначений. Например, они могут быть перевалочными и базисными или перевалочными и производственными и т. д.

## 6.2. Склады для зерновых грузов

## Storehouses for grain cargoes

Механизированные склады для хранения зерновых грузов подразделяются на две группы в зависимости от способа хранения и степени механизации погрузочно-разгрузочных работ (ПРР):

– *напольного хранения* (хранения на полу) насыпью;

– *элеваторы*, где хранятся грузы в больших ёмкостях, или в *силосах*.

*Механизированные склады напольного хранения*

Рассмотрим технологическую схему движения зерна *при загрузке в склад* и *выдаче со склада* напольного хранения (рис. 6.1). (1. Прием: 1-2-3-4-5-6. 2. Выдача: 6-7-8-4-3-9-10. 3. Хранение: 6-7-8-3-5-6).

Зерно, поступающее из транспортного средства в приёмные бункеры (*лари*) *1*, поднимается с ковшовым элеватором (*норией*) *2* на приёмно-очистительные устройства *3*. После этого зерно ковшовым элеватором *4* подаётся на верхний загрузочный конвейер *5* для заполнения склада *6*, где оно хранится.

Со склада *6* зерно выдаётся через отверстия, или питатели, *7* на нижний разгрузочный конвейер *8*. С этого конвейера зерно поступает в норию *4* и далее может опять поступать в приёмно-очистительное устройство *3*, где производятся *проветривание, охлаждение, сушка, взвешивание* и т. п., или на транспортные средства, например в крытые вагоны.

Для выдачи зерна из склада напольного хранения служит нижний конвейер, размещённый в подземной траншее. Конвейер связан с рабочей башней, которая расположена у торца склада и служит для приёма зерна с автотранспорта и погрузки в железнодорожные вагоны. Нижний траншейный конвейер может быть как ленточным, так и скребковым (с погруженными скребками). Зерно поступает на нижний конвейер через затворы с

отверстиями 300×200 мм, размещёнными с шагом 5 мм. Нижний конвейер доставляет зерно в башню для отгрузки в вагоны.

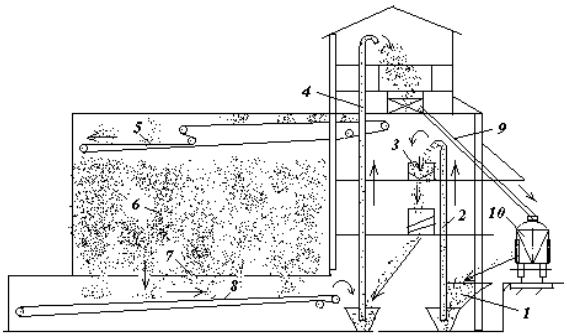



Рис. 6.1. Технологическая схема перемещения зерна в механизированном складе напольного хранения:
*1 – приёмный бункер (лария); 2 – ковшовый элеватор (нория) для загрузки зерна в склад; 3 – приёмно-очистительное устройство, состоящее из сепаратора и сушилки; 4 – ковшовый элеватор (нория) для выдачи зерна со склада; 5 – верхний конвейер (загрузочный); 6 – склад напольного хранения; 7 – отверстия, или питатели; 8 – нижний конвейер (разгрузочный); 9 – отпускные трубы; 10 – крытый вагон*

Оборудование башни механизированных складов технически оснащено:

– двумя ковшовыми элеваторами (нориями), сепаратором с эксплуатационной производительностью $П_{экс}$ = 1000 кН/ч;

– двумя весами с нагрузкой 100 кН;

– автомобилеподъёмником для выгрузки зерна, автомашиной и прицепом;

– отгрузочным ленточным конвейером с вагоноразгрузчиком;

– сушильным агрегатом с $П_{экс}$ = 500 кН/ч.

Склады крытого напольного хранения зерна насыпью бывают двух типов.

Склад *первого типа* схематически в разрезе показан на рис. 6.2.

Зерно, поступающее из верхнего конвейера *1*, высыпается в склад штабелями. Люковое отверстие закрывается крышкой *4*, ниже которого расположены затворы *3* с отверстиями 300×200 мм, размещёнными с шагом 5 мм. Ширина склада – 24 м.

Склад *второго типа* схематически в разрезе показан на рис. 6.3.

Склад представляет собой железобетонную полуцилиндрическую арку шириной 20 м. Засыпка зерна в склад аналогична засыпке зерна в склад первого типа.

В ряде случаев может возникнуть срочная необходимость в складском помещении для хранения зерна. Тогда целесообразно использовать склад в виде *пневмонадувных оболочек*. Положительные качества этих складов: предельная лёгкость, компактность, хорошая транспортабельность в свёрнутом виде, возможность быстрого возведения и разборки без специальных приспособлений.

В условиях интенсивной уборки урожая зерна кроме складов со стационарной механизацией используют павильонные склады с передвижными средствами механизации, хотя они менее эффективны, чем первые.

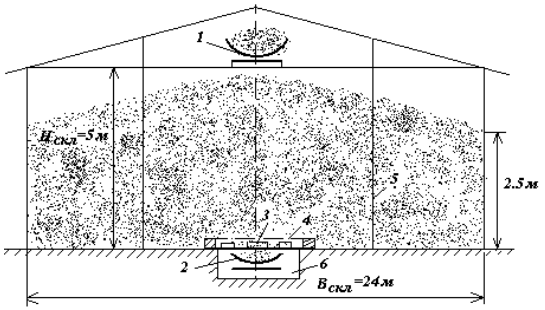



Рис. 6.2. Склад первого типа в разрезе:
*1 и 2 – верхний и нижний конвейеры; 3 – затворы; 4 – крышка для закрытия люкового отверстия; 5 – промежуточные опоры; 6 – подземная траншея*

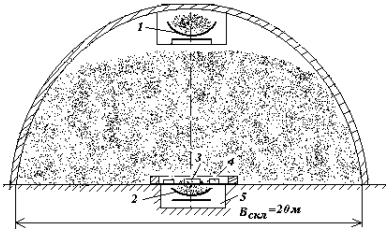



Рис. 6.3. Склад в разрезе:
*1 и 2 – верхний и нижний конвейеры; 3 – затворы;*
*4 – крышка для закрытия люкового отверстия;*
*5 – подземная траншея*

*Механизированные склады-элеваторы для зерновых грузов*

Основным типом зерновых складов являются *элеваторы*.

Элеваторы подразделяются:

– на *заготовительные* (линейные), которые служат для приёма зерна непосредственно от производителей и отгрузки его потребителям;

– *мельничные* (производственные);

– *перевалочные* (портовые) для перевалки зерна с одного вида транспорта на другой;

– *базисные* (для стратегического хранения).

Рассмотрим план башни заготовительного элеватора (рис. 6.4).

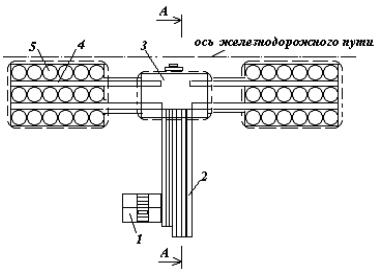



Рис. 6.4. Башня заготовительного элеватора в плане:
*1 – помещение для приёма зерна; 2 – ленточные конвейеры;*
*3 – башня элеватора; 4 – надсилосные конвейеры; 5 – силосы;*

Помещение для приёма зерна оснащено автомобильными весами, автомобилеопрокидывателем и приёмными ларями (бункерами) с вместимостью 500 кН, расположенными на уровне пола. Из бункеров зерно попадает на ленточные конвейеры 2. Затем по загрузочному ковшовому элеватору (нории) зерно поднимается на верх башни 3, а затем попадает на силосные конвейеры 4. Оттуда оно поступает в силосы 5, расположенные параллельно оси железнодорожного пути 6.

Силосные корпуса элеваторов изготовляют из монолитного или сборного и предварительно напряжённого железобетона (пространственные элементы в виде коробов, плит, колец). В плане корпуса имеют прямоугольную или круглую форму. Высота корпуса – 30 м. Ширина прямоугольного силоса – 4 м, а длина – 3 м. Толщина стенок корпуса – 250 мм. Силосы с квадратными сечениями с размерами в плане 3×3 и 4×4 м и высотой 30 м обычно строят на заготовительных элеваторах. Собирают их из объёмных блоков или плит толщиной 250 мм. Диаметр корпуса 6 м. Толщина стен 200–250 мм. Вместимость типовых сдвоенных круглых силосных корпусов: 2×110 тыс. кН = 220 тыс. кН, 2×250 тыс. кН = 500 тыс. кН, 2×500 тыс. кН = 1000 тыс. кН. Вместимость, образующуюся при соединении круглых силосных корпусов в виде звёздочки в плане, также используют для хранения зерна (рис. 6.5).

Условные обозначения линейных (заготовительных) элеваторов: Л2×100, Л3×175. Здесь буква Л означает, что элеватор линейный, первая цифра после буквы соответствует числу норий, а вторая – часовой производительности каждой из них.

Среднесуточная перерабатывающая способность линейных элеваторов составляет по приёму с автомобильного транспорта от 15 до 50 тыс. кН, по погрузке в вагоны – от 15 до 25 тыс. кН, по очистке – от 15 до 50 тыс. кН и сушке – от 1750 до 2000 тыс. кН.

Производительность конвейеров соответствует производительности норий, расположенных на башне элеватора.

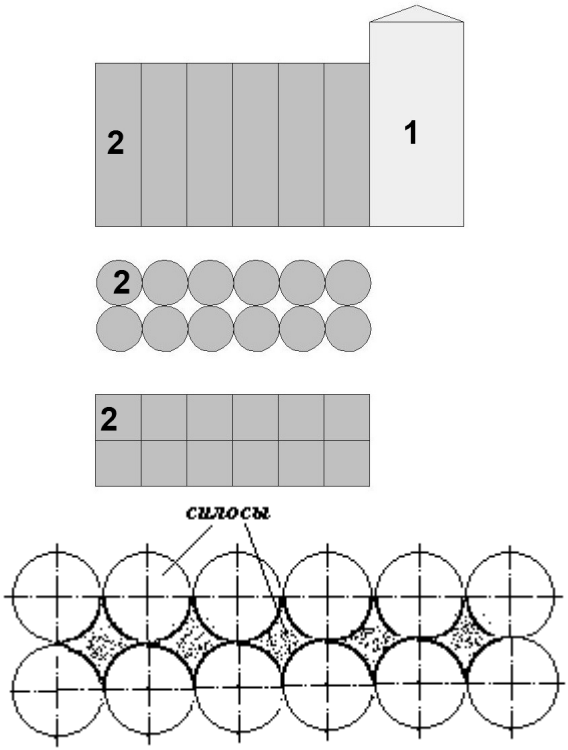



Рис. 6.5. Силосы круглой формы

Для обработки влажного и сырого зерна склады оснащают сушилками и установками активного вентилирования. Их строят в городах.

*Производственные* (мельничные) *элеваторы* получают зерно, как правило, железнодорожными маршрутами. Имеется несколько типов таких элеваторов. Башни мельничных элеваторов М2×100, М3×100, М2×75, М3×175 оборудованы двумя или тремя ковшовыми элеваторами производительностью 1000 или 1750 кН/ч, одним или двумя сепараторами производительностью 1000 кН/ч; двумя или тремя ковшовыми весами по 200 кН. Силосные корпуса элеваторов М2×100 и М3×100 вмещают 80–160 тыс. кН зерна,

М2×75 – 160 тыс. кН и М3×175 – 334 тыс. кН. Суточная приёмная способность по выгрузке зерна из вагонов составляет для указанных четырёх типов элеваторов соответственно 15, 20 и 30 тыс. кН.

*Технология приёма зерна на заготовительных складах*

Для приёма зерна из *автомобилей*, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункера, расположенные на уровне пола в здании *1* (см. рис. 6.4). Каждый из этих бункеров вмещает 500 кН зерна. Зерно высыпается в бункер через открытый задний борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеподъёмника. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры *2*, перемещающие зерно к элеваторной башне *3*. Здесь при необходимости зерно подвергают очистке, сушке или сразу же поднимают его нориями наверх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают непосредственно на надсилосные конвейеры *4*.

Для приёма зерна из *крытых вагонов* на элеваторах служат *приёмные лари* (бункера). Ковшовые элеваторы производительностью 1000 кН/ч имеют два поперечно расположенных ларя по отношению к железнодорожным путям, производительностью 1750 кН/ч – четыре ларя с продольным расположением.

Под приёмными ларями находятся ленточные конвейеры, подающие зерно в башмаки ковшовых элеваторов. Вагоны следующей постановки могут быть разгружены в те же лари только после полного освобождения их от ранее выгруженного зерна.

Если ленточные конвейеры под бункерами расположены вдоль железнодорожных путей, то число путей над ларями должно быть равно числу ковшовых элеваторов. При поперечном расположении приёмных конвейеров число путей должно соответствовать числу ларей, обслуживаемых одним ковшовым элеватором.

*Технология хранения зерна на заготовительных складах*

По надсилосным конвейерам *4* зерно попадает непосредственно в силосы корпусов *5* (см. рис. 6.4). На рис. 6.4 показаны только два силосных корпуса, прилегающих к башне *3*, но могут быть и четыре, тогда вместимость элеватора увеличивается в 2 раза.

*Технология отпуска зерна на заготовительных складах*

Технологическая схема движения зерна при его отпуске через силосы и башню элеватора показана на рис. 6.6 (т. е. разрез А-А башни рис. 6.4).

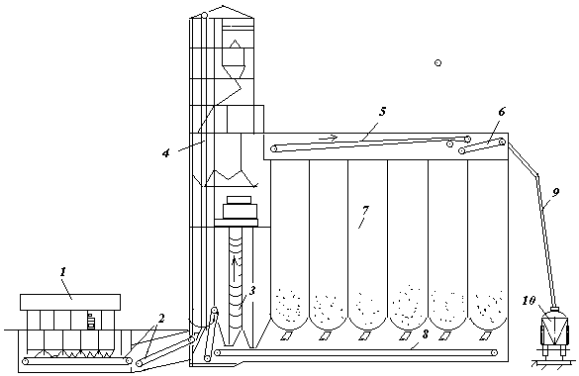



Рис. 6.6. Технологическая схема движения зерна при его отпуске через силосы и башню элеватора:
*1 – помещение для приёма зерна; 2 – ленточные конвейеры; 3 – нории; 4 – башня; 5 – надсилосные конвейеры; 6 – сбрасывающие тележки, 7 – силосы;8 – подсилосные конвейеры; 9 – отпускные трубы; 10 – крытый вагон*

Из силосов зерно ссыпают на подсилосные конвейеры *8*, которые и доставляют его к нории (ковшам) *3*. Затем зерно поднимают наверх башни и взвешивают. Зерно в вагоны *10* поступает из отпускных труб *9*, присоединённых к сбрасывающим тележкам *6* надсилосных ленточных конвейеров *5*. Вдоль отпускных устройств элеватора укладывают один или два железно-

дорожных пути. Вагоны в них передвигают маневровыми лебёдками или локомотивами.

Выгрузку вагонов можно организовать так, чтобы они не простаивали в ожидании ларей, а приёмные конвейеры и ковшовые элеваторы не работали вхолостую во время заполнения ларей. Для этого период освобождения ларей должен быть равен периоду разгрузки и перестановки вагонов, ч:

$$T_{\text{л}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{пер}} = t_{\text{гр}} + (0{,}4...0{,}7)t_{\text{под}},$$

где $t_{\text{гр}}$ – простой вагонов под грузовой операцией, ч; $t_{\text{пер}}$ – время на перестановку вагонов одной подачи, ч; $t_{\text{под}}$ – время одной подачи вагонов, ч (*задаваемая величина*).

Продолжительность освобождения ларей от зерна, ч:

$$T_{\text{л}} = n_{\text{л}} t_{\text{л}},$$

где $n_{\text{л}}$ – число ларей приёма зерна, шт.;

$t_{\text{л}}$ – время освобождения от зерна одного ларя, ч

$$t_{\text{л}} = \frac{1}{60}(t_1 + t_2 + t_3),$$

где $t_1$ – чистое время освобождения от зерна ларя, мин, которое зависит от часовой эксплуатационной производительности ковшового элеватора $П_{экс}$ и количества груза в ларе $q_{\text{в}}$ (нагрузка вагона).

$$t_1 = 60 q_{\text{в}} / \Pi_{\text{экс}},$$

$t_2$ – время истечения остатков зерна до полного освобождения ларя, мин (принимают ≈ 1 мин);

$t_3$ – период между концом выпуска зерна из одного ларя и началом впуска зерна из другого ларя, мин (принимают 0,5…1 мин).

Зная продолжительность разгрузки одного вагона $t_{гр}$, а также уборки и постановки вагонов под погрузку $t_{уб} = t_{под}$, получим необходимое число ларей, шт.:

$$n_{л} = T_{л} / t_{л} .$$

Количество вагонов, разгружаемых одним приёмным конвейером и ковшовым элеватором, шт.

$$n_{в} = t_{гр} / t_{л} .$$

Следовательно, число линий приёмных устройств (ларей, конвейеров и ковшовых элеваторов) для разгрузки вагонов всей подачи (*маршрута*) – $n_{под}$ должно быть, шт.:

$$z = n_{под} / n_{л} .$$

### 6.3. Технология погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы

### The technology of loading of grain cargoes into covered and specialized cars grain carriers

Имеются следующие технологии погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы:

1. Применение *скребкового самоподавателя и передвижных ленточных транспортёров* без взвешивания. При погрузке груза в крытые вагоны (или автомобили) скребковым самоподавателем с транспортерами происходит загрузка приёмной воронки транспортера к самоподавателю в радиусе до 3 м. Перемещение и разравнивание в вагоне (автомобиле) осуществляются вручную. Устройство и принцип работы самоподавателя изучаются на практических занятиях. Количество рабочих в бригаде $n_{раб} = 2$.

2. Применение *отпускных труб элеватора через верхние люки крытого вагона*. Данная технология аналогична технологии погрузки насыпных грузов в крытые вагоны (см. рис. 5.1).

3. Применение *отпускных труб элеватора через верхние люки специализированного крытого вагона-хоппера* модели 19-752, предназначенного для транспортировки зерна (рис. 6.7). Данная технология также аналогична технологии погрузки насыпных грузов в крытые вагоны (см. рис. 5.1). Перевозка зерна в специализированных вагонах-зерновозах (ЗРВ, код 95) является наиболее эффективным способом.

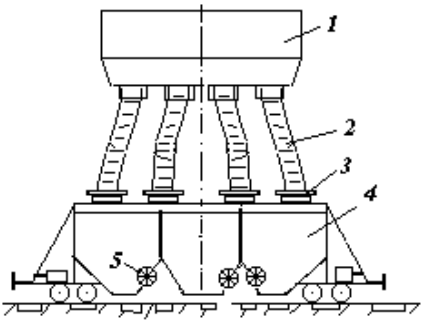



Рис. 6.7. Погрузка зерна через верхние люки вагона-хоппера для зерновоза:
*1 – бункер; 2 – отпускные трубы; 3 – горловина люка; 4 – бункера зерновоза; 5 – приводной штурвал*

Кузов данного вагона имеет шесть бункеров *4* (по три с каждой стороны) с механизмами для открывания и закрывания их крышек при производстве погрузочно-разгрузочных операций. Для обеспечения механизированной погрузки зерна в крыше предусмотрены четыре щелевых загрузочных люка *3*, закрываемых крышками (1 690 × 660 мм) с резиновыми уплотнениями. Каждая крышка оборудована упругими закидками, которые совместно с механизмом запирания (вала и привода) прижимают крышку к горловине люка и предупреждают ее самопроизвольное открывание.

Бункера зерновоза *4* снабжены разгрузочными крышками люков с резиновыми уплотнениями. Каждые два противоположных бункера оборудованы одним рычажным механизмом с

приводным штурвалом *5*, что обеспечивает попарное открывание и закрывание крышек люков и дозированное высыпание зерна.

4. Применение *шнековых погрузчиков* КШП-5 и КШП-7 (колёсно-шнековый погрузчик – см. рис. 1.15) в автомобиль. Управление погрузчиком КШП, регулирование количества подаваемого зерна в кузов автомобиля и подборка остатков зерна вокруг автомобиля производятся машинистом зернопогрузочных машин.

## 6.4. Технология выгрузки зерновых грузов из крытых и специализированных вагонов-зерновозов

## The technology of unloading of grain cargoes from covered and specialized cars grain carriers

Существуют следующие технологии выгрузки зерновых грузов из крытых вагонов:

1. Применение *вагоноразгрузчиков и механических лопат* (рис. 5.14). Технология аналогична второй технологии выгрузки насыпных грузов из крытого вагона (см. рис. 5.14). Отличием является то, что, во-первых, перемещение груза механическими лопатами в вагоне (автомобиле) к вагоноразгрузчику, разравнивание груза на складе в радиусе до 3 м осуществляется вручную грузчиками, а, во-вторых, перемещение груза механическими лопатами в приёмную воронку передвижного транспортёра, разравнивание груза на складе в радиусе до 3 м также осуществляется вручную грузчиками.

2. Применение *инерционно-разгружательной машины* (ИРМ) конструкции ВНИИЖТ (см. рис. 6.8). Здесь закрепление зажимами вагона к платформе ИРМ, открывание дверного проёма вагона, выгрузка зерна до 30 % самотёком, включение механизма качения ИРМ, наблюдение за выгрузкой зерна, выключение механизма качения, раскрепление вагона от платформы ИРМ, закрывание дверного проёма осуществляет машинист зерновыгрузочных машин. Продолжительность выгрузки зерна из четырехосного крытого вагона составляет 10–12 мин. Эту технологию выгодно применять при суточном объёме выгрузки $n_{сут} \geq 20$ вагонов.

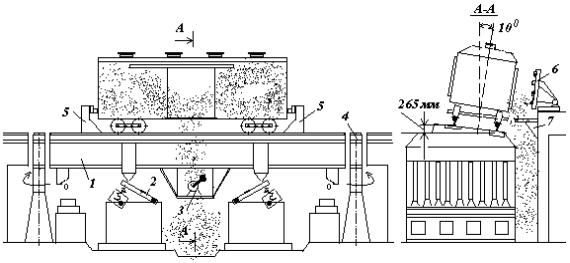



Рис. 6.8. Схематическое представление ИРМ-7 ВНИИЖТа:
*1 – мост-платформа; 2 – рычаг-балансир; 3 – дебалансный вибратор;4 – поворотный «замок» с рельсовой вставкой; 5 – упорный зажим; 6 – щитоотжиматель; 7 – приёмный бункер с тремя выпускными отверстиями*

3. Применение *погрузчиков* МВС-3м, МВС-4м (машины вагонные самоходные), МГУ (машины гусеничные универсальные) и КШП (колёсно-шнековый погрузчик) (рис. 1.16, *а, б*). Здесь выгрузку зерновых грузов самотёком и перемещение их по транспортёру погрузчика в завальную яму или в бункер осуществляют машинист зернопогрузочных машин и грузчик.

4. Выгрузка зерновых грузов из *специализированных вагонов-хопперов* для зерновоза (рис. 6.9). По этой технологии открывание люков бункера *1* (по три с каждой стороны) вагона-хоппера, наблюдение за выгрузкой зерна самотёком, закрывание люков бункера производятся поворотом штурвала *2* вручную грузчиком.




Рис. 6.9. Выгрузка зерна из вагона-хоппера для зерновоза:
*1 – бункер; 2 – штурвал*

# 7. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

## Technica and technology for handling forestry cargoes

Вопросы, изучаемые по данной теме:

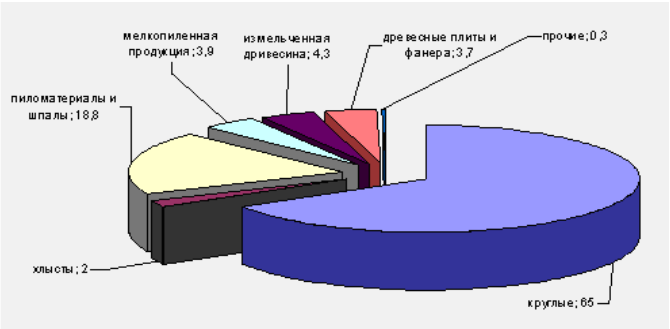
1. Характеристика лесных грузов.
2. Техника и грузозахватные приспособления для лесных грузов.
3. Склады для лесных грузов.
4. Способы пакетирования лесных грузов.
5. Технология погрузки и выгрузки лесных грузов.

### 7.1. Характеристика лесных грузов

### Characteristics of forestry cargoes

Лесные грузы, предназначенные для перевозки, имеют большую номенклатуру и характеризуются разнообразием форм, размеров, объемных и весовых параметров. По условиям сортировки, складирования, формирования пакетов (пачек), по способам размещения и крепления в вагонах лесоматериалы классифицируются на следующие группы (рис. 7.1.):

1. Круглые лесоматериалы длиной 3 м и более;
2. Круглые и колотые лесоматериалы длиной до 3 м;
3. Хлысты и деревья длиной от 8 до 24 м;
4. Пиломатериалы (доски, брусья, шпалы и др.);
5. Мелкопиленная и колотая продукция (тарная дощечка, паркет и др.);
6. Измельченная древесина (технологическая щепа, опилки, стружка);
7. Древесные плиты и фанера;
8. Прочие лесные грузы (дома и их детали, древесный уголь и др.).




7.1. Виды лесных материалов

Лесные грузы различают по породам деревьев:

– хвойные (сосна, ель, лиственница, кедр, пихта, можжевельник);

– лиственные (дуб, бук, берёза, осина, липа, ясень, граб, орех, ивовые, вяз, тополь, ольха).

Номенклатура и сортамент лесных грузов стандартизованы.

К физическим свойствам, влияющим на условия их транспортировки относят:

- влажность (сухие пиломатериалы 10…18 %, полусухие 18…25 %, свежесрубленные или сырые >25 %),
- объемная масса (450…794 кг/м$^3$ ель в сухом и свежесрубленном состоянии, 740…1030 кг/м$^3$ дуб в сухом и свежесрубленном состоянии),
- линейные размеры,
- сорт и др.

*К круглому лесу* относятся брёвна, кряжи, столбы и др., получаемые в результате обрезки стволов деревьев, правильной обработки торцов и очистки от сучьев.

Круглый *длинномерный* лес имеет диаметр от 220 до 360 мм и длину от 6 до 18 м. Круглый лес *средних размеров* имеет диаметр от 140 до 220 мм и длину от 4 до 6,5 м. Круглый *короткомерный* лес имеет диаметр от 200 до 260 мм и длину от 1,5 до 5,5 м. Верхние торцы круглых лесоматериалов, поступающих на хранение, должны иметь маркировку с условными обозначениями по ГОСТу.

*Пиломатериалы* разделяются на доски и брусья. У досок $B \geq 3\delta$, а у брусьев $B \leq 2\delta$ ($B$ – ширина, мм; $\delta$ – толщина, мм). Доски имеют толщину $\delta$ = 13 – 22 мм с шагом $\Delta\delta$ = 3 мм при ширине $B$ = 80–200 мм. При толщине 32 и 40 мм они имеют ширину соответственно 80–250 и 100–250 мм. Брусья имеют толщину 40; 50; 60 мм при ширине 80–100 мм, толщину от 130 до 250 мм при ширине от 130 до 250 мм. Длина досок и брусьев $L$ = 1,0–6,5 м.

Длина круглого и пилёного лесоматериала увеличивается с градацией соответственно 0,5 и 0,25 м в пределах указанных выше размеров длины.

Пиломатериалы по способу обработки подразделяют на *обрезные* и *необрезные*.

По *качеству* лесоматериалы делят на 4 сорта и бессортные. К пиломатериалам также относят клепку, дранку, тарную дощечку и другие материалы.

Основные свойства древесины, влияющие на условия её хранения и транспортировки, – *влажность*, *плотность*, *форма* и *линейные размеры*.

Лесоматериалы могут быть сухими (влажность 10–18 %), полусухими (18– 25 %) и свежесрублёнными сырыми (> 25 %). Степень влажности груза зависит от породы дерева, характеристики места заготовки, времени года. *Плотность* древесины отдельных пород дерева разная. Она зависит от времени заготовки и влажности груза. Плотность $\rho$ колеблется для сухих лесоматериалов от 0,35 (пихта) до 0,76 (граб) т/м$^3$, полусухих от 0,55 (кедр) до 0,97 (граб) т/м$^3$, свежесрубленных от 0,71 (липа) до 1,02 (дуб) т/м$^3$. Масса 1 м$^3$ древесины в зависимости от влажности изменяется для хвойных пород от 0,45 до 0,86 т (свежесрубленный).

Коэффициент заполнения габарита штабеля, или *коэффициент плотности укладки*, – $K_{укл}$ (отношение объёма древесины к объёму штабеля) зависит от толщины брёвен и способа их укладки (без прокладок, пакетами, на прокладках) и колеблется от 0,47 (на прокладках при толщине в верхнем срубе 18–22 см) до 0,72 (без прокладок при толщине 30–40 см).

Отрезки стволов хвойных деревьев длиной до 9 м и толщиной в верхнем отрубе (торце) от 80 до 150 мм называются *подтоварником*. Такие же отрезки толщиной от 3 до 70 мм называются *жердями*.

Заготовки и детали погонажные (наличники, плинтусы, поручни, доски для настилки пола и т. п.) должны поступать в пакетах длиной, соответствующей размерам помещений. Оконные и дверные блоки должны поступать на склад в собранном виде и подготовленными под окраску.

Удельный вес лесных грузов в грузообороте железных дорог составляет более 7 %. Около 50 % перевозимых лесных грузов – круглый лес, 23 % – пиломатериалы, 5 % – шпалы и брусья и 22 % – остальные материалы и изделия из леса. Железные дороги перевозят около половины всех транспортируемых лесных грузов.

### 7.2. Технические средства механизации и грузозахватные приспособления для лесных грузов

*Лес навалом* (*брёвна, перевозимые в штабелях пачками*) перерабатывается козловыми (рис.1.11), мостовыми (рис1.12) и стреловыми (на железнодорожном ходу) (рис.1.13) кранами и автопогрузчиками 4008 и 4028, тракторными погрузчиками (рис.1.9) оснащёнными:

– грейферным захватом (рис.7.2) (для круглого леса изготовляются в виде одинарных, сдвоенных или трёхлапных захватов, пластинчатых или вильчатых), подвешиваемым к специальной поворотной головке;

– виброгрейфером, т. е. грейфером, на который накладывается вибратор.

– полуавтоматическими и ручными захватами.



Рис. 7.2. Грейфер лесной

Для ручной застропки леса навалом используется петлевой или тросовый захват в сочетании с траверсой.

*Круглый лес* в пакетах с полужёсткими стропами типа ПС-04 и ПС-05 можно захватить за проушины перегрузочных устройств:

– полуавтоматическими захватами с $V$ = 4,5 м$^3$ с длиной круглого леса от 1,5 до 6,5 м с одинарными или сдвоенными лапами; с $V$ = 8 м$^3$ с длиной круглого леса 8 м с трёхлапным вильчатым захватом; с $V$ = 10 м$^3$ с длиной круглого леса от 4 до 6,5 м; с $V$ = 12 м$^3$ с длиной круглого леса от 6 до 18 м с трёхлапными или четырёхлапными вильчатыми захватами;

– четырёхзвенным стропом для ручной застропки.

*Пиломатериалы* в основном перевозятся пакетами с многооборотными полужёсткими стропами типа ПС-01 – ПС-03 и перерабатываются:

– автоматическими захватами с поворотными лапами;

– полуавтоматическими захватами;

– пространственными траверсами;

– трёх- и четырёхзвенными стропами для ручной застропки.

*Пиломатериалы*, пакетированные с применением брусково-проволочной обвязки или обвязки стальной лентой, перегружа-

ют специальными шарнирными и автоматическими крановыми манипуляторами-захватами.

Круглый лес и пиломатериалы по железной дороге перевозят в открытом подвижном составе (на платформах 25 % – рис. 7.3, в четырехосных полувагонах примерно 55 % – рис. 7.4) и довольно значительную часть короткомерной деловой древесины и дров в крытых вагонах. При погрузке двух штабелей круглого леса по длине вагона прокладки делаются разной толщины так, чтобы брёвна лежали с наклоном к середине платформы. *Короткомерные круглые лесоматериалы* перевозят обычно в полувагонах с закрытыми торцовыми дверями. Для максимального использования объёма кузова вагона предварительно наращивают по высоте его борта.



Рис. 7.3. Крепление лесных грузов на платформе

Лесоматериалы грузят в подвижной состав *штабелями*, между которыми укладываются прокладки. Штабеля крепят с помощью затёсанных стоек, забиваемых в скобы, имеющиеся на платформе, и увязывают проволокой. При погрузке лесных материалов в полувагоны деревянные стойки по 6–10 шт. устанавливают у каждого борта вагона и прикрепляют их к внутренним скобам кузова проволокой. Нормальная длина стоек – 2,8 м, диаметр в верхнем торце (отрубе) не менее 100 мм. До высоты 2 400–2 500 мм лес укладывается обычным способом, т. е. штабелями с установкой стоек. Эти стойки соединяются попарно средними и верхними проволочными стяжками. Верхняя часть сужённой части габарита подвижного состава нагружается

специально подготовленными и заблаговременно увязанными штабелями «шапкой» трапецеидальной формы, что позволяет грузить в каждый вагон до 15 м$^3$ лесных грузов.



Рис. 7.4. Крепление лесных грузов в полувагонах

## 7.3. Способы пакетирования лесных грузов

## Methods of packaging of forestry cargoes

*Способы пакетирования пиломатериалов*

*Пакеты пиломатериалов* в основном формируют в многооборотных полужёстких стропах типов ПС-01 – ПС-05. Многооборотные полужёсткие стропы типов ПС являются основными средствами пакетирования лесоматериалов. Стропы принадлежат железной дороге, поэтому они хранятся на её складах и выдаются в аренду предприятиям. В стропах перевозится ~58 % всех пакетированных лесоматериалов на железнодорожном транспорте.

Система пакетных перевозок лесоматериалов с применением полужёстких стропов предусматривает рациональные параметры пакетов и блок-пакетов. Блок-пакеты состоят из пакетов, уложенных в два ряда по ширине (2 700 мм) и высоте (3100 мм) и в несколько рядов по длине (от 3600 до 6600 мм). Горизонтальные ряды разделяются прокладками сечением 75×125 мм. Пакеты грузят в полувагоны без стоек, прокладок и дополнительной обрешётки и увязки.

Пакетирование лесоматериалов в многооборотных полужёстких стропах даёт возможность увеличить загрузку подвижного состава на 15 %, повысить производительность труда в

2–3 раза. Время загрузки полувагонов сокращается с 2–3 ч до 40–50 мин. Как правило, вес и длина пакета при перевозке в речных и морских портах больше. Пакеты ещё укрупняют, чтобы рационально использовать ёмкость судна.

Существуют два способа пакетирования пиломатериалов.

*Применение многооборотных полужёстких стропов* ПС-01 – ПС-03.

ПС–01 используется для формирования пакетов длинномерных пиломатериалов (доски, брусья и др.) длиной более 3 м (рис. 7.5, *а*). Размер пакета ПС-01 – 1350×1300 мм.

ПС-02 используется для формирования пакетов пиломатериалов *трапецеидального сечения* «шапок» длиной более 3 м (рис. 7.5, *б*). Размер пакетов ПС-02 – 2700 (*внизу*) × 1250 (*вверху*) × 1200 (*по высоте*) мм.

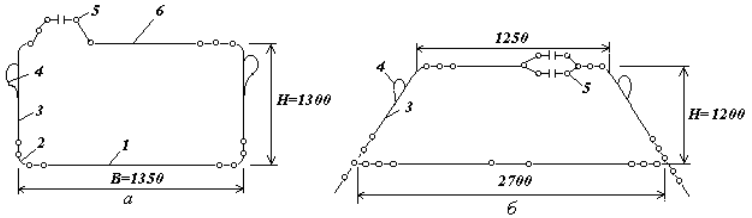



Рис. 7.5. Полужёсткие стропы ПС-01 (*а*) и ПС-02 (*б*):
*1 – нижняя стяжка; 2 – гибкие цепные вставки; 3 – стальные боковые тяги (стяжки); 4 – глухие петли (захватные проушины); 5 – замок соединительный; 6 – верхнее звено (стяжка)*

ПС-03 используется для формирования пакетов из короткомерных пиломатериалов: горбылей, шпал, тарных досок и др. длиной не менее 1 м. Размер пакета ПС-03 – 2 800 × 1 350 мм.

Полужёсткие стропы имеют стальные боковые тяги *3*. Верхние глухие петли *4* на концах тяг играют роль захватных проушин, а за нижние закреплено несущее звено из гибких цепных вставок *2* и нижней стяжки *1*. Соединительное верхнее звено *6* также изготовлено из цепи и стали круглого профиля. Его крепят к захватным проушинам. С помощью замка *5* и закрутки пакет закрепляется в стропах. Грузоподъёмность ПС-01 – ПС-03 – 30 кН. Диаметр прутка ∅16 мм.

Применение *брусково-проволочной обвязки* (рис. 7.6, *а, б*).

Здесь может быть 4 или 6 брусков, которые стягиваются отожжённой стальной проволокой ∅ 6 мм. Чтобы обвязка *3* не соскочила, на брусках делают вырези или на их концы забивают гвозди *4*.

Способ является способом разового использования и самым массовым, применяемым в морских портах. Брусково-проволочная обвязка относится к средствам пакетирования. Длина пакета $L_{\text{пак}}$ = 1,5–6,5 м. На полувагоне размещается 5 пакетов (рис. 7.7).

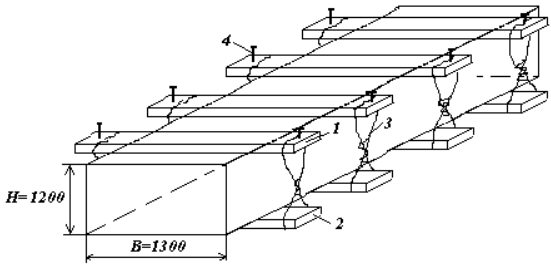



Рис. 7.6, а. Брусково-проволочная обвязка:
*1 и 2 – верхние и нижние бруски; 3 – отожжённые стальные проволоки; 4 – гвозди*




Рис. 7.6, *б*. Погрузка пиломатериалов с использованием брусково-проволочной обвязки

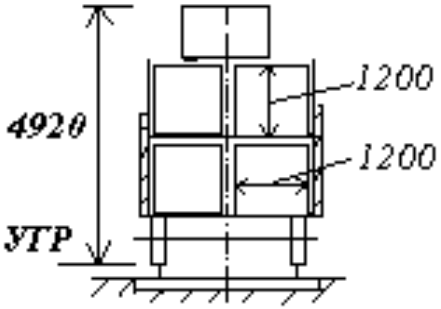



Рис. 7.7. Размещение пиломатериалов в полувагоне

Грузозахватными приспособлениями для грузовых операций являются четырехзвенные стропы и другие специальные приспособления.

Пакетирование пиломатериалов может быть осуществлено с применением металлических обвязочных лент, а также термоусадочных плёнок (ТУП).

Термоусадочные плёнки используют при отправлении пиломатериала на экспорт для исключения случаев его повреждения. При этом машины (автоматические обвязочные станции) обеспечивают не только обвязку, скрепление и обрезку ленты, но и укладку защитных угольников под ленту на кромки пакета, который уплотняется в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Автоматическая машина МОП-1 уплотняет пакет силой до 80 кН, натягивает пакет усилием до 4 кН и выполняет до 200 обвязок за час.

Машины скрепляют концы обвязок проштамповкой фигурных замыкающих вырезок. Для образования транспортных пакетов из досок применяют пакетоформирующие машины. Пакеты древесины высоких сортов упаковывают в плотную битуминированную водонепроницаемую бумагу. Она защищает пиломатериалы от сырости во время перевозки с обеих сторон и торцов, кроме низа пакета, чтобы обеспечить доступ воздуха к древесине и предупредить конденсацию паров.

*Способы пакетирования круглого леса*

Имеются два способа пакетирования круглого леса.

1. Круглый лес пакетируется *многооборотными полужёсткими стропами* типов ПС-04 и ПС-05. При этом ПС-04 изготавливается для формирования пакетов короткомерного круглого леса длиной до 4 м, а ПС-05 – для формирования пакетов брёвен длиной более 4 м. Размер пакетов ПС-04 и ПС-05 2 800 × 1400 мм, и они имеют почти прямоугольную форму (рис. 7.8).

Полужёсткий строп ПС-04 изготавливается из стального прутка ∅ 16 мм, а ПС-05 – ∅ 20 мм, т. е. они различаются только диаметрами прутков. Для компенсации распорных усилий при перевозке круглого леса предусмотрены фиксирующие стяжки.

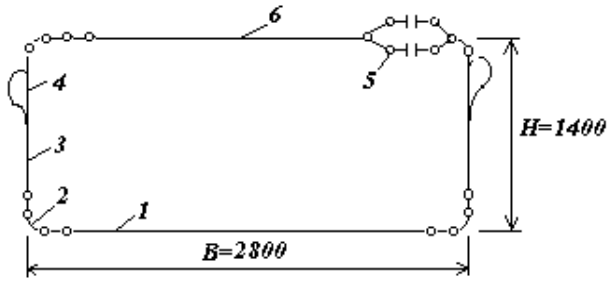



Рис. 7.8. Полужёсткий строп ПС-04:
*1 – нижняя стяжка; 2 – гибкие цепные вставки; 3 – стальные боковые тяги (стяжки); 4 – глухие петли (захватные проушины); 5 – замок соединительный; 6 – верхнее звено (стяжка)*

В полувагоне укладываются два пакета круглого леса штабелями (высота боковых сторон полувагона ~ 1 880 мм), а по длине – в зависимости от длины пакета (внутренний размер полувагона 12 050 мм). Вес пакета у ПС-04 до 30 кН в зависимости от длины пакета короткомерного круглого леса ($L_{пак}$ < 4 м). Вес пакета у ПС-05 75 кН при длине пакета брёвен $L_{пак}$ > 4 м.

Круглый лес пакетируется с помощью синтетических капроновых лент.

Размещение пакетов круглого леса в полувагоне показано на рис. 7.9.

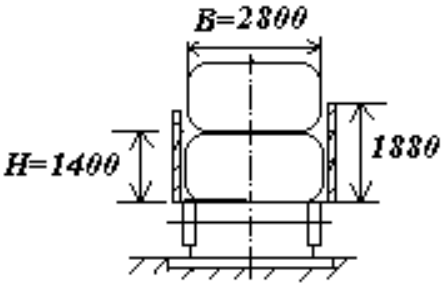



Рис. 7.9. Размещение пакетов круглого леса в полувагоне

### 7.4. Склады для лесных грузов

### Storehouses for forestry cargoes

Склады для лесных грузов подразделяются:
– на производственные склады;
– снабженские;
– лесные склады на местах общего пользования.

При складировании лесоматериалов должны обеспечиваться их сохранность, качество и комплексная механизация перегрузочных операций.

Лесные материалы хранят на открытых складских площадках рассортированными по *сортаментам* (типоразмерам), породам дерева и размерам. Складская площадка должна иметь утрамбованный грунт или различного рода покрытия. Грунтовые и ливневые воды отводят закрытыми дренажами. Лесные склады оборудуют противопожарным водопроводом и инвентарём в соответствии с действующими нормативами. При неправильном длительном хранении в досках и круглом лесе появляются трещины, пиломатериалы коробятся.

*Круглый лес*, который не теряет своего свойства длительное время в любых погодных условиях, складируют на открытых площадках.

*Пиломатериалы* размещают на открытых складах и защищают от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей. *Заготовки и изделия из древесины*, а также *сухие материалы твёрдых лиственных пород* первого сорта хранят в сухих вентилируемых закрытых складах.

Существуют два способа хранения лесных грузов: *штабелями* и *пакетами*.

Рассмотрим эти способы хранения лесных грузов.

Хранение круглого леса штабелями схематически показано на рис. 7.10.

Подштабельное основание подготавливается из некондиционного материала (железобетонные плитки или использованный круглый лес). Оно имеет высоту 250 мм. Начиная со второго ряда, штабель имеет седлообразный вид. Высота штабеля достигает 12 м.

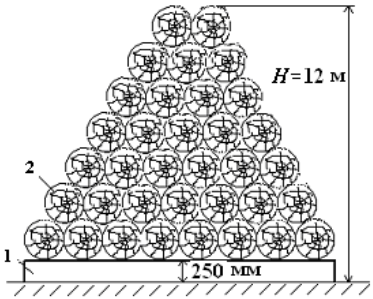



Рис. 7.10. Схема хранения круглого леса штабелями:
*1 – подштабельное основание, 2 – второй, третий и т. д. седлообразно расположенные ряды штабелей*

Хранение круглого леса пакетами схематически показано на рис. 7.11.

Подштабельное основание так же подготавливается из некондиционного материала с высотой 250 мм. Здесь для придания устойчивости пакеты круглого леса обвязывают. Высота штабеля достигает 12 м.

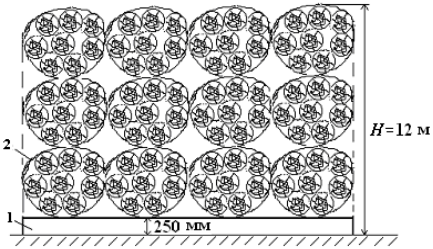



Рис. 7.11. Схема хранения круглого леса пакетами:
*1 – подштабельное основание, 2 – обвязка*

Поскольку лес круглый пожароопасный, то между отдельными штабелями груза оставляется расстояние до 1 м для прохода рабочих, а между группами штабелей – пожарный проезд шириной 5 м для проезда пожарных машин. Через 150 м по длине делаются противопожарные разрывы шириной 25–30 м, которые используются так же, как и автодорога.

Хранение пиломатериала (доски, шпалы и др.) штабелями схематически показано на рис. 7.12.

Подштабельное основание подготавливают из некондиционного материала. Оно имеет высоту до 650 мм, равную высоте толщины снежного покрова. Между каждыми слоями досок устанавливают *2* или *3* подкладки. Высота штабеля достигает 10 м. Сверху штабеля досок делают навесы (крышу) *4*, чтобы на пиломатериалы не попадали дождь или снег.

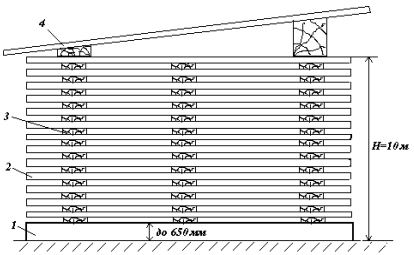



Рис. 7.12. Схема хранения пиломатериала штабелями:
*1 – подштабельное основание; 2 – слой досок; 3 – две или три подкладки; 4 – настил (крыша)*

Хранение пиломатериала пакетами схематически показано на рис. 7.13.

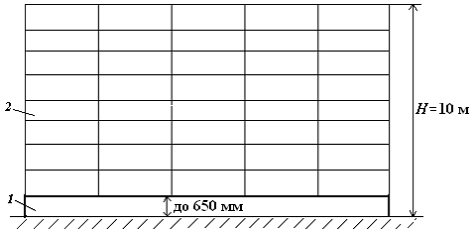



Рис. 7.13. Схема хранения пиломатериала пакетами:
*1 – подштабельное основание; 2 – пиломатериалы в пакетах*

Подштабельное основание также подготавливается из некондиционного материала высотой 650 мм. Высота штабеля достигает 10 м.

При хранении лесоматериалов должны приниматься меры, предохраняющие материал от механических повреждений и растрескивания, заражения грибками и насекомыми, излишнего увлажнения атмосферными осадками. Не реже одного раза в месяц лесоматериалы должны осматриваться лицом, ответственным за их хранение.

Поражённые плесенью или дереворазрушающими грибками лесоматериалы перебирают и в зависимости от их качества помещают в разные штабеля или реализуют.

*Типовые схемы транспортно-грузовых систем и складские операции на лесозаготовительных складах*

Лесозаготовительные склады устраивают вблизи лесопогрузочных мест. На лесозаготовительном складе хранят лес и там же производят пакетирование.

*Средствами погрузки* деревьев в виде стволов с кронами и хлыстов на подвижной состав лесовозного транспорта (в вагоны-хлыстовозы) от места их заготовки до лесоперерабатывающих предприятий (складов) являются тракторные погрузчики на базе гусеничных тракторов с челюстными захватами грузоподъёмностью 65 кН и лесными трехлапными грейферами.

Лес, выгруженный из лесовозного подвижного состава, укладывают в запас. Деревья с кроной очищают от сучьев, ведут раскряжёвку хлыстов на круглые сортаменты, сортировку и штабелирование лесоматериалов, их перемещение к местам переработки.

Для переработки древесины лесоперерабатывающие предприятия имеют специальные машины, оборудование и необходимые сооружения, в том числе электрическую станцию или понизительную подстанцию, ремонтно-механические мастерские, служебные и подсобные помещения, противопожарное оборудование.

Рассмотрим схему лесозаготовительного автоматизированного склада в плане (рис. 7.14).

Грузооборот автоматизированного склада составляет 300 тыс. м$^3$. Склад оборудован мостовым краном *9* пролётом 31,5 м с двумя тележками грузоподъёмностью 300 кН для выгрузки деревьев с кроной из автомобилей и прицепов. Эксплуатационная производительность крана $П_{экс}$ = 1 500 м$^3$/смен. Для обрубки сучьев применена машина *8* типа 2МСГ производительностью более 1 м$^3$/мин.

На складе применяется также сучкорезная машина, обрабатывающая пачку деревьев в объёме полного воза.

После одновременной обработки пачки хлысты из машины передают краном к механизму роспуски пачки *7* для поштучной их подачи на многопильный раскряжёвочный агрегат *5* типа МР-8. Поперечный конвейер *6*, примыкающий к раскряжёвочному агрегату, служит его питателем.

Хлыст, лежащий в гнезде у раскряжёвочных пил, отключает поперечный конвейер-питатель *6*.

Оператор агрегата задаёт программу раскряжёвки хлыста. После раскряжёвки и передачи сортамента (*лесоматериала с определёнными типоразмерами*) на сортировочный конвейер *4* автоматически включается конвейер-питатель *6*, который подаёт новый хлыст в раскряжёвочный агрегат *5*. Производительность раскряжёвочного агрегата $П_{экс}$= 500 м$^3$/смен.

Сортировочный конвейер *4* оборудован сбрасывателями. По нему сортаменты доставляют в карманы-накопители, откуда

козловым двухконсольным краном *2* укладываются в штабеля с последующей погрузкой на полувагоны, отправляемые по железной дороге *1*.

Из технологического цеха *14* материалы и дрова отгружаются с площадки *13* электропогрузчиками ЭП-4004 или ЭП-103.

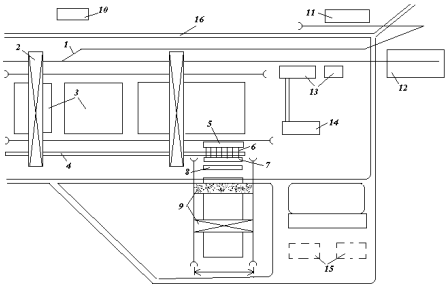



Рис. 7.14. Схема лесозаготовительного автоматизированного склада в плане:

*1 – железнодорожный путь; 2 – двухконсольный козловой кран; 3 – штабеля; 4 – сортировочный конвейер; 5 – многопильный раскряжёвочный агрегат типа МР-8; 6 – конвейер-питатель; 7 – механизм роспуска пачки; 8 – машины типа 2МСГ для обрубки сучьев; 9 – мостовой кран; 10 – пожарное депо; 11 – цех карболитовых плит; 12 – склад ГСМ; 13 – площадка; 14 – технологический цех; 15 – ремонтно-механические мастерские; 16 – автоподъезды*

*Погрузочно-разгрузочными* машинами являются краны кабельные длиной пролёта 100 м и грузоподъёмностью 200 кН.

Типы ПРМ для укладки древесины в штабеля и погрузки в полувагоны: ККУ-10м, ККУ-12,5, ККС-10 и К-305Н (длиной пролёта 32 м, грузоподъёмностью 300 кН и высотой подъёма 10 м).

Выгрузка длинномерного круглого леса из полувагонов осуществляются: со стреловыми кранами с грейфером КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-151, КДЭ-161, КДЭ-261 и т. д., и автопогрузчиками 4008 и 4028 с эксплуатационной производительностью $П_{экс}$ = 1000 кН/ч при перемещении на расстояние 20 м.

## 7.5. Технологии погрузки и выгрузки лесных грузов

## The technology of loading and unloading of forestry cargoes

Лесные грузы в основной своей массе поступают на лесные склады деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, базы снабжения и грузовые дворы железнодорожных станций.

Площадки для выгрузки лесоматериалов на грузовых районах железнодорожных станций располагают в районе переработки тяжеловесных грузов. Это позволяет использовать для грузовых операций с лесоматериалами те же средства механизации, что и для операций с тяжеловесными грузами. Однако чаще площадку лесоматериалов располагают в районе выгрузки навалочных грузов и используют краны, применяемые на этой площадке для переработки навалочных грузов. В этом случае краны оснащают сменными грузозахватами, например, грейфером для перегрузки леса.

Имеются следующие технологии транспортно-грузовых систем для лесных грузов:

− использование *стреловых кранов* на железнодорожном ходу, *автопогрузчиков* 4008 и 4028 при суточном вагонопотоке $n_{сут} > 10$ ваг./сут. Эксплуатационная производительность при данной технологии достигает $П_{экс} = 2300 – 3500$ кН/смен;

− использование *козлового крана* КДКК-10 при суточном вагонопотоке $n_{сут} > 20$ ваг./сут. Эксплуатационная производительность при данной технологии достигает $П_{экс} = 2300 – 3500$ кН/смен;

− использование *козловых кранов на сушильных базах* ККС-10 с пролётом 20–30 м, где лес проходит без разворота на пролётах. Также можно использовать козловые краны ККУ-7,5, ККУ-0 и ККУ-12,5. Данная технология применяется при суточном вагонопотоке $n_{сут} < 40$ ваг./сут;

− использование *мостовых кранов* грузоподъёмностью 50–100 кН и пролётами 22,5 и 25,5 м. Данная технология применяется при суточном вагонопотоке $n_{сут} > 40$ ваг./сут.

*Типовая технология погрузки-выгрузки лесных грузов*

Типовые технологические схемы ТГС для лесных грузов такие же, как и для универсальных контейнеров (п. 5.3, где приведено 5 схем).

На станциях с массовым поступлением лесных грузов оборудуются специализированные площадки, оснащённые козловыми кранами со специализированными грузозахватными приспособлениями (ГЗП) для захвата круглого леса и пиломатериалов (см. рис. 4.8).

Надзор за безопасной эксплуатацией на этих площадках кранов, сменных грузозахватных приспособлений, содержанием их в исправном состоянии, безопасностью производства работ кранами возлагается на ответственное лицо из числа инженерно-технических работников дистанции.

В соответствии с информацией о подаче вагонов с лесными грузами приёмосдатчик груза и багажа определяет место на подкрановой площадке для укладки грузов и знакомит рабочих комплексных бригад с порядком выполнения работ.

Под руководством приёмосдатчика груза и багажа рабочие комплексной бригады упаковывают освободившиеся стяжки для увязки лесоматериалов, полужесткие стропы для пакетированных лесных грузов и стропы для пакетирования других длинномерных грузов для их последующей отправки вагонами или автомобилями в соответствии с указаниями начальника станции.

На выгрузке таких грузов из полувагонов и платформ, как правило, должна быть занята бригада в составе не менее трёх человек (машинист крана и двое рабочих-стропольщиков). Машинист крана (крановщик) в зависимости от рода груза подаёт грузовой крюк или траверсу, грузовую раму с грузовыми крюками или клещевидный захват и тому подобное к месту застропки груза. Стропальщики по приставным лестницам или скоб-трапам полувагона поднимаются на вагон с двух сторон к штабелю груза и, направляя грузозахватные крюки, производят застропку груза. Машинисту крана (крановщику) по команде стропальщика разрешается подъём грузовых захватов после того, как стропальщики удалятся в безопасную зону. Убедившись в правильности захвата и устойчивости груза на подъёмном тросе, перед началом операции машинист крана (крановщик)

должен подать звуковой сигнал и затем осуществлять подъём и перемещение груза на заданный участок склада или в кузов автомобиля.

Выгрузка верхней части груза (круглый лес, пиломатериалы), выложенной по контуру суженной части габарита, так называемой «шапки», возможна в один или несколько приёмов. При выгрузке в один приём застропка «шапки» осуществляется за скобы полужёсткого стропа или под неё подводятся в двух торцах чалочные стропы. В последнем случае проволочную увязку снимают после выгрузки на земле специальными ножницами. При выгрузке в несколько приёмов проволочную увязку снимают непосредственно на полувагоне, но предварительно должны быть установлены предохранительные стойки. Стойки устанавливают в зазоры между бортом полувагона и штабелем груза на глубину не менее 0,75 м вплотную к основным стойкам и закрепляют деревянными клиньями. По высоте предохранительные стойки должны на 0,3 м превышать верхний уровень «шапки». Затем стропальщики подводят с одной стороны вспомогательный трос под нужное количество единиц и надевают концы троса на крюк крана. Далее стропальщики отходят в безопасную зону и подают команду крановщику о подъёме на высоту не более 0,5 м для заведения под пачку груза основных чалочных стропов. По команде машинист крана (крановщик) отпускает груз, стропальщики снимают вспомогательные тросы и надевают основные стропы.

Проверив правильность застропки, стропальщики отходят в безопасную зону и дают команду на подъём груза. Груз поднимают на 0,2–0,3 м и проверяют равномерность натяжения стропов и надёжность обвязки, исключая развал груза при перемещении. При обнаружении неравномерности натяжения стропов и ненадёжной обвязки груз должен быть опущен.

Груз перемещается на высоте не менее 0,5 м выше встречающихся на пути предметов под непосредственным наблюдением стропальщиков.

На площадке пачки груза должны быть увязаны в пакеты и уложены на специально подготовленные прокладки с соблюдением габарита приближения строений. При укладке в штабель непакетированных грузов они должны быть разделены горизон-

тальными прокладками. Для ориентировки поднятого груза (поворота его на крюке) при укладке на склад или в кузов автомобиля стропальщик должен пользоваться *багром* длиной не менее 3 м.

В кузове автомобиля груз увязывают по указанию водителя автомобиля и приёмосдатчика груза и багажа.

## 7.6. Дальнейшее развитие и совершенствование пакетных перевозок лесных грузов

## Long-ranger of development and of perfection of transports packaging of forestry cargoes

Путями дальнейшего развития и совершенствования пакетных перевозок лесных грузов являются:

– внедрение и распространение способов погрузки пакетированных лесоматериалов всех видов с использованием суженной части габарита – «шапки» (позволяет грузить в каждый вагон дополнительно 15 м$^3$ лесных грузов, для перевозки пиломатериалов требуется на 40 % вагонов меньше, чем для круглого леса);

– совершенствование существующих и разработка новых средств пакетирования. Отсутствие стропов для загрузки пакетов круглых лесоматериалов в суженной части габарита требует усовершенствования стропов типа ПС с повышением их прочности и надёжности и пополнения парка новыми видами. Будут использованы наряду с обычными стропами и другие средства пакетирования, в том числе *гибкие стропы* СК, СГ, С, ЛТ и др. Гибкие стропы, изготовленные из синтетических материалов, более удобны в эксплуатации и не подвержены коррозии. Это позволит приблизить формирование пакетов к местам лесоразработок и транспортировать или сплавлять их по рекам до места погрузки на железнодорожный транспорт;

– увеличение веса пакета от 150 до 200 кН и более (большегрузные пакеты в виде крупной грузовой единицы – блок-пакеты) и внедрение для их переработки кранов грузоподъёмностью не менее 200 кН с разработкой технологии формирования блок-пакетов механизированным способом;

– разработка и внедрение более эффективных технологических процессов лесопильно-деревообрабатывающих и лесопереваловочных предприятий, предусматривающих формирование и обвязку пакетов механизированным способом;

– внедрение совершенных полуавтоматических и автоматических захватов для перемещения пакетов и выполнения погрузочно-разгрузочных операций с ними;

– создание специализированных транспортных средств для перевозки пакетированных лесоматериалов.

# 8. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ

**Technica and technology for handling bulk cargoes**

Вопросы, изучаемые по данной теме:

1. Характеристики наливных грузов.
2. Подвижной состав и подготовка его под налив.
3. Пункты налива, слива и их техническая оснащенность.
4. Технология налива и слива наливных грузов.
5. Способы ускорения слива высоковязких и застывающих наливных грузов.
6. Организация работы по наливу и сливу нефтепродуктов на железнодорожном пути необщего пользования

## 8.1. Характеристики наливных грузов

**Characteristics of bulk cargoes**

Наливными грузами называются жидкие грузы, перевозимые железнодорожным транспортом наливом в цистерны, специальную тару, контейнеры и полувагоны-бункеры.

Наливные грузы в зависимости от свойств и назначения объединены в три основные группы:

- нефть и нефтепродукты (керосин, бензин, дизельное топливо, лигроин, мазуты, минеральные масла и др.), которые перевозятся железнодорожным транспортом;
- химические грузы (кислоты, щелочи, сжиженные газы и др.);
- пищевые продукты (растительные масла, спирты, патока и др.).

Самый большой объем наливных грузов (более 90 %) составляют нефтепродукты. В дальнейшем все вопросы будем рассматривать на их примере.

На основе специфических свойств и характеристик эти грузы делятся на три подгруппы: нефть сырая, светлые нефтепродукты и темные нефтепродукты.

Нефтяные грузы обладают специфическими свойствами, определяющими характер их *налива*, *транспортирования* и *хранения*.

К таким свойствам относятся: плотность; вязкость; способность застывать не только при отрицательных, но и плюсовых температурах; лёгкая воспламеняемость; испаряемость; взрывоопасность; электризация (накапливание опасных зарядов статического электричества); ядовитость, которые изучает дисциплина – «Грузоведение».

От *плотности* зависит использование грузоподъёмности цистерн. Плотность мазута – 935 кг/м$^3$, автотракторного масла – 930 кг/м$^3$.

*Вязкостью* называют свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению её частиц под влиянием действующих на них сил. Наибольшая вязкость присуща большинству тёмных нефтепродуктов.

*Температура застывания* – это температура, при которой нефтепродукт теряет подвижность (густеет) и не меняет своей поверхности при наклоне сосуда.

Плотность, вязкость и способность наливных грузов застывать при низких температурах влияют на процессы налива и слива. Некоторые жидкие грузы застывают даже при температуре выше 20 °С (например, гудрон + 45 °С, нефтяная смола + 40 °С, нефтяные битумы + 28 °С). В обычных условиях, чтобы слить нефтепродукты, их необходимо предварительно разогреть или перевозить в специализированных цистернах или полувагонах-бункерах.

Все грузы, перевозимые наливом, подразделяют:

– на *опасные,* перевозимые по специально разработанным правилам;

– *неопасные*, перевозимые на общих основаниях.

К опасным относят грузы, которые в условиях перевозки или хранения могут стать причиной заболевания, отравления, ожогов людей и животных, взрыва, пожара, а также вызвать порчу других грузов, подвижного состава, сооружений и устройств, загрязнение окружающей среды. Такие грузы требуют

соблюдения мер предосторожности при перевозке по особым правилам, которые устанавливает АО «НК «ҚТЖ», и хранении.

Опасные грузы классифицируют согласно ГОСТ 19433–88 «Опасные грузы. Классификация и маркировка» следующим образом:

– класс 1 – взрывчатые материалы (ВМ);

– класс 2 – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;

– класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), т. е. те, которые имеют температуру вспышки до 60 °С;

– класс 4 – легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ), самовозгорающиеся вещества (СВ), вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;

– класс 5 – окисляющие вещества (ОК) и органические переоксиды (ОП);

– класс 6 – ядовитые (токсичные) вещества (ЯВ);

– класс 7 – радиоактивные материалы (РМ) и инфекционные вещества (ИВ);

– класс 8 – едкие или коррозионные вещества (ЕК);

– класс 9 – прочие опасные вещества.

