

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»

ПРОИЗВОДСТВО  
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ.  
ТЕРМИНАЛЫ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования  
по специальности «Организация перевозок и управление на автомобильном  
и городском транспорте»*

Гомель 2014

УДК 621.86.06:656.135  
ББК 39.18  
П80

А в т о р ы: **Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей, В. Н. Кирик**

Р е ц е н з е н т ы: ученый секретарь БелНИИТ «Транстехника» канд. техн. наук *С. Б. Соболевский*; заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения Белорусского национального технического университета (БНТУ), филиала БНТУ «Научно-исследовательская часть» канд. техн. наук, доцент *Д. В. Канский*.

**Производство** погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы :  
П80 учеб. пособие / Н. П. Берлин [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь,  
Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.  
ISBN 978-985-554-350-4

Приведены классификации, схемы, основные эксплуатационно-технические показатели подъемно-транспортных машин, схемы и технология механизированной перегрузки грузов с участием различных видов транспорта, методы проектирования и оценки экономической эффективности механизированных и автоматизированных складов, нормирование перегрузочных работ, организация работ по обеспечению сохранности грузов и подвижного состава.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», а также для слушателей Института повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов транспортного комплекса Республики Беларусь.

УДК 621.86.06:656.135  
ББК 39.18

ISBN 978-985-554-350-4

© Оформление. УО «БелГУТ», 2014

## **ВВЕДЕНИЕ**

---

**О**дним из важных направлений развития транспорта является повышение производительности труда и снижение потребности в рабочей силе за счет внедрения комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ, обеспечивающих выход на передовые рубежи научно-технического прогресса.

Исключительна роль транспортно-грузовых комплексов в создании национальной логистической системы, увеличении объема экспорта транспортных услуг, сокращении транспортных издержек. Исходя из этого, специалисты по организации перевозок на автомобильном транспорте *должны знать*:

- устройство, принцип действия, область применения и технико-эксплуатационные характеристики современных погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ);

- устройство, назначение и характеристики складов;
- технологические схемы механизированной перегрузки грузов (ТСМПГ);
- технологию погрузочно-разгрузочных работ (ТПРР);
- методы расчета технической оснащенности грузовых фронтов.

*Должны уметь*:

- выполнить анализ работы существующих схем и дать предложения по их совершенствованию;

- разработать и на основе технико-экономических расчетов выбрать схему механизированной перегрузки грузов, которая обеспечивает минимальную себестоимость переработки и максимальную рентабельность;

- оценить влияние ТПРР на качественные показатели использования подвижного состава;

- выбрать ТПРР, оказывающие наименьшее вредное воздействие на окружающую среду;

- принимать решения, которые обеспечивают соблюдение условий охраны труда и безопасности перевозочного процесса.



## **2 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

### **2.1 Классификация**

**С**овременные подъемно-транспортные машины характеризуются широким многообразием, определяемым характером перемещения груза, числом степеней свободы движения, типом грузонесущего и грузозахватного органов, предельным значением грузоподъемности и скоростей движения рабочих органов, типом привода, перемещающего рабочие органы, характером преимущественных функций подъема (опускания) или транспортирования груза и другим признакам.

**Машины и устройства, применяемые на погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных операциях, по характеру перемещения груза** подразделяются на две группы:

1) непрерывного действия – машины, рабочий орган которых (лента, канат, винт, скребок, лоток и др.) движется непрерывно, не останавливаясь для приема и отдачи груза, и перемещает груз к месту назначения непрерывным потоком;

2) периодического (циклического) действия – машины, у которых грузозахватный орган (крюк, ковш, полуавтоматический и автоматический захват и др.) переносит груз отдельными порциями и после каждого перемещения порции груза возвращается обратно порожним.

Классификация по характеру движения рабочих органов позволяет систематизировать расчеты технико-эксплуатационных показателей.

В зависимости от назначения машины и устройства разделяются:

1) на специальные – предназначены для выполнения операций только с определенными грузами;

2) универсальные – предназначены для выполнения операций с различными грузами.

Такая группировка позволяет обобщить опыт применения и упрощает выбор машин в зависимости от рода груза.

По *траектории перемещения* машины делятся на перемещающие грузы:

– в горизонтальной или близкой к ней наклонной плоскости;

– в вертикальной или близкой к ней наклонной плоскости;  
 – в произвольном направлении.

Машины, перемещающие грузы в горизонтальной плоскости, – транспортирующие, в вертикальной – грузоподъемные.

В зависимости от наличия ходового устройства машины бывают:

- стационарные;
- передвижные (самоходные, несамоходные).

В зависимости от типа силовой установки привода различают машины:

- с электроприводом (переменного и постоянного тока);
- двигателем внутреннего сгорания (карбюраторный, дизельный);
- гидро- и пневмоприводом.

В эксплуатационном отношении подъемно-транспортные машины классифицируются по группам перемещаемых грузов и характеру выполняемых операций:

- штучные грузы;
- тяжеловесные;
- длинномерные;
- сыпучие;
- контейнерные;
- лесные и др.

Внутри каждой группы машины можно классифицировать по грузоподъемности, высоте подъема груза, а также по ряду других эксплуатационных, технических и конструктивных признаков.

Классификация подъемно-транспортных машин и устройств приведена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Классификация подъемно-транспортных машин и устройств

## 2.2 Техничко-эксплуатационные показатели

При разработке и выборе схем механизированной перегрузки грузов необходимо учитывать следующие **показатели машин**:

- эксплуатационные (производительность, энергоемкость, материалоемкость, трудоемкость, область применения);
- надежность;
- степень технологичности;
- уровень стандартизации;
- патентно-правовые;
- эргономические;
- эстетические;
- экологические;
- безопасности;
- экономические (эксплуатационные расходы, капитальные вложения, себестоимость переработки груза).

Важнейший комплексный показатель подъемно-транспортных машин – это теоретическая (расчетная), техническая и эксплуатационная **п р о и з в о д и т е л ь н о с т ь**.

*Теоретическая* производительность – это количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы при номинальной (расчетной) загрузке и использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Техническая* производительность – количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы с максимальной загрузкой при использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Эксплуатационная* производительность – количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за единицу времени при правильной организации труда, использовании передовых методов и на определенном рабочем месте.

**Э н е р г о е м к о с т ь** машины характеризуется удельным расходом энергии, затрачиваемой на переработку единицы груза, и определяется как отношение расхода энергии к объему груза (т, шт., м<sup>3</sup>), перерабатываемого за определенный промежуток времени.

**М е т а л л о е м к о с т ь** (м а т е р и а л о е м к о с т ь) машины или установки характеризуется массой материалов, затраченных на ее изготовление в тоннах, отнесенных к производительности машины (т/ч) или номинальной грузоподъемности (т).

**Т р у д о е м к о с т ь** определяется как отношение общего количества человек, обслуживающих машину, к эксплуатационной производительности данной машины (т/ч).

**Область применения** – технические возможности использования машины в узкоспециализированных условиях по роду груза и месту его переработки или возможность универсального или специального применения.

**Надежность машин.** Надежностью машины называется ее свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

**Степень технологичности** – показатель, характеризующий эффективность конструктивно-технологических решений с точки зрения обеспечения высокой производительности труда при обслуживании и ремонте машины.

**Показатели стандартизации и унификации.** Эти показатели характеризуют уровень использования в продукции стандартных, унифицированных и оригинальных составных частей, а также уровень унификации с другими изделиями.

*Стандартными* являются составные части изделия, выпускаемые по государственному стандарту.

*Унифицированными* называются составные части изделия, выпускаемые по стандартам предприятия и используемые хотя бы в двух различных изделиях.

*Оригинальными* являются составные части изделия, разрабатываемые только для данного изделия.

**Патентно-правовые** показатели характеризуют патентную защиту и патентную чистоту продукции. Показатели патентной защиты характеризуют защиту продукции авторскими свидетельствами в стране и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения. Они позволяют судить о воплощении в продукции отечественных технических решений, признанных изобретениями в стране и за рубежом.

**Эргономические** показатели характеризуют систему «человек – машина – среда» и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах. Эргономика (от греческого *ergon* – работа, *nomos* – закон) – научная дисциплина, комплексно изучающая характеристики человека, изделия и среды, проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия, систему «человек – машина – среда», ее функционирование и методы оптимизации с учетом возможностей человека и особенностей машин и среды.

*Гигиенические* показатели характеризуют соответствие изделия гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при взаимодействии его с изделием и определяют уровни температуры, влажности, атмо-



сферного давления, освещенности, запыленности, токсичности, шума, вибрации, перегрузок, напряженности магнитного и электрического полей, излучения.

*Антропометрические* показатели определяют соответствие рабочих мест форме, размерам и массе тела человека, взаимодействующего с машиной. Антропометрические данные используются для рационального устройства рабочих мест.

*Физиологические и психофизиологические* показатели характеризуют соответствие изделия силовым, скоростным, зрительным, слуховым и осязательным возможностям человека.

*Психологические* показатели характеризуют соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации и возможностям закрепления вновь формируемых или уже приобретенных навыков работы.

Совокупность определенных условий труда в системе «человек – машина – среда» определяет уровень комфорта – комплексный показатель, качественная оценка которого имеет четыре градации: зона высокого комфорта, комфортная, некомфортная и невыносимая зона.

Высокие эргономические показатели обеспечивают не только культуру и охрану труда, но и резко влияют на повышение производительности труда и надежность работы машин.

*Эстетические* показатели характеризуют эстетические свойства машин: информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида продукции. Эстетическими показателями являются художественное своеобразие формы, функционально-техническая целесообразность художественного решения, графическое и цветовое решение конструкции, тщательность покрытий и отделки, четкость исполнения фирменных знаков и т. д.

Оценка эстетических показателей качества продукции производится экспертными методами.

Эстетический уровень качества продукции часто *оценивают по пятибалльной системе*: балл 5 установлен для лучших мировых образцов на уровне перспективных показателей качества, 4 – для лучших мировых образцов, 3 – для лучших национальных образцов, 2 – для уровня внутреннего рынка, 1 – для уровня ниже требований внутреннего рынка.

*Экологические* показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при использовании машин. Охрана окружающей природной среды обеспечивается системой мероприятий, которые определяются государственными стандартами в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, а также рекомендациями, правилами, нормами и стандартами международных организаций. Эти мероприятия обеспечивают поддержание рационального взаимодействия человека с окружающей природной средой, а также предупреж-

дение прямого и вредного косвенного влияния на природу результатов использования машин.

Учет экологических показателей должен обеспечить ограничение концентрации вредных веществ в окружающей среде, сохранение и рациональное использование биологических ресурсов, поддержание в благоприятном состоянии условий обитания диких животных и возможность их воспроизводства, сохранение генофонда растительного и животного мира.

Необходимость учета экологических показателей при оценке качества машин основывается на анализе процесса их использования с целью выявления возможности механических, акустических, тепловых, химических, радиационных, биологических и других вредных воздействий на окружающую природную среду.

Показатели безопасности характеризуют особенности, обуславливающие безопасность человека при эксплуатации машин. Безопасность человека обеспечивается при использовании, хранении, транспортировании, монтаже, обслуживании и ремонте машин от механических, акустических, тепловых, электрических, химических воздействий, от радиоактивных излучений и т. д. в нормальных условиях и при возникновении аварийных ситуаций в зоне возможной опасности. Мероприятия в этой области определяются системой государственных стандартов по безопасности труда, правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, а также правилами и нормами международных организаций. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов содержат обязательные нормы, которым должны удовлетворять грузоподъемные краны, а также требования по их установке и обеспечению безопасности при эксплуатации. Аналогичные правила имеются для лифтов, эскалаторов, пассажирских подвесных канатных дорог и др.

Экономические показатели – это капитальные вложения, удельные капитальные вложения, эксплуатационные расходы, себестоимость переработки груза.

*Капитальные вложения* – расходы на создание системы, обеспечивающей выполнение необходимых технологических операций по погрузке, выгрузке транспортных средств, хранению и перемещению груза в складе.

*Эксплуатационные расходы* – расходы по содержанию и обеспечению функционирования всего комплекса устройств, занятого выполнением погрузочно-разгрузочных и складских работ с одним или несколькими родами груза.

*Удельные капитальные вложения* – капитальные вложения, отнесенные на единицу перегружаемого груза.

*Себестоимость переработки груза* – совокупность всех эксплуатационных расходов, приходящихся на единицу перегружаемого груза.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ 2 ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

---

### **2.1 Классификация**

**С**овременные подъемно-транспортные машины характеризуются широким многообразием, определяемым характером перемещения груза, числом степеней свободы движения, типом грузонесущего и грузозахватного органов, предельным значением грузоподъемности и скоростей движения рабочих органов, типом привода, перемещающего рабочие органы, характером преимущественных функций подъема (опускания) или транспортирования груза и другим признакам.

**Машины и устройства, применяемые на погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных операциях, по характеру перемещения груза** подразделяются на две группы:

1) непрерывного действия – машины, рабочий орган которых (лента, канат, винт, скребок, лоток и др.) движется непрерывно, не останавливаясь для приема и отдачи груза, и перемещает груз к месту назначения непрерывным потоком;

2) периодического (циклического) действия – машины, у которых грузозахватный орган (крюк, ковш, полуавтоматический и автоматический захват и др.) переносит груз отдельными порциями и после каждого перемещения порции груза возвращается обратно порожним.

Классификация по характеру движения рабочих органов позволяет систематизировать расчеты технико-эксплуатационных показателей.

В зависимости от назначения машины и устройства разделяются:

1) на специальные – предназначены для выполнения операций только с определенными грузами;

2) универсальные – предназначены для выполнения операций с различными грузами.

Такая группировка позволяет обобщить опыт применения и упрощает выбор машин в зависимости от рода груза.

По *траектории перемещения* машины делятся на перемещающие грузы:

– в горизонтальной или близкой к ней наклонной плоскости;

– в вертикальной или близкой к ней наклонной плоскости;  
 – в произвольном направлении.  
 Машины, перемещающие грузы в горизонтальной плоскости, – транспортные, в вертикальной – грузоподъемные.

В зависимости от наличия ходового устройства машины бывают:

- стационарные;
- передвижные (самоходные, несамоходные).

В зависимости от типа силовой установки привода различают машины:

- с электроприводом (переменного и постоянного тока);
- двигателем внутреннего сгорания (карбюраторный, дизельный);
- гидро- и пневмоприводом.

В эксплуатационном отношении подъемно-транспортные машины классифицируются по группам перемещаемых грузов и характеру выполняемых операций:

- штучные грузы;
- тяжеловесные;
- длинномерные;
- сыпучие;
- контейнерные;
- лесные и др.

Внутри каждой группы машины можно классифицировать по грузоподъемности, высоте подъема груза, а также по ряду других эксплуатационных, технических и конструктивных признаков.

Классификация подъемно-транспортных машин и устройств приведена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Классификация подъемно-транспортных машин и устройств

## 2.2 Техничко-эксплуатационные показатели

При разработке и выборе схем механизированной перегрузки грузов необходимо учитывать следующие **показатели машин**:

- эксплуатационные (производительность, энергоемкость, материалоемкость, трудоемкость, область применения);
- надежность;
- степень технологичности;
- уровень стандартизации;
- патентно-правовые;
- эргономические;
- эстетические;
- экологические;
- безопасности;
- экономические (эксплуатационные расходы, капитальные вложения, себестоимость переработки груза).

Важнейший комплексный показатель подъемно-транспортных машин – это теоретическая (расчетная), техническая и эксплуатационная **п р о и з в о д и т е л ь н о с т ь**.

*Теоретическая* производительность – это количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы при номинальной (расчетной) загрузке и использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Техническая* производительность – количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы с максимальной загрузкой при использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Эксплуатационная* производительность – количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт. и др.), которое может переместить машина за единицу времени при правильной организации труда, использовании передовых методов и на определенном рабочем месте.

**Э н е р г о е м к о с т ь** машины характеризуется удельным расходом энергии, затрачиваемой на переработку единицы груза, и определяется как отношение расхода энергии к объему груза (т, шт., м<sup>3</sup>), перерабатываемого за определенный промежуток времени.

**М е т а л л о е м к о с т ь** (м а т е р и а л о е м к о с т ь) машины или установки характеризуется массой материалов, затраченных на ее изготовление в тоннах, отнесенных к производительности машины (т/ч) или номинальной грузоподъемности (т).

**Т р у д о е м к о с т ь** определяется как отношение общего количества человек, обслуживающих машину, к эксплуатационной производительности данной машины (т/ч).

**Область применения** – технические возможности использования машины в узкоспециализированных условиях по роду груза и месту его переработки или возможность универсального или специального применения.

**Надежность машин.** Надежностью машины называется ее свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

**Степень технологичности** – показатель, характеризующий эффективность конструктивно-технологических решений с точки зрения обеспечения высокой производительности труда при обслуживании и ремонте машины.

**Показатели стандартизации и унификации.** Эти показатели характеризуют уровень использования в продукции стандартных, унифицированных и оригинальных составных частей, а также уровень унификации с другими изделиями.

*Стандартными* являются составные части изделия, выпускаемые по государственным стандартам.

*Унифицированными* называются составные части изделия, выпускаемые по стандартам предприятия и используемые хотя бы в двух различных изделиях.

*Оригинальными* являются составные части изделия, разрабатываемые только для данного изделия.

**Патентно-правовые** показатели характеризуют патентную защиту и патентную чистоту продукции. Показатели патентной защиты характеризуют защиту продукции авторскими свидетельствами в стране и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения. Они позволяют судить о воплощении в продукции отечественных технических решений, признанных изобретениями в стране и за рубежом.

**Эргономические** показатели характеризуют систему «человек – машина – среда» и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах. Эргономика (от греческого *ergon* – работа, *nomos* – закон) – научная дисциплина, комплексно изучающая характеристики человека, изделия и среды, проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия, систему «человек – машина – среда», ее функционирование и методы оптимизации с учетом возможностей человека и особенностей машин и среды.

**Гигиенические** показатели характеризуют соответствие изделия гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при взаимодействии его с изделием и определяют уровни температуры, влажности, атмо-

сферного давления, освещенности, запыленности, токсичности, шума, вибрации, перегрузок, напряженности магнитного и электрического полей, излучения.