Опасные грузы каждого класса в соответствии с их физико-химическими свойствами, видами и степенью опасности при транспортировке разделяются на подклассы, категории и группы. Так, например, в отношении огнеопасности и опасности взрыва ЛВЖ группируют *по температуре вспышки* их паров при давлении 760 мм рт. ст. жидкости. При этом ЛВЖ, имеющие температуру вспышки до 60 °С, относятся к *легковоспламеняющимся*, а свыше 60 °С – к горючим продуктам, которые являются *пожароопасными*. У некоторых жидкостей температура вспышки ниже нуля. Это *бензин, бензол, ацетон, нефть, спирт, сероуглерод*. Даже при минусовой температуре доступ открытого огня к сосудам с этими жидкостями неизбежно приведёт *к взрыву и пожару*.

К *легковоспламеняющимся* нефтепродуктам относятся бензин, лигроин, сырая нефть, керосин, некоторые сорта дизельного топлива и т. п.

К *горючим* нефтепродуктам с температурой вспышки от 61 °С и выше относятся некоторые сорта дизельного топлива, моторное топливо, флотский мазут, мазут, масла, смазки и т. п.

При перевозках легковоспламеняющихся грузов (бензина и др.), их наливе в цистерны и сливе необходимо соблюдать особые меры пожарной безопасности. Взрыв нефтепродуктов возможен при определенном процентном содержании паров нефтепродуктов в воздухе и поднесении к ним открытого пламени (бензин при содержании паров от 1,1 до 6,0 %, лигроин – от 1,5 до 4,5 %, керосин – от 2 до 3 %, бензолы – от 1,4 до 7,4 %).

Необходимо помнить, что испарение жидкостей происходит тем интенсивнее, чем выше их температура. При температуре $t$ = 40–50 °С начинается кипение бензина.

Пары многих жидкостей обладают отравляющими свойствами и вредны для организма человека. Особую осторожность следует соблюдать при обращении с этилированным бензином, являющимся *сильным ядом*.

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости надо хранить в металлической таре на специальных складах и в кладовых.

Вязкость нефтепродуктов влияет на выбор способа их перевозки и выполнения грузовых операций. Наливные грузы, перевозимые в цистернах, подразделяют на *невязкие*, *слабовязкие* и *высоковязкие*.

*Высоковязкие* нефтепродукты – различные сорта мазутов (кроме смазочного), гудрон, полугудрон, патока, автолы, компрессорное, судовое, авиационное, льняное, подсолнечное, горчичное и другие масла – при наливе и сливе требуют подогрева даже летом. *Слабовязкие* (легкое и тяжелое моторное топливо, мазут флотский и др.) сливаются в теплое время года без подогрева.

*Парафинистые* нефтепродукты подогревают обычно на 10 °С выше температуры их застывания. Чем выше температура жидкости, тем ниже ее вязкость. Плотность жидких грузов

также влияет на скорость истечения жидкости по трубам и, как следствие, на продолжительность налива и слива.

В отношении *разъедания металла* жидкие грузы делят на три группы: *слаборазъедающие*, *сильноразъедающие* и *неразъедающие*. К слаборазъедающим отнесены каменноугольная смола, карболовая, серная кислоты; к сильноразъедающим – азотная, хлорсульфиновая кислоты и др.; к неразъедающим отнесены все остальные жидкие грузы.

Цистерны, подаваемые под налив жидких грузов, должны быть тщательно очищены и полностью подготовлены к перевозке данного груза.

Все специальные и специализированные цистерны имеют соответствующую окраску котлов или цветные полосы и трафареты, свидетельствующие о характере опасности груза («Огнеопасно», «Ядовито», «Едкая жидкость»).

### *8.2. Подвижной состав и подготовка его под налив*

### *Rolling stock and its preparation for pouring cargo*

*Характеристика цистерн*

Цистерны по роду перевозимых наливных грузов (класс 3) – рис. 8.1 – подразделяются на следующие специальные типы:

– цистерны для перевозки бензина с надписью «*Бензин*» (рис. 8.2);

– цистерны для перевозки нефти с надписью «*Нефть*»;

– цистерны для перевозки нефти и бензина. При подаче под налив цистерн для перевозки нефти и бензина *на бензин* они должны пройти подготовительную операцию по очистке, что является длительным процессом. На языке железнодорожников о перевозке нефти говорят *темный налив*, о перевозке бензина – *светлый налив*. Следовательно, цистерны должны пройти очистку для перевозки светлого налива, а для перевозки темного налива очистки не требуется;



Рис. 8.1. Состав с наливным грузом




Рис. 8.2. Вагон-цистерна для перевозки бензина и светлых нефтепродуктов

– цистерны для перевозки мазутов с надписью «*Мазут*»;

– специальные *бункерные полувагоны* (БПВ) для перевозки битумов;

– специализированные для перевозки химических грузов – кислот (рис. 8.3), сжиженных газов – рис. 8.4 и др.). Цистерны для перевозки кислот имеют маркировку «*Кислоты*» (класс 5). При этом состав наливаемого продукта строго должен соответствовать требованиям технических условий на перевозку кислоты.




Рис. 8.3. Вагон-цистерна модели 15-157 для перевозки кислот

Цистерны для перевозки грузов класса 2 – сжатых газов, сжиженных и растворенных под давлением имеют глубокую специализацию по роду этих грузов. Они являются самыми опасными для перевозки и требуют особых мер предосторожности. Грузы класса 2 на цистернах имеют надписи: «*Пропан*», «*Бутан*», «*Сжиженный газ*» и т. п.;




Рис. 8.4. Вагон-цистерна для сжиженных углеводородных газов – пропанов

– специализированные для перевозки *неопасных грузов* – пищевых продуктов (спирт, вино, молоко). Такие пищевые продукты, как патока, растительное масло и некоторые другие, перевозят в специализированных цистернах обычной конструкции.

Наливные грузы перевозят также в *специальных контейнерах*. В зависимости от рода перевозимого груза контейнеры подразделяют на следующие группы:

– для грузов т*екучих*, не требующих специальных устройств для подогрева перед наливом и сливом (кислоты, спирт этиловый и метиловый, органические растворители и др.);

– для грузов *средней вязкости*, требующих устройств для подогрева перед наливом и сливом (масла осветительные и минеральные, некоторые нефтепродукты);

– для грузов *весьма большой вязкости*, заливаемых в горячем состоянии и затвердевающих даже при температуре выше $0^{\circ}$С с превращением в монолит (парафин, фенол синтетический и др.).

Эти специальные контейнеры принадлежат отправителям и получателям грузов, погрузка их на железнодорожный состав и выгрузка с него производятся, как правило, на подъездных путях предприятий.

Контейнеры на платформах или полувагонах перевозят комплектами, и на весь комплект отправитель составляет одну накладную.

*Недостатком* этого способа является *порожний пробег* в обратном направлении.

*Устройство и конструкции подвижного состава с точки зрения налива и слива*

Котёл цистерны располагается на 4- или 8-осных тележках (рис. 8.5).

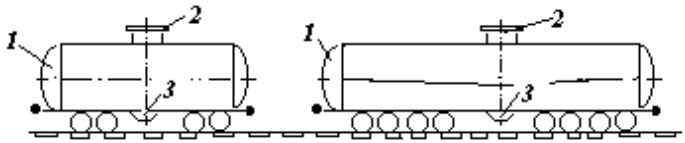



Рис. 8.5. Цистерны на 4- или 8-осных тележках:
*1 – котёл; 2 – крышка; 3 – универсальный нижний сливной прибор*

Цистерна на 8-осных тележках имеет *небольшой уклон* для обеспечения полного слива. Крышки цистерн *2* имеют резиновые уплотнения. На крышки как гружёных, так и порожних цистерн устанавливают ЗПУ. Есть цистерны только с верхним загрузочным люком. Они предназначены исключительно для бензина.

Для перевозок наливных грузов используют цистерны:

– снабжённые универсальным нижним сливным прибором (УНСП) конструкции проф. Л. А. Шадура, О. Г. Бойчевского и Л. С. Сигина, позволяющим сливать все нефтепродукты. Особенность этого устройства в том, что клапан открывается сверху под самой крышей рукояткой. Рукоятка, открывающая УНСП, сделана для того, чтобы исключить его открывание, т. е. ограничить доступ людей, и для обеспечения сохранности груза.

Через УНСП сливают бензин, поскольку он имеет низкую вязкость. Все новые цистерны для перевозки нефти и нефтепродуктов имеют универсальные приборы;

– без нижнего сливного прибора. Груз вливают через верхний люк колпака насосными установками (светлые нефтепродукты – бензин, лигроин и др.).

## 8.3. Пункты налива и слива наливных грузов и их техническая оснащенность

### *Sites for pouring and discharging and their technical equipment*

*Пункты налива (слива)*

Пункты налива (слива) располагаются на местах необщего пользования – на подъездных путях нефтеперерабатывающих заводов, на нефтебазах и складах.

Грузовые пункты налива и слива делятся на нефтебазы и нефтесклады.

*Нефтебазы* – это комплекс сооружений, служащих для приёма, хранения и отпуска значительного количества наименований и сортов нефтепродуктов. Нефтебазы принадлежат к снабженческим организациям. Они делятся на *перевалочные и распределительные*.

*Нефтесклады* – это склады или хранилища, входящие в состав предприятий и транспортных организаций. Например, в локомотивном депо также имеются склады.

*Техническая оснащенность нефтебаз*

На территории нефтебазы расположены зоны:

– слива и налива нефтепродуктов с устройством железнодорожных путей (подъездных, погрузочно-разгрузочных, соединительных и др.), автотранспортных подъездов и проездов, сливно-наливных стояков и эстакад и насосных установок (рис. 8.6);

– хранения, где размещаются резервуарный парк для нефтепродуктов, пеноаккумуляторные и пенореактивные станции,

вырабатывающие пену, необходимую для тушения пожаров в резервуарах в случае их возникновения;

– оперативная, в которой отпускают нефтепродукты мелкими партиями в автоцистерны, контейнеры, бочки и бидоны;

– вспомогательных технических сооружений, куда входят электростанция или трансформаторная подстанция, котельная, водонасосная, механические мастерские, материальный склад и т. п.;

– административно-хозяйственных сооружений;

– очистных сооружений для ливневых вод и сбора пролитых нефтепродуктов.

Нефтесклады *в виде ёмкости* могут быть:

– наземными, у которых днище резервуара или пол здания склада находится на одном уровне или выше планировочной отметки прилегающей площадки (рис. 8.7). Площадкой, прилегающей к резервуару или зданию хранилища нефтепродуктов, считается территория в пределах 3 м от его стен;



Рис. 8.6. Наливной комплекс

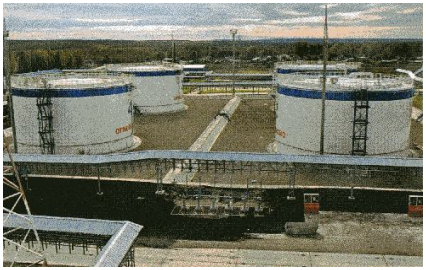


Рис. 8.7. Нефтесклады

– подземными, когда наивысший уровень жидкости в резервуаре находится ниже планировочной отметки прилегающей площадки не менее чем на 0,2 м. К ним также относятся резервуары, имеющие отсыпку не менее чем на 0,2 м выше допускаемого наибольшего уровня жидкости в резервуаре;

– комбинированными.

При перевозках нефти и нефтепродуктов в цистернах для хранения применяют железобетонные и металлические вертикальные резервуары. Светлые нефтепродукты (бензин, лигроин и керосин) хранят в железобетонных резервуарах, а масла – в металлических. Самый простой склад – это наземный бак (резервуар) в виде цистерны (рис. 8.8), покрытой солнцезащитной краской, чтобы бак не нагревался.

Плавающая крыша *2* выполнена из лёгкого материала для того, чтобы по возможности исключить испарения светлых нефтепродуктов с целью обеспечения безопасности при их хранении. К сливному или наливному патрубку (вентилю) *5* присоединяется трубопровод *6*. Смотровое окно *3* предназначено для контроля высоты налива.

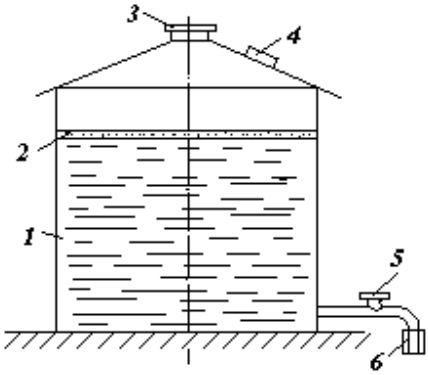



Рис. 8.8. Наземный бак (резервуар):
*1 – бак (резервуар); 2 – плавающая крыша из лёгкого материала; 3 – смотровое окно; 4 – смотровое окно для контроля высоты налива; 5 – сливной или наливной патрубок (вентиль); 6 – трубопровод*

Стояк (колонка) – это устройство для налива и слива (рис. 8.9 и 8.10).

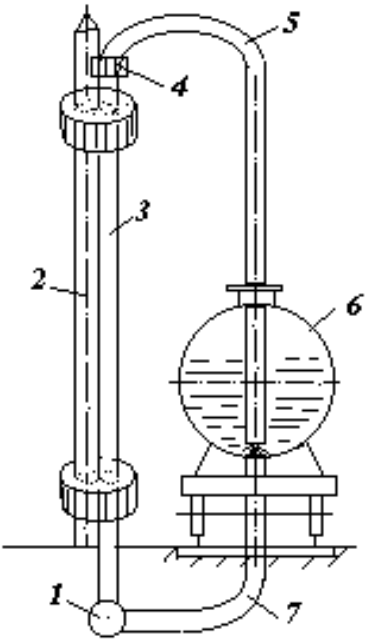



Рис. 8.9. Устройство для налива и слива (стояк):
*1 – система разводящих трубопроводов (коллекторов);*
*2 – стояк; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – поворотная часть трубопровода; 5 – наливные рукава;*
*6 – котёл цистерны, 7 – устройство для слива (патрубок)*

Нефтепродукт через систему разводящих трубопроводов – коллекторов (*англ.* collector – *сборщик*) *1* поступает на склад (в хранилище). К стояку *2* прикрепляется всасывающий трубопровод *3*, соединенный гибким шлангом *5*. Через этот шланг нефть поступает к котлу цистерны *6*. Стояк также снабжен устройством для слива (патрубком) *7*, которое подсоединено к коллектору *1*.



Рис. 8.10. Устройства для налива и слива в наливном комплексе

Налив цистерн через отдельные стояки или из специальных резервуаров производят на станциях с незначительными размерами грузооборота.

*Эстакада сливная или наливная*

Эстакады служат для самотечного и принудительного налива и слива большого количества нефтепродуктов. Эстакада сливная или наливная состоит из ряда стояков (рис. 8.11), от которых с обеих сторон расположены железнодорожные пути и цистерны.

На эстакаде количество стояков (колонок) равно количеству цистерн.

Откидные мостики *8* служат для прохода рабочих. По настилу (мостикам) *9* рабочие могут перейти с эстакады на цистерны.

Эстакады бывают односторонними и двусторонними, а также с одним или несколькими коллекторами, что определяет их перерабатывающую способность.

Эстакады с различным фронтом налива (от нескольких цистерн до целого маршрута) применяют на станциях с большим объёмом работы (100 и более цистерн в сутки). На эстакады нефтепродукты подаются насосами. Для ускорения процесса налива нефтепродуктов на эстакадах применяют различные

автоматические и полуавтоматические устройства, контролирующие налив. К таким устройствам относятся автостопы или пневматические ограничители налива светлых продуктов, которые автоматически прекращают работу насоса при заполнении котла цистерны до определённого уровня.

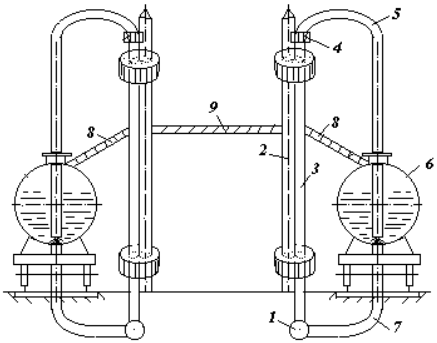



Рис. 8.11. Эстакада:
*1 – система разводящих трубопроводов (коллекторов);*
*2 – стояк; 3 – подводящий трубопровод; 4 – поворотная часть трубопровода; 5 – шланг гибкий; 6 – котёл цистерны,*
*7 – устройство для слива (патрубок), 8 – откидные мостики,*
*9 – настил (мостик)*

## 8.4. Технология налива и слива наливных грузов

## The technology of pouring and discharging bulk cargoes

Технологический процесс с момента подачи вагонов на нефтебазу (склад) до заключительной операции описан в Типовом технологическом процессе работы железнодорожной станции по наливу и сливу нефтепродуктов.

*Технология налива наливных грузов*

Существуют две технологии налива наливных грузов:
– самотечный (самотеком);
– напорный с помощью *погруженных* насосов.

Расположение складов относительно уровня площадок зависит от технологии налива [4].

При напорном способе налива используются центробежные насосы с технической производительностью $П_{тех}$ = 320–700 м$^3$/ч.

*Подготовительные операции перед наливом*. Работники отправителя осматривают поданные цистерны (проверяют ярлыки). Затем рабочий снимает ЗПУ на крышке горловины люка (колпака) цистерны, открывает колпак, заправляет наливные рукава до дна котла, чтобы не допустить пенообразования после налива до отметки, которую знает рабочий, открывает задвижки, после чего начинается налив.

Время на подготовительную операцию составляет $t_{подг}$ = 2 мин/цист.

*Заключительные операции* – это замер уровня налива на самой высокой точке котла мерной линейкой – *метрштоком* (*нем*. палка) после осадки пены (рис. 8.12) или при наличии пены с использованием *пеноизолятора.* Метршток опускают в жидкость через него. Метршток представляет собой трубу ∅ 20–25 мм с длиной шкалы до 340 см. Цена наименьшего деления шкалы – 1 мм. Нижний конец имеет медный наконечник *1*, а верхний – серьгу *2*.

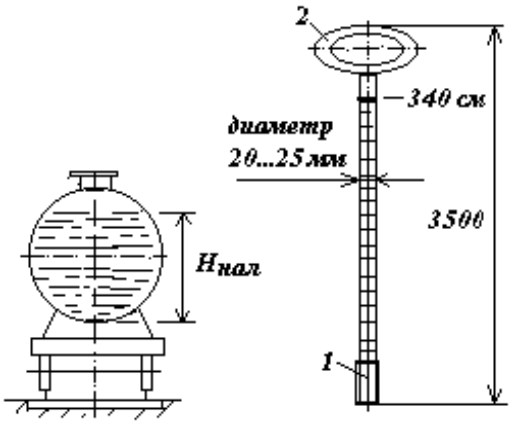



Рис. 8.12. Цистерна, заполненная наливным грузом, и метршток

Высота налива замеряется метрштоком в двух противоположных точках люка (колпака) по продольной осевой линии цистерны не менее двух раз в каждой точке. Расхождение между двумя отсчетами замера не должно превышать 0,5 см. В случае расхождения, превышающего 0,5 см, измерение повторяется. За действительную высоту налива принимается среднее арифметическое результатов замеров, произведенных в двух противоположных точках. Полученный результат округляется до целого сантиметра в сторону увеличения начиная с 0,5 см.

По величине высоты замера $H_{\text{нал}}$ по специальным таблицам калибровки железнодорожных цистерн для каждого типа цистерн определяют объём наливаемого груза (нефти) $V$ (дм$^3$ = 1 л). Зная объём наливаемого груза $V$ по калибровочной таблице и плотность наливного груза $\gamma$ (т/дм$^3$), определяют вес груза, кН:

$$G_{\text{гр}} = \gamma g V; \quad \gamma = \gamma_{20^\circ} - (t_{\text{ф}} - 20^\circ)\alpha,$$

где $\gamma_{20}$ – плотность нефтепродукта при температуре 20°С, т/дм$^3$;

$t_{\text{ф}}$ – фактическая температура груза, определенная одновременно с замером высоты налива, °С;

$\alpha$ – температурная поправка плотности груза на 1 °С·т/дм$^3$, которая приводится в калибровочной таблице в зависимости от стандартной плотности при температуре 20°С.

*Плотностью жидкости* называется ее масса, заключенная в единице объема, $10^3$ кг/дм$^3$ (т/дм$^3$). Нормальной принято считать плотность нефтепродукта при температуре 20 °С, определяемой специальным прибором – *денсиметром*. Эта плотность численно равна удельному весу жидкости, отнесенному к удельному весу воды при 4 °С. Численное значение плотности при любой температуре продукта одновременно равно весу 1 дм$^3$ (литра) этого продукта (в кг) при температуре измерения. Плотность нефтепродукта можно определить без денсиметра – при помощи таблицы средних температурных поправок, приведенной в таблице калибровки железнодорожных цистерн. Например, если плотность при 20 °С 0,75–0,7599, то температурная поправка на 1°С составляет 0,000831. Для этого:

а) по паспорту находят плотность нефтепродукта при +20 °С;

б) измеряют среднюю температуру груза в цистерне;

в) определяют разность между +20 °С и средней температурой груза;

г) по графе температурной поправки находят поправку на 1 °С, соответствующую плотности данного продукта при +20 °С;

д) умножают температурную поправку плотности на разность температур;

ж) полученное в пункте произведение вычитают из значения плотности при 20 °С, если средняя температура нефтепродукта в цистерне выше 20 °С, или прибавляют это произведение, если температура продукта ниже 20 °С.

После определения веса налитого продукта рабочий убирает наливные рукава, закрывает крышку колпака, ставя уплотняющие прокладки, и устанавливает ЗПУ (часть нефтегрузов разрешается перевозить в цистернах без установки ЗПУ: сырая нефть, смазочные масла, мазут и др.).

Время на заключительную операцию составляет $t_{\text{закл}} = 12$ мин/цист.

Время на подготовительно-заключительную операцию составляет $t_{\text{п-з}} = = 14$ мин/цис. Время на подачу (уборку) цистерны сюда не входит.

Для улучшения использования вместимости и грузоподъёмности цистерн нефтепродукты целесообразно загружать *в охлаждённом состоянии*, т. к. при охлаждении нагретых нефтепродуктов в котле цистерны образуется значительное пространство.

Изменение объёма нефтепродукта вследствие теплового расширения

$$\Delta V = V_0 \beta (T_{\max} - T_{\text{н}}),$$

где $V_0$ – объём нефтепродукта при температуре налива $T_{\text{н}}$, м$^3$; $\beta$ – коэффициент объёмного расширения, °С$^{-1}$; $T_{\max}$ – возможная максимальная температура, °С; $T_{\text{н}}$ – температура начальная (при наливе), °С.

*Технология слива наливных грузов*

Имеются два способа слива наливных грузов: *самотёчный* и *принудительный* (*насосом*).

Слив можно осуществить через универсальный нижний сливной прибор (УНСП), предложенный Л. А. Шадуром, О. Г. Бойчевским и Л. С. Сигиным, или через верхний люк колпака с помощью погруженного насоса (*всасыванием*), т. е. выкачиванием.

Самотёчный слив, в свою очередь, бывает *открытый* и *закрытый*.

Открытый слив осуществляется только через УНСП в межрельсовые приёмные железобетонные лотки или в боковые лотки, что требует дополнительного трубопровода.

*Недостатки* открытого способа нижнего слива: теряются наливные грузы, происходит загрязнение самого нефтепродукта и окружающей среды. По этим причинам открытый способ нижнего слива для массового применения не рекомендован.

Самотечный слив через УНСП по трубопроводу показан на рис. 8.13.

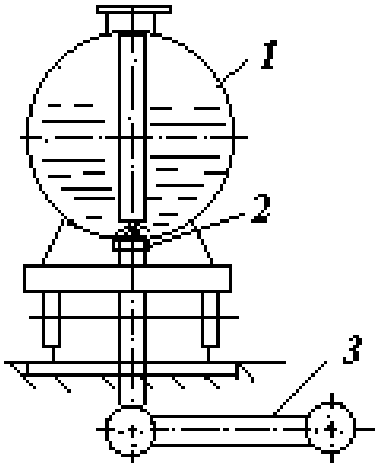



Рис. 8.13. Самотечный слив через УНСП:
*1 – котёл; 2 – УНСП; 3 – трубопровод*

*Принудительный слив* осуществляется сверху только при закрытой крышке через трубопроводы и погружённый насос с обеспечением уплотнения крышки колпаков.

Технология слива *с помощью насосов* (не погружённых) через УНСП:

– отворачивают нижнюю крышку УНСП и к нему подсоединяют нижний патрубок;

– вначале рабочий снимает ЗПУ и открывает крышку горловины люка (колпака) с резиновыми уплотнениями, затем поворотом верхнего конца штанги УНСП на 7 оборотов открывает клапан, имеющий уплотнительное кольцо из резины. После этого подключается насос (при сливе светлых нефтепродуктов – бензина, лигроина, керосина) и начинается слив наливного груза через отверстия УНСП ∅ 200 мм.

– после завершения слива рабочий поворотом *верхнего конца штанги* прибора закрывает клапаны, закрывает крышку колпака цистерны, устанавливает ЗПУ, забирает патрубок и закрывает нижнюю крышку УНСП.

*Расчёт времени простоя цистерн при наливе (сливе) нефтепродуктов*

Простой цистерн одной подачи при *нижнем сливе* нефтепродуктов самотёком, ч/под.:

$$t_{\text{гр}} = \frac{n_{\text{ц}} G_{\text{ц}}}{n_{\text{к}} 3600\, A_{\text{тр}} \gamma g v_{\text{ср}}} + t_{\text{п-з}},$$

где $n_{\text{ц}}$ – количество цистерн, шт.; $G_{\text{ц}}$ – вес сливаемого нефтепродукта, кН;

$n_{\text{к}}$ – количество одновременно подключённых трубопроводов, шт.; $\gamma$ – объемная масса нефтепродуктов, т/м$^3$; $A_{\text{тр}}$ – площадь поперечного сечения коллектора, м$^2$ (диаметр коллектора 200 мм); $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения по коллектору, м/с. Скорость движения зависит от рода продукта и типа насосов и колеблется от 1 до 2,65 м/с. Меньшая скорость у мазута и некоторых масел, а максимальная – у керосина и бензина.

Простой цистерн при нижнем сливе тёмных нефтепродуктов без предварительного разогрева самотёком, ч/под.:

$$t_{\text{гр}} = \frac{C_{\text{ц}}}{3600\,\psi A_{\text{тр}}\gamma g v_{\text{ср}}} + t_{\text{п}-\text{з}},$$

где $C_{\text{ц}}$ – вместимость (ёмкость) цистерн, кН/цис.; $\psi$ – коэффициент сжатия струи по Вейсбаху ($\psi \cong 0{,}6$); $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость истечения нефтепродукта, м/с,

$$v_{\text{йд}} = \frac{\varphi}{2}\sqrt{2gh},$$

где $\varphi = 0{,}97$ – скоростной средний коэффициент (для разогретых вязких нефтепродуктов $\varphi = 0{,}95$); $h$ – высота столба нефтепродуктов в цистерне, м; $g$ – ускорение свободного падения, м/с$^2$.

Время на установку каждой очередной цистерны под налив (слив) к стояку: $t_{\text{подг}} = 2$ мин/цист., $t_{\text{закл}} = 12$ мин/цист. Поэтому подготовительно-заключительное время, ч/под.:

$$t_{\text{п–з}} = n_{\text{под}}\frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{закл}}}{60},$$

где $n_{\text{под}}$ – количество вагонов в одной подаче, ваг./под.

### *8.5. Способы ускорения слива высоковязких и застывающих наливных грузов*

### The methods of speeding up discharging high viscosity and solidifying bulk cargoes

*Средства перевозки высоковязких и застывающих наливных грузов*

К высоковязким и застывающим грузам, т. е. грузам, которые плохо сливаются, относятся мазуты, смазочные масла, битумы, твёрдые нефтебитумы, нефтяные кокс и воск, пек нефтяной и другие грузы с аналогичными физико-химическими свойствами.

Твёрдые нефтебитумы, нефтяные кокс и воск, пек нефтяной, т. е. продукты нефти с высоким содержанием парафина, перевозят в крытых вагонах, полувагонах и на платформах.

Для облегчения слива мазутов, смазочных масел и других высоковязких грузов созданы цистерны с наружной подогревательной рубашкой (кожухом). Рубашка расположена в нижней части котла. Она образуется стенками котла и наружным листом, связанными между собой каркасом из углового проката. Поверхность обогрева цистерны грузоподъёмностью 670 кН составляет 40 м$^2$, а тара вагона – 244,7 кН. Сливной прибор этой цистерны вместо резинового уплотнительного кольца клапана имеет медное кольцо, что обусловлено высокой температурой наливаемого в котел груза и большой его вязкостью.

Достоинства таких цистерн – в значительном сокращении времени слива; устранении обводнении груза, происходящего при его разогреве острым паром, подводимым непосредственно к грузу; уменьшении расхода пара.

К недостаткам можно отнести увеличение тары на 10 кН, вызванное устройством рубашки, используемой только при сливе высоковязких грузов.

Установлено, что в тёплый период года мазут должен иметь температуру +25 $^\circ$С, а в холодный − +5 $^\circ$С.

Битумы перевозятся в бункерных полувагонах (БПВ) с паровой рубашкой (конструкция инж. А. А. Скорбященского), в цистернах-термосах и в специализированных контейнерах.

БВП представляют собой четырехосную платформу, на которой расположены 3 или 4 бункера (котлы – цистерны-бочки) – рис. 8.14.

Размеры, показанные на рис. 8.14, относят к котлу типа 35а объёмом 13,370 дм$^3$ одного котла. В настоящее время БПВ состоят из 3 котлов объёмом 18,3 м$^3$ каждый. Вид с торца БПВ показан на рис. 8.15.

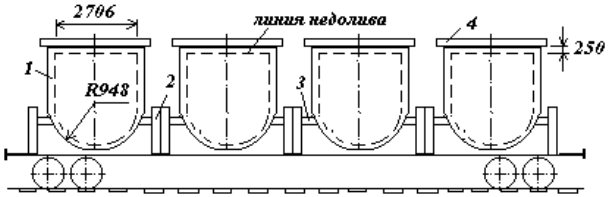



Рис. 8.14. Бункерные полувагоны:
*1 – бункер с двойной стенкой (паровой рубашкой) для подвода пара; 2 – опора с механизмами поворота котла; 3 – балка или ось, на которой закреплены котлы; 4 – крышка бункера*

Бункерные полувагоны в основном предназначены для перевозки битума, т. е. нефтепродукта с большим процентом парафина.

Бункерные полувагоны заполняют с недоливом на 250 мм до верхних кромок бортов. Температура наливаемого груза не должна превышать 150 ˚С при наливе. Битум застывает (загустевает) при $t$ = +80 ˚С и превращается в монолит, за исключением жидкого «ядра» внутри жидкой массы.

После налива отправитель обязан закрыть крышки бункера. Грузоотправитель, производящий налив нефтебитума в БПВ, должен оборудовать фронты налива устройствами, защищающими от попадания атмосферных осадков в бункеры.

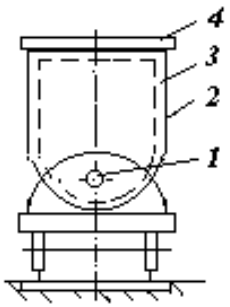



Рис. 8.15. Вид с торца БПВ:
*1 – ось вращения бункера; 2 – бункер; 3 – двойная стенка (паровая рубашка); 4 – крышка*

*Технология слива высоковязких и застывающих наливных грузов*

Бункерные полувагоны имеют двойные стенки, которые образуют паровую «рубашку». Эти стенки поворачиваются на полуосях и удерживаются в вертикальном положении крючками. На внешней стене каждого бункера имеется закрепленный в «рубашку» патрубок для впуска пара. Верхняя часть бункера закрывается двустворчатыми крышками. В пунктах слива к патрубкам бункера присоединяют шланги. Для подогрева бункера в пространство между стенками по шлангам подаётся пар. Пар вводят осторожно, медленно открывая впускной вентиль. Время разогрева – 30–40 мин. При этом пар подплавляет тонкий слой битума, прилегающий к нагретым стенкам бункера. Затем бункер поворачивается на 90° направо или налево. При опрокидывании бункера этот груз отдельными *глыбами* вываливается в приёмную яму или на площадку. Так происходит процесс ускоренного слива нефтепродукта.

Существенный *недостаток* бункерного полувагона – тяжёлая тара.

В случае повреждения внутренней обшивки и заполнения паровой рубашки битумом удаление последнего производится следующим образом:

– до установки полувагона бункера под разогрев битума необходимо в боковой наружной обшивке каждого бункера в верхней его части вырезать посередине с одной стороны прямоугольное отверстие размером 100×150 мм, а с другой стороны – круглое отверстие для приварки штуцера, аналогичного имеющемуся на бункере. Прямоугольное отверстие необходимо вырезать с той стороны бункера, на которую он будет наклоняться для слива разогретого битума;

– после подачи полувагона бункера под очистку следует заклинить колёсные пары, наклонить бункер до крайнего упора в сторону котлована, закрепить его, присоединить паровой рукав к штуцеру, впустить пар и разогреть битум в паровой рубашке до полного его удаления.

*Особенности налива и слива высоковязких и застывающих наливных грузов*

*Высоковязкие и застывающие наливные грузы имеют следующие особенности:*

− необходимо разгружать бункерные полувагоны последовательно, т. е. вначале первый бункер, потом второй и в конце третий. Одновременная разгрузка двух или более вагонов запрещается, так как при этом они могут опрокинуться. Бункерные полувагоны разогреваются вместе, а слив происходит поочередно.

− центр масс груженого бункера расположен выше оси вращения, а порожнего – ниже его оси вращения (рис. 8.16).

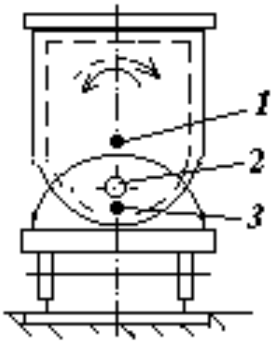



Рис. 8.16. Расположение центра масс груженого и порожнего бункера:
*1 – центр масс груженого бункера; 2 – ось вращения бункера; 3 – центр масс порожнего бункера*

Такое расположение центра масс облегчает опрокидывание загруженного и способствует возвращению порожнего бункера в исходное положение.

После разгрузки бункеров-полувагонов получатель должен принять меры к удалению остатков груза, закрыть крышки клапанов и запломбировать их.

# 9. ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОГРУЗОЧНО-ВЫГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ГРУЗОВОМ ПУНКТЕ

## 9.1. Методы расчёта потребности и технической оснащённости грузовых пунктов

Постановка задачи

К технической оснащённости грузовых пунктов (ГП) относятся:

– погрузочно-разгрузочные машины (ПРМ);

– строительные сооружения (путевое развитие, склады, подкрановые пути, склады горюче-смазочных материалов (ГСМ), если ПРМ приводится от двигателей внутреннего сгорания, автопроезды, линии освещения и линии электропередач;

– вспомогательное оборудование – грузозахваты, рыхлители для сыпучих грузов, вибраторы для очистки вагонов от остатков грузов; поддоны для перевозки тарно-штучных грузов.

Потребная техническая оснащённость означает, что рассчитанные количества ПРМ, площадь склада, длина погрузочно-разгрузочного фронта должны обеспечить выполнение заданного объёма работы ГП по погрузке, выгрузке и сортировке грузопотока.

Необходимость выполнения таких расчётов возникает в случаях:

– необходимости строительства новых грузовых пунктов. Эти расчёты выполняются проектными организациями, где работают инженеры-эксплуатационники, и при выполнении курсовой работы в неполном объёме;

– выполнения реконструкции существующих объектов или ГП в случаях, когда возрос объём перевозок и площадь склада не позволяет осуществить выполнение заданного объёма работы ГП за требуемое время.

### *9.1.1. Расчёт суточных грузопотоков, вагонопотоков и контейнеропотоков, перерабатываемых на грузовом пункте*

*Расчёт веса груза и количества вагонов в подаче*

Грузопоток – это количество грузов, перевезённых отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период, $G_{сут}$, кН/сут.

Контейнеропотоки – это перевозка грузов в контейнерах отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период – $u_{сут,}$ конт./сут.

Вагонопотоки – это перевозка грузов в вагонах отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период – $n_{сут}$, ваг./сут.

*Расчёт грузопотоков*

Суточный грузопоток зависит от годового грузопотока, неритмичности работы транспортных организаций и неравномерности работы предприятий:

$$G_{\text{сут}} = \frac{G_{\text{год}} k_{\text{н}}}{365}, \qquad (9.1)$$

где $G_{\text{сут}}$ – годовой объём грузопотока по прибытию, отправлению и сортировке транзитных грузов (*задаваемая величина*), кН/год;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности поступления грузов на склад, принимаемый в зависимости от рода груза по табл. 9.1.

Таблица 9.1

Коэффициент неравномерности поступления грузов и средняя статическая нагрузка вагона

| Грузы | $k_н$ | $Q_{ст}^{в}$, кН/ваг. |
|---|---|---|
| Тарно-штучные | 1,05…1,08 | 200…250 |
| Универсальные | 1,05…1,08 | конт./ваг. |
| контейнеры | 1,05…1,010 | 400…500 |
| Тяжеловесные | 1,10…1,20 | 600…660 |
| Уголь, руда | 1,10…1,20 | 400…550 |
| Лесоматериалы | 1,10…1,50 | 630…680 |
| Инертно-строительные | 1,10…1,30 | 400…460 |
| Железобетонные трубы | 1,10…1,30 | 450…660 |
| Железобетонные плиты | 1,10…1,30 | 480…600 |
| Нефтепродукты | 1,05…1,20 | 550…680 |
| Металлопродукция | 1,10…1,30 | 500…550 |
| Кирпич на поддонах | 1,10…1,25 | 400…450 |
| Стекло строительное в СК | 1,10…1,20 | 500…640 |
| Насыпные грузы в МК | 2,00…3,00 | 400…680 |
| Зерновые грузы насыпью | | |

*Расчёт суточного контейнеропотока*

Суточный контейнеропоток $u_{сут}$ зависит от суточного грузопотока $G_{сут}$ и типа контейнеров (среднетоннажный или крупнотоннажный):

$$u_{сут}^{пр,от,с} = \frac{G_{сут}^{пр,от,с}}{Q_{ст}^{к}}, \qquad (9.2)$$

где $Q_{ст}^{к}$ – средняя статическая нагрузка одного контейнера, кН, принимаемая в зависимости от вида контейнеров.

Единица измерения $u_{\text{сут}}$ – услов. конт./сут для среднетоннажных контейнеров и физ. конт./сут для крупнотоннажных контейнеров.

*Расчёт суточных порожних контейнеров.*

Если $G_{\text{год}}^{\text{пр}} > G_{\text{год}}^{\text{от}}$, то рассчитывают количество отправленных после выгрузки порожних контейнеров («избыток» порожних), конт./год

$$u_{\text{пор}}^{\text{от}} = u_{\text{сут}}^{\text{пр}} - u_{\text{сут}}^{\text{от}}. \qquad (9.3)$$

Если $G_{\text{год}}^{\text{пр}} < G_{\text{год}}^{\text{от}}$, то рассчитывают количество прибывших под погрузку порожних контейнеров («недостаток» порожних) (конт./год)

$$u_{\text{пор}}^{\text{пр}} = u_{\text{сут}}^{\text{от}} - u_{\text{сут}|}^{\text{пр}}. \qquad (9.4)$$

Общее количество контейнеров, перерабатываемых в течение суток

$$u_{\text{сут}} = u_{\text{сут}}^{\text{пр}} + u_{\text{сут}}^{\text{от}} + u_{\text{сут}}^{\text{с}} + u_{\text{пор}}^{\text{пр,от}}, \qquad (9.5)$$

где $u_{\text{сут}}^{\text{пр}}$ – суточный контейнеропоток по прибытию; $u_{\text{сут}}^{\text{от}}$ – суточный контейнеропоток по отправлению; $u_{\text{сут}}^{\text{с}}$ – суточный контейнеропоток по сортировке транзитных грузов; $u_{\text{сут}}^{\text{пор}}$ – количество суточных порожних контейнеров.

Годовой контейнеропоток с учётом порожних контейнеров, конт./год

$$u_{\text{год}} = 365\, u_{\text{сут}}. \qquad (9.6)$$

*Расчёт суточного вагонопотока*

*Суточный вагонопоток* $n_{\text{сут}}$, ваг./сут, – это количество вагонов, прибывших на станцию назначения, которые необходимо подавать на грузовой пункт для дальнейшего выполнения грузовых операций в течение суток.

*Суточный вагонопоток* для всех грузов, кроме контейнеров, определяют по видам грузовых операций, ваг./сут:

$$n_{\text{сут}}^{\text{пр, от, с}} = \frac{G_{\text{сут}}^{\text{пр, от, с}}}{Q_{\text{ст}}^{\text{в}}}. \qquad (9.7)$$

где $Q_{\text{ñò}}^{\text{â}}$ – средняя статическая нагрузка вагона (кН/ваг.).

Суточный вагонопоток *для контейнеров* определяют отдельно по прибытию (выгрузка), отправлению (погрузка) и сортировке транзитных контейнеров, ваг./сут

$$n_{\text{сут}}^{\text{пр}} = \frac{u_{\text{сут}}^{\text{пр}} + u_{\text{пор}}^{\text{пр}}}{u}; \quad n_{\text{сут}}^{\text{от}} = \frac{u_{\text{сут}}^{\text{от}} + u_{\text{пор}}^{\text{от}}}{u}; \quad n_{\text{сут}}^{\text{с}} = \frac{u_{\text{сут}}^{\text{с}}}{u}, \qquad (9.8)$$

где $u$ – количество контейнеров в вагоне (усл. конт./ваг. или физ. конт./ваг.).

Для среднетоннажных контейнеров $u$ принимается равным 10 усл. конт./ваг. Среднетоннажные контейнеры в основном перевозятся на полувагонах (ПВ) грузоподъёмностью 620 кН, а также на платформах (ПЛ) с металлическими бортами с грузоподъёмностью 620 кН.

На один полувагон или на одну платформу будет размещено по 4 контейнера пятитонных в два ряда и один поперек, т. е. $u$ = 5 физ. конт./ваг.

Для крупнотоннажных контейнеров $u$ принимается равным 1, 2, 3, 4 или 6 физ. конт./ваг. в зависимости от тоннажности контейнера и типа подвижного состава.

Крупнотоннажные контейнеры перевозятся на платформах (ПЛ) и специализированных платформах с грузоподъёмностью 600 кН (60 тс). На специализированных платформах будут размещены по три 10 и по два 20 (или 24) тонных контейнера, т. е. $u = 4$ физ. конт./ваг.

*Расчёт веса груза, количества контейнеров и вагонов в подаче*

*Подача вагонов* $m$, под./ваг. – это маневровая операция (вагоны со станции назначения подаются на подъездные пути грузового пункта).

*Вес груза в подаче* $G_{\text{под}}$, кН/под. – это вес всех подаваемых под погрузку (выгрузку) на ГП грузов, который определяется в зависимости от суточного грузопотока $G_{\text{сут}}$ и количества подач вагонов в сутки:

$$G_{\text{под}} = \frac{G_{\text{сут}}}{m}. \qquad (9.9)$$

Здесь $m$ – количество подач вагонов в сутки, т. е. число, показывающее, сколько раз в течение суток будет осуществлена подача и уборка вагонов под погрузку (выгрузку) на ГП. Оно выбирается в зависимости от суточного потока:

$m = 1$ или 2 при $5 < n_{\text{сут}} \le 15$;

$m = 3$ при $15 < n_{\text{сут}} \le 25$;

$m = 4$ при $n_{\text{сут}} \ge 25$.

*Количество контейнеров в подаче* $u_{\text{под}}$, физ. конт./под. – это количество подаваемых под погрузку (выгрузку) на ГП контейнеров в одной подаче с учётом порожних. Оно определяется в зависимости от суточного контейнеропотока $u_{\text{сут}}$ и количества подач вагонов в сутки $m$ по видам грузовых операций:

$$u^{\text{пр}}_{\text{под}} = \frac{u^{\text{пр}}_{\text{сут}} + u^{\text{пр}}_{\text{пор}}}{m}, \quad \text{если} \quad G^{\text{пр}}_{\text{год}} < G^{\text{от}}_{\text{год}}, \quad \text{принимая}$$

$$u^{\text{от}}_{\text{под}} = u^{\text{пр}}_{\text{под}}; \qquad (9.10)$$

$$u_{\text{под}}^{\text{от}} = \frac{u_{\text{сут}}^{\text{от}} + u_{\text{пор}}^{\text{от}}}{m}$$; если $G_{\text{год}}^{\text{пр}} > G_{\text{год}}^{\text{от}}$, принимая

$$u_{\text{под}}^{\text{пр}} = u_{\text{под}}^{\text{от}}; \tag{9.11}$$

$$u_{\text{под}}^{\text{с}} = u_{\text{сут}}^{\text{с}} \big/ m . \tag{9.12}$$

*Количество вагонов в подаче* $n_{\text{под}}$, ваг./ под., – это число одновременно подаваемых маневровым локомотивом вагонов под погрузку (выгрузку) на ГП. Оно определяется в зависимости от суточного вагонопотока $n_{\text{сут}}$ и количества подач вагонов в сутки $m$ по видам грузовых операций:

$$n_{\text{под}} = n_{\text{сут}} \big/ m . \tag{9.13}$$

### *9.1.2. Расчёт суточных объёмов работы погрузочно-разгрузочных машин на грузовом пункте с учётом прямого варианта*

*Суточный объём работы* погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ), кН/сут, складывается из объёмов работы по вагонам и автомобилям

$$G_{\text{сут}}^{\text{р}} = G_{\text{сут}}^{\text{ваг}} + G_{\text{сут}}^{\text{авт}} . \tag{9.14}$$

*Прямой вариант переработки грузов* – это такой вариант, когда грузы перемещают из одного вида транспорта в другой, минуя склад. Прямой вариант учитывается коэффициентом прямого варианта $K_{\text{пр}}$, который изменяется в пределах $0 < K_{\text{пр}} < 1$. Коэффициент $K_{\text{пр}}$ показывает долю груза, который перерабатывается по прямому варианту.

Рассмотрим следующие случаи.

1. $K_{\text{пр}} = 0$. Здесь весь груз погрузочно-разгрузочными машинами перемещается на склад, а затем теми же ПРМ этот

груз погружают в автомобиль. Схематически этот случай показан на рис. 9.1 и 9.2.

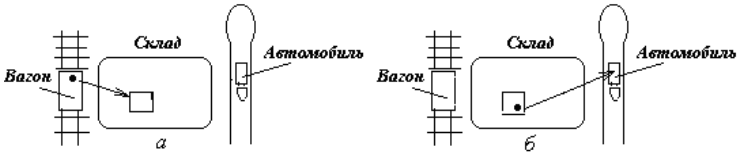



Рис. 9.1. Схема перемещения груза ПРМ

В этом случае объём работы ПРМ, кН/сут:

а) $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = 2G^{\text{пр}}_{\text{сут}}K_{\text{доп}}$, если груз прибыл по железной дороге (рис. 9.1, *а*) и отправляется автомобилем (рис. 9.1, *б*). Здесь $K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные операции (перевалка и др.), выполняемые на складе, и принимаемый равным 1,10…1,15;

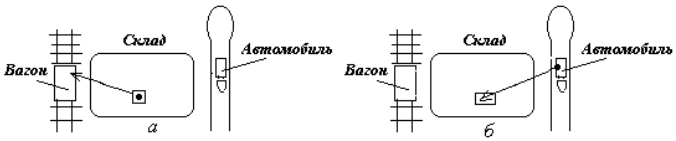



Рис. 9.2. Схема перемещения груза ПРМ

б) $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = 2G^{\text{от}}_{\text{сут}}K_{\text{доп}}$, если груз отправляется по железной дороге (рис. 9.2, *а*) после доставки автомобилем (рис. 9.2, *б*).

2. $K_{\text{пр}} = 1$. Здесь весь груз, минуя склад, из вагона погрузочно-разгрузочными машинами перемещается в автомобиль. Схематически этот случай показан на рис. 9.3.

В этом случае объём работы ПРМ, кН/сут:

а) $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = G^{\text{пр}}_{\text{сут}}K_{\text{доп}}$, если груз прибыл по железной дороге и перегружается в автомобиль;

б) $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = G^{\text{от}}_{\text{сут}}K_{\text{доп}}$, если груз отправляется по железной дороге после доставки автомобилем.

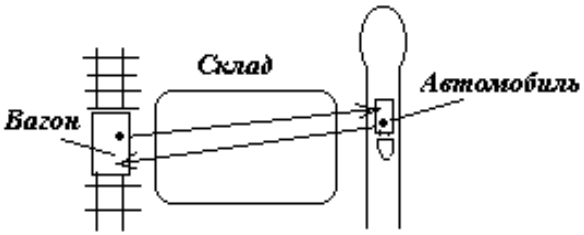



Рис. 9.3. Схема перемещения груза ПРМ

3. $0 < K_{\text{пр}} < 1$. Это соответствует случаю, когда часть прибывшего по железной дороге груза погрузочно-разгрузочными машинами перемещается в автомобиль, минуя склад, $G_{\text{сут}}^{\text{пр}} K_{\text{пр}}$, где $K_{\text{пр}} < 1$, а оставшийся в вагоне груз $Q_{\text{сут}}^{\text{пр}}(1 - K_{\text{пр}})$ вначале выгружается на склад, а затем перемещается в автомобиль в том же объёме. Схематически этот случай показан на рис. 9.4.

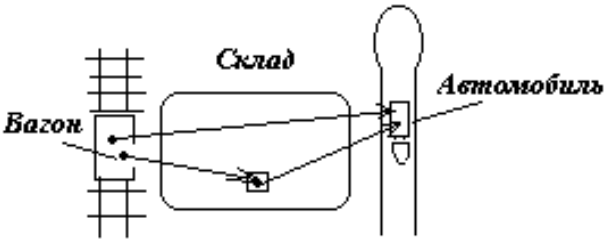



Рис. 9.4. Схема перемещения груза ПРМ

В этом случае суточный объём работы ПРМ, кН/сут:

$$G_{\text{сут}}^{\text{р}} = [G_{\text{сут}}^{\text{пр}} K_{\text{пр}} + 2G_{\text{сут}}^{\text{пр}}(1 - K_{\text{пр}})]K_{\text{доп}} = G_{\text{сут}}^{\text{пр}}(2 - K_{\text{пр}})K_{\text{доп}}, \quad (9.15)$$

где 2 – коэффициент, учитывающий двойную работу (погрузка и выгрузка) ПРМ с грузом – из вагона на склад и со склада в автомобиль.

*Расчёт суточного объёма работы ПРМ на грузосортировочной платформе*

1. Если на местах общего пользования (МОП) с грузами осуществляются все грузовые операции, то объём работы ПРМ на грузосортировочной платформе (ГСП) определяется для каждого грузового пункта (ГП) с учётом работы автотранспорта, в том числе по «прямому» варианту:

а) для ТШГ и тяжёловесных грузов, кН/сут

$$G^{\text{р}}_{\text{сут}} = (G^{\text{пр}}_{\text{сут}}(2 - K^{\text{пр}}_{\text{пр}}) + G^{\text{от}}_{\text{сут}}(2 - K^{\text{от}}_{\text{пр}}) + G^{\text{с}}_{\text{сут}}(2 - K_{\text{с}}))K_{\text{доп}}, \quad (9.16)$$

где $K^{\text{пр}}_{\text{пр}}$ и $K^{\text{от}}_{\text{пр}}$ – коэффициенты прямого варианта переработки груза, мимо склада, соответственно по прибытию и отправлению (*задаваемые величины*);

$K_{\text{с}}$ – коэффициент сортировки, учитывающий долю груза, остающегося в вагоне («ядро») и сортируемого с перестановкой из вагона в вагон, минуя склад (*задаваемая величина*) – рис. 9.5.

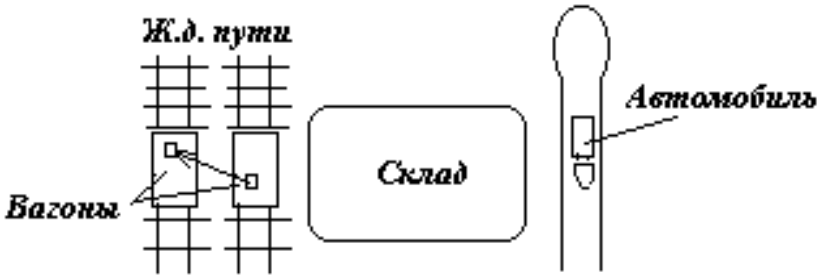



Рис. 9.5. Схема перемещения груза ПРМ

б) для универсальных контейнеров, усл. конт./сут или физ. конт./сут

$$u^{\text{р}}_{\text{сут}} = (u^{\text{пр}}_{\text{сут}}(2 - K^{\text{пр}}_{\text{пр}}) + u^{\text{от}}_{\text{сут}}(2 - K^{\text{от}}_{\text{пр}}) + u^{\text{с}}_{\text{сут}}(2 - K_{\text{с}}) + u_{\text{пор}}(2 - K^{\text{пор}}_{\text{пр}}))K_{\text{доп}}, \quad (9.17)$$

где $K_{\text{пр}}^{\text{пор}}$ – коэффициент прямого варианта для порожних контейнеров (принимаемый при «недостатке» контейнеров $K_{\text{пр}}^{\text{пор}} = K_{\text{пр}}^{\text{пр}}$, при «избытке» – $K_{\text{пр}}^{\text{пор}} = K_{\text{пр}}^{\text{от}}$).

2. Если на МОП с грузами осуществляются только погрузочно-выгрузочные операции, то

а) для всех грузов, кроме контейнеров, кН/сут

$$G_{\text{сут}}^{\text{р}} = (G_{\text{сут}}^{\text{пр}}(2 - K_{\text{пр}}^{\text{пр}}) + G_{\text{сут}}^{\text{от}}(2 - K_{\text{пр}}^{\text{от}}))K_{\text{доп}}; \qquad (9.18)$$

б) для универсальных контейнеров, усл. конт./сут. или физ. конт./сут

$$u_{\text{сут}}^{\text{р}} = (u_{\text{сут}}^{\text{пр}}(2 - K_{\text{пр}}^{\text{пр}}) + u_{\text{сут}}^{\text{от}}(2 - K_{\text{пр}}^{\text{от}}) + u_{\text{пор}}(2 - K_{\text{пр}}^{\text{пор}}))K_{\text{доп}}. \qquad (9.19)$$

Схематически этот случай показан на рис. 9.6.

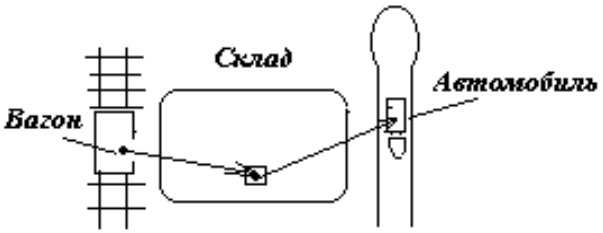



Рис. 9.6. Схема перемещения груза ПРМ

3. Если на местах необщего пользования (МНОП) с грузами осуществляются только погрузочные (П) или выгрузочные (В) операции и ПРМ не работает с автомобилем, то

а) для всех грузов, кроме контейнеров, кН/сут

$$G_{\text{сут}}^{\text{р}} = G_{\text{сут}}^{\text{пр,от}} K_{\text{доп}}; \qquad (9.20)$$

б) для универсальных контейнеров, усл. конт./сут. или физ. конт./сут

$$u_{\text{сут}}^{\text{р}} = u_{\text{сут}}^{\text{пр,от}} K_{\text{доп}} . \qquad (9.21)$$

Схематически этот случай показан на рис. 9.7.

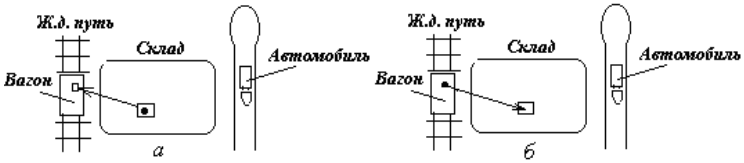



Рис. 9.7. Схема перемещения груза ПРМ

4. Есть случаи, когда прямой вариант отсутствует. Это не означает, что $K_{\text{пр}} = 0$. Например,

а) при наливе и сливе нефтепродуктов из цистерн. Здесь прямой вариант отсутствует и ПРМ не выполняет работу по перемещению грузов, однако нефтепродукты сливаются и наливаются;

б) при погрузке полувагонов (ПВ) из бункерных устройств (рис. 9.8).




Рис. 9.8. Схема бункерных устройств

*Преимущества и эффективность прямого варианта*.

Преимущества и эффективность прямого варианта следующие*:*

– позволяет *ускорить доставку груза* от грузоотправителя до грузополучателя, что даёт существенную выгоду. При этом всегда следует стремиться уменьшить срок хранения груза;

– позволяет сократить *инвестиции* (*капитальные вложения*) на строительные сооружения и вспомогательное оборудование, а также эксплуатационные затраты на складе;

– позволяет сократить *объём работы* ПРМ, что даёт экономию в зарплатах механизаторов, топливе, электроэнергии, амортизационных расходах.

### *9.1.3. Выбор типа склада и методика расчёта потребной площади, линейных размеров складов и длины грузовых фронтов при различных ПРМ*

Тип склада выбирается в зависимости от *рода* перерабатываемого груза. При этом выбранный тип склада должен быть наиболее экономичным, обеспечивающим хранение и переработку груза с наименьшими строительными и эксплуатационными затратами.

Для ТШГ в зависимости от грузопотока и вида грузовых операций рекомендуется выбирать крытые склады с внешним расположением путей, склады ангарного типа с внутренним вводом одного, двух, четырёх железнодорожных путей и внешними автопроездами, а также автоматизированные склады.

Для сортировки *мелких отправок* проектируются крытые грузосортировочные площадки (ГСП) ангарного типа с внутренним вводом двух железнодорожных путей.

Для *среднетоннажных контейнеров и тяжеловесных грузов* проектируют типовые открытые площадки: *грузовые* (погрузка и выгрузка), *грузосортировочные* (погрузка, выгрузка и сортировка) и *сортировочные* (для сортировки транзитных грузов). *Крупнотоннажные контейнеры* перерабатываются в специализированных терминалах.

В зависимости от объёма грузопереработки и вида грузовых операций *контейнерные склады* проектируются с одним, двумя и более железнодорожными путями.

Насыпные грузы, не требующие защиты от атмосферных осадков (уголь, инертно-строительные материалы – песок, щебень, гравий и др.), хранятся на открытых площадках, оборудованных в зависимости от вида грузовых операций бункерными установками, повышенными путями, приёмными устройствами траншейного типа и др.

Насыпные грузы, перевозимые насыпью в крытых вагонах и требующие защиты от атмосферных осадков (цемент, минеральные удобрения, зерно и др.), перерабатываются, как правило, на крытых складах.

Лесоматериалы (пиломатериалы, круглый лес в пакетах и навалом), железобетонные изделия (плиты, трубы и др.), металлопродукция (трубы металлические, металл сортовой в связках, металл листовой, рельсы, балки, швеллеры, металлы в чушках, металлолом прессованный (пакетами), металлолом непрессованный), кирпич на поддонах и грузы в специализированных контейнерах перерабатываются, как правило, на открытых площадках.

Нефть и нефтепродукты, перевозимые наливом в цистернах и бункерных полувагонах, хранятся в резервуарах, баках подземного, наземного и комбинированного типов.

*Расчёт потребной площади складов*

Потребные площади складов в зависимости от рода груза рассчитываются двумя методами:

а) методом допустимых давлений;

б) методом элементарных площадок.

*Метод расчёта площади склада по удельным допускаемым давлениям*

*Потребная площадь склада* для всех грузов*, кроме универсальных контейнеров*, нефтепродуктов и зерновых грузов, хранящихся в складах-элеваторах, ориентировочно рассчитывается в зависимости от их рода, м$^2$:

$$A_{\text{скл}}^{\text{пр,от,с}} = \frac{G_{\text{сут}}^{\text{пр,от,с}} t_{\text{хр}}^{\text{пр,от,с}} (1 - K_{\text{пр}}^{\text{пр,от,с}}) K_{\text{доп}}^{\text{пл}}}{q}, \qquad (9.22)$$

где $G_{\text{сут}}^{\text{пр}}$, $G_{\text{сут}}^{\text{от}}$ и $G_{\text{сут}}^{\text{с}}$ – суточные грузопотоки соответственно по прибытию, отправлению и сортировке, кН/сут;

$t_{\text{хр}}^{\text{пр}}$, $t_{\text{хр}}^{\text{от}}$ и $t_{\text{хр}}^{\text{с}}$ – нормативный срок хранения груза на складе соответственно по прибытию, отправлению и сортировке, сут.;

$K_{\text{доп}}^{\text{пл}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь для проходов и проездов (для ТШГ – 1,7, универсальных контейнеров – 1,9, тяжеловесных грузов, лесоматериалов, железобетонных изделий, металлопродукции, кирпича на поддонах – 1,6, угля каменного, инертно-строительных материалов и специализированных контейнеров – 1,5);

$q$ – допустимое удельное давление на основание склада, кН/м$^2$ (для ТШГ – 8,5; тяжеловесных грузов – 9,0; угля каменного и инертно-строительных материалов – 11…13; лесоматериалов – 10…20; железобетонных изделий, металлопродукции, кирпича на поддонах – 15…30; специализированных контейнеров – 9…10; зерновых грузов – 15…20).

*Время хранения прибывшего груза* $t_{\text{хр}}^{\text{пр}}$, сут, фиксируется с момента подачи вагонов на площадку, времени на выполнение ПРР на складе, времени хранения груза на складе до момента отправления груза автотранспортом. Нормативный срок хранения прибывшего груза – для ТШГ и универсальных контейнеров – 2,0; тяжёловесных грузов – 2,5; угля каменного и инертно-строительных материалов – 3...3,5; лесоматериалов – 10…20; железобетонных изделий, металлопродукции, кирпича на поддонах – 3...3,5; лесоматериалов – 5…10; специализированных контейнеров – 5…10; зерновых грузов – 2…3; нефтепродуктов – 10.

*Время хранения отправляемого груза* $t_{\text{хр}}^{\text{от}}$, сут, фиксируется с момента прибытия груза автомобилем на площадку, времени переработки груза на складе, времени погрузки в вагон до момента отправления. Нормативный срок хранения отправляемого груза для ТШГ – 1,5; универсальных контейнеров и тяжеловесных грузов – 1,0; угля каменного – 20…30; инертно-строительных материалов, железобетонных изделий, металлопродукции, кирпича на поддонах, специализированных контейнеров и зерновых грузов – 10…20; лесоматериалов и нефтепродуктов – 10…30.

*Время хранения груза под сортировкой* $t_{\text{хр}}^{\text{с}}$, сут, – это время нахождения груза на складе с момента подачи до момента отправления. Нормативный срок

хранения груза под сортировкой для ТШГ – 1…2; а для универсальных контейнеров и тяжеловесных грузов – 1…5.

Площадь склада рассчитывается:

а) для грузосортировочной площадки (ГСП)

$$A_{\text{скл}} = A_{\text{скл}}^{\text{пр}} + A_{\text{скл}}^{\text{от}} + A_{\text{скл}}^{\text{с}}; \qquad (9.23)$$

б) для погрузочно-выгрузочного склада (П, В)

$$A_{\text{скл}} = A_{\text{скл}}^{\text{пр}} + A_{\text{скл}}^{\text{от}}; \qquad (9.24)$$

в) для сортировочного склада (С)

$$A_{\text{скл}} = A_{\text{скл}}^{\text{с}}; \qquad (9.25)$$

г) для склада на местах необщего пользования (МНОП)

$$A_{\text{скл}} = A_{\text{скл}}^{\text{пр}} \text{ или } A_{\text{скл}} = A_{\text{скл}}^{\text{от}}. \qquad (9.26)$$

Потребная площадь (*вместимость – англ.* capacity) склада, м$^2$, для *наливных* и *зерновых грузов,* хранящихся в *складах-элеваторах*, рассчитывается по формуле

$$C_{\text{скл}} = G_{\text{сут}} t_{\text{хр}} . \qquad (9.27)$$

*Расчёт склада для универсальных контейнеров методом элементарных площадок*

Элементарная площадка $\Delta A_{конт}$ *– это площадка, занимаемая одним конкретным контейнером:*

$$\Delta A_{\text{к}} = B_{\text{к}} L_{\text{к}} , \qquad (9.28)$$

где $B_к$ и $L_к$ – ширина и длина конкретного контейнера, м (рис. 9.10).