*Антропометрические* показатели определяют соответствие рабочих мест форме, размерам и массе тела человека, взаимодействующего с машиной. Антропометрические данные используются для рационального устройства рабочих мест.

*Физиологические и психофизиологические* показатели характеризуют соответствие изделия силовым, скоростным, зрительным, слуховым и осязательным возможностям человека.

*Психологические* показатели характеризуют соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации и возможностям закрепления вновь формируемых или уже приобретенных навыков работы.

Совокупность определенных условий труда в системе «человек – машина – среда» определяет уровень комфорта – комплексный показатель, качественная оценка которого имеет четыре градации: зона высокого комфорта, комфортная, некомфортная и невыносимая зона.

Высокие эргономические показатели обеспечивают не только культуру и охрану труда, но и резко влияют на повышение производительности труда и надежность работы машин.

*Эстетические* показатели характеризуют эстетические свойства машин: информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида продукции. Эстетическими показателями являются художественное своеобразие формы, функционально-техническая целесообразность художественного решения, графическое и цветовое решение конструкции, тщательность покрытий и отделки, четкость исполнения фирменных знаков и т. д.

Оценка эстетических показателей качества продукции производится экспертными методами.

Эстетический уровень качества продукции часто *оценивают по пятибалльной системе*: балл 5 установлен для лучших мировых образцов на уровне перспективных показателей качества, 4 – для лучших мировых образцов, 3 – для лучших национальных образцов, 2 – для уровня внутреннего рынка, 1 – для уровня ниже требований внутреннего рынка.

*Экологические* показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при использовании машин. Охрана окружающей природной среды обеспечивается системой мероприятий, которые определяются государственными стандартами в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, а также рекомендациями, правилами, нормами и стандартами международных организаций. Эти мероприятия обеспечивают поддержание рационального взаимодействия человека с окружающей природной средой, а также предупреж-

дение прямого и вредного косвенного влияния на природу результатов использования машин.

Учет экологических показателей должен обеспечить ограничение концентрации вредных веществ в окружающей среде, сохранение и рациональное использование биологических ресурсов, поддержание в благоприятном состоянии условий обитания диких животных и возможность их воспроизводства, сохранение генофонда растительного и животного мира.

Необходимость учета экологических показателей при оценке качества машин основывается на анализе процесса их использования с целью выявления возможности механических, акустических, тепловых, химических, радиационных, биологических и других вредных воздействий на окружающую природную среду.

Показатели безопасности характеризуют особенности, обуславливающие безопасность человека при эксплуатации машин. Безопасность человека обеспечивается при использовании, хранении, транспортировании, монтаже, обслуживании и ремонте машин от механических, акустических, тепловых, электрических, химических воздействий, от радиоактивных излучений и т. д. в нормальных условиях и при возникновении аварийных ситуаций в зоне возможной опасности. Мероприятия в этой области определяются системой государственных стандартов по безопасности труда, правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, а также правилами и нормами международных организаций. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов содержат обязательные нормы, которым должны удовлетворять грузоподъемные краны, а также требования по их установке и обеспечению безопасности при эксплуатации. Аналогичные правила имеются для лифтов, эскалаторов, пассажирских подвесных канатных дорог и др.

Экономические показатели – это капитальные вложения, удельные капитальные вложения, эксплуатационные расходы, себестоимость переработки груза.

*Капитальные вложения* – расходы на создание системы, обеспечивающей выполнение необходимых технологических операций по погрузке, выгрузке транспортных средств, хранению и перемещению груза в складе.

*Эксплуатационные расходы* – расходы по содержанию и обеспечению функционирования всего комплекса устройств, занятого выполнением погрузочно-разгрузочных и складских работ с одним или несколькими родами груза.

*Удельные капитальные вложения* – капитальные вложения, отнесенные на единицу перегружаемого груза.

*Себестоимость переработки груза* – совокупность всех эксплуатационных расходов, приходящихся на единицу перегружаемого груза.



### **3 МАШИНЫ И УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

---

#### **3.1 Установки для пневматического транспортирования грузов**

##### **3.1.1 Назначение и классификация**

**У**становки пневматического транспорта служат для перемещения насыпных и штучных грузов по трубам или желобам при помощи сжатого или разреженного воздуха.

Установки для насыпных грузов могут перемещать пылевидные, порошкообразные, зернистые и кусковые материалы, а установки для единичных грузов предназначены для транспортирования по трубам мелких грузов, уложенных в патроны, и грузов в контейнерах и вагонетках по трубопроводам большого диаметра.

Пневмотранспортные установки для насыпных грузов по принципу действия разделяют на транспортирующие грузы:

- 1) в потоке воздуха во взвешенном состоянии (всасывающие, нагнетательные, смешанные, подъемники);
- 2) методом аэрации, т. е. насыщения воздухом сыпучего тела, приобретающего при этом свойства жидкости (аэрожелоба);
- 3) по методу флюидизации (транспортирование аэрированными потоками в плотной фазе), когда насыщенный воздухом сыпучий материал приобретает высокую подвижность, обеспечивающую возможность перемещения его по трубам под действием давления воздуха.

Классификация пневмотранспортных установок приведена на рисунке 3.1.

Применяются пневмотранспортные установки для перемещения зерна, апатитового концентрата, фрезерного торфа, фосфорной муки, порошковых и мелкокусковых химикатов, мелкого и среднекускового угля и др.

Всасывающие установки с низким вакуумом до 0,01 МПа применяются с использованием вентиляторов, со средним вакуумом 0,03 МПа – с применением воздуходувок и высоким вакуумом до 0,09 МПа – с применением вакуум-насосов.



Рисунок 3.1 – Классификация пневмотранспортных установок

Нагнетательные 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.

### 3.1.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки

Схема пневмотранспортной установки всасывающего действия приведена на рисунке 3.2. Установка состоит из сопла 1, рабочего трубопровода 2, осадительной камеры-разгрузителя 3, трубопровода для перемещения пыли 4, трубопровода для чистого воздуха 5, 7, вакуум-насоса 6, фильтра (пылеуловителя) 8, шлюзовых затворов 9, 10.

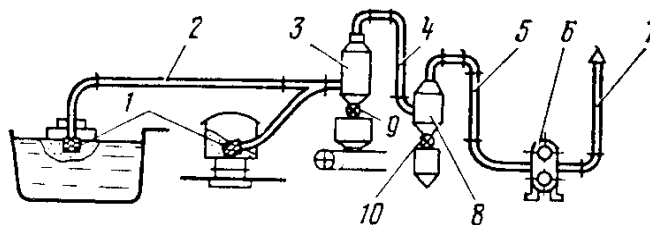


Рисунок 3.2 – Схема пневмотранспортной установки всасывающего действия

Для подачи насыпного груза в трубопровод всасывающих пневмотранспортных установок применяют стационарные и переносные сопла (рисунок 3.3).

Сопло состоит из наружной (2) и внутренней (1) труб. Трубы соединены регулировочными винтами и гайками, посредством которых можно регулировать ширину щели (3), предназначенной для впуска воздуха во внутреннюю трубу из кольцевой полости наружной трубы. Сопло устанавливается на поверхности штабеля сыпучего материала нижним коническим раструбом и под действием собственной массы погружается на некоторую глубину.

Входящий с большой скоростью через кольцевую щель воздух разрыхляет поверхностные части груза в коническом раструбе и увлекает их по трубе в транспортный трубопровод. Сопло выполняют диаметром 45–180 и длиной 800–1200 мм; толщина стенок труб – 1,5–2,0 мм.

Транспортные трубопроводы изготавливают из стали толщиной 0,6–12 мм диаметром 50–300 мм. Толстостенные применяются при транспортировании абразивных материалов. Неабразивные материалы транспортируются по пластмассовым трубам.

Для снижения абразивного износа труб скорость движения должна быть минимально возможной.

В систему трубопроводов входят **м а с л о о т д е л и т е л и**. Осадительная камера представляет собой цилиндрический бункер с сечением, в десятки раз превышающем сечение трубопровода, вследствие чего движущиеся частицы груза прижимаются к стенкам камеры, теряют скорость и, падая, оседают в камере. В камере искусственно создается завихрение потока (рисунок 3.4).

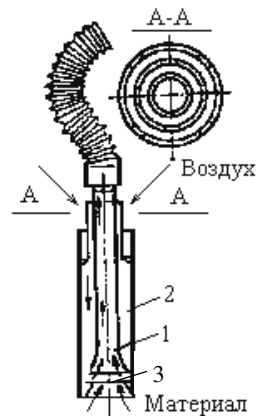


Рисунок 3.3 – Сопло

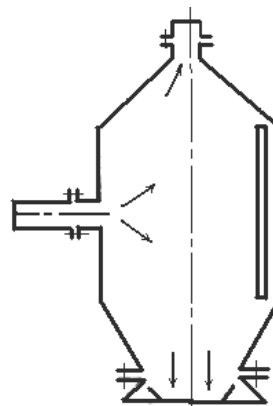


Рисунок 3.4 – Камера

В качестве воздушных насосов применяют лопастные (рисунок 3.5) и коловратные (рисунок 3.6) насосы и центробежные вентиляторы.

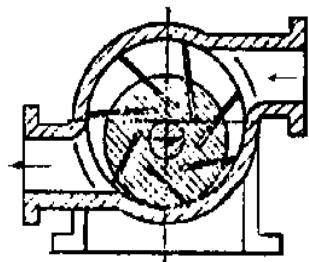


Рисунок 3.5 – Лопастной насос

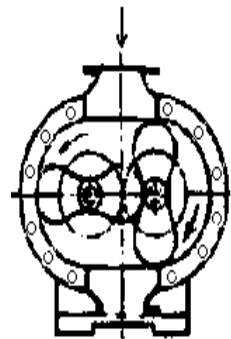


Рисунок 3.6 – Коловратный насос

Фильтры предназначены для очистки воздуха от пылевидных частиц сыпного груза. Их разделяют на сухие (рисунок 3.7) и мокрые (рисунок 3.8).

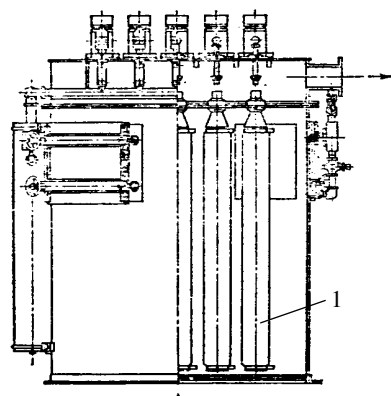


Рисунок 3.7 – Сухой фильтр

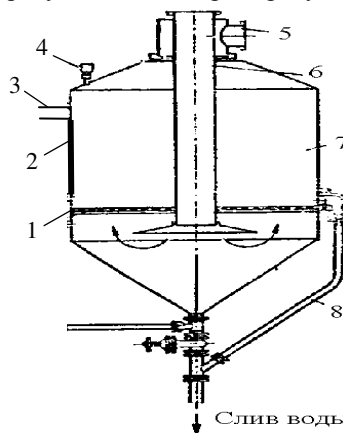


Рисунок 3.8 – Мокрый фильтр

Сухой фильтр состоит из тканевых рукавов 1, через стенки которых проходит запыленный воздух. Пыль, скопившаяся внутри рукавов, стряхивается специальным механизмом на дно фильтра и периодически удаляется.

Мокрый фильтр состоит из резервуара 7 с водой, впускного патрубка 6 для пыльного воздуха и выпускного 5 для чистого воздуха. Пузырьки воздуха, перемещаясь в воде и проходя через решетку 1, очищаются от пыли. Резервуар 7 заполняется водой через трубопровод 3. Вода сливается по трубопроводу 8. На резервуаре 7 установлены водомерные стекла 2 и вакуумметр 4.

З а т в о р ы предназначены для выпуска сыпучих материалов из разгружаемых емкостей и предотвращения прорыва воздуха с повышенным давлением в разгружаемую емкость.

Затворы бывают ротационные (рисунок 3.9) и камерные (рисунок 3.10).

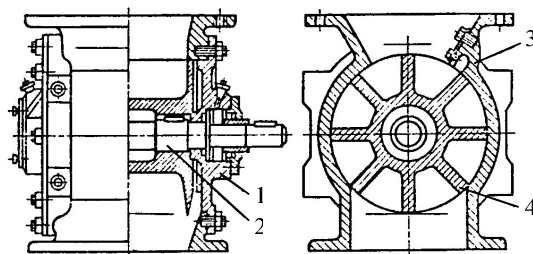


Рисунок 3.9 – Ротационный затвор

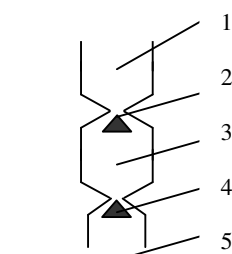


Рисунок 3.10 – Камерный затвор

Рабочим органом *ротационного* затвора служит многокамерный барабан 4, плотно посаженный в корпусе 3 и вращающийся при помощи вала 2, опирающегося на фланцы 1. Сыпучий материал поступает сверху в шлюзовые камеры барабана, перемещается ими вниз и высыпается в приемный трубопровод. Опорожнившиеся камеры заполняются воздухом под повышенным давлением, который затем поступает в подающую груз емкость, а через нее уходит через фильтр в атмосферу.

Недостаток этого затвора – интенсивный износ при транспортировании абразивных материалов.

*Камерные шлюзовые* затворы (см. рисунок 3.10) не имеют вращающихся частей, поэтому более износостойкие. Они состоят из верхней 1 и нижней 3 камер и двух клапанов (2, 4). Если выпускное отверстие камеры 1 закрыто, а нижнее открыто, то груз высыпается из нижней камеры в приемный трубопровод 5. Верхняя камера в это время заполняется транспортируемым материалом. После того как закончатся процессы опорожнения нижней камеры и заполнения верхней, клапаны переключаются; сначала закрывается нижний клапан 4, затем открывается верхний 2 и нижняя камера загружается сыпучим материалом. Камерные затворы работают циклически (периоды подачи груза сменяются паузами), что снижает их пропускную способность и является недостатком, который может быть устранен применением спаренных двухкамерных затворов. В последних режим работы одного затвора смещен на полцикла относительно режима второго.

Перемещение груза с помощью пневмотранспортной установки производится следующим образом (см. рисунок 3.2). Вакуум-насос 6 создает раз-

ряжение во всей системе. Под действием атмосферного давления воздух через сопло 1 вместе с грузом засасывается в рабочий трубопровод 2, далее аэросмесь поступает в осадительную камеру-разгрузитель 3, откуда груз выводится с использованием шлюзового затвора 9. Воздух, содержащий мелкую пыль, по трубопроводу 4 поступает в фильтр 8, из пылеуловителя чистый воздух по трубопроводу 5 поступает в вакуум-насос 6 и через воздухоотводную трубу 7 выбрасывается в атмосферу. Пылевидные частицы, осевшие в пылеуловителе, выгружают через шлюзовой затвор 10. Для приема груза из осадительной камеры и пылеуловителя могут использоваться конвейеры 11, бункеры 12.

Пневмотранспортные установки всасывающего действия позволяют производить забор груза в нескольких точках, а выгрузку – в одной, дальность транспортирования – 10–15 м, производительность – 40–100 т/ч.

Схема пневмотранспортной установки нагнетательного действия с винтовым питателем приведена на рисунке 3.11.

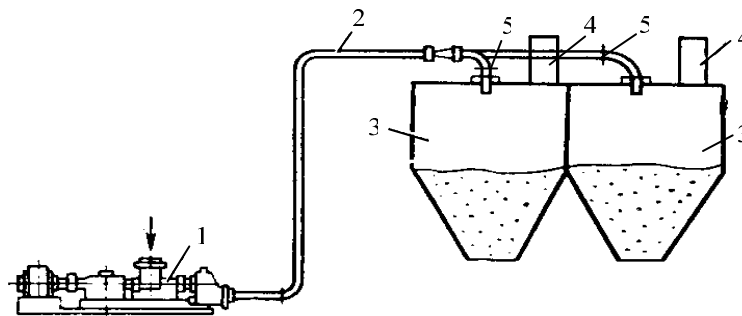


Рисунок 3.11 – Схема пневмотранспортной установки нагнетательного действия с винтовым питателем

Сжатый воздух от компрессора через ресивер, масло- и влагоотделитель поступает в смесительную камеру питателя 1, куда принудительно подается груз, и, интенсивно перемешиваясь с воздухом, поступает в трубопровод 2 и далее в отделитель 3, где происходит осаждение груза. Отработавший воздух через фильтр 4 выбрасывается в атмосферу. Затворы 5 служат для выбора отделителя.

Схема винтового питателя приведена на рисунке 3.12.

Для отделения транспортируемого груза от воздуха применяют отделители с внутренними направляющими поверхностями (рисунок 3.13) и циклонные (рисунок 3.14). Первый состоит из корпуса (1, 2, 3), внутри которого смонтированы направляющие из листовой стали, замедляющие движение грузовоздушной смеси.

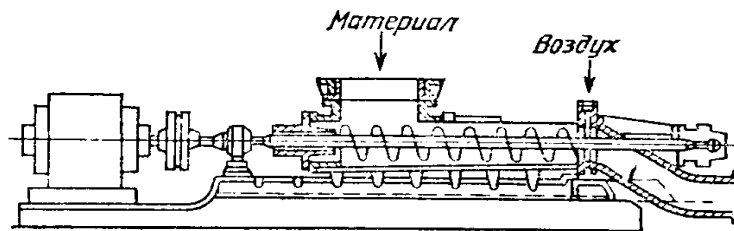


Рисунок 3.12 – Схема винтового питателя

Аэрированная смесь поступает в отделитель по патрубку 5. Наиболее крупные фракции груза выпадают первыми и выгружаются через нижний патрубок. Воздух, содержащий более мелкие фракции, поднимается вверх, и частицы поступают во встроенный конический бункер 6 отделителя, откуда отводятся по патрубку 4. Воздух, содержащий только пылевидные фракции, выходит через верхний патрубок 7 и направляется на фильтр для окончательной очистки.

Грузовоздушная смесь поступает в циклонный отделитель через патрубок по касательной к внутренней поверхности корпуса разгрузителя и приобретает вращательное движение. Центробежные силы отбрасывают частицы груза к периферии корпуса, где они тормозятся силами трения и падают вниз, выгружаясь через выпускное отверстие. Освобожденный от груза воздух выходит через верхний патрубок.