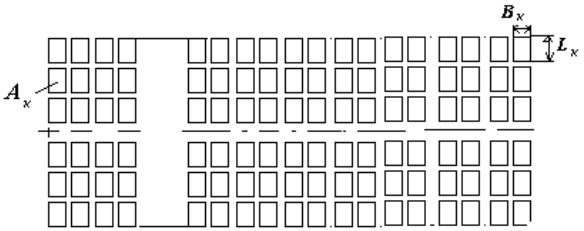



Рис. 9.10. Контейнерная площадка

При переработке среднетоннажных контейнеров УУК-3 и УУК-5: $\Delta A_к$ = 2,835 м$^2$, а крупнотоннажных – $\Delta A_к$ = 7,3 м$^2$ для УУК-10, $\Delta A_к$ = 14,77 для УУК-20 и УУК-24, $\Delta A_к$ = 29,72 м$^2$ для УУК-30. Однако все крупнотоннажные контейнеры УУК-24 и УУК-30 перерабатываются на одной площадке. Поэтому элементарную площадку рассчитывают по формуле

$$\Delta A_{\text{к}} = \alpha_{240} \Delta A_{\text{к}}^{240} + \alpha_{300} \Delta A_{\text{к}}^{300} ,$$

где $\alpha_{240}$ и $\alpha_{300}$ – доли 24- и 30-тонных (240 и 300 кН) контейнеров в общем объёме грузопотока, доли.

Площадь контейнерного склада $A_{скл}$, м$^2$, – фиксированная величина. Она определяется как произведение вместимости контейнерной площадки $C_к$ на элементарную площадку $\Delta A_к$ и коэффициент, учитывающий *дополнительную площадь для проходов и проездов* $K_{доп}^{пл}$ :

$$A_{скл} = C_к \Delta A_к K_{доп}^{пл}. \qquad (9.29)$$

Понятие вместимость (англ. – capacity) контейнерной площадки $C_к$ равнозначно понятию количество контейнеро-мест. Единица измерения вместимости контейнерной площадки – контейнеро-место или условный контейнер (усл. конт.) для среднетоннажных контейнеров и физический контейнер (физ. конт.) для крупнотоннажных контейнеров.

Вместимость контейнерной площадки $C_к$ определяется в зависимости от «сгущения» подач вагонов а (которое, в свою очередь, зависит от суточного вагонопотока $n_{сут}$), суточного контейнеропотока $u_{сут}$, срока его хранения $t_{хр}$ и прямого варианта $K_{пр}$ прибываемых, отправляемых, сортируемых, порожних и неисправных контейнеров, т. е. $C_к = f(a, u_{сут}, t_{хр}, K_{пр})$.

Аналитически вместимость контейнерной площадки определяется по формуле

$$\begin{aligned} C_{\text{к}} = a(&u_{\text{сут}}^{\text{пр}} t_{\text{хр}}^{\text{пр}} (1 - K_{\text{пр}}^{\text{пр}}) + u_{\text{сут}}^{\text{от}} t_{\text{хр}}^{\text{от}} (1 - K_{\text{пр}}^{\text{от}}) + u_{\text{сут}}^{\text{с}} t_{\text{хр}}^{\text{с}} (1 - K_{\text{с}}) + \\ &+ u_{\text{сут}}^{\text{пор}} t_{\text{хр}}^{\text{пор}} (1 - K_{\text{пр}}^{\text{пор}}) + 0.03(u_{\text{сут}}^{\text{пр}} + u_{\text{сут}}^{\text{от}} + u_{\text{сут}}^{\text{с}}) t_{\text{хр}}^{\text{рем}}), \end{aligned} \qquad (9.30)$$

где $a$ – коэффициент, учитывающий «сгущение» подач вагонов при неравномерности работы. Принимают $a$ = 1,5 при $n_{сут} > 10$ ваг./сут. Если $a$ = 2 при $n_{сут} < 10$ ваг./сут.;

$t_{хр}^{пор}$ – время хранения порожних контейнеров, сут, причём $t_{хр}^{пор} = t_{хр}^{пр}$, если порожний контейнер прибывает из-за недос-

татка контейнеров по отправлению, или $t_{хр}^{пор} = t_{хр}^{от}$, если порожний контейнер отправляется из-за избытка контейнеров по прибытию;

$K_{пр}^{пор}$ – коэффициент прямого варианта порожних контейнеров. Значение этого коэффициента принимается по аналогии со значением времени хранения контейнеров;

0,03 – доля неисправных контейнеров;

$t_{хр}^{рем}$ – время хранения неисправных контейнеров до отправления их в ремонт, сут. Принимают $t_{хр}^{рем} = 2…2{,}5$ сут.

*Расчёт линейных размеров склада и длины грузовых фронтов для различных схем ТГС*

*Расчёт линейных размеров для крытых складов*

Крытые склады предназначены для грузов, требующих защиты от атмосферных осадков. Склады одноэтажные и оборудованы стеллажами для рационального использования вместимости складов. Для крытых складов линейные размеры определяются по типовым проектам. Имеется пять типов крытых складов. Отдельно рассмотрим каждый из них.

1. Крытый склад с внешним расположением железнодорожного пути и автопроездами. Здесь осуществляются только погрузочно-выгрузочные грузовые операции. Такой тип склада рекомендуется использовать при $n_{сут} < 20$ ваг./сут. Разрез такого склада показан на рис. 9.11.

Внутри склада грузы перерабатываются ЭП с аккумуляторными батареями или с кабельным питанием и АП с нейтрализацией выхлопных газов. Пол склада из железобетона. Стены изготовлены из железобетона или кирпича. Высота пола склада – 1,2 м. Ширина грузовой платформы (рампы) со стороны железной дороги равна 3,2 м. Это место является выходом на открытое место. Ширина склада принимается по типовым проектам и равна $B_{скл} = 12…18$ м. Крыша склада двускатная.

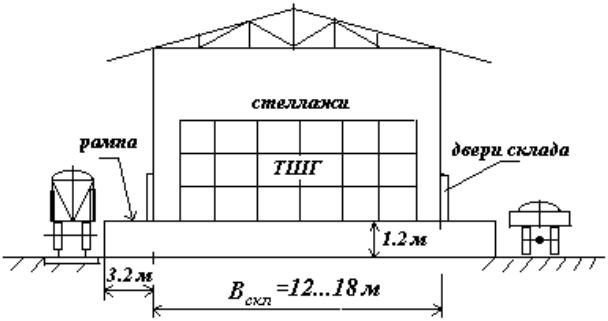



Рис. 9.11. Крытый склад с внешним расположением железнодорожного пути и автопроездом

Вагон устанавливается дверями против дверей склада. Автомобиль подъезжает к той двери, где находится его груз, и это водитель знает заранее.

Длину склада рассчитывают по формуле, м:

$$L_{\text{скл}} = \frac{A_{\text{скл}}}{B_{\text{скл}}} \leq 300.$$

Если $L_{скл} > 300$ м, то строят несколько складов.

Недостатки этого типа склада: ЭП всегда выходит на улицу. Приёмосдатчик всё время находится на рампе склада при любой погоде (дождь, сильный мороз, ветер). Такие склады являются старыми постройками.

2. Крытый склад с внутренним расположением одного железнодорожного пути и внешним автопроездом. Здесь осуществляются грузосортировочные операции (П, В, С). Такой тип склада рекомендуется использовать при $n_{сут}$ = 25 ваг./сут. Разрез данного склада показан на рис. 9.12.

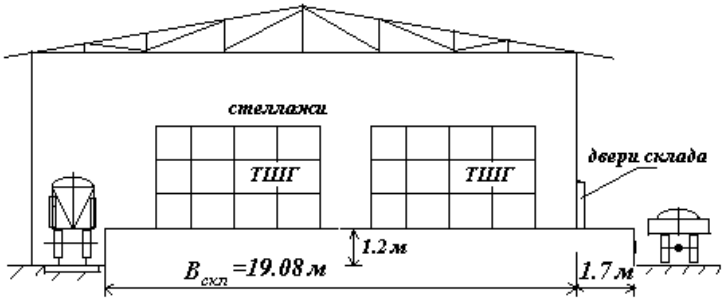



Рис. 9.12. Крытый склад с внутренним расположением одного железнодорожного пути и внешним автопроездом

Внутри склада грузы перерабатываются ЭП с аккумуляторными батареями и АП с нейтрализацией выхлопных газов. Ширина платформы со стороны автоподъезда равна 1,7 м. Ширина склада принимается по типовым проектам и равна $B_{скл}$ = 19,08 м. Железнодорожный путь сквозной или тупиковый. Дверной проём открыт только со стороны автопроезда.

3. Склад крытый ангарного типа с внутренним вводом двух железнодорожных путей и внешними автопроездами с двух сторон склада. Здесь осуществляются грузосортировочные операции (П, В, С). Данный тип склада рекомендуется использовать при < 50 ваг./сут. Разрез такого склада показан на рис. 1.13.

Внутри склада грузы перерабатываются ЭП с аккумуляторными батареями и АП с нейтрализацией выхлопных газов. Ширина платформы со стороны автопроездов равна 1,7 м. Ширина склада принимается по типовым проектам и равна $B_{скл}$ = 19,08 + 19,08 =38,16 м.

Железнодорожные пути тупиковые, и между ними расположены опоры. Дверные проёмы склада расположены со стороны автопроездов. Особенность такого типа склада – ширина торцевой части не менее 9 м для того, чтобы свободно перегонять ЭП и АП, и такая площадка как склад не используется.

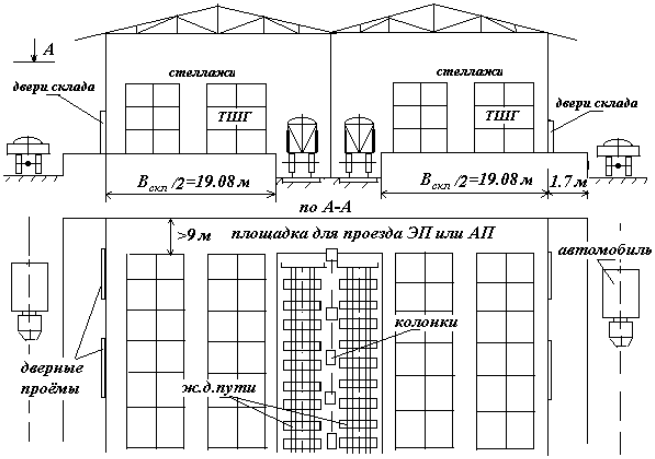



Рис. 9.13. Крытый склад ангарного типа с внутренним вводом двух путей и внешними автопроездами с двух сторон склада

4. Склад крытый ангарного типа трёхпролётный с внутренним вводом четырёх железнодорожных путей и внешними автопроездами с двух сторон склада. Здесь осуществляются грузосортировочные операции (П, В, С), причём в крайних пролётах выполняются погрузочно-выгрузочные (П, В) операции, а в среднем пролёте, где имеется островная площадка, – только сортировка транзитных грузов (С). Такой тип склада рекомендуется использовать при $n_{сут}$< 100 ваг./сут. Разрез склада показан на рис. 9.14.

Внутри склада грузы перерабатываются ЭП с аккумуляторными батареями и АП с нейтрализацией выхлопных газов. Ширина склада принимается по типовым проектам и равна ширине двух крайних пролётов (21 м), и среднего пролёта (8 м). Общая ширина склада $B_{скл} = 21 + 8 + 21 = 50$ м.

Железнодорожные пути тупиковые, и между ними расположены опоры. Дверные проёмы склада расположены со стороны автопроездов. В торце склада имеется торцевая площадка шириной не менее 9 м для проездов только ЭП и АП.

5. Склад крытый ангарного типа (грузосортировочная платформа) с внутренним вводом двух железнодорожных путей, которые проходят ближе к стенам склада. Здесь осуществляются грузосортировочные операции (П, В, С). Разрез такого склада показан на рис. 9.15.

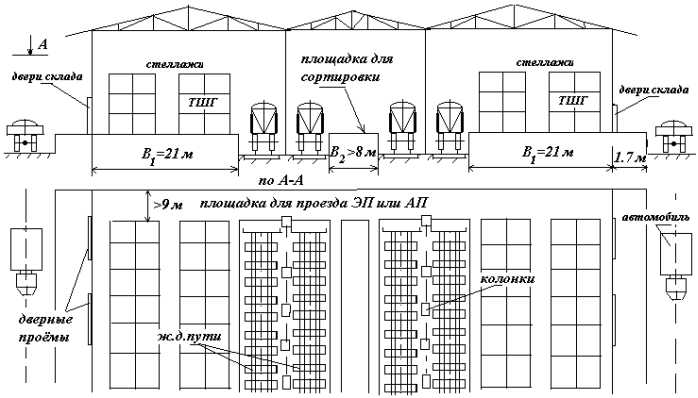



Рис. 9.14. Крытый склад ангарного типа 3-пролётный с внутренним вводом четырёх железнодорожных путей и внешними автопроездами

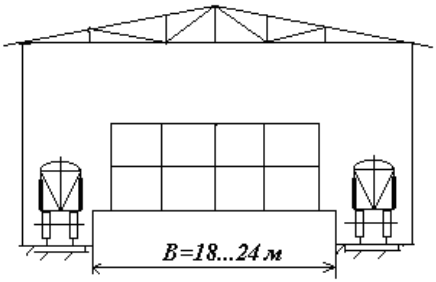



Рис. 9.15. Грузосортировочная платформа (ГСП)

Внутри склада грузы перерабатываются ЭП с аккумуляторными батареями или АП с нейтрализацией выхлопных газов. Ширина склада принимается по типовым проектам и равна $B_{скл}$ = 18…24 м.

*Расчёт линейных размеров для открытых складов при различных ПРМ*

Для открытых складов полезная ширина склада $B_{скл}$, м, определяется в зависимости от величины пролёта козлового или крана или вылета стрелы стрелового крана, количества железнодорожных путей и зазоров (габаритов) для безопасной работы.

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для выполнения погрузочно-выгрузочных операций (П, В), оснащённого козловым краном (рис. 9.16), определяется по формуле

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{пр}} - 2x, \tag{9.31}$$

где $L_{пр}$ – пролёт козлового крана, м;

$x$ – габарит для обеспечения безопасной работы, м (принимают $x$ > 0,7 м).

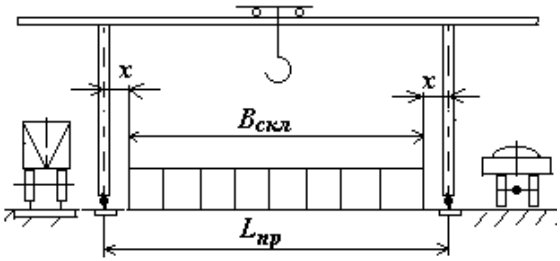



Рис. 9.16. Склад открытого хранения с козловым краном (П, В)

Полезная длина склада $L_{скл}$, м, рассчитывается по площади и ширине склада

$$L_{\text{скл}} = \frac{A_{\text{скл}}}{B_{\text{скл}}}. \tag{9.32}$$

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для выполнения грузосортировочных операций (П, В, С), оснащённого козловым краном (рис. 1.17), определяется по формуле

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{пр}} - Г - 3x, \qquad (9.33)$$

где $Г$ – габариты четырёхосного вагона, м ($Г$ = 2,870 м – платформа с металлическими бортами; $Г$ = 2,850 м – полувагон цельнометаллический).

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для выполнения грузосортировочных операции с крупнотоннажными контейнерами (П, В, С), оснащённого козловым краном (рис. 9.18), определяется по формуле (9.35).

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для сортировки транзитных грузов (С), оснащённого козловым краном (рис. 9.19), определяется по формуле, м:

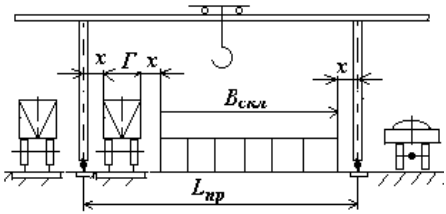



Рис. 9.17. Склад открытого хранения с козловым краном (П, В, С*)*

$$B_{\text{скл}} = B_1 + B_2, \qquad (9.34)$$

где $B_1$ – полезная ширина склада в пролёте крана, м, определяемая по формуле (9.37);

$B_2$ – полезная ширина склада на консольной части крана, м

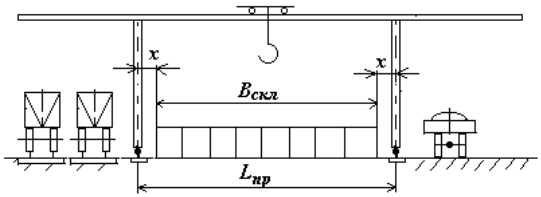



Рис. 9.18. Склад открытого хранения с козловым краном для переработки крупнотоннажных контейнеров (П, В, С)

$$B_2 = L_{\text{конс}}^{\text{раб}} - x\,, \tag{9.35}$$

где $L_{\text{конс}}^{\text{раб}}$ – длина рабочей части консоли крана, зависящая от типа крана, м.

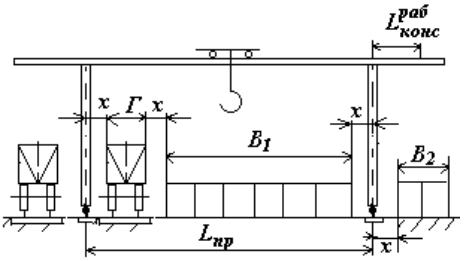



Рис. 9.19. Склад открытого хранения с козловым краном (С)

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для выполнения погрузочно-выгрузочных операций (П, В), оснащённого мостовым краном (рис. 9.20), определяется по формуле (9.37). Пролёт мостового крана $L_{пр}$ = 10,5…34,5 м с шагом $\Delta L_{пр}$ = 3,0 м.

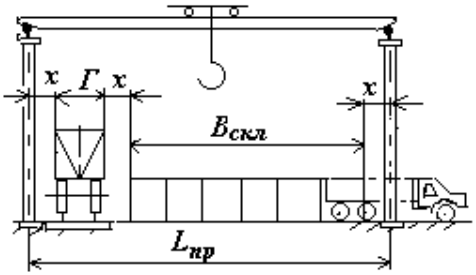



Рис. 9.20. Склад открытого хранения с козловым краном (П, В)

Полезная ширина склада открытого хранения грузов для выполнения грузосортировочных операций (П, В, С), оснащённого мостовым краном (рис. 9.21), определяется по формуле

$$B_{\text{ñêë}} = L_{\text{ïð}} - 2\tilde{A} - 4x\,. \tag{9.36}$$

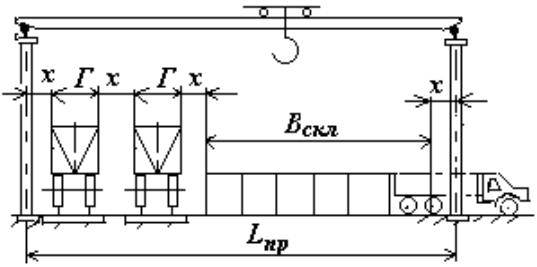



Рис. 9.21. Склад открытого хранения с мостовым краном (П, В, С)

Полезная ширина склада открытого хранения насыпных (каменный уголь, руда, инертно-строительные материалы) и навалочных (лесные грузы, металлопродукция и железобетонные изделия) грузов, кирпича на поддонах и тяжеловесных грузов, оснащённого стреловым краном на железнодорожном ходу (рис. 9.22), определяется по формуле

$$B_{\text{скл}} = 2(L_{\text{выл}}^{\max} - 3{,}7), \qquad (9.37)$$

где $L_{\text{выл}}^{\max}$ – максимальный вылет стрелы крана на железнодорожном ходу, зависящий от массы поднимаемого груза, м;

3,7 – расстояние между крайней точкой склада, расположенной ближе к крану, и продольной осью железнодорожного пути, м.

Полезная ширина склада открытого хранения с повышенным путём, перекрытым козловым краном (рис. 9.23), определяется по формуле

$$B_{\text{скл}} = (L_{\text{пр}} - B_{\text{пов.п}} - 2B_{\text{отв}} - 2x) + 2(L_{\text{конс}}^{\text{раб}} - x), \qquad (9.38)$$

где $B_{пов.п}$ – ширина повышенного пути, м (принимают 2,6 м);

$B_{отв}$ – ширина отвала, м, зависящая от высоты повышенного пути $H_{пов.п}$ и угла естественного откоса насыпного груза в покое $\rho$:

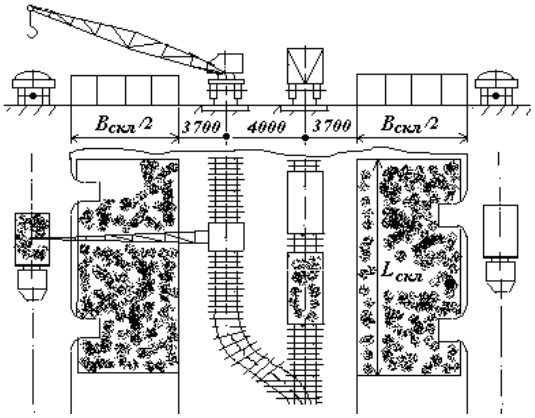



Рис. 9.22. Склад открытого хранения со стреловым краном на железнодорожном ходу

$$B_{\text{отв}} = \frac{H_{\text{пов.п}}}{\text{tg}\rho}. \qquad (9.39)$$

Высоту повышенного пути принимают в зависимости от суточного грузопотока ($H_{пов.п}$ = 1,5…3,3 м). Чаще всего повышенные пути строят высотой $H_{пов.п}$ < 2,5 м. При $G_{сут}$ = 1 500 кН/сут – $H_{пов.п}$ = 2 м, при $G_{сут}$ = 3 000 кН/сут –$H_{пов.п}$ = 2,5 м. Угол естественного откоса в покое ρ, град, зависит от рода груза.

$L_{\text{конс}}^{\text{раб}}$ – рабочий вылет консоли крана, зависящий от типа крана, м.

Полезная ширина склада открытого хранения с повышенным путём, перекрытым мостовым краном, определяется по формуле

$$B_{\text{скл}} = L_{\text{пр}} - B_{\text{повп}} - 2B_{\text{отв}} - 2x. \qquad (9.40)$$

Полезная ширина склада открытого хранения, оснащённого автопогрузчиками, не более 20 м (рис. 9.24).

*Расчёт длины грузовых фронтов*

*Фронт погрузки-выгрузки* (или грузовой фронт – *англ.* front freight; front – передняя сторона, спереди) – это участок грузового пункта, где непосредственно загружают и разгружают вагоны и автомобили, т. е. производят грузовые операции по погрузке и выгрузке.

*Длина* грузового фронта $L_{фр}$, м, равна общей длине последовательно установленных на нём железнодорожных вагонов (рис. 9.25).

Грузовые фронты делятся:

на *сплошные*, где на фронте работают ПРМ, а вагоны стоят (рис. 9.26);

*точечные*, где ПРМ стационарные, а вагоны движутся (рис. 9.27).

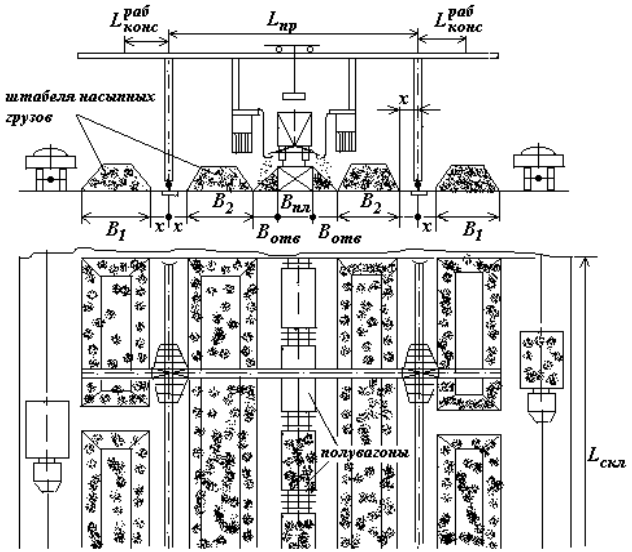



Рис. 9.23. Склад открытого хранения, оборудованный повышенным путём и козловым краном с площадками для рабочих

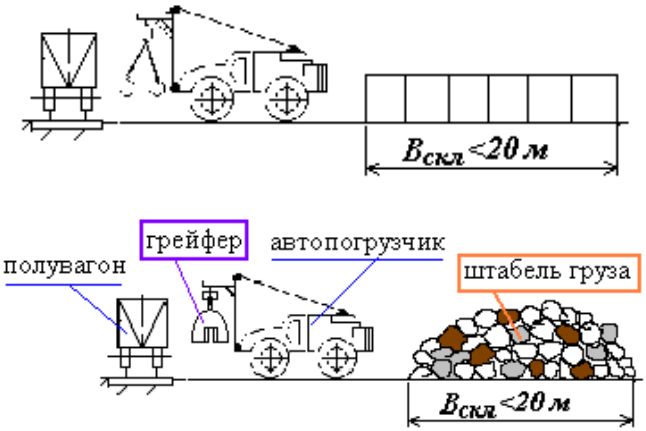



Рис. 9.24. Склад открытого хранения, оснащённый автопогрузчиком

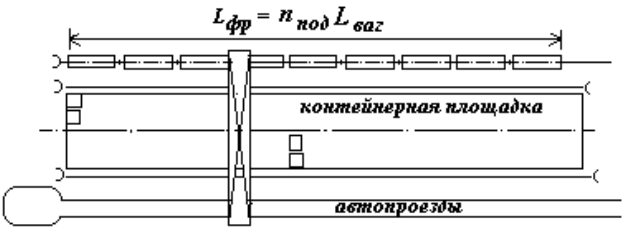



Рис. 9.25. Фронт погрузки

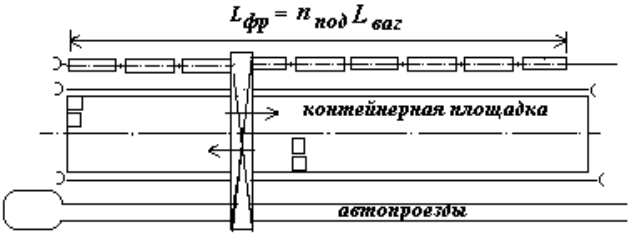



Рис. 9.26. Сплошной фронт

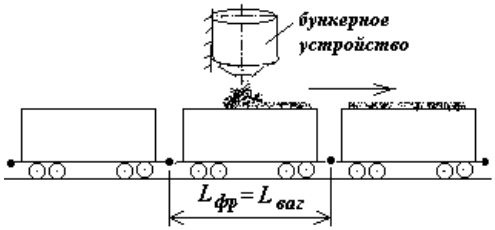



Рис. 9.27. Точечный фронт

*Расчёт длины грузовых фронтов для всех грузов, кроме контейнеров и нефтепродуктов*

Порядок расчёта длины фронта $L_{фр}$ следующий.

1. Для складов, оборудованных *передвижными* ПРМ (краны, погрузчики), вначале рассчитывают $L_{фр}$ со стороны железнодорожных путей по видам грузопотока:

$$L_{фр}^{пр,от,с} = n_{под}^{пр,от,с} L_{ваг}, \qquad (9.41)$$

где $n_{под}$ – количество вагонов в подаче (ваг./под.); $L_{ваг}$ – длина вагона по осям автосцепки, м.

2. Для складов, на которых выполняются *сдвоенные операции* (выгрузка и погрузка, т. е. использование грузополучателем выгруженного им вагона или контейнера для погрузки груза), длину фронта $L_{фр}$ определяют по максимальному значению $n_{под}^{max(пр,от)}$, т. е. из значений $L_{фр}^{пр}$ и $L_{фр}^{от}$ выбирают большее.

Полученную длину фронта сравнивают с длиной склада, соблюдая условие

$$L_{скл} \geq \frac{L_{фр}}{n_{путь}}, \qquad (9.42)$$

где $n_{пут}$ – количество погрузочно-выгрузочных железнодорожных путей на складе для постановки гружённых и порожних вагонов, определяемое в зависимости от типа склада (крытый или открытый) и выполняемых в них грузовых операций (П, В) – рис. 9.28.

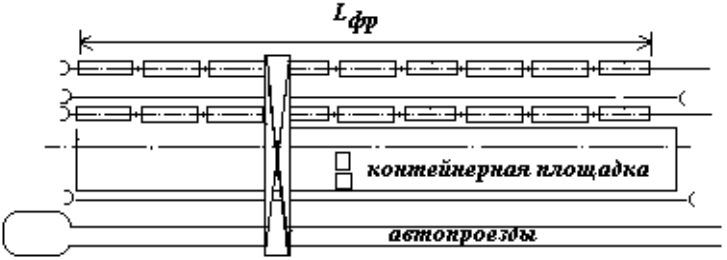



Рис. 9.28. Фронт погрузки, где $n_{путь} = 2$

Если $L_{фр} > L_{скл}$, то необходимо принимать следующие меры:

а) увеличить подачу $m$, что приведёт к уменьшению $n_{под}$;

б) разделить длину подачи на две части, например, если $n_{под} = 20$ ваг./под., то нужно строить путь с размещением 15 вагонов и отдельный путь с размещением 5 вагонов;

в) если $L_{фр} > L_{скл} \approx$ до 15 м, то $L_{фр} \approx L_{скл}$.

3. Для складов, оборудованных *стационарными ПРМ и установками* (например, ИРМ, бункер, вагоноопрокидыватель и др.), грузовой фронт считается точечным. При точечном фронте в расчётах путевого развития ГП необходимо предусмотреть длину погрузочно-выгрузочных путей с учётом постановки порожних вагонов (рис. 9.29)

$$L_{п–в} = 2n_{под}L_{ваг}. \qquad (9.43)$$

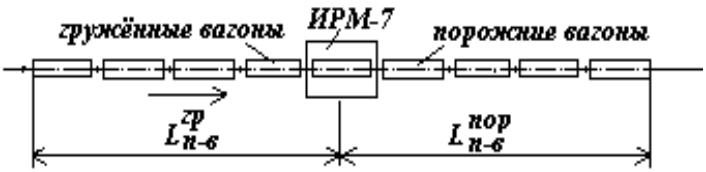



Рис. 9.29. Точечный фронт

*Расчёт длины грузовых фронтов для контейнеров*

Для контейнерной площадки $L_{фр}$ рассчитывают со стороны железнодорожных путей по видам грузопотока:

$$L_{фр}^{пр,от,с} = u_{под}^{пр,от,с} L_{ваг}, \qquad (9.44)$$

где $u_{под}$ – количество контейнеров в подаче, усл. конт./под. или физ. конт./под.

Из вычисленных значений $L_{фр}^{пр}$ или $L_{фр}^{от}$ выбирают большее – $L_{под}^{max(пр,от)}$.

Тогда длина общего грузового фронта

$$L_{фр}^{общ} = L_{фр}^{max(пр,от)} + L_{фр}^{с}. \qquad (9.45)$$

*Расчёт длины грузовых фронтов для нефтепродуктов*

Наливные и сливные устройства с железнодорожными путями и автопроездами, где выполняют налив и слив цистерн, называют *фронтом налива и слива.*

Длину фронта налива и слива при устройстве эстакад определяют, м:

$$L_{фр} = n_{под} L_{ваг}, \qquad (9.46)$$

где $L_{ваг}$ – длина цистерн по осям автосцепки, м.

### *9.1.4. Выбор эффективной схемы транспортно-грузовой системы.*

*Типовые схемы транспортно-грузовой системы*

Под схемой транспортно-складских комплексов и складскими операциями (СО) понимается комплекс машин, устройств и складского оборудования, обеспечивающий переработку за-

данного объёма грузов с наименьшим числом операций и минимальными затратами.

Технические характеристики и тип погрузочно-разгрузочных устройств выбираются исходя из принципа концентрации грузовой работы на меньшем числе станций с учётом рационального размещения этих устройств в пределах погрузочно-выгрузочных работ, а также исходя из принципа специализации погрузочно-разгрузочных фронтов в пределах грузового двора станций.

Выбор наиболее эффективной для заданных объёмов работы ГП схемы транспортно-грузовой системы (ТГС) осуществляется на основе типовых схем с учётом рекомендаций, приведённых ниже.

1. При выборе наиболее эффективной схемы ТГС необходимо учитывать следующие положения:

а) каждая схема механизации ПРР имеет свою сферу эффективного применения в зависимости от объёма грузопереработки – $Q_{\text{год}}^{\text{пр,от,с}}$;

б) грузоподъёмность ПРМ выбирается в зависимости от веса порции груза и веса грузозахватного приспособления ГП = $f(G_{\text{гр}}, G_{\text{грзах}})$;

в) для стрелового крана на железнодорожном ходу следует учитывать зависимость грузоподъёмности крана от вылета стрелы и возможности работы крана с выносными опорами (аутригерами);

г) операции по застропке и отстропке грузов должны быть с минимальными затратами ручного труда и с применением автоматических (полуавтоматических) грузозахватов;

д) при выгрузке насыпных грузов (уголь, руда, инертно-строительные материалы) необходимо предусмотреть применение рыхлителей, установок для механизированной очистки вагонов от остатков грузов, устройств для закрывания люков.

2. При переработке ТШГ на поддонах и без поддонов, требующих защиты от атмосферных осадков, на крытом складе с внешним расположением железнодорожных путей и автопроез-

дов, с внутренним вводом одного, двух, четырёх путей и внешним автопроездом в грузосортировочной платформе с внутренним вводом двух путей используются ЭП и малогабаритные АП с нейтрализацией выхлопных газов грузоподъёмностью (г.-п.) 10 и 15 кН.

3. При переработке универсальных контейнеров на открытой контейнерной площадке с весом брутто 30 и 50 кН (3 и 5 тс):

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики 4046м, 4008, 4028;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П; КЖДЭ-4-25м; КДЭ-161; КДЭ-163; КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые с г.-п. 60 и 100 кН – КК-6; при $20 < n_{сут} < 30$ ваг./сут – краны козловые с г.-п. 100 кН – КДКК-10;

при $n_{сут} > 30$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. 100 кН с $L_{пр} = 10{,}5…34{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

4. При переработке крупнотоннажных контейнеров на открытых площадках (терминалах или специализированных пунктах переработки крупнотоннажных контейнеров – ППКК) с весом брутто 240 и 300 кН (24 и 30 тс):

при $n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые с г.-п. 240 и 300 кН – КК-24; КК-24/30,5; 25/30,5; КК-32;

при $20 < n_{сут} < 30$ ваг./сут – автопогрузчики «Kalmar», 7806 и др.;

при $n_{сут} > 30$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. 100 кН с $L_{пр} = 10{,}5…34{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

5. При переработке тяжеловесных грузов (станки, машины, оборудование и др.) с весом до 100 кН на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики 4014, 4045м, 4028;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые с г.-п. 100 кН – КДКК-10, ККС-10, КК-12,5, ККУ-7,5;

при $n_{сут} > 20$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. 100 кН с $L_{пр} = 10{,}5…34{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

6. При переработке лесоматериалов (леса круглого всякого – в пакетах, навалом, пиломатериалов) с весом до 100 кН на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики 4063 г.-п. 32 кН, 4065м г.-п. 50 кН, 4070 – г.-п. 100 кН;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

краны козловые со специальными грейферами для леса г.-п. до 125 кН – при $19 < n_{сут} < 40$ ваг./сут – КК-05 и КК-09 со специальными челюстными грейферами для леса;

при $n_{сут} \geq 40$ ваг./сут:

кран ККС-10 с пролётом 32 м с набором сменных захватных приспособлений для пиломатериалов и грейфера для круглого леса с $V = 4{,}5$ м$^3$ и длиной брёвен $L_{бр} = 6{,}5$ м;

краны ККУ-7,5; ККУ-10; ККУ-12,5, специально предназначенные для перегрузки лесных материалов;

*на крупных складах*:

кабельные краны с $L_{пр} = 100$ м и г.-п. 75, 200 и 300 кН;

краны мостовые с г.-п. 100 кН с $L_{пр} = 19{,}5…31{,}5$ м с шагом $= 3{,}5$ м.

7. При переработке железобетонных изделий (плиты, трубы) на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики г.-п. 100 кН 4008, 4028, 4046;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые с г.-п. 125 и 160 кН КК-12,5, ККУ-12,5; КК-16;

при $n_{сут} > 20$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. 100 кН с $L_{пр} = 10{,}5…34{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

8. При переработке металлопродукции (трубы металлические, металл сортовой в связках, металл листовой, рельсы, балки, швеллеры, металлы в чушках, металлолом прессованный (пакетами), металлолом непрессованный) на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики г.-п. 100 кН 4008, 4028, 4046;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на ж.-д. ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые г.-п. 125 и 160 кН ККС-10, КК-16;

при $n_{сут} > 20$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. 100кН с $L_{пр} = 10{,}5…34{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

9. При переработке кирпича на поддонах и грузов в специализированных контейнерах на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – автопогрузчики 4043 г.-п. 32 кН, 4045м и 4014 г.-п. 50 кН;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые г.-п. до 60 кН КК-6;

при $n_{сут} > 20$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. до 50 кН с $L_{пр} = 19{,}5…31{,}5$ м с шагом $L_{пр} = 3{,}5$ м.

10. При переработке навалочных грузов (уголь крупнокусковой всякий, руда всякая и инертно-строительные материалы) на открытой площадке:

при $n_{сут} < 5$ ваг./сут – тракторные погрузчики на пневмоколёсном ходу ТО-18 с объёмом ковша $V = 1{,}5$ м$^3$, Л-34 с объёмом ковша $V = 3{,}4$ м$^3$, на гусеничном ходу ТО-1 с объёмом ковша $V = 2{,}8$ м$^3$ и ТО-7 с объёмом ковша $V = 1{,}25$ м$^3$;

при $5 < n_{сут} < 10$ ваг./сут – краны стреловые на железнодорожном ходу КДВ-15П, КЖДЭ-4-25м, КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253;

при $10 < n_{сут} < 20$ ваг./сут – краны козловые КК-5м и КК-6 с грейферами с объёмом $V = 2$ м$^3$;

при $n_{сут} > 20$ ваг./сут – краны мостовые с г.-п. до 50 кН с $L_{пр} = 19{,}5…31{,}5$ м с шагом $\Delta L_{пр} = 3{,}5$ м.

11. При переработке насыпных грузов, не боящихся атмосферных осадков, на открытой навалочной площадке, в бункере:

при погрузке – стреловые краны на железнодорожном ходу, козловые и мостовые краны с грейферами, экскаваторы, бункерные установки;

при выгрузке – стреловые краны на железнодорожном ходу, мостовые и козловые краны с грейферами, повышенный путь, перекрытый козловым и мостовым кранами, элеваторно-ковшовые разгрузчики С-492, вагоноопрокидыватели.

12. При переработке насыпных грузов, требующих защиты от атмосферных осадков, на складе крытом, силосного типа, элеваторе:

при погрузке – пневматические установки, самотёком с помощью отпускных труб;

при выгрузке – механические лопаты, разгрузчики непрерывного действия МВС, ИРМ, пневматические разгрузчики;

13. При переработке наливных грузов (нефтепродуктов) на складе используются резервуары наземные, подземные при наливе и сливе; стояки, колонки, эстакады, способ самотёком и принудительный с помощью насосов.

*Выбор грузозахватных приспособлений*

Грузозахватные приспособления (ГЗП) выбираются в зависимости от рода перевозимого груза и суточных объёмов грузопереработки. От правильного выбора типа ГЗП зависит техническая (эксплуатационная) производительность ПРМ – $П_{тех}$ ($П_{экс}$), а, следовательно, простой вагонов под грузовыми операциями $t_{гр}$. При выборе грузозахвата следует руководствоваться справочными данными и следующими рекомендациями:

а) при переработке ТШГ на поддонах и без поддонов в качестве ГЗП выбираются вилочные захваты, зажимы, штыри, захваты-контователи;

б) при переработке универсальных грузов с весом брутто 30 и 50 кН (3 и 5 тс) на открытой контейнерной площадке – четырёхзвенные стропы, полуавтоматические захваты, автострop ЦНИИ-ХИИТа, а при переработке крупнотоннажных контейнеров с весом брутто 100, 200, 240 и 300 кН (10, 20, 24 и 30 тс) на открытой площадке – траверсы со стропами, спредеры жёсткой конструкции, раздвижные;

в) при переработке тяжеловесных, железобетонных конструкций, кирпича на поддонах – четырёхзвенные стропы, тросы, тросы с траверсами и автоматические захваты;

г) при переработке круглого леса навалом – тросы, грейферы лесные трёхлапые, виброгрейферы, в пакетах – четырёхзвенные стропы, тросы, тросы с траверсами и полуавтоматические захваты;

д) при переработке пиломатериала в пакетах – четырёхзвенные стропы, тросы, тросы с траверсами и автоматические захваты с поворотными лапами;

е) при переработке насыпных грузов (угля, инертно-строительных материалов) – ковши, грейферы, виброгрейферы;

ж) при переработке металлопродукции (прокат, чугун в чушках, металлолом в пакетах и др.) – четырёхзвенные стропы, электромагниты;

и) при переработке грузов в спецконтейнерах – четырёхзвенные стропы, тросы с траверсами и полуавтоматические захваты.

### *9.1.5. Расчёт технической и эксплуатационной производительности ПРМ и установок*

*Техническая* производительность $П_{тех}$ – это количество груза, которое может переработать машина за один час непрерывной работы при рациональной ее организации и наиболее эффективном использовании машин, устройств и механизмов в конкретных условиях (кН/ч; $м^3$/ч; конт./ч).

*Эксплуатационная* производительность $П_{экс}$, кН/ч; $м^3$/ч; конт./ч, – это количество груза, перерабатываемого за один час с учётом технологических и организационных перерывов (подача-уборка вагонов, перестановка машин, подготовительные операции и т. д.) (кН/ч $м^3$/ч; конт./ч).

*Расчёт технической производительности ПРМ периодического действия*

Для ПРМ периодического действия (краны, погрузчики, вагоноопрокидыватели и др.) техническая производительность рассчитывается по формуле

$$П_{\text{тех}} = 3600\frac{G_{\text{гр}}}{T_{\text{ц}}}, \qquad (9.47)$$

где 3 600 – количество секунд в одном часе, с/ч;

$G_{гр}$ – вес порции груза, перерабатываемого за один период (цикл), кН; м$^3$; конт. в зависимости от рода груза;

$T_{ц}$ – длительность рабочего цикла машины, с.

*1. Расчёт веса порции груза для различных грузов и грузозахватов:*

а) при переработке ТШГ на поддонах и без поддонов $G_{гр} \le 10$ кН;

б) при переработке универсальных контейнеров, $G_{\text{гр}} = 1$ физ. конт.;

г) при переработке тяжёловесных грузов $G_{\text{гр}} = 20…80$ кН;

в) при переработке железобетонных конструкций и металлопродукции $G_{\text{гр}} = 20…50$ кН;

г) при переработке круглого леса навалом – $G_{\text{гр}}$ принимается по характеристике выбранного трёхлапного лесного грейфера, например, для стреловых кранов на железнодорожном ходу $G_{\text{гр}} = 45$ кН;

– если лесоматериал погружается в вагон, то $G_{\text{гр}}$ подсчитывают по формуле

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{лм}}\gamma g K_{\text{пл.ук}}, \qquad (9.48)$$

где $\gamma$ – плотность лесоматериала, т/м$^3$ (для сухих лесоматериалов от 0,35 (пихта) до 0,76 (граб) т/м$^3$, полусухих от 0,55 (кедр) до 0,97 (граб) т/м$^3$, свежесрубленных от 0,71 (липа) до 1,02 (дуб) т/м$^3$);

$g$ – ускорение свободного падения, м/с$^2$;

$K_{\text{пл.ук}}$ – коэффициент плотности укладки, колеблется от 0,47 (на прокладках при толщине в верхнем срубе 180…220 мм) до 0,72 (без прокладок при толщине 300…400 мм);

$V_{\text{лм}}$ – объём круглого лесоматериала, погружённого в вагон, м$^3$,

$$V_{\text{лм}} = n_{\text{бр}} \frac{\pi d_{\text{ср}}^2}{4} l_{\text{бр}}, \qquad (9.49)$$

где $n_{\text{бр}}$ – количество брёвен в вагоне, шт.; $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр брёвен, м; $l_{\text{бр}}$ – длина бревна в вагоне, м;

д) при переработке круглого леса и пиломатериалов в пакетах $G_{\text{гр}}$ подсчитывается по формуле

$$G_{\text{гр}} = A_{\text{пак}} L_{\text{пак}} \gamma g K_{\text{пл.ук}}, \qquad (9.50)$$

где $A_{\text{пак}}$ – площадь поперечного сечения пакета, м$^2$ (для круглого леса $A_{\text{пак}} = B_{\text{пак}} H_{\text{пак}} = 2{,}8\times \times 1{,}6 = 4{,}48$ м$^2$; для пиломатериала $A_{\text{пак}} = 1{,}35 \times 1{,}3 = = 1{,}755$ м$^2$);

$L_{\text{пак}}$ – длина пакета, м (для длинномерного круглого леса – 6,5 м; для пиломатериалов – 4 м);

$\gamma$ – удельная плотность пакета (т/м$^3$) (принимают 0,5 т/м$^3$);

$K_{\text{пл.ук}}$ – коэффициент плотности укладки лесоматериалов (принимают равным $K_{\text{пл.ук}}$ = 0,6…0,72 – для круглого леса; $K_{\text{пл.ук}}$ = 0,8…0,9 – для лесоматериалов);

е) при переработке насыпных грузов (уголь, инертно-строительные материалы) $G_{\text{гр}}$ рассчитывается по формуле

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{ков}} \gamma g K_{\text{зап}}, \qquad (9.51)$$

где $V_{\text{ков}}$ – объём ковша (грейфера), м$^3$ (берут из технической характеристики грузозахватного приспособления);

$\gamma$ – объёмная масса груза, т/м$^3$ (уголь каменный рядовой – 0,8…0,85 т/м$^3$; уголь бурый – 0,65…0,85 т/м$^3$; руда железная – 1,5…3,5 т/м$^3$; апатит (концентрат) – 1,6…1,8 т/м$^3$; цемент глиноземный – 0,85…1,15 т/м$^3$; торф кусковой – 0,55…0,65 т/м$^3$; песок – 1,4…1,9 т/м$^3$; гравий – 1,6…1,86 т/м$^3$; щебень – 1,4…1,7 т/м$^3$; зерновые: пшеница 0,7…0,83 т/м$^3$; рожь – 0,68…0,79 т/м$^3$; ячмень – 0,65…0,75 т/м$^3$; лесные: сосна – 0,46…0,52 т/м$^3$; берёза – 0,65…0,7 т/м$^3$; наливные: нефть, бензин – 0,68…0,96);

$K_{зап}$ – коэффициент заполнения ковша (грейфера), принимают $K_{зап}$ = 0,7…1,0;

ж) при переработке грузов в специализированных контейнерах $G_{гр}$, кН, принимается по характеристике контейнеров: $G_{гр}$ = 15 кН – для неслёживающихся грузов МК-0.5 (где МК означает мягкий контейнер), МКП-Л (где П означает пакет); $G_{гр}$ = 10 кН – для МКР-1 разового использования; $G_{гр}$ = 20 кН – для МК-1.5 многократного использования; $G_{гр}$ = 23,7 кН – для ККС-2,85; $G_{гр}$ = 25 кН – для СК-VIII-2 для перевозки листового стекла.

2. Расчёт продолжительности рабочего цикла ПРМ.

*Рабочим циклом* ПРМ $T_{ц}$, с, называют время, затрачиваемое на захват, перемещение, погрузку (укладку) одной порции груза и возврат машины в исходное положение.

Длительность рабочего цикла $T_{ц}$ на практике определяют хронометражным наблюдением за работой машины. В курсовой работе $T_{ц}$ определяют расчётом в зависимости от технических характеристик ПРМ (практические занятия).

Продолжительность рабочего цикла козловых (мостовых) кранов, стреловых кранов на железнодорожном ходу, вилочных ЭП (малогабаритных АП), АП со стрелой (крановой или Г-образной) и тракторных погрузчиков рассчитывается по формуле

$$T_{ö} = t_{ç} + t_{î} + K_{ñîâì} \sum_{i=1}^{8} t_i \,, \qquad (9.52)$$

где $K_{совм}$ – коэффициент совмещения операций по времени (принимают для козловых (мостовых) кранов равным 0,8, стреловых кранов на железнодорожном ходу – 0,7, вилочных ЭП и АП – 0,85).

Примерный график рабочего цикла козлового (мостового) крана при переработке контейнеров приведён в рис 9.30.

Следует помнить о том, что по *правилам техники безопасности* можно совмещать *только две* соседние операции, напри-

мер, поднятие груза и перемещение тележки, передвижение тележки и крана и т. д.

В формуле (9.52) для определения приняты следующие обозначения:

а) для козловых (мостовых) кранов: $t_з$ и $t_о$ – время на застропку (захват) и отстропку (освобождение) груза, с (для автостропа конструкции ЦНИИ-ХИИТ принимают 13.2 с, для спердера 10 с); $t_1$ – продолжительность подъёма груза, с; $t_2$ – передвижение тележки с грузом, с; $t_3$ – передвижение крана с грузом, с; $t_4$ – опускание груза, с; $t_5$ – подъём захвата, с; $t_6$ – передвижение крана без груза, с; $t_7$ – передвижение тележки без груза, с; $t_8$ – опускание захвата, с;

б) для стреловых кранов на железнодорожном ходу: $t_з$ – среднее время на замыкание (захват груза) грейфера (ковша), с (принимают 10…12 с); $t_о$ – среднее время раскрытия грейфера (ковша) или высыпания груза из грейфера (ковша), с (принимают 5…7 с); $t_1$ – продолжительность подъёма грейфера (ковша) с грузом, с; $t_2$ – поворот стрелы крана, с; $t_3$ – передвижение крана с грузом, с; $t_4$ – опускание грейфера (ковша) с грузом, с; $t_5$ – подъём порожнего грейфера (ковша), с; $t_6$ – передвижение крана без груза, с; $t_7$ – обратный поворот крана, с; $t_8$ – опускание порожнего грейфера (ковша) в полувагон, с;

в) для вилочных ЭП (или малогабаритных АП): $t_з$ – наклон рамы грузоподъёмника вперёд, заводки вил под груз, подъем груза на вилах и наклон рамы грузоподъёмника назад до отказа, с (принимают 10…15 с); $t_о$ – наклон рамы вперёд, освобождение груза, наклон рамы назад, с (принимают 5…7 с); $t_1$ – время на разворот погрузчика, с (при развороте на $90^\circ$ принимают 6…8 с, а на $180^\circ$ – 10...15 с); $t_2$ – продолжительность передвижения погрузчика с грузом, с (определяют расчётом при заданном значении длины пути передвижения погрузчика); $t_3$ – время установки рамы грузоподъёмника в вертикальном положении с грузом на вилах, с (от 2 до 3 с); $t_4$ – время подъёма груза на необходимую высоту, с (определяют расчётом при заданном значении высоты подъёма); $t_5$ – время укладки груза в штабель (стеллаж), с (принимают 5…8 с); $t_6$ – время отклонения рамы грузоподъ-

ёмника назад без груза, с (2…3 с); $t_7$ – время на опускание порожней каретки вниз, с (определяют расчётом при заданном значении высоты опускания); $t_8$ – время на разворот погрузчика без груза, с (принимают равным $t_1$), $t_9$ – время на обратный (холостой) ход погрузчика, с (принимают равным $t_2$); $t_{10}$ – суммарное время для переключения рычагов и срабатывания исполнительных цилиндров после их включения, с (обычно принимают 6…8 с).

г) для АП со стрелой (крановой или Г-образной): $t_з$ – захват груза, с (принимают 8…12 с); $t_о$ – время укладки груза в кузов автомашины или на железнодорожную платформу, с (принимают 5…8 с); $t_1$ – подъём груза, с; $t_2$ – передвижение погрузчика (задний ход), с; $t_3$ – опускание груза в транспортное положение, с; $t_4$ – передвижение погрузчика с грузом, с; $t_5$ – подъём груза для укладки в штабель (стеллаж), с; $t_6$ – подъём захвата, с; $t_7$ – передвижение погрузчика без груза, с; $t_8$ – опускание захвата, с;

д) для тракторных погрузчиков: $t_з$ – захват груза, с (принимают 12 с); $t_1$ – подъём и перемещение ковша назад, с (принимают 10 с); $t_2$ – передвижение погрузчика с грузом, с (принимают 13 с); $t_3 = t_о$ – освобождение (высыпание) груза, с (принимают 5 с); $t_4$ – передвижение погрузчика без груза, с (принимают 13 с); $t_5$ – перемещение ковша и опускание для захвата груза, с (принимают 10 с); $t_6 = t_7 = t_8 = 0$.

1. Для козловых (мостовых) кранов, поскольку $t_1 = t_4$, $t_2 = t_5 = t_7 = t_8$ и $t_3 = t_6$, формула для определения $T_ц$ примет вид

$$T_ц = t_{застр} + t_{отстр} + K_{совм}(2t_1 + 4t_2 + 2t_3). \qquad (9.53)$$

Здесь

$$t_1 = \frac{H}{v_{ãð}} + t_{ðçï}, \qquad (9.54)$$

| Операции цикла | $t_{\text{опер}}$, с | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Застропка контейнера | 7 | ------7 | | | | | | |
| 2. Подъём контейнера | 12 | --- | ------ | 19 | | | | |
| 3. Передвижение тележки | 14 | | 15---- | ------ | 29 | | | |
| Передвижение крана | 17 | | 19-- | ------ | -----36 | | | |
| 5. Опускание крана | 8 | | | 32 | --------- | 40 | | |
| 6. Отстропка | 3 | | | | 40 | --43 | | |
| 7. Подъём автостропа | 3 | | | | | 43---46 | | |
| 8. Передвижение тележки без груза | 14 | | | | | 44----- | ------58 | |
| 9. Передвижение крана без груза | 17 | | | | | 46-- | -------- | --63 |
| | 60 | 66 | | $T_{\text{ц}}^{\text{гр}} =$ 66 с | | | | |
| $\sum_{i=1}^{n} t_{\text{опер}i}$ | 101 | -------- | ------ | ------ | --------- | -------- | -------- | ---- |

Рис. 9.30. Примерный график рабочего цикла козлового (мостового) крана при переработке контейнеров

где $H$ – средняя высота подъёма груза, м (принимают в зависимости от типа подвижного состава (платформа или полувагон) и высоты поднимаемого груза при укладке штабелями 3,5…4 м; высоту опускания груза можно принять 1,6 м);

$v_{\text{гр}}$ – скорость груза при подъёме, м/с (принимают в зависимости от технической характеристики крана);

$t_{\text{р-з}}$ – время пуска (разгона) или торможения (замедления) механизма подъёма крана, с (принимают 1…1,5 с);

Примерный график рабочего цикла тракторного погрузчика при переработке угля приведён в рис. 9.31.

| Операции цикла | $t_{\text{опер}}$, с | 0…10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Захват груза | 12 | -------- | -- 12 | | | | |
| 2. Подъём и перемещение ковша назад | 12 | 10 | ---- -- | -- 22 | | | |
| 3. Передвижение погрузчика с грузом | 13 | | 20 | ---- -- | ---33 | | |
| 4. Высыпание груза | 5 | | | | 33--- -38 | | |
| 5. Передвижение погруз чика без груза | 13 | | | | 38- | ---- --- | --- -51 |
| 6. Перемещение ковша и опускание для захвата груза | 10 | | | $T_{\text{ц}}^{\text{гр}}$ = 65 с | | 45- --- | --- -- 55 |
| $\sum_{i=1}^{n} t_{\text{опер}i}$ | 63 | -------- | ---- -- | ---- -- | ------ --- | ---- ---- | --- --- |

Рис. 9.31. Примерный график рабочего цикла тракторного погрузчика при переработке угля

$$t_2 = \frac{L_{\text{тел}}}{v_{\text{тел}}} + t_{\text{р.з.тел}}, \qquad (9.55)$$

где $L_{\text{тел}}$ – среднее расстояние перемещения тележки крана, м,

$$L_{\text{тел}} = \frac{L_{\text{пр}} + 2L_{\text{выл}}}{2}, \qquad (9.56)$$

$L_{\text{пр}}$ – пролёт крана, м; $L_{\text{выл}}$ – вылет консоли крана, м (берут из характеристики крана);

$t_{\text{р-з. тел}}$ – разгон и замедление тележки крана, с (принимают 2…2,5 с);

$v_{\text{тел}}$ – скорость передвижения тележки, м/с;

$$t_3 = \frac{L_{\text{ср.кр}}}{v_{\text{кр}}} + t_{\text{р.з.кр}}, \qquad (9.57)$$

где $L_{\text{ср.кр.}}$ – среднее расстояние перемещения крана, м (принимают в среднем 15…20 м);

$v_{\text{кр}}$ – скорость передвижения крана, м/с;

$t_{\text{р-з. кр}}$ – разгон и замедления крана, с (принимают 3…3,5 с).

2. Для стреловых кранов на железнодорожном ходу составляющие $T_{\text{ц}}$ определяют

$$t_1 = 60\frac{H_{\text{под}}}{v_{\text{под}}} + t_{\text{р.з}}, \qquad (9.58)$$

где $H_{\text{под}}$ – средняя высота подъёма грейфера (ковша), м (принимают в зависимости от типа подвижного состава (платформа или полувагон) 1,5…4 м);

$v_{\text{гр}}$ – скорость подъёма груза, м/мин (принимают в зависимости от технической характеристики крана, например, для крана КДВ-15П по табл. 9.8 – $v_{\text{гр}}$ = 30,8 м/мин);

$t_{\text{р-з}}$ – разгон и замедление механизма подъёма грейфера (ковша), с (принимают 2 с);

$$t_2 = \frac{\varphi_{\text{ср.стр}}}{6n} + t_{\text{р.з.стр}}, \qquad (9.59)$$

где $\varphi_{\text{ср.стр}}$ – средний угол поворота стрелы крана грейфера, град (принимают 120…130°);

$n$ – частота вращения поворотной части крана, об/мин (для крана КДВ-15П $n$ = 2,9 об/мин);

$t_{\text{р-з.стр}}$ – разгон и замедление поворотной части крана, с (принимают 2,5 с);

$$t_3 = 60\frac{L_{\text{ср.кр}}}{v_{\text{кр}}} + t_{\text{р.з.кр}}, \qquad (9.60)$$

где $L_{\text{ср.кр}}$ – средний путь передвижения крана, м (принимают 15…20 м); $v_{\text{кр}}$ – скорость передвижения крана, м/мин (для крана КДВ-15П – $v_{\text{кр}}$ = 195 м/мин); $t_{\text{р.з.кр}}$ – разгон и замедление крана, с (принимают 4 с);

$$t_4 = 60\frac{H_{\text{оп}}}{v_{\text{оп}}} + t_{\text{р.з}}^{\text{оп}}, \qquad (9.61)$$

где $H_{\text{оп}}$ – высота опускания грейфера (ковша) при выгрузке, м (принимают 2 м);

$v_{\text{гр}}$ – скорость опускания груза, м/мин (принимают равной скорости подъёма груза);

$t_{\text{р.з}}^{\text{оп}}$ – разгон и замедление механизма опускания грейфера (ковша), с (принимают 1,5 с);

$$t_5 = 60\frac{H_{\text{под}}}{v_{\text{под}}} + t_{\text{р.з}}^{\text{пор}}, \qquad (9.62)$$

где $t_{\text{р.з}}^{\text{пор}}$ – разгон и замедление механизма подъёма порожнего грейфера (ковша), с (принимают 1,5 с);

$t_6 = t_3$ – обратное передвижение крана без груза, с;

$t_7 = t_2$ – обратный поворот стрелы крана, с;

$$t_8 = 60\frac{H_{\text{оп}}}{v_{\text{оп}}} + t_{\text{р.з}}^{\text{пор}}, \qquad (9.63)$$

где $t_{\text{р.з}}^{\text{пор}} = t_{\text{р.з}}$ – разгон и замедление механизма опускания порожнего грейфера (ковша) в полувагон, с (принимают 1,5 с).

Операции опускания грейфера с грузом $t_4$, высыпания груза $t_{\text{осв}} = t_{\text{отстр}}$и подъёма порожнего грейфера $t_5$ полностью совмещаются по времени с операциями поворота крана. Следовательно, составляющие $t_4$, $t_{\text{осв}}$ и $t_5$ в расчёте продолжительности рабочего цикла не учитываются и формула для определения $T_{\text{ц}}$ принимает вид

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{застр}} + t_{\text{отстр}} + 2t_2 + 2t_3 + t_8. \qquad (9.63)$$

3. Для *вилочных* ЭП (или малогабаритных АП).

Время, потребное для передвижения погрузчика с грузом или без груза, с, подсчитывается по формуле

$$t_3 = t_{10} = L/v_{\text{ïîã}} + t_{\text{ð.ç}}, \qquad (9.64)$$

где $L$ – путь передвижения погрузчика, м (принимают 25…30 м);

$v_{\text{погр}}$ – скорость погрузчика, м/с (для ЭП-103, ЭП-106 $v_{\text{погр}} = 9$ м/с);

$t_{\text{р.з}}$ – время на разгон и замедление, с (можно принять 1…1,5 с).

Продолжительность подъёма или опускания груза, с, подсчитывается по формуле:

$$t_5 = t_8 = L/v_{\text{под}} + t_{\text{р.з}}, \qquad (9.65)$$

где $H$ – высота подъёма (опускания) груза, м (принимают не более 1,8 м);

$v_{\text{под}}$ – скорость подъёма (опускания), м/с (для ЭП-103, ЭП-106 $v_{\text{под}} =$ 0,15 м/с).

Следует обратить внимание на то, что скорость подъёма каретки без груза примерно на 30 % больше скорости подъёма

каретки с грузом. Скорость опускания каретки с грузом примерно на 50…70 % больше скорости подъёма, а скорость опускания каретки без груза примерно на 50 % меньше скорости опускания с грузом.

4. Для АП со стрелой (крановой или Г-образной)

$$t_1 = H_n / v_{n.гр} \ , \qquad (9.66)$$

где $H_п$ – средняя высота подъёма груза для укладки в штабель, м (принимают не более 1,0 м);

$v_{п.гр}$– скорость вил при подъёме груза, км/ч (для ЭП-103, ЭП-106 $v_{п.гр} = 0{,}15$ м/с);

$$t_2 = L_{з.ход} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.67)$$

где $L_{з.ход}$ – путь передвижения погрузчика задним ходом, м (принимают не более 3,0 м);

$$t_3 = H_{оп} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.68)$$

где $H_{оп}$ – высота опускания груза в транспортное положение, м (принимают 0,5 м);

$$t_4 = 3.6 H_{п.п} / v_{п.п} \ , \qquad (1.69)$$

где $H_{п.п}$ – средний путь передвижения погрузчика с грузом, м (обычно принимают 20 м);

$v_{п.п}$ – скорость передвижения погрузчика, км/ч (для ЭП-103, ЭП-106 $v_{п.п} = 9$ км/ч);

$$t_5 = H_{шт} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.70)$$

где $H_{шт}$ – средняя высота подъёма груза для укладки в штабель, м (можно принять 2 м);

$$t_6 = 3.6H_{в.п.зах} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.71)$$

где $H_{в.п.зах}$ – высота подъёма захвата, м (принимают 0,2 м);

$$t_7 = 3.6H_{п.б.зах} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.72)$$

где $H_{п.б.зах} = H_{в.п.зах}$ – высота подъёма захвата без груза, м;

$v_{б.гр}$ – скорость погрузчика без груза, км/ч (для ЭП-103, ЭП-106 $v_{б.гр} = 10$ км/ч);

$$t_8 = H_{в.б.зах} / v_{п.гр} \ , \qquad (9.73)$$

где $H_{в.о.зах}$ – высота опускания захвата, м (принимают 2,7 м).