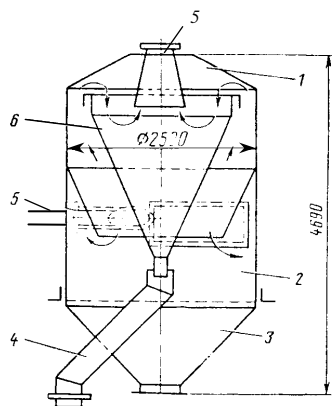


Рисунок 3.13 – Отделитель с внутренними направляющими поверхностями

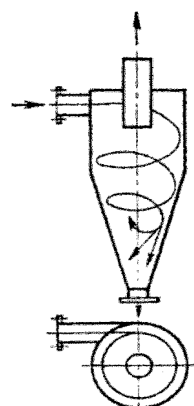


Рисунок 3.14 – Циклонный отделитель

В нагнетательных установках высокого давления используются камерные питатели (рисунок 3.15).

Сжатый воздух от компрессора через ресивер, маслоотделитель и водоотделитель поступает в камерный питатель 2, где смешивается с грузом и по рабочему трубопроводу 5 перемещается в приемные устройства 6, 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 аэрирует груз. Груз в камерный питатель поступает через специальный клапан 4, который периодически открывается для подачи груза в питатель. Уровень груза определяется датчиком 3.

При использовании одного камерного питателя в установке работа по перемещению будет выполняться периодически, т. е. во время загрузки груза в бункер перемещение груза не осуществляется. Для устранения этого недостатка используют два камерных питателя, работающих попеременно на загрузку и выгрузку.

На рисунке 3.16 приведена схема работы двухкамерного питателя с верхней подачей и нижней выдачей груза.

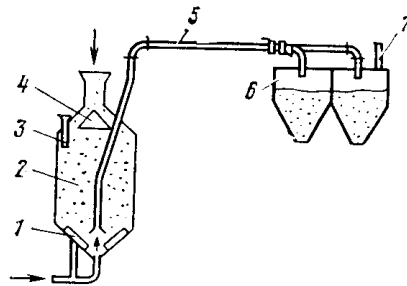


Рисунок 3.15 – Камерный питатель

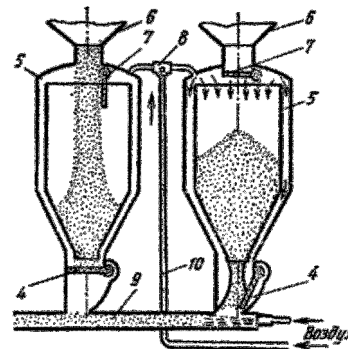


Рисунок 3.16 – Схема работы двухкамерного питателя с верхней подачей и нижней выдачей груза

Питатель состоит из двух цилиндрических сосудов 5, соединенных при помощи затворов 4 и 7 с транспортным трубопроводом 9 и с питающими бункерами 6. Для получения давления в трубопроводе и в камере их соединяют трубопроводом 10. Воздух подается в камеру через трехпозиционный кран 8, управляемый автоматически.

Каждая из камер последовательно соединяется с бункером, когда происходит ее наполнение материалом, или с транспортным трубопроводом. Транспортирование происходит непрерывно, так как когда первая камера заменяется материалом, вторая передает материал в транспортный трубопровод и наоборот.

Камерные питатели по сравнению с винтовыми имеют меньше быстроизнашивающихся частей.



В установках нагнетательного типа трубопровод может иметь разветвление для подачи груза в разные пункты разгрузки. Производительность этих установок достигает 150 т/ч, а дальность транспортирования – 1,5 км и более.

Если необходимо производить забор груза в нескольких точках и иметь возможность выгрузить в разных грузовых пунктах и перемещать на значительные расстояния, используются смешанные пневмотранспортные установки (рисунок 3.17). Установка состоит из двух ветвей, разделенных воздушным насосом 2.

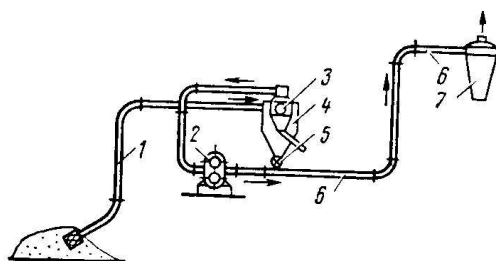


Рисунок 3.17 – Смешанная пневмотранспортная установка

Всасывающая ветвь 1 забирает груз из нескольких точек и падает 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 разгрузатель 7. Иногда при перемещении пылевидных зернистых или волокнистых грузов применяют центробежные вентиляторы, допускающие проход через них смеси воздуха с частицами груза. В этом случае вся схема смешанной установки значительно упрощается и состоит из всасывающих труб, соединенных у вентилятора в одну трубу, и нагнетательной трубы, выходящей из вентилятора и разветвляющейся по требуемым направлениям.

Нагнетательная установка, транспортирующая груз только в вертикальном или близком к нему направлении, называется пневмоподъемником (рисунок 3.18).

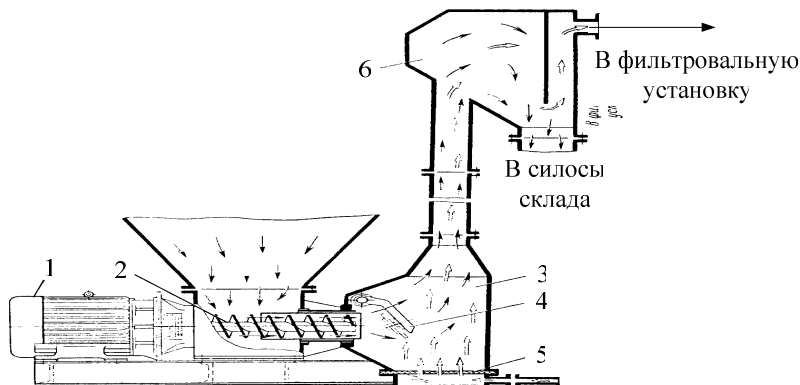


Рисунок 3.18 – Пневмоподъемник

Груз подается в приемное устройство пневмоподъемника и напорным шнеком 2, приводимым во вращение электродвигателем 1, подается в смесительную камеру 3 через обратный клапан 4. Сжатый воздух подается в смесительную камеру через микропористую перегородку 5, аэрирует груз, создает поток и по транспортному трубопроводу смесь груза с воздухом поступает в бункер 6. Основная часть груза осаживается в приемные емкости, а запыленный воздух очищается в фильтрованной установке и выбрасывается в атмосферу. Производительность – 30, 60, 100 т/ч при высоте подъема 35 м.

Порошковые грузы при аэрировании приобретают текучесть, что и позволяет применять аэрожелоба для их перемещения (рисунок 3.19).

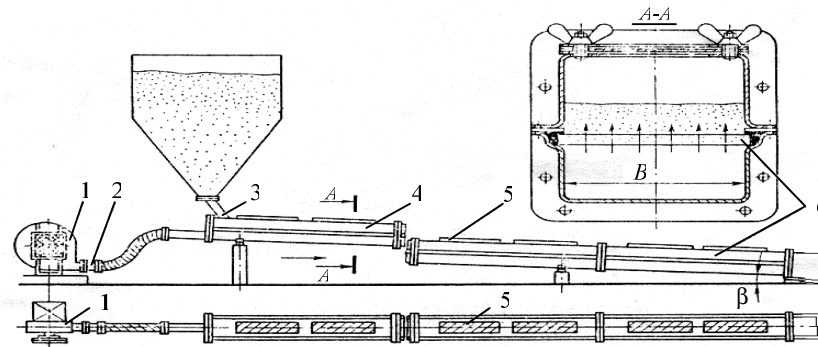


Рисунок 3.19 – Аэрожелоб

Аэрожелоб состоит из стальных секций 4, соединенных между собой на резиновых прокладках между фланцами. Желоб по высоте разделен пористой перегородкой 6. Груз подается на верхнюю часть желоба через течку 3, а нагнетаемый воздух проходит через поры перегородки 6 и аэрирует груз. Воздух, прошедший через груз, очищается, выходит в атмосферу через матерчатые фильтры 5. Воздух в систему подается вентилятором 1 через дроссель 2.

Загрузка аэрожелоба может производиться в любом месте через заслонки и течки 3, а разгрузка – при помощи выпускных лотков.

Производительность аэрожелобов достигает 200 т/ч, длина транспортировки до 40 м при уклоне 4–10°. Ширина серийно выпускаемых аэрожелобов составляет 100, 150, 200, 250, 300 и 400 мм.

По закрытым пневможелобам перемещают обычно горячие материалы при температуре примерно 135 °С и при наличии специальных пористых плит (керамических) – при температуре до 530 °С.

Пневматическое транспортирование штучных грузов по трубам осуществляется при помощи патронов. Патрон вставляется в отверстие трубы приемной станции и перемещается воздухом.

На разгрузочных станциях транспортный трубопровод имеет отверстия со стрелочными переводами, управляемыми при помощи адресователей, установленных на патронах. При подходе патрона к пункту назначения срабатывает стрелочный перевод, и патрон автоматически переводится на разгрузочное ответвление трубопровода.

Патроны для пневматического транспортирования штучных грузов имеют овальное, прямоугольное или круглое сечение.

По принципу пневматического транспортирования груза в патронах действуют также установки пневматического транспорта, применяемого для перемещения крупнокусковых насыпных грузов (например, руды) в контейнерах по трубопроводам большого диаметра (до 900 мм и более). Контейнер представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный в нижней части колесами, которыми он опирается на нижнюю часть внутренней поверхности трубы. В трубу подается воздух под давлением, который, действуя на задний торец цилиндрического контейнера, приводит его в движение. На выходе из трубопровода контейнер поступает в разгрузочное устройство. Порожний контейнер возвращается обратно по трубопроводу к загрузочному пункту.

Отдельные контейнеры могут соединяться в поезда. Поезда с песком, гравием, рудой перемещаются со скоростью 40–50 км/ч по трубам диаметром 1020 или 1220 мм. В движение они приводятся пневмовозами. Уплотнения (манжеты) перекрывают зазоры между стенкой трубопровода и элементами пневмовоза. Поток воздуха создается турбовоздуходувками, центробежными нагнетателями, компрессорами, вакуумными насосами. Для движения контейнеров с грузом массой 65 т по горизонтальному трубопроводу диаметром 1220 мм достаточен перепад давления 15 кПа, а при подъеме на 3° – 45 кПа.

Контейнеры снабжены колесными тележками, при этом для обеспечения необходимой ориентации поездов в трубопроводе центр масс контейнера должен быть расположен ниже оси тележки. Трубопроводы изготавливают из стали или железобетона. Загрузка контейнеров насыпными грузами производится на погрузочных станциях с помощью бункеров и дозаторов, а разгрузка – на эстакадах. Все операции автоматизированы. Для определения местонахождения контейнеров и их скорости на транспортном трубопроводе устанавливают датчики, взаимодействующие с постоянными магнитами, размещенными на пневмовозах. Скорость движения контейнеров регулируется при необходимости диспетчером путем изменения расхода воздуха. Режим автоматического движения контейнеров рассчитывается на ЭВМ.

Пневмотранспортную установку, перемещающую насыпной груз с высокой концентрацией смеси (в плотной фазе), используют в цементовозах (рисунки 3.20, 3.21).

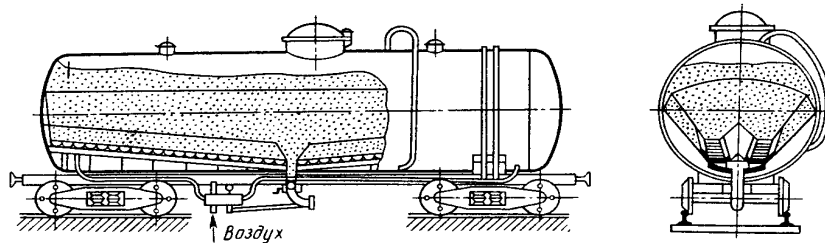


Рисунок 3.20 – Использование железнодорожной пневмотранспортной установки, перемещающей насыпной груз с высокой концентрацией смеси

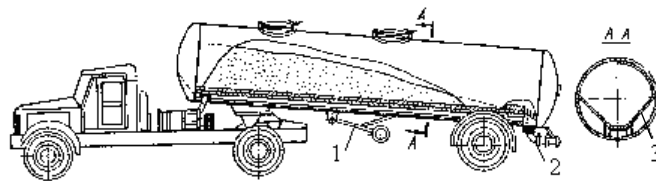


Рисунок 3.21 – Использование автомобильной пневмотранспортной установки, перемещающей насыпной груз с высокой концентрацией смеси

В нижней части цистерны установлены пористые перегородки 3, на которых лежит цемент. Воздуходувка 1 подает в цистерну сжатый воздух, который, проходя через пористые перегородки, аэрирует цемент и приводит его в состояние флюидизации (псевдооживления), в результате чего цемент под давлением расположенного над ним воздуха вытекает из разгрузочного патрубка 2.

Для поддержания и регулирования режима работы пневмотранспортных 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.

Достоинствами пневматических установок является их высокая производительность, комплексная механизация перегрузочных и транспортных операций, герметичность и компактность трассы перемещения грузов, что исключает загрязнение окружающей среды и потери ценных грузов, улучшает санитарно-гигиенические условия труда.

К недостаткам следует отнести высокий удельный расход энергии и интенсивный износ трубопровода и других частей установки, соприкасающихся с перемещаемым грузом, ограниченность крупности кусков грузов до 80 мм, прилипание влажных грузов к стенкам трубопровода и других частей установки. При перемещении порошкообразных и тонкодисперсных материалов размером частиц менее 5 мк усложняется отделение груза от воздуха.

### 3.1.3 Расчет производительности и выбор

При выборе пневмотранспортной установки заданной производительности необходимо знать коэффициент массовой концентрации смеси воздуха с перемещаемым грузом  $\mu$ , скорость движения аэросмеси  $v$ , потребное количество воздуха  $V_B$ , диаметры рабочих и воздушных трубопроводов, мощность двигателя вакуум-насоса или компрессора.

Исходные данные для расчета:

- потребная производительность установки;
- физико-механические свойства груза;
- трасса передвижения (длина, конфигурация, расположение и количество колен, задвижек и переключателей).

**Производительность** пневмотранспортной установки, т/ч, определяется по формуле

$$\Pi = 3,6V_B \mu \gamma_B, \quad (3.1)$$

где  $V_B$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  – коэффициент массовой концентрации смеси, равный отношению массы перемещаемого в единицу времени груза к массе расходуемого за то же время воздуха (цемент, угольная пыль – 20–100, зерно – 3–25, песок – 3–20). Зависит от расстояния перемещения, высоты подъема, степени слеживаемости, влажности, склонности к аэрированию и др.;

$\gamma_B$  – объемная масса воздуха: в нормальных условиях – 1,29 кг/м<sup>3</sup>, для всасывающих установок  $\gamma_B = 0,8 \dots 0,95$  кг/м<sup>3</sup>, для нагнетательных –  $\gamma_B = 1,6 \dots 2,0$  кг/м<sup>3</sup>.

Расход воздуха в трубопроводе, м<sup>3</sup>/с,

$$V_B = k_{\Pi} \frac{\pi D^2}{4} v_p, \quad (3.2)$$

где  $k_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий потери воздуха через неплотности в трубопроводе и др.; принимают равным 1,1–1,15;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$v_p$  – рабочая скорость воздуха (аэросмеси), м/с,

$$v_p = k (10,5 + 0,57) v_{\text{внт}}, \quad (3.3)$$

$k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,5$ ;

$v_{\text{внт}}$  – скорость витания однородного сыпучего груза, м/с,

$$v_{\text{внт}} = k_{\phi} 5,33 \sqrt{d \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{в}}}}, \quad (3.4)$$

$k_{\phi}$  – коэффициент, зависящий от формы частицы груза (шар – 1,0; округлая форма – 0,67; овальная – 0,57; пластинчатая – 0,45);

$d$  – диаметр шара, равновеликого объему частицы груза, м;

$\gamma_{\Gamma}$  – объемная масса груза, кг/м<sup>3</sup>.

Подставив в формулу определения производительности значение  $v_{\text{в}}$ , определим диаметр трубопровода, мм:

$$D = \sqrt{\frac{\Pi}{0,9 k_{\pi} \pi v_p \mu \gamma_{\text{в}}}}. \quad (3.5)$$

Диаметр трубопровода принимается в пределах 75–300 мм в соответствии с ближайшими большими по стандарту.

После этого определяются необходимые перепады давления по трассе, Н/м<sup>2</sup>:

$$\sum H = 1,25 (H_{\text{в}} + H_{\text{м}} + H_{\text{п}} + H_{\text{ж}} + H_{\text{р}} + H_{\text{ф}}), \quad (3.6)$$

где 1,25 – коэффициент неучтенных потерь;

$H_{\text{в}}$  – разряжение (необходимый вакуум) у сопла всасывающей установки или потери при вводе материала в трубопровод,

$$H_{\text{в}} = 0,613 v_p^2 (10 + 0,5 \mu); \quad (3.7)$$

$H_{\text{м}}$  – потери на перемещение груза и воздуха по трубопроводу диаметром  $D$  на горизонтальное расстояние  $l$ , м, и высоту  $h$ , м,

$$H_{\text{м}} = 0,613 v_p^2 \frac{l+h}{D} (1 + K \mu) \left( 0,0125 + \frac{0,0011}{D} \right); \quad (3.8)$$

$K$  – коэффициент, зависящий от скорости, принимают равным 0,46; 0,33; 0,24 при  $v_p$  соответственно 15, 20 и 25 м/с;

$H_{\text{п}}$  – потери на вертикальный подъем груза и воздуха,

$$H_{\text{п}} = 12,2 h (1 + \mu); \quad (3.9)$$

$H_{\text{ж}}$  – средние потери в колене или отводе,

$$H_{\text{ж}} = 0,157 V_{\text{в}} v_p^2; \quad (3.10)$$

$H_{\text{р}}$  – потери на разгрузателе, принимают  $H_{\text{р}} = 2$  кПа;

$H_{\text{ф}}$  – потери в фильтре, принимают  $H_{\text{ф}} = 1$  кПа.