*Расчёт технической производительности ПРМ непрерывного действия*

1. Техническая производительность конвейеров (ленточные, цепные, винтовые, инерционные) при переработке насыпных грузов, $П_{тех}$ кН/ч:

$$П_{тех} = 3600 A_{гр} \gamma g v \, , \qquad (9.74)$$

где 3600 – переводной коэффициент секунд в час;

$A_{гр}$ – площадь поперечного сечения груза, м$^2$

$$A_{гр} = \frac{B^2}{4} tg\alpha \, , \qquad (9.75)$$

где $B$ – ширина основания насыпного груза (принимают равным ширине ленты), м; γ– удельная масса груза, т/м$^3$; $\rho$ – угол естественного откоса насыпного груза, град.; $v$ – скорость движения рабочего органа конвейера, м/с.

2. Техническая производительность конвейеров (ленточные, цепные) при переработке штучных грузов $П_{тех}$, кН/шт.:

$$П_{\text{тех}} = \frac{3600 G_{\text{гр}} v}{l}, \qquad (9.76)$$

где $G_{\text{гр}}$ – вес единицы груза, кН; $l$ – расстояние между единицами груза, м.

3. Техническая производительность элеваторов при переработке насыпных грузов $П_{\text{тех}}$, кН/ч:

$$П_{\text{тех}} = \frac{3600 V \gamma g K_{\text{зап}} v}{l_{\text{к}}}, \qquad (9.77)$$

где $V$ – объём ковша, м$^3$; γ – удельная масса груза, т/м$^3$; $l_{\text{к}}$ – расстояние между ковшами (шаг ковша), м; $K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения ковша (принимают 0,7…1,0).

4. Техническая производительность пневматических установок (ПУ) и разгрузчиков (ПР) для перемещения насыпных грузов (зерно, цемент, мелкий и средний уголь и др.) принимается в зависимости от рода груза и характера действия этих установок (всасывающие и нагнетательные) – $П_{\text{тех}}$, кН/ч. Так, например, ПУ *нагнетательного типа* имеет $П_{\text{тех}}$ = 1500 кН/ч и может перемещать грузы на расстояние более 1,5 км; ПР *всасывающего действия* ТА-17 (С-1039) имеет $П_{\text{тех}}$ = 500 кН/ч, $N_{\text{дв}}$ = 45 кВт, а ТА-18 (С-1040) – $П_{\text{тех}}$ = 900 кН/ч, $N_{\text{дв}}$ = 83,6 кВт. Эти разгрузчики имеют диаметр трубы ∅ 150 мм и могут перемещать грузы на расстояние более 12 м; ПР *всасывающе-нагнетательного действия*: ТА-26 имеет диаметр трубы ∅ 100 мм, $П_{\text{тех}}$ = 200 кН/ч, $N_{\text{дв}}$ = 31,8 кВт и может перемещать грузы по горизонтали на расстояние 40 м, а по вертикали – 25 м; ТА-27 имеет диаметр трубы ∅ 150 мм, $П_{\text{тех}}$ = 500 кН/ч, $N_{\text{дв}}$ = 56,8 кВт и может перемещать грузы по горизонтали на расстояние 50 м, а по вертикали – 3 …5 м; ТА-32 имеет $П_{\text{тех}}$ = 500 кН/ч и может перемещать грузы по горизонтали на расстояние 50 м, а по вертикали – менее 30 м; РПМ-2А имеет $П_{\text{тех}}$ = 600 кН/ч и может перемещать грузы по горизонтали на расстояние 100 м, а по вертикали – менее 30 м.

5. Наливные грузы (нефть и нефтепродукты) перекачиваются из цистерн насосами (принудительный налив-слив) и самотёком.

6. Техническая производительность насосных установок при принудительном наливе-сливе наливных грузов определяется в зависимости от типа насоса, например, для центробежного насоса $П_{тех}$ = 300…700 м$^3$/ч.

При нижнем сливе наливных грузов самотёком $П_{тех}$ сливных устройств, кН/ч

$$П_{тех} = 3600 A_{тр} \gamma K_{сж} v_{ср.ж} , \qquad (9.78)$$

где $A_{тр}$ – площадь поперечного сечения сливного отверстия, м$^2$ (диаметр трубопровода 200 мм);

$K_{сж}$ – коэффициент сжатия струи жидкости по Вейсбаху (принимают 0,64);

$v_{ср.ж}$ – средняя скорость истечения жидкости, м/с,

$$v_{ср.ж} = K_{ср\,v} \frac{\sqrt{2gH_{ст.ж}}}{2} , \qquad (9.79)$$

где $K_{ср\,v}$ – средний скоростной коэффициент (принимают 0,97, а для разогретых вязких нефтепродуктов – 0,95);

$H_{ст.ж}$ – напор, высота столба жидкости в цистерне, м, (на практике определяется метрштоком, а в курсовой работе можно принять ~2 м).

7. Для бункерных установок при погрузке массовых насыпных грузов (уголь, зерно и др.), кН/ч,

$$П_{тех} = 3600 A_{стр} \gamma g v_{выс.гр} , \qquad (9.80)$$

где $A_{стр}$ – площадь поперечного сечения потока (струи) насыпного груза из выпускного отверстия бункера, м$^2$:

– *при прямоугольном отверстии* (рис. 9.32, *а*):

$$A_{\text{стр}} = (L - a)(B - a)\,, \tag{9.81}$$

где $L$ и $B$ – длина и ширина отверстия, м (принимают $L$ = 0,7 и $B$ = 0,6 м),

$a$ – размер характерного куска груза, м (принимают 0,1 м);

– *при квадратном отверстии* (рис. 9.32, *б*):

$$A_{\text{стр}} = (L - a)^2\,, \tag{9.82}$$

– *при круглом отверстии* (рис. 9.32, *в*):

$$A_{\text{стр}} = \pi(D - a)^2 / 4\,, \tag{9.83}$$

где $D$ – диаметр отверстия, м (для песка обычно принимают $D$ = 0,15 м, гравия – $D$ = 0,16 м, крупнокускового груза – $D$ = 0,6 м);

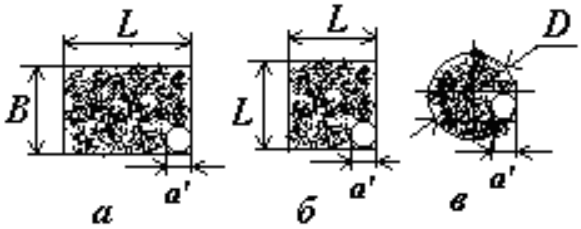



Рис. 9.32. Конфигурации отверстий бункеров

$v_{\text{выс.гр}}$ – скорость высыпания груза из выпускного отверстия, м/с

$$v_{\text{выс.гр}} = 5{,}9\lambda\sqrt{R}\sin\alpha\,; \tag{9.84}$$

$\lambda$ – коэффициент истечения груза (для сухих зернистых и порошкообразных грузов – 0,55…0,65, для крупнозернистых и кусковых грузов – 0,3…0,8, для пылевидных грузов – 0,2…0,25);

$R$ – гидравлический радиус выпускного отверстия, м,

$$R = A_{стр} \big/ p\,, \tag{9.85}$$

где $p$ – периметр сечения, м (для прямоугольного сечения $p = 2\left[(L-a)+(B-a)\right]$, для круглого отверстия $p = D/\pi$ );

α – угол наклона жёлоба, отклоняющего поток и создающего подъём груза (принимают 90°).

7а. При выгрузке зерновых грузов инерционно-разгружательной машиной (ИРМ-7) конструкции ВНИИЖТ – $П_{тех}$ = 300 м$^3$/ч.

8. Для *роторно-ковшовых погрузчиков*, кН/ч:

$$П_{тех} = 3600 V_{ковш} \cdot \omega \cdot z \cdot \gamma \cdot g \cdot К_{зап} , \qquad (9.86)$$

где $К_{зап}$ – коэффициент заполнения ковшей (принимают 0,7…1,0); $V_{ковш}$ – ёмкость ковша, м$^3$; $\omega$ – угловая скорость ротора, рад/с; $z$ – общее число ковшей на роторе (принимают 6…12).

*Расчёт эксплуатационной производительности ПРМ и установок*

Эксплуатационная производительность $П_{экс}$, кН/ч, м$^3$/ч, конт./ч

$$П_{эксп} = П_{тех} К_{вр} К_{гр} , \qquad (9.87)$$

где $К_{вр}$ – коэффициент использования ПРМ по времени (принимают 0,7…0,8); $К_{гр}$ – коэффициент использования ПРМ по грузоподъёмности,

$$K_{гр} = G_{гр} / G_{ном} \qquad (9.88)$$

где $G_{гр}$ – вес порции груза, перемещаемого в среднем за один рабочий цикл, кН, м$^3$, конт.;

$G_{ном}$ – номинальная грузоподъёмность ПРМ, кН, м$^3$, конт.

### *9.1.6. Расчёт потребного количества ПРМ при детер минированном режиме работы грузового пункта*

Детерминированный режим работы грузового пункта (ГП) характеризуется следующими показателями:

регулярный транспортный поток вагонов и автомобилей;

количество подач вагонов в сутки одинаково ($m$ = const (под./сут));

количество вагонов в подаче постоянно –$n_{под}$ = const (ваг./под.);

интервалы между подачами постоянные;

время простоя вагонов на ГП постоянно – $t_{гр}$ = const (ч/под.).

Потребное количество ПРМ в этом режиме работы ГП зависит от рода груза и суточного объёма работы $G^{\text{р}}_{\text{сут}}$, эксплуатационной производительности $П_{экс}$ и времени работы ПРМ в течение суток с учётом технологических перерывов (приём-сдача смены и обед) и перестановки вагонов $\text{Т}_{\text{сут}}$.

Суточный объём работы определяется по формуле $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = G_{\text{сут}}(2 - K_{\text{пр}})$ или $G^{\text{р}}_{\text{сут}} = MП_{\text{экс}}T_{\text{сут}}$.

В связи с этим

– потребное количество ПРМ для всех грузов (кроме контейнеров), шт.

$$M = \frac{Q^{\text{р}}_{\text{сут}}}{П_{\text{экс}}T_{\text{сут}}}, \qquad (9.89)$$

где $T_{сут}$ – время работы ПРМ на погрузке-выгрузке вагонов и автомобилей в течение суток, ч.

Время работы ПРМ в течение суток $T_{\text{сут}}$ зависит от количества смен в сутки $n_{\text{см}}$, продолжительности смены $t_{\text{см}}$, технологических перерывов – времени на приём-сдачу смены 0,5 ч и обед 1 ч, количества подач вагонов на ГП $m$ и времени на перестановку вагонов $t_{\text{пер}}$:

$$T_{\text{сут}} = n_{\text{см}}(t_{см} - 1{,}5) - mt_{\text{пер}}, \qquad (9.90)$$

где 1,5 – время технологических перерывов – времени на приём-сдачу смены 0,5 ч и обед 1 ч;

$m$ – количество подач вагонов на грузовой пункт;

$t_{пер}$ – время перестановки вагонов, ч, в курсовой работе можно принять $t_{пер}$ = (0,4…0,7) $t_{п\text{-}у}$, ($t_{п\text{-}у}$ – время на подачу-уборку вагонов, ч, задаваемая величина).

– потребное количество ПРМ для контейнеров, шт.:

$$M = \frac{u^{р}_{сут}}{\Pi_{экс} T_{сут}} . \qquad (9.91)$$

Для схемы «повышенный путь, перекрытый козловым (мостовым) краном» в расчёте $T_{сут}$ следует учитывать занятость крана на вспомогательных операциях (открывание, закрывание люков полувагонов, очистка вагонов от остатков насыпных грузов накладным вибратором, а зимой – рыхление смерзшихся грузов навесным рыхлителем). Время занятости крана на вспомогательных операциях $t_{всп}$ можно принять равным $t^{л}_{всп}$ = 10 мин на вагон летом и $t^{з}_{всп}$ = 40 мин зимой.

Исходя из этого время работы ПРМ по выгрузке вагонов для данной схемы, ч/сут:

$$t^{в}_{гр} = T_{сут} - \frac{n_{сут} t^{л,з}_{всп}}{60} , \qquad (9.92)$$

где $n_{сут}$ – суточный вагонопоток, ваг./сут.

### *9.1.7. Расчёт оптимального количества ПРМ при недетерминированном режиме работы грузового пункта*

Недетерминированный режим работы грузового пункта (ГП) характеризуется случайным (вероятностным) поступлением вагонов и автомобилей под грузовые операции, когда количество вагонов в подаче, интервалы между подачами, время вы-

полнения грузовых операций с вагонами в каждой подаче имеют существенные отклонения от среднего значения. Потребное, в данном случае оптимальное, количество ПРМ и подач рассчитывается методами математического моделирования на ЭВМ. В качестве критерия оптимальности принимается наиболее объективный обобщённый показатель – минимум суммарных приведённых расходов, связанных с работой ПРМ, занятостью вагонов, автомобилей и маневровых локомотивов.

Функционал задачи, представляющий собой выражение приведённых затрат, имеет вид

$$R(M,m) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 \to \min. \quad (9.93)$$

Здесь $R_1$ – затраты, связанные с амортизацией и ремонтом ПРМ, р/год

$$R_1 = 0{,}01K_{\text{с.м}}(\alpha_{\text{с.м}} + E_{\text{норм}})M\ , \quad (9.94)$$

где $K_{\text{см}}$ – стоимость ПРМ (средств механизации) с учётом расходов на транспортировку и монтаж, которые принимаются в размере 10…15 % от оптовой цены машины, тг. (*оптовые цены* машин принимают *по материалам практических занятий*);

$\alpha_{\text{с.м}}$ – процент годовых отчислений на амортизацию машин – средства механизации;

$E_{\text{норм}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (*инвестиций*), выраженный в процентах, 1/год (норма дисконта, отражающая величину прибыли, которая должна быть получена инвестором на 1 тг. инвестиций). Величину этого коэффициента принимают 0,33…0,5 1/год;

$R_2$ – расходы, связанные с простоем вагонов под грузовыми операциями, тг/год:

$$R_2 = 365\frac{n_1 n_2 P_{\text{ст}}^{\text{в}} C_{\text{ваг}-\text{ч}}(2 - K_{\text{пр}})}{Mm\Pi_{\text{экс}}}, \quad (9.95)$$

где $n_1$ – максимальное значение прибывших $n_{\text{сут}}^{\text{пр}}$ либо отправленных $n_{\text{сут}}^{\text{от}}$ вагонов с учётом вагонов, подлежавших сортировке $n_{\text{сут}}^{\text{с}}$, ваг./сут:

$$n_1 = n_{\text{сут}}^{\text{пр,от}} + n_{\text{сут}}^{\text{с}}; \qquad (9.96)$$

$n_2$ – сумма прибывших $n_{\text{сут}}^{\text{пр}}$ и отправленных $n_{\text{сут}}^{\text{от}}$ вагонов, ваг./сут:

$$n_2 = n_{\text{сут}}^{\text{пр}} + n_{\text{сут}}^{\text{от}}; \qquad (9.97)$$

$C_{\text{ваг-ч}}$ – приведённая стоимость вагоно-часа простоя, тг./ваг.-ч (можно принять 9,41 тг/ваг.-ч по данным 2005 г.);

$R_3$ – расходы, связанные с вагоно-часами простоя в ожидании подачи вагонов на склад (тг/год)

$$R_3 = 365\frac{n_1 C_{\text{ваг-ч}}\left(\frac{T_{\text{сут}}^2}{m} + (24 - T_{\text{сут}})^2\right)}{48}; \qquad (9.98)$$

$R_4$ – расходы, связанные с выполнением маневровых операций по подаче и уборке вагонов, тг./год:

$$R_4 = 365 m t_{\text{ï-ó}} C_{\text{ëîê-÷}}, \qquad (9.99)$$

где $t_{\text{п-у}}$ – время подачи и уборки вагонов, ч (задаваемая величина);

$C_{\text{лок-ч}}$ – приведённая стоимость локомотиво-часа маневровой работы, р./лок.-ч (принимают 575,71 тг/лок.-ч по данным 2005 г.);

$R_5$ – расходы, связанные с ожиданием вагонами грузовых операций, р./год:

$$R_5 = 365 G_{\text{сут}}^{\text{р}} \frac{n_1 n_2 P_{\text{ст}}^{\text{в}} \alpha_{\text{ваг}} (1 + \nu_{\text{ваг}}^2)}{2 M m \Pi_{\text{экс}} (T_{\text{сут}} \Pi_{\text{экс}} M - G_{\text{сут}}^{\text{р}})}, \qquad (9.100)$$

где $v_{\text{var}}$ – коэффициент вариации времени обслуживания вагонов на грузовом фронте (принимают $v_{\text{var}} = 1$);

$R_6$ – расходы, связанные с ожиданием автомобилями для выполнения грузовых операций, тг/год:

$$R_6 = 365 G_{\text{сут}}^{\text{р}} \frac{t_{\text{авт}} C_{\text{авт}} (1 + \nu_{\text{авт}}^2) n_{\text{авт}}}{2 (T_{\text{сут}} \Pi_{\text{экс}} M - G_{\text{сут}}^{\text{р}})}, \qquad (9.101)$$

где $t_{\text{авт}}$ – время погрузки-выгрузки одного автомобиля (продолжительность работы автотранспорта по завозу и вывозу грузов), ч:

$$t_{\text{авт}} = \frac{G_{\text{авт}}}{n_{\text{авт}} \Pi_{\text{экс}}}, \qquad (9.102)$$

$G_{\text{авт}}$ – грузоподъёмность конкретного автомобиля, кН, усл. конт. или физ. конт. (например, 50 или 100 кН, 1 физ. конт.);

$n_{\text{авт}}$ – число автомобилей, поступающих к грузовому фронту в течение суток, шт. (принимают = 1 шт.);

$v_{\text{авт}}$ – коэффициент вариации времени обслуживания автомобилей на грузовом фронте (принимают $v_{\text{авт}} = 1$);

$C_{\text{авт}}$ – приведённая стоимость автомобиле-часа простоя, тг/авт.-ч (принимают 406 тг/авт.-ч по данным 2005 г.).

Рассматриваемая задача имеет ограничения:

$$M_{\min} < M \le M_{\max}; \; m_{\min} < m \le m_{\max}, \qquad (9.103)$$

где $M_{\min}$ – минимальное или потребное количество ПРМ, определяемое по формуле, приведённой в п. 1.1.5;

$m_{\min}$ – минимальное число подач (под.):

$$m_{\min} = \frac{n_1 L_{\text{ваг}}}{L_{\text{фр}}}, \qquad (9.104)$$

где $L_{\text{ваг}}$ – длина вагона по осям автосцепки, м; $L_{\text{фр}}$ – длина грузового фронта, м.

Максимальное число ПРМ $M_{\max}$ и подач $m_{\max}$ на практике зависит от величины ресурсов, выделенных на механизацию и автоматизацию ПРР и маневровую работу. В курсовом и дипломном проектировании значения $M_{\max}$ и $m_{\max}$ задаются.

Таким образом, суть задачи заключается в том, чтобы найти такие $M$ и $m$, которые бы минимизировали функционал $R(M,m)$ при соблюдении ограничения $R(M,m) \to \min$. Такая задача решается только с использованием ЭВМ.

### *9.1.8. Расчёт времени простоя вагонов под грузовыми операциями. Пути сокращения простоя вагонов*

*Простой вагонов под грузовыми операциями* $t_{\text{гр}}$, ч/под., – это промежуток времени между подачей и уборкой вагонов грузового фронта (рис. 9.33).

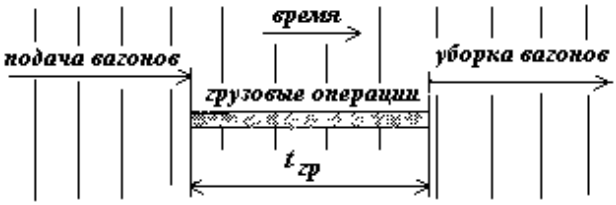



Рис. 9.33. К расчёту простоя вагонов

В расчёте не учитывается время ожидания вагонов одной подачи перед выполнением грузовых операций.

Началом простоя вагонов под погрузкой (выгрузкой) на ГП считается момент подачи вагонов под погрузку (выгрузку).

Окончанием простоя вагонов под погрузкой (выгрузкой) на ГП считается момент получения станцией прибытия (отправления) уведомления грузоотправителя (грузополучателя) о готовности к уборке всей одновременно поданной партии вагонов.

Для группы вагонов с разными сроками погрузки (выгрузки) грузов, поставленных по фронту, за простой вагонов под грузовыми операциями считаются сроки, установленные для вагонов с наибольшим сроком погрузки (выгрузки).

Простой вагонов под грузовыми операциями $t_{гр}$ зависит от массы порции груза в подаче $G_{под}$ (для контейнеров $u_{под}$), потребного количества М и эксплуатационной производительности $П_{экс}$ ПРМ, перерабатывающей заданный объём грузопотока

$$t_{\text{гр}} = f(G_{\text{под}}, M, П_{\text{экс}}). \qquad (9.105)$$

*Расчёт времени простоя вагонов под грузовыми операциями*

Расчёт времени простоя вагонов под грузовыми операциями одной подачи для всех схем крытых и открытых складов $t_{гр}$, ч/под., кроме схемы с повышенным путем, производится по видам грузопотока:

$$t_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{под}}}{МП_{\text{экс}}} + t_{\text{п-з}}, \qquad (9.106)$$

где $t_{п-з}$ – время на выполнение подготовительно-заключительных операций с вагонами одной подачи, ч/под. (принимают из Правил перевозок грузов, [4]). При этом $t_{п-з}$ даётся на первый и последний вагон в подаче.

Под подготовительно-заключительной операцией понимается время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных операций по подготовке вагонов под погрузку (выгрузку). Например, подготовительной операцией при сливе наливных грузов из цистерн принудительным способом является снятие пломб, открывание люков, заправка шлангов, замер высоты налива нефтепродукта метрштоком, а заключительной – уборка шлангов, закрывание люков и установка ЗПУ; подготовительной операцией при переработке ТШГ является коммерческий осмотр вагона, снятие пломб, ЗПУ, открывание дверей и установка переходного мостика, а заключительной – уборка вагона и переходного мостика, ЗПУ.

При осуществлении грузосортировочной операции с ТШГ в крытом вагоне время на снятие, установку пломб, закруток, открывание, закрывание дверей, установку, уборку переходных мостиков; с универсальными контейнерами в полувагонах, платформе и контейнеровозе, а также с крупнотоннажными контейнерами в специализированной платформе с упорами – $t_{п\text{-}з}$ = 0,25 ч/под.; с крупнотоннажными контейнерами в полувагонах и платформе время на установку и снятие крепления – $t_{п\text{-}з}$ = 0,3 ч/под.; с тяжеловесными грузами в полувагонах и платформе время на установку и снятие крепления – $t_{п\text{-}з}$ = 0,5…1,0 ч/под.

При погрузке-выгрузке лесоматериалов, железобетонных изделий и металлопродукции в полувагонах и платформе время на установку и снятие крепления $t_{п\text{-}з}$ = 0,5…1,0 ч/под., а кирпича на поддонах – $t_{п\text{-}з}$ = 0,5 ч/под.

При погрузке насыпных грузов открытого хранения в полувагонах и платформе $t_{п\text{-}з}$ = 0 ч/под.; при выгрузке кранами с грейферами, машиной С-492 и на вагоноопрокидывателе в платформе $t_{п\text{-}з}$ по очистке вагонов от остатков насыпных грузов вручную равно 1,0 ч/под. (с вибратором 0,1 ч/под.), а на повышенном пути в полувагоне с нижними люками – 97 мин/под. = 1,63 ч/под.

При погрузке насыпных грузов крытого хранения через дверной проём крытого вагона время на открывание, закрывание дверей, установку хлебных щитов, пломб, закруток (ЗПУ) и в специализированный мягкий контейнер – $t_{п\text{-}з}$ = 0,2 ч/под.; через люковые отверстия в крыше крытого специализированного вагона типа «Хоппер» время на открывание, закрывание крышек люков, установку пломб, закруток (ЗПУ) – $t_{п\text{-}з}$ = 0,1 ч/под.; при выгрузке через дверной проём крытого вагона вагоноразгрузчиками типа МВС время на снятие пломб, закруток (ЗПУ), открывание, закрывание дверей, очистку от остатков насыпных грузов, установку, уборку мостиков – $t_{п\text{-}з}$ = 0,5…1,0 ч/под., пневматическими установками и инерционными машинами типа ИРМ – время на снятие пломб, закруток (ЗПУ), открывание, закрывание дверей, уборку хлебных щитов – $t_{п\text{-}з}$ = 0,2 ч/под., самотёком через нижние люковые отверстия крытого специализированного вагона

типа «Хоппер» – время на открывание, закрывание люков, очистку от остатков насыпных грузов – $t_{п\text{-}з} = 0{,}5$ ч/под.

При наливе нефтепродуктов в цистерны время на открывание, закрывание люков, заправку, уборку шлангов, замер высоты налива, установку пломб; при сливе через универсальный нижний сливной прибор (УНСП) время на подсоединение сливных патрубков, открывание крышек люков и клапана УНСП, снятие пломб – $t_{п\text{-}з} = 14$ мин/ваг.

Для ТШГ, тяжеловесных грузов и универсальных контейнеров, перерабатываемых на МОП, $t_{гр}$ рассчитывается по видам грузопотока.

I. Для схем выгрузки насыпных грузов на повышенном пути простой вагонов $t_{гр}$ не зависит от производительности ПРМ, выгрузка осуществляется самотёком через нижние люки полувагонов:

$$t_{\text{гр}} = t_{\text{отк}-\text{люк}} + t_{\text{выс}} + t_{\text{очис}} + t_{\text{зак}-\text{люк}}.$$

Простой вагонов рекомендуется определять с использованием данных, приведённых на графиках [3] для летних условий. Для примера можно привести время выгрузки насыпных грузов на повышенном пути, перекрытом козловым (мостовым) краном с вибратором и люкозакрывателями при $n_{под} = 10$ ваг./под. и $M = 1$ шт.

1. Открывание люков, выгрузка самотёком, передвижение крана – 20 мин (2 мин на вагон).

2. Опускание вибратора на кузов вагона, очистка от остатков груза, передвижение крана – 50 мин (5 мин на вагон).

3. Подъём вибратора на 1 м и опускание его на площадку – 2 мин/ваг.

4. Закрывание люков люкозакрывателем, передвижение крана – 25 мин (2,5 мин на вагон).

Общее время – 97 мин/ваг.

Для зимних условий при выгрузке смерзшихся насыпных грузов необходимо учесть дополнительное время на разогрев вагонов с грузами в «тепляках» или рыхление.

II. Расчёт времени простоя цистерн $t_{гр}$ при наливе (сливе) нефтепродуктов из цистерн, который осуществляется принудительным способом посредством насосов и самотёком.

Простой цистерн $t_{гр}$ при наливе-сливе нефтепродуктов, ч/под.

$$t_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{под}}}{n_{\text{т}} П_{\text{экс}}} + n_{\text{под}} \frac{t_{\text{п–з}}}{60}, \qquad (9.107)$$

где $n_m$ – количество трубопроводов, параллельно используемых при наливе-сливе нефтепродуктов, шт., определяемое по формуле (1.100).

Простой цистерн $t_{гр}$ при нижнем сливе тёмных нефтепродуктов без предварительного разогрева самотёком, ч/под.

$$t_{\text{гр}} = \frac{C_{\text{ц}}}{\Pi_{\text{экс}}} + n_{\text{под}} \frac{t_{\text{п–з}}}{60}, \qquad (9.108)$$

где $C_ц$ – вместимость (ёмкость) цистерн, кН/цис. или тс/цис.

*Пути сокращения простоя вагонов*

Одним из основных путей сокращения простоя вагонов под грузовыми операциями являются:

– увеличение количества подач вагонов на грузовой пункт в сутки m, которое приведёт к уменьшению $G_{под}$;

– увеличение потребного количества ПРМ М;

– повышение технической производительности ПРМ уменьшением продолжительности цикла $T_ц$ за счёт замены ручного труда на автоматический и путём рационального совмещения операций цикла;

– повышение эксплуатационной производительности ПРМ рациональным её использованием по времени (сокращением времени на приём-сдачу смены, техническое обслуживание и др.)

и грузоподъёмности (повышение веса порции единицы груза $G_{гр}$ до номинальной грузоподъёмности ПРМ);

– уменьшение времени на подготовительно-заключительную операцию $t_{пз}$ за счёт механизации грузовых операций.

### *9.1.9. Рекомендации по разработке технологии выполнения ПРР*

Руководствуясь положениями Типовых технологических процессов работы грузовой станции и ПРР [3, 4], необходимо выбрать наиболее прогрессивную технологию ПРР с заданными грузами и дать в пояснительной записке её описание от момента подачи вагонов на грузовой пункт до момента уборки вагонов.

Рекомендуется следующая структура описания технологии ПРР:

– характеристика груза (размеры, масса единицы груза, вид тары, упаковки, пакетирующей оснастки);

– характеристика склада. Для грузосортировочных складов следует указать специализацию – по прибытию, отправлению, сортировке транзитных грузов;

– способ хранения груза на складе;

– тип ПРМ и грузозахватного приспособления с указанием состава бригады;

– характеристика подвижного состава – вагона, автомобиля;

– подготовительные операции перед погрузкой (выгрузкой);

– описание грузовых операций по работам [3, 4]. Для контейнеров описать технологию поиска контейнера на складе, а для транзитных грузов указать их способ сортировки;

– заключительные операции после погрузки (выгрузки);

– преимущества и недостатки выбранной технологии.

### *9.1.10. Суточный план-график работы ПРМ*

Суточный план-график является графическим отображением грузовых операций с вагонами и автомобилями, выполняемых на грузовых пунктах в течение 24 часов. По плану-графику оценивается занятость ПРМ и контролируется правильность выполненных расчётов.

Разработанный и утвержденный суточный план-график является неотъемлемой частью единого технологического процесса работы грузового пункта.

Исходными данными для построения суточного плана-графика являются:

– продолжительность грузовых операций с вагонами одной подачи $t_{гр}$;

– количество подач вагонов на грузовой пункт за сутки m;

– время, затрачиваемое на перестановку вагонов $t_{пер}$;

– продолжительность работы автотранспорта по завозу и вывозу грузов $t_{авт}$;

– количество смен в сутки $n_{см}$;

– время на приём-сдачу смены (0,5 ч) и обеденный перерыв (1 ч);

– количество ПРМ по каждому грузовому пункту М;

– коэффициент прямого варианта переработки грузов $K_{пр}$;

Примерная форма суточного плана-графика представлена на рис. 9.34.

На графике согласно принятым обозначениям следует показать продолжительность и последовательность выполнения операций с вагонами, автомобилями и работу внутри склада. Построение графика начинается с определения времени начала и конца смены, обеденного перерыва. Затем показывается продолжительность перестановки вагонов – $t_{пер}$, приёма-сдачи смены (1,5 ч) и грузовых операций с вагонами – $t_{гр}$ (выгрузка вагонов – $t_{\text{гр}}^{\text{пр}}$, погрузка в освободившиеся вагоны – $t_{\text{гр}}^{\text{от}}$, сортировка транзитных грузов – $t_{\text{гр}}^{\text{с}}$). Одновременно с погрузкой (выгрузкой) вагонов производится выгрузка (погрузка) автотранспорта по прямому варианту. Отдельно показываются операции по по-

грузке автотранспорта со склада и выгрузке на склад (для каждой подачи вагонов).

При выгрузке насыпных грузов на повышенном пути с козловым (мостовым) краном на плане-графике показываются следующие грузовые операции:

– высыпание груза в отвал;

– перемещение груза краном из отвала на склад;

– погрузка автотранспорта из отвала;

– погрузка автотранспорта со склада.

Продолжительность высыпания груза в отвал (вместе с очисткой вагонов и закрыванием люков) равна времени простоя вагонов под грузовыми операциями $t_{гр}$.

Продолжительность операций по перемещению груза из отвала на склад $t_{о/с}$ вычисляют по формуле

$$t_{\text{о/с}} = t_{\text{с/а}} = \frac{G_{\text{под}}(1 - K_{\text{пр}})}{МП_{\text{экс}}}. \qquad (9.109)$$

Продолжительность погрузки автотранспорта из отвала $t_{о/а}$ вычисляют по формуле

$$t_{\text{о/а}} = \frac{G_{\text{под}} K_{\text{пр}}}{МП_{\text{экс}}}. \qquad (9.110)$$

По суточному плану-графику определяется время и процент занятости ПРМ в течение суток. В пояснительной записке даётся краткий анализ графика, сравнение его с результатами расчётов, принимается окончательное решение о количестве ПРМ и режиме работы грузового пункта.

Операции на графике показываются принятыми обозначениями (график). Кроме исходных данных необходимо также учесть время работы автотранспорта.

Необходимо учесть, что ПРМ не работают, когда идет подача и уборка вагонов. Подачу и уборку вагонов можно осуществлять во время обеда. В середине рабочего дня – обед. Пересмена 30 мин (по 15 мин в каждую смену).

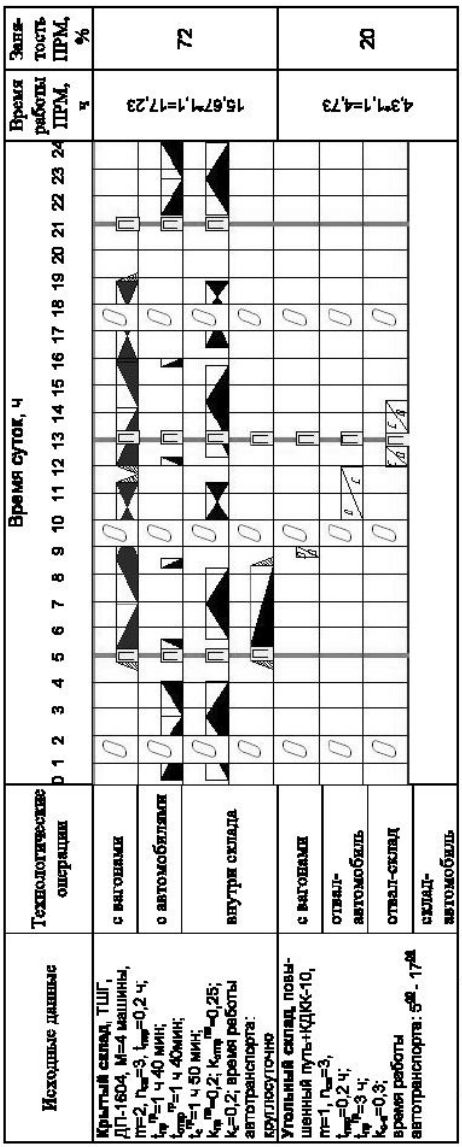



Рис. 9.34. Суточный план-график работы грузового пункта

Простой вагонов под грузовыми операциями $t_{гр}$ на повышенном пути для угля по графику. Загрузка ПРМ – (время

работы ПРМ)/24. Сортировку можно переносить отдельно на ночное время. На графике сортировку можно показать и на складе.

### 9.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности механизации транспортно-грузовой системы

Целью изучения темы является освоение метода расчёта по технико-экономическому обоснованию выбора рационального варианта средства механизации из двух заданных.

Основными технико-экономическими показателями эффективности транспортно-грузовой системы являются:

– единовременные затраты (инвестиции или капитальные вложения) $K$, тг, на строительство складов (склады, железнодорожные пути, повышенный путь, автомобильные проходы и проезды, ЛЭП, линии освещения и др.) и оснащение их современными средствами механизации и автоматизации;

– годовые текущие расходы $S$, тг./год, на зарплату механизаторов и рабочих (стропальщиков), амортизационные отчисления (на полное восстановление первоначальной стоимости ПРМ и текущие ремонты), текущий и капитальный ремонты, электроэнергию и топливо, налоговые платежи и расходы, связанные с оплатой использования подвижного состава (автомобили, вагоны и маневровые локомотивы);

– приведённые расходы $E_{\text{пр}}$ (1/год), состоящие из суммы текущих расходов и инвестиций с учётом нормативного коэффициента их эффективности $E_{\text{норм}}$;

– срок окупаемости инвестиций $T_{\text{окуп}}$, лет, определяемый как отношение разности инвестиций ($K_1 - K_2$) к разности текущих расходов ($S_1 - S_2$) двух сравниваемых вариантов;

– себестоимость механизированной переработки единицы груза $C$, тг./кН, определяемая как отношение текущих годовых затратов грузового пункта к годовому грузопотоку $G_{\text{год}}$;

– производительность труда (норма выработки) на ПРР $H_{\text{выр}}$, кН/год-ч, определяемая как отношение годового объёма работы $G^{\text{р}}_{\text{год}}$ к сумме списочной численности механизаторов и рабочих;

– простой вагонов под грузовыми операциями $t_{\text{гр}}$, ч/под.

Для заданного объёма грузопереработки обычно намечают несколько (по меньшей мере, два) возможных вариантов транспортно-грузовой системы. Затем выполняют подробный технико-экономический расчёт каждого варианта.

*Рациональный вариант* выбирается по минимуму приведённых расходов, когда $E_{\text{пр1}} < E_{\text{пр2}}$, $K_1 < K_2$ и $S_1 < S_2$, либо по сроку окупаемости инвестиций $T_{\text{окуп}}$, когда $K_1 > K_2$ и $S_1 < S_2$.

### *9.2.1. Расчёт капитальных вложений в средства механизации погрузочно-разгрузочных работ и строительство нового грузового пункта*

*Капитальные вложения* (инвестиции) $K$ складываются из инвестиций в строительные сооружения $K_{\text{с.с}}$, средства механизации $K_{\text{ср.мех}}$ и вспомогательное оборудование $K_{\text{в.о}}$, тг:

$$K = K_{\text{с.с}} + K_{\text{ср.мех}} + K_{\text{в.о}}. \qquad (9.111)$$

*Расчёт инвестиций в средства механизации ПРР*

Инвестиции в средства механизации ПРР – $K_{\text{ср.мех}}$, тг.

$$K_{\text{ср.мех}} = MC_{\text{прм}}, \qquad (9.112)$$

где $M$ – количество ПРМ, необходимое для выполнения суточного расчётного объёма грузопереработки $G^{\text{р}}_{\text{сут}}$ (*для контейнеров* $u^{\text{р}}_{\text{сут}}$), шт.;

$C_{\text{прм}}$ – стоимость ПРМ с учётом расходов на транспортировку и монтаж, которые принимаются в размере 10…15 % от оптовой цены машины, тг.

$$C_{\text{прм}} = K_{\text{т.м}} C_{\text{опт}} K_{\text{инд}} \qquad (9.113)$$

где $K_{\text{т.м}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на транспортировку и монтаж ПРМ (принимают 1,1…1,15); $C_{\text{опт}}$ – оптовая цена машины, тг. (принимают в зависимости от типа ПРМ (п. 10)); $K_{\text{инд}}$ – коэффициент, учитывающий индексацию оптовой цены машины (принимают равным 20).

*Расчёт инвестиций в строительные сооружения нового грузового пункта*

На территории грузового пункта (ГП) – размещают следующие строительные сооружения: склады; подкрановые пути; железнодорожные пути (погрузочно-выгрузочный и выставочный путь, соединительный путь, весовой путь, стрелочный перевод); автомобильные подъезды и проезды; осветительная сеть и ЛЭП для ПРМ с электрическими двигателями; склад с запасом горючего для ПРМ, работающих на жидком топливе (кран стреловой на железнодорожном ходу, автопогрузчик); средства связи; водопровод и канализация; ограждение с контрольно-пропускным пунктом (КПП); служебные здания и сооружения.

В необходимых случаях предусматривают строительство зарядных станций для погрузчиков с аккумуляторными батареями, размещают вагонные и автомобильные весы.

Перечень основных строительных сооружений устанавливается на основе типовых схем грузовых пунктов для заданных грузов.

Предполагается, что инвестиции на подводку средств связи и водопроводно-канализационной сети, а также на служебные здания и сооружения в двух заданных вариантах одинаковы. В расчёте инвестиций на строительные сооружения их не учитывают.

Исходя из этого инвестиции в строительные сооружения нового ГП, тг.:

$$K_{\text{с.с}} = K_{\text{скл}} + K_{\text{ж.д.п}} + K_{\text{с.п}} + K_{\text{п.п}}(K_{\text{под.п}}) + K_{\text{пов.п}} + K_{\text{автпр}} + \\ + K_{\text{лэп}} + K_{\text{огр}} + K_{\text{ГСМ}} + K_{\text{ваг.в}} + K_{\text{авт.в}} + K_{\text{зд}} \qquad (9.114)$$

Здесь

а) $K_{\text{скл}}$ – инвестиции в строительство склада, тг.

$$K_{\text{скл}} = K_{\text{скл}} A_{\text{скл}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.115)$$

где $C_{\text{скл}}$ – цена строительства 1 м$^2$ площади склада, тг./м$^2$ (ориентировочно принимают в зависимости от типа склада – склады ТШГ 5 500…10 600 тг./м$^2$, крытая платформа 4440 тг./м$^2$, открытая платформа 2180 тг./м$^2$, открытая навалочная площадка 1300 тг./м$^2$, контейнерная площадка 3000 тг./м$^2$); $A_{\text{скл}}$ – площадь склада, м$^2$ (величина вычисляемая); $K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации (изменяемая величина, можно принять 5);

б) $K_{\text{ждп}}$ – инвестиции в строительство железнодорожных путей, тг.

$$K_{\text{ждп}} = (n_{\text{ждп}} L_{\text{ждп}} + L_{\text{подп}}) C_{\text{ждп}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.116)$$

где $n_{\text{ждп}}$ – число железнодорожных путей, определяемое по принятой схеме развития грузового пункта, шт. (обычно

$n_{\text{ждп}}$ = 2); $L_{\text{ждп}}$ – длина одного ж.-д. пути, м (принимают $L_{\text{ждп}} = L_{\text{скл}}$); $L_{\text{под.п}}$ – длина подъездного пути – расстояние от проектируемого склада до существующей станции, м (принимают 100…150 м); $C_{\text{ждп}}$ – стоимость строительства 1 м ж.-д. пути, тг./м (принимают 8 200 тг./м).

в) $K_{\text{с.п}}$ – инвестиции на стрелочные переводы, тг.

$$K_{\text{с.п}} = K_{\text{т.м}} n_{\text{с.п}} C_{\text{с.п}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.117)$$

где $n_{\text{с.п}}$ – количество стрелочных переводов, определяемое по схеме путевого развития ГП, шт. (обычно $n_{\text{с.п}}$ = 2); $C_{\text{с.п}}$ – стоимость одного стрелочного перевода, р./шт. (принимают 130 000 тг./шт.);

г) $K_{\text{под.п}}$ – инвестиции на строительство подкрановых путей, если кран козловой или стреловой на железнодорожном ходу, или эстакады, если кран мостовой, тг.

$$K_{\text{под.п}} = n_{\text{под.п}} L_{\text{под.п}} C_{\text{под.п}} (C_{\text{эст}}) K_{\text{инд}}, \qquad (9.118)$$

где $n_{\text{под.п}}$ – количество подкрановых путей или эстакады, шт. (принимают $n_{\text{под.п}}$= 2); $L_{\text{под.п}}$ – длина одного подкранового пути или эстакады, м (принимают $L_{\text{под.п}} = L_{\text{скл}}$); $C_{\text{под.п}}$ – стоимость 1 м подкранового пути, тг/м (принимают 68 000 тг/м); $C_{\text{эст}}$ – стоимость 1 м металлической или железобетонной эстакады, тг/м (принимают металлической эстакады 848 000 тг./м, железобетонной – 424 000 тг/м );

д) $K_{\text{пов.п}}$ – инвестиции на строительство повышенного пути для выгрузки насыпных грузов (уголь, инертно-строительные материалы), тг.

$$K_{\text{пов.п}} = (C_{\text{пов.п}} + C_{\text{устр}})K_{\text{инд}}, \qquad (9.119)$$

где $C_{\text{пов.п}}$ – стоимость строительства повышенного пути, тг, с переработкой груза из отвалов в штабель, определяемая в зависимости от суточного прибытия грузов $G_{\text{сут}}^{\text{пр}}$, кН/сут (например, при $G_{\text{сут}}^{\text{пр}} = 12 \cdot 10^3$ кН/сут, длине повышенного пути 132 м и высоте 2,0 м стоимость строительства блочного повышенного пути 13 786 тыс. тг., а эстакадного – 12 768 тыс. тг., при высоте 2,5 м соответственно 13 580 и 13 894 тыс. тг.; а при $G_{\text{сут}}^{\text{пр}} = 25 \cdot 10^3$ кН/сут, длине повышенного пути 240 м и высоте 2,0 м стоимость строительства блочного повышенного пути 20 882 тыс.тг, а эстакадного – 20 780 тыс. тг., высоте 2,5 м соответственно 21 658 и 22 212 тыс. тг.); $C_{\text{устр}}$ – стоимость устройства для дополнительной площадки для рабочих, тг (принимают $0{,}25 \cdot C_{\text{опт}}$, где $C_{\text{опт}}$ – оптовая цена мостового крана, тг);

е) $K_{\text{авт.пр}}$ – *инвестиция* на строительство автопроездов, тг.

$$K_{\text{авт.пр}} = (L_{\text{авт.пр}} + L_{\text{авт.д}} + L_{\text{пр}})B_{\text{авт.пр}}C_{\text{авт.пр}}K_{\text{инд}}, \qquad (9.120)$$

где $L_{\text{авт.пр}}$ – длина автопроезда (м) (принимают $L_{\text{авт.пр}} = L_{\text{скл}}$); $L_{\text{авт.д}}$ – длина автомобильной дороги для разворота автотранспорта и следования до контрольно-пропускного пункта (КПП) (м) (*принимают* 50 м); $L_{\text{пр}}$ – расстояние от ГП до места примыкания к существующей автомобильной дороге (м) (*принимают* 100…150 м); $B_{\text{авт.пр}}$ – ширина автопроездов, которая принимается в зависимости от полосы движения автотранспорта (м) (*принимают* 11…13 м при одной полосе и 20…25 м при двух

полосах движения автотранспорта); $C_{\text{авт.пр}}$ – стоимость 1 м$^2$ автопроезда (тг/м$^2$) (*принимают* 1200…4000 тг/м$^2$);

ж) $K_{\text{лэп}}$ – инвестиции на строительство ЛЭП, тг.

$$K_{\text{лэп}} = (L_{\text{лэп}} + L_{\text{ртр}}) n_{\text{рас}} C_{\text{лэп}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.121)$$

где $L_{\text{лэп}}$ – длина линии электропередачи, определяемая по схеме грузового пункта, м (принимают $L_{\text{лэп}} = L_{\text{скл}}$); $L_{\text{ртр}}$ – расстояние от ГП до трансформаторной подстанции, м (принимают 50…100 м); $n_{\text{рас}}$ – количество расстановки ПРМ в одну или в несколько линии, шт. (обычно принимают $n_{\text{рас}} = 1$); $C_{\text{ёуї}}$ – стоимость 1 м линии электропередачи, тг/м (принимает );

и) $K_{\text{огр}}$ – инвестиции на строительство ограждения нового ГП, тг.

$$K_{\text{огр}} = 2(L_{\text{огр}} + B_{\text{огр}}) C_{\text{огр}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.122)$$

где $L_{\text{огр}}$ – длина ограждения грузового пункта, м (принимают $L_{\text{огр}} = L_{\text{скл}} + 150$); $B_{\text{огр}}$ – ширина ограждения, м (принимают $B_{\text{огр}} = B_{\text{скл}} + B_{\text{автпр}} + 20$); $C_{\text{огр}}$ – стоимость 1 м ограждения, тг/м (принимают 100 тг./м);

к) $K_{\text{гсм}}$ – инвестиции на строительство склада ГСМ, который размещается на территории ГП, оснащённого ПРМ с ДВС, тг.

$$K_{\text{гсм}} = 5MT_{\text{сут}} R_{\text{топл}} A_{\text{потр}} C_{\text{нав}} K_{\text{инд}} 0{,}001 \qquad (9.123)$$

где 5 – пятидневный запас горючего, дни; $R_{\text{топл}}$ – среднечасовой расход топлива, кг/ч,

$$R_{\text{топл}} = u_{\text{топл}} N_{\text{д}} K_{\text{мощ}}, \qquad (9.124)$$

где $u_{\text{топл}}$ – удельный часовой расход топлива, приходящийся на единицу мощности, кг/кВт-ч (принимают, *когда топливо дизельное* – при мощности до 15 кВт 0,23 кг/кВт-ч, от 16 до 40 кВт 0,22 кг/кВт-ч, от 41 до 80 кВт 0,21 кг/кВт-ч от 81 до 150 кВт 0,2 кг/кВт-ч, более 150 кВт 0,18 кг/кВт-ч, *когда топливо бензин* – при мощности до 15 кВт 0,34 кг/кВт-ч, от 16 до 40 кВт 0,3 кг/кВт-ч, от 41 до 150 кВт 0,29 кг/кВт-ч); $K_{\text{мощ}}$ – коэффициент использования двигателей по мощности

$$K_{\text{мощ}} = \frac{G_{\text{гр}} + G_{\text{гзп}}}{G_{\text{г–п}}}, \qquad (9.125)$$

где $G_{\text{гр}}$, $G_{\text{гзп}}$ и $G_{\text{г–п}}$ – соответственно вес единицы груза, грузозахвата и грузоподъёмность ПРМ (кН) ($G_{\text{гзп}}$ и $G_{\text{г–п}}$ *принимают по справочникам*, для среднетоннажного контейнера $G_{\text{гр}}$ = 2,3 $G_{\text{грк}}$, где $G_{\text{грк}}$ – вес единицы груза для среднетоннажного контейнера, определенный с учётом доли 3- и 5-тонных (30 и 50 кН) контейнеров (усл. конт.); для крупнотоннажного контейнера $G_{\text{гр}} = Q^{\text{к}}_{\text{ст}} G_{\text{грк}}$, где $G_{\text{грк}}$ = 1 – вес единицы груза для крупнотоннажного контейнера с учетом доли 24 тс контейнеров, физ. конт.; $Q^{\text{к}}_{\text{ст}}$ – средняя статическая нагрузка одного контейнера, кН/физ. конт.);

$N_{\text{д}}$ – суммарная мощность всех двигателей одной ПРМ, кВт, принимают по характеристике ПРМ;

$A_{\text{потр}}$ – площадь склада, приходящаяся на 10 кН горючего, м$^2$/кН, принимают 0,6 м$^2$/кН (6 м$^2$/тс);

$C_{\text{нав}}$ – стоимость навалочной площадки, тг/м$^2$, принимают 1 300 тг/м$^2$;

л) $K_{\text{вагв}}$ – инвестиции на вагонные 100-тонные весы, тг (ориентировочно принимают для 100-тонного веса 720 тыс. тг/шт., для врезных 5-тонных весов 15 тыс. тг/шт. и учитывают $K_{\text{инд}}$);

м) $K_{\text{автв}}$ – инвестиции на автомобильные весы с фундаментом и весовой будкой, тг. (принимают 750 тыс. тг/шт.);

н) $K_{\text{зар.п}}$ – инвестиции на строительство зарядного пункта для ЭП в зависимости от количества мест для одновременной установки ЭП для зарядки аккумуляторов, тг, (принимают на 4 места – 700 тыс. тг/шт., на 8 мест – 875 тыс. тг/шт., на 12 мест – 1 060 тыс. тг/шт.).

*Расчёт инвестиций на приобретение вспомогательного оборудования*

К вспомогательному оборудованию относятся грузозахваты, поддоны, аккумуляторные батареи для ЭП, люкозакрыватели, вибраторы, рыхлители и др.

Грузозахватные приспособления (ГЗП) используются для погрузки и выгрузки ТШГ на поддонах или без поддонов, универсальных контейнеров, тяжёловесных (станки, машины, оборудование и др.) и железобетонных конструкций (трубы, плиты и др.), кирпича на поддонах, круглого леса (навалом, в пакетах), пиломатериала в пакетах, насыпных грузов (уголь, инертно-строительные материалы), металлопродукции (прокат, чугун в чушках, металлолом в пакетах и др.) и грузов в спецконтейнерах.

1. Инвестиции на грузозахватные приспособления – $K_{\text{гз.п}}$, тг.

$$K_{\text{гз.п}} = n_{\text{гз.п}} C_{\text{г.зп}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.126)$$

где $n_{\text{гз.п}}$ – количество грузозахватов, шт. (принимают $n_{\text{гз.п}} = M$); $C_{\text{гз.п}}$ – стоимость грузозахватного приспособления, тг/шт. (ориентировочно принимают автостроп конструкции

ЦНИИ-ХИИТ для универсальных контейнеров 90 тыс. тг/шт., спредер для крупнотоннажных контейнеров 125 тыс. р./шт. (раздвижной конструкции) и 75 тыс. тг/шт. (жесткой конструкции), четырёхзвенные стропы 4 тыс. тг./шт., остальные захваты: 75 тыс. тг/шт., если захват с приводом, и 50 тыс. тг /шт., если захват без привода, грейфер 60 тыс. тг/шт.).

2. Инвестиции на приобретения поддонов для погрузки и выгрузки ТШГ – $K_{\text{подд}}$, тг.

$$K_{\text{подд}} = n_{\text{потр}}^{\text{подд}} C_{\text{подд}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.127)$$

где $n_{\text{потр}}^{\text{подд}}$ – потребный рабочий парк поддонов, используемых для перевозки ТШГ, шт.

$$n_{\text{потр}}^{\text{подд}} = \frac{G_{\text{сут}} n_{\text{об}} K_{\text{рем}}}{Q_{\text{ср}}^{\text{подд}}}, \qquad (9.128)$$

где $n_{\text{об}}$ – оборот поддона, сут. (принимают 15…20 сут); $K_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий нахождение поддонов в ремонте (*принимают* 1,1…1,15); $Q_{\text{сут}}^{\text{подд}}$ – средняя нагрузка на один поддон, кН (принимают 9…10 кН); $C_{\text{подд}}$ – стоимость одного поддона, тг/шт. (ориентировочно принимают 1 320 тг/шт.).

3. Инвестиции на приобретение аккумуляторных батарей для ЭП – $K_{\text{акк.б}}$, тг.

$$K_{\text{акк.б}} = n_{\text{акк.б}} C_{\text{акк.б}} K_{\text{инд}}, \qquad (9.129)$$

где $n_{\text{акк.б}}$ – количество сменных комплектов аккумуляторных батарей (компл.) (принимают 2 компл.); $C_{\text{акк.б}}$ – стоимость

одного комплекта аккумуляторных батарей,тг/компл. (ориентировочно принимают 90 тыс. тг/компл.).

3. Инвестиции на приобретение люкозакрывателей, вибраторов, рыхлителей при выгрузке насыпных грузов на повышенных путях – $K_{\text{люкз}}$, тг.

$$K_{\text{люкз}} = (n_{\text{люкз}} C_{\text{люкз}} + n_{\text{вибрых}} C_{\text{вибрых}}) K_{\text{инд}}, \qquad (9.130)$$

где $n_{\text{люкз}}$ – количество люкозакрывателей, шт. (принимают 2 шт.); $n_{\text{виб}}$ (или $n_{\text{рых}}$) – количество вибраторов или рыхлителей, шт. (принимают $n_{\text{виб}}$ (или $n_{\text{рых}}$) = $M$); $C_{\text{люкз}}$, $C_{\text{виб}}$ и $C_{\text{рых}}$ – соответственно оптовые цены люкозакрывателей, вибраторов и рыхлителей, тг/шт. (ориентировочно принимают соответственно 1, 524 и 53 тыс. тг/шт.).

Таким образом, инвестиции на приобретение вспомогательного оборудования для погрузки-выгрузки, тг.:

*– тарно-штучных грузов*

$$K_{\text{вс.об}} = K_{\text{гз.п}} + K_{\text{подд}} + K_{\text{акк.б}}; \qquad (9.131)$$

*– насыпных грузов*

$$K_{\text{вс.об}} = K_{\text{гз.п}} + K_{\text{люкз}}; \qquad (9.132)$$

*– для всех остальных грузов*

$$K_{\text{вс.об}} = K_{\text{гз.п}}. \qquad (9.133)$$

### *9.2.2. Расчёт годовых текущих расходов, связанных с механизацией погрузочно-разгрузочных работ*

Годовые текущие расходы S, тг/год:

$$S = (K_{\text{соц.стр}} S_{\text{ф.о.т}} + S_{\text{а.отч}} + S_{\text{т.к.р}} + S_{\text{эл.эн}} + S_{\text{н.пл}}) K_{\text{общ}} + S_{\text{п.с}}, \quad (9.134)$$

где $K_{\text{соц.стр}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, затраты на охрану труда и другие расходы (принимают 1,8); $S_{\text{ф.о.т}}$ – годовой фонд оплаты труда механизаторов и рабочих (стропальщиков), тг/год; $S_{\text{а.отч}}$ – амортизационные отчисления на восстановление первоначальной стоимости машины и капитальные ремонты, тг/год; $S_{\text{т.к.р}}$ – расходы на текущие и капитальные ремонты, тг/год; $S_{\text{эл.эн}}$ – расходы на электроэнергию и топливо, тг/год; $S_{\text{н.пл}}$ – величина налоговых платежей, тг/год; $K_{\text{общ}}$ – коэффициент, учитывающий общие и хозяйственные расходы (принимают 1.3); $S_{\text{п.с}}$ – расходы, связанные с платой за использование подвижного состава (автомобилей, вагонов и маневровых локомотивов), тг/год.

*Расчёт годового фонда оплаты труда*

Годовой фонд оплаты труда $S_{\text{ф.о.т}}$, тг/год

$$S_{ф.о.т} = 12\left(n_{мех}\, a_{мех} + n_{раб}\, a_{раб}\right)\left(1 + K_{доп}\right) n_{ср.мес}, \quad (9.135)$$

где $n_{мех}$ и $n_{раб}$ – списочная численность соответственно механизаторов и рабочих (стропальщиков), принимаемая в зависимости от количества ПРМ – М, состава бригады (зависящая от рода перерабатываемых грузов, типа ПРМ и устройств) – $r_{мех}$, $r_{раб}$ (например, для тяжеловесных грузов $r_{мех} = 1$, $r_{раб} = 3$) и количества смен – $n_{см}$, см.:

$$n_{\text{мех}} = Mr_{\text{раб}} n_{\text{см}} (1 + K_{\text{зам}}), \qquad (9.136)$$

где $K_{зам}$ – коэффициент, учитывающий необходимость замещения лиц, находящихся в отпусках, болеющих и исполняющих государственные и общественные обязанности (принимают 0,12);

$a_{мех}$ и $a_{раб}$ – часовая тарифная ставка соответственно механизаторов (6-го или 7-го разряда) и рабочих (стропальщиков 4-го или 5-го разряда), тг/ч ($a_{мех}$ = 85,85 тг/ч для 6–7-го разряда, $a_{раб}$ = 66,97 тг/ч для 4–5-го разряда);

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий различные доплаты, надбавки и премии (принимают 0,6…1,0);

$n_{ср.мес}$ – среднемесячное количество рабочих часов, ч/мес. (принимают 167,6);

12 – число месяцев в году, мес./год.

*Расчёт амортизационных отчислений*

Амортизационные отчисления на восстановление первоначальной стоимости машины и капитальные ремонты $S_{а.отч}$, тг/год

$$S_{\text{а.отч}} = S_{\text{стр.с}} + \alpha_{\text{ср.мех}} K_{\text{ср.мех}} + \alpha_{\text{всп.об}} K_{\text{всп.об}}, \qquad (9.137)$$

где $S_{стр.с}$ – амортизационное отчисление на строительные сооружения, р./год

$$S_{\text{стр.с}} = \alpha_{\text{скл}} K_{\text{скл}} + \alpha_{\text{жд.п}} K_{\text{жд.п}} + \alpha_{\text{стр.п}} K_{\text{стр.п}} + \alpha_{\text{под.п}} K_{\text{под.п}} (\alpha_{\text{эст}} K_{\text{эст}}) + \alpha_{\text{авт}} K_{\text{авт}} + \alpha_{\text{лэп}} K_{\text{лэп}} + + \alpha_{\text{огр}} K_{\text{огр}} + \alpha_{\text{гсм}} K_{\text{гсм}}. \qquad (9.138)$$

Здесь $\alpha_{скл}$, $\alpha_{жд.п}$, $\alpha_{стр.п}$, $\alpha_{под.п}$, $\alpha_{эст}$, $\alpha_{авт}$, $\alpha_{лэп}$, $\alpha_{огр}$ – нормы амортизационных отчислений на соответствующие виды строительных сооружений, доли ($\alpha_{скл}$ = 0,029 – для крытых складов, $\alpha_{скл}$ = 0,033 – для открытых складов; $\alpha_{жд.п} = \alpha_{стр.п} = \alpha_{под.п} = \alpha_{эст}$ = 0,035 – для подъездных и других железнодорожная путей, подкрановых путей для козловых кранов и для эстакады каменных, бетонных и железобетонных; $\alpha_{авт}$ = 0,09 – для грунтовых автопроездов, $\alpha_{авт}$ = 0,056 – для булыжных и гравийных автопроездов, $\alpha_{авт}$ = 0,032 – для цементобетонных автопроездов; $\alpha_{лэп}$ = 0,028 – для воздушных линий электропередач, $\alpha_{огр}$ = 0,03 – заборы каменные и металлические, $\alpha_{огр}$ = 0,07 – заборы из прочих материалов); $\alpha_{ср.мех}$ – нормы амортизационных отчислений на средства механизации, доли (принимают 0,103…0,124); $\alpha_{всп.об}$ – нормы амортизационных отчислений на вспомогательное оборудование, доли (принимают 0,2).

Для ПРМ норма амортизационных отчислений $\alpha_{ср.мех}$ (краны козловые грузоподъёмностью до 150 кН – 0,124 и 150…500 кН – 0,11; краны мостовые – 0,084; краны на железнодорожном ходу до 160 кН – 0,109 и свыше 160 кН – 0,074; электропогрузчики – 0,227; автопогрузчики – 0,256; грейферы механические и электрические – 0,238; краны автомобильные – 0,155; краны пневмоколёсные грузоподъёмностью до 160 кН – 0,127 и 160…400 кН – 0,116; конвейеры ленточные передвижные – 0,249, сборно-разборные – 0,249 и звеньевые – 0,219; конвейеры винтовые, ковшовые и элеваторы – 0,218; транспортёры скребковые и пластинчатые – 0,208; разгрузочные машины и разгрузчики сыпучих и пылевидных материалов – 0,20; погрузчики пневматические – 0,442; бревносвалы, бревнотаски и транспортёры – 0,262) должна быть откорректирована в зависимости от фактического количество часов работы ПРМ в год, ч/год

$$t_{\text{год}} = \frac{G^{\text{р}}_{\text{год}}}{МП_{\text{экс}}}, \qquad (9.139)$$

где $G^{р}_{год}$ – объём работы ПРМ в течение года, кН/год, $G^{д}_{ãîä} = 365 G^{д}_{ñóò}$.

Если $t_{годˆ} > 3\,000$ ч, то фактическую норму $\alpha^{ф}_{см}$ увеличивают и вычисляют:

$$\alpha^{ф}_{см} = \alpha_{см}(0{,}5 + \frac{t_{год}}{6000}). \qquad (9.140)$$

*Расчёт расходов на текущие и капитальные ремонты*

Расходы на текущие и капитальные ремонты $S_{т.к.р}$, тг/год

$$S_{т.к.р} = \alpha_{стр.с} K_{стр.с} + \alpha_{ср.мех} K_{ср.мех} + \alpha_{всп.об} K_{всп.об}, \qquad (9.141)$$

где $\alpha_{стр.с}$, $\alpha_{ср.мех}$, $\alpha_{всп.об}$ – нормы амортизационных отчислений на ремонт соответственно по строительным сооружениям, средствам механизации и вспомогательному оборудованию, доли ($\alpha_{стр.с} = \alpha_{всп.об} = 0{,}02…0{,}03$ $\alpha_{ср.мех} =$ $= 0{,}05…0{,}15$).