Необходимая мощность привода воздушного насоса, кВт,

$$N = \frac{\sum HV_B}{1000 \eta_{вм} \eta_{пр}}, \quad (3.11)$$

где  $\eta_{вм}$ ,  $\eta_{пр}$  – соответственно коэффициенты полезного действия воздушной машины и ее привода.

### 3.2 Установки для гидравлического транспортирования грузов

#### 3.2.1 Назначение и классификация

Установки гидравлического транспорта применяют для перемещения насыпных грузов в смеси с водой по трубам или желобам. Смесь воды с грузом называется пульпой. Перемещение пульпы осуществляется самотеком или за счет создания давления насосами. Перемещаются грузы, которые по своим свойствам допускают смешивание с водой (песок, гравий, уголь, железная, никелевая руда и др.).

При транспортировании самотеком лотки и трубы должны иметь уклон в сторону выгрузки. При напорном перемещении груз может транспортироваться на большие расстояния по горизонтали и вверх.

Классификация гидравлических установок приведена на рисунке 3.22.



Рисунок 3.22 – Классификация гидравлических установок

### 3.2.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки

Гидравлические установки напорного действия применяются для перемещения грузов на расстояния от 5 до 170 км (500 км) производительностью от 30 до 1000 т/ч.

Схема с использованием центробежного насоса приведена на рисунке 3.23.

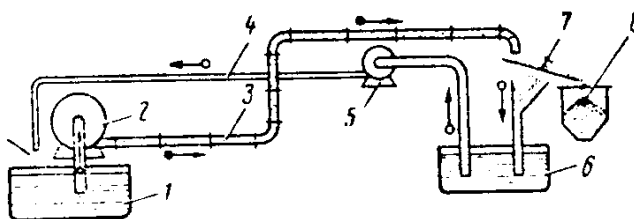


Рисунок 3.23 – Схема с использованием центробежного насоса

Пульпонасос 2 забирает пульпу из емкости 1, подает по пульпопроводу 3 на грохот 7, откуда вода стекает в резервуар 6, а груз – в приемный бункер 8. При необходимости вода из резервуара 6 возвращается водяным насосом 5 по трубопроводу 4 в емкость 1. Груз в емкость 1 может подаваться конвейером, из бункера.

**Центробежный грунтовой насос (пульпонасос)** (рисунок 3.24) состоит из улиткообразного корпуса и рабочего колеса.

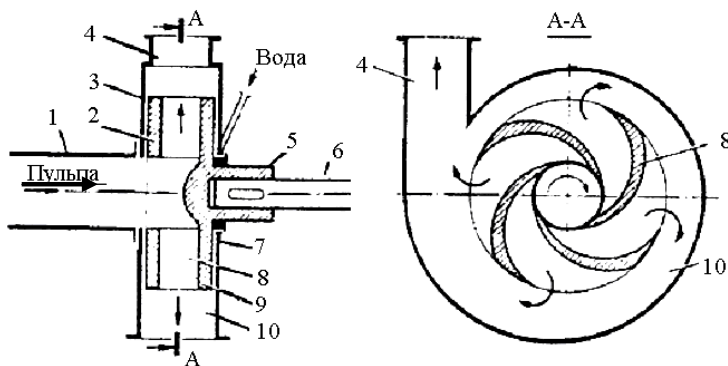


Рисунок 3.24 – Центробежный грунтовой насос

На корпусе имеются две крышки: передняя 3 с всасывающим приемным патрубком 1 и задняя 7 с отверстием для приводного вала 6.

Рабочее колесо образовано двумя дисками, между которыми расположены лопасти 8. В центре переднего диска 2 имеется отверстие для впуска



пульпы, а в заднем 9 – ступица 5 для посадки колеса на вал, соединенный с приводом.

При вращении колеса пульпа, заполняющая промежутки между лопастями, под действием центробежных сил отбрасывается к периферии, образуя в ее центре и всасывающем патрубке разрежение. В результате под действием внешнего давления пульпа поступает по всасывающему трубопроводу в центральную часть насоса, затем в отливной канал 10 и через выходной патрубков 4 в пульпопровод. Для получения высокого давления применяют двухступенчатый насос, в одном корпусе которого установлены два рабочих колеса.

Центробежные грунтовые насосы эффективны при глубине подъема грунта до 15–17 м.

Кроме центробежных насосов могут использоваться поршневые, которые могут создавать высокое давление, но они подвержены быстрому изнашиванию.

Грохот – это металлическая пластина с множеством отверстий, приводящаяся в колебательное движение с помощью электрического привода.

Применение гидравлического **эжектора** позволяет избежать недостатков центробежных и поршневых насосов. Эжектор отличают простота устройства, отсутствие движущихся частей, возможность засасывать высоконасыщенную пульпу с повышенным содержанием в ней крупнозернистых фракций, при этом снимаются ограничения по глубине расположения забоя (рисунок 3.25).

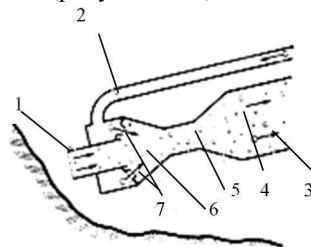


Рисунок 3.25 – Эжектор

Принцип действия эжектора состоит в том, что рабочая вода от специального водяного насоса по трубопроводу 2 через периферийные сопла 7, расположенные по окружности под некоторым углом к оси аппарата, с большой скоростью поступает в приемную камеру 6, где создается разрежение, обеспечивающее засасывание пульпы через приемное отверстие наконечника 1. В камере смешения 5 кинетическая энергия рабочей воды передается засасываемой пульпе. Из диффузора 4, где динамический напор преобразуется в статический, пульпа подается в нагнетательный трубопровод 3.

На рисунке 3.26 приведена принципиальная схема установки, когда груз и вода подаются раздельно. Водяной насос 1 забирает воду из резервуара 5 и нагнетает ее в трубопровод, а перемещаемый груз вводится в напорный трубопровод через специальное устройство 2 (питатель), пульпа по трубопроводу 3 подается в приемное устройство 4, где происходит отделение груза от воды, как и в схеме, приведенной на рисунке 3.23.

В качестве питателей используются винтовые, аналогичные, как у пневмоустановок, и камерные (рисунок 3.27).

Груз определенного размера подается в бункер 7. При этом верхний клапан 4 закрыт, а нижний 2 открыт, вследствие чего уголь из камеры 5 падает в камеру 3. Груз из камеры 3 поступает в трубопровод 8 и поднимается по нему к месту доставки. После заполнения бункера 7 и опорожнения верхней камеры 5 нижний клапан 2 закрывается, а верхний 4 открывается. Груз из бункера 7 поступает в верхнюю камеру 5, а вытесненная грузом вода из верхней камеры поднимается в бункер 7. Излишек воды удаляется через перепускной кран 6 и насосом 1 высокого давления перекачивается в трубопровод 8. После этого верхний клапан 4 закрывается, и груз поступает в бункер 7, нижний клапан 2 открывается, и цикл повторяется.

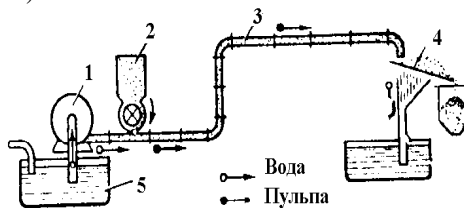


Рисунок 3.26 – Гидротранспортная установка с подачей груза из бункера

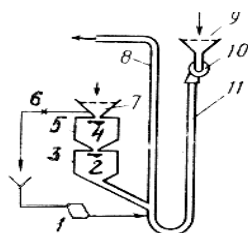


Рисунок 3.27 – Гидротранспортная установка с камерным питателем

Вода из емкости 9 насосом 10 подается из резервуара по трубопроводу 11. Производительность – до 700 т/ч.

Гидротранспортные установки для подъема груза называются **гидроэлеваторами** (рисунок 3.28).

Транспортируемый груз подается в патрубок 3. Вода, поступающая с большой скоростью по соплу 1, смешивается в камере 2 с насыпным грузом и увлекает образующуюся пульпу в диффузор 4, где скорость движения пульпы уменьшается, в результате чего повышается давление, обеспечивающее подъем пульпы на заданную высоту. Расстояние транспортировки – до 1 км по горизонтали.

Применение **эрлифта** позволяет получить простую конструкцию при возможности производить добычу песчано-гравийной смеси практически любого гранулометрического состава с больших глубин (рисунок 3.29).

Принцип работы эрлифта основан на использовании энергии сжатого воздуха, подаваемого от компрессора по трубопроводу 6 и коллектору 2 в пульпопровод 5. Под действием выталкивающей силы воздушные пузырьки движутся вверх. Так как в нижней части транспортного трубопровода давление воздуха больше, чем в верхней, пузырьки по мере подъема увеличиваются в объеме и, действуя на воду подобно поршневому насосу с негер-

метичным поршнем, увлекают ее вверх, а она в свою очередь увлекает за собой частицы груза. Вследствие неразрывности потока через всасывающий наконечник 7 в транспортный трубопровод поступит новая порция пульпы, подготовленная размывочной водой, подаваемой в забой размывочным насосом по магистрали 4 через коллектор 3 и насадки 1.

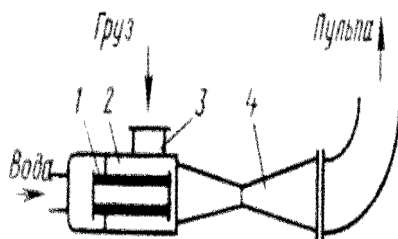


Рисунок 3.28 – Гидроэлеватор

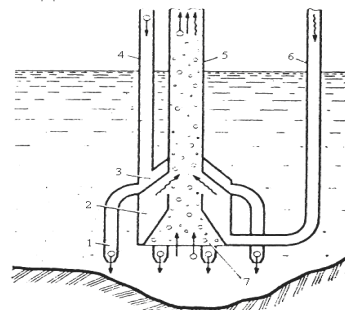


Рисунок 3.29 – Эрлифт

Один из существенных недостатков эрлифта – необходимость иметь только крутонаклонный или вертикальный транспортный трубопровод, так как на горизонтальных участках трехкомпонентная смесь расслаивается на воздух и пульпу, что нарушает несущую способность потока.

Горизонтальные трубопроводы, присоединенные к верхнему концу вертикальной трубы, имеют длину 60–700 м.

Конструкция эрлифта должна отвечать следующим требованиям: внутренняя поверхность трубы должна быть гладкой, соединение труб – герметичным; не должно быть сужений, особенно в месте нагнетания воздуха; в месте выхода жидкости рекомендуется делать расширяющийся раструб.

Безнапорная гидравлическая установка с использованием открытых желобов приведена на рисунке 3.30, а с использованием трубопровода – на рисунке 3.31.

Насыпной груз при помощи питателя поступает в открытый желоб 4 из бункера 2 и смешивается в желобе с водой, подаваемой из трубопровода 1, образуя пульпу, которая течет по желобу, имеющему уклон 0,02–0,06. В местах поворота трассы для устранения заиливания желоба установлены сопла 3, подающие воду из трубопровода 1 и сообщающие частицам груза дополнительную кинетическую энергию. В местах разветвления трассы размещены шиберы 5, позволяющие регулировать поступление груза в различные приемники.

В установке с использованием закрытых трубопроводов (см. рисунок 3.31) груз из резервуара 1 через питатель 2 поступает в смешительную воронку 3. По трубопроводу 4 поступает вода в воронку, где смешивается с грузом, и образовавшаяся пульпа перемещается по трубопроводу 5.

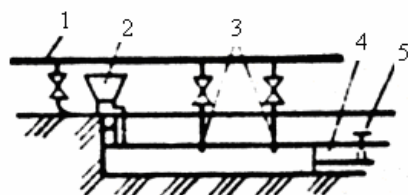


Рисунок 3.30 – Безнапорная гидравлическая установка с использованием открытых желобов

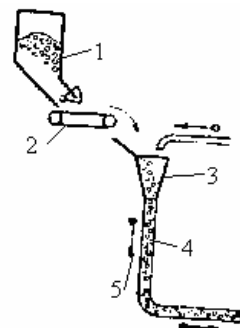


Рисунок 3.31 – Безнапорная гидравлическая установка с использованием трубопровода

К **преимуществам гидравлического транспорта** относятся: герметичность трассы перемещения; высокая производительность; сложная трасса и большая длина транспортировки; отсутствие на трассе механического оборудования, за исключением линейных перекачивающих насосных станций; возможность полной автоматизации; невысокая трудоемкость; высокие экономические показатели по сравнению с конвейерным, автомобильным и железнодорожным транспортом.

К **недостаткам гидротранспорта** можно отнести: ограничения по роду перемещаемого груза; необходимость дробления крупных грузов; усиленный износ трубопроводов и входящих в соприкосновение с гидросмесью механических частей при перемещении абразивных грузов; повышенный расход энергии при напорном гидротранспорте; потребность в большом количестве воды и в некоторых случаях необходимость ее возврата; опасность замерзания воды в зимних условиях.

Автоматическое регулирование работы гидротранспортных установок состоит в поддержании скорости и консистенции пульпы, при которых расход воды минимален, производительность по грузу максимальная, обеспечивается устойчивая работа установки.

### 3.2.3 Расчет производительности и выбор

При проектировании и выборе оборудования гидротранспортных установок исходными данными являются: производительность; характеристика груза; длина и конфигурация пульпопровода.

Для установок требуется определить: скорость движения пульпы; диаметр трубопровода; расход воды; величину давления; производительность насоса; мощность двигателя.

В самотечных установках определяются размеры желоба и уклон.

Производительность гидротранспортной установки определяется по формулам:

$$\text{– по пульпе} \quad \Pi_0 = 3600\pi D^2 v/4; \quad (3.12)$$

$$\text{– по грузу} \quad \Pi_\Gamma = 3600\pi D^2 v m_{об} \gamma_\Gamma /4, \quad (3.13)$$

где  $D$  – диаметр трубопровода, м;

$v$  – скорость движения смеси, м/с;

$m_{об}$  – объемная концентрация пульпы (0,14–0,25);

$\gamma_\Gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

**Скорость движения смеси**  $v$  должна быть равна  $(1,1–1,2)v_{кр}$ , где  $v_{кр}$  – критическая скорость, м/с, ниже которой осаживается груз в трубопроводе.

Критическая скорость для пылевидных и порошковых грузов с размером частиц  $\alpha < 0,2$  мм

$$v_{кр} = n'_k \sqrt{a_\Gamma g D}, \quad (3.14)$$

для зернистых и кусковых грузов

$$v_{кр} = C_1 \sqrt{f_v a_\Gamma g m_{об} D}, \quad (3.15)$$

где  $n'_k$  – эмпирический коэффициент, равный 0,1–1,5;

$a_\Gamma$  – эмпирический коэффициент,

$$a_\Gamma = (\gamma_\Gamma - \gamma_0) / \gamma_0, \quad (3.16)$$

$\gamma_0$  – плотность воды, т/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения;

$C_1$  – эмпирический коэффициент, равный 8,5–9,5.

При диаметре трубопровода от 200 до 600 мм  $v_{кр}$  изменяется для различных грузов, м/с: мелкозернистый песок 2,1–3,2; крупнозернистый песок – 2,6–3,6; гравий, щебень – 3,4–5,0; уголь – 1,27–2,8; руда – 0,87–2,44.

**Диаметр трубопровода, м,**

$$D = \sqrt{\frac{4\Pi}{3600v\pi}}. \quad (3.17)$$

**Расход пульпы, м<sup>3</sup>/ч,**

$$V = \Pi_0; \quad V = \Pi_\Gamma / (\gamma_\Gamma m_{об}). \quad (3.18)$$

**Потребное давление воды**

$$P = 1,05 (\sum P_{г.у} + \sum P_{в.у}), \quad (3.19)$$

где 1,05 – коэффициент, учитывающий местные сопротивления (повороты и др.);

$\sum P_{г.у}$  – сумма потерь давления на горизонтальных участках;

$\sum P_{в.у}$  – сумма потерь давления на вертикальных участках.

*Потери давления на горизонтальном участке*

$$P_{г.у} = L \left( 0,015 + \frac{0,0009}{\sqrt{vD}} \right) \frac{v^2 \gamma_{п}}{D}, \quad (3.20)$$

где  $L$  – длина участка, м;

$\gamma_{п}$  – плотность пульпы, кг/м<sup>3</sup>,

$$\gamma_{п} = \frac{\gamma_0 V_0 + \Pi_{г}}{V_0 + \Pi_{г} / \gamma_{г}}; \quad (3.21)$$

$V_0$  – расход воды, м<sup>3</sup>/ч,

$$V_0 = V - \Pi_{г} / \gamma_{г}. \quad (3.22)$$

*Потери давления на вертикальном участке*

$$P_{в.у} = \pm L_{в} g \gamma_{п}, \quad (3.23)$$

где  $L_{в}$  – длина вертикального участка, м; знак «+» ставят при подъеме груза, а «-» – при спуске.

По полученным расчетным значениям  $P$ ,  $V$  выбирают пульпонасос.

**Мощность пульпонасоса, Вт,**

$$P = \frac{PV}{3600\eta}, \quad (3.24)$$

где  $\eta$  – КПД насосной установки (0,38–0,6).

### 3.3 Конвейеры

#### 3.3.1 Назначение и классификация

**Конвейеры** – это машины для перемещения непрерывным или почти непрерывным потоком массовых сыпучих, кусковых и относительно легких штучных грузов без остановок для загрузки и разгрузки.

Под массовыми грузами следует понимать грузопотоки, состоящие из однородных частиц или кусков, а также однотипные штучные грузы, перемещаемые в больших количествах.

Конвейеры составляют одну из самых многочисленных и конструктивно весьма разнообразных групп машин непрерывного транспорта. Обычно конвейеры используются как самостоятельные погрузочно-разгрузочные машины. Однако их часто используют в качестве составных агрегатов более сложных машин непрерывного транспорта.

К о н в е й е р ы к л а с с и ф и ц и р у ю т с я:

- по области применения;
- способу передачи перемещаемому грузу движущей силы;
- характеру приложения движущей силы и конструкции машины;
- роду перемещаемых грузов;
- назначению и положению на производственной площадке.