*Расчёт расходов на электроэнергию и топливо*

Расходы на электроэнергию и топливо $S_{эл.эн\ (т)}$, тг/год

$$S_{эл.эн\ (тт} = S_{дв} + S_{осв}, \qquad (9.142)$$

где $S_{дв}$ – расходы на энергию силовых электроустановок или топливо для ДВС погрузочно-разгрузочных машин, тг/год; $S_{осв}$ – расходы на освещение склада, тг/год.

*Расходы на энергию силовых установок*

1. Для ПРМ с электродвигателями (козловых и мостовых кранов) $S_{дв}$, тг/год

$$S_{дв} = R_{эл.эн} C_{эл.эн} M t_{год}. \qquad (9.143)$$

Здесь $R_{эл.эн}$ – среднечасовой расход электроэнергии для питания двигателей, кВт

$$R_{\text{эл.эн}} = N_{\text{дв}} k_{\text{пот.с}} k_{\text{вр}} k_{\text{м}}, \qquad (9.144)$$

где $N_{дв}$ – суммарная мощность всех электродвигателей одной ПРМ, кВт (берут по характеристике кранов); $k_{пот.с}$ – коэффициент, учитывающий потери в сети и расход электроэнергии на восстановительные нужды (принимают 1,05…1,1); $k_{вр}$ – коэффициент использования ПРМ по времени (принимают 0,7…0,8); $C_{эл.эн}$ – стоимость единицы электроэнергии, тг/кВт-ч.

2. Для ПРМ с двигателями, работающими на жидком топливе (АП и стреловые краны на железнодорожном ходу) $S_{дв}$, тг/год

$$S_{\text{дв}} = R_{\text{топл}} C_{\text{топл}} M t_{\text{год}}. \qquad (9.145)$$

Здесь $R_{\text{топл}}$ – среднечасовой расход топлива для питания ДВС, кг/ч,

$$R_{\text{топл}} = u_{\text{топл}} N_{\text{дв}} k_{\text{м}}, \qquad (9.146)$$

где $u_{топл}$ – удельный часовой расход топлива, приходящийся на единицу мощности, кг/кВт-ч; $C_{топл}$ – стоимость единицы топлива, тг/кг.

*Расходы на освещение склада*

Расходы на освещение склада, тг/год

$$S_{осв} = 0{,}001 u_{осв} A_{осв} T_{осв} C_{\text{эл}} k_{пот.с}, \qquad (9.147)$$

где 0,001 – переводной коэффициент 1 Вт на кВт; $u_{осв}$ – удельная мощность освещения, кВт/м$^2$ (для крытых складов 4…9, а для открытых – 1…15); $T_{осв}$ – продолжительность освщения в течение года, ч/год (при трёхсменной работе 4 600 ч/год, двухсменной работе 2 600 ч/год, односменной – 600 ч/год).

*Расчёт величины налоговых платежей*

Величина налоговых платежей при сравнении вариантов механизации ПРР рассчитывается с учётом только одного вида налоговых платежей – налога на имущество $S_{нал}$, тг/год

$$S_{нал} = 0.01 S_{имущ} K \ , \qquad (9.148)$$

где $S_{имущ}$ – ставка налога на имущество, % (можно принять 2 %).

*Расчёт расходов, связанных с платой за использование подвижного состава*

Расходы на использование подвижного состава $\mathbf{S_{п.с}}$ состоят из расходов на использование вагонов – $S_{ваг}$, автомобилей – $S_{авт}$ и маневровых локомотивов – $S_{лок}$, тг/год

$$S_{\text{п.с}} = S_{\text{ваг}} + S_{\text{авт}} + S_{\text{лок}} . \qquad (9.149)$$

Здесь

$$S_{\text{ваг}} = \frac{C_{\text{ваг}} G_{\text{год}}(u_{\text{год}})}{Q_{\text{ст}}^{\text{ваг}}} t_{\text{гр}} , \qquad (9.150)$$

где $C_{ваг}$ – цена (тариф) вагона-часа простоя, тг/ваг.-ч (для всех вагонов в среднем 8,09 тг/ваг.-ч):

$$S_{\text{авт}} = \frac{C_{\text{авт}} G_{\text{год}}(u_{\text{год}})}{Q_{\text{авт}}} t_{\text{авт}} , \qquad (9.151)$$

где $C_{авт}$ – цена (тариф) автомобиль-часа простоя, тг/авт.-ч;

$Q_{авт}$ – норма загрузки автомобиля конкретным грузом, кН;

$t_{авт}$ – время погрузки-выгрузки одного автомобиля, ч;

$$S = 365 m t_{под} C_{лок} , \qquad (9.152)$$

где $C_{лок}$ – цена (тариф) локомотиво-часа простоя, тг./лок.-ч.

### *9.2.3. Расчёт приведённых расходов, связанных со строительством нового грузового пункта*

Приведённые расходы состоят из суммы текущих расходов и инвестиций с учётом нормативного коэффициента эффективности их инвестиций $E_{прив}$, тг/год

$$E_{\text{прив}} = S + E_{\text{норм}} K \,, \qquad (9.153)$$

где $E_{\text{норм}}$ – нормативный коэффициент эффективности инвестиций за год, выраженный в 1/год (*норма дисконта*, отражающая величину прибыли, которая должна быть получена инвестором на 1 тг. инвестиций). Величину этого коэффициента принимают 0,33…0,5 1/год.

### *9.2.4. Расчёт себестоимости механизированной переработки единицы груза и пути её снижения*

Себестоимость переработки единицы груза *С*, тг/кН, или тг/конт. – это текущие годовые затраты грузового пункта, отнесённые к годовому грузопотоку $G_{\text{год}}$ или контейнеропотоку $u_{\text{год}}$

$$C = \frac{S}{G_{\text{год}}} \quad \text{или} \quad C = \frac{S}{u_{\text{год}}} \,. \qquad (9.154)$$

Себестоимость переработки грузов – это обобщающий показатель качества работы ПРР. В ней отражаются техническое оснащение, технология и организация ПРР.

*Пути снижения* себестоимости механизированной переработки единицы груза:

– использование высокопроизводительных средств механизации и автоматизации (экономичных ПРМ и робототехники), позволяющих увеличить объём транспортно-грузовой системы на грузовых пунктах и сократить потребность в грузчиках, работа которых тяжёла и опасна;

– сокращение простоя вагонов, автомобилей и других транспортных средств под грузовыми операциями;

– улучшение использования грузоподъёмности подвижного состава;

– снижение расходов электроэнергии и топлива ПРМ с применением рациональной технологии ПРР (например, совмещением грузовых операций);

– обеспечение сохранности грузов при перегрузочных операциях.

*Расчёт производительности труда на ПРР и пути её повышения*

Производительность труда, или норма выработки на одного человека в год, $H_{\text{выр}}$, кН./год-чел. или конт./ год-чел.

$$H_{\text{выр}} = \frac{G^{\text{р}}_{\text{год}}}{Ч_{\text{мех}} + Ч_{\text{раб}}} \quad \text{или} \quad H_{\text{выр}} = \frac{u^{\text{р}}_{\text{год}}}{Ч_{\text{мех}} + Ч_{\text{раб}}}, \qquad (9.155)$$

где $G^{\text{р}}_{\text{год}}$ или $u^{\text{р}}_{\text{год}}$ – годовой расчётный объём работы ПРМ на грузовом пункте (годовой объём грузопереработки), кН/год или конт./год;

$Ч_{\text{мех}}$ и $Ч_{\text{раб}}$ – количество механизаторов и рабочих в бригаде, чел.

Для оперативного анализа производственных показателей работы грузового пункта (ГП) производительность труда может быть рассчитана также за смену, сутки, месяц и любой другой промежуток времени. Часто на практике используется показатель *производительность труда за смену*, или *сменная выработка*:

$$H_{\text{выр}} = G_{\text{см}} \big/ n^{\text{бр}}_{\text{чел}} \quad \text{или} \quad H_{\text{выр}} = u_{\text{см}} \big/ n^{\text{бр}}_{\text{чел}}, \qquad (9.156)$$

где $G_{\text{см}}$ или $u_{\text{см}}$ – сменная выработка на одну ПРМ, кН/см. или конт./см.

$$G_{\text{см}} = П_{\text{экс}} t_{\text{ч.в.р}}, \qquad (9.157)$$

$t_{\text{ч.в.р}}$ – чистое время работы ПРМ в течение смены, ч/см.

$$t_{ч.в.р} = T_{см} \big/ n_{см}; \qquad (9.158)$$

$n^{\text{бр}}_{\text{чел}}$ – количество человек в бригаде, чел.

*Выбор рационального варианта средства механизации погрузочно-разгрузочных работ из двух заданных*

Для наглядной оценки вариантов и выбора оптимального варианта рассчитанные технико-экономические показатели сводят в табл. 9.2.

Таблица. 9.2

Технико-экономические показатели механизации ПРР

| Технико-экономические показатели | Величина показателей по вариантам | | Разность показателей по вариантам (+ или - ) |
|---|---|---|---|
| | I | II | |
| 1. Единовременные затраты (инвестиций) $K$, тг, всего<br>В том числе:<br>на ПРМ $K_{ср.мех}$<br>на строительные сооружения $K_{стр.с}$ на вспомогательное оборудование $K_{всп.об}$ | | | |
| 2. Текущие расходы S, тг/год | | | |
| 3. Приведённые затраты $E_{прив,}$ тг/год | | | |
| 4. Себестоимость переработки единицы груза С, тг/кН, или тг/конт. | | | |
| 5. Производительность труда $H_{выр}$, кН/чел.см., или конт./чел.см. | | | |
| 6. Простой вагонов под грузовыми операциями – $t_{гр}$, ч/под. | | | |

*Экономически целесообразным* (рациональным) считается тот вариант механизации, который при прочих равных показателях требует меньших капитальных затрат $K$ и годовых текущих эксплуатационных расходов $S$. Если инвестиция в одном варианте $K_1$, в другом – $K_2$, а годовые текущие расходы соответственно $S_1$ и $S_2$, то возможно $K_1 < K_2$, и $S_2 < S_1$. В этом случае выгоден первый вариант.

*Расчёт срока окупаемости инвестиций*

Срок окупаемости инвестиций (т. е. число лет, в течение которых инвестиции окупятся за счёт экономии на годовых текущих расходах) $T_{ок}$ , лет, – это отношение разности инвестиций ( $K_1 - K_2$ ) на разности годовых текущих расходов ( $S_2 - S_1$ ) двух сравниваемых вариантов при соблюдении условия $E_{прив1} < E_{прив2}$ , но при этом $K_1 > K_2$, а $S_2 < S_1$

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{S_2 - S_1}. \qquad (9.159)$$

Чтобы установить эффективность сравниваемых вариантов, обычно сопоставляют расчётные сроки окупаемости с нормативными $[T_{ок}]$:

– если осуществляется механизация и автоматизация *отдельных* процессов и операций *с частичной заменой* оборудования, то $[T_{ок}] = 2...3$ года;

– если осуществляется *комплексная* механизация и автоматизация процессов и операций без пересмотра технологической схемы, то $[T_{ок}] = 4...5$ лет;

– если осуществляется *комплексная* механизация и автоматизация процессов и операций с полным переоборудованием и пересмотром технологической схемы, то $[T_{ок}] = 6$ лет.

Эти сроки могут быть уменьшены в зависимости от финансовых возможностей владельца инфраструктуры.

При соблюдении условия $T_{ок} < [T_{ок}]$ выбирается вариант с большими инвестициями. Если $T_{ок} > [T_{ок}]$, то предпочтение отдаётся варианту с меньшими инвестициями.

Чем меньше срок окупаемости, тем выше экономическая эффективность строительства нового грузового пункта и тем выше его технический уровень.

Пример расчета потребной технической оснащенности контейнерной площадки для крупнотоннажных контейнеров приведены в разделе 11.

# 10. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Погрузочно-разгрузочные машины (ПРМ) используются на железнодорожном и автомобильном транспорте для производства операций, связанных с погрузкой грузов в вагоны и на различные виды транспорта, с выгрузкой их из вагонов и автомобилей, с перегрузкой, транспортировкой, сортировкой грузов в складских помещениях, грузовых дворах, а также при перевалке грузов.

Выбор средств механизации определяется следующими факторами:

– видом груза и его физико-механическими свойствами;

– типом транспортных средств;

– объёмом выполняемых работ.

## 10.1. Устройство, принцип работы и технико-эксплуатационные характеристики ПРМ периоди ческого действия. Погрузчики

### Практическое занятие 1
### *Общие сведения о механических погрузчиках и их классификация*

Механические погрузчики – это самоходные погрузочно-разгрузочные машины (ПРМ) на колёсном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя, с питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю либо с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Этими погрузчиками можно осуществить захват и освобождение груза при дистанционном управлении рабочим органом водителем со своего поста (кабины). *Исключение* составляют случаи, когда на погрузчике установлена *стрела с крюком* или другое оборудование, требующее для своего обслуживания вспомогательных рабочих.

Механические погрузчики относятся к машинам прерывного (*циклического*) действия (МПД). Они предназначены для подъёма и перемещения штучных и насыпных грузов и совер-

шают необходимый для этого рабочий ход, который чередуется с обратным холостым ходом. Их период действия чередуется с паузами на захват и отдачу груза.

В зависимости от *источника энергии питания привода* погрузчики разделяются на *электропогрузчики* (ЭП), *автопогрузчики* (АП) и *тракторные погрузчики* (ТП), а в зависимости от конструкции основного рабочего органа – на **подхватывающие** (*вилочные)* и **зачерпывающие** (*ковшовые)*. У вилочных погрузчиков *основным захватным рабочим органом* являются *вилы*, с помощью которых захватываются и перемещаются *штучные грузы*, а *ковши*, грейферы и другие захватные приспособления являются сменным дополнительным оборудованием.

У одноковшовых погрузчиков основным рабочим оборудованием является *ковш* для *перегрузки и перемещения насыпных и кусковых грузов*, а другие захватные приспособления являются сменным съёмным оборудованием.

Вилочные ЭП и АП разделяются на погрузчики универсальные общего назначения и специальные.

Вилочные погрузчики общего назначения изготавливаются *нормального типа* и *повышенной манёвренности* – малогабаритные. Погрузчики *нормального типа* устойчивее, и у них несколько увеличенный радиус поворота, что позволяет допускать более высокие скорости их передвижения и подъём груза. Они поднимают грузы на большую высоту, их можно снабжать аккумуляторными батареями большой ёмкости.

Вилочные погрузчики *малогабаритные повышенной манёвренности* используются для работы в стеснённых условиях складов и при погрузке и выгрузке грузов, перевозимых в крытых вагонах. Эти погрузчики имеют меньшие габариты, скорость передвижения и подъёма груза. Уменьшение радиуса разворота и габаритов увеличивает их манёвренность при работе в крытых вагонах и стеснённых складских условиях.

*К специальным* относятся вилочные погрузчики среднего и тяжёлого типов от 30 до 100 кН. Эти погрузчики применяются для перегрузки и транспортирования длинномерных грузов, крупногабаритных, для работы в трюмах судов, для загрузки и выгрузки грузов пакетами в крупнотоннажные контейнеры, для штабелирования грузов на большую высоту (6 м и более),

а также специально предназначенные для транспортирования грузов на расстояние 100 м и более.

Вилочные погрузчики в зависимости от расположения рабочего органа грузоподъёмника и способа выполнения грузовых операций разделяются на *фронтальные* с передним расположением рабочего органа и *боковые* с расположением рабочего органа сбоку. По устройству эти погрузчики разделяются на неподвижный грузоподъёмник относительно корпуса погрузчика и подвижный (выдвижной); неповоротный грузоподъёмник относительно продольной оси погрузчика или смещаемый вдоль оси переднего моста погрузчика.

*Одноковшовые* погрузчики разделяются:

– на фронтальные с передним зачерпыванием и передней разгрузкой ковша (например, ТО-18 на пневмоколёсном ходу);

– полуповоротные с передним зачерпыванием и боковой разгрузкой ковша;

– тракторные лопаты с передним зачерпыванием груза и задней разгрузкой ковша путём подъёма и переноса его через трактор, на котором смонтирован ковш (например, ТО-1 и ТО-7 на гусеничном ходу).

*Основными преимуществами* погрузчиков перед другими машинами прерывного действия являются их мобильность и универсальность. Возможность применения быстрозаменяемых грузозахватных приспособлений в сочетании с большой манёвренностью, автономностью привода и отсутствием привязки к ограниченному месту придаёт погрузчикам свойства универсальности. Например, механизировать работы с тарно-штучными грузами внутри крытых вагонов, контейнеров и автофургонов можно только с применением соответствующих погрузчиков. Они могут перемещаться на значительное расстояние и обслуживать большие складские и производственные площади. Путь следования ЭП может быть произвольным, они не требуют рельсовых путей и, как правило, токоподвода. Универсальность погрузчиков предопределяет крупносерийный характер их производства. Они требуют относительно малых капитальных вложений (*инвестиций*), которые окупаются в течение короткого срока.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных, перегрузочных, укладочных работ с тарно-штучными или насыпными грузами

применяют *погрузчики*, которые составляют около 28 % погрузочно-транспортных и погрузочно-разгрузочных машин.

По мере развития промышленности диапазон их применения расширяется.

### *Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения электропогрузчиков*

По мере расширения области применения электропогрузчиков постепенно повышаются требования к рабочим условиям, например, с точки зрения шумов, вибраций, выхлопных газов, запахов, взрывчатых газовых паров, применения сверхнизкой температуры и др. При этом принимают во внимание не только безопасность и гигиену труда, но и предотвращение загрязнения окружающей среды. Одновременно повышаются требования к экономии энергии и природных ресурсов.

Преимуществами аккумуляторного погрузчика (перед автопогрузчиками) являются: отсутствие загрязнения окружающей среды (у современных автопогрузчиков тоже), пониженный уровень шума, взрыво- и пожаробезопасность (у современных автопогрузчиков тоже), не отдают тепло в окружающую среду (важно при работе со скоропортящимися грузами), рост цен на электроэнергию ниже, чем на топливо.

Электропогрузчики (ЭП) предназначены для погрузки-выгрузки тарно-штучных грузов (ТШГ) из крытых вагонов, работы в стеснённых условиях складских помещений и на открытых площадках с твёрдым и ровным покрытием при температуре окружающей среды от –30 до +40 °С.

Малогабаритные погрузчики 4004, 4002, ЭП-103 и ЭП-106 Российского производства и EB667, EB687 фирмы «Балканкар» грузоподъёмностью 10 кН предназначены именно для работы в крытых вагонах и в стеснённых условиях складских помещений. ЭП-103 имеет массивные шины, а ЭП-106 – пневмошины.

Для работы внутри складов и на открытых площадках применяются вилочные электропогрузчики 4004А, 4004, ЭЛ-02, ЭП-301, ЭП-501 и др., а также иностранного производства (болгарские – БАЛКАНКАР «ЕВ» и японские SHINKO «FB», «KAMATSU» корейские «MITSUBISHI») г.-п. 10-30 кН;

Все эти погрузчики представляют собой 4-опорные машины и имеют аналогичное конструкционное оформление с незначительными различиями.

*Область применения электропогрузчиков*. Электропогрузчики (ЭП) (рис. 10.1) обычно используют для выполнения погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) в стесненных условиях внутри складов, вагонов и в контейнерах благодаря небольшому радиусу поворота.

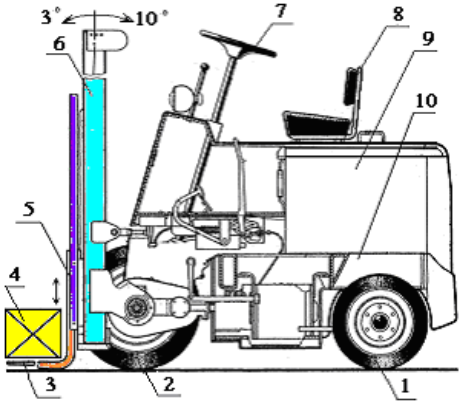



Рис. 10.1. Принципиальная схема аккумуляторного погрузчика:
*1 – задний управляемый мост; 2 – передний ведущий мост; 3 – вилочный захват; 4 – единицы груза; 5 – подвижная грузовая каретка; 6 – грузоподъёмная рама; 7 – аппаратура управления (руль, педали, рукоятки); 8 – сидение водителя; 9 – аккумуляторная батарея (сменный комплект на 7–8 ч); 10 – рама (кузов)*

*Грузоподъёмник* – это устройство, позволяющее поднимать или опускать груз. На ЭП грузоподъёмники изготавливают преимущественно *рамные*, которые могут быть телескопическими раздвижными с двумя или тремя рамами и нераздвижными с одной рамой.

К грузовой каретке *5* прикреплён захватный *рабочий орган 3*, представляющий собой вилы с рабочей длиной 800 мм, подвешенные на вертикальной подъёмной раме *6* спереди или сбоку.

Рабочий орган – это приспособление, с помощью которого водитель производит захват груза или его установку (укладку) на место, в отдельных случаях – кантование груза.

В кузове погрузчика размещён *гидравлический привод* грузоподъёмника *6*, состоящий из электропривода для грузоподъёмника, шестерёнчатого насоса типа НШ, гидравлического распределителя, масляного бака.

*Привод грузоподъёмника* – это гидравлические цилиндры *5* и *10* (рис. 10.2):

– изменения наклона телескопической рамы *6*, которая может наклоняться назад (на 10°) и вперед (на 3°). По раме передвигается каретка *5* с вилами *3* (рис. 2.1) или другими грузозахватными устройствами) – *двустороннего действия* (имеется в виду гидроцилиндр *6* (рис. 10.2);

– подъёма-опускания выдвижных рам и каретки грузоподъёмника *14 – одностороннего действия* (имеется в виду гидроцилиндр *5* на рис. 10.2).

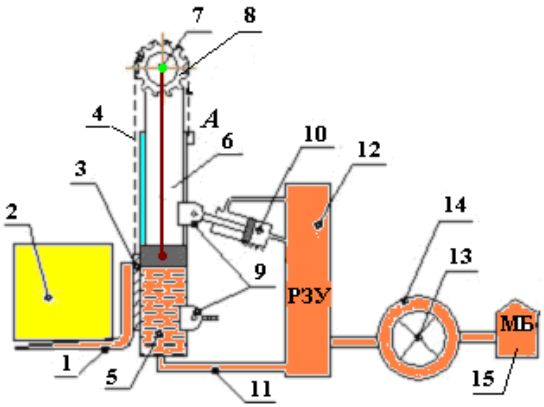



Рис. 10.2. Устройство гидросистемы аккумуляторного погрузчика:

*1 – вилочный захват; 2 – груз; 3 – каретка; 4 – цепь пластинчатого типа; 5 – гидроцилиндр одностороннего действия(веретенное масло); 6 – плунжер (шток + поршень); 7 – ось звёздочки; 8 – пара звездочек; 9 – шарнирное соединение;10 – гидроцилиндр двустороннего действия (наклона рамы); 11 – система трубопроводов; 12 – распределительно-золотниковое устройство; 13 – масляный насос шестерёнчатого типа; 14 – электродвигатель; 15 – масляный бак; А – точка закрепления одной ветви цепи*

Подача рабочей жидкости к гидроцилиндрам осуществляется от гидронасоса, вращаемого двигателем (электрическим или ДВС).

Механизм грузоподъёмника с гидравлической схемой погрузчика представлен на рис. 10.2. Он снабжён *гидрораспределителем* (распределительно-золотниковым устройством – РЗУ) *12*.

*Гидрораспределитель* – это прибор для подачи (*прекращения подачи*) находящейся под давлением рабочей жидкости от гидронасоса *13* к соответствующим исполнительным цилиндрам *6* и *10*.

Погрузчик может быть оборудован одним из трёх грузоподъёмников, позволяющих поднять груз на высоту 1,8; 2,8 и 4,5 м.

*Принцип работы:* захват груза, его подъём и транспортирование, опускание и освобождение груза. При этом осуществляется наклон рамы вперёд и назад, а также опускание грузоподъёмника в транспортное положение с обеспечением расстояние от пола до вил 300 мм. Некоторые из операций обычно совмещаются полностью или частично.

*Сфера применения*: для погрузки в автомобили и в крытые вагоны штучных и насыпных грузов, а также для работы в стеснённых условиях складских помещений.

*Номинальная грузоподъёмность*: 6,3; 8; 10; 12,5 и 20; 32 и 50 кН. Максимальная высота подъёма вил $H_{\text{мах}}^{\text{под}} = 4{,}5$ м. Радиус разворота 1,1…3,5 м. Транспортная скорость не превышает 13 км/ч. Наклон телескопической рамы: вперёд – $3^{\circ}$ и назад $10^{\circ}$.

Контейнерные электропогузчики ЭПК-0805 и ЭПК-1205 отличаются от остальных трёхопорных погрузчиков строительной высотой, специально выбранной в соответствии с дверным проёмом универсальных контейнеров, поперечным смещением вилочного захвата на 140 мм влево и вправо от среднего положения и большой «свободной» высотой подъёма вил без увеличения высоты грузоподъёмника. Эти погрузчики хорошо приспособлены для работы во всех крытых вагонах Казахской железной дороги и позволяют производить в них укладку пакетов груза в три яруса. Наибольшая высота подъёма груза этих двух моделей является одинаковой и равной 2 700 мм.

*Технико-эксплуатационные характеристики* электропогрузчиков общего (например, ЭП-103, 103м, 106 и 106м) и специального (например, контейнерные ЭПК-0805 и ЭПК-1205) назначения приведены в табл.10.1.

Таблица 10.1

Технико-эксплуатационные характеристики электропогрузчиков

| Параметры и размеры | ЭПК-0805 | ЭПК-1205 | ЭП-103<br>ЭП-106 | ЭП-103м<br>ЭП-106м |
|---|---|---|---|---|
| Грузоподъёмность на вилах, 10 кН | 8 | 12,5 | 10 | 10 |
| Наибольшая скорость вил при подъёме груза, м/с | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,216 |
| Наибольшая скорость при опускании вил, м/с:<br>с грузом<br>без груза | <br>–<br>– | <br>–<br>– | <br><br> | <br>0,33<br>0,133 |
| Наибольшая скорость погрузчика, км/ч:<br>с грузом<br>без груза | <br>10<br>– | <br>9<br>– | <br>9<br>10 | <br>13<br>– |
| Угол наклона рамы грузоподъёмника, град.:<br>вперёд<br>назад | <br>3<br>8 | <br>3<br>8 | <br>3<br>10 | <br>3<br>10 |
| Свободный подъём вил, мм | 1 320 | 1 300 | 200 | 200 |
| Строительная высота, мм | 1 950 | 1 950 | 1 700 | 1 600 |
| Наименьший радиус поворота, мм | 890 | 1 130 | 1 600 | 1 600 |
| Вес погрузчика с вилами, кН | 18,5 | 25,3 | 24,0 | 24,0 |
| Оптовая цена, тыс. тенге. | 157,5 | – | 150 | 150 |

**Практическое занятие 2**

**Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения автопогрузчиков**

Основное отличие АП (рис. 10.3) от ЭП (рис. 10.1) – двигатель внутреннего сгорания (бензиновый или дизельный). Бензиновые и дизельные погрузчики предназначены для работ на открытом воздухе или в хорошо проветриваемых помещениях. Для работы в закрытых помещениях автопогрузчики могут оснащаться очистителем выхлопных газов.




Рис. 10.3. Малогабаритный автопогрузчик:
*1 – грузозахват (вилы); 2 – подвижная каретка; 3 – телескопическая рама; 4 – гидроцилиндр двустороннего действия*

По сравнению с ЭП нет необходимости в зарядной станции и нет жесткой привязки к конкретному складу.

К выполняемым работам можно отнести погрузочно-разгрузочные работы, штабелирование, транспортировку на короткие расстояния грузов на складах, заводских дворах, в аэропортах, на железнодорожных станциях, в морских и речных портах.

В Казахстане применяются автопогрузчики карбюраторные с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), выпускаемые в основном отечественной промышленностью, и дизельные ДВС болгарской фирмы «Балканкар». Находят также применение импортные автопогрузчики с дизельными ДВС, оснащёнными нейтрали-

заторами выхлопных газов грузоподъёмностью 10 кН, в частности, фирмы «Тойота» (Япония).

*Основное отличие* АП от ЭП – в типе силовой установки и её технических параметрах. Например, у АП – карбюраторный, а у ЭП либо аккумуляторный, либо с кабельным питанием от электросети. АП имеет один двигатель, а ЭП – два. Автопогрузчики, снабжённые набором сменных грузозахватных приспособлений, могут также выполнять различные грузовые операции со штучными, насыпными, кусковыми, лесными и другими грузами.

*Малогабаритные* АП 4020, 4022-01, ДП-1600, ДП-1602, фирм «Балканкар» и «Тойота» предназначены для работы в крытых вагонах и в стеснённых условиях складских помещений. У них наибольшая высота подъёма груза 4,5 м, радиус поворота 2 м, скорость движения 18 км/ч.

Автопогрузчики имеют общую конструктивную схему, включающую шасси на пневмоколёсном ходу, ДВС, трансмиссии, гидроприводы, грузоподъёмник и кабину с приборами управления. В автопогрузчиках широко используются автомобильные агрегаты, узлы и детали.

АП среднего типа моделей АП-4043м (рис. 10.4) и 4045м являются универсальными и широко применяются для выполнения погрузочно-разгрузочных работ на открытых площадках.

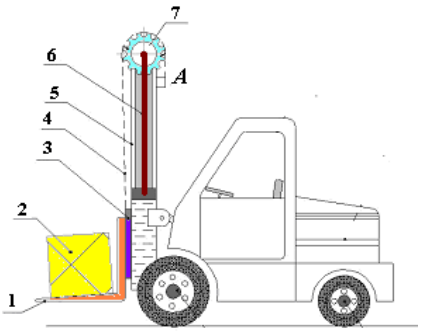



Рис. 10.4. Автопогрузчик АП-4043м:
*1 – грузозахват (вилы); 2 – груз; 3 – подвижная каретка;*
*4 – цепь пластинчатого типа (2 шт.); 5 – телескопическая рама;*
*6 – гидроцилиндр одностороннего действия; 7 – блок звездочек (2 шт.)*

Модели тяжёлого типа 4046м и 4008 имеют устройство, аналогичное АП-4045м, предназначены в основном для погрузки контейнеров и тяжеловесных грузов на железнодорожные платформы и полувагоны.

Основной рабочий орган у АП-4046м – безблочная стрела с передвижным грузовым крюком (рис. 10.5).

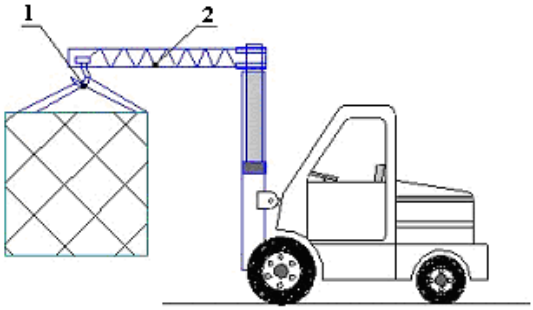



Рис.10.5. Автопогрузчик АП-4046м:
*1 – грузозахват (крюк и 4-звенный строп);*
*2 – безблочная Г-образная стрела*

Автопогрузчики АП-4008 (4018) и 4028м оборудуются набором сменных грузозахватных приспособлений, благодаря чему их можно использовать на работах с различными (например, лесными) грузами (рис. 10.6). Эти погрузчики работают на открытых площадках и перерабатывают грузы, которые перевозятся на открытом подвижном составе.

На АП *грузоподъёмники* изготавливают преимущественно *рамные* и *стреловые*. Рамные могут быть телескопическими раздвижными с двумя или тремя рамами и нераздвижными с одной рамой. Стреловые – с моноблочной, шарнирно-сочленённой или раздвижной стелой. Грузоподъёмник расположен в передней, фронтальной части машины. Передняя ось таких погрузчиков обычно ведущая, а задняя – управляемая. Двигатели и противовесы установлены в задней части машины.

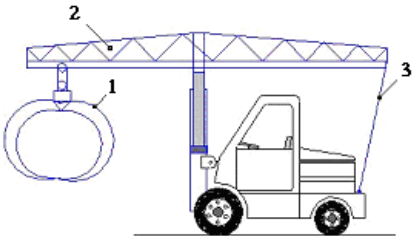



Рис. 10.6. Автопогрузчик АП-4008*:*
*1 – грузозахват (грейфер); 2 – стрела; 3 – гибкая тяга*

*Принцип работы:* застропка груза, перемещение и укладка его на место автопогрузчиком, отстропка. При этом осуществляется наклон рамы вперёд и назад, а также опускание грузоподъёмника в транспортное положение. Некоторые из операций обычно совмещаются полностью или частично. Перемещение грузов до 50 м. Предусматривается обслуживание АП, помимо водителя, двумя стропальщиками на операциях с контейнерами и тремя на операциях с другими грузами.

*Сфера применения*: для погрузки в автомобили и в крытые вагоны штучных и насыпных грузов, а также для работы в стеснённых условиях складских помещений.

*Номинальная грузоподъёмность*: 10, 20, 32, 50, 100 и 250 кН с высотой подъёма груза 1,8; 2; 2.8; 3,2 и 4,5 м. Радиус разворота 1,7…7,5 м. Наклон телескопической рамы: вперёд – $3^{\circ}$ и назад $10^{\circ}$.

В Казахстане применяются автопогрузчики карбюраторные с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), выпускаемые в основном Российской промышленностью, и дизельные ДВС болгарской фирмы «Балканкар». Находят также применение импортные автопогрузчики с дизельными ДВС, оснащёнными с нейтрализаторами выхлопных газов грузоподъёмностью 10 кН, в частности, фирмы «Тойота» (Япония).

На Казахстанских грузовых пунктах применяют импортные автопогрузчики большой грузоподъёмности «Kalmar», «Hayster», «Boss», «Fantuzzi» и др.

В качестве сменных грузозахватных приспособлений для АП и ЭП могут применяться: вилочный захват; удлинитель вил;

каретка поворотная (в горизонтальной и вертикальной (кантователь) плоскости); зажим для круглых грузов; грейферы для сыпучих и лесных грузов (г.-п. 32 − 50 кН); штырь; стрела безблочная; ковш и др.

Смена грузозахватного приспособления составляет 10−15 мин.

*Технико-эксплуатационные характеристики* автопогрузчиков некоторых моделей приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Технико-эксплуатационные характеристики автопогрузчиков

| Параметры и размеры | АП-4043м | АП-4045м | АП-4046м | АП-4014 | АП-4008 | АП-4028 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Грузподъёмность на вилах, кН | 32 | 32 | 50 | 50 | 100 | 100 |
| Вместимость ковша или грейферного захвата, м$^3$ | - | - | - | 1,3 | 2,5 (грейфер) | 2,5 |
| Скорость вил при подъёме груза, м/с | 0,183 | 0,182 | 0,168 | 0,0524 | 0,2 | 0,3 |
| Скорость погрузчика, км/ч: | | | | | | |
| с грузом | 15 | 15 | 15 | 8 | 20 | 8 |
| без груза | 30 | 30 | 20 | 36 | 30 | 20 |
| Угол наклона грузоподъёмника, град: | | | | | | |
| вперёд | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| назад | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 10 |
| Наименьший радиус поворота, мм | 3 700 | 3 900 | 4 600 | 3 700 | 3 050 | 3 750 |
| Мощность двигателя, кВт | 51,8 | 51,8 | 51,8 | 51,8 | 96,2 | 96,2 |
| Оптовая цена, тыс.тенге. | 115 | 115 | 165 | 164 | 420 | – |

**Практическое занятие 3**

**Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения самоходных ковшовых погрузчиков**

По типу ходовой части ковшовые погрузчики делятся на гусеничные и пневмоколесные. По способу разгрузки ковшей различают погрузчики с передней (фронтальной), задней (перекидной) и боковой разгрузкой.

Основной рабочий орган – ковш. Погрузчики обычно поставляются с тремя модификациями ковшей (нормальный, уменьшенный и увеличенный). Источником энергии служит ДВС (преимущественно – дизель).

Тракторные лопаты – погрузчики с задней (перекидной) разгрузкой ковша (рис. 10.7), которые применяют только для погрузки сыпучих и кусковых грузов (угля, песка, щебня, гравия и т. д.) из склада в транспортные средства (вагоны, автомобили), и штабелирования их на складе.

Машины просты в обслуживании и имеют высокую производительность.

Ковш *1* тракторного погрузчика закреплен на раме *2* и имеет три позиции:

I – захват (зачерпывание); II – подъём ковша (транспортное положение); III – отъезд назад и выгрузка (без разворота).

Вместимость ковша от 0,6 до 3 м$^3$, а скорость передвижения около 15 км/ч (без груза до 18 км/ч). Производительность машины 1 000–1 500 кН/ч (зависит от объема ковша). Максимальная высота подъема ковша около 2,76 м.

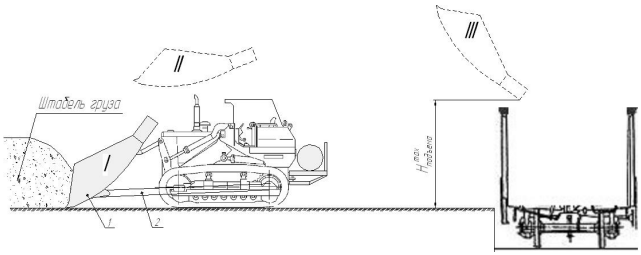



Рис. 10.7. Тракторный погрузчик на гусеничном ходу

Для примера также рассмотрим одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-18А на пневмоколёсном ходу (на базе трактора «Кировец» (см. рис.1.8)), рис. 10.8.

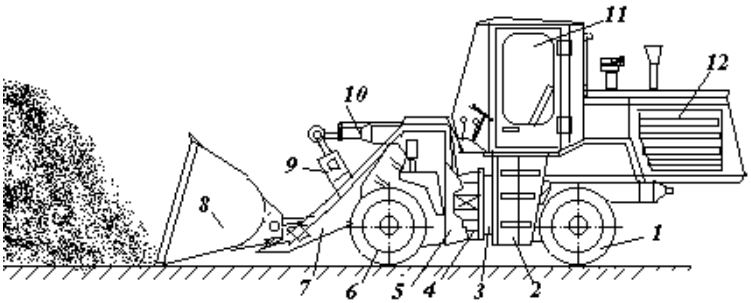



Рис. 10.8. Одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-18А для переработки насыпных грузов:
*1 – поворотная стрела; 2 – ковш; 3 – гидроцилиндр поворота рычажного механизма; 4 – звенья рычажного механизма*

Все узлы и агрегаты погрузчика смонтированы на шарнирно-сочленённой раме, которая содержит переднюю *5* и заднюю *3* полурамы. Эти полурамы связаны между собой вертикальным шарнирным устройством *4*. Такая связь обеспечивает изменение направления движения погрузчика поворотом полурам относительно друг друга, повышая маневренность и сокращая продолжительность его рабочего цикла. С передней рамой *5* жёстко связан передний мост *6*. Задний мост *1* подвешен к полураме *3* горизонтальным шарнирным устройством. Такая балансирная подвеска заднего моста позволяет ему поворачиваться в вертикальной плоскости при наезде ходовыми колёсами на неровности дорожного покрытия или при пересечённой местности. Основной рабочий орган погрузчика – ковш *8* опрокидного типа вместимостью 1,5 м$^3$. Он шарнирно закреплён на внешнем конце подъёмной стрелы *7* и рычажной системой *9* связан с двумя гидроцилиндрами *10* его поворота. Внутренним концом стрела шарнирно смонтирована на передней полураме. Поворотом относительно шарнира производится подъём или опускание стрелы с приводом от двух гидроцилиндров. Корпуса гидроцилинд-

ров поворота ковша и подъёма стрелы шарнирно закреплены на стойках передней полурамы. Цельнометаллическая двухместная кабина *11* погрузчика установлена на подкабинной раме. Силовой агрегат погрузчика – дизельный четырёхтактный двигатель *12* модели А-01МД с вертикальным рядным расположением цилиндров и мощностью 100 кВт (135 л. с.).

ТО-18А широко применяется на грузовых станциях. Он предназначен для работы в первую очередь с насыпными и кусковыми грузами в различных климатических условиях при температуре воздуха от –40 до +40 °С и рассчитан на номинальную грузоподъёмность 30 кН.

Основные *технические и эксплуатационные параметры* одноковшовых тракторных погрузчиков приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Технические и эксплуатационные параметры одноковшовых тракторных погрузчиков

| Показатель | Гусеничные ТО-1 | Гусеничные ТО-7 | Пневмоколёсные ТО-18 |
|---|---|---|---|
| Направление разгрузки | С задней разгрузкой | С фронтальной разгрузкой | С фронтальной разгрузкой |
| Грузоподъёмность, кН | 40 | 20 | 30 |
| Вместимость ковша, $м^3$ | 2,8 | 1,25 | 1,5 |
| Высота разгрузки, мм | 2 560 | 2 700 | 2 750 |
| Скорость передвижения, км/ч<br>минимальная вперед<br>максимальная вперед<br>минимальная назад<br>максимальная назад | <br>2,36<br>10,15<br>2,8<br>7,61 | <br>3,04<br>10,7<br>3,79<br>7,96 | Диапазон скоростей<br>0…44<br>0…44<br>0…25,2<br>0…25,2 |
| Тип двигателя | Д-108 | СМД-108 | А-01МД |
| Среднее время цикла, с | 60…70 | 50…60 | – |
| Техническая производительность, $м^3/ч$ | 120…140 | 50…66 | – |
| Вес погрузчика, кН | 178 | 965 | 995 |
| Оптовая цена, тыс. тенге. | 200 | *220* | 220 |

## 10.2. Устройство, принцип действия и технико-эксплуатационные характеристики кранов

### Практическое занятие 4

### Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения козловых кранов

Для погрузочно-разгрузочных работ с различными грузами и контейнерами на открытых площадках и терминалах используют козловые краны (рис. 10.9).

Пролётные строения козловых кранов изготавливаются в виде пространственных решётчатых ферм или коробчатых листовых балок, по которым передвигаются электротали или грузовые тележки. Для увеличения рабочей зоны козловые краны могут иметь консоли. Пролёты кранов – 11,5…32 м; грузоподъёмность 50…500 кН. Для переработки длинномерных грузов применяют краны с уширенной базой.

*Технико-эксплуатационные характеристики* козловых кранов приведены в табл. 10.4–10.6.

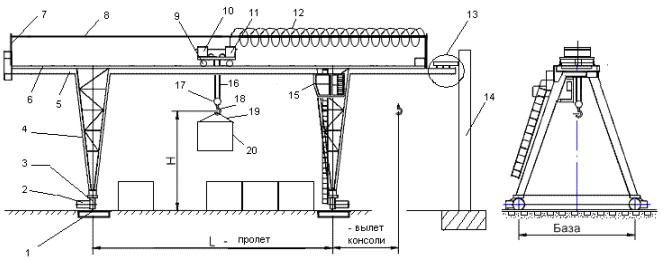



Рис. 10.9. Схема козлового крана:
*1 – рельс и подшипалок; 2 – механизм передвижения крана (электродвигатель, редуктор, зубчатая передача); 3 – ходовая часть (двухребордные катки); 4 – опоры (козлы); 5 – балка; 6 – рельс; 7 – стойка; 8 – струна; 9 – грузовая тележка; 10 – двигатель подъема-опускания; 11 – двигатель передвижения; 12 – гибкий кабель (шторное подвешивание); 13 – троллейный токосъем; 14 – опора ЛЭП; 15 – кабина крановщика; 16 – гибкий трос; 17 – блок; 18 – крюк; 19 – четырехзвенный грузозахват; 20 – груз*

Таблица 10.4

Технико-эксплуатационные характеристики козловых кранов

| Параметр | КК-6 | КК-6.3 | КДКК-10 | ККС-10 | КК-12,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Грузоподъёмность, кН | 60 | 68 | 100 | 100 | 125 |
| Длина пролёта, м | 16 | 16 | 16 | 32 | 16 |
| Число консолей | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Рабочий вылет консолей, м | 4,5 и 4,5 | 4,5 и 4,5 | 4,2 и 4,2 | 8 и 9 | 4,5 и 4,5 |
| Наибольшая высота подъёма груза, м | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 |
| Скорость подъёма груза, м/с | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,25 | 0,133 |
| Скорость передвижения тележки, м/с | 0,616 | 0,83…1 | 0,67 | 0,67 | 0,87 |
| Скорость передвижения крана, м/с | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 0,6 | 0,83 |
| Суммарная мощность электродвигателей, кВт | 53 | 60 | 54.2 | 42.2 | *59* |
| Оптовая цена, тыс.тенге. | 20 000 | *23 350* | 20 300 | 14 300 | *14 300* |

Таблица 10.5

Технико-эксплуатационные характеристики козловых кранов

| Параметр | ККУ-7.5 | ККУ-10 | ККУ-12,5 |
|---|---|---|---|
| Грузоподъёмность, кН | 75 | 100 | 125 |
| Длина пролёта, м | 20; 32 | 20; 32 | 32 |
| Число консолей<br>Рабочий вылет консолей, м | 2<br>8 и 6 | 2<br>8 и 9 | 2<br>8 и 6 |
| Наибольшая высота подъёма груза, м | 10 | 10 | 11.2 |
| Скорость подъёма груза, м/с | 0,233 | 0,233 | 0,133 |
| Скорость подъёма груза, м/с | 0,233 | 0,233 | 0,133 |
| Скорость передвижения тележки, м/с | 0,616 | 0,67 | 0,64 |
| Скорость передвижения крана, м/с | 0,67 | 0,5 | 0,835 |
| Суммарная мощность электродвигателей, кВт | 42; 44,5 | 44,5; 59 | 59 |
| Оптовая цена, тыс.тенге. | 100 | 740; 80 | 850 |

Таблица 10.6

Технико-эксплуатационные характеристики козловых кранов

| Параметры | МВС-2 | МВС-3 | МВС-3М | МВС-4 | МГУ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Производительность, кН/ч | 500 | 600 | 600 | 300 | 450 |
| Габаритные размеры, мм<br>длина<br>ширина<br>высота | <br>4 900<br>1 700<br>1 950 | <br>4 800<br>1 600<br>1 950 | <br>5 100<br>1 775<br>1 950 | <br>5 850<br>1 775<br>1 950 | <br>5 780<br>1 500<br>1 800 |
| Ширина захвата шнеком, мм | 1 700 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 500 |
| Высота подъёма заборного устройства, мм | 100 | 100 | 100 | 400 | – |
| Длина отвального конвейера, мм | 2 500 | 2 500 | 3 200 | 3 200 | 4 000 |
| Ширина ленты, мм | 400 | 400 | 400 | 400 | 500 |
| Диаметр подгребающего шнека, мм | 460 | 485 | 485 | 485 | – |
| Частота вращения, об/мин | 92 | 102 | 102 | 102 | – |
| Вместимость ковша элеватора, $м^3$ | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | – |
| Угол поворота конвейера, град | 160 | 180 | – | – | 85 |
| Скорость машины, м/с | 0,1 | 0,12 | 5,46 | – | – |
| Скорость ленты, м/с | 1,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | – |
| Радиус поворота машины наименьший, мм | 1 200 | 1 200 | – | – | – |

Продолжение табл.10.6

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Установленная мощность электродвигателей переменного тока напряжением 380 В, кВт | 7,9 | 10,9 | 20,5 | 17,5 | 7,5 |
| Вес машины, кН | 24 | 27,5 | 47 | 175 | 75 |
| Оптовая цена, тыс.тенге. | – | – | 40 | 258 | – |

*Примечания* к табл. 2.4 –2.6. 1. КК – кран козловой; КДКК – козловой двухконсольный кран; ККУ – козловой кран Узловского завода; ККС – козловой кран самомонтирующийся. 2. Цифры, набранные *курсивом*, – ориентировочные.

**Практическое занятие 5**

**Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения мостовых кранов**

Мостовые краны (рис. 10.10) используют на открытых площадках, а также в крытых складах (для крупногабаритных грузов). Основным отличием от козловых кранов являются неподвижные опоры. Пролеты кранов – 10,5…34,5 м с шагом 3 м; грузоподъёмность – 50…500 кН. Технико-эксплуатационные характеристики мостовых электрических кранов общего назначения с пролётом 10,5…34,5 м приведены в табл. 2.7.

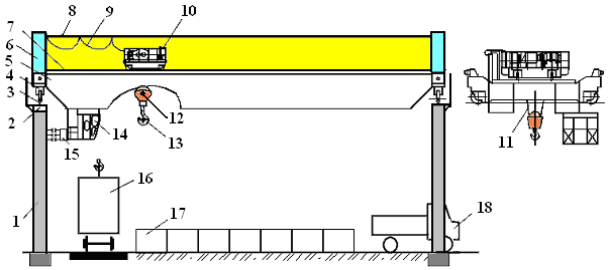



Рис. 10.10. Схематическое представление мостового крана:
*1 – опора крана; 2 – продольная балка; 3 – ходовая часть (двухребордный каток); 4 – механизм передвижения крана; 5 – мост; 6 – стойка; 7 – рельс; 8 – струна; 9 – гибкий шланг; 10 – грузовая тележка; 11 – грузоподъемный трос; 12 – блок; 13 – крюк; 14 – кабина;15 – токосъём (рельсовый); 16 – вагон; 17 – груз; 18 – автомобиль*

Таблица 10.7

Технико-эксплуатационные характеристики мостовых кранов

| Параметр | Величины параметров | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Грузоподъёмность, кН | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 |
| Длина пролёта, м | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| Высота подъёма груза, м | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| Скорость подъёма груза, м/с | 0,04<br>2<br>0,7<br>0,33 | 0,04<br>2<br>0,13<br>0,33 | 0,042<br>0,13<br>0,33 | 0,042<br>0,13<br>0,25 | 0,042<br>0,13<br>0,25 |
| Скорость передвижения тележки, м/с | 0,33<br>0,67<br>0,67 | 0,33<br>0,67<br>0,67 | 0,33<br>0,67<br>0,67 | 0,33<br>0,67<br>0,67 | 0,33<br>0,67<br>0,67 |
| Скорость передвижения крана, м/с | 0,83<br>3<br>1,34<br>2,0 | 0,83<br>3<br>1,34<br>2,0 | 0,833<br>1,34<br>2,0 | 0,833<br>1,34<br>2,0 | 0,833<br>1,34<br>2,0 |
| Суммарная мощность электродвигателей, кВт | 53 | 54,2 | 54,2 | 105 | 150 |
| Оптовая цена крана пролётом 25.5 м, тыс. тенге. | 7,1 | 8,1 | 10,08 | 11,05 | 16,3 |

*Примечание.* Приведенная в табл. 10.7 суммарная мощность электродвигателей –ориентировочная.

**Практическое занятие 6**

**Устройство, принцип действия, основные технико-эксплуатационные характеристики и область применения стрелового крана на железнодорожном ходу**

Стреловой кран на железнодорожном ходу применяются на открытых складах. Источник питания – дизельная установка, которая приводит в действие генератор, питающий пять электрических двигателей. Предусмотрена возможность работы кранов с питанием от внешнего источника тока при помощи гибкого кабеля.

Схематически работа стрелового крана на железнодорожном ходу представлена рис. 10.11.

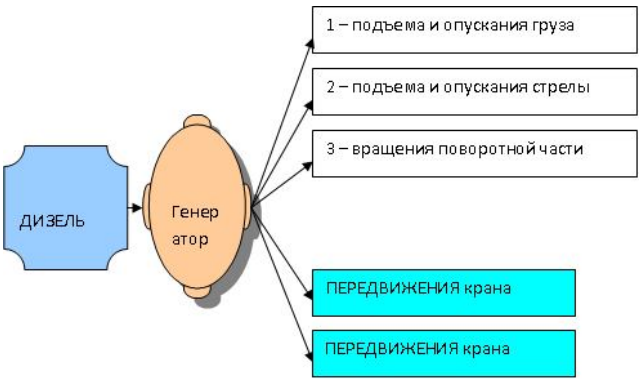



Рис. 10.11. Схема работы стрелового крана на железнодорожном ходу

Основные характеристики крана (вылет стрелы и грузоподъёмность) связаны между собой (рис. 10.12).

Конструктивно стреловой кран на железнодорожном ходу, оборудованный различными грузозахватными приспособлениями, имеет вид, показанный на рис. 10.13.

В основном исполнении краны изготавливают с длинной стрелой и грузовым крюком для переработки штучных грузов. По желанию заказчика могут быть дополнительно укомплекто-

ваны вставкой стрелы длиной 5 м, грейфером для переработки сыпучих грузов объемом 2 м$^3$, грейфером лесозахватывающим, грузоподъемным электромагнитом с соответствующим оборудованием.

Краны с удлиненной стрелой применяются только для работы с крюком. Они оборудованы пневматической тормозной системой механизмов передвижения и могут быть использованы в качестве тяговой единицы при выполнении маневровых работ с железнодорожным прицепом весом до 1 700 кН.

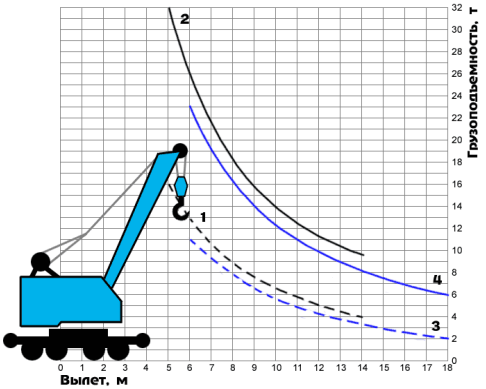



Рис. 10.12. Зависимость грузоподъёмности крана от вылета стрелы:
*1– стрела 15 м без выносных опор; 2 – стрела 15 м на выносных опорах; 3 – стрела 20 м без выносных опор; 4 – стрела 20 м на выносных опорах*

Дизель-электрические краны КДЭ-151, КДЭ-161, КДЭ-251, КДЭ-162, КДЭ-252, КДЭ-163, КДЭ-253, и КЖДЭ-4-25М оборудованы в основном 15-метровой стрелой с крюком, где КДЭ – *кран дизель-электрический*. Цифра 16 означает, что кран *грузоподъёмностью* 16 тс (160 кН). Последующая цифра 1, а также 2 и 3 означают *порядковый* номер *модели.* Буква Ж – железнодорожный, М – модернизированный. Имеется также кран с приводом от ДВС непосредственно (*однодвигательный*), например, КДВ-15П.

*Принцип работы*: включается дизель-генератор, который питает электроэнергией электродвигатели всех исполнительных механизмов, например, электродвигатели передвижения крана, поворота крана, поворота стрелы, механизма подъёма или опускания груза, тем самым осуществляя погрузочно-выгрузочные операции.

*Сфера применения:* для выполнения погрузочно-разгрузочных работ со штучными и насыпными грузами на грузовых дворах станций и складах, имеющих подъездные железнодорожные пути.

Технико-эксплуатационные характеристики стрелового крана на железнодорожном ходу приведены в табл. 10.8 и 10.8а.

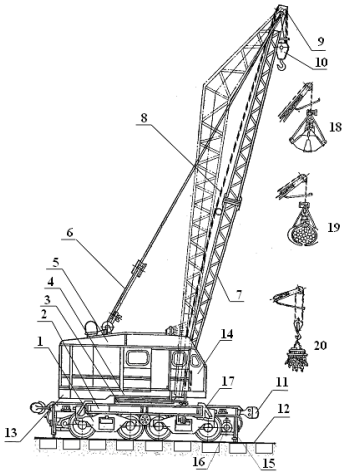



Рис. 10.13. Схема стрелового крана на ж.-д. ходу:
*1 – ходовая часть (две двухосные тележки от грузовых вагонов, две оси приводные); 2 – рама (платформа крана); 3 – опорный круг; 4 – поворотная часть крана (над кругом); 5 – машинное отделение (рабочее помещение); 6 – стреловой полиспаст для подъёма и опускания стрелы; 7 – стрела; 8 – грузоподъёмный трос; 9 – головка стрелы; 10 – крюк; 11 – автосцепка; 12 – рельс; 13 – противовес; 14 – кабина; 15 – рельсовый захват (4 шт. – только на стоянках); 16 – двигатель; 17 – выносные опоры (аутригеры); 18 – грейфер для насыпных грузов; 19 – грейфер для лесных грузов; 20 – магнит для металлопродукции*

Таблица 10.8

Технико-эксплуатационные характеристики стрелового крана на железнодорожном ходу

| Параметр | КДВ-15П | КДЭ-151 | КДЭ-161 | КДЭ-251 | КДЭ-162 |
|---|---|---|---|---|---|
| Грузоподъёмность, кН | | | | | |
| - при наименьшем вылете стрелы при её длине 14 м | 150 | 150 | 160 | 250 | 160 |
| - при наибольшем вылете стрелы при её длине 14 м | 35 | 40 | 49 | 73 | 48 |
| - при наименьшем вылете стрелы при её длине 20 м | 75 | 100 | 112 | 165 | 118 |
| - при наибольшем вылете стрелы при её длине 20 м | 13 | 24 | 42 | 49 | 34 |
| Вылет стрелы, м | | | | | |
| наименьший при длине стрелы 15 м | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| наибольший при длине стрелы 15 м | 13,5 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| наименьший при длине стрелы 20 м | 4,5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| наибольший при длине стрелы 20 м | 18 | 15 | 14 | 18 | 17 |
| Наибольшая высота подъёма груза, м | 13,5 | 13,5 | 14,2 | 14,2 | 14 |
| Скорость подъёма груза, м/мин | | | | | |
| при длине стрелы 14 м | 15,4; 20,5 | 17,6; 26,5 | 8,8; 17,6 | 6,3; 10,6 | 8,95; 17,6 |
| при длине стрелы 20 м | (61,1) 30,8 | (53) 26,5 | (63) 3…26 | (63) 8,8; 17,6 | 13,4; 26,8 |
| Частота вращения крана, об/мин | 2,9 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 2,0 |
| Скорость передвижения крана, м/мин | 195 | 215 | 175 | 130 | 180 |
| Вместимость грейфера, $м^3$ | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Мощность двигателя, кВт | 73.6 | 110 | 87.5 | 115 | 115 |
| Оптовая цена, тыс. тенге. | 570 | 110 | 1 050 | 1 185 | 1 250 |

Таблица 10.8 а

Технико-эксплуатационные характеристики стрелового крана на железнодорожном ходу

| Параметр | КДЭ-252 | КДЭ-163 | КДЭ-253 | КЖДЭ-4-25М |
|---|---|---|---|---|
| Грузоподъёмность, кН<br>при наименьшем вылете стрелы при её длине 14 м | 250 | 160 | 250 | 250 |
| при наибольшем вылете стрелы при её длине 14 м | 69 | 48 | 68 | 50 |
| при наименьшем вылете стрелы при её длине 20 м | 168 | 115 | 167 | 135 |
| при наибольшем вылете стрелы при её длине 20 м | 47 | 32 | 63 | 35 |
| Вылет стрелы, м<br>наименьший при длине стрелы 15 м | 4.9 | 5 | 5 | 6 |
| наибольший при длине стрелы 15 м | 14 | 14 | 14 | 14 |
| наименьший при длине стрелы 20 м | 6 | 6 | 6 | 6 |
| наибольший при длине стрелы 20 м | 18 | 18 | 14 | 18 |
| Наибольшая высота подъёма груза, м | 13,9 | 14,2 (19) | – | – |
| Скорость подъёма груза, м/мин<br>при длине стрелы 14 м<br>при длине стрелы 20 м | 5,36<br>10,7<br>(53)<br>8,95;<br>17,9 | 8,9;<br>17,8<br>(53,7)<br>13,4;<br>26,8 | 5,3;<br>10.6<br>(53,7)<br>8,9;<br>17,8 | 11,6<br><br>19,3 |
| Частота вращения крана, об/мин | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| Скорость передвижения крана, м/мин | 83 | 173 | 133 | 115 |
| Вместимость грейфера, м3 | 1,5 | 1,5 | – | – |
| Мощность двигателя, кВт | 115 | 115 | 115 | 85 |
| Оптовая цена крана, тыс. тенге. | 1 250 | 1 250 | 1 400 | 2 090 |

*Примечание.* Приведенные *курсивом* оптовые цены ориентировочные.

## 10.3. Грузозахватные приспособления ПРМ прерывного действия

### Практическое занятие 7

Эффективность и продолжительность работы кранового оборудования при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций зависит от выбора *типа захватного приспособления*, которое подвешивается или непосредственно на *крюк* грузоподъёмной машины, или *на крюковую обойму*.

Крюки применяются однорогие (рис. 10.14, *а*) и двурогие (рис. 10.14, *б*) в зависимости от типа груза.

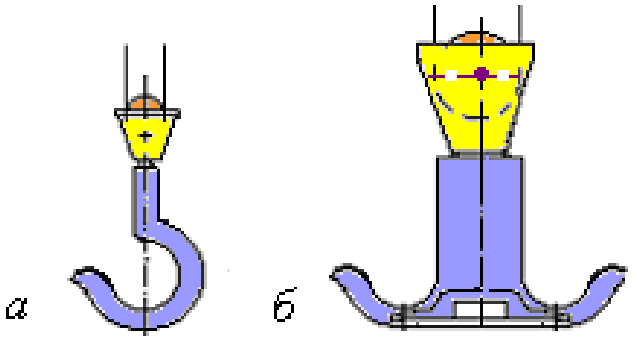



Рис. 10.14. Однорогие (*а*) и двурогие (*б*) крюки

В качестве грузозахватного приспособления для штучных грузов применяются *стропы*, которые являются наиболее распространёнными и простыми по конструкции грузозахватными устройствами (рис. 10.15). Они изготавливаются из *стальных канатов* и разделяются на универсальные облегчённые с коушами, одноветвевые с коушом на одном конце и крюком на другом и многоветвевые (двух-, четырёх-, шестиветвевые).

*Петлевые тросы* (рис. 10.15) применяют для застропки грузов, не имеющих грузовых петель (проушин).

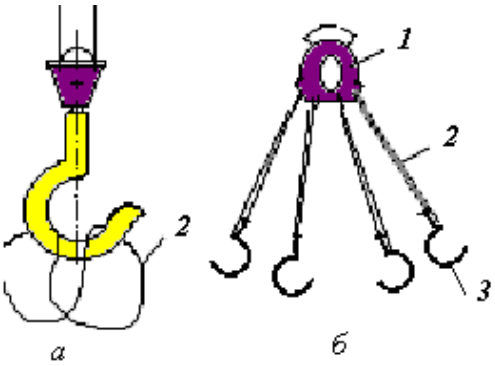



Рис. 10.15. Петлевой (*а*) и четырёхветвевой (*б*) стропы
с коушем на одном конце и крюками на другом:
*1 – коуш, 2 – петлевой трос, 3 – крюки*

При перегрузке *длинных, громоздких* и *тяжёлых* грузов применяют *траверсы* в сочетании со стропами, показанные на рис. 10.16, клещами, электромагнитами, вакуумными захватами и крюками, что позволяет *избежать* вредного влияния наклонных ветвей стропов; *уменьшить* расстояние между крюком подъёмного механизма и грузом; *объединить* отдельные грузы (бочки, ящики, кипы, грузошины, бунты проволоки и др.) для одновременного их подъёма с целью лучшего использования грузоподъёмности кранов.




Рис. 10.16. Траверса в сочетании со стропами:
*1 – траверса, 2 – 4-звенный строп, 3 – тяжёлый груз (плита)*

Захват для листовой стали размерами 2150х4000х280 мм показан на рис. 10.17. Грузоподъёмность захвата 100 кН. Собственный вес захвата – 2,9 кН.

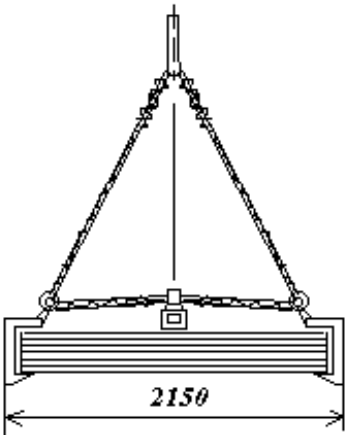



Рис. 10.17. Захват для листовой стали размерами 2150х4000 мм

***Грейферы для насыпных грузов и лесоматериалов***

Грейферы обеспечивают зачерпывание и освобождение порции груза соответственно при замыкании и размыкании рабочего органа – челюстей. Вместимость грейферов колеблется от 0,4 до 10 м$^3$. Имеются двухчелюстные двух-, трёх- и четырёхканатные грейферы общего назначения, а также моторный и вибрационный грейферы.