В зависимости от области применения различают машины:

- общего назначения (применяются во многих отраслях хозяйства);
- специальные (применяются в одной области);

По способу передачи перемещаемому грузу движущей силы:

- действующие при помощи механического привода;
- гравитационные (груз перемещается под действием собственной силы тяжести).

По характеру приложения движущей силы и конструкции различают машины:

- с тяговым органом;
- без тягового органа.

По роду перемещаемых грузов различают машины для перемещения:

- насыпных грузов;
- штучных грузов.

По назначению и положению на производственной площадке различают машины:

- стационарные;
- переносные;
- передвижные.

Классификация конвейеров приведена на рисунке 3.32.

### **3.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров с гибким тяговым органом**

**Ленточные конвейеры** – это машины непрерывного действия, у которых несущим и тяговым органом является гибкая лента. Используются для перемещения грузов на короткие, средние и дальние расстояния, трасса перемещения может быть сложной с горизонтальными и наклонными участками, а также с изгибами в горизонтальной плоскости. Длина горизонтальных конвейеров может составлять до 5 км для одной машины. Производительность достигает до 3000 т/ч, что во много раз превышает производительность других конвейеров.

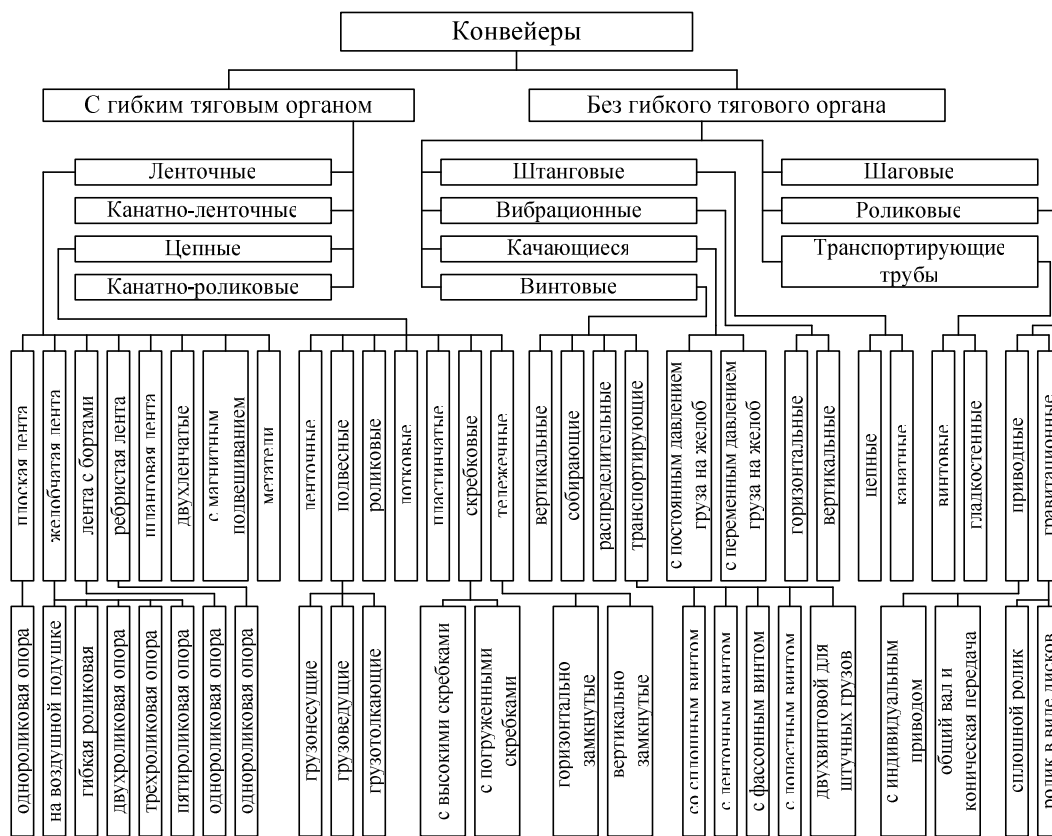


Рисунок 3.32 – Классификация конвейеров



Принципиальная схема ленточного конвейера с плоской лентой, однорولیковой опорой приведена на рисунке 3.33.

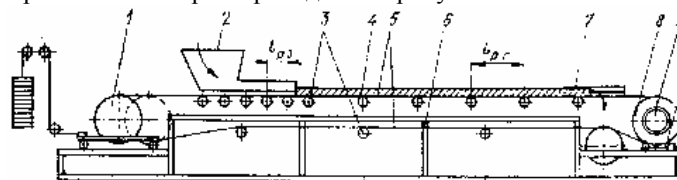


Рисунок 3.33 – Ленточный конвейер с плоской лентой

В ленточном конвейере на концах станины 6 установлены два барабана: приводной 8 и натяжной 1. Вертикально замкнутая лента 5 огибает эти концевые барабаны и по всей длине поддерживается опорными роликками (ролик-опорами) – верхними и нижними 3, укрепленными на станине. Приводной барабан связан с приводом 9, состоящим из редуктора и двигателя. Схема приводов приведена на рисунке 3.34.

Груз 4 подается на ленту 5 с помощью загрузочного устройства 2 и выгружается разгрузочным устройством 7.

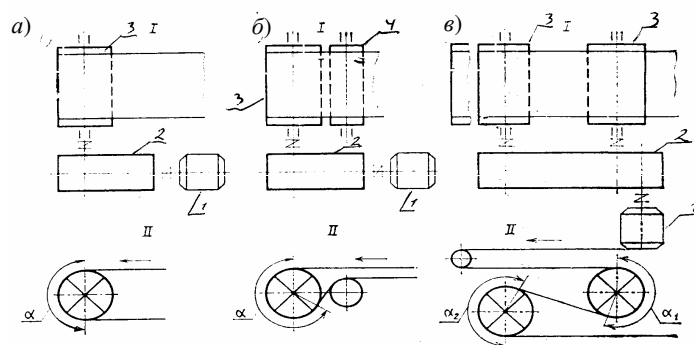


Рисунок 3.34 – Схема приводов

Двигатель 1 через редуктор 2 приводит во вращательное движение приводные барабаны 3, и конвейерной ленте вследствие действия сил трения (сцепления) передается тяговое усилие, которое приводит ленту в движение. На тяговую способность фрикционного привода существенно влияют натяжение ленты, коэффициент трения и угол обхвата  $\alpha$ .

Увеличение *натяжения ленты* приводит к повышенному нагружению конвейерной ленты и может быть рекомендовано лишь при недоиспользовании прочности ленты. Для повышения коэффициента трения рабочую поверхность приводного барабана облицовывают (футеруют) фрикционным материалом (резиной, металлическими листами с насечкой, пластмассой и т. п.).

Угол обхвата на однобарабанном приводе можно довести с помощью отклоняющего барабана (рисунок 3.34, б) до  $240^\circ$ . Применение двухбарабанного привода (рисунок 3.35, в) позволяет увеличить общий угол обхвата барабанов до  $\alpha_1 + \alpha_2 = 400^\circ$ .

Натяжной барабан вместе с натяжным устройством служит для создания предварительного натяжения конвейерной ленты, необходимого для исключения срыва сцепления на приводном барабане, ограничения провеса ленты между опорами и компенсации ее вытяжки.

По принципу действия *натяжные устройства* разделяют:

- на винтовые (рисунок 3.35, а);
- лебедочные (рисунок 3.35, б);
- грузовые (рисунки 3.35, в; 3.35, з);
- пневмогидравлические (рисунок 3.35, д).

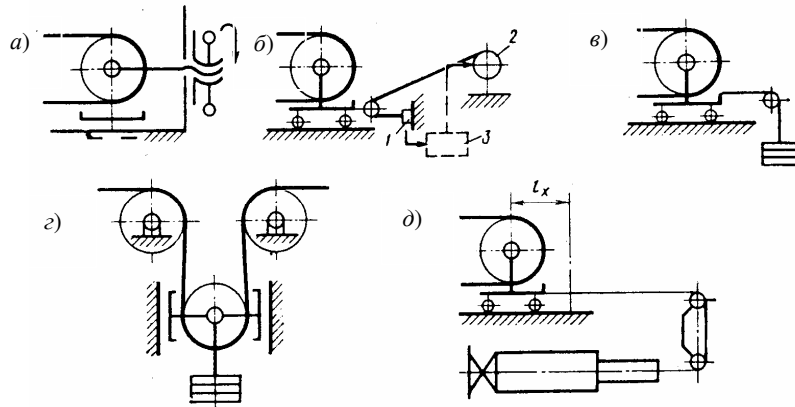


Рисунок 3.35 – Натяжные устройства

Более совершенным натяжным устройством, используемым на мощных конвейерах с протяженной трассой, является лебедочное устройство. В систему автоматического регулирования натяжения ленты входят датчик 1, блок управления 3 и грузовая лебедка 2.

В конвейерах применяют резинотканевые, резинотросовые, металлические сплошные проволочные ленты. Они используются в качестве грузонесущего элемента, осуществляя одновременно и тяговую связь между барабанами конвейера. Лента должна быть высокопрочной, гибкой в продольном (на барабанах) и поперечном (на желобчатых опорах) направлениях, обладать высокой влаго- и износостойкостью рабочих поверхностей, не должна расслаиваться при многократных перегибах, должна иметь небольшое упругое и остаточное удлинение, малую гигроскопичность.

Применение гибких лент в качестве тягового органа обеспечивает:

- транспортирование грузов с высокими скоростями движения, плавность хода и высокую производительность при сравнительно малой распределенной нагрузке;
- использование фрикционного привода (гладкого барабана), исключая зависимость тяговой способности от удлинения ленты;
- сравнительную простоту конструкции и эксплуатации, малую собственную массу;
- сочетание в одной ленте функций несущего и тягового элементов;
- отсутствие шарниров и подобных им быстроизнашиваемых частей.

К недостаткам лент можно отнести:

- сложность изготовления и высокую стоимость;
- невысокую прочность наружной резиновой обкладки, подверженной быстрому разрушению при транспортировании острокромочных твердых и тяжелых насыпных грузов;
- сложность соединения концов ленты, текущего ремонта, очистки от липких грузов;
- повышенное первоначальное натяжение, необходимое для нормальной работы фрикционного привода, и значительные удлинения (до 4 %) при рабочих натяжениях, требующее большого хода натяжного устройства.

В ленточных конвейерах в основном применяют резинотканевые и резинотросовые ленты. Резинотканевые ленты имеют многопрокладочную конструкцию: послынный тяговый каркас состоит из прокладок синтетической (полиамид, полиэфир) или комбинированной (полиэфир, хлопок) ткани. Нарезные прокладки 3 (рисунок 3.36, а) укладывают основой по длине ленты, пропитывают резиновой смесью и вулканизируют, соединяя их в единое целое – тяговый каркас, воспринимающий растягивающее усилие. Для дополнительной защиты у лент, предназначенных для тяжелых условий, рабочую сторону тягового каркаса покрывают брекерной тканью 4. Сверху, снизу и с торцов каркас покрыт обкладками – слоем из резины, предохраняющим его от внешнего воздействия. Верхняя обкладка ленты, обращенная к грузу, называется рабочей и имеет повышенную толщину до 10 мм. Нижняя нерабочая поверхность ленты, не соприкасающаяся с грузом, покрыта слоем резины 2 толщиной 1,0–3,5 мм. У теплостойких лент верхняя сторона тягового каркаса под обкладкой имеет теплоизолирующий слой асбеста.

Резинотросовые ленты (рисунок 3.36, б) состоят из резино-металлического сердечника 2 – одного ряда стальных проволочных канатиков (тросов) 4 и наружных резиновых обкладок 1. Для обеспечения каркасности применяют несколько тканевых прокладок 3. Эти ленты имеют

высокую прочность и применяются в конвейерах с горизонтальными трассами до 5 км.

Ленты *общего назначения* применяют при ограничении температуры окружающей среды или груза от  $-45$  до  $+60$  °С .

*Специальные* ленты рассчитаны на особые условия эксплуатации; к ним относятся ленты теплостойкие ( $+100$  °С), повышенной теплостойкости ( $+150$  °С), морозостойкие ( $-60$  °С), трудно воспламеняющиеся (огнестойкие), пищевые (для продуктов питания), маслостойкие, магнитостойкие, притягивающиеся к магниту, и магнитотвердые, способные к намагничиванию. Специальные ленты изготавливаются из особых сортов резины. Они намного дороже лент общего назначения.

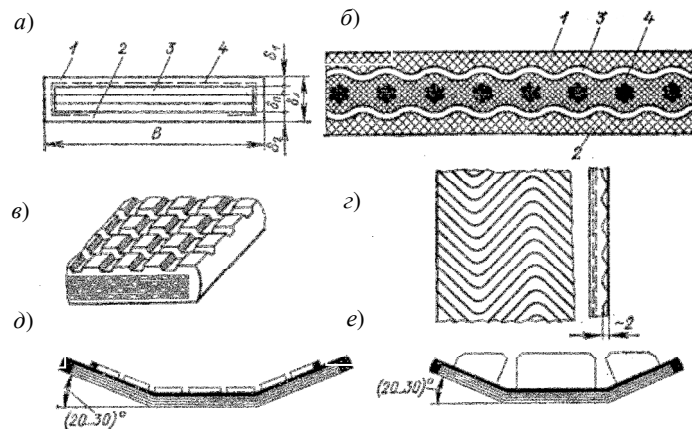


Рисунок 3.36 – Ленты

К специальным лентам относят также ленты с негладкой рабочей поверхностью, отличающиеся повышенным сцеплением с грузом и обеспечивающие увеличение угла наклона конвейера. Существует множество разновидностей негладких лент с идентичным лентам общего назначения тяговым каркасом. Для штучных грузов удобна лента с прямоугольной насечкой (рисунок 3.36, в) или волнообразными (рисунок 3.36, г) выступами. Для сыпучих нелипких грузов можно применять ленты с мелкими (рисунок 3.36, д) и глубокими (рисунок 3.36, е) фасонными выступами (перегородками).

При ограничении скорости перемещения груза высокая производительность достигается за счет применения ленты с высокими гофрированными бортами, создающими увеличение площади поперечного сечения груза (в 1,5–2,5 раза).

Длина выпускаемых резинотканевых и резинотросовых лент не превышает 300 м. На месте эксплуатации производится соединение концов лент. Лучшим способом соединения концов ленты является горячая вулканизация ( $t = 140...150$  °С в течение 25–60 мин) (рисунок 3.37, а – резинотканевая, рисунок 3.37, б – резинотросовая ленты. Такой способ дает высокопрочность соединения (до 0,9 сплошного сечения).

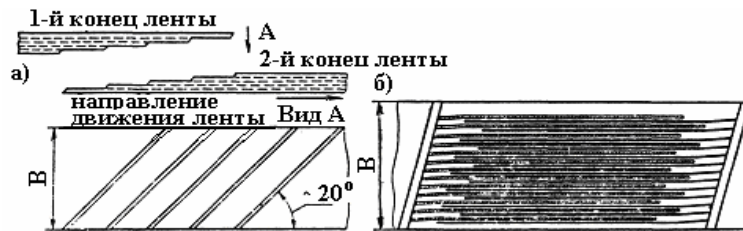


Рисунок 3.37 – Резинотканевая и резинотросовая ленты

Для неответственных конвейеров и дешевых лент применяют различные механические способы стыковки. При простоте и малой стоимости эти соединения обладают невысокой прочностью: 0,5 (от прочности сплошного сечения) – для скоб и шарниров; 0,35 – для заклепок и установки концов ленты внахлестку.

Для транспортирования абразивных материалов, нагретых до 120–300 °С, или агрессивных грузов применяют стальные ленты из углеродистой или коррозионно-стойкой стали шириной 500–650 мм и толщиной 1 мм. Длина конвейера с этой лентой – 1 км и более. Недостаток стальных лент – их малая гибкость, вследствие чего необходимо применять натяжные и приводные барабаны больших диаметров.

Проволочные ленты различного плетения используются в особых случаях при совмещении технологии промывки или просеивания с транспортированием.

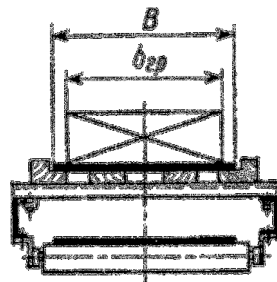


Рисунок 3.38 – Настил

Для опирания ленты на участке между концевыми барабанами устанавливают настилы (рисунок 3.38) или роликоопоры (рисунок 3.39). Изготовление настилов из дерева или листовой стали проще и дешевле роликовых опор, но движение ленты по настилам приводит к большому износу ленты и увеличению расхода энергии. Поэтому настилы применяют при малых скоростях и только для коротких конвейеров (до 20 м) с нагрузкой до 50 кг на 1 м<sup>2</sup> ленты.

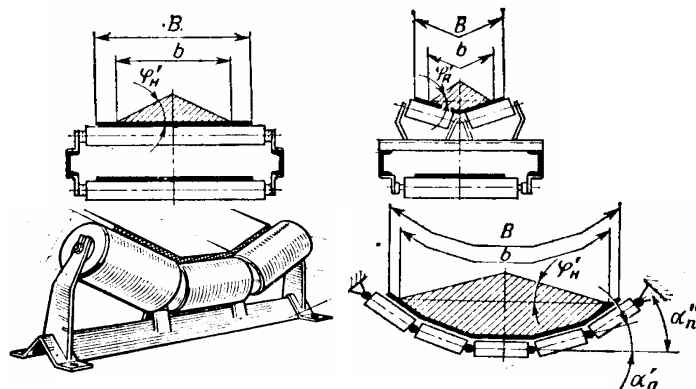


Рисунок 3.39 – Роликоопоры

По расположению и назначению роликоопоры бывают верхние (грузонесущие) и нижние (для обратной ветви), прямыми и желобчатыми на двух и больше роликах.

Ролики выполняют литыми или из труб и устанавливают на подшипниках качения.

Для уменьшения массы ролики целесообразно делать возможно меньшего диаметра, при этом следует учитывать, что с уменьшением диаметра возрастает частота вращения и уменьшается долговечность подшипников.