*Сфера применения*: применяются на кранах и других машинах для захвата и перемещения насыпных и кусковых грузов.

Различают грейферы *одноканатные*, применяемые на кранах с однобарабанной лебёдкой, и *двухканатные*, применяемые на кранах с двухбарабанной лебёдкой. Наиболее распространены грейферы двухчелюстные двухканатные.

У одноканатных грейферов подъём или спуск, и закрывание челюстей осуществляются одним грузовым канатом. Одноканатные съёмные грейферы позволяют использовать кран для работы с крюком и грейфером. У двухканатных грейферов одна группа канатов служит для их удержания, а другая *5* – для размыкания и замыкания челюстей (рис. 10.18 и рис. 10.19).




Рис. 10.18. Козловой кран с двухканатным двухчелюстным грейфером:
*1 – челюсти, 2 – нижний шарнир, 3 – тяги (4 шт.),*
*4 – головка (обойма), 5 – канат замыкания и размыкания грейфера;*
*6 – насыпной груз*



Рис. 10.19. Грейфер для круглых лесных грузов

На выбор *типа* грейфера влияют: физические свойства и характеристика перегружаемого груза (кусковатость и размер кусков, влажность, слеживаемость, угол естественного откоса, объёмная масса); часовая производительность грейферной установки; основные параметры, характеризующие условия работы грейферной установки (отдалённость места захвата груза от

места его выгрузки, размеры обслуживаемой площади, максимальная высота подъёма грейфера и т. п.).

Двухчелюстные двух-, трёх- и четырёхканатные грейферы общего назначения применяются в качестве грузозахватных органов к кранам грузоподъёмностью от 20 до 320 кН. Они предназначены для перемещения насыпных и кусковых грузов с объёмным весом от 7 до 32 кН/м$^3$.

Грейфер *моторный* МГС-504 предназначен для захвата и перемещения насыпных грузов.

*Вибрационный* грейфер представляет собой двухчелюстный механизм с электрогидравлическим приводом замыкания челюстей. На каждой челюсти установлен *электровибратор*, увеличивающий зачерпывающие способности грейфера. Демпфирующая подвеска челюстей грейфера к корпусу предохраняет привод замыкания от вибрационного воздействия. Управление грейфером осуществляется из кабины крановщика.

Технико-эксплуатационные характеристики двухчелюстных двухканатных грейферов для переработки насыпных грузов приведены в табл. 10.10.

Таблица 10.10

Технико-эксплуатационные характеристики двух канатных грейферов

| Тип грейфера и грузоподъёмность (г.-п.) крана, кН | Род груза | Вместимость грейфера, м$^3$ | Вес груза, кН | Вес грейфера, кН | Оптовая цена (ориентировочная, тыс. тг. |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип 1693 для передвижных кранов г.-п. 50 кН | Уголь | 2,5 | 26,5 | 22,5 | 54,25 |
| Тип 3627 для передвижных кранов г.-п. 50 кН | Уголь | 1,5 | 15 | 12,5 | 42,75 |
| Тип 2904 для передвижных кранов г.-п. 20..30 кН | Насыпные (песок, гравий, щебень) | 0,8 | 10,6 | 10,9 | 41,75 |
| Тип Н-18-3 к кранам КДЭ-151 г.-п. 150кН, КДЭ-161 г.-п. 160 кН | Насыпные (песок, гравий, щебень) | 2,0 | 10 | 17,2 | 55 |

Технико-эксплуатационные характеристики двухчелюстных четырёх канатных грейферов для переработки насыпных и кусковых грузов приведены в табл. 10.11.

Таблица 10.11

Технико-эксплуатационные характеристики четырёх канатных грейферов

| Тип грейфера и грузоподъёмность крана, кН | Род груза | Вместимость грейфера, $м^3$ | Вес груза, кН | Вес грейфера, кН | Оптовая цена, тыс. тг. |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип 22964-ЛА для передвижных кранов г.-п. 30 кН | Крупнокусковые и насыпные грузы | 1,0 | 12 | 16 | 33 |

Технико-эксплуатационные характеристики грейфер-моторного МГС-504, предназначенного для захвата и перемещения насыпных грузов, приведены в табл. 10.12.

Таблица 10.12

Технико-эксплуатационные характеристики грейфер-моторного МГС-504

| Тип грейфера и грузоподъёмность крана, кН | Род груза | Вместимость грейфера, $м^3$ | Вес груза, кН | Вес грейфера, кН | Оптовая цена, тыс.тг. |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип МГС-504 | Насыпные грузы | 1,5 | 16 | 27,1 | 54 |

Технико-эксплуатационные характеристики грейфера для круглого леса (для кранов КДЭ-161и КДЭ-251, тип грейфера Н-18-3) приведены ниже:

| | |
|---|---|
| Грузоподъёмность крана, кН..... | 160 |
| Вес захватываемого груза, кН.... | 45 |
| Вес грейфера, кН……..... | 18,7 |
| Габаритные размеры, | |
| длина закрытого грейфера…..... | 1 500 |
| ширина грейфера……..... | 2 780 |
| высота закрытого грейфера..... | 3 210 |
| Оптовая цена, тыс. тенге. | 55 |

Технико-эксплуатационные характеристики вибрационного грейфера приведены ниже:

| | |
|---|---|
| Вместимость, $м^3$……... | 3,5 |
| Вес захваченного груза, кН…….. | 70 |
| Вес грейфера, кН…….. | 30 |
| Время закрытия челюстей на холостом ходу, с……. | 16 |
| Время открытия челюстей, с……... | 12 |
| Габаритные размеры, мм | |
| длина открытого грейфера……... | 2 500 |
| длина закрытого грейфера……... | 2 000 |
| ширина челюстей……. | 2 600 |
| высота челюстей…….. | 2 000 |

### *Грузозахватные приспособления для металлопродукции подъёмные электромагниты*

*Сфера применения:* для перемещения, погрузки в подвижной состав и выгрузки из него различными кранами грузов, обладающих *магнитопроницаемыми* свойствами, например, *металлопродукции* (прутков, рельсов, балок, чугунных чушек, листового металла, металлических болванок, стальных стружек и др.). Захват груза происходит за счёт притяжения его к корпусу электромагнита при подаче электрического тока в катушку последнего. При отключении тока происходит освобождение

груза. Электромагниты бывают круглой (типа М) и прямоугольной (типа ПМ) форм грузоподъёмностью от 60 до 300 кН.

Схематически электромагнит круглой формы типа М представлен на рис. 10.20.

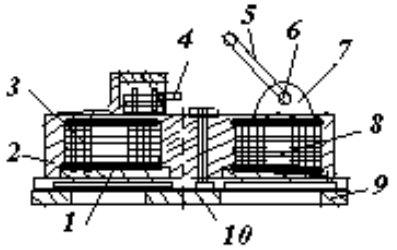



Рис. 10.20. Электромагнит круглой формы типа М:
*1 – упорная шайба из немагнитных материалов; 2 – корпус электромагнита; 3 – катушка электромагнита; 4 – наружный кабель для подвода тока к обмоткам катушки; 5 – цепи; 6 – пальцы для закрепления трёх цепей, другие концы которых надеты на общее кольцо; 7 – проушины корпуса для закрепления пальцев 6; 8 – изолирующая прокладка; 9 и 10 – кольцевой и цилиндрический полюсные наконечники*

Основные грузы, с которыми работают электромагнитами круглой формы, – металлические заготовки и плиты, чугун в чушках, стальная стружка и др.

Для работы с длинномерными грузами (профильный и круглый прокат, трубы, рельсы и т. п.) используются прямоугольные электромагниты, принципиальное устройство которых подобно устройству круглых электромагнитов (рис. 10.21). При работе с грузами длиной более 4…5 м эти электромагниты используют в сочетании с траверсами.

Для работы железнодорожных кранов КДЭ-161, КДЭ-251 и др. с грузовым магнитом на них монтируется дополнительное оборудование (вес комплекта 258 кН и оптовая цена – 184 тыс. тг.), основные технические характеристики которого приведены в табл. 10.13.

Для работы железнодорожных кранов в качестве грузозахватных приспособлений также используются электрические аппараты с постоянными магнитами, основные технические характеристики которых приведены в табл. 10.14.

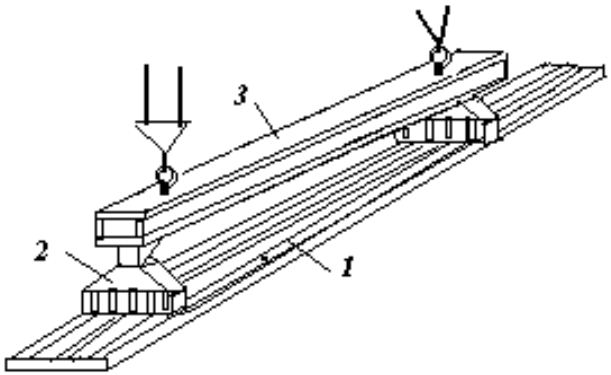



Рис. 10.21. Прямоугольные электромагниты в сочетании с траверсой:
*1 – металлопродукция, 2 – прямоугольный электромагнит, 3 – траверса*

Таблица 10.13

Технические характеристики электромагнитов круглой формы типа М

| Грузовой электромагнит | М-21, М-22, М 22Б, ПМ-15 | М-41, М-42, М 42Б, ПМ-20, ПМ-25 | М-61, М-62, М-62А, М-62Б |
|---|---|---|---|
| Максимальная грузоподъёмность, кН Потребляемая мощность, кВт | менее 100 4,4…7,15 | 100…200 4,4…7,15 | 200…300 12,5 |
| Вес электро-магнита, кН | 5,5…15,5 | 15…30 | 35…55 |
| Время нарастания магнитного тока, с | 2.5…3.0 | 4.0 | 10…12 |

Таблица 10.14

Технические характеристики прямоугольных электромагнитов

| Параметр | МПГ-01 | МПГ-02 | МПГ-03 | МПГ-04 | МПГ-1 | МПГ-2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Максимальное отрывное усилие, кН | 0,25 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 12,5 |
| Вес, кН | 6,25 | 12,5 | 25 | 50 | 100 | 300 |
| Потребляемая энергия, кВт | 0,0015 | 0,003 | 0,005 | 0,01 | 0,018 | 0,022 |
| Амплитуда намагничивания импульса, А | 0,75 | 2 | 3 | 6 | 10 | 15 |
| Длительность намагничивания импульса, с | $10 \cdot 10^{-3}$ | $15 \cdot 10^{-3}$ | $30 \cdot 10^{-3}$ | $40 \cdot 10^{-3}$ | $55 \cdot 10^{-3}$ | $65 \cdot 10^{-3}$ |

**Практическое занятие 8**

***Грузозахватные приспособления для универсальных контейнеров Грузозахватные приспособления для среднетоннажных контейнеров***

Известно, что среднетоннажные контейнеры массой брутто 30 и 50 кН (3 и 5 тс) оборудованы типовыми грузоподъёмными устройствами в виде утопленных в крышах контейнеров *рымов*. Для застропки и отстропки этих контейнеров применяется автостроп конструкции ЦНИИ-ХИИТ с поворотной головкой (рис. 10.22).

Автостроп подвешивается вместо крюковой обоймы к козловому крану. Основными узлами автостропа являются: рама *4*, две передвижные каретки *3* с захватными органами (грузозахватные кулачки) *5*, привод перемещения кареток

(двухступенчатый редуктор) *7*, который является одновременно и приводом механизма наводки.

Привод передвижения кареток *7* смонтирован в средней части рамы и состоит из электродвигателя, промежуточного вала с муфтой предельного момента и двухступенчатой цепной передачи. Цепная передача передаёт вращение на ходовой винт. С одной стороны винт имеет левую ходовую резьбу, а с другой – правую и связан с гайками, которые смонтированы на каретках. Это обеспечивает при определённом направлении вращения винта движение кареток навстречу друг другу или друг от друга.

По концам передвижных кареток *3* на консолях закреплены захватные органы, каждый из которых состоит из блока перемещающихся в вертикальных направлениях четырёх подпружиненных крюков *5*, которые обращены зевами *6* наружу от центра автостропа.

Три крюка, расположенных ближе к его продольной оси, предназначены для застропки контейнеров весом брутто 30 кН, а один крайний – для контейнеров весом брутто 50 кН. Грузозахватный орган закрепляется на поворотной головке с гидравлическим демпфером гашения колебаний. Автостроп снабжён автоматической блокировкой, которая *исключает* неправильную застропку контейнера, а также подъём ненадёжно застропленного контейнера и отцепку его на весу.

Для быстрой замены одного грузозахватного приспособления другим, который входит в набор захватов для крана (автостроп, магнитная плита, челюстный захват для леса), разработаны *универсальные обоймы с поворотной головкой* для кранов грузоподъёмностью 50…100 кН.

*Цикл работы* контейнерного козлового крана с универсальной обоймой и автостропом ЦНИИ-ХИИТ состоит из следующих операций:

– передвижение крана и тележки в сторону контейнера;

– опускание автостропа и его наведение на контейнер с помощью кнопок на пульте управления, который находится в кабине машиниста. При этом для ориентации автостропа относительно контейнера используются козырьки;

– раздвижка рабочих органов автостропа и застропка контейнера;

– подъём контейнера и перемещение его краном и тележкой в полувагон или на контейнерную площадку.

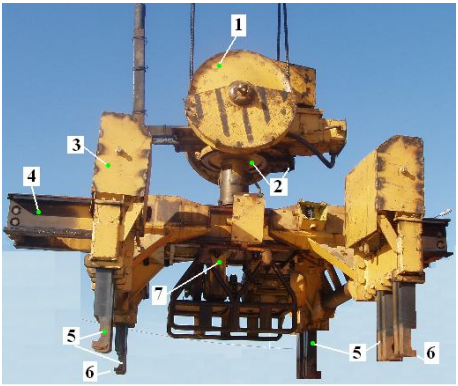



Рис. 10.22. Автостроп конструкции ЦНИИ-ХИИТ:
*1 – полиспаст; 2 – открытая зубчатая пара; 3 – подвижная каретка; 4 – рама; 5 – грузозахватные кулачки; 6 – зевы (захватные органы); 7 – двухступенчатый зубчатый редуктор*

Технические характеристики автостропа приведены ниже:

| | |
|---|---|
| Грузоподъёмность, кН | 50 |
| Расстояние между захватами, мм<br>минимальное<br>максимальное | <br>720<br>1 940 |
| Время застропки и отстропки (с наводкой) контейнера, с | 13,2 |
| Количество захватов, шт | 16 |
| Тип двигателя | АОЛ-22-4 |
| Мощность электропривода, кВт | 1,5 |
| Частота вращения, об/мин | 1 400 |
| Габариты, мм<br>высота от крыши контейнера до верхней точки поворотной<br>головки…….<br>длина…….<br>ширина…….. | <br>1 220<br>1 800<br>1 520 |
| Вес, кН……..... | 4,2 |

### *Грузозахватные приспособления для крупнотоннажных контейнеров*

Известно, что крупнотоннажные контейнеры весом брутто 100, 200, 240, 30 кН (10, 20, 24 и 30 тс) оборудованы типовыми грузоподъёмными устройствами в виде верхних и нижних фитингов. Для застропки и отстропки этих контейнеров применяется спредер жёсткой конструкции ВНИИПТМаш, состоящий из трёх основных узлов: полиспаста с канатными схемами *1*; блоковой рамы *2* с механизмами вращения и поворотной головки спредера *3*, которая выполнена в виде пространственной рамы (рис. 10.23, *а*, 10.23, б).

В угловые коробки поворотной головки спредера *3* вмонтированы приводные штыревые замки в виде фасонных поворотных кулачков *4*. При захвате контейнера кулачки наводятся и опускаются в его овальные отверстия. Замыкание контейнера и кулачков производится поворотом этих кулачков на 90°.

На блоковой раме *2* по углам установлены четыре блока, через которые перекинуты ветви *1* пространственного полиспаста, предназначенного для подъёма груза.

Спредеры оснащаются направляющими приспособлениями, обеспечивающими надёжное и быстрое введение поворотных цапф в угловые фитинги, а также захват контейнеров, которые стоят вплотную друг к другу. Соединение и разъединение с контейнером возможно только при безукоризненной посадке и плотном прилегании спредера.

Перед поднятием контейнера стопорное приспособление должно быть автоматически заблокировано. Системы блокировки и сигнализации обеспечивают подачу в кабину крановщика световых сигналов об установке спредера на контейнере и нахождении всех кулачков в одном из крайних положений, а также кратковременного звукового сигнала с крана о начале подъёма контейнера. Подъём контейнера до установки спредера и всех кулачков в соответствующее положение невозможен так же, как и самопроизвольный поворот кулачков при подъёме и переносе контейнера краном.

*Цикл работы* контейнерного козлового крана со спредером состоит из следующих операций:

– передвижение крана и тележки в сторону контейнера;

– опускание спредера и его наведение на контейнер с помощью кнопок на пульте управления, который находится в кабине машиниста. При этом для ориентации спредера относительно контейнера используются козырьки;

– раздвижка рабочих органов спредера и застропка контейнера;

– подъём контейнера и перемещение его краном и тележкой в полувагон или на контейнерную площадку.

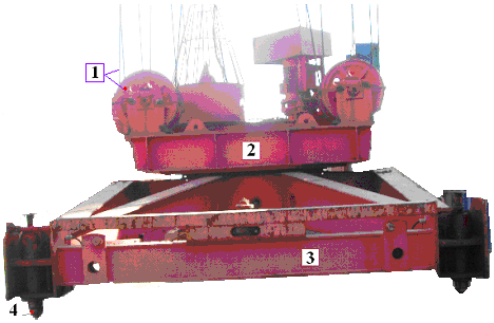



Рис. 2.23, *а*. Спредер конструкции ВНИИТМаш (общий вид):
*1 – полиспаст с канатными схемами; 2 – блоковая рама с механизмами вращения; 3 – поворотная головка спредера;*
*4 – поворотный кулачок*

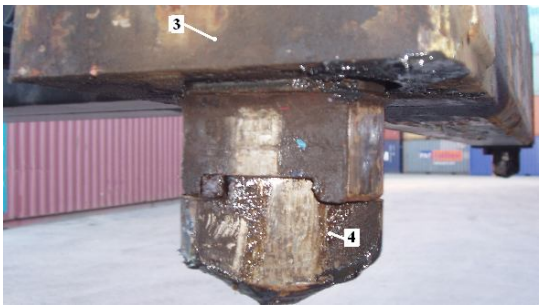



Рис. 2.23, *б*. Поворотный кулачок спредера конструкции ВНИИТМаш:
*3 – поворотная головка спредера; 4 – поворотный кулачок*

Технические характеристики спредера приведены ниже:

| | |
|---|---|
| Грузоподъёмность, кН…… | 200, 240 и 300 |
| Подвеска спредера…… | Четырёх-точечная |
| Время застропки и отстропки (с наводкой) контейнера, с | 10 |
| Угол поворота устройства в плане от основного положения, град…… | 60…240 |
| Установленная мощность электродвигателей, кВт:<br>механизма поворота……<br>механизмов перемещения штырей……<br>механизмов перемещения штырей дополнительной рамы | <br>2,2<br>2 х 0,75<br>2 х 0,75 |
| Вес спредера, кН<br>при грузоподъёмности 200 Н……..<br>при грузоподъёмности 320 Н…….. | <br>48,5<br>99 |
| Частота вращения, б/мин…….. | 1 400 |
| Габариты, мм<br>высота от крыши контейнера до верхней точки поворотной головки ……<br>длина……<br>ширина…… | <br>1220<br>1 800<br>1 520 |
| Вес, кН…….. | 4,2 |

**Практическое занятие 9**

## 10.4. Устройство, принцип работы и технико- эксплуатационные характеристики роторных вагоноопрокидывателей

Вагоноопрокидыватели (*англ.* – rotor car dump stationary) – это машины, которые разгружать вагоны поворотом в положение, при котором обеспечивается высыпание насыпного груза (рис. 10.24)

В зависимости от способа опрокидывания вагоноопрокидыватели различают:

– *торцевые* с поворотом вагона относительно поперечной оси на угол 50° и высыпанием насыпного груза через откидную торцевую стенку вагона;

– *роторные* с опрокидыванием вагона на угол 160…170° относительно продольной оси, проходящей внутри контура вагона, и высыпанием груза по боковой стенке вниз;

– *боковые* с опрокидыванием вагона на угол 160…180° вокруг продольной оси, проходящие вне его контура, сбоку и значительно выше уровня пути вагона, с выгрузкой вагона по боковой стенке вниз;

– *комбинированные* с многократным поворотом или наклоном вагона поочерёдно вокруг поперечной и продольной осей и с разгрузкой через дверной проём.

Рассмотрим только вагоноопрокидыватели *роторные* стационарные (ВРС) с зубчатыми приводами моделей ВРС-2 и ВРС-125 (рис. 10.24).

Стационарный роторный вагоноопрокидыватель состоит из двух или трёх секций роторов *2*, которые опираются бандажами своих дисков *каждый* на *четыре* роликовые опоры *5*. Внутри роторов на вертикальных тягах *подвешена* к двум люлькам платформа *6*, общая для роторов. Опорные диски каждого ротора связаны между собой продольными трубчатыми фермами (*торсионами*). Роторы приводятся во вращение электродвигателями через двухступенчатые редукторы *1* и зубчатые зацепления, которые представляют собой *шестерни* на тихоходном валу привода *1* и *зубчатые венцы на* дисках роторов *2*. Механизм вращения снабжён короткоходовыми тормозами. Подаваемый на платформу *6* полувагон автоматически закрепляется верхними упорами *3* и привалочной стенкой *4*.

Сбоку платформы установлены амортизаторы. К каждой люльке платформа подвешивается на четырёх тягах, которые на рис. 10.24 не показаны. На верхней части люльки закреплена привалочная стенка *4* с пружинными амортизаторами. Здесь же на цапфах свободно посажены два опорных ролика *7*, входящих в криволинейные пазы *8* дисков ротора.

В исходном положении опрокидывателя люльки опираются на пружинные амортизаторы, установленные на балках роторов, и удерживаются поворотными тягами, не показанными на рис. 10.24. Верхний шарнир этих тяг связан с ротором.

При включении механизма поворота платформа *6* под действием собственной массы и гружёного вагона отклоняется на своих тягах к привалочной стенке *4*. При дальнейшем повороте

ротора люлька вместе с платформой и вагоном переместится к верхним упорам *3* ротора. При дальнейшем вращении роторов *2* вагон полностью обопрётся на привалочную стенку *4* и будет удерживаться верхними упорами *3*. Максимальный угол поворота у ВРС-125 равен 175°. При этом угле груз высыпается из вагона, и роторы начинают вращаться в обратном направлении. Для очистки вагонов от остатков груза на верхних упорах смонтированы *вибраторы*. При возвращении в исходное положение посадка люлек и установка платформы смягчаются действием пружинных амортизаторов. Частота вращения роторов 1,38 об/мин, общий вес вагоноопрокидывателя с приводом и роликовыми опорами 1 210 кН. Производительность вагоноопрокидывателя до 30 ваг./ч.

*Сфера применения* вагоноопрокидывателя модели ВРС-2: для разгрузки из четырехосных полувагонов насыпных или кусковых грузов. Вагоноопрокидыватель модели ВРС-125 применяется для разгрузки из четырехосных, шести- и восьмиосных полувагонов насыпных грузов.

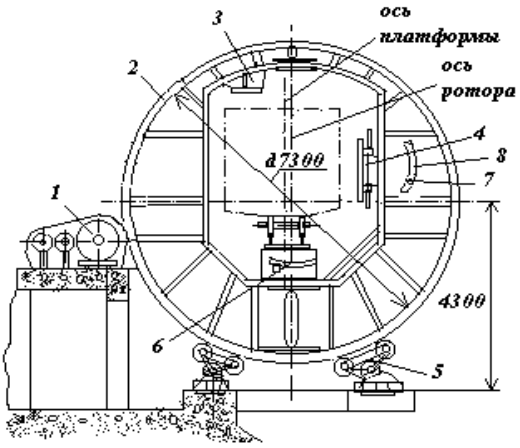



Рис. 10.24. Схема ВРС-125:

*1 – двухступенчатый редуктор; 2 – ротор, состоящий из двух или трёх секций;3 – верхние упоры, на которых смонтированы вибраторы; 4 – привалочная стенка; 5 – роликовые опоры; 6 – платформа, подвешенная к двум люлькам;7 – опорные ролики; 8 – криволинейные пазы дисков ротора*

*Принцип работы*: после включения электродвигателя ротор приводится во вращение посредством двухступенчатого редуктора, поворачивая полувагон до необходимого положения, при котором насыпной груз под углом естественного откоса начинает выгружаться.

*Преимущества*: сравнительно небольшая металлоёмкость, простота конструкции и меньший расход электроэнергии вследствие незначительной статической неуравновешенности опрокидывателя и небольшого сопротивления трения на его роликовых опорах.

*Недостатки*: необходимо иметь глубокую подземную часть сооружения, которая предназначена для приёма большой массы груза при интенсивно работающем вагоноопрокидывателе. Глубина фундамента этих сооружений от головки разгрузочного рельса часто превышает 15…17 м.

Технико-эксплуатационные характеристики ВРС представлены в табл. 10.17.

Таблица 10.17

Технико-эксплуатационные характеристики ВРС

| Параметры | ВРС-2 | ВРС-125 |
|---|---|---|
| Техническая производительность при разгрузке 630 кН полувагонов, кН/ч | 18 900 | 17 000 |
| Габаритные размеры, мм | | |
| длина | 22 870 | 22 870 |
| ширина | 9 410 | 9 480 |
| диаметр по кругу катания | – | 15 420 |
| высота | 8 435 | 8 435 |
| Продолжительность цикла разгрузки, с | 120 | 133 |
| Частота вращения, об/мин | 1,39 | 1,35 |
| Угол поворота от горизонтали при боковом опрокидывании, град | 175 | 170 |
| Скорость машины, м/с | 0,1 | 0,12 |
| Скорость ленты, м/с | 1,6 | 2,5 |
| Мощность электродвигателя, кВт | | |
| вагоноопрокидывателя | – | 60 |
| вибратора | – | 3 ×11 |
| Вес вагоноопрокидывателя , кН | 1 898 | 2 200 |
| Оптовая цена, тыс. тенге. | 6 600 | 7 250 |

**Практическое занятие 10**

## 10.5. Устройство, принцип работы и технико- эксплуа - тационные характеристики ПРМ непрерывного действия

### Устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характеристики конвейеров

Конвейеры составляют многочисленную и конструктивно весьма разнообразную группу машин непрерывного транспорта. Они используются как самостоятельные погрузочно-разгрузочные машины, а также в качестве составных агрегатов более сложных машин непрерывного транспорта. Конвейеры бывают *стационарными* и *передвижными с постоянным* или *изменяемым уровнем отдачи груза.*

*Сфера применения:* для перемещения насыпных, кусковых, тарных и штучных грузов сплошными потоками без остановок на загрузку и разгрузку на значительные расстояния, которые составляют иногда несколько километров.

Основной элемент конструкций конвейера – *транспортирующий рабочий орган*, который представляет собой гибкую ленту, пластины, ковши-коробки, ролики, скребки, винтовую спираль-шнек и др. По типу таких элементов конвейеры делятся на *ленточные*, *пластинчатые*, *роликовые*, *скребковые* и *винтовые* (*шнековые*).

У ленточных конвейеров лента является и транспортирующим и тяговым органом.

#### *Стационарный ленточный конвейер*

*Принцип работы*: включается электродвигатель и приводится во вращение приводной барабан *4*, который перемещает грузы *3* по транспортирующему и тяговому рабочему органу *2*.

Производительность, например, стационарных ленточных конвейеров колеблется в широких пределах и достигает 10 000 кН/ч и более. Машины просты по устройству и обеспечивают наиболее низкую стоимость перемещения грузов. Ленточ-

ными конвейерами грузы можно транспортировать и под углом к горизонту, значения которого зависят от свойств перемещаемого груза и от конструкции используемой ленты.

*Барабаны* в конвейерах различают приводные, натяжные и поворотные, служащие для изменения направления движения ленты. Чем больше диаметр барабана, тем меньше напряжение изгиба ленты, тем больше срок её службы. Наибольшее натяжение лента испытывает на приводном барабане. Диаметр приводного барабана принимается несколько больше диаметра натяжного барабана.

Схематически стационарный ленточный конвейер показан на рис. 10.25.

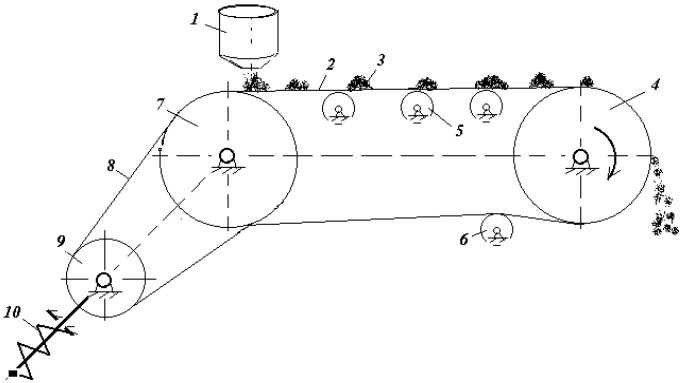



Рис. 10.25. Схема стационарного конвейера – ленточного транспортёра:

*1 – бункер; 2 – рабочий орган конвейера; 3 – груз 4 – приводной барабан;5 – поддерживающие ролики;6 – натяжные ролики; 7 – ведомый барабан;8 – гибкий элемент; 9 – натяжной барабан; 10 – натяжитель (пружина или груз)*

### *Передвижной ленточный конвейер*

Передвижной ленточный конвейер, например типа ТК-13 (рис. 10.26), имеет основной несущий элемент – раму *5*, которая сварена из двух продольных швеллеров и усилена поперечными связями.

*Сфера применения*: для перемещения грузов на сравнительно небольшие расстояния в условиях частой перемены мест работы.

Рама смонтирована на двухколёсном шасси *9*, имеющем две опоры: неподвижную *10* и подвижную *7*. Подвижная опора шарнирно связана с двумя каретками *6*, подвижно опирающимися на полки швеллеров рамы. На каретках установлены блоки полиспаста, который предназначен для установки лотка *3* на требуемом уровне отдачи груза.

Одна ветвь каната полиспаста жёстко закреплена на раме *5*, а другая (рабочая) набегает на барабан ручной лебёдки (на рисунке не показан). Барабан ручной лебёдки смонтирован на одном валу с червячным колесом червячной передачи, который приводится во вращение рукояткой. При наматывании каната на барабан ручной лебёдки происходит подъём конвейера, а при сматывании каната конвейер опускается. Нижний конец рамы конвейера может иметь или жёсткую опору *12*, или опору в виде катка. Здесь же на раме смонтирован в подвижных опорах поворотный барабан *14*.

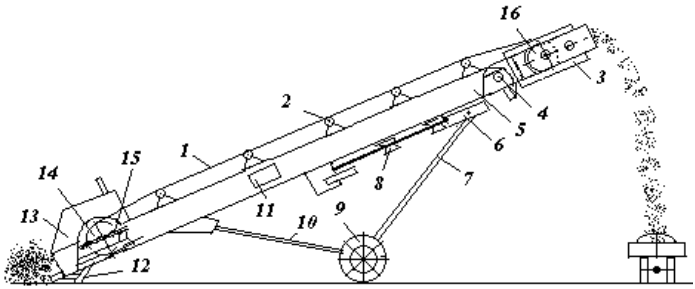



Рис. 10.26. Конвейер ленточный передвижной:

*1 – ленточный конвейер, 2 – роликоопора верхняя, 3 – лоток разгрузочный, 4 – роликоопора нижняя, 5 – рама, 6 – каретки, 7 – подвижная опора шасси, 8 – полиспаст, 9 – шасси, 10 – неподвижная опора шасси, 11 – шкаф с электроаппаратурой, 12 – опора, 13 – загрузочное устройство, 14 – поворотный барабан, 15 – натяжное устройство винтового типа,16 – приводной барабан*

С целью натяжения гибкой прорезиненной ленты *1* этот барабан может перемещаться относительно рамы посредством натяжного устройства *15* винтового типа. В верхней части рамы установлен приводной барабан *16*, который получает вращение от электродвигателя и двухступенчатого редуктора (на рисунке не показан). Несущие верхние роликоопоры *2* выполнены спаренными, они содержат по два наклоненных друг к другу ролика. Благодаря этому грузонесущая ветвь гибкой прорезиненной ленты *1* принимает жёлобчатую форму в поперечном сечении. Нижние роликоопоры *4*, которые поддерживают холостую ветвь ленты, выполнены в виде горизонтально установленных одинарных роликов.

Конвейеры этого типа *отличает* сравнительно большая производительность $\ddot{I}_{\acute{y}\hat{e}\tilde{n}}$ = 600…1000 кН/ч при малой металлоёмкости, мобильность и универсальность относительно транспортируемых грузов.

Технические характеристики ленточных передвижных конвейеров представлены в табл. 10.15.

Таблица 10.15

Технические характеристики ленточных передвижных конвейеров

| Показатель | ТК-13 | ТК-17 | ТК-14 | С-937 | ЛТ-10 |
|---|---|---|---|---|---|
| Производительность, кН/ч | 600 | 900 | 900 | 900 | 1000 |
| Ширина ленты, мм | 400 | 400 | 400 | 400 | 500 |
| Скорость движения ленты, м/с | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 3,2 |
| Расстояние между Центрами барабанов, мм | 5 000 | 5 000 | 10 000 | *10 000* | *10 000* |

Продолжение табл.10.5

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Высота разгрузки, м<br>наиболь-шая<br>наимень-шая | 2,1<br>1,5 | 3,3<br>1,5 | 3,8<br>1,5 | 0,71<br>– | 4<br>– |
| Угол наклона конвейера наибольший, град | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Мощность двигателя, кВт | 1,7 | 2,2 | 2,8 | 2,8 | 4 |
| Габаритные размеры, мм<br>длина<br>ширина | 5 700<br>900 | 5 700<br>900 | 10 600<br>1 500 | 5 345<br>990 | 10 000<br>1 390 |
| Вес, кН | 49 | 44 | 70 | 47 | 87 |

**Практическое занятие 11**

**Устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характеристики элеваторов**

*Сфера применения*: для вертикального или близкого к нему наклонного перемещения штучных, кусковых или насыпных грузов.

*Тяговым* органом в элеваторах преимущественно являются плоские *ленты*, пластинчатые, втулочные, втулочно-роликовые, а в наклонных элеваторах и втулочно-катковые *цепи* с шагом от 100 до 630 мм. Для перемещения насыпных грузов к лентам и цепям крепятся *ковши*, а для штучных грузов – *специальные захваты*.

***Элеваторы для штучных грузов***

Основные узлы элеватора для штучных грузов: рама с закреплёнными на её концах звёздочками; цепи, несущие на себе захваты; приводная и натяжная звёздочки; загрузочное и разгрузочное устройства.

*Крепление* захватов к цепям элеватора бывает *жёстким* (рис. 10.27, *а*) и *шарнирным* (*люлечным*) (рис. 10.27, *б*).

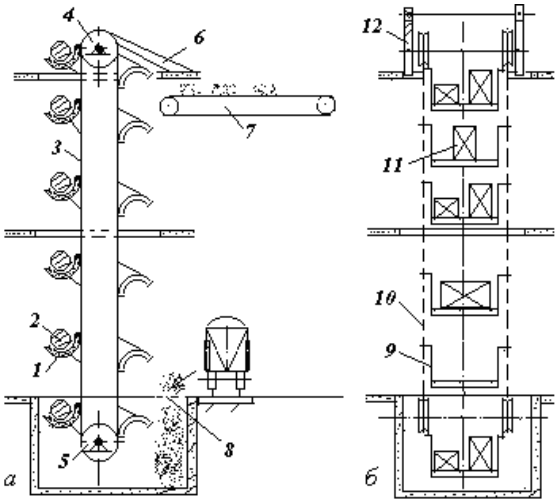



Рис. 10.27. Типы элеваторов: с жёстким креплением захватов (*а*), с шарнирным креплением захватов (*б*):

*1 – жёсткое крепление захвата; 2 – штучный груз; 3 – цепи; 4 – ведущая звёздочка, приводимая в движение от электродвигателя и редуктора; 5 – ведомая натяжная звёздочка;6 – разгрузочный люк; 7 – отводящий конвейер; 8 – решётка высыпного устройства; 9 – люлька; 10 – бесконечные тяговые цепи, 11 – штучный груз; 12 – привод механизма движения люльки*

Люльки *9* шарнирно подвешены к двум бесконечным тяговым цепям *10*. Шарнирные узлы крепления расположены *выше центра тяжести* люльки, её грузовая площадка на любом уровне занимает горизонтальное положение. Загрузка элевато-

ров штучными грузами и их разгрузка могут осуществляться автоматической подачей груза к захватам посредством специальных устройств.

Элеваторы бывают не только *стационарными*, но и *передвижными*.

***Элеваторы для насыпных и кусковых грузов***

Для насыпных и кусковых грузов применяются ковшовые элеваторы (нории), в которых груз перемещается в ковшах, закрепленных на тяговом органе из хлопчатобумажной прорезиненной ленты типа конвейерной ленты или в виде цепи (рис. 10.28).

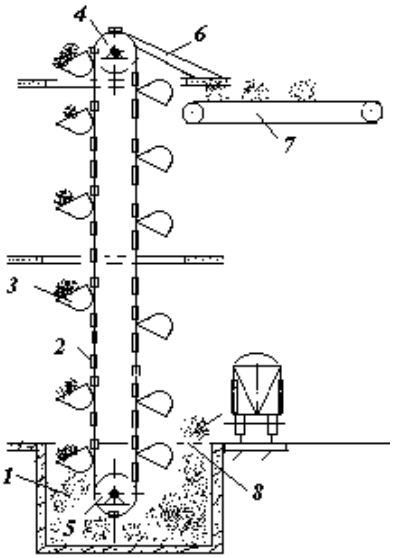



Рис. 10.28. Ковшовый двухцепной элеватор:
*1 – загрузочная яма; 2 – замкнутые цепи; 3 – ковши (нории); 4 – приводные звёздочки; 5 – натяжные звёздочки 6 – разгрузочный люк; 7 – отводящий конвейер; 8 – решётка высыпного устройства*

**Практическое занятие 12**

## 10.6. Устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характери стики инерционных разгрузочных машин

Инерционные разгрузочные машины (ИРМ) (*англ.* – inertia unloaded machine) – это такие машины, в которых перемещение груза в кузове разгружаемого вагона от торцовых стен к дверям происходит за счёт направленных сил инерции, возникающих в частицах груза при определённой амплитуде и частоте колебаний, создаваемых дебалансным вибратором. При этом вагон наклонён под небольшим углом в сторону разгрузки. *Сфера применения*: для выгрузки насыпных грузов из четырёхосных крытых вагонов.

*Принцип работы*: под действием сил инерции, возникающих при колебании крытого вагона в направлении продольной оси, частицы груза перемещаются к середине вагона, и при наклоне пола в сторону разгрузки груз высыпается через дверной проём в приёмный бункер.

Инерционная разгрузочная машина мостового типа ИРМ-7 (рис. 10.29) имеет мост-платформу *1*, который опирается на две пары наклонных рычагов-балансиров *2* и комплектов пружин, составляющих шарнирные опорные узлы. Эти узлы смонтированы на нижней раме и служат основанием.

На мосту уложен рельсовый путь, у которого уровень одного рельса превышает уровень другого на 265 мм. Это обеспечивает постоянный поперечный наклон на $10^{\circ}$ вагона, который установлен на мост, в сторону выгрузки груза. Дебалансный вибратор *3* укреплён на мосту платформы и расположен в его средней части.

Имеются четыре стабилизатора, которые фиксируют мост в среднем положении. Два подвижных зажима-упора *5* с винтовыми механизмами их передвижения и с односторонним механизмом гидроподъёма позволяют вагону прочно закрепляться за головки автосцепок на мосту машины. В нерабочем положении упоры расходятся в сторону и вставляются в межрельсовый промежуток. Имеются также два поворотных «замка» с рельсо-

вой вставкой. Для выгрузки зерновых грузов предусматривается щитовыжиматель *6* с прижимной плитой и механизмом передвижения его вдоль вагона по направляющим.

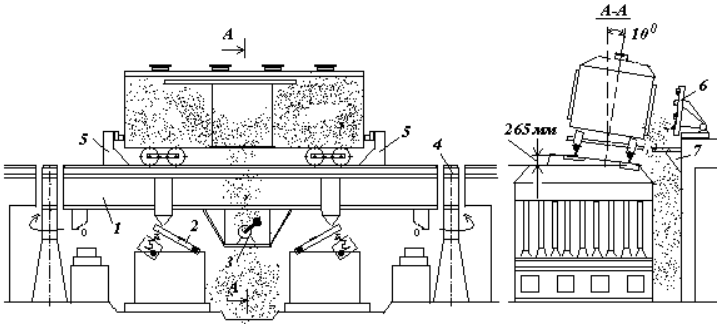



Рис. 10.29. Схематическое представление ИРМ-7 ВНИИЖТа:
*1 – мост-платформа; 2 – рычаг-балансир; 3 – дебалансный вибратор; 4 – поворотный «замок» с рельсовой вставкой; 5 – упорный зажим; 6 – щитоотжиматель; 7 – приёмный бункер с тремя выпускными отверстиями*

Для приёма выгружаемого груза со стороны выгрузки оборудуются приёмный бункер *7* с тремя выпускными отверстиями, перекрытыми шиберными затворами. Через эти отверстия груз подаётся на полубункерный конвейер и далее системой конвейеров доставляется в силосы и бункера склада.

Для выгрузки зерновых грузов предусматривается щитовыжиматель *6* с прижимной плитой и механизмом передвижения его вдоль вагона по направляющим.

*Преимущества*: высокая производительность и высокий уровень механизации.

*Недостаток*: высокая стоимость.

Технология выгрузки вагонов следующая. Вагоны под разгрузку подаются поочерёдно с расцепкой. Благодаря постепенному возвышению одного наружного рельса вагоны получают поперечный наклон, причём в 15 м от ИРМ этот наклон уже достигает $10^{\circ}$ и первый вагон въезжает на мост и устанавливается примерно посередине моста, а остальные вагоны группы отводятся на 5…10 м назад.

Оператор включает двигатели винтовых механизмов передвижения упоров, которые выходят из межрельсовых углублений, подходят к вагону и центрируют его. После этого срабатывают конечные выключатели, и электродвигатели упоров выключаются. В это время на пульте загорается лампа «Упоры у вагона». Одновременно включается гидросистема, и упоры поджимаются, выводятся из работы пружинные аппараты автосцепных приборов вагона, и убираются стабилизаторы. Привод насосной станции выключается.

При выгрузке зерна, открыв дверь вагона со стороны выгрузки и закрепив струбцинкой, подводят к дверному проёму щитовыжиматель и включают автономную насосную станцию его гидросистемы. С помощью прижимной плиты с щипами и горизонтального цилиндра хлебный щит отжимается внутрь вагона, а посредством вертикального цилиндра поднимается вверх и удерживается в поднятом состоянии.

Выгрузка легкосыпучих грузов вагона вначале осуществляется самотёком.

В течение 70…80 с из вагона выгружается самотёком зерно примерно 150…190 кН. После этого оператор включает основной двигатель привода возбудителя колебаний, и вагон колеблется с заданными амплитудой и частотой. Разгон привода до 85…90 об/мин занимает 6…8 с, и зерно начинает высыпаться через дверной проём в приёмный бункер под действием сил инерции. По мере высыпания груза и уменьшения общей массы (вагона с грузом и моста) увеличиваются частота и амплитуда колебаний. К концу выгрузки частота колебаний составляет 118…124 колебаний в минуту, а амплитуда в центре пола вагона – 65…70 мм. Через 4,5…5 мин работы дебалансного вибратора вагон освобождается от груза, и не требуется никакой дальнейшей очистки вагона. Продолжительность разгрузки четырехосного крытого вагона – 10…12 мин.

Технические характеристики ИР-7 ВНИИЖТ представлены ниже:

| | |
|---|---|
| Грузоподъёмность, кН …… | 860 |
| Расчётная производительность, кН/ч …… | 2 400 |
| Габаритные размеры, м<br>длина……<br>ширина……<br>высота…….. | <br>18,5<br>5,5<br>6,3 |
| Максимальный вес дебалансов, кН…… | 8 |
| Максимальное суммарное ускорение, м/с$^2$……<br>Количество качаний в 1 мин……<br>Амплитуда колебаний по оси пружин, мм…… | 16,2<br>50…160<br>до 90 |
| Наклон вагона в поперечном направлении, град……<br>Наклон опорных рычагов к горизонту, град……<br>Наклон опорных пружин к горизонту, град…… | 10<br>55<br>35 |
| Мощность электродвигателя постоянного тока<br>к приводу дебалансов, кВт……<br>приводу механизма перемещения упоров, кВт… | <br>32<br>2 × 7 |
| Усилие сжатия вагонов гидроприжимом, кН …… | 147…245 |
| Общая мощность электродвигателей, кВт…… | 103 |
| Вес машины, кН…… | 860 |
| Оптовая цена, млн. тенге. …… | 5 |

**Практическое занятие 13**

## 10.7. Устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характери стики разгрузочных самоходных вагонных машин

Машины вагонные самоходные (МВС) (*англ.* – power feeds wagons machine) непрерывного действия специализированы на выгрузке насыпных грузов из крытых и открытых вагонов. Одновременно с этим они могут загружать автомобили непосредственно или с помощью дополнительных ленточных конвейеров или работать в отвал. Основным рабочим органом их является *ковшовый элеватор*, который забирает груз в вагоне и поднимает его на высоту, необходимую для передачи на другие транспортные средства.

Для повышения производительности машины оборудуются подгребающими и рыхлящими органами, чаще всего горизонтальными или вертикальными шнеками.

МВС (рис. 10.30) имеют гусеничный двигатель *4*, шнековые вертикальные рушители *2* и питатели *3* с левой и правой навивками, которые подгребают разрыхлённый груз к ковшовому элеватору *1*.

Ковшовый элеватор *1* расположен наклонно посередине машины и передаёт груз на отвальный конвейер *5* с шириной ленты 500 мм. Позади питателей установлен направляющий кожух, позволяющий забирать почти весь груз с пола. Механизм подъёма элеватора и питателей из рабочего положения в транспортное имеет электродвигатель мощностью 1,7 кВт. Мощность двигателей элеватора *1* и конвейера *5* – 2,8 кВт. Частота вращения шнеков рушителей и питателей – 92 об/мин. Машиной управляет *оператор* с переносного кнопочного пульта.

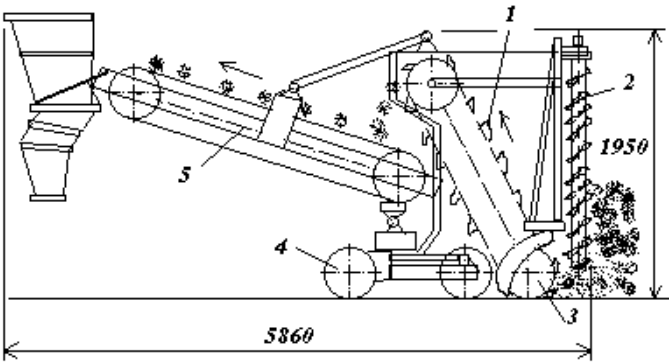



Рис. 10.30. Схема МВС:
*1 – ковшовый элеватор; 2 – шнековый вертикальный рушитель; 3 – питатель; 4 – гусеничный двигатель;5 – отвальный конвейер*

Погрузочно-разгрузочная машина МГУ (*машина гусеничная универсальная)* имеет то же назначение, что и МВС, но меньшей производительности. В этой машине шнековый лен-

точный рушитель расположен горизонтально на высоте 1 м над опорной поверхностью.

*Сфера применения*: для выгрузки из крытых четырехосных крытых вагонов слеживающихся насыпных грузов (аммоний, суперфосфат, калийная соль и другие удобрения) и погрузки из штабеля в автомобили.

*Принцип работы*: после включения электродвигателя вертикального шнекового рушителя *2* он начинает рушить слежавшийся насыпной груз. Затем этот груз посредством питателя *3* забирается вверх наклонно расположенным ковшовым элеватором *1*, после чего передаётся отвальному ленточному конвейеру *5* для загрузки в автомобиль или в отвал.

Технические характеристики МВС и МГУ представлены в табл. 10.16.

Таблица 10.16

Технические характеристики МВС и МГУ

| Параметры | МВС-2 | МВС-3 | МВС-3М | МВС-4 | МГУ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Производительность, кН/ч | 500 | 600 | 600 | 300 | 450 |
| Габаритные размеры, мм<br>длина<br>ширина<br>высота | 4 900<br>1 700<br>1 950 | 4 800<br>1 600<br>1 950 | 5 100<br>1 775<br>1 950 | 5 850<br>1 775<br>1 950 | 5 780<br>1 500<br>1 800 |
| Ширина захвата шнеком, мм | 1 700 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 500 |
| Высота подъёма аборного устройства, мм | 100 | 100 | 100 | 400 | – |
| Длина отвального конвейера, мм | 2 500 | 2 500 | 3 200 | 3 200 | 4 000 |
| Ширина ленты, мм | 400 | 400 | 400 | 400 | 500 |
| Диаметр подгребающего шнека, мм | 460 | 485 | 485 | 485 | – |
| Частота вращения, об/мин | 92 | 102 | 102 | 102 | – |
| Вместимость ковша элеватора, $м^3$ | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | – |
| Угол поворота конвейера, град | 160 | 180 | – | – | 85 |
| Скорость машины, м/с | 0,1 | 0,12 | 5,46 | – | – |
| Скорость ленты, м/с | 1,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | – |
| Радиус поворота машины наименьший, мм | 1 200 | 1 200 | – | – | – |
| Установленная мощность электродвигателей переменного тока напряжением 380 В, кВт | 7,9 | 10,9 | 20,5 | 17,5 | 7,5 |
| Вес машины, кН | 24 | 27,5 | 47 | 175 | 75 |
| Оптовая цена, тыс.тенге. | – | – | 40 | 258 | – |

**Практическое занятие 14**

## 10.8. Устройство и принцип работы, сфера применения и основные технико-эксплуатационные характеристики ковшово-элеваторных стационарных машин

Ковшово-элеваторные (разгрузочно-штабелёвочные) стационарные машины ТР-2 (С-492) монтируются на стационарных порталах (рис. 10.31).

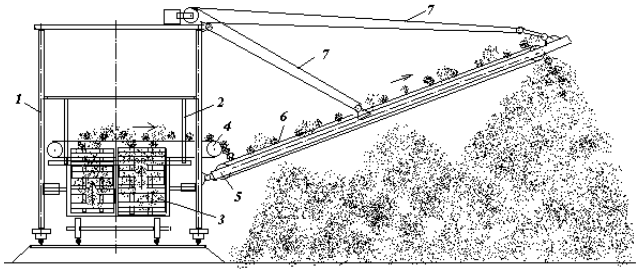



Рис. 10.31. Разгрузочно-штабелевочные стационарные машины ТР-2:
*1 – портал; 2 – подъёмная клеть; 3 – ковшовый элеватор; 4 – ленточный конвейер;5 – стрела отвального ленточного конвейера; 6 – отвальный конвейер; 7 – полиспасты*

Портал представляет собой пространственную раму, которая перекрывает железнодорожный путь и обеспечивает свободный пропуск под краном железнодорожного состава.

Портал охватывает разгрузочный путь и опирается на тележки, две из которых являются приводными. Колея портала – 5 000 мм. Привод передвижения портала осуществляется от двух электродвигателей мощностью 5 кВт каждый. Рабочая скорость передвижения портала – 3 м/мин. Клеть элеватора подвешена на 18 ветвях сдвоенного канатного полиспаста и может перемещаться вдоль вертикальных направляющих портала со скоростью 2,45 м/мин посредством двухбарабанной лебёдки. Лебёдка приводится в движение от электродвигателя мощностью 7,5 кВт и установлена в верхней части портала.

Сдвоенный ковшовый элеватор приводится в движение от двух электродвигателей мощностью 20 кВт каждый. Общее количество ковшей – 36×2, а скорость их движения – 0,8 м/с.

Поперечный ленточный конвейер выполнен реверсивным, может перемещать груз в любую сторону от оси пути и приводится в движение от электродвигателя мощностью 10 кВт. Лента этого конвейера имеет ширину 0,8 м и движется со скоростью 5 м/с.

Отвальный конвейер съёмный и может устанавливаться на любой из двух продольных сторон портала. Длина конвейера – 18 300 мм, ширина его ленты – 1000 мм, а скорость движения – 3 м/с. Конвейер приводится в движение от электродвигателя мощностью 28 кВт. На конвейере установлен плужковый сбрасыватель, который можно устанавливать в любом месте по длине конвейера. Стрела конвейера меняет вылет при помощи полиспаста и лебёдки, приводимой в движение от электродвигателя мощностью 4,5 кВт. Суммарная мощность всех электродвигателей – 100 кВт.

Во избежание высыпания груза на землю при разгрузке платформ вплотную к её бортам подводят выдвижные упоры *5*, расположенные на металлоконструкции портала. Управление рабочими механизмами машины дистанционное и осуществляется из кабины машиниста.

*Технология выгрузки насыпных грузов следующая*. Элеватор устанавливают над грузом рядом с торцовой стенкой разгружаемого вагона. После этого последовательно включают отвальный и поперечный конвейеры, а затем и ковшовый элеватор. Постепенно ковшовый элеватор опускается в вагон, ковши зачерпывают груз и, освобождаясь от него вверху, передают груз на поперечный ленточный конвейер. Затем груз следует на отвальный конвейер и далее в штабель.

После того как ковшовый элеватор опустится в нижнее предельное положение, включают механизм передвижения портала. Перемещаясь вместе с порталом относительно вагона, этот элеватор своими ковшами продолжает черпать груз, осуществляя разгрузку вагона.

*Преимущества технологии*: возможность зачерпывания груза одновременно по всей ширине вагона благодаря значительной ширине ковшей элеватора, поэтому разгрузчик ТР-2 (С-492) отличается высокой производительностью – 1800…2000 кН/ч.

*Недостатки технологии*:

– значительные остатки груза в вагоне – до 35 кН и более, что вынуждает выполнять целый ряд вспомогательных операций;

– не приспособлена для выгрузки груза размером кусков более 80 мм и смёрзшихся в вагоне;

– необходимость установки с противоположной стороны на опорной балке портала противовеса с весом 36 кН при одностороннем навешивании отвального конвейера.

**Практическое занятие 15**

## 10.9. Устройство и принцип работы пневматических установок и машин

В пневматических установках груз перемещается по трубопроводу в результате переноса твердых частиц его обтекающим их воздухом, при насыщении которым массе груза придается текучесть и при этом образуется аэрированная смесь. Движение по трубам аэрированной смеси вызывается разностью давления в начале и конце его благодаря нагнетанию или созданию вакуума в трубопроводе.

Пневматические разгрузчики и установки широко применяются на перегрузочных работах и для перемещения: зерна, цемента, апатитового концентрата, фрезерного торфа, фосфоритной муки, порошковых и мелкокусковых химикатов, мелкого и среднекускового угля и многих других подобных грузов.

По характеру действия пневматические установки разделяют на всасывающие, нагнетательные и смешанные — всасывающе-нагнетательные.

Всасывающие установки с низким вакуумом до 0,01 МПа применяются с использованием вентиляторов, со средним ва-

куумом до 0,03 МПа с применением воздуходувок и высоким вакуумом до 0,09 МПа с применением водокольцевых вакуум-насосов.

Во всасывающей пневматической установке (рис. 10.32, *а*) вакуум-насос *6* создает разряжение во всей системе.

Под действием атмосферного давления воздух через сопло 1 вместе с грузом засасывается в рабочий трубопровод 2 и аэросмесь поступает в осадительную камеру-разгружатель 3. Это устройство также называют отделителем или циклоном, потому что здесь груз выпадает из струи воздуха из-за резкой потери скорости.

Осадительная камера имеет сечение, в десятки раз превышающее сечение трубопровода, и этому способствует также искусственно создаваемое завихрение потока в отделителе, вследствие чего движущиеся частицы груза прижимаются к стенкам отделителя, теряют скорость и, падая, оседают в камере. Воздух, содержащий мелкую пыль, по трубопроводу 4 поступает в фильтр (пылеуловитель) 8, из пылеуловителя чистый воздух по трубопроводу 5 поступает в вакуум-насос 6 и через воздухоотводную трубу 7 выбрасывается в атмосферу.

Из осадительной камеры груз выводится наружу через шлюзовой затвор 9. Максимальная разность давлений во всасывающей установке обычно составляет 0,06—0,07 МПа, поэтому ее применяют для перемещения грузов на короткие расстояния, а если требуется переместить груз на значительное расстояние, то используется конвейер 11.

Пылевидные частицы, осевшие в пылеуловителе, выгружают через шлюзовой затвор 10. Шлюзовые затворы барабанного или шнекового типа, приводимые в движение от самостоятельных электродвигателей, позволяют разгружать камеры от груза и пыли и одновременно предохраняют их от проникновения атмосферного воздуха вовнутрь. Всасывающие установки позволяют забирать груз из нескольких мест одновременно: из вагонов, судов, и разгружать в одном месте.

Нагнетательные пневматические установки низконапорные до 0,2 МПа применяются с высоконапорными вентиляторами: среднего давления до 0,3 МПа с применением воздуходувок и высокого давления 0,6 МПа с применением компрессоров.

В нагнетательной пневматической установке среднего давления (рис 10.32, *б*) сжатый воздух от компрессора через ресивер, масло- и влагоотделитель поступает в смесительную камеру питателя *1*, куда принудительно шнеком подается груз, который, интенсивно перемешиваясь с воздухом, поступает в трубопровод *2* и отделитель *3*, где происходит осаждение груза. Отработавший воздух через фильтр *4* выбрасывается в атмосферу.

В нагнетательных установках высокого давления (рис. 10.32, *в*) сжатый воздух от компрессора через ресивер, маслоотделитель и водоотделитель поступает в так называемый камерный питатель *2*, где смешивается с грузом и по рабочему трубопроводу *5* перемещается в приемные устройства 6, которые служат разгружателями, а воздух через фильтр *7* выводится в атмосферу. Для лучшего смешивания груза с воздухом на дне камерного питателя уложены плиты *1,* через которые поступающий воздух и аэрирует груз. Груз в камерный питатель поступает через специальный клапан *4* колокольного вида, который периодически открывается для подачи груза в резервуар питателя. Уровень груза в питателе определяется датчиком-сигнализатором наполнения *3*.

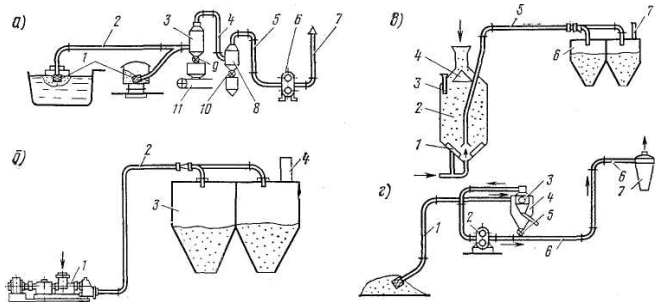



Рис.10.32. Принципиальные схемы пневматических установок:
*а – всасывающая; б и в – нагнетательные;*
*г – смешанная всасывающе-нагнетательная*

Камерные питатели по сравнению с винтовыми имеют меньше быстроизнашиваемых частей.

В установках нагнетательного типа трубопровод может иметь разветвления для подачи груза в разные пункты разгрузки.

Производительность этих установок достигает 150 т/ч, а дальность транспортирования 1,5 км и более.

В тех случаях, когда пневматической установкой необходимо забирать груз одновременно из нескольких точек и перемещать на значительное расстояние, непреодолимое для одной всасывающей установки, применяют смешанные пневматические установки. Схема такой установки показана на рис. 10.32, *г*. Установка состоит из двух ветвей, разделяемых воздушным насосом *2*. Первая ветвь *1* (всасывающая) забирает груз из нескольких точек и подает в общую осадительную камеру *4* с пылеуловителем *3* и шлюзом *5* для передачи груза в нагнетательную ветвь *6*.

Нагнетательная ветвь может заканчиваться открытыми трубопроводами, из которых смесь воздуха с грузом выбрасывается прямо в закрытый склад или подается в свой разгружатель *7*.

Для лучшего перемешивания воздуха с частицами груза при разгрузке подвижного состава и перемещения груза применяются специальные заборные устройства: засасывающие сопла и нагнетательные дисковые питатели, винтовые питатели и камерные.

Засасывающее сопло (рис. 10.33, *а*) состоит из заборной насадки 3, в которую воздух поступает через регулятор *2* и, смешиваясь и грузом, образует при входе в заборную насадку аэросмесь воздуха и груза, которая поступает в рабочий трубопровод. Для выгрузки пылевидных грузов из вагонов применяют передвижные самоходные разгрузчики с дисковыми питателями всасывающего, нагнетательного и всасывающе-нагнетательного типов.

При разгрузке из крытых вагонов цемента, порошкообразной извести и тому подобных грузов всасывающий дисковый разгрузчик (рис. 10.33, *б, в*) вводится самоходом в вагон и зубчатым рушителем *2*, расположенным в передней части питателя, разрыхляет массу груза, обрушивая ее на подгребающие диски *1*, приводимые во вращение от электродвигателя *3*. Груз подается дисками к всасывающей воронке (соплу) 4. Благодаря разрежению, создаваемому вакуум-насосом, груз засасывается через сопло и транспортируется через поворотный патрубок *5* по тру-

бопроводу в осадительную камеру. Питатель — передвижной, имеет два приводных колеса с самостоятельными электродвигателями *6*.

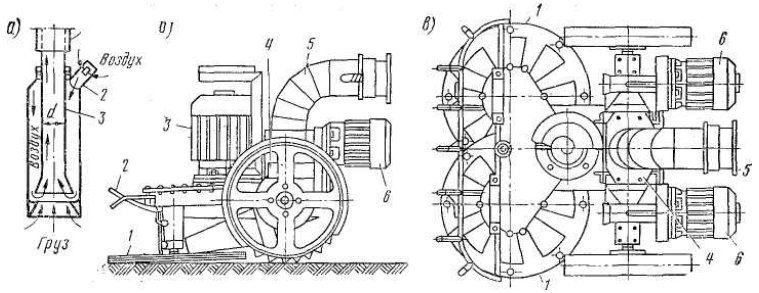



Рис. 10.33. Пневматические заборные устройства:
*а – сопло; б и в – дисковый всасывающий питатель*

Пневматические питатели-разгрузчики всасывающего действия типов ТА-17 (С-1039) и ТА-18 (С-1040) имеют производительность соответственно 50 и 90 т/ч и могут перемещать грузы в горизонтальном направлении на расстояние 12 м. Диаметр их трубопровода 150 мм, мощность электродвигателей 45 и 83,6 кВт, масса 3,7 и 5,025 т. Они имеют вакуум-насосы РМКЗ или ВВН-12 и водокольцевой РМК-4. Следует отметить, что наличие водокольцевого вакуум-насоса в зимний период вызывает необходимость утеплять подводящую и сливную водосточные трубы.

В нагнетательных дисковых питателях для подачи груза с вращающихся дисков в смесительную камеру применяются винтовые устройства, особенность которых состоит в том, что они имеют переменный постепенно уменьшающийся шаг. Это делается для того, чтобы груз, двигаясь вдоль винта, уплотнялся и не пропускал сжатый воздух через смесительную камеру в винтовое устройство. Сжатый воздух поступает в смесительную камеру через специальные форсунки и, двигаясь с большой скоростью, распыляет груз, в результате в смесительной камере образуется аэрированная смесь, которая перемещается по трубопроводу к месту, выгрузки.