Для предотвращения бокового сбега ленты применяют поворотные центрирующие роликоопоры 1 (рисунок 3.40).

Для обеспечения ровного хода ленты все роликовые опоры располагают строго нормально к продольной оси конвейера. Центрирующие роликоопоры устанавливают через пять роликоопор на рабочей ветви.

Для стальной ленты в качестве роликоопоры для рабочей ветви применяют вращающиеся пружины, на которых лента прогибается приблизительно по параболе (рисунок 3.41), можно использовать провисающие опоры в

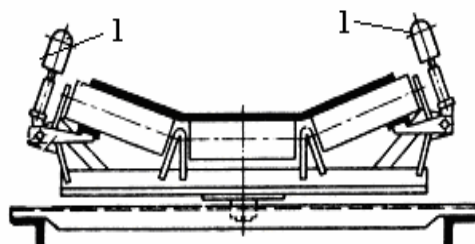


Рисунок 3.40 – Поворотные центрирующие роликоопоры

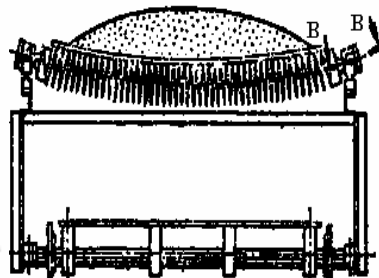


Рисунок 3.41 – Вращающиеся пружины

виде ряда резиновых или пластмассовых роликов, укрепленных на гибком обрезиненном стальном канате (рисунок 3.42). Канат подвешивают между шариковыми подшипниками. Такие ролики сопротивляются абразивному изнашиванию лучше стальных и поэтому более долговечны и хорошо центрируют ленту.

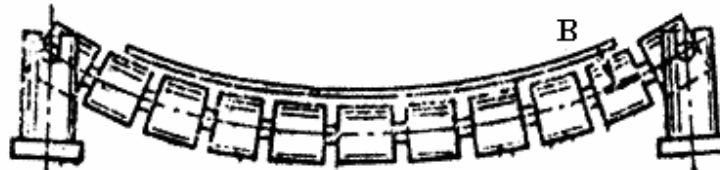


Рисунок 3.42 – Провисающие опоры

Для поглощения энергии удара от падающего материала в местах загрузки используют обрезиненные ролики или ролики с ребристыми резиновыми бандажами. На обратных ветвях конвейеров устанавливают несколько винтовых роликов, очищающих рабочую сторону ленты от налипшего материала (рисунок 3.43). Навивка на роликах до половины левая, со второй – правая.



Рисунок 3.43 – Винтовые ролики

*Расстояние (шаг) между рабочими ролюкоопорами*

$$l_p = A - 0,625 B, \quad (3.25)$$

где  $A$  – коэффициент, при плотности груза менее  $1 \text{ т/м}^3$   $A = 1750$  мм, при плотности более  $1,5 \text{ т/м}^3$   $A = 1550$  мм;

$B$  – ширина ленты, мм.

*Шаг роликов холостой ветви ленты конвейера*

$$l_x = 2l_p. \quad (3.26)$$

В местах загрузки ленты расстояние между рабочими роликами уменьшают до 500 мм. При штучных грузах расстояние между роликами должно быть таким, чтобы груз опирался не менее чем на два ролика.

**Загрузочные устройства.** Конструкция определяется характеристикой транспортируемого груза и способа его подачи на конвейер. Штучные грузы подаются на конвейер направляющими спусками или укладываются на него непосредственно. Насыпные грузы падают на конвейер (рисунок 3.44) загрузочной воронкой 2 и направляющими лотками 3.

Воронка и лоток формируют поток груза и направляют его в середину ленты. Для обеспечения высокого срока службы ленты и роликоопор высота падения из воронки на ленту должна быть минимально возможной, а скорость и направление подачи груза должны быть близки к скорости и направлению движения ленты. Это условие лучше выполняется при параболическом очертании направляющей стенки воронки, которая воспринимает удары падающего груза. Углы наклона стенок воронки  $\alpha_B$  должны быть на 10–15° больше углов трения груза о стенку. На концах боковых и задней стенок направляющего потока устанавливают дополнительные полосы из мягкой износостойкой резины.

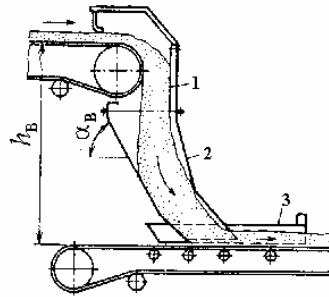


Рисунок 3.44 – Загрузочное устройство

При транспортировке пылевидных грузов загрузочную воронку делают герметичной и снабжают устройствами для отсоса пыли.

**Разгрузочные устройства.** Разгрузка конвейера производится с концевого барабана или на трассе конвейера при помощи плужковых или барабанных разгрузителей (рисунок 3.45).

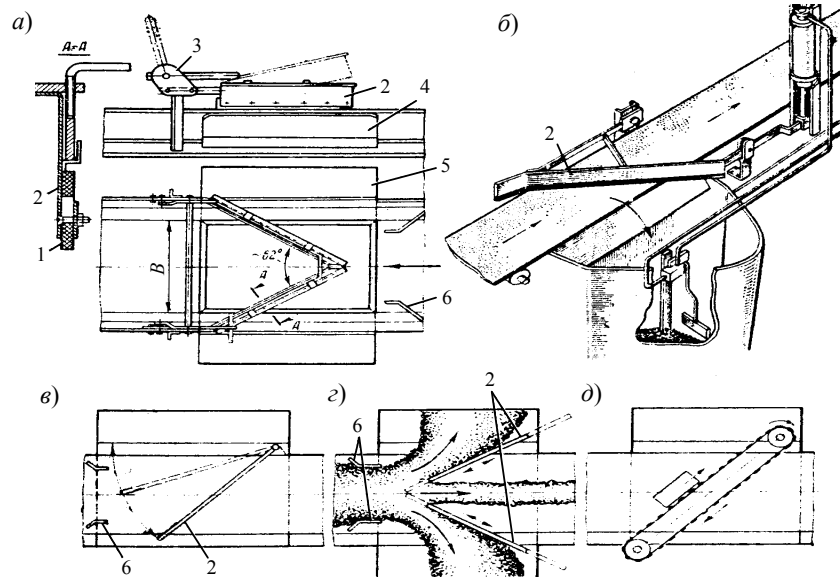


Рисунок 3.45 – Разгрузочные устройства



Плужковые разгрузатели применяют на горизонтальных конвейерах с лентой шириной 400–2000 мм для разгрузки пылевидных, зернистых и мелкокусковых грузов с малой влажностью при скоростях ленты до 2 м/с. Плужковые разгрузатели не рекомендуются для разгрузки твердых и высокоабразивных грузов из-за быстрого изнашивания щитов и ленты.

Плужковый сбрасыватель (см. рисунок 3.45, а, б) состоит из разгрузочного (сбрасывающего) 2 и зачистного 1 щитов, установленных параллельно друг другу под углом 30–45° к продольной оси ленты, опорного стола 4, приемной воронки 5 и подъемного механизма 3, подгребателей 6 (для направления потока груза). Разгрузочный пункт, изготавливаемый из стального листа, устанавливают с некоторым зазором от поверхности ленты. Он отводит с ленты основную часть транспортируемого груза. Зачистной щит с кромкой, оснащенной резиновой полосой, опирается на поверхность ленты и сдвигает с нее оставшуюся часть груза. Груз попадает в разгрузочную воронку.

В нерабочем положении плужковый сбрасыватель приподнят и свободно пропускает под собой ленту с грузом.

По направлению разгрузки ленты различают двусторонние (см. рисунок 3.45, а, з) и односторонние (см. рисунок 3.45, б, в, д) разгрузатели. Двусторонние предпочтительнее, так как у них силы бокового сдвига ленты уравновешены. По интенсивности и разгрузке разгрузатели бывают с полной (см. рисунок 3.45, а, б), частичной (см. рисунок 3.45, в, з) разгрузкой ленты с поворотным щитом и двусторонние с раздвинутыми щитами (см. рисунок 3.45, д).

Для штучных грузов используются разгрузатели с подвижной лентой (см. рисунок 3.45, д).

Опорный стол служит для выпрямления ленты в месте установки разгрузателя и выполняется в виде гладкого стального листа.

Барабанный разгрузатель (рисунок 3.46) состоит из тележки 4, установленных на ней оборотных барабанов 1 и 2, разгрузочной воронки 3. Транспортируемый груз сбрасывается с верхнего барабана 2 в воронку и направляется вправо или влево либо одновременно в обе стороны конвейера. Тележка движется вдоль горизонтального участка конвейера по всему фронту разгрузки.

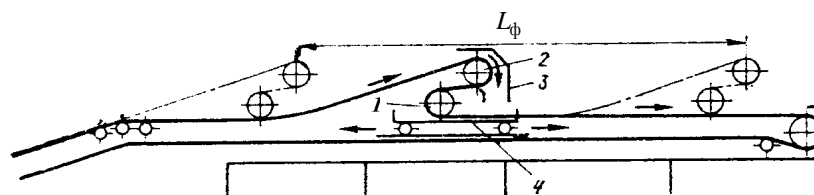


Рисунок 3.46 – Барабанный разгрузатель

**Очистные устройства** (рисунок 3.47). Очистка ленты от прилипших частиц транспортируемого груза – важная задача обеспечения надежной и

экономичной эксплуатации ленточных конвейеров. Количество налипающего на ленту материала зависит от влажности груза, склонности к налипанию, крупности частиц. Опытным путем установлено, что к ленте прилипает от 3 до 5 % общего количества нелипких материалов и от 15 до 20 % липких.

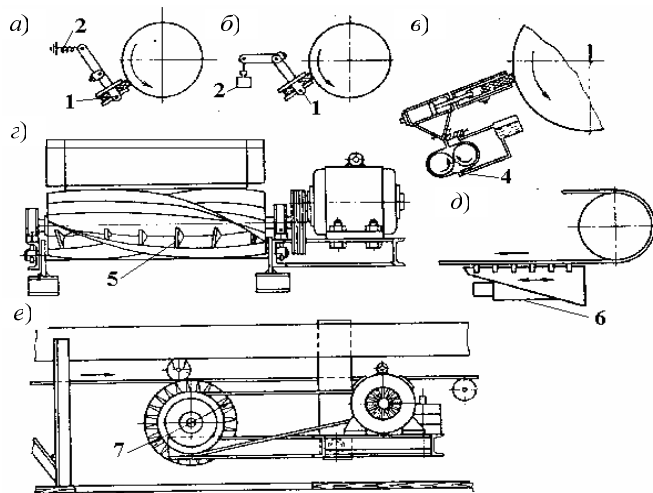


Рисунок 3.47 – Очистные устройства

По принципу действия очистные устройства можно разделить на механические, стряхивающие вибрационные, промывочные:

- скребок 1 с пружинным поджатием 2 (рисунок 3.47, а);
- скребок 1 с грузовым поджатием 3 (рисунок 3.47, б);
- скребок 1 с гидравлическим поджатием 4 (рисунок 3.47, в);
- скребок с винтовыми лопастями 5 (рисунок 3.47, г);
- вибрационный скребок 6 (рисунок 3.47, д);
- щеточный очиститель 7 (рисунок 3.47, е);

Баранный очиститель показан на рисунке 3.48.

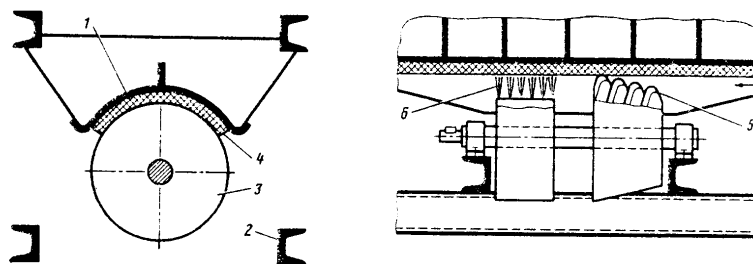


Рисунок 3.48 – Барабанный очиститель

Барабанный очиститель состоит из лотка 1, придающего ленте 4 вогнутую форму, опорной конструкции 2, приводного очистного барабана 3, взаимодействующего с лентой очистными элементами 5, 6 по всей ширине.

При транспортировке сильно налипающих материалов рекомендуется первую по ходу движения ленты секцию выполнять в виде шнека, а вторую – в виде щетки.

Если условия установки конвейеров требуют существенного снижения их массы, например, на мостах от валообразователей, то применяют ленты без поддерживающих роликовых опор, масса которых может достигать 35 % массы конвейера. При этом для подвешивания ленты используют воздушную подушку (рисунок 3.49) или постоянные магниты (рисунок 3.50).

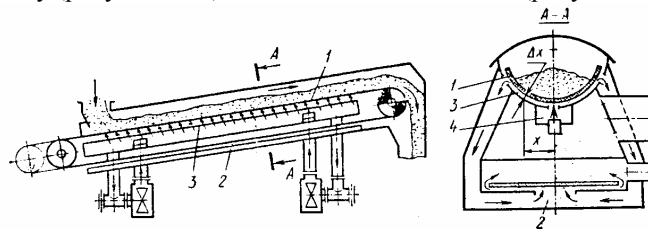


Рисунок 3.49 – Подвешивание ленты с использованием воздушной подушки

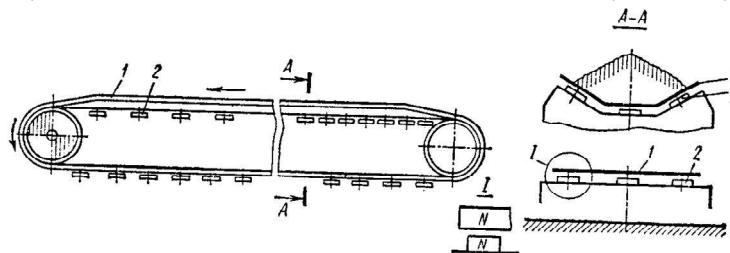


Рисунок 3.50 – Подвешивание ленты с использованием постоянных магнитов

В конвейерах с воздушным подвешиванием верхняя и нижняя ветви ленты 1 поддерживаются прослойками 2 и 3 воздуха. Лента огибает приводной и натяжной барабаны и приводится в движение от электродвигателя. Распространение конвейеров с воздушным подвешиванием ленты сдерживается необходимостью использования энергоемкого воздухоудвнного оборудования, сложностью сохранения зазора между лентой и желобом, пылением транспортируемых грузов.

Замена роликов постоянными магнитами 2 в виде пластин возможна в сочетании со специальной лентой 1, в резиновую обкладку которой завулканизирован порошок феррита бария, придающий ленте постоянные магнитные свойства. Лента удерживается в подвешенном состоянии подъемной отталкивающей магнитной силой.

При полной бесшумности и малой энергоемкости конвейеры с магнитным подвесом имеют существенные недостатки. Для них необходимо применять специальные ленты, сложно обеспечить их поперечную устойчивость, нельзя транспортировать материалы, обладающие магнитными свойствами.

Ленточным конвейером можно перемещать груз в горизонтальном и наклонном направлениях при угле подъема, не превышающем  $2/3$  угла естественного откоса материала в движении. При необходимости подъема материала на большую высоту приходится при малом угле подъема значительно увеличивать длину конвейера, что повышает стоимость установки. Для устранения этих недостатков рекомендуется применять крутонаклонные и вертикальные конвейеры. Эти конвейеры могут быть с верхними прижимными элементами (рисунок 3.51): с цепной сетчатой лентой 1, резиноканевой лентой 2 и катками 3, с дополнительной лопастной лентой 4. Для сильно пылящих материалов используют конвейеры с трубчатой лентой 3 (рисунок 3.52).

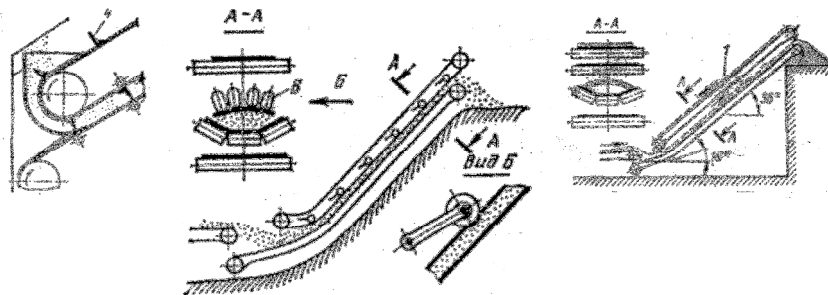


Рисунок 3.51 – Конвейеры с верхними прижимными элементами

Шланг в месте загрузки *I* замыкается с грузом роликами 1, 2. В месте выгрузки лента размыкается.

К ленточным инерционным конвейерам относятся короткие ленточные (метатели), у которых лента движется с большой скоростью, а для увеличения сцепления частиц с быстро движущейся лентой придают ленте криволинейную форму с помощью полого барабана с ребрами по его краям (рисунок 3.53).

Груз из бункера 1 поступает на быстро движущуюся ленту 4 между ребрами отклоняющего барабана 2 и под влиянием центробежной силы, развиваемой при движении слоя груза по кривой, приобретает скорость, равную скорости движения ленты.

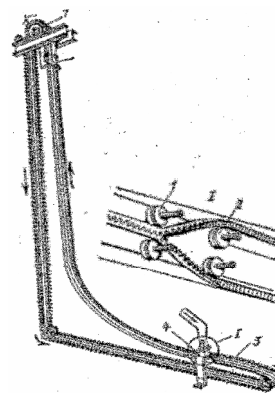


Рисунок 3.52 – Конвейеры с трубчатой лентой

Скорость движения ленты, а следовательно, и груза составляет 15–18 м/с, а расстояние его полета – 15–20 м. Применяют эти конвейеры в тех случаях, когда требуется разравнивание (штивка) грузов по всей площади склада или пола подвижного состава. Основной недостаток – расслаивание груза: более тяжелые частицы груза отбрасываются дальше, более легкие – ближе.

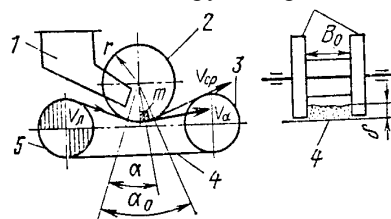


Рисунок 3.53 – Метатель

При перемещении крупнокусковых грузов на большие расстояния (1 км и более) находят применение канатно-ленточные конвейеры (рисунок 3.54), у которых тяговым органом являются стальные канаты 4, а лента 1 воспринимает нагрузку только от силы тяжести груза. Лента на канатах лежит в виде седлообразных утолщений. Тяговые канаты опираются на ролики, размещаемые на раме конвейера на расстоянии 5–8 м друг от друга. Стальные завулканизированные поперечные полосы (стержни) 2 обеспечивают поперечную устойчивость ленты в отношении оси конвейера. Такая лента хорошо пружинит, сопротивляется ударам, износу, что увеличивает ее долговечность. Для натяжения стальных канатов и лент применяются самостоятельные отдельные натяжные грузовые устройства.

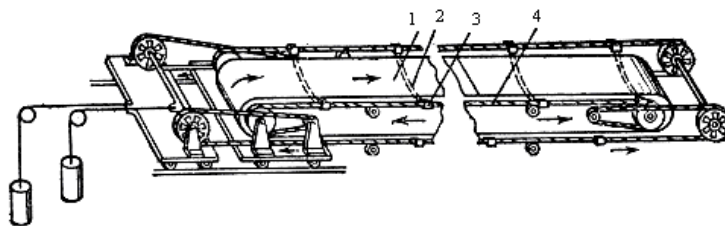


Рисунок 3.54 – Канатно-ленточный конвейер

Для транспортирования легких грузов может использоваться канатно-роликовый конвейер (рисунок 3.55) со стальным проволочным канатом 3, приводящим во вращательное движение ролики. Канат прижимается к транспортирующим роликам 1 прижимными роликами 2.

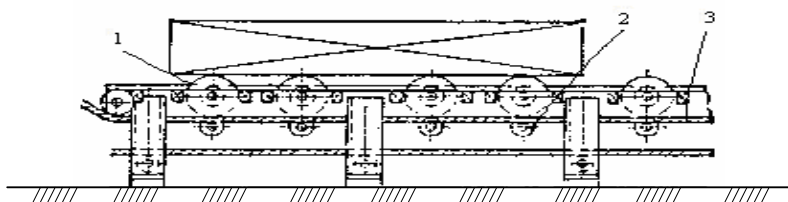


Рисунок 3.55 – Канатно-роликовый конвейер

В цепно-ленточных конвейерах (рисунок 3.56) тяговым элементом служит цепь 1, а грузонесущим – обычная резиноканевая лента 3, опирающаяся на опорные площадки 2, прикрепленные к цепи.

Желобчатую форму ленте придают роlikоопоры 4, у которых средний ролик отсутствует, а вместо него проходит тяговая цепь, движущаяся на катках 6 по направляющим путям 5. На рисунке 3.56 обозначены: Б – оборотный барабан; П1, П2 – приводные звездочки; НУ – натяжное устройство. Захват ленты осуществляется только трением между опорными площадками цепи и лентой.

К преимуществам цепно-ленточных конвейеров относится возможность применения стандартной ленты с 3–4 прокладками независимо от длины бесперегрузочной транспортировки, так как на один неразрывный контур ленты можно установить несколько цепных контуров с отдельными приводными механизмами.

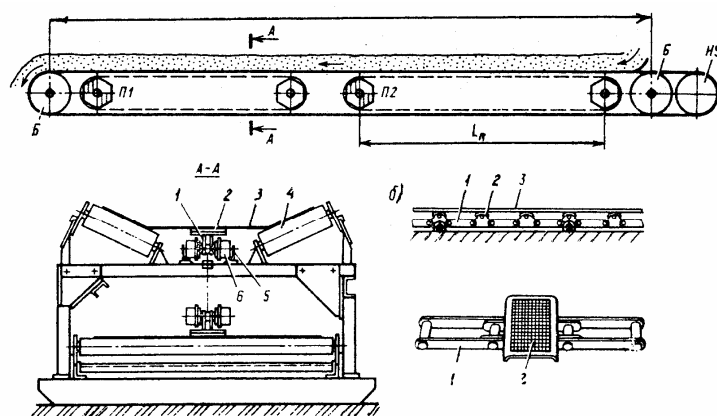


Рисунок 3.56 – Цепно-ленточный конвейер

Недостатками являются ненадежность фрикционного соединения ленты с цепью из-за непостоянства коэффициента трения в условиях загрязнения и увлажнения опорных площадок, малой сцепной массы, износ ленты и площадок от проскальзывания, ограничение скорости из-за наличия цепи и динамических нагрузок на нее, ограничение угла наклона до  $10^\circ$  из-за недостаточного усилия сцепления ленты с цепью.

Пластинчатые конвейеры служат для перемещения в горизонтальном или близком к нему наклонном направлении грузов: тяжелых штучных, крупнокусковых, остrokонечных, а также грузов, нагретых до высокой температуры (рисунок 3.57).

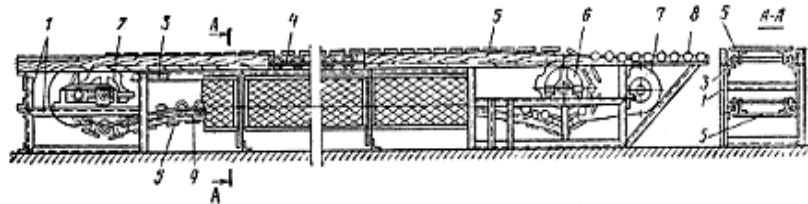


Рисунок 3.57 – Пластинчатый конвейер

Пластинчатые конвейеры выполняются в основном стационарными с основанием 1, на котором крепятся две пары звездочек, одна из которых натяжная 2, а звездочки 6 – приводные. Каждая пара звездочек, лежащих в одной плоскости, огибается бесконечной цепью 4, а к цепям прикреплены пластины 5. Ролики цепей на рабочей ветви катятся по направляющим 3, а на холостой ветви – по направляющим 9. Приводные звездочки соединены с приводом 7. Прием груза производится на роликовый стол 8.

В отличие от ленточных конвейеров у цепных тяговое усилие передается зацеплением звездочки за цепь, и роль натяжного устройства заключается в выборе слабины тягового органа.

Вследствие малой вытяжки цепей натяжное устройство изготовляют винтовым с ходом, обеспечивающим возможность изъятия одного звена цепи.

Конвейеры с настилом коробчатого сечения (рисунок 3.58) и оборотными пластинами, поставленными внахлестку (рисунок 3.59), используются для перемещения навалочных грузов. Но такие конвейеры являются тяжелыми и дорогими. Поэтому чаще применяют конвейеры с плоскими пластинами, установленными внахлестку, а для повышения производительности вдоль конвейера укрепляют неподвижные борта.

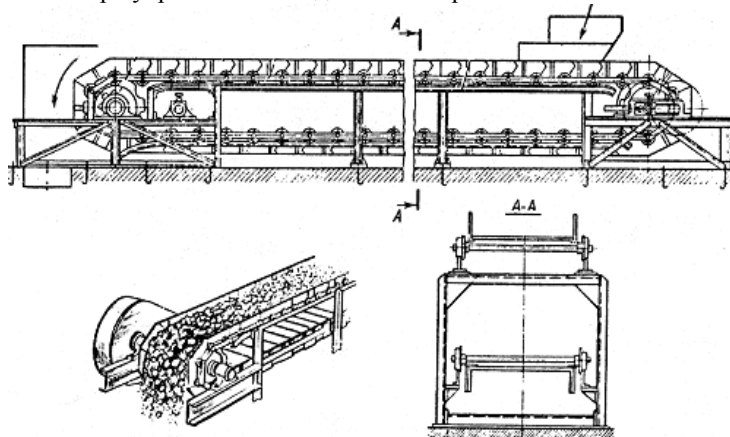


Рисунок 3.58 – Конвейер с настилом коробчатого сечения

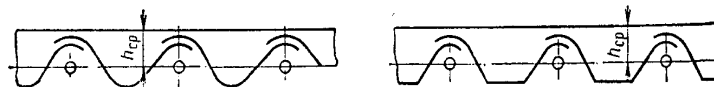


Рисунок 3.59 – Конвейеры с обортованными пластинами, поставленными внахлестку

**Приводные роликовые конвейеры.** Эти конвейеры широко распространены в металлургической, деревообрабатывающей промышленности, в целлюлозно-бумажном производстве, на складах и в линиях с другими конвейерами. Преимуществами их являются стабильность скорости движения груза, простота присоединения к технологическим машинам, возможность транспортирования тяжелых и горячих грузов, невысокая энергоемкость. Вместе с тем они имеют более сложную конструкцию и повышенную стоимость.

Используются конвейеры с одной общей тяговой цепью (рисунок 3.60), где при помощи цепи 4, звездочек 5, закрепленных на рамках, и промежуточных натяжных звездочек 6 производится перемещение груза вращающимися роликами.

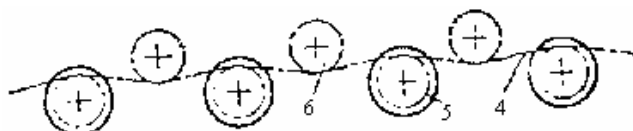


Рисунок 3.60 – Конвейер с одной общей тяговой цепью

Для перемещения тяжелых грузов (рисунок 3.61) применяют цепные передачи 7 от ролика к ролику.

Цепные роликовые конвейеры имеют высокую стоимость, отличаются сложностью монтажа и эксплуатации.

Скребокковые конвейеры используют для транспортирования самых разнообразных грузов, как легкосыпучих, мелко-, средне- и крупнокусковых, так и связных.

По универсальности применения они занимают одно из первых мест среди машин непрерывного транспорта, а по длине рабочего органа их общая протяженность приблизительно на порядок выше, чем ленточных.

На рисунке 3.62 приведены схемы конвейеров порционного волочения с высокими скребками с одной рабочей ветвью (см. рисунок 3.62, а) и двумя (см. рисунок 3.62, б).

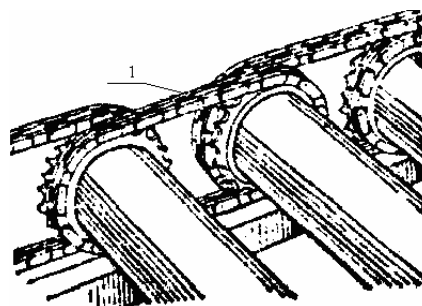


Рисунок 3.61 – Цепная передача



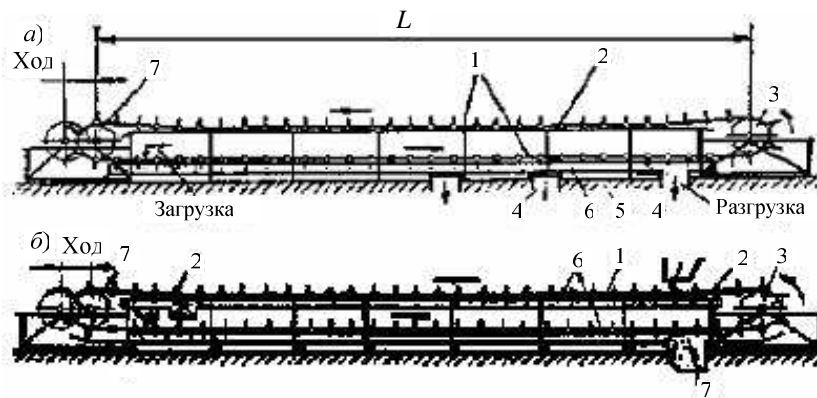


Рисунок 3.62 – Схемы конвейеров порционного волочения с высокими скребками с одной рабочей ветвью

Высокими называют скребки высотой, равной высоте боковых стенок (бортов) желоба или превышающей ее.

В конвейере с одной рабочей ветвью груз перемещается по желобу 6, укрепленному на станине 5 вдоль нижней ветви вертикально замкнутой цепи 1. Цепь с консольно прикрепленными к ней скребками 2 опирается на катки 8, движущиеся по направляющим 9. Цепь приводится в движение от привода через звездочку 3. Ее предварительное натяжение создается натяжным устройством, воздействующим на звездочку 7. На нижнюю рабочую ветвь груз попадает сверху через свободное пространство между скребками верхней холостой ветви. Разгрузка производится из выпускных отверстий 4 в днище желоба, открываемых и закрываемых шиберными затворами.

В редко применяемых конвейерах с двумя рабочими ветвями груз перемещается по верхнему и нижнему желобам в противоположных направлениях.

Желоба и лотки изготавливаются из листовой стали толщиной 3–8 мм. Цепной конвейер с погруженными скребками состоит из желоба, разделенного на две части: одна – для рабочей ветви, другая – для холостой, приводных и натяжных звездочек, тягового органа (цепь) и скребков, прикрепленных к цепи. Груз заполняет сплошной массой все сечение рабочей ветви желоба или большую его часть. Такие конвейеры могут иметь сложную по очертаниям трассу и позволяют перемещать грузы в горизонтальном (рисунок 3.63, а), горизонтально-пологонаклонном (рисунок 3.63, б), вертикальном (рисунок 3.63, в), крутонаклонном (рисунок 3.63, г), L-образном (рисунок 3.63, д), Z-образном (рисунок 3.63, е) направлениях.

Скорость движения груза – 0,1–0,26 м/с. При движении цепи груз увлекается скребками и перемещается вдоль желоба. Для перемещения груза

вверх необходимо, чтобы сопротивление проходимых скребков через сыпучий груз было больше сопротивления трения груза о гладкие стенки желоба.

Преимуществами скребковых конвейеров являются простота конструкции, малая высота, безопасность, возможность транспортирования разнообразных грузов (хорошо сыпучих, связных, порошкообразных, острокромчатых, химически активных и ядовитых, горячих и при низкой температуре) по сложным трассам и без перегрузки; герметичность, отсутствие пыления, пожаро- и взрывоопасности, потерь и загрязнения груза; простота автоматизации загрузки и разгрузки во многих точках трассы.

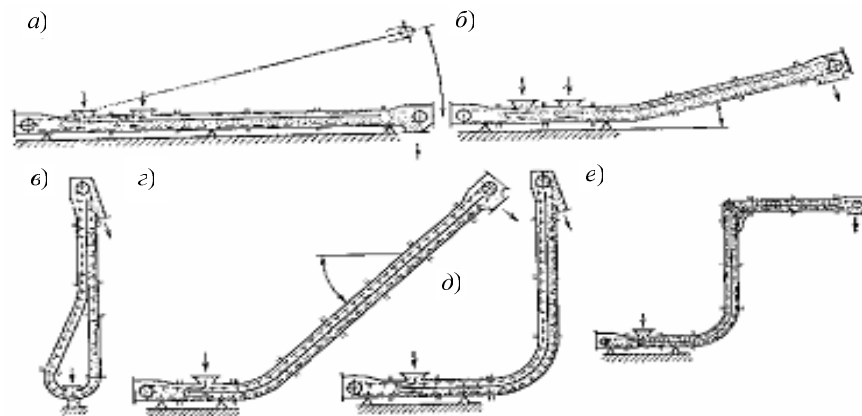


Рисунок 3.63 – Цепной конвейер с погруженными скребками

К недостаткам можно отнести измельчение грузов (в меньшей степени у конвейеров сплошного волочения с низкими скребками), значительный расход энергии, повышенный износ движущихся частей и желобов, шум, создаваемый при трении груза и элементов конвейера о желоб и направляющие, возможность образования заторов груза и заклинивания скребкового полотна в конвейерах с закрытым желобом.

Цепные подвесные конвейеры используются на складах многоярусного хранения. Служат для непрерывной, реже периодической транспортировки грузов по замкнутому контуру сложной, в большинстве случаев пространственной трассы. Подвесными они называются потому, что грузы размещаются на подвесках или в специальной таре, подвешенной к кареткам или тележкам, движущимся по подвесному пути. Подвесной грузонесущий конвейер (рисунок 3.64) состоит из замкнутого рельсового пути 1, грузовой подвески 2, тяговой цепи 3, тележек 4 с ходовыми колесами 5, натяжного и проводного устройств, устройств загрузки и выгрузки грузов.

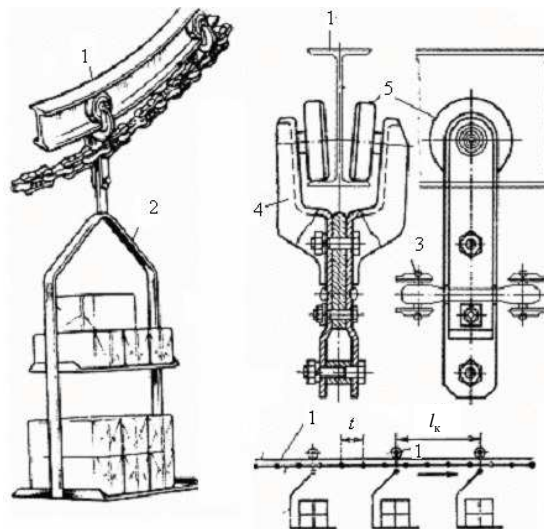


Рисунок 3.64 – Подвесной грузонесущий конвейер

Подвесные конвейеры загружают и разгружают вручную или при помощи полуавтоматических и автоматических устройств. Схема автоматической загрузки приведена на рисунке 3.65, а разгрузки – на рисунке 3.66.

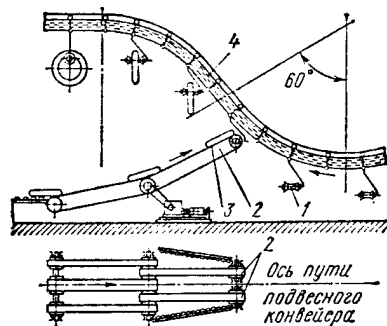


Рисунок 3.65 – Схема автоматической загрузки

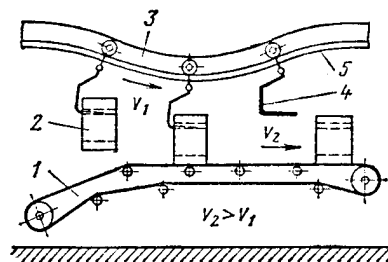


Рисунок 3.66 – Схема автоматической разгрузки

Автоматическая загрузка конвейера 4 (см. рисунок 3.65) осуществляется конвейером 2, подающим грузы 3 в позицию загрузки, где они удерживаются остановом до тех пор, пока очередная порожняя подвеска 1 не захватит очередной груз 3.