Питатели-разгрузчики всасывающе-нагнетательного типа имеют дополнительно — осадительную камеру в сборе со сме-

сительной. Питатели-разгрузчики типов ТА-26 и ТА-27 имеют производительность соответственно 20 и 50 т/ч. Они могут перемещать груз на расстояние 40 и 50 м, в т. ч. по вертикали на 25 и 35 м, расходуя 4 и 8 $м^3$/мин воздуха, мощность их электродвигателей (без компрессора) 31,8 и 56,8 кВт, диаметр рабочих трубопроводов 100 и 150 мм, а для сжатого воздуха – 50 мм.

Разгрузчики ТА-32 и РПМ-2А имеют производительность 50 и 60 т/ч и могут перемещать груз на 50 и 100 м, в том числе по вертикали до 30 м.

На рис. 10.34, *а* показана схема работы пневматической установки всасывающе-нагнетательного действия. Дисковый питатель *1* подгребает груз к соплу и вследствие разряжения в рабочем трубопроводе *2* груз вместе с воздухом засасывается в рабочий трубопровод и аэросмесь направляется в осадительную камеру *3*, где груз оседает, а очищенный воздух через фильтры *4* поступает в воздухопровод *5* и в вакуум-насос *6*. Груз, поступающий из камеры, винтовым питателем *8* подается в смесительную камеру *7* и затем в подъемный трубопровод пневмоподъемника.

Пневматические стационарные винтовые питатели (рис. 10.34, *б*) применяются для подачи груза и его смешения в нагнетательных установках-пневмоподъемниках (эрлифтах) (рис. 10.34, *в*).

Пневматический стационарный винтовой питатель (см. рис. 10.34,*б*) состоит из электродвигателя *1*, приемной камеры для груза *2*, напорного быстроходного винта (шнека) *3* с приводом от электродвигателя, броневой гильзы *4*, смесительной камеры *7* с устроенным обратным клапаном *5* и коллектора для подвода сжатого воздуха *6*. Смесительная камера соединяется с рабочим трубопроводом.

Из приемной камеры груз подается быстровращающимся напорным шнеком в смесительную камеру, куда поступает через форсунки сжатый воздух. В смесительной камере материал разрыхляется и транспортируется в потоке сжатого воздуха по трубопроводу к месту назначения.

Винтовые пневмонасосы, выпускаемые промышленностью и работающие как самостоятельные установки, имеют производительность от 36 до 100 т/ч, дальность подачи груза от 200 до

400 м, в том числе на высоту 30 м. Необходимая мощность электродвигателя от 30 до 132 кВт, масса — от 0,93 до 3,03 т.

При использовании на выгрузке из вагонов всасывающих дисковых пневмопитателей (разгрузчиков) для перемещения на высоту до 30 м применяются пневмоподъемники (эрлифты) (рис. 10.34, *в*).

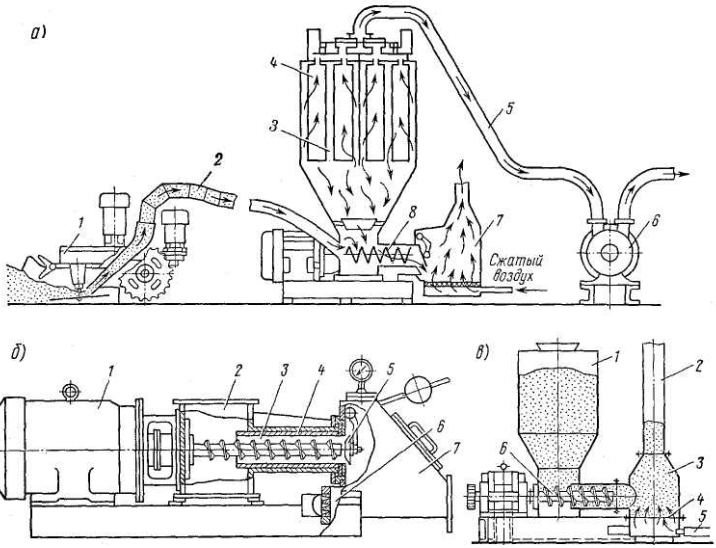



Рис. 10.34. Пневмоустановки:
*а – схема работы всасывающе-нагнетателыюй установки; б – стационарный винтовой насос; в – пневмоподъемник (эрлифт)*

Груз из резервуара *1* через загрузочную камеру поступает на винтовой питатель *6* с переменным шагом и подается в смесительную камеру 3 на пористое дно *4*. В камере материал подвергается аэрированию (насыщению) воздухом, подаваемым под давлением 120 кПа$^2$ через пористое дно *4* по трубопроводу *5,* и аэросмесь сплошным потоком перемещается по вертикальному трубопроводу *2* к месту разгрузки.

Для поддержания и регулирования режимов работы пневматических установок применяют аппаратуру, осуществляющую контроль за давлением воздуха в трубопроводах, скоростью движения аэрированной массы и воздуха, производительностью установки, работой питателей, затворов и уровня груза в приемных устройствах и т. д.

Предусматривается дистанционное централизованное управление агрегатами пневматической установки. Применяется автоматическая блокировка переключателей, затворов и питателей. При изменении в рабочем трубопроводе количества груза применяется автоматическое устройство для регулирования количества, поступающего в трубопровод воздуха. При уменьшении нагрузки в трубопроводе, а, следовательно, при увеличении давления в трубопроводе автоматически поток воздуха уменьшается. В обратном случае при увеличении нагрузки поток воздуха возрастает. Таким образом достигается автоматическое регулирование количества воздуха в трубопроводе в зависимости от количества транспортируемого груза.

Достоинствами пневматических перегрузочных и транспортных установок является их высокая производительность, комплексная механизация и автоматизация перегрузочных и транспортных операций, герметичность и компактность трассы перемещения грузов, что исключает загрязнение среды и потери ценных грузов, улучшает санитарно-гигиенические условия труда.

К недостаткам следует отнести высокий удельный расход энергии и интенсивный износ трубопроводов и других частей установки, соприкасающихся с перемещением груза, ограниченность крупности кусков груза до 80 мм, прилипание влажных грузов к стенкам трубопровода и других частей установки. При перемещении порошкообразных и особенно тонкодисперсных материалов с частицами меньше 5–10 мк усложняется отделение в конечном пункте этих частиц от выпускаемого из трубопровода воздуха.

## 11. ПРИМЕР РАССЧЁТА ПОТРЕБНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ КОНТЕЙНЕРНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

### 11.1. Исходные данные

Из двух вариантов механизированной переработки крупнотоннажных контейнеров на грузосортировочных площадках при *Qгрп* < *Qгрот* выбрать вариант с наилучшими технико-экономическими показателями:

1-ый вариант - козловой кран КК - 32

2-ой вариант - мостовой кран с пролетом *L*pr = 25,5 м

Козловой кран КК-32 имеет следующие технические характеристики:

грузоподъемность на захвате, тс_____32 (на сменном)
пролет, м_____25
вылет консоли, м_____5
скорость подъема груза, м/с_____0,20
скорость передвижения грузовой тележки, м/с__0,80
скорость передвижения крана, м/с_____1,0
суммарная установленная мощность кВт_____219
оптовая цена, тенге_____43000

Мостовой кран имеет следующие технические характеристики:

грузоподъемность на захвате, тс_____30
пролет,м_____25,5
сокрость подъема груза, м/с_____0,25
скорость передвижения грузовой тележки, м/с__0,67
скорость передвижения крана, м/с_____2,0
суммарная установленная мощность, кВт_____150
оптовая цена, тенге_____16300

Qгрпр := 41330 - годовой объем грузопотока по прибытии, тс

Qгрот := 41820 - годовой объем грузопотока по отправлении, тс

Qгрс := 13600 - годовой объем грузопотока по сортировке транзитных грузов, тс

Кпп := 0.18 - коэффициент прямого варианта по прибытии

Кпо := 0.22 - коэффициент прямого варианта по отправлении

Кс := 0.25 - коэффициент прямого варианта по сортировке транзитных грузов

tпуб := 0.25 - время на подачу-уборку вагонов маневровым локомотивом, ч/под.

Исходные данные, выбираемые в зависимости от рода груза:

Кнер := 1.06 - коэффициент неравномерности поступления груза на склад (1.05 < Кн < 1.08)

Рст20т := 15 - средняя статическая нагрузка на один контейнер с массой брутто 20 тс, тс/физ.конт.

Рст30т := 24 - средняя статическая нагрузка на один контейнер с массой брутто 30 тс, тс/физ.конт.

u := 2 - количество контейнеров в вагоне, физ.конт./ваг.

Кдопоп := 1.14 - коэффициент, учитывающий дополнительные операции, выполняемые на складе

Кпор := Кпп - коэффициент прямого варианта для порожних контейнеров из условия Qгрпр < Qгрот

tхрпр := 2 - нормативное время хранения хранения универсального контейнера по прибытии, сут

tхрот := 1 - нормативное время хранения хранения универсального контейнера по отправлении, сут

tхрс := 4 - нормативное время хранения хранения универсального контейнера под сортировкой (1< tхрс < 5), сут

tхрр := 2.5 - время хранения неисправных контейнеров до отправления в ремонт(2 < tхрр < 2.5), сут

tхрпор := tхрпр - нормативное время хранения прибывающих порожних контейнеров, сут, поскольку Qгрпр < Qгрот

Fк20 := 14.77 - площадь занимаемая одним контейнером с весом брутто 20 тс, м^2

Fк30 := 29.57 - площадь занимаемая одним контейнером с весом брутто 30 тс, м^2

Кдоппр := 1.9 - коэффициент, учитывающий дополнительную площадь для проходов и проездов

а20т := 0.42
а30т := 0.58 - доля универсальных контейнеров с массой брутто соответственно 20 тс и 30 тс в общем парке

tзас := 10 - застропка груза, с

tотс := 10 - отстропка груза, с

H := 4.3 - средняя высота подъема груза, м

v1 := 0.2 - скорость груза при подъеме козловым краном, тс/с

v2 := 0.25 - скорость груза при подъеме мостовым краном, тс/с

tрз := 1.5 - время на разгон и замедление механизма подъема, с

Lпр1 := 25 - пролет козлового крана КК-32, м

Lвыл1 := 5 - вылет консоли, м

Lпр2 := 25.5 - пролет мостового крана, м

vтел1 := 0.8 - скорость передвижения тележки козлового крана, м/с

vтел2 := 0.67 - скорость передвижения тележки мостового крана, м/с

g := 9.81 - ускорения свободного падение, м/с^2

nсм := 2 - количество смен в сутки, см/сут

tсм := 12 - продолжительность смены, ч/см

tтехпер := 1.5 - технологический перерыв, ч/см

tрзтел := 2.5 - время на разгон и замедление механизма передвижения тележки, с

Lкк1 := 20 - перемещение козлового крана, м

Lмк2 := 20 - перемещение мостового крана, м

vкк1 := 1.0 - скорость передвижения козлового крана, м/с

vмк2 := 2.0 - скорость передвижения мостового крана, м/с

tрзмпер := 3.5 - время на разгон и замедление механизма передвижения крана, с

Vмост := 0.33 - скорость груза при подъеме мостовым краном, м/с

tрзмп := 1.5 - время на разгон и замедление механизма подъема, с

Lмкр := 16 - пролет мостового крана, м

Vтелмк := 0.33 - скорость передвижения тележки мостового крана, м/с

tрзт := 2.5 - время на разгон и замедление механизма передвижения тележки, с

Lпмкр := 15 - перемещение мостового крана, м

Vпермк := 0.67 - скорость передвижения мостового крана, м/с

tрзмк := 3.5 - время на разгон и замедление механизма передвижения крана, с

Kсов := 0.8 - коэффициент совмещения операции цикла

Kиспвр := 0.75 - коэффициент использования ПРМ по времени

Kиспгр := 1 - коэффициент использования ПРМ по грузоподъемности

Lв := 19.62 - длина специализированной платформы (модели 13-9004) по осям автосцепки, м

Bв := 2.87 - ширина ( габарит ) 4-хосного вагона (платформы модели 13-9004), м

x := 1.25 - габарит для обеспечения безопасности работы, м

tподзак := 0.25 - время на выполнение подготовительно - заключительных операции с вагонами одной подачи (0.25), ч./под.

Qавт := 1 - норма загрузки автомобиля конкретным грузом (контейнером с массой брутто 24 т), физ.конт./авт.

nавт := 1 - количество подаваемого под погрузку (выгрузку ) автомобиля, под.

**11.2. Расчет суточных грузопотоков, контейнеропотоков и вагонопотоков, перерабатываемых на контейнерной площадке**

*11.2.1. Расчет годового объема грузопереработки* - Qгод, тс/год

Qгод := Qгрпр + Qгрот + Qгрс  Qгод = $9.675 \times 10^4$

*11.2.2. Расчет суточных грузопотоков* - Qсут, т/сут

по прибытии -

$$Qсутпр := \frac{Qгрпр \cdot Кнер}{365} \quad Qсутпр = 120.027 \quad Qгрпр = 4.133 \times 10^4$$

по отправлении -

$$Qсутот := \frac{Qгрот \cdot Кнер}{365} \quad Qсутот = 121.45 \quad Qгрот = 4.182 \times 10^4$$

под сортировкой транзитных грузов -

$$Qсутс := \frac{Qгрс \cdot Кнер}{365} \quad Qсутс = 39.496 \quad Qгрс = 1.36 \times 10^4$$

*11.2.3. Расчет суточных контейнеропотоков* - Uсут, физ.конт./сут

Рстк := а20т·Рст20т + а30т·Рст30т  Рстк = 20.22

по прибытии -

$$Uсутпр := \frac{Qсутпр}{Рстк} \quad Uсутпр = 5.936$$

по отправлении -

$$Uсутот := \frac{Qсутот}{Рстк} \quad Uсутот = 6.006$$

под сортировкой транзитных грузов -

$$Ucytc := \frac{Qcytc}{Pctk} \qquad Ucytc = 1.953$$

Общее количество суточных контейнеропотоков:

$Ucyt := Ucytpr + Ucytot + Ucytc \qquad Ucyt = 13.896$

Округлим полученные значения до целого

$Ucytpr := 6 \qquad Ucytot := 6 \qquad Ucytc := 2$

$Ucyt := Ucytpr + Ucytot + Ucytc \qquad Ucyt = 14$

11.2.3.1. Расчет количества суточных порожних контейнеров - Uпор, физ.конт./сут

$Upornpr := Ucytot - Ucytpr$ поскольку $Ucytpr < Ucytot$

$Upornpr = 0 \qquad Upor := Upornpr$

11.2.3.2. Годовое количество контейнеропотока - Uгод, физ.конт./год

$Ugod := Ucyt \cdot 365 \qquad Ugod = 5110$

*11.2.4. Расчет суточных вагонопотоков для контейнеров* - nсут, ваг./сут по прибытии и отправлении с учетом порожних

$$ncytpr := \frac{Ucytpr + Upor}{u} \qquad ncytpr = 3 \qquad ncytpr := 3$$

$ncytot := ncytpr \qquad ncytpr = 3$

под сортировкой транзитных грузов

$$ncytc := \frac{Ucytc}{u} \qquad ncytc = 1 \qquad ncytc := 1$$

Общее количество суточных вагонопотоков для контейнеров

$ncyt := ncytpr + ncytc \qquad ncyt = 4$

*11.2.5. Количество подач вагонов маневровым локомотивом на грузовой пункт в сутки* - m, под/сут:

$m := 1$ поскольку $ncyt < 5$

*11.2.6. Расчет количество контейнеров и вагонов в подаче*

11.2.6.1. Количество контейнеров в подаче - Uпод, физ.конт./под.

по прибытии с учетом порожних и отправлении

$$Upodot := \frac{Ucytot + Upor}{m} \qquad Upodot = 6 \qquad Ucytot = 6$$

Uподот := 6 Uподпр := Uподот

под сортировкой транзитных грузов

$$Uподс := \frac{Uсутс}{m} \qquad Uподс = 2 \qquad Uподс := 2$$

Общее количество контейнеров в подаче

Uпод := Uподпр + Uподот + Uсутс Uпод = 14

11.2.6.2. Количество вагонов в подаче - nпод., ваг./под по отправлении и прибытии с учетом порожних

$$nподот := \frac{nсутот}{m} \quad nподот = 3 \quad nподот := 3 \quad nподпр := nподот$$

под сортировкой транзитных грузов

$$nподс := \frac{nсутс}{m} \qquad nподс = 1 \qquad nподс := 1$$

**11.3 Расчет суточных и годовых объемов работы ПРМ на грузовом пункте при переработке универсальных крупнотоннажных контейнеров с учетом прямого варианта**

Коэффициент сгущения подач вагонов с учетом неравномерности работы

a := 2 при nсут < 10 ваг./сут

*11.3.1. Суточный объем грузопереработки* - Uсутгр, физ.конт./сут

$$Uсутгр := \begin{bmatrix} Uсутпр\cdot(2 - Kпп) + Uсутот\cdot(2 - Kпо) \ \ldots \\ + Uсутс\cdot(2 - Kс) + Uпор\cdot(2 - Kпор) \end{bmatrix} \cdot Kдоппр$$

Uсутгр = 47.69 физ.конт./сут.

*11.3.2. Годовой объем грузопереработки* - Uгод в физ.конт./год:

Uгод := Uсутгр·365 $Uгод = 1.741 \times 10^4$

**11.4. Выбор типа склада и расчет потребной площади**

*11.4.1. Выбираем склад открытого хранения с козловым краном*

Схема склада (поперечный разрез) приведена на рис.11.1.

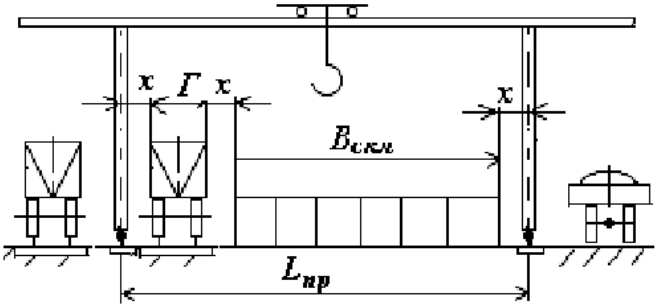



Рис.11.1. Схема склада (поперечный разрез)

*11.4.2. Выбираем склад открытого хранения с мостовым краном с пролетом* Lpr = 25.5 м

Схема склада (поперечный разрез) приведена на рис.11.2.

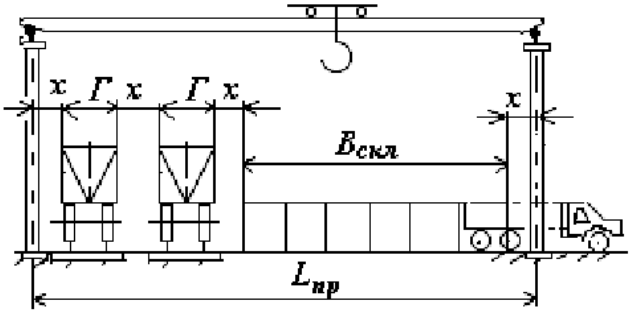



Рис.11.2. Схема склада (поперечный разрез)

**11.5. Расчет площади склада методом элементарных площадок**

Элементарная площадка, м^2:

Fk := a20т·Fк20 + a30т·Fк30 Fk = 23.354

Вместимость контейнерой площадки - Ек, контейнеро - мест

Ek1 := Uсутпр·tхрпр·(1 – Кпп) Ek2 := Uсутот·tхрот·(1 – Кпо)

Ek3 := Uсутс·tхрс·(1 – Кс) Ek4 := Uпор·tхрпор·(1 – Кпор)

Ek5 := 0.03·tхрр·(Uсутпр + Uсутот + Uсутс)

Ек := a·(Ek1 + Ek2 + Ek3 + Ek4 + Ek5)  Ек = 43.14

Площадь склада - Fскл, м^2

Fскл := Ек·Fk·Кдопоп  $Fскл = 1.149 \times 10^3$

**11.6. Определение линейных размеров склада и длины грузосортировочных фронтов**

*11.6.1. Определение линейных размеров склада открытого хранения для выполнения грузосортировочных операции* ( П, В, С).

Ширина склада - Вскл, м

для козлового крана  для мостового крана

Вскл1 := Lпр1 – Вв – 3·х  Вскл2 := Lмкр – Вв – 3·х

Вскл1 = 18.38  Вскл2 = 9.38

Длина склада - Lскл, м

$Lскл1 := \frac{Fскл}{Вскл1}$  $Lскл2 := \frac{Fскл}{Вскл2}$

Lскл1 = 62.489  Lскл2 = 122.446

*11.6.2. Длина грузового фронта грузосортировочной платформы* - Lпвс, м

Длина фронта погрузки:

Lфрп := nподпр·Lв  Lв = 19.62  Lфрп = 58.86  м

Длина фронта выгрузки:

Lфрот := nподот·Lв  Lв = 19.62  Lфрот = 58.86  м

Длина фронта транзитных грузов, подлежащих сортировке

Lфрс := nподс·Lв  Lфрс = 19.62  м

Поскольку Lфрп = Lфрот, то общая длина грузового фронта:

Lфр := Lфрот + Lфрс  Lфр = 78.48

Для выбранной схемы склада открытого хранения

число железнодорожных путей:

с козловым краном  с мостовым краном

nпут1 := 2  nпут2 := 1

поэтому расчетная длина фронта, м

$\frac{Lфр}{nпут1} = 39.24$ Lскл1 = 62.489 $\frac{Lфр}{nпут2} = 78.48$ Lскл2 = 122.446

Условия $Lскл1 > \frac{Lфр}{nпут1}$ и $Lскл2 > \frac{Lфр}{nпут2}$ выполняются.

### 11.7. Выбор грузозахватных устройств

*11.7.1. Выбор наиболее эффективной схемы транспортно-грузовой системы*

Под комплексной схемой транспортно-грузовой системы и складских операций понимается комплекс машин, устройств и складского оборудования, обеспечивающих переработку заданного объема грузов с наименьшим числом операций и минимальными затратами.

Наиболее эффективная для заданного объема работы грузового пункта схема транспортно-грузовой системы выбирается на основе типовых схем с учетом того, что:

грузоподъемность ПРМ, в частности, козлового крана, выбирается в зависимости от массы порции груза и массы грузозахватного приспособления;

операции по застропке и отстропке грузов должны быть с минимальными затратами ручного труда и с применением автоматических (полуавтоматических) грузозахватов.

Автоматизация процессов застропки и отстропки контейнеров представляет собой важный элемент комплексной механизации и автоматизации технологических прцессов грузопереработки, позволяющий повысить производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах в 2...3 раза.

*11.7.2. Выбор грузозахватных устройств*

От правильного выбора грузозахватного приспособления зависит производительность ПРМ, а следовательно, простой вагонов под грузовыми операциями. Грузозахватное приспособление выбираем из литературных источников.

Конкретно для захвата крупнотоннажных контейнеров с массой брутто 10 тс и 24 тс выбираем спредер раздвижной конструкции с несущей рамой и захватными кулачками, взаимодействующих с угловыми фитингами контейнера (рис.11.3). Захватные элементы представляют собой стержень с кулачком на конце, установленный на раме в специальном корпусе с возможностью поворота вокруг вертикальной оси.

Спредеры оснащаются направляющими приспособлениями, обеспечивающими надежное и быстрое введение поворотных цапф в угловые фитинги, а также захват контейнеров, стоящих вплотную друг к другу.

Эскиз приводного спредера приведина на рис.11.3.

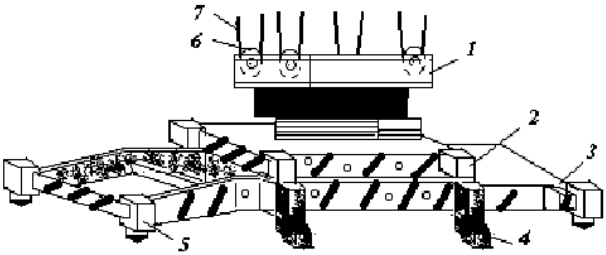



Рис. 11.3. Спредер раздвижной конструкции:
*1 - блоковая рама с механизмами вращения; 2 и 3 - нижний промежуточный захваты; 4 - центрирующие лапы; 5 - угловые коробки, связывающие продольные с торцовыми балками; 6 - четыре блока; 7- ветви пространственного полиспаста механизма подъёма груза*

Соединение и разъединение с контейнером возможно только при точной посадке и плотном прилегании спредера.

Перед поднятием контейнера стопорное приспособление должно быть автоматически заблокировано. Положение захватных органов показывает индикатор в кабине машиниста. Системы блокировки и сигнализации обеспечивает подачу в кабину крановщика световых сигналов об установке спредера на контейнере и нахождении всех кулачков в одном из крайних положений, а также звукового сигнала с крана о начале подъема контейнера. Подъем контейнера до установки рамы спредера и всех кулачков в соответствующее положение невозможен также, как и самопроизвольный поворот кулачков при подъеме и переносе контейнера краном.

Технические характеристики спредера:

типы перегружаемых контейнеров 1С, 1СС, 1А, АА

угол поворота устройства в плане:
от основного положения, град. 60...240

время закрепления, с. 10

установленная мощность электродвигателей, кВт:

механизма поворота 2.2

механизма перемещения штырей 2*0.75

механизма перемещения штырей дополнительной рамыгрузоподъемностью 32 тс 2*0.75

вес, кг, спредера с грузоподъемностью:
20 тс 4850

32 тс 9900

### 11.8. Расчет технической и эксплуатационной прозводительности ПРМ

*11.8.1. Масса порции груза, перерабатываемого за один цикл* - Qгр, физ. конт

$Qгр := 1$ $\quad Qгр = 1$

*11.8.2. Расчет длительности рабочего цикла* - Тр, с

Длительность рабочего цикла:

козлового крана мостового крана

продолжительность подъема груза, с.

$t11 := \frac{H}{v1} + tpз$ $\quad t12 := \frac{H}{v2} + tpз$

$t11 = 23$ $\quad t12 = 18.7$

перемещение тележки, м

$Lт1 := \frac{Lпр1}{2} + Lвыл1$ $\quad Lт2 := \frac{Lпр2}{2}$

$Lт1 = 17.5$ $\quad Lт2 = 12.75$

передвижение тележки с грузом, м

$t21 := \frac{Lт1}{vтел1} + tpзтел$ $\quad t22 := \frac{Lт2}{vтел2} + tpзтел$

$t21 = 24.375$ $\quad t22 = 21.53$

передвижение крана с грузом, м

$t31 := \frac{Lкк1}{vкк1} + tpзмпер$ $\quad t32 := \frac{Lмк2}{vмк2} + tpзмпер$

$t31 = 23.5$ $\quad t32 = 13.5$

Длительность рабочего цикла - Тсов, с, с совмещением операций цикла:

$$Tсов2 := tзас + tотс + (4 \cdot t12 + 2 \cdot t22 + 2 \cdot t32)$$

$$Tсов2 = 164.86$$

Длительность рабочего цикла - Тр, с, с совмещением операций цикла при заданном значении Ксов:

для козлового крана для мостового крана

$Tp1 := tзас + tотс + (4 \cdot t11 + 2 \cdot t21 + 2 \cdot t31) \cdot Kсов$

$Tp1 = 170.2$

$Tp2 := tзас + tотс + (4 \cdot t12 + 2 \cdot t22 + 2 \cdot t32) \cdot Ксов$

$Tp2 = 135.888$

По данным Тр можно построить графики рабочих циклов с совмещением операций.

*11.8.3. Расчет технической производительности ПРМ* - Ртех, физ.конт./ч

$$Ртех1 := \frac{3600 \cdot Qгр}{Tp1} \qquad Ртех2 := \frac{3600 \cdot Qгр}{Tp2}$$

$Ртех1 = 21.152$ $Ртех2 = 26.492$

11.8.4. Расчет эксплуатационной производительности ПРМ - Рэкс, физ.конт./ч.

$Рэкс1 := Ртех1 \cdot Киспвр \cdot Киспгр$ $Рэкс2 := Ртех2 \cdot Киспвр \cdot Киспгр$

$Рэкс1 = 15.864$ $Рэкс2 = 19.869$

**11.9. Расчет потребного (минимального) количества ПРМ - М, шт.**

$tp := tсм - tтехпер$ - время работы ПРМ в течение смены с учетом технологических перерывов, ч/см.

$tp = 10.5$

$tпер := 0.7 \cdot tпуб$ $tпер = 0.175$

$Тсут := nсм \cdot tp - m \cdot tпер$ - время работы ПРМ в течение суток с учетом времени на перестановку вагонов, ч/сут

$Тсут = 20.825$

$$M1 := \frac{Uсутгр}{Рэкс1 \cdot Тсут} \quad M1 = 0.144 \qquad M2 := \frac{Uсутгр}{Рэкс2 \cdot Тсут} \quad M2 = 0.115$$

Примем $M1 := 1$ Примем $M2 := 1$

**11.10. Расчет времени простоя вагонов и автомобилей под грузовыми операциями**

*11.10.1. Расчет времени простоя вагонов под грузовыми операциями*

Простой вагонов по прибытии - tгрпр, ч/под.

$$tгрпр1 := \frac{Uподпр}{M1 \cdot Рэкс1} + tподзак \qquad tгрпр2 := \frac{Uподпр}{M2 \cdot Рэкс2} + tподзак$$

$trпр1 = 0.628$ $trпр2 = 0.552$

Простой вагонов по отправлении - trот, ч/под.

$$trот1 := \frac{Uподот}{M1 \cdot Рэкс1} + tподзак \qquad trот2 := \frac{Uподот}{M2 \cdot Рэкс2} + tподзак$$

$trот1 = 0.628$ $trот2 = 0.552$

Простой вагонов под сортировкой транзитных грузов - trс, ч/под.

$$trс1 := \frac{Uподс}{M1 \cdot Рэкс1} + tподзак \qquad trс2 := \frac{Uподс}{M2 \cdot Рэкс2} + tподзак$$

$trс1 = 0.376$ $trс2 = 0.351$

Простой вагонов под грузовыми операциями

$trp1 := trпр1 + trот1 + trс1$ $trp2 := trпр2 + trот2 + trс2$

$trp1 = 1.633$ $trp2 = 1.455$

*11.10.2. Расчет времени простоя одного автомобиля под погрузку* - ta, ч/под.

$$ta1 := \frac{Qавт}{nавт \cdot Рэкс1} \qquad ta2 := \frac{Qавт}{nавт \cdot Рэкс2}$$

$ta1 = 0.063$ $ta2 = 0.05$

**11.11. Расчет технико-экономических показателей эффективности механизации грузосортировочных работ по двум вариантам и выбор рационального варианта**

Основными технико-экономическими показателями механизации погрузочно-разгрузочных работ являются:

- единовременные затраты ( инвестиции или капитальные вложения ) - К на строительство складов и оснащение их современными средствами механизации и автоматизации;
- годовые текущие расходы - S на заработную плату механизаторов, амортизационные отчисления, текущие и капитальные ремонты и др.;
- приведенные расходы - Епр;
- срок окупаемости инвестиций - Ток;
- себестоимость механизированной переработки единицы груза - С;
- производительность труда ( норма выработки ) на погрузочно- разгрузочных работах - Нвыр;
- простой вагонов под грузовыми операциями - trp.

Рациональный вариант выбирается либо по минимуму приведенных расходов, когда Епр1 < Епр2, K1 < K2 и S1 < S2, либо по сроку окупаемости инвестиций - Ток, когда K1 > K2 и S1 < S2.

*11.11.1. Расчет единовременных затрат ( инвестиций ) в средства механизации и строительство нового грузового пункта*

11.11.1.1. Расчет инвестиции в средства механизации

Исходные данные

Ктрм := 1.15 - коэффициент, учитывающий расходы на транспортировку и монтаж ПРМ;

Соп1 := 43000 - оптовая цена козлового крана, тенге;

Соп2 := 16300 - оптовая цена мостового крана, тенге;

Кинд := 56 - коэффициент, учитывающий индексацию оптовой цены ПРМ

Стоимость ПРМ - Км, тыс. тенге:

Км1 := Ктрм·Соп1·Кинд

$Км1 = 2.769 \times 10^6$

Км2 := Ктрм·Соп2·Кинд

$Км2 = 1.05 \times 10^6$

Инвестиция в средства механизации - Ксм, тенге:

Ксм1 := М1·Км1

$Ксм1 = 2.769 \times 10^6$

Ксм2 := М2·Км2

$Ксм2 = 1.05 \times 10^6$

11.11.1.2. Расчет инвестиции в строительные сооружения нового грузового пункта

На территории грузового пункта размещают следующие строительные сооружения (рис.11.4):

- склады;
- подкрановые пути;
- железнодорожные пути (погрузочно-выгрузочные и выставочные пути, соединительный путь, весовой путь, стрелочные переводы);
- автомобильные подъезды и проезды;
- осветительная сеть и линия электропередачи для ПРМ с электродвигателями;
- склад с запасом горючего для ПРМ, работающих на жидком топливе (краны стреловые на ж.-д. ходу, автопогрузчики);
- средства связи;

- водопровод и канализация;

- ограждение с контрольно-пропускным пунктом;

- служебные здания и сооружения.

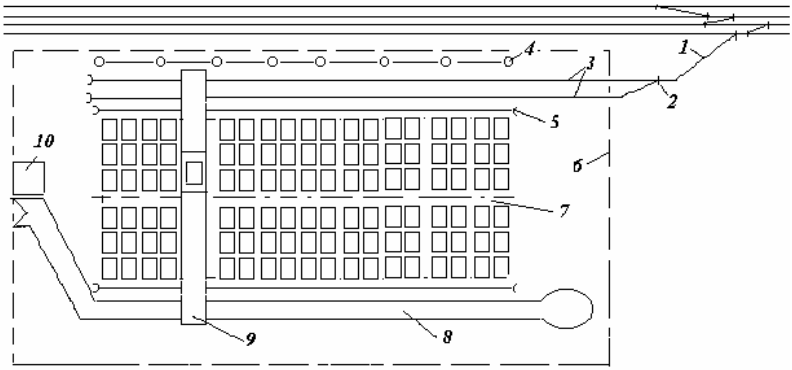



Рис. 11.4. Схема нового грузового пункта:
*1 - подъездной путь, 2-стрелочный путь, 3 - погрузочно-разгрузочные пути, 4 - подвод электроэнергии (ЛЭП), 5 - подкрановый путь, 6 - ограждение, 7 - склад (контейнерная площадка), 8 - автопроезды, 9 - кран козловой КК-20, 10 - контрольно-пропускной пункт (КПП)*

В необходимых случаях предусматривают строительство зарядных станций для погрузчиков с аккумуляторными батареями , вагонные и автомобильные весы.

Перечень основных строительных сооружений устанавливается на основе типовых схем грузовых пунктов для заданных объемов и родовгрузов.

При расчете предполагаем, что инвестиций на подводку средств связи и водопроводно- канализационные сети, а также на служебные здания и сооружения в сравниваемых вариантах одинаковы. Исходя из этого, в расчете их не будем учитывать.

Исходные данные для расчета

Сскл := 150 - стоимость строительства 1м^2 площади склада, тенге/м^2

nждп1 := 2 - число железнодорожных путей

nждп2 := 2

Lждп1 := Lскл1 - длина одной железнодорожной пути, м

Lждп2 := Lскл2

Lдпп := 150 - длина подъездного пути, м

Сждп := 410 - стоимость строительства 1м железнодорожной пути, тенге/м

nстрп1 := 2 - количество стрелочных переводов, шт.

nстрп2 := 2

Сстрп := 2600 - стоимость одного стрелочного перевода, тенге/шт.

nпп1 := 0 - количество подкрановых путей, шт.

nпп2 := M2

Сподп1 := 170 - стоимость одного метра подкранового пути, тенге/м

Сподп2 := 1070

Lподп1 := Lскл1 - длина одной подкрановой пути, м

Lподп2 := Lскл2

Lавт1 := Lскл1 - длина автомобильной дороги и автоподъезда, м

Lавт2 := Lскл2

Lавтд := 50 - длина автомобильной дороги для разворота и следования до КПП, м

Lрпр := 150 - расстояние от грузового пункта до места примыкания к существующей автомобильной дороге, м

Вавтпр := 10 - ширина автоподъездов, м

Savтпр := 150 - стоимость 1м^2 автомобильной дороги и автоподъезда, тенге/м^2

np1 := M1

np2 := M2 - количество расстановки ПРМ, шт.

Lлэп1 := Lскл1

Lлэп2 := Lскл2 - длина линии электропередачи, м

Lртр := 100 - расстояние от грузового пункта до трансформаторной подстанций, м

Слэп := 85 - стоимость подводки 1м ЛЭП, тенге/м

Logр := 150 - длина ограждения, м

Вогр := 20 - ширина ограждения, м

Согр := 20 - стоимость 1м ограждения, тенге/м

Снавпл := 65 - стоимость 1м^2 открытой навалочной площадки, тенге/м^2

Киндцен := 2 - коэффициент, учитывающий индексацию цен

Ивестиция в строительство склада - Кскл, тенге

Кскл := Сскл·Fскл·Киндцен Кскл = $3.446 \times 10^5$

Ивестиция в строительство ж.-д. путей - Кждп, тенге

Кждп1 := (Lждп1 + Lдпп)·Сждп·Киндцен Кждп1 = $1.742 \times 10^5$

Кждп2 := (Lждп2 + Lдпп)·Сждп·Киндцен

Кждп2 = $2.234 \times 10^5$

Ивестиция на стрелочные переводы - Кстрп, тенге

Кстрп1 := Ктрм·nстрп1·Сстрп·Киндцен

Кстрп1 = $1.196 \times 10^4$ Кстрп2 := Ктрм·nстрп2·Сстрп·Киндцен

Кстрп2 = $1.196 \times 10^4$

Ивестиция на строительство подкрановых путей (или ж.б. эстакады ) - Кподкр, тенге

Кпп1 := nпп1·Сподп1·Lподп1·Киндцен

Кпп1 = 0 Кпп2 := nпп2·Сподп2·Lподп2·Киндцен

Кпп2 = $2.62 \times 10^5$

Ивестиция на строительство автоподъездов - Кавтп, тенге

Кавт1 := (Lавт1 + Lавтд + Lрпр)·Вавтпр·Savтпр·Киндцен

Кавт1 = $7.875 \times 10^5$

Кавт2 := (Lавт2 + Lавтд + Lрпр)·Вавтпр·Savтпр·Киндцен

Кавт2 = $9.673 \times 10^5$

Ивестиция на подводку осветительной сети и ЛЭП - Клэп, тенге

Клэп1 := np1·(Lлэп1 + Lртр)·Слэп·Киндцен

Клэп1 = $2.762 \times 10^4$ Клэп2 := np2·(Lлэп2 + Lртр)·Слэп·Киндцен

Клэп2 = $3.782 \times 10^4$

Ивестиция на ограждение грузового пункта - Когр, тенге

Lогр1 := Lскл1 + Lогр  Lогр2 := Lскл2 + Lогр

Вогр1 := Вскл1 + Вавтпр + Вогр  Вогр2 := Вскл2 + Вавтпр + Вогр

Когр1 := 2·(Lогр1 + Вогр1)·Согр·Киндцен

$Когр1 = 2.087 \times 10^4$  Когр2 := 2·(Lогр2 + Вогр2)·Согр·Киндцен

$Когр2 = 2.495 \times 10^4$

Инвестиции в строительные сооружения нового грузового пункта - Ксс, тенге:

Ксс1 := Кскл + Кждп1 + Кстрп1 + Кпп1 + Кавт1 + Клэп1 + Когр1

$Ксс1 = 1.367 \times 10^6$

Ксс2 := Кскл + Кждп2 + Кстрп2 + Кпп2 + Кавт2 + Клэп2 + Когр2

$Ксс2 = 1.872 \times 10^6$

11.11.1.3. Расчет инвестиций на приобретение вспомогательных оборудований - Квсоб, тенге

nгр1 := М1  nгр2 := М2  - количество грузозахватов, шт.

Sгр := 25000 - цена грузозахвата (спредера раздвижной конструкции), тенге

Киндгр := 2  - коэффициент, учитывающий индексацию цены

Квсоб1 := nгр1·Sгр·Киндгр  Квсоб2 := nгр2·Sгр·Киндгр

$Квсоб1 = 5 \times 10^4$  $Квсоб2 = 5 \times 10^4$

11.11.1.4. Единовременные затраты - К, р., складываются из инвестиций в средства механизации - Ксс и вспомогательного оборудования - Квсоб, тенге:

К1 := Ксм1 + Ксс1 + Квсоб1  К2 := Ксм2 + Ксс2 + Квсоб2

$К1 = 4.186 \times 10^6$  $К2 = 2.972 \times 10^6$

*11.11.2. Расчет годовых текущих расходов, связанных с механизацией погрузочно - разгрузочных работ*

Годовые текущие расходы складываются из годового фонда оплаты труда - Sфот с учетом коэффициента - Ксс, учитывающего отчисления на социальное страхование,затраты на охрану труда и другие расходы, расходов на амортизационные отчисления - Sаотч (на восстановление перво-начальной стоимости

машины и капитальные ремонты), расходов на текущий и капитальные ремонты - Sткр и на электроэнергию и топливо - Sэт, величины налоговых платежей - Sнпл с учетом коэффициента - Кобщхоз, учитывающего общие и хозяйственные расходы, а также расходы , связанные с оплатой за использование подвижного состава ( вагонов, автомобилей и маневровых локомотивов).

11.11.2.1. Расчет годового фонда оплаты труда

Годовой фонда оплаты труда определяется в зависимости от списочной численности механизаторов (nмех) и рабочих (np), их часовой тарифной ставки (амех и ар) с учетом коэффициента ( Кдоп), учитывающего различные доплаты, надбавки и премии, а также среднемесячного количество рабочих часов (Nсркрч).

Исходные данные

гмех := 1 - количество механизаторов, чел.

гр := 0 - количество рабочих, чел.

Кзам := 0.12 - коэффициент, учитывающий необходимость замещения лиц, находящихся в отпусках и исполняющих государственные и общественные обязанности

nсрм := 167.6 - среднемесячное количество рабочих часов, ч/мес

Кдоп := 0.8 - коэффициент, учитывающий различные доплаты, надбавки и премии (Кдоп = 0.6...1.0)

амех := 8.585 - часовая тарифная ставка соответственно механизаторов (6-7 разряд) и рабочих (4-5 разряд), тенге/ч.

ар := 6.697

Списочная численность механизаторов и рабочих зависит от количества ПРМ, состава бригады и количества смен с учетом коэффициента Кзам.

nмех1 := М1·гмех·nсм·(1 + Кзам) nмех2 := М2·гмех·nсм·(1 + Кзам)

nмех1 = 2.24 nмех1 := 3 nмех2 = 2.24 nмех2 := 3

- списочная численность механизаторов, чел.

np1 := М1·гр·nсм·(1 + Кзам) np2 := М2·гр·nсм·(1 + Кзам)

np1 = 0 np1 := 0 np2 = 0 np2 := 0

- списочная численность рабочих, чел.

Годовой фонда оплаты труда - Sфот, тенге/год

$Sфот1 := (nмех1 \cdot aмех + nр1 \cdot aр) \cdot (1 + Kдоп) \cdot nсрм \cdot 12$

$Sфот1 = 9.324 \times 10^4$

$Sфот2 := (nмех2 \cdot aмех + nр2 \cdot aр) \cdot (1 + Kдоп) \cdot nсрм \cdot 12$

$Sфот2 = 9.324 \times 10^4$

11.11.2.2. Расчет амортизационных отчислений на восстановление первоначальной стоимости ПРМ и капитальные ремонты - Sао, тенге/год

Амортизационные отчисления (Sао) подсчитываются как сумма отчислений от инвестиций на средства механизации (Kсм), строительные сооружения (SKсс) и на вспомогательное оборудование (Kвсоб).

Амортизационные отчисления на строительные сооружения - SKсс, тенге/год

Исходные данные

$aскл := 0.033 \quad aждп := 0.033 \quad aавт := 0.09 \quad aпп := 0.033$

$aэст := 0.035 \quad aлэп := 0.028 \quad aогр := 0.03 \quad aсп := 0.033$

- нормы амортизационных отчислений на соответствующие виды строительных сооружений, доли

$SKсс1 := aскл \cdot Kскл + aждп \cdot Kждп1 + aавт \cdot Kавт1 + aсп \cdot Kстрп1 \ldots + aлэп \cdot Kлэп1 + aогр \cdot Kогр1$

$SKсс1 = 8.979 \times 10^4$

$SKсс2 := aскл \cdot Kскл + aждп \cdot Kждп2 + aавт \cdot Kавт2 + aсп \cdot Kстрп2 \ldots + aэст \cdot Kпп2 + aлэп \cdot Kлэп2 + aогр \cdot Kогр2$

$SKсс2 = 1.172 \times 10^5$

Амортизационные отчисления на средства механизации - SKсм, тенге/год

$aсм1 := 0.124$ - нормы амортизационных отчислений на средства механизации, доли

$aсм2 := 0.084$

Нормы амортизационных отчислений, взятых из таблицы, должны быть откорректированы в зависимости от фактического количества часов работы ПРМ в год - tгод, ч/год:

$$tгод1 := \frac{Uгод}{M1 \cdot Рэкс1} \qquad tгод2 := \frac{Uгод}{M2 \cdot Рэкс2}$$

$тгод1 = 1.097 \times 10^3$ $тгод2 = 876.066$

Если тгод > 3000 ч/год , то фактическая норма (асмрч) увеличивается и подсчитывается по формуле:

$$асмрч1 := асм1 \cdot \left(0.5 + \frac{тгод1}{6000}\right) \qquad асмрч2 := асм2 \cdot \left(0.5 + \frac{тгод2}{6000}\right)$$

$асмрч1 = 0.085$ $асмрч2 = 0.054$

Исходя из этого, имеем:

$SKсм1 := асмрч1 \cdot Ксм1$ $SKсм2 := асмрч2 \cdot Ксм2$

$SKсм1 = 2.345 \times 10^5$ $SKсм2 = 5.696 \times 10^4$

Амортизационные отчисления на вспомогательное оборудование - SKвсоб, тенге/год

$авсоб := 0.20$ - норма амортизационного отчисления на вспомогательное оборудование, доли

$SKвсоб1 := авсоб \cdot Квсоб1$ $SKвсоб2 := авсоб \cdot Квсоб2$

$SKвсоб1 = 1 \times 10^4$ $SKвсоб2 = 1 \times 10^4$

Амортизационные отчисления на восстановление первоначальной стоимости ПРМ и капитальные ремонты - Sao, тенге/год

$Sao1 := SKсс1 + SKсм1 + SKвсоб1$ $Sao2 := SKсс2 + SKсм2 + SKвсоб2$

$Sao1 = 3.343 \times 10^5$ $Sao2 = 1.841 \times 10^5$

11.11.2.3. Расчет расходов на текущий и капитальные ремонты - Sткр, тенге/год

$асср := 0.03$

$асмр := 0.12$ - нормы амортизационных отчислений на ремонт соответственно по строительным сооружениям, средствам механизации и вспомогательному оборудованию, доли

$авсобр := 0.25$

Расходы на текущий и капитальные ремонты - Sткр, тенге/год:

$Sткр1 := асср \cdot Ксс1 + асмр \cdot Ксм1 + авсобр \cdot Квсоб1$

$Sткр1 = 3.858 \times 10^5$

$Sткр2 := асср \cdot Ксс2 + асмр \cdot Ксм2 + авсобр \cdot Квсоб2$

$$Sткр2 = 1.946 \times 10^5$$

11.11.2.4. Расчет расходов на электроэнергию и топливо

Расходы на электроэнергию (или топливо) -Sэт, тенге/год, включают в себя расходы на электроэнергию силовых установок (топливо для д.в.с.) ПРМ - Sдв и расходы на освещение грузового пункта - Sосв.

Для ПРМ с д.в.с. и электродвигателями

Nдв1 := 219

Nдв2 := 150 - суммарная мощность всех двигателей одной ПРМ, кВт

k1 := 1.08 - коэффициент, учитывающий потери в сети и расход электроэнергии на восстановительные нужды (k1 = 1.05...1.1)

k2 := 0.75 - коэффициент использования двигателей по времени (k2 = 0.7...0.8)

Qзах := 9.9 - вес грузозахватного приспособления (спредера), тс

Q1 := 30 - грузоподъёмность ПРМ, тс

Q2 := 30

$$k31 := \frac{(Qгр + Qзах)}{Q1} \qquad k32 := \frac{(Qгр + Qзах)}{Q2}$$

k31 = 0.363 k32 = 0.363

- коэффициент использования двигателей по мощности

Сэл := 1.35 - стоимость единицы электроэнергии, тенге/кВт-ч

Среднечасовой расход электроэнергии для питания двигателей - W, кВт:

Rэ1 := Nдв1·k1·k2·k31 Rэ2 := Nдв2·k1·k2·k32

Rэ1 = 64.452 Rэ2 = 44.145

Расходы на электроэнергию - Sдв, тенге/год:

Sдв1 := Rэ1·Сэл·M1·tгод1 Sдв2 := Rэ2·Сэл·M2·tгод2

$Sдв1 = 9.547 \times 10^4$ $Sдв2 = 5.221 \times 10^4$

Расходы на освещение склада - Sосв, тенге/год

uосв := 12 - удельная мощность освещения, Вт/м^2

Тосв2 := 2600 - продолжительность освещения в течение года при двухсменной работе, ч/год

Тосв3 := 4600 - продолжительность освещения в течение года при трехсменной работе, ч/год

Sосв2 := 0.001·uосв·Fскл·Тосв2·Сэл·k1 $S_{осв2} = 5.225 \times 10^4$

Расходы на топливо и электроэнергию - Sэт, тенге/год

Sэт1 := Sдв1 + Sосв2 Sэт2 := Sдв2 + Sосв2

$S_{эт1} = 1.477 \times 10^5$ $S_{эт2} = 1.045 \times 10^5$

11.11.2.5. Расчет величины налоговых платежей

Величина налоговых платежей при сравнении вариантов механизации ПРР подсчитывается с учетом только одного вида налоговых платежей - налога на имущество - Nнп, тенге/год

Стним := 2 - ставка налога на имущество, %

Sнп1 := 0.01·K1·Стним Sнп2 := 0.01·K2·Стним

$S_{нп1} = 8.372 \times 10^4$ $S_{нп2} = 5.944 \times 10^4$

11.11.2.6. Расчет расходов, связанных с оплатой за использование подвижного состава

Расходы за использование подвижного состава - Sпс, тенге/год, состоит из расходов за использование вагонов - Sваг, автомобилей - Sавт и маневровых локомотивов - Sлок.

Расходы за использование вагонов - Sваг, тенге/год

аваг := 9.41 - средняя цена (тариф ) вагона-часа простоя, тенге/ваг.-ч.

$S_{ваг1} := \frac{(аваг \cdot Uгод \cdot tгр1)}{u}$ $S_{ваг2} := \frac{(аваг \cdot Uгод \cdot tгр2)}{u}$

$S_{ваг1} = 1.337 \times 10^5$ $S_{ваг2} = 1.191 \times 10^5$

Расходы за использование автомобилей - Sавт, тенге/год

аавт := 406 - цена (тариф ) автомобиле-часа простоя, тенге/авт.-ч

$S_{авт1} := \frac{(аавт \cdot Uгод \cdot ta1)}{Qавт}$ $S_{авт2} := \frac{(аавт \cdot Uгод \cdot ta2)}{Qавт}$

$Savт1 = 4.455 \times 10^5$ $Savт2 = 3.557 \times 10^5$

Расходы за использование маневровых локомотивов - Слок, тенге/год

алок := 575.71 - цена (тариф) локомотиво-часа простоя, тенге/лок.-ч

Слок1 := 365·m·tp·алок Слок2 := 365·m·tp·алок

$Слок1 = 2.206 \times 10^6$ $Слок2 = 2.206 \times 10^6$

Расходы, связанные с оплатой за использование подвижного состава - Sпс, тенге/год.

Sпс1 := Sваг1 + Savт1 + Слок1 Sпс2 := Sваг2 + Savт2 + Слок2

$Sпс1 = 2.786 \times 10^6$ $Sпс2 = 2.681 \times 10^6$

Годовые текущие расходы, связанные с механизацией ПРР - S, тенге/год

Кстр := 1.8 - коэффициент, учитывающий отчисление на социальное страхование, затраты на охрану труда и другие расходы

Кобщ := 1.3 - коэффициент, учитывающий общие и хозяйственные расходы

S1 := (Кстр·Sфот1 + Sao1 + Sткр1 + Sэт1 + Sнп1)·Кобщ + Sпс1

$S1 = 4.241 \times 10^6$

S2 := (Кстр·Sфот2 + Sao2 + Sткр2 + Sэт2 + Sнп2)·Кобщ + Sпс2

$S2 = 3.605 \times 10^6$

*11.11.3. Расчет приведенных расходов, связанных со строительством нового грузового пункта - Eпр, тенге/год*

Ен := 0.5 - нормативный коэффициент эффективности инвестиций, доли (норма дисконта, отражающая величину прибыли, которая должна быть получена инвестором на 1 тенге инвестиций)

Eпр1 := S1 + Ен·K1 Eпр2 := S2 + Ен·K2

$Eпр1 = 6.334 \times 10^6$ $Eпр2 = 5.091 \times 10^6$

*11.11.4. Расчет себестоимости механизированной переработки единицы груза и пути ее снижения*

Себестоимость переработки единицы груза - С, тенге/физ.конт., это текущие годовые затраты грузового пункта, отнесенные к годовому грузопотоку - Uгод:

$$C1 := \frac{S1}{Uгод} \qquad C2 := \frac{S2}{Uгод}$$

$C1 = 243.626$ $C2 = 207.094$

Путями снижения себестоимости механизированной переработки единицы груза являются:

использование высокопроизводительных средств механизации и автоматизации (экономичных ПРМ и робототехники), позволяющих увеличить объём комплексно механизированной и автоматизированной переработки грузов на грузовых пунктах и сократить потребность в грузчиках, работа которых тяжела и опасна;

сокращение простоя вагонов, автомобилей и других транспортных средств под грузовыми операциями;

улучшения использования грузоподъёмности подвижного состава;

снижение расходов электроэнергии и топлива ПРМ с применением рациональной технологии ПРР;

обеспечение сохранности грузов при перегрузочных операциях.

*11.11.5 Расчет производительности труда на ПРР и пути её повышения*

Для оперативного анализа проиводственных показателей работы грузового пункта подсчитывают производительность труда за смену (или сменную выработку ) - Нвыр, физ.конт./чел.-ч

$r := nсм \cdot (rмех + rр)$ $r = 2$ - количество человек в бригаде, чел.

$tр = 10.5$ - время работы ПРМ в течение смены с учетом технологических перерывов, ч/см.

$$tрчист := tр - m \cdot \frac{tпер}{nсм}$$ - чистая работа ПРМ в течение смены, ч./см.

$tрчист = 10.412$

Сменная выработка на одну ПРМ - Uсм, физ.конт./см.

$Uсм1 := Рэкс1 \cdot tрчист$ $Uсм2 := Рэкс2 \cdot tрчист$

$Uсм1 = 165.181$ $Uсм2 = 206.889$

$$Нвыр1 := \frac{Uсм1}{r} \qquad Нвыр2 := \frac{Uсм2}{r}$$

$Нвыр1 = 82.59$ $Нвыр2 = 103.445$

Пути повышения производительности труда при переработке заданного объёма груза аналогичны путям снижения себестоимости механизированной переработки единицы груза.

*11.11.6. Расчет срока окупаемости инвестиций*

Срок окупаемости инвестиций - Ток, лет (т.е. число лет n, в течение которых она окупится за счет экономии на годовых текущих расходах), определяется отношением разности инвестиции K1 - K2 на разности годовых текущих расходов S2 - S1 двух сравниваемых вариантов, при условии K1 > K2 и S1 < S2

$K1 = 4.186 \times 10^6$ $K2 = 2.972 \times 10^6$

$S1 = 4.241 \times 10^6$ $S2 = 3.605 \times 10^6$

$$Ток := \frac{(K1 - K2)}{S2 - S1} \qquad Ток = -1.909$$

Известно , что ,чем меньше срок окупаемости, тем выше экономическая эффективность строительства нового грузового пункта и тем выше его технический уровень.

Если *в результате расчета получится отрицательное число, то это будет означать, что поэтому показателю нельзя сравнивать варианты выбора механизации.*

*11.11.7. Выбор рационального варианта механизации ПРР механизированной переработки среднетоннажных контейнеров на грузосортировочных площадках козловым и мостовым кранами*

Для наглядной оценки вариантов и выбора рационального варианта рассчитанные технико-экономические показатели сведены в таблицу 11.1

Экономически выгодным считается тот вариант механизации, который при равных прочих условиях требует меньших капитальных затрат - K и годовых текущих (эксплуатационных) расходов - S.

Анализ результатов расчетов показал, что:
Eпр1 > Eпр2, K1 > K2 и S1 > S2.

Поэтому выбираем вариант с меньшими годовыми текущими (эксплуатационными) расходами, поскольку эа счет экономии этих расходов вложенные средства на инвестицию быстро окупятся, т.е. вариант переработки заданного объёма грузопотока *с мостовым краном.*

Таблица 11.1

| Технико-экономические показатели | Величина показателей по вариантам | Разность показателей по вариантам |
|---|---|---|
| 1. Единовременные затраты (инвестиции)- К, тенге, всего, | $К1 = 4.186 \times 10^6$<br>$К2 = 2.972 \times 10^6$ | $К1 - К2 = 1.214 \times 10^6$ |
| в том числе: на ПРМ | $Ксм1 = 2.769 \times 10^6$<br>$Ксм2 = 1.05 \times 10^6$ | $Ксм1 - Ксм2 = 1.719 \times 10^6$ |
| строительные сооружения | $Ксс1 = 1.367 \times 10^6$<br>$Ксс2 = 1.872 \times 10^6$ | $Ксс2 - Ксс1 = 5.053 \times 10^5$ |
| вспомогательное оборудование | $Квсоб1 = 5 \times 10^4$<br>$Квсоб2 = 5 \times 10^4$ | $Квсоб2 - Квсоб1 = 0$ |
| 2. Текущие расходы, тенге/год | $S1 = 4.241 \times 10^6$<br>$S2 = 3.605 \times 10^6$ | $S1 - S2 = 6.359 \times 10^5$ |
| 3. Приведенные затраты, тенге/год | $Епр1 = 6.334 \times 10^6$<br>$Епр2 = 5.091 \times 10^6$ | $Епр1 - Епр2 = 1.243 \times 10^6$ |
| 4. Себестоимость переработки единицы груза, /физ.конт. | $С1 = 243.626$<br>$С2 = 207.094$ | $С1 - С2 = 36.532$ |
| 5. Производительность труда, физ.конт./чел.-см. | $Нвыр1 = 82.59$<br>$Нвыр2 = 103.445$ | $Нвыр2 - Нвыр1 = 20.854$ |
| 6. Простой вагонов под грузовыми операциями, ч/под. | $trp1 = 1.633$<br>$trp2 = 1.455$ | $trp1 - trp2 = 0.178$ |

# 12. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ И К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

## Перечень вопросов к тестированию (экзамену) по дисциплине «Транспортно-грузовые системы на транспорте»

### Тема 1. Техника транспортно-грузовых систем на транспорте

1.1. Классификация ПРМ, применяемая на железнодорожном транспорте.

1.2. Устройство, принцип работы и область применения погрузчиков периодического действия.

1.3. Устройство, принцип работы и область применения кранов (козловой, мостовой, стреловой на железнодорожном ходу).

1.4. Склады, грузовые пункты, грузовые районы и транспортно-складские комплексы (ТСК).

1.5. Грузовые операции.

1.6. Подразделение, выполняющее ПРР на транспорте. Механизированная дистанция ПРР (МЧ). Их задача, структура и организация работы.

1.7. Задачи и основные направления развития транспортно-грузовой системы на железнодорожном транспорте.

### Тема 2. Техника и технология переработки тарно-штучных грузов

2.1. Тара и поддоны для тарно-штучных грузов. Расчёт потребного парка поддонов.

2.2. Способы пакетирования ТШГ.

2.3. Способы формирования пакетов с помощью растягивающейся плёнки.

2.4. Способы хранения ТШГ.

2.5. Преимущества и эффективность пакетных способов перевозок ТШГ.

2.6. Устройство, принцип работы и область применения малогабаритных электро- и автопогрузчиков.

2.7. Типовые склады и технологические схемы механизированной переработки ТШГ.

2.8. Автоматизированные склады для ТШГ. Схема стеллажного крана.

2.9. Перспективные направления развития перевозок ТШГ.

**Тема 3. Техника и технология переработки контейнеров**

3.1. Характеристика контейнерного парка. Универсальные и специализированные контейнеры.

3.2. Классификация специализированных контейнеров.

3.3. Специализированные контейнеры для перевозки насыпных грузов.

3.4. Специализированные контейнеры для перевозки штучных грузов.

3.5. Характеристика, принцип действия и область применения козловых кранов. Устройства, применяемые на кранах для безопасной работы.

3.6. Грузозахваты для переработки универсальных контейнеров. Устройство и принцип действия автостропа ЦНИИХИИТ.

3.7. Типовые технологические схемы транспортно-грузовой системы с универсальными контейнерами.

3.8. Типовые технологические схемы транспортно-грузовой системы с крупнотоннажными контейнерами.

3.9. Контейнерные пункты и технология переработки контейнеров.

3.10. Организация работы контейнерных площадок.

3.11. Показатели эффективности контейнерных способов перевозок.

3.12. Перспективные направления развития контейнерных перевозок.

**Тема 4. Техника и технология тяжеловесных грузов**

4.1. Характеристика тяжеловесных грузов.

4.2. Типы ПРМ и применяемые для переработки тяжеловесных грузов грузозахватные приспособления.

4.3. Склады и типовые технологические схемы транспортно-грузовой системы для тяжеловесных грузов.

4.4. Технология погрузки-выгрузки тяжеловесных грузов.

4.5. Примеры выбора наиболее производительной и экономичной технологии комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ тяжеловесных грузов.

### Тема 5. Техника и технология переработки насыпных грузов

5.1. Характеристика насыпных грузов.

5.2. Характеристика, принцип действия и область применения бункерных погрузочных установок. Расчёт технической производительности.

5.3. Технология безбункерной погрузки массовых насыпных грузов в полувагоны.

5.4. Безбункерные способы погрузки массовых насыпных грузов в полувагоны. Преимущества и недостатки.

5.5. Технология выгрузки насыпных грузов из открытого подвижного состава.

5.6. Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов на повышенном пути с тракторным погрузчиком. Преимущества и недостатки.

5.7. Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов на повышенном пути с козловым краном и дополнительной фермой с площадками для рабочих.

5.8. Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов с помощью ковшово-элеваторного разгрузчика С-492.

5.9. Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов с помощью роторного вагоноопрокидывателя.

5.10. Технология выгрузки насыпных грузов из полувагонов с помощью разгрузчика МВС.

5.11. Технология выгрузки насыпных грузов из крытого вагона с помощью пневматических установок всасывающего действия.

5.12. Технология погрузки насыпных грузов на открытый подвижной состав.

5.13. Технология погрузки насыпных грузов в крытые вагоны.

5.14. Профилактические меры против смерзаемости насыпных грузов и способы восстановления их сыпучести с помощью разогрева.

5.15. Технология механизированной очистки полувагонов от остатков насыпных грузов. Вибрационный, щёточный и газодинамический способы.

### Тема 6. Техника и технология переработки зерновых грузов

6.1. Характеристика зерновых грузов, особенности их хранения и перевозки.

6.2. Механизированные склады напольного хранения. Механизированные склады-элеваторы для зерновых грузов.

6.3. Технология приёма, хранения и отпуска зерна.

6.4. Устройства, принцип работы и область применения ленточного конвейера.

6.5. Устройства, принцип работы и область применения ленточного ковшового элеватора (нории).

6.6. Технология погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы.

6.7. Технология выгрузки зерновых грузов из крытых и специализированных вагонов-зерновозов.

### Тема 7. Техника и технология переработки лесных грузов

7.1. Характеристика лесных грузов, особенности их хранения и перевозки.

Склады лесных грузов. Типовые схемы механизации и автоматизации ПРР и СО на лесозаготовительных складах. Грузозахваты.

7.2. Схема кабельного крана.

7.3. Типовые склады и схемы транспортно-грузовой системы с лесными грузами на грузовых дворах железнодорожных станций.

7.4. Способы пакетирования пиломатериалов.

7.5. Способы пакетирования круглого леса.

## Тема 8. Техника и технология переработки наливных грузов

8.1. Классификация и основные характеристики наливных грузов.

8.2. Подвижной состав для перевозки наливных грузов. Устройство и конструкции подвижного состава с точки зрения налива и слива.

8.3. Склады для нефтепродуктов. Устройства налива и слива.

8.4. Технология налива и слива нефтепродуктов. Расчет простоя цистерн под наливом (сливом).

8.5. Особенности налива и слива высоковязких и застывающих наливных грузов. Способы ускорения слива.

## Методы расчёта потребности и технической оснащённости грузовых пунктов

1. Расчёт суточных грузопотоков, вагонопотоков и контейнеропотоков, перерабатываемых на грузовом пункте (ГП). Расчёт массы груза и количества вагонов в подаче.

2. Расчёт суточных объёмов работы ПРМ на ГП. Учёт прямого варианта.

3. Прямой вариант переработки грузов и показатели его эффективности.

4. Метод расчёта площади склада по удельным допускаемым давлениям.

5. Расчёт склада для универсальных контейнеров методом элементарных площадок.

6. Расчёт линейных размеров склада при различных схемах КМАПРР.

7. Фронт погрузки-выгрузки. Порядок расчёта длины фронта при передвижных и стационарных механизмах.

8. Расчёт длины фронтов для контейнерной площадки и грузосортировочной платформы.

9. Порядок расчёта технической и эксплуатационной производительности ПРМ периодического действия (на примере козлового и стрелового кранов на железнодорожном ходу).

10. Расчёт массы порции груза для различных грузов и грузозахватов.

11. Расчёт потребного количества ПРМ при детерминированном режиме работы ГП.

12. Расчёт потребного количества ПРМ при недетерминированном режиме работы ГП.

13. Расчёт простоя вагонов под грузовыми операциями. Пути сокращения простоя.

14. Суточный план-график работы механизмов (на примере контейнерной площадки).

15. Суточный план-график работы механизмов (на примере угольного склада с повышенным путём).

**Расчёт технико-экономических показателей эффективности механизации погрузочно-разгрузочных работ**

1. Расчёт инвестиций в средства механизации ПРР и строительство нового ГП.

2. Расчёт годовых текущих расходов, связанных с механизацией ПРР.

3. Расчёт годового фонда заработной платы.

4. Расчёт амортизационных отчислений на ПРМ и строительные сооружения.

5. Расчёт расходов на электроэнергию, топливо (горючее) и освещение склада.

6. Расчёт приведённых расходов, связанных со строительством нового ГП.

7. Расчёт себестоимости механизированной переработки единицы груза и пути её снижения.

8. Расчёт производительности труда на ПРР и пути её повышения.

9. Расчёт срока окупаемости инвестиций.

10. Порядок выбора рационального варианта механизации ПРР из двух заданных.

**Перечень вопросов к защите курсовой работы**

1. Как рассчитать суточные объёмы работы грузового пункта по заданному годовому грузопотоку?
2. Чем обоснован выбор ПРМ и грузозахватного приспособления?
3. Что такое техническая и эксплуатационная производительность ПРМ? От чего она зависит?
4. От каких факторов зависит потребное количество ПРМ при детерминированном режиме работ?
5. Порядок расчёта оптимального количества ПРМ и подач при недетерминированном режиме работ.
6. От каких факторов зависит площадь склада?
7. Порядок расчёта линейных размеров склада и длины грузовых фронтов.
8. Как рассчитать простой вагонов под грузовыми операциями?
9. Что понимается под подготовительно-заключительными операциями?
10. Технология ПРР с заданными грузами. Преимущества и недостатки.
11. От чего зависит себестоимость перерабатываемых грузов?
12. Как рассчитать производительность труда на ПРР?
13. Порядок выбора рационального варианта по рассчитанным технико-экономическим показателям.
14. Как рассчитать срок окупаемости инвестиций?
15. Порядок построения суточного плана-графика работы ПРМ на грузовом пункте.

**Приложение 1**

## ЗАДАНИЕ
## на выполнение курсовой работы по дисциплине «Транспортно-грузовые системы на транспорте»

**Студент _____ _ группа __**

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

### 1. Объем грузопотоков, в тыс. кН:

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{\text{год}}$, тыс. кН, и коэффициенты прямого варианта $\hat{E}_{\text{ïð}}$ и $\hat{E}_{\text{ñ}}$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{\text{п-уб}}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{\text{ïð}}_{\text{âíä}}$ | $\hat{E}^{\text{ïð}}_{\text{ïð}}$ | $G^{\text{ïð}}_{\text{âíä}}$ | $\hat{E}^{\text{ïð}}_{\text{ïð}}$ | $G^{\text{ñ}}_{\text{âíä}}$ | $\hat{E}_{\text{ñ}}$ | |
| 1. | Тарно-штучные | | | | | | | |
| 2. | Контейнеры универсальные | | | | | | | |
| 3. | Тяжёловесные | | | | | | | |
| 4. | Металлопродукция | | | | | | | |
| 5. | Железобетонные плиты | | | | | | | |
| 6. | Железобетонные трубы | | | | | | | |
| 7. | Лес круглый в пакетах | | | | | | | |
| 8. | Лес круглый навалом | | | | | | | |
| 9. | Пиломатериалы | | | | | | | |
| 10. | Уголь каменный | | | | | | | |
| 11. | Кирпич на поддонах | | | | | | | |
| 12. | Инертные строительные | | | | | | | |
| 13. | Стекло строительное в спецконтейнерах | | | | | | | |
| 14. | Сыпучие грузы в мягких спецконтейнерах | | | | | | | |
| 15. | Зерновые грузы насыпью | | | | | | | |
| 16. | Нефтепродукты | | | | | | | |

**2. Характеристика грузов:**

2.1. Тарно-штучные: вес пакета на поддоне _____ кН.

2.2. Контейнеры: крупнотоннажные 100 кН _____ %, 240 кН (или 300 кН)_____ %.

2.3. Тяжёловесные грузы: весом от 5 до 30 кН _____ %, от 30 до 100 кН _____ %.

## ТРЕБУЕТСЯ:

Из двух вариантов механизированной переработки груза № (таблица) выбрать вариант с наилучшими технико-экономическими показателями:

1 вариант

2 вариант

1. Рассчитать суточные грузопотоки, вагонопотоки, контейнеропотоки и объем грузопереработки.

2. Выбрать автоматические или полуавтоматические грузозахватные устройства (для каждого варианта) и вычертить их схемы в пояснительной записке.

3. Рассчитать период (цикл) и эксплуатационную производительность погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ).

4. Вычислить потребное количество ПРМ для детерминированного режима работы.

5. Выбрать тип склада и рассчитать потребную площадь.

6. Определить линейные размеры склада и длину погрузочно-разгрузочных фронтов. Вычертить в пояснительной записке планы и поперечные разрезы складов для обоих вариантов.

7. Рассчитать время простоя вагонов под грузовыми операциями.

8. Дать описание технологии погрузочно-разгрузочных работ.

9. Рассчитать технико-экономические показатели механизации погрузочно-разгрузочных работ по двум вариантам и выбрать лучший из них.

Задание выдал

Таблица 1а

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{год}$, тыс. кН., и коэффициенты прямого варианта $K_{пр}$ и $K_c$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{п\text{-}уб}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{ïð}_{äíâ}$ | $\hat{E}^{ïð}_{ïð}$ | $G^{ïð}_{äíâ}$ | $\hat{E}^{ïð}_{ïð}$ | $G^{ñ}_{äíâ}$ | $\hat{E}_{ñ}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1. ТШГ | 1700 | 0,16 | 1900 | 0,15 | 1800 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{äð}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 7. Пило-матер. | | | 2140 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–251; кран козловой ККУ–12,5 | | | | | | |
| 2 | 2. УУК-6.3 | 2040 | 0,18 | 1880 | 0,19 | 2100 | 0,25 | 0,4 |
| | | Кран стреловой КДЭ–253; кран мостовой с г.-п. 450 кН и пролётом $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| | 8. Лес круг навалом | 1770 | 0,15 | | | | | 0,6 |
| 3 | 2. УУК крупно-тонн. | 1780 | 0,15 | 1960 | 0,17 | 2000 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 22 %; УУК-30 – 76 %; кран КК-К25/30,5 бесконсольный; кран козловой КК-24/30,5 | | | | | | |
| | 8. Инерт. стр. щебень | 1930 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| 4 | 3. ТГ | 1930 | 0,14 | 1720 | 0,13 | 2030 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 27 %; от 30 до 100 кН – 73 %; кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-12,5 | | | | | | |
| | 9. Ж/б трубы | 2330 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 5 | 2. УУК-5 | 1150 | 0,13 | 1830 | 0,17 | 1980 | 0,25 | 0,5 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ–4-25м; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 2170 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| 6 | 3. ТГ | 1630 | 0,17 | 1790 | 0,13 | 1940 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-10 | | | | | | |
| | 10. Ж/б плиты | 2330 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 7 | 2. УУК крупно-тонн. | 1360 | 0,19 | 1690 | 0,16 | 1970 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 30 %; УУК-30 – 70 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой К-30,5Нбесконсольный | | | | | | |
| | 8. Уголь | 2170 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| 8 | 3. ТГ | 2200 | 0,11 | 1890 | 0,19 | 1640 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран ККУ-7,5; кран мостовой, 600 кН, $L_{пр}$ = 25 м | | | | | | |
| | 6. Лес круг. навал. | | | 1970 | 0,20 | | | 0,7 |
| 9 | 1. ТШГ | 1430 | 0,19 | 1830 | 0,18 | 1630 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{äð}$ = 10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг пакет | | | 2140 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Кран мостовой, г.-п. 450 кН, $L_{пр}$ = 16,5 м; кран КК-09 со специальными челюстными грейферами для леса | | | | | | |
| 10 | 3. ТГ | 1370 | 0,16 | 1940 | 0,19 | 2070 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой ККУ-7,5; кран мостовой, г.-п. 600 кН ,$L_{пр}$= 22 м | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | 2180 | 0,18 | | | | | 0,7 |

Продолжение табл.1а

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 1. ТПШ | 1440 | 0,14 | 1840 | 0,19 | 1910 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{ад}}$ = 10 | | | | | | |
| | 7.Уголь камен. | 1860 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик ТО-18 с объёмом ковша 1,5 м$^3$; кран козловой КДКК−10 с грейфером | | | | | | |
| 12 | 3. ТГ | 1650 | 0,15 | 1840 | 0,17 | 1850 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 35 %; от 30 до 100 кН − 74 %; кран козловой ККУ-12,5; кран стреловой КДЭ−161 | | | | | | |
| | 14.Стекло строит.в спец. конт. | | | 2110 | 0,13 | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 13 | 2. УУК крупно-тонн. | 1900 | 0,16 | 1610 | 0,19 | 2030 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 − 38 %; УУК-30 − 62 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой К-302 бесконсольный | | | | | | |
| | 9. Металл сортовой | | | 1760 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 14 | 2. УУК средне-тонн. | 1440 | 0,18 | 1330 | 0,197 | 1940 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 − 25 %; УУК-6,3 − 75 %; кран стреловой КДВ−15П; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| | 8. Инерт. стр.руда | | | 2220 | 0,18 | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 15 | 3. ТГ | 1630 | 0,14 | 1860 | 0,19 | 1940 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 39 %; от 30 до 100 кН − 61 %; кран козловой ККС-10; кран мостовой, г.-п. 450 кН, $L_{\text{пр}}$=16,5м | | | | | | |
| | 7. Уголь камен. | | | 2150 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 16 | 1. ТПШ | 1700 | 0,16 | 1900 | 0,15 | 1800 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{ад}}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. в пакет. | 1920 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ-4−25м; кран козловой ККУ−12,5 | | | | | | |
| 17 | 3. ТГ | 1840 | 0,17 | 1990 | 0,18 | 2050 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 27 %; от 30 до 100 кН − 73 % | | | | | | |
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | 1980 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ−162; кран козловой КК−6,3 | | | | | | |
| 18 | 2. УУК сред. тонн. | 1940 | 0,17 | 1730 | 0,16 | 2040 | 0,25 | 0,5 |
| | | | | | | | | |
| | 8. Инерт. стр. руда | 1720 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ-4-25м; кран козловой КК-6 с грейферами с объёмом 2 м$^3$ | | | | | | |
| 19 | 3. ТГ | 1840 | 0,18 | 1890 | 0,18 | 1910 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 14 %; от 30 до 100 кН − 86 %; кран мостовой, г.-п. 600 кН, $L_{\text{пр}}$ = 22 м; кран козловой КДКК-10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. пакет. | | | 1860 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 20 | 1. ТПШ | 1320 | 0,13 | 1560 | 0,15 | 1940 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{ад}}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | 1980 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ−15П; кран козловой КК−6 | | | | | | |
| 21 | 3. ТГ | 1740 | 0,17 | 1940 | 0,19 | 2070 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 32 %; от 30 до 100 кН − 68 %: кран мостовой, г.-п. 600 кН, $L_{\text{пр}}$ = 28 м; кран стреловой КДЭ−163 | | | | | | |

Продолжение табл.1а

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7. Пило-материал | 1870 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| 22 | 1. ТШГ | 1960 | 0,19 | 1740 | 0,17 | 1850 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{яд}}$ = 9 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на подд. | 1860 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ−162; автопогрузчик АП-4045м | | | | | | |
| 23 | 2. УУК крупно-тонн. | 1760 | 0,17 | 1990 | 0,19 | 1770 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 − 25 %; УУК-30 − 75 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | | | 2070 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КК−6; кран мостовой, г.-п. 100 кН, $L_{\text{пр}}$ = 13,5 м | | | | | | |
| 24 | 1. ТШГ | 1680 | 0,19 | 1960 | 0,18 | 2030 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{яд}}$ = 10 | | | | | | |
| | 7. Пило-материал | 1870 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ−15П; кран козловой КК−6 | | | | | | |
| 25 | 3. ТГ | 1470 | 0,16 | 1940 | 0,19 | 2170 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 24 %; от 30 до 100 кН − 76 % | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | | | 2010 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ−163; кран козловой ККС−10 | | | | | | |
| 26 | 1. ТШГ | 1700 | 0,16 | 1900 | 0,15 | 1800 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{яд}}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 10. Ж/б плиты | 1970 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КДКК−110; кран стреловой КДЭ−161 | | | | | | |
| 27 | 2. УУК сред. тонн. | 1940 | 0,19 | 1720 | 0,17 | 2040 | 0,25 | 0,5 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ−4-25м; кран мостовой, г.-п. 50 кН, $L_{\text{пр}}$ = 19,5 м; | | | | | | |
| | 7. Пило-матер. | | | 1670 | 0,17 | | | 0,6 |
| 28 | 2. УУК крупно-тонн. | 1870 | 0,18 | 1780 | 0,17 | 1840 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 − 36 %; УУК-30 − 64 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой К-302 бесконсольный | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | | | 2070 | 0,19 | | | 0,6 |
| 29 | 1. ТШГ | 1990 | 0,18 | 1640 | 0,19 | 1890 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета (кН) $G_{\text{яд}}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 7. Пило-матер. | | | 2140 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик 4065м; кран козловой КК−6,3 | | | | | | |
| 30 | 3. ТГ | 1930 | 0,14 | 1790 | 0,15 | 1870 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 18 %; от 30 до 100 кН − 82 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | | | 1880 | 0,16 | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик АП-4014 с объёмом ковша 1,3 м$^3$; кран козловой КК−6,3 | | | | | | |

Таблица 1б

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{год}$, тыс. кН., и коэффициенты прямого варианта $K_{пр}$ и $K_с$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{п\text{-}уб}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{пр}_{год}$ | $K^{пр}_{пр}$ | $G^{от}_{год}$ | $K^{от}_{пр}$ | $G^{с}_{год}$ | $K_с$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2. УУК средне-тонн. | 1150 | 0,18 | 1380 | 0,19 | 1840 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 42 %; УУК-6,3 – 58 %. Кран стреловой КДЭ–161; кран мостовой, г.-п. 50 кН, $L_{пр}$ = 16,5 м | | | | | | |
| | 8. Лес круг. навалом | 1230 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 2 | 1. ТШГ | 1100 | 0,16 | 1400 | 0,15 | 1600 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на подд. | | | 1230 | 0,18 | | | 0,7 |
| | | Кран козловой КК-6; автопогрузчик АП-4043 | | | | | | |
| 3 | 3. ТГ | 1530 | 0,19 | 1250 | 0,17 | 1780 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 % кран козловой КДКК–10; кран стреловой КЖДЭ–4-25м | | | | | | |
| | 14. Стекло стр. в спец. конт. | 1190 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 4 | 3. ТГ | 1330 | 0,15 | 1690 | 0,19 | 1720 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 38 %; от 30 до 100 кН – 62 %; | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | 1270 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик АП-4045м; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 5 | 2. УУК сред. тонн. | 1150 | 0,13 | 1330 | 0,17 | 1680 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 42 %; УУК-6,3 – 58 % | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 1170 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик АП-4043; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| 6 | 3. ТГ | 1230 | 0,17 | 1490 | 0,13 | 1640 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-10 | | | | | | |
| | 10. Ж/б плиты | 1330 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 7 | 2. УУК крупно-тонн. | 1270 | 0,19 | 1590 | 0,18 | 1610 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 21 %; УУК-30 – 791 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой КК-32 | | | | | | |
| | 8. Уголь | 1370 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 8 | 3. ТГ | 1240 | 0,11 | 1560 | 0,19 | 1670 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 22 %; от 30 до 100 кН – 78 %; кран козловой ККС-10; кран мостовой, г.-п. 600 кН, $L_{пр}$ = 31 м | | | | | | |
| | 6. Лес круг. в пакет. | 160 | 0,20 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 9 | 1. ТШГ | 1230 | 0,19 | 1430 | 0,18 | 1630 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{вд}$ = 10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. навалом | 1380 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Тракторный погрузчик с грейфером; кран стреловой на ж.-д. ходу КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 10 | 2. УУК крупно-тонн. | 1370 | 0,18 | 1080 | 0,17 | 1740 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 18 %; УУК-30 – 82 %; кран козловой КК–32; кран козловой К–305Н бесконсольный | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 1370 | 0,16 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |

Продолжение табл.1б

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 1. ТШГ | 1050 | 0,16 | 1370 | 0,15 | 1630 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{яб}}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 12. Металлолом пресс. | 1160 | 0,17 | | | | | 0,6 |
| | | Кран мостовой с г.-п. 100 кН и пролётом $L_{\text{пр}}$ = 19,5 м; кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 12 | 3. ТГ оборудование | 1140 | 0,17 | 1620 | 0,18 | 1750 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран мостовой, 600 кН, $L_{\text{пр}}$ = 22 м; автопогрузчик АП-4014 | | | | | | |
| | 14. Стекло стр. в спец. конт. | 1210 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 13 | 2. УУК крупнотонн. | 1330 | 0,19 | 1020 | 0,18 | 1530 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 42 %; УУК-30 – 58 % | | | | | | |
| | 9. Металл сортовой | | | 1370 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–252; кран козловой ККУ–12,5 | | | | | | |
| 14 | 3. ТГ | 1230 | 0,16 | 1430 | 0,19 | 1770 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 23 %; от 30 до 100 кН – 77 %; кран мостовой с г.-п. 600 кН и пролётом $L_{\text{пр}}$ = 25 м; кран стреловой КДЭ-252 | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | 1310 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 15 | 1. ТШГ | 1280 | 0,19 | 1630 | 0,18 | 1810 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{гр}}$ = 10 | | | | | | |
| | 7. Пиломатериал | 1370 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик АП-4063; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 16 | 2. УУК круп.тонн. | 1290 | 0,17 | 1480 | 0,19 | 1670 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 18 %; УУК-30 – 82 % | | | | | | |
| | 14.Сыпуч. грузы в спец. конт. | 1220 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Кран козловой КК–6,3; кран стреловой КДВ-15П | | | | | | |
| 17 | 1. ТШГ | 1340 | 0,17 | 1030 | 0,19 | 1570 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{гр}}$ = 9 | | | | | | |
| | 7. Инерт. строит. навалом | 1220 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик на пневмоколёсном ходу ТО-18, объём ковша 1,5 м$^3$; кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 18 | 3. ТГ | 1390 | 0,18 | 1130 | 0,17 | 1670 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 33 %; от 30 до 100 кН – 67 %; кран мостовой, 600 кН, $L_{\text{пр}}$ = 19 м; кран стреловой КДЭ–163 | | | | | | |
| | 7. Пиломатериал | | | 1470 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 19 | ТШГ | 1410 | 0,18 | 1610 | 0,17 | 1530 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{\text{гр}}$ = 10 | | | | | | |
| | 14. Стекло стр. в спец. конт. | | | 1450 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ–15П; автопогрузчик АП-4043 | | | | | | |
| 20 | 2. УУК среднетонн. | 1120 | 0,18 | 1340 | 0,16 | 1510 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 17 %; УУК-6,3 – 83 %; кран козловой КК-6;кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. руда | 1320 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 21 | 3. ТГ | 1330 | 0,17 | 1530 | 0,18 | 1670 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 36 %; от 30 до 100 кН – 64 % | | | | | | |
| | 14. Стекло | | | 1340 | 0,19 | | | 0,7 |

Продолжение табл.1б

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | строит. в спец. конт. | Кран стреловой КДЭ−162; автопогрузчик АП-4014 | | | | | | |
| 22 | 1. ТШГ | 1040 | 0,16 | 1350 | 0,19 | 1500 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. в пакет. | 1320 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран козловой ККС-10, $L_{пр}$ = 32 м с набором сменных захватных приспособлений для пиломатериалов и грейфера для круглого леса с 4,5 м$^3$; кран козловой ККУ−7,5 | | | | | | |
| 23 | 3. ТГ | 1330 | 0,19 | 1560 | 0,19 | 1640 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 33 %; от 30 до 100 кН − 67 % | | | | | | |
| | 7. Инерт. строит. навалом | 1520 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Повышенный путь; кран козловой КК-6 с грейфером с объёмом 2 м$^3$; тракторный погрузчик ТО-1 на гусеничном ходу с объёмом ковша 2,8 м$^3$ | | | | | | |
| 24 | 3. ТГ | 1230 | 0,14 | 1560 | 0,19 | 1740 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 33 %; от 30 до 100 кН − 674 % | | | | | | |
| | 7. Уголь камен. | 1450 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КДКК-10; кран мостовой, 100 кН, $L_{іб}$ = 16,5 м | | | | | | |
| 25 | 2. УУК сред.тонн. | 1380 | 0,18 | 1560 | 0,197 | 1460 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 − 19 %; УУК-6,3 − 81 % | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1350 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ−151; кран козловой КК-6,3 | | | | | | |
| 26 | ТШГ | 1430 | 0,18 | 1130 | 0,18 | 1670 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 7. Уголь камен. | | | 1860 | 0,17 | | | 0,7 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик ТО-1 на гусеничном ходу с объёмом ковша 2,8 м$^3$; кран КДКК−10 | | | | | | |
| 27 | 1. ТШГ | 1190 | 0,18 | 1420 | 0,19 | 1650 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета (кН) $G_{гр}$ = 9 | | | | | | |
| | 10. Ж/б трубы. | 1540 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик 4046; кран козловой КК−6 | | | | | | |
| 28 | 3. ТГ | 1230 | 0,16 | 1430 | 0,19 | 1610 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 26 %; от 30 до 100 кН − 74 % | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | | | 1380 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДВ-15П; кран козловой КДКК−10 | | | | | | |
| 29 | 3. ТГ | 1430 | 0,14 | 1120 | 0,13 | 1630 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН − 37 %; от 30 до 100 кН − 63 % | | | | | | |
| | 9.Ж/б трубы | | | 1330 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ−151; кран козловой КК-10 | | | | | | |
| 30 | 2. УУК крупно-тонн. | 1290 | 0,195 | 1430 | 0,18 | 1520 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 − 33 %; УУК-30 − 676 %; кран козловой КК-К25/30,5; кран козловой К-30/32 бесконсольный | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | | | 1420 | 0,15 | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |

Таблица 1в

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{год}$, тыс. кН., и коэффициенты прямого варианта $K_{пр}$ и $K_с$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{п\text{-}уб}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{пр}_{год}$ | $K^{пр}_{пр}$ | $G^{от}_{год}$ | $K^{от}_{пр}$ | $G^{с}_{год}$ | $K_с$ | |
| 1 | 1. ТШГ | 1080 | 0,16 | 1320 | 0,15 | 1520 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 7. Пило-материал | | | 1140 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–251; кран козловой ККУ–12,5 | | | | | | |
| 2 | 2. УУК средне-тонн. | 1340 | 0,18 | 1580 | 0,19 | 1330 | 0,25 | 0,4 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 32 %; УУК-6,3 – 68 %; кран стреловой КДЭ–253; кран мостовой, 50 кН, $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| | 7. Пило-материал | 1270 | 0,15 | | | | | 0,6 |
| 3 | 2. УУК крупно-тонн. | 1180 | 0,15 | 1330 | 0,17 | 1440 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 22 %; УУК-30 – 76 %; кран козловой КК-К25/30; кран козловой КК-24/30,5 | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1250 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| 4 | 3. ТГ | 1370 | 0,14 | 1020 | 0,13 | 1530 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 27 %; от 30 до 100 кН – 73 %; кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-12,5 | | | | | | |
| | 9. Ж/б трубы | 1130 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 5 | 2. УУК средне-тонн. | 1120 | 0,13 | 1330 | 0,17 | 1580 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 42 %; УУК-6,3 – 58 %; кран стреловой КЖДЭ–4-25м; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 1670 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| 6 | 3. ТГ | 1260 | 0,17 | 1450 | 0,13 | 1530 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-10 | | | | | | |
| | 10. Ж/б плиты | 1230 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 7 | 2. УУК крупно-тонн. | 1170 | 0,19 | 1370 | 0,16 | 1440 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 29 %; УУК-30 – 81 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой КК-302 | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1470 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| 8 | 3. ТГ | 1260 | 0,11 | 1390 | 0,19 | 1540 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой ККУ-7,5; кран мостовой, 600 кН, $L_{пр}$ = 28 м | | | | | | |
| | 6. Лес круг. навал. | | | 1370 | 0,20 | | | 0,7 |
| 9 | 1. ТШГ | 1030 | 0,19 | 1430 | 0,18 | 1540 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. пакет | | | 1370 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Кран козловой ККУ-10; кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 10 | 3. ТГ | 1060 | 0,16 | 1340 | 0,19 | 1470 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой ККУ-7,5; кран мостовой, 450 кН, $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |

Продолжение табл.1в

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12. Метал. листовой | 1180 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| 11 | 1. ТШГ | 1440 | 0,14 | 1030 | 0,19 | 1510 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр} = 10$ | | | | | | |
| | 7. Уголь камен. | 1360 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик ТО-18 с объёмом ковша 1,5 м$^3$; кран козловой КДКК–10 | | | | | | |
| 12 | 3. ТГ | 1550 | 0,15 | 1240 | 0,17 | 1750 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой ККУ-12,5; кран стреловой КДЭ–161 | | | | | | |
| | 14. Стекло стр. в спец. конт. | | | 1310 | 0,13 | | | 0,7 |
| 13 | 2. УУК крупно-тонн. | 1220 | 0,16 | 1310 | 0,19 | 1590 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 38 %; УУК-30 – 62 %; кран козловой КК-25/30,5; кран козловой К-302 бесконсольный | | | | | | |
| | 9. Металл сортовой | | | 1260 | 0,19 | | | 0,6 |
| 14 | 2. УУК средне-тонн. | 1140 | 0,18 | 1380 | 0,197 | 1540 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 25 %; УУК-6,3 – 75 %; кран стреловой КДВ–15П; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | | | 1420 | 0,18 | | | 0,7 |
| 15 | 3. ТГ | 1230 | 0,14 | 1460 | 0,19 | 1540 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 39 %; от 30 до 100 кН – 61 %; кран козловой ККС-10; кран мостовой, 450 кН, $L_{пр} = 16,5$ м | | | | | | |
| | 7.Уголь камен. | | | 1450 | 0,19 | | | 0,6 |
| 16 | 1. ТШГ | 1170 | 0,16 | 1340 | 0,15 | 1550 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр} = 9,5$ | | | | | | |
| | 5. Лес круг. в пакет. | 1220 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ-161; кран козловой ККС–10 | | | | | | |
| 17 | 3. ТГ | 1140 | 0,17 | 1390 | 0,18 | 1450 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 27 %; от 30 до 100 кН – 73 % | | | | | | |
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | 1380 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ–162; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 18 | 2. УУК сред. тонн. | 1240 | 0,17 | 1430 | 0,16 | 1540 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 25 %; УУК-6,3 – 75 % | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1320 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ-4-25м; кран козловой КК-6 с грейферами с объёмом 2 м$^3$ | | | | | | |
| 19 | 3. ТГ | 1240 | 0,18 | 1490 | 0,18 | 1510 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 14 %; от 30 до 100 кН – 86 %; кран мостовой, 600 кН, $L_{ю} = 25$ м; кран козловой КДКК-10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. в пакет. | | | 1360 | 0,19 | | | 0,6 |
| 20 | 1. ТШГ | 1320 | 0,13 | 1060 | 0,15 | 1440 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр} = 9,5$ | | | | | | |

Продолжение табл.1в

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | 1480 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ–15П; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 21 | 3. ТГ | 1240 | 0,174 | 1440 | 0,19 | 1370 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 32 %; от 30 до 100 кН – 68 %: кран мостовой, 100 кН, $L_{ю}$ = 13,5 м; кран стреловой КДЭ–163 | | | | | | |
| | Пило-матер. | 1340 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| 22 | 1. ТШГ | 1260 | 0,19 | 1040 | 0,17 | 1450 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на подд. | 1360 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–162; автопогрузчик АП-4045м | | | | | | |
| 23 | 2. УУК круп. тонн. | 1460 | 0,17 | 1190 | 0,19 | 1570 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 25 %; УУК-30 – 75 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | | | 1370 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КК–6; кран мостовой, 100 кН, $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| 24 | 1. ТШГ | 1180 | 0,19 | 1460 | 0,18 | 1560 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | 1420 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ–15П; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 25 | 3. ТГ | 1270 | 0,16 | 1440 | 0,19 | 1370 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 24 %; от 30 до 100 кН – 76 % | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | | | 1310 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой ККС–10 | | | | | | |
| 26 | 1. ТШГ | 1300 | 0,16 | 1150 | 0,15 | 1400 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 10.Ж/б плиты | 1370 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КДКК–10; кран стреловой КДЭ–251 | | | | | | |
| 27 | 2. УУК средне-тонн. | 1440 | 0,19 | 1120 | 0,17 | 1540 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 33 %; УУК-6,3 – 67 %; кран стреловой КЖДЭ–4-25м; кран мостовой, 50 кН, $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 1240 | 0,17 | | | 0,6 |
| 28 | 2. УУК крупно-тонн. | 1370 | 0,18 | 1180 | 0,17 | 1440 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 36 %; УУК-30 – 64 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой К-305 бесконсольный | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | | | 1470 | 0,19 | | | 0,6 |
| 29 | 1. ТШГ | 1590 | 0,18 | 1240 | 0,19 | 1690 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 1440 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик 4065м; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 30 | 3. ТГ | 1330 | 0,14 | 1190 | 0,15 | 1470 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 18 %; от 30 до 100 кН – 82 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | | | 1410 | 0,16 | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик АП-4014 с объёмом ковша 1,3 м$^3$; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |

Таблица 1г

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{год}$, тыс. кН., и коэффициенты прямого варианта $K_{пр}$ и $K_с$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{п\text{-}уб}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{пр}_{год}$ | $K^{пр}_{пр}$ | $G^{от}_{год}$ | $K^{от}_{пр}$ | $G^{с}_{год}$ | $K_с$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2. УУК средне-тонн. | 1640 | 0,18 | 1880 | 0,19 | 2100 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 21 %; УУК-6,3 – 79 %; кран стреловой КДЭ–163; кран мостовой, 50 кН, $L_{пр}$ = 13,5 м | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | 1730 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| 2 | 1. ТПГ | 1700 | 0,16 | 1900 | 0,15 | 1800 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 9 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на подд. | | | 1530 | 0,18 | | | 0,7 |
| | | Кран козловой КК-6; автопогрузчик АП-4045м | | | | | | |
| 3 | 3. ТГ | 1730 | 0,19 | 1850 | 0,17 | 1980 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой ККС–10; кран стреловой КЖДЭ–4-25м | | | | | | |
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | 1590 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 4 | 3. ТГ | 1530 | 0,15 | 1990 | 0,19 | 1920 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 38 %; от 30 до 100 кН – 62 %; | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | 1670 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | Тракторные погрузчики на пневмоколёсном ходу ТО-18 с объёмом ковша 1,5 м$^3$; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 5 | 2. УУК сред. тонн. | 1150 | 0,13 | 1830 | 0,17 | 1980 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 42 %; УУК-6,3 – 58 % | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 2170 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик АП-4014; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| 6 | 3. ТГ | 1630 | 0,17 | 1790 | 0,13 | 1940 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран стреловой КДЭ–253; кран козловой ККС-10 | | | | | | |
| | 10. Ж/б плиты | 2330 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| 7 | 2. УУК крупно-тонн. | 1770 | 0,19 | 1990 | 0,18 | 1710 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 21 %; УУК-30 – 791 %; кран козловой КК-25/30,5; кран козловой К-305Н бесконсольный | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 2170 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| 8 | 3. ТГ | 1640 | 0,11 | 1960 | 0,19 | 197 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 22 %; от 30 до 100 кН – 78 %; кран козловой ККС-10; кран мостовой, 600 кН, $L_{пр}$ = 19 м | | | | | | |
| | 6. Лес круг. в пакет. | 160 | 0,20 | | | | | 0,7 |
| 9 | 1. ТПГ | 1430 | 0,19 | 1830 | 0,18 | 1630 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 10 | | | | | | |
| | 5. Лес круг. навалом | 1880 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик 4008; кран стреловой КДЭ-261 | | | | | | |
| 10 | 2. УУК крупно-тонн. | 1870 | 0,18 | 1780 | 0,17 | 1840 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 18 %; УУК-30 – 82 %; кран козловой КК–32; кран козловой КК–305Н бесконсольный | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | 1570 | 0,16 | | | | | 0,6 |
| 11 | 1. ТПГ | 1650 | 0,16 | 1870 | 0,15 | 1930 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 9,5 | | | | | | |

Продолжение табл.1г

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12. Метал. продукция | 1660 | 0,17 | | | | | 0,6 |
| | | Кран мостовой, 100 кН, $L_{пр}$ = 19,5 м; кран стреловой КЖД -4-25м | | | | | | |
| 12 | 3. ТГ оборудование | 1740 | 0,17 | 1920 | 0,18 | 2050 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран мостовой, 600 кН, $L_{тб}$ = 28 м; автопогрузчик АП-4028 | | | | | | |
| | 14.Стекло строит. в спец. конт. | 2010 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 13 | 2. УУК круп. тонн. | 1930 | 0,19 | 1720 | 0,18 | 1990 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 42 %; УУК-30 – 58 % | | | | | | |
| | 9. Металл сортовой | | | 1770 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–251; кран козловой ККУ–7,5 | | | | | | |
| 14 | 3. ТГ | 1630 | 0,16 | 1830 | 0,19 | 1970 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 23 %; от 30 до 100 кН – 77 %; кран мостовой, 450 кН, $L_{пр}$ = 16,5 м; кран стреловой КДЭ-163 | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | 1910 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 15 | 1. ТШГ | 1580 | 0,19 | 1930 | 0,18 | 2010 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | 1770 | 0,198 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик АП-4065м; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 16 | 2. УУК круп. тонн. | 1690 | 0,17 | 1880 | 0,19 | 1770 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 18 %; УУК-30 – 82 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | 1820 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Кран козловой КК–6,3; кран стреловой КДВ-15П | | | | | | |
| 17 | 1. ТШГ | 1640 | 0,17 | 1930 | 0,19 | 1970 | 0,25 | 0,5 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9 | | | | | | |
| | 7. Инерт. строит. | 1920 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик на гусеничном ходу ТО-7 с объёмом ковша 1,25 м$^3$; кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 18 | 3. ТГ | 1990 | 0,18 | 1630 | 0,17 | 1970 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 33 %; от 30 до 100 кН – 67 %; кран мостовой, 600 кН, $L_{пр}$ = 31 м; кран стреловой КДЭ–163 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 2070 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 19 | ТШГ | 1910 | 0,18 | 1710 | 0,17 | 2030 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 14. Стекло строит. в спец. конт. | | | 2150 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–161; автопогрузчик АП-4043 | | | | | | |
| 20 | 2. УУК средне-тонн. | 1720 | 0,18 | 1940 | 0,16 | 2010 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 17 %; УУК-6,3 – 83 %; кран козловой КДКК-10; кран стреловой КДВ-15П | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1720 | 0,17 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 21 | 3. ТГ | 1730 | 0,17 | 1930 | 0,18 | 1870 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 36 %; от 30 до 100 кН – 64 % | | | | | | |
| | 7.Лес круг. в пакетах | | | 2140 | 0,198 | | | 0,7 |
| | | Кран козловой ККУ–12,5; кран стреловой КДЭ–251; | | | | | | |
| 22 | 1. ТШГ | 1940 | 0,16 | 1650 | 0,19 | 2000 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 7. Лес круг. в пакетах | 1920 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран козловой ККС-1, $L_{пр}$ = 32 м с набором сменных захватных приспособлений для круглого леса с грейфером объёмом 4,5 м$^3$; кран козловой ККУ–12,5 | | | | | | |

Продолжение табл.1г

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 3. ТГ | 1930 | 0,19 | 1660 | 0,19 | 1840 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 33 %; от 30 до 100 кН – 67 % | | | | | | |
| | 12. Инерт. строит. | 1920 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Повышенный путь; кран козловой КК-6 с грейфером, объём 2 м$^3$; тракторный погрузчик ТО-1 на гусеничном ход, объём ковша 2,8 м$^3$ | | | | | | |
| 24 | 3. ТГ | 1630 | 0,14 | 1860 | 0,19 | 1940 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 33 %; от 30 до 100 кН – 674 % | | | | | | |
| | 10. Уголь каменный. | 1950 | 0,18 | | | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь, оборудованный козловым краном КДКК-10; кран мостовой, 100 кН, $L_{пр}$ = 16,5 м | | | | | | |
| 25 | 2. УУК сред. тонн. | 1880 | 0,18 | 1660 | 0,197 | 1960 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 19 %; УУК-6,3 – 81 % | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 2010 | 0,18 | | | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-6,3 | | | | | | |
| 26 | ТПГ | 1930 | 0,18 | 1730 | 0,18 | 1970 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 7. Уголь каменный | | | 2060 | 0,17 | | | 0,7 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик ТО-7 на гусенич-ном ходу с объёмом ковша 1,25 м$^3$; кран козловой КДКК–10 | | | | | | |
| 27 | 1. ТПГ | 1790 | 0,18 | 1920 | 0,19 | 1800 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета (кН) $G_{гр}$ = 9 | | | | | | |
| | 6. Ж/б трубы. | 204 | 0,19 | | | | | 0,7 |
| | | Автопогрузчик 4008; кран козловой КК–6 | | | | | | |
| 28 | 3. ТГ | 1730 | 0,16 | 1830 | 0,19 | 2010 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 % | | | | | | |
| | 12. Метал. листовой | | | 1880 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ-163; кран козловой ККС–10 | | | | | | |
| 29 | 3. ТГ | 1930 | 0,14 | 1720 | 0,13 | 2030 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 37 %; от 30 до 100 кН – 63 % | | | | | | |
| | 9.Ж/б трубы | | | 1930 | 0,19 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ–252; кран козловой КК-12,5 | | | | | | |
| 30 | 2. УУК крупно-тонн. | 1990 | 0,195 | 1730 | 0,18 | 2040 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 33 %; УУК-30– 676 %; кран козловой КК-К25/30; кран козловой КК-24/30,5 | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | | | 2030 | 0,15 | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |

Таблица 1д

| № п/п | Род груза | Годовой грузопоток $G_{год}$, тыс. кН., и коэффициенты прямого варианта $K_{пр}$ и $K_с$ | | | | | | Время одной подачи и уборки, $t_{п-уб}$, ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Прибытие | | Отправление | | Сортировка | | |
| | | $G^{пр}_{год}$ | $K^{пр}_{пр}$ | $G^{от}_{год}$ | $K^{от}_{пр}$ | $G^{с}_{год}$ | $K_с$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1. ТГ | 1430 | 0,15 | 1650 | 0,17 | 1370 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 17 %; от 30 до 100 кН – 83 % | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. | 1340 | 0,16 | | | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 2 | 2. УУК средне-тонн. | 1640 | 0,17 | 1260 | 0,18 | 1570 | 0,25 | 0,4 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 15 %; УУК-6,3– 85 %; кран стреловой КЖДЭ–4-25м; кран мостовой, 100 кН и $L_{пр}$ = 16,5 м | | | | | | |
| | 7. Пило-матер. | | | 1170 | 0,12 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 3 | 2. УУК крупн.тонн. | 1580 | 0,16 | 1260 | 0,13 | 1680 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 17 %; УУК-30 – 83 % | | | | | | |
| | 8. Инерт. строит. песок | | | 1480 | 0,15 | | | 0,7 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик с пневмоколёсным ходом ТО-18 с объёмом ковша 1,5 м$^3$; кран козловой КК-6 | | | | | | |
| 4 | 3. ТГ | 1180 | 0,14 | 1370 | 0,13 | 1650 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 24 %; от 30 до 100 кН – 76 % | | | | | | |
| | 9. Ж/б трубы | | | 1430 | 0,17 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДВ–15П; кран козловой ККС-10 | | | | | | |
| 5 | 2. УУК средн.тонн. | 1250 | 0,13 | 1430 | 0,17 | 1580 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 31 %; УУК-6,3– 69 % | | | | | | |
| | 13. Кирп. на под. | | | 1570 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ–4-25м; автопогрузчик АП-4014 | | | | | | |
| 6 | 3. ТГ | 1330 | 0,17 | 1190 | 0,13 | 1540 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 37 %; от 30 до 100 кН – 63 % | | | | | | |
| | 5. Ж/б плиты | | | 1470 | 0,17 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК-10 | | | | | | |
| 7 | 2. УУК крупно-тонн. | 1080 | 0,19 | 1360 | 0,16 | 1470 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 22 %; УУК-30 – 781 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой КК-302 | | | | | | |
| | 12. Инерт. стр.щебень | | | 1360 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 8 | 3. ТГ | 1140 | 0,11 | 1370 | 0,19 | 1430 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 % | | | | | | |
| | 8. Лес круг. навал. | | | 1570 | 0,20 | | | 0,7 |
| | | Кран ККУ-12,5; кран козловой К-305Н бесконсольный | | | | | | |
| 9 | 1. ТШГ | 1340 | 0,19 | 1060 | 0,18 | 1540 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 7. Лес круг. пакет | 1380 | 0,17 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик 4028; кран стреловой КЖДЭ-151 | | | | | | |
| 10 | 3. ТГ | 1170 | 0,16 | 1360 | 0,19 | 1540 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 26 %; от 30 до 100 кН – 74 % | | | | | | |
| | 4. Метал. листовой | | | 1480 | 0,18 | | | 0,7 |
| | | Кран козловой ККС-10; кран мостовой, 100 кН и $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| | 1. ТШГ | 1080 | 0,14 | 1330 | 0,19 | 1510 | 0,25 | 0,25 |

Продолжение табл.1д

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 10 | | | | | | |
| | 10. Уголь камен. | | | 1560 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | Повышенный путь; тракторный погрузчик на гусеничном ходу ТО-1 с объёмом ковша 2,8 м$^3$; кран козловой КДКК–10 | | | | | | |
| 12 | 3. ТГ | 1350 | 0,15 | 1040 | 0,17 | 1550 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 35 %; от 30 до 100 кН – 74 %; кран козловой КК-10; кран стреловой КДЭ–163 | | | | | | |
| | 13. Стекло строит. в спец. конт. | 1450 | 0,13 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 13 | 2. УУК крупно-тонн. | 1360 | 0,16 | 1050 | 0,19 | 1530 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 16 %; УУК-30 – 84 %; кран козловой КК-24/30,5; кран козловой К-302 бесконсольный | | | | | | |
| | 4. Металл сортовой | 1550 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 14 | 2. УУК средне-тонн. | 1240 | 0,18 | 1050 | 0,197 | 1470 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 20 %; УУК-6,3 – 80 %; кран стреловой КЖДЭ-4–25м; кран козловой КК-6,3 | | | | | | |
| | 12. Инерт. стр. песок | 1360 | 0,16 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 15 | 3. ТГ | 1250 | 0,15 | 1430 | 0,18 | 1560 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 39 %; от 30 до 100 кН – 61 %; кран козловой ККУ-12,5; кран мостовой, 600 кН и $L_{пр}$ = 22 м | | | | | | |
| | 10. Уголь камен. | 2150 | 0,19 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 16 | 1. ТШГ | 1390 | 0,17 | 1150 | 0,18 | 1480 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 7. Лес круг. в пакет. | | | 1180 | 0,19 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ-15П; Автопогрузчик 4008 | | | | | | |
| 17 | 3. ТГ | 1440 | 0,16 | 1090 | 0,19 | 1550 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 17 %; от 30 до 100 кН – 83 % | | | | | | |
| | 13. Стекло строит. в спец. конт. | | | 1280 | 0,14 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ–4-25м; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 18 | 2. УУК средн.тонн. | 1550 | 0,16 | 1220 | 0,18 | 1480 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-3 – 16 %; УУК-6,3 – 84 % | | | | | | |
| | 12. Инерт. строит. щебень | | | 1220 | 0,137 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДВ-15П; кран козловой КК-6 с грейферами с объёмом 2 м$^3$ | | | | | | |
| 19 | 3. ТГ | 1270 | 0,13 | 1170 | 0,14 | 1390 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 14 %; от 30 до 100 кН – 86 % | | | | | | |
| | 7. Лес круг. в пакет. | | | 1340 | 0,14 | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик 4008; кран стреловой КЖДЭ-4-25м | | | | | | |
| 20 | 1. ТШГ | 1020 | 0,11 | 1340 | 0,16 | 1470 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{тр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 6. Ж/б, трубы | | | 1880 | 0,20 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 21 | 3. ТГ | 1310 | 0,17 | 1110 | 0,18 | 1470 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 14 %; от 30 до 100 кН – 86 %; кран мостовой, 450 кН, $L_{пр}$ = 16,5 м; кран стреловой КДЭ–251 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 1270 | 0,16 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |

Продолжение табл.1д

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 1. ТШГ | 1310 | 0,14 | 1140 | 0,12 | 1450 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 13. Кирп. на подд. | | | 1390 | 0,14 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ–4-25м; автопогрузчик АП-4043 | | | | | | |
| 23 | 2. УУК крупн.тонн. | 1230 | 0,137 | 1480 | 0,16 | 1550 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 34 %; УУК-30 – 66 % | | | | | | |
| | 14. Сыпуч. грузы в спец. конт. | 1570 | 0,17 | | | | | 0,6 |
| | | Кран козловой КК–6,3; кран мостовой с г.-п. 100 кН и пролётом $L_{пр}$ = 19,5 м | | | | | | |
| 24 | 1. ТШГ | 1040 | 0,15 | 1230 | 0,148 | 1330 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 10 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 1250 | 0,15 | | | 0,6 |
| | | Кран стреловой КДЭ–151; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 25 | 3. ТГ | 1180 | 0,15 | 1380 | 0,16 | 1280 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 14 %; от 30 до 100 кН – 86 %; Кран стреловой КДЭ–163; кран козловой ККС–10 | | | | | | |
| | 4. Метал. листовой | 1350 | 0,15 | | | | | 0,7 |
| | | | | | | | | |
| 26 | 1. ТШГ | 1250 | 0,16 | 1450 | 0,15 | 1550 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета на поддоне (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 5. Ж/б плиты | | | 1370 | 0,17 | | | 0,6 |
| | | Кран козловой ККС–10; кран стреловой КДЭ–253 | | | | | | |
| 27 | 2. УУК средне-тонн. | 1060 | 0,12 | 1360 | 0,15 | 1440 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-5 – 22 %; УУК-6,3 – 78 %; кран стреловой КДЭ–252; кран мостовой, 50 кН и $L_{пр}$ = 16,5 м | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | | | 1370 | 0,14 | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 28 | 2. УУК крупно-тонн. | 1360 | 0,14 | 1080 | 0,13 | 1460 | 0,25 | 0,5 |
| | | Доля контейнеров УУК-24 – 19 %; УУК-30 – 81 %; кран козловой КК-25/30,5; кран козловой К-30-32 | | | | | | |
| | 11. Кирп. на под. | 1260 | 0,16 | | | | | 0,6 |
| | | | | | | | | |
| 29 | 1. ТШГ | 1350 | 0,15 | 1080 | 0,14 | 1540 | 0,25 | 0,25 |
| | | Вес пакета (кН) $G_{гр}$ = 9,5 | | | | | | |
| | 9. Пило-материалы | 1350 | 0,15 | | | | | 0,6 |
| | | Автопогрузчик 4063; кран козловой КК–6,3 | | | | | | |
| 30 | 3. ТГ | 1280 | 0,17 | 14690 | 0,19 | 1550 | 0,25 | 0,6 |
| | | Доля грузов от 5 до 30 кН – 18 %; от 30 до 100 кН – 82 % | | | | | | |
| | 5. Ж/б плиты | | | 1380 | 0,196 | | | 0,7 |
| | | Кран стреловой КЖДЭ-4-25м;кран козловой КК–6,3 | | | | | | |

## 2. Содержание курсовой работы

Введение (о роли транспортно-грузовой системы в отрасли и перспективы развития транспортно-грузовой системы).

1. Рассчитать суточные грузопотоки, вагонопотоки, контейнеропотоки и объём грузопереработки погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ).

2. Выбрать грузозахватные (автоматические или полуавтоматические) устройства и вычертить их схемы в пояснительной записке.

3. Рассчитать период (цикл) и эксплуатационную производительность ПРМ.

4. Вычислить потребное количество ПРМ для детерминированного режима работы для каждого варианта.

5. Выбрать тип склада и рассчитать его потребную площадь для двух сравниваемых вариантов.

6. Определить линейные размеры склада и длину погрузочно-разгрузочных фронтов. Вычертить в пояснительной записке планы и поперечные разрезы складов для обоих вариантов.

7. Рассчитать время простоя вагонов под грузовыми операциями для каждого варианта.

8. Дать описание технологии погрузочно-разгрузочных работ для каждого варианта (привести из литературы описание технологических процессов и особенности транспортировки заданного груза).

9. Рассчитать технико-экономические показатели механизации погрузочно-разгрузочных работ по двум вариантам ПРМ и выбрать лучший из них. Привести расчёты заданных грузов и сравнить предлагаемые технологии погрузочно-разгрузочных работ. Свести результаты расчётов в таблицу указанного образца.

10. Построить суточный план-график работы рационального варианта грузового пункта.

Заключение (сделать выводы по выполненной работе).

Литература

**3. Содержание графической части**

3.1. На формате А4 миллиметровой бумаги выполнить графики циклов рассматриваемых погрузочно-разгрузочных средств согласно полученным расчетам в п.3 пояснительной записки. В том случае, если в комплексе используется несколько механизмов, то на лист выносится сводный график.

3.2. На формате А4 миллиметровки выполнить суточный план-график работы рассматриваемых погрузочно-разгрузочных машин, согласно полученных расчётов в п.7 пояснительной записки.

Оформление пояснительной записки и графической части производится в соответствии с требованиями, предъявляемыми на кафедре.

Руководитель курсовой работы _____
Задание выдано « ____» « _____» 201_ г.

# ГЛОССАРИЙ

**Транспортно-грузовые системы** – комплекс складских сооружений, погрузочно-разгрузочных машин и других устройств, предназначенных для выполнения грузовых операций с вагонами, автомобилями и другими транспортными средствами; хранения груза и внутрискладских операций (взвешивание, комплектование, сортировка, формирование пакетов и др.).

**Машины прерывного действия (МПД)** - машины (установки) грузонесущий орган которого перемещает груз поштучно или порциями, периодически останавливаясь для захвата и освобождения груза.

**Машины непрерывного действия (МНПД)** - машины (установки) грузонесущий орган которого перемещает груз преимущественно непрерывным потоком, не останавливаясь для захвата и освобождения груза.

**Механические погрузчики** – самоходные погрузочно-разгрузочные машины на колёсном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя, с питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю либо с приводом от двигателя внутреннего сгорания.

**Краны** (козловые, мостовые, стреловые) – машины, предназначенные для погрузки-выгрузки грузов различных конфигураций и наименований.

**Рабочий цикл (период)** – время от захвата груза до его следующего захвата.

**Спредер** – устройство, предназначенное для застропки (захвата) и отстропки (освобождения) крупнотоннажного контейнера.

**Автостроп** – устройство, предназначенное для застропки (захвата) и отстропки (освобождения) среднетоннажного контейнера.

**Конвейер** - транспортирующая машина, предназначенная для перемещения груза в горизонтальном и наклоном направлении.

**Элеватор** - транспортирующая машина, предназначенная для перемещения груза в вертикальном или почти вертикальном направлении.

**Специальные устройства и установки,** которые используются при разгрузке и загрузке грузов на подвижной состав.

**Пневматические установки** – установки напорного и всасывающего действия, где груз перемещается давлением воздуха.

**Гидравлические установки самотечные** - груз перемещается водой, и напорного действия.

**Склады** – комплекс производственных зданий, инженерных сооружений, подъёмно-транспортных машин и оборудования, вычислительной техники, средств управления и контроля за выполнением работ, предназначенный для приемки, размещения и хранения поступивших товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

**Транспортно-складской комплекс (ТСК)** – современный крупный механизированный грузовой район со значительным объемом работы.

**Грузовой район (ГР)** – совокупность нескольких грузовых пунктов на одной территории с ограждением и КПП.

**Грузовые операции** - погрузка (налив) в вагон, автомобиль, судно, выгрузка (слив) из вагона, автомобиля, судна грузов и сортировка транзитных грузов, а также перегрузка грузов, т. е. перевалка грузов с одного вида транспорта на другой.

**Тара** (*англ.* – container) – это ёмкость, оболочка, в которой размещается готовая продукция, т. е. сырьё и полуфабрикаты, с целью обеспечения сохранной перевозки грузов.

**Тарно-упаковочный груз** – груз, упакованный в виде мешков, пакетов, коробок и др. Тарно-штучные грузы (ТШГ) – это в основном наиболее ценные и наиболее используемые в народном хозяйстве грузы, перевозимые на железнодорожном и автомобильном транспорте.

**Транспортный пакет** (*англ.* – packaging transport) – укрупнённое грузовое место, сформированное из отдельных мест гру-

за в таре (например, в ящиках, мешках, бочках, специализированных контейнерах) или без тары, скреплённых между собой с помощью универсальных специальных разового использования или многооборотных пакетирующих средств, на поддонах или без них.

**Поддон** – плоская (или с верхней надстройкой) площадка, предназначенная для формирования из мелких грузов транспортного пакета.

**Паллет -** товар, уложенный на поддон.

**Контейнер** (англ. *container* – тара, ёмкость, вместилище) – это стандартная многооборотная транспортная тара.

**Тяжеловесный груз -** штучные грузы без тары весом одного места более 5 кН.

**Насыпной груз** (*англ.* – cargoes embankments) – груз перевозимый насыпью в кузовах транспортных средств и хранящийся в штабелях или бункерах (силосах) без тары.

**Бункер -** вместилище для бестарного хранения насыпных и кусковых грузов, оборудованное питателями и затворами.

**Грейфер ковшовый -** грузозахватное приспособление для переработки насыпных грузов кранами.

**Нефтебаза** – комплекс сооружений, служащих для приёма, хранения и отпуска значительного количества наименований и сортов нефтепродуктов.

**Нефтесклад** – склад или хранилища, входящие в состав предприятий и транспортных организаций.

**Грузопоток** – количество грузов, перевезённых отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период.

**Контейнеропоток** – перевозка грузов в контейнерах отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период.

**Вагонопоток** – перевозка грузов в вагонах отдельными видами транспорта в определённом направлении от пункта отправления до пункта назначения за определённый период.

**Подача вагонов** – подача вагонов на подъездные пути грузового пункта (маневровая операция).

**Вес груза в подаче** – вес всех подаваемых под погрузку (выгрузку) на ГП грузов.

**Количество вагонов в подаче** – число одновременно подаваемых маневровым локомотивом вагонов под погрузку (выгрузку) на ГП.

**Техническая производительность** – количество груза, которое может переработать машина за один час непрерывной работы при рациональной ее организации и наиболее эффективном использовании машин, устройств и механизмов в конкретных условиях.

**Эксплуатационная производительность** – количество груза, перерабатываемого за один час с учётом технологических и организационных перерывов (подача-уборка вагонов, перестановка машин, подготовительные операции и т. д.).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
## BIBLIOGRAPHICAL LIST

*Основная литература:*

1. *Даусеитов Е.Б.* Технические средства и технология погрузочно-разгрузочных и складских работ: Учеб. пособие. – Алматы: КазАТК, 2009. – 306 с.

2. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / *А. А. Тимошин, И. И.* Мачульский и др. – М.: Транспорт, 2003. – 400 с.

3. Типовой технологический процесс работы грузовой станции в условиях функционирования автоматизированной системы управления. – М.: Транспорт, 1998 . – 144 с.

4. Технология работы механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операции. – М.: Транспорт, 2000. – 183 с.

5. Гриневич Г. П. Комплексно-механизированные и автоматизированные склады на транспорте. – М.: Транспорт, 1987. – 296 с.

*Дополнительная литература:*

1. *Мачульский И. И.* Погрузочно-разгрузочные машины: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Желдориздат, 2000, – 474 с.

2. Контейнерно-транспортные системы для насыпных грузов: Учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / *Г. М. Третьяков, В. С. Горюшинский, А. В. Ковтунов* и др.; Под ред. *Г. М. Третьякова*. – М.: Маршрут, 2003. – 323 с.

3. Транспортные средства для доставки сыпучих грузов: Учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / Г. М. Третьяков, *В. С. Горюшинский, А. В. Ковтунов* и др.; Под общ. ред. Е. П. Дудкина. – М.: Маршрут, 2004. – 296 с.

4. Жүктерді тасымалдау ережелері. Правила перевозок грузов. – Алматы: Медиа Транспорт, 2005. – 516 с.

5. Правила перевозок грузов на железнодорожном транспорте. – М.: Юртранс, 2001. – Кн. 1. – 559 с.

6. *Игнатов А. П.* Погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте: Учеб. для техникумов ж.-д. транспорта. – М.: УМК МПС России, 2002. – 384 с.

7. Контейнерная транспортная система / Под ред. *Л. А. Когана*. – М.: Транспорт, 1991. – 253 с.

8. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов / *А. А. Смехов, В. В. Повороженко, А. Т. Дерибас и др.;* Под ред. *А. А. Смехова*. – М.: Транспорт, 1990. – 351 с.

9. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами: Справочник / Под ред. *Д. С. Плюхина*. – М.: Транспорт, 1989. – 303 с.

10. Погрузчики: Справочник / Под. ред. *Г. П. Ефимова*. – М.: Транспорт, 1989. – 240 с.

11. htpp://www.railways.kz.

12. htpp://www.rzd.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……..... 3
Предисловие …… 8
1. Техника транспортно-грузовых систем на транспорте ……..... 11
1.1. Погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте и их классификация ……. 11
1.2. Склады, грузовые пункты и транспортно-складские комплексы ……..... 23
1.3. Виды операции. Уровни механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ. … 27
1.4. Структура выполняющих погрузочно-разгрузочных работ, задачи и способы организации работ в современных условиях ..... 29
2. Техника и технология переработки тарно-штучных грузов……..... 31
2.1. Характеристика тарно-штучных грузов…….. 31
2.2. Способы пакетирования тарно-штучных грузов и их эффективность Виды поддонов ……..... 34
2.3. Расчёт потребного парка поддонов …..... 42
2.4. Склады, технологические схемы и технология переработки тарно-штучных грузов …….. 43
2.5. Способы хранения тарно-штучных грузов …… 48
2.6. Современный склад. Автоматизированные склады для ТШГ……..... 51
2.7. Перспективные направления развития перевозок тарно-штучных грузов …..... 59
3. Техника и технология переработки контейнеров..... 61
3.1. Характеристика универсальных и специализированных контейнров……..... 61
3.2. Показатели эффективности контейнерных способов перевозок……..... 74
3.3. Технологические схемы и технология переработки контейнеров …..... 75
3.4. Контейнерные пункты и организация их работы ..... 81

3.5. Основные направления совершенствования техники и технологии переработки контейнеров…….. 92
4. Техника и технология тяжеловесных грузов……..... 94
4.1. Характеристика тяжеловесных грузов…… 94
4.2. Техника механизации и грузозахватные приспособления для переработки тяжеловесных грузов …… 96
4.3. Склады и технология переработки тяжеловесных грузов……..... 101
4.4. Технология погрузки-выгрузки тяжеловесных и длинномерных грузов……..... 103
5. Техника и технология переработки насыпных грузов… 106
5.1. Характеристика насыпных грузов ……..... 106
5.2. Технология погрузки насыпных грузов в крытые вагоны и открытый подвижной состав……. 108
5.3. Технология выгрузки насыпных грузов из крытых вагонов и открытого подвижного состава……. 119
5.4. Профилактические меры против смерзаемости насыпных грузов ..... 135
5.5. Технология восстановления сыпучести смёрзшихся грузов при выгрузке ……..... 138
5.6. Технология очистки вагонов от остатков насыпных грузов……..... 143
6. Техника и технология переработки зерновых грузов … 148
6.1. Характеристика зерновых грузов, особенности их хранения и перевозки ..... 148
6.2. Склады для зерновых грузов ……... 150
6.3. Технология погрузки зерновых грузов в крытые и специализированные вагоны-зерновозы…… 159
6.4. Технология выгрузки зерновых грузов из крытых и специализированных вагонов-зерновозов…… 161
7. Техника и технология переработки лесных грузов ..... 163
7.1. Характеристика лесных грузов……..... 163
7.2. Техника механизации и грузозахватные приспособления для лесных грузов ……..... 166
7.3. Способы пакетирования лесных грузов …… 169
7.4. Склады для лесных грузов……..... 174
7.5. Технология погрузки и выгрузки лесных грузов… 180
7.6. Дальнейшее развитие и совершенствование

пакетных перевозок лесных грузов…… 183
8. Техника и технология переработки наливных грузов … 185
8.1. Характеристики наливных грузов……... 185
8.2. Подвижной состав и подготовка его под налив… 189
8.3. Пункты налива и слива наливных грузов и их техническая оснащенность……..... 193
8.4. Технология налива и слива наливных грузов…… 198
8.5. Способы ускорения слива высоковязких и застывающих наливных грузов……..... 204
9. Техническая оснащенность и технология выполнения погрузочно-выгрузочных работ на грузовом пункте ……..... 209
9.1. Методы расчёта потребности и технической оснащённости грузовых пунктов ……..... 209
9.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности механизации транспортно-грузовой системы ..... 278
10. Материалы для проведения практических занятий..... 299
11. Пример расчёта технической оснащенности контейнерной площадки для крупнотоннажных контейнеров ……..... 366
12. Перечень вопросов подготовке к экзамену и к защите курсовой работы ..... 393
Приложение 1. Задания курсовой работы и образец оформления для её выполнения …… 400
Глоссарий ……..... 419
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ..... 423

Учебное издание

Ерген Балгаевич Даусеитов

# ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

Учебное пособие

Нач. ОППНП РУ ДСО *З. А. Губайдулина*
Редактор *Г. М. Дюсенбаева*
Компьютерная верстка *С. Е. Орысбекова*

Подписано в печать 12.08.2016 г.
Тираж 300 экз. Формат 60x84x1/16. Бумага типогр.№1.
Уч.-изд.л. 27. Усл. п.л .25. Заказ №766 Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева
Департамент по связям с общественностью КазНИТУ
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-228-996-1