Выгрузка груза 2 (см. рисунок 3.66) осуществляется на двойном перегибе подвесного пути 3. Скорость  $v_2$  движения конвейерной ленты 1 больше

скорости  $v_1$  движения цепи 5, благодаря чему груз 2 автоматически снимается с подвески 4.

У подвесного толкающего конвейера (рисунок 3.67) тележки с подвесками для грузов не прикреплены к тяговой цепи и движутся по отдельному подвесному пути толкателями. Последние закреплены на тяговой цепи и толкают находящиеся перед ними тележки с грузами. Цепь с каретками и толкателями движутся по тяговому подвесному пути, а тележки с грузами – по самостоятельному грузовому пути, который может иметь ответвления.

У подвесного грузоведущего (грузотянущего) конвейера (рисунок 3.68) транспортируемый груз размещается на напольной тележке 4, передвигаемой по полу склада. Тележка снабжена ведущей штангой 2, с ней сцепляется захват или толкатель, укрепленный на каретке 5, присоединенный к тяговой цепи 3 и перемещающийся по подвесному пути 1.

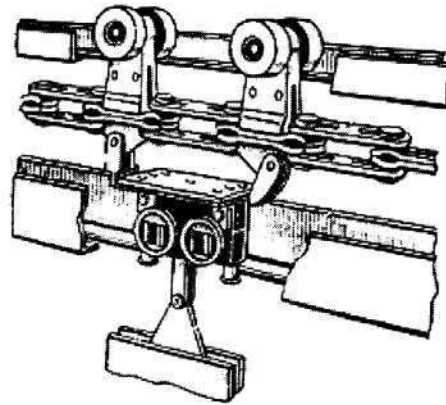


Рисунок 3.67 – Подвесной толкающий конвейер

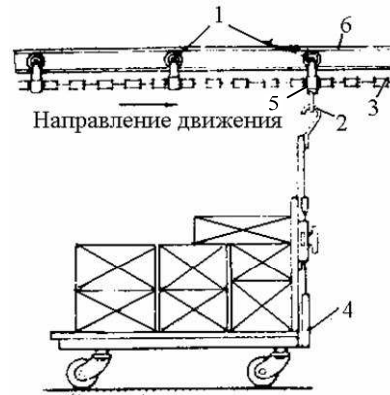


Рисунок 3.68 – Подвесной грузоведущий (грузотянущий) конвейер

Скорость движения рабочего органа подвесного конвейера зависит от его назначения. Для технологических конвейеров скорость определяется ритмом производственного процесса, для транспортных конвейеров зависит от заданной производительности, способов загрузки и разгрузки. Обычно скорости колеблются в пределах 0,1–30 м/мин.

Подвесные конвейеры имеют следующие преимущества:

- пространственная трасса и ее большая протяженность до 3 км и более позволяют одним конвейером обслужить полный производственный цикл, выполняемый в помещениях на разных уровнях или в разных корпусах;
- малый расход энергии на транспортировку;
- возможность широкого применения автоматизации распределения грузов;

– легкая приспособляемость трассы конвейера к возможным изменениям технологического процесса, возможность создания на конвейере подвижного запаса изделий для ликвидации промежуточных складов в цехах.

Тележечные конвейеры используются для перемещения штучных грузов. Конвейеры горизонтально замкнутые бывают пространственные без перекрещивания путей (рисунок 3.69, а) и с перекрещивающимися путями (рисунок 3.69, б).

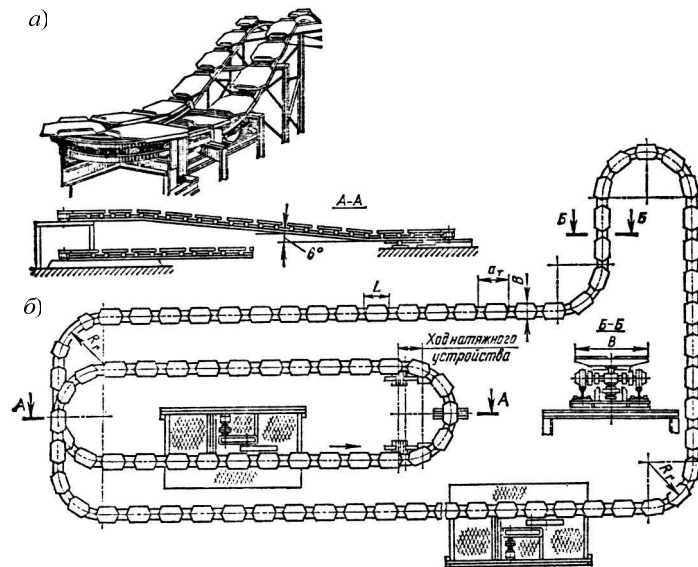


Рисунок 3.69 – Тележечный конвейер горизонтально замкнутый

Схема вертикально замкнутого конвейера приведена на рисунке 3.70.

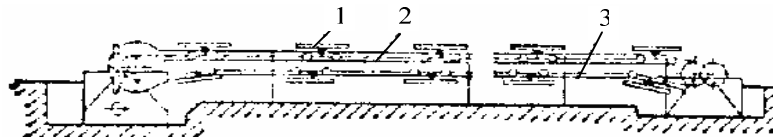


Рисунок 3.70 – Тележечный вертикально замкнутый конвейер

Тяговые цепи 2 этих конвейеров соединены с тележками 1, передвигающимися на катках по рельсам 3.

Вертикально-замкнутые конвейеры более компактны, так как у них обратная ветвь проходит под рабочей ветвью, однако в этом случае для рабочих операций используется только одна рабочая ветвь. В горизонтально-замкнутых конвейерах используются обе ветви, но для своего размещения этот конвейер требует значительно большей площади.

### 3.3.3 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров без гибкого тягового органа

**Винтовым конвейером** называется устройство, осуществляющее транспортировку материала по желобу при помощи вращающегося винта. Винтовые конвейеры применяют для транспортирования пылевидных, порошкообразных, зернистых, мелкокусковых навалочных грузов по горизонтальным и пологонаклонным – до 18–20° (горизонтальные винтовые конвейеры), а также крутонаклонным и вертикальным (вертикальные винтовые конвейеры) трассам.

Винтовой транспортирующий конвейер (рисунок 3.71) имеет желоб 4 полукруглой формы, внутри которого расположен винт 5, вращающийся в подшипниках 3 при помощи привода 8. Груз загружается через загрузочное отверстие 2, а выгружается – через отверстие 6 с задвижкой 7. Желоб обычно закрыт крышкой 1.

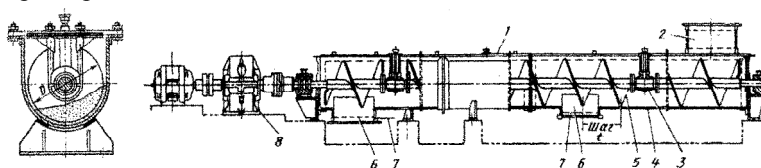


Рисунок 3.71 – Винтовой транспортирующий конвейер

Диаметр винта конвейера должен быть в 12 раз больше размера типичных кусков сортированных грузов и в 4 раза больше размера типичных кусков рядовых грузов. Если это условие не будет соблюдаться, то возможно образование в зоне подвесных подшипников заторов, нарушающих нормальную работу конвейера.

Диаметр винта ( $D_v$ ) выбирается из ряда 100, 125, 150, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800 мм. Шаг винта равен диаметру винта горизонтального конвейера и 0,8 диаметра винта наклонных конвейеров, работающих на подъем. Меньшие значения шага принимают для абразивных грузов, имеющих значительный коэффициент трения о стенки желоба.

По числу спиралей винта различают конвейеры с *однозаходным* и *многозаходным* винтами. При многозаходном (обычно двухзаходном) винте материал перемещается с большей скоростью, чем при однозаходном, соответственно производительность конвейера повышается.

Длина горизонтальных винтовых конвейеров составляет до 60 м. Вертикальные имеют высоту до 20 м.

По конструкции винта различают конвейеры со *сплошным* (рисунок 3.72, а), *ленточным* (рисунок 3.72, б), *фасонным* (рисунок 3.72, в) и *лопастным* (рисунок 3.72, г) винтами.

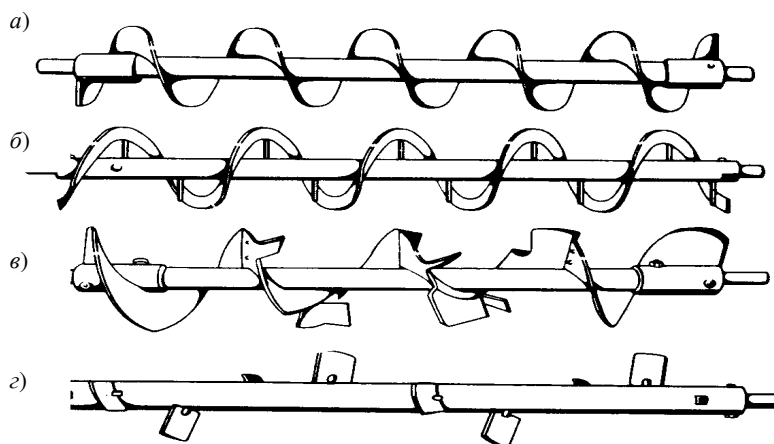


Рисунок 3.72 – Конструкции винта конвейеров

Тип винта выбирают с учетом следующих соображений. Хорошосыпучие материалы (цемент, мел, зола, сухой песок, гранулированный шлак) транспортируются сплошным винтом при коэффициенте заполнения желоба 0,3–0,45 и частоте вращения винта 50–120 об/мин. Кусковые материалы (крупный гравий, песчаник, известняк, шлак негранулированный) перемещаются ленточным или лопастным винтом при коэффициенте наполнения 0,25–0,4 и частоте вращения винта 40–100 об/мин. Тестообразные слеживающиеся и мокрые материалы (мокрая глина, бетон, цементный раствор) транспортируются лопастным или фасонным винтом при коэффициенте наполнения 0,15–0,3 и частоте вращения винта 80–60 об/мин.

Направление движения груза в желобе зависит от направления вращения винта и направления витков винта.

Применяются конвейеры *распределяющие* (рисунок 3.73), *собирающие* (рисунок 3.74) и *двухвинтовые* для штучных грузов (рисунок 3.75).

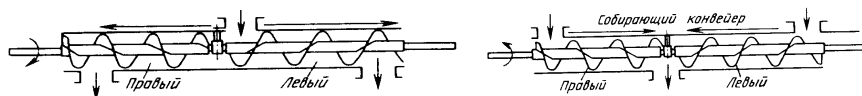


Рисунок 3.73 – Распределяющий конвейер      Рисунок 3.74 – Собирающий конвейер

Рабочими органами двухвинтовых конвейеров для штучных грузов являются два параллельных винта 1, выполненных из труб с приваренными к ним винтовыми спиралями из проволоки, имеющими противоположную навивку.

При вращении винтов навстречу друг другу штучный груз 2 перемещается в направлении стрелки А. Преимуществами этих конвейеров являются простота конструкции, возможность изменения длины и конфигурации трассы, высокая производительность, а недостатками – возможность повреждения грузов при наличии неровностей на поверхности винтов и самопроизвольное сбрасывание груза.

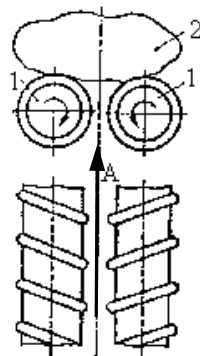


Рисунок 3.75 – Двухвинтовой конвейер

Схема винтового вертикального конвейера приведена на рисунке 3.76. Электродвигатель 1 через муфты 2 и редуктор 3 приводит во вращательные движения посредством зубчатой цилиндрической 4 и конической 5 передач горизонтальный 6 и вертикальный 7 винты. Груз подается из бункера 8, винт 6 перемещает груз к вертикальному конвейеру, который поднимает его на определенную высоту и выгружает через окно 9. Вертикальный винтовой конвейер более эффективен для подъема легкосыпучих грузов, малоабразивных. Недостатком является необходимость в специальных питающих устройствах.

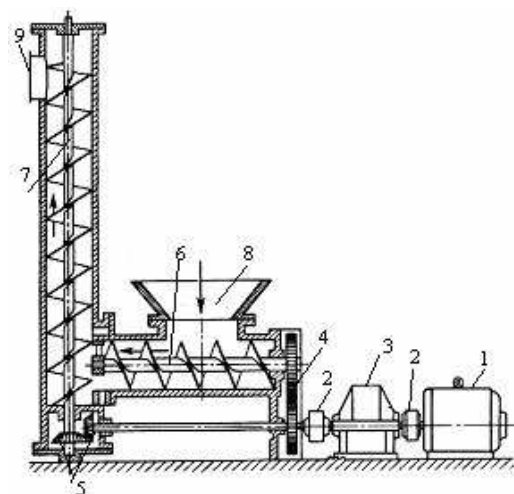


Рисунок 3.76 – Схема винтового вертикального конвейера

К преимуществам винтовых конвейеров относятся надежность в эксплуатации; простота обслуживания; безопасность при транспортировании ядовитых, пылящих материалов; компактность; удобство загрузки и разгрузки. Для перемещения всех видов насыпных грузов широко используются качающиеся конвейеры.

*Качающийся* конвейер с постоянным давлением груза на желоб (рисунок 3.77) состоит из желоба 1, совершающего возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости на опорных

катках 2 при наличии двухкривошипного привода 5.

Двигатель вращает кривошип 3. От кривошипа и качающегося рычага 4 движение передается на шатун и связанный с ним желоб. В начале прямого хода груз перемещается вместе с желобом, силы трения при этом удерживают



вают груз в неподвижном относительно желоба состоянии. В конце прямого хода ускорение желоба изменяет знак и резко возрастает по абсолютному значению. Инерционные силы становятся больше сил трения, и груз, получив импульс, начинает скользить по желобу вперед. Скорость груза при постоянном сопротивлении линейно уменьшается и, наконец, становится равной скорости желоба. С этого момента груз опять движется вместе с желобом без скольжения.

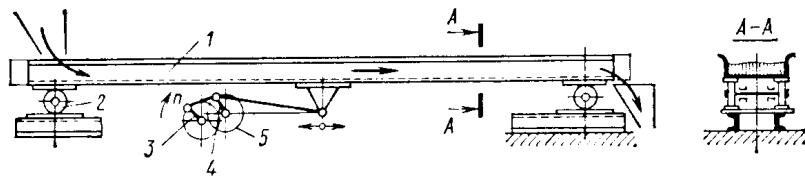


Рисунок 3.77 – Качающийся конвейер с постоянным давлением груза на желоб

Средняя скорость перемещения груза не более 0,2 м/с при амплитуде 50–150 мм и частоте вращения кривошипа 40–85 об/мин, ширине желоба 20–1200 мм и длине до 50 м.

Инерционный качающийся конвейер с переменным давлением груза на желоб (рисунок 3.78) состоит из стального желоба 1, совершающего колебательные движения на упругих стойках 2, установленных под углом 15–20°.

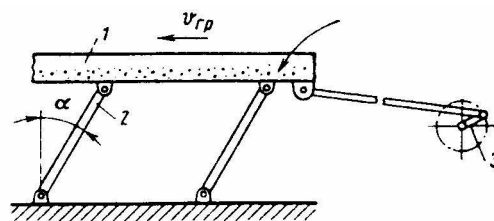


Рисунок 3.78 – Инерционный качающийся конвейер с переменным давлением груза на желоб

под действием кривошипного механизма 3, приводимого в движение от двигателя

При движении желоба вперед и его подъеме вертикальная составляющая силы инерции направлена вниз и увеличивает силу трения груза о желоб, направленную в сторону движения. При обратном ходе желоба и его опускании

вертикальная составляющая сила инерции направлена вверх и тем самым уменьшает силу трения между грузом и желобом, а так как горизонтальная составляющая силы инерции больше силы трения при обратном ходе, то груз продолжает движение вперед. Скорость движения груза – 0,15–0,2 м/с. Амплитуда колебания – 30–40 мм при числе циклов в минуту – 300–400.

Качающиеся конвейеры просты по конструкции, надежны и удобны в эксплуатации. Недостатками этих устройств являются изнашивание желоба

при перемещении абразивных грузов, образование пыли при перемещении пылевидных веществ, непригодность для перемещения липких грузов.

*Вибрационные горизонтальные конвейеры* транспортируют груз с отрывом от поверхности желоба. Схема однотрубного конвейера приведена на рисунке 3.79. Труба 4 (желоб), свободно подвешенная на упругих связях 1, получает колебания от прикрепленного к ней вибратора 3. На случай обрыва упругих подвесок предусмотрены подхватывающие предохранительные пояса 6. Для загрузки и разгрузки применяются гофрированные патрубки 2 и 5.

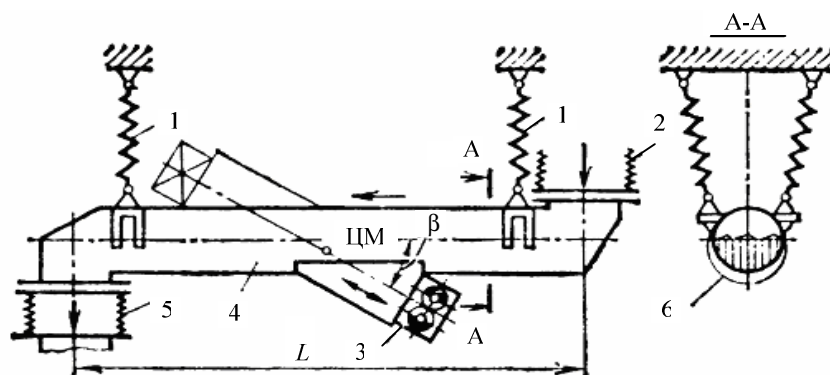


Рисунок 3.79 – Схема вибрационного однотрубного конвейера

Принцип действия аналогичен качающимся, но в отличие от них в вибрационных груз отрывается от желоба в виде непрерывно следующих один за другим микрополетов. Амплитуда колебаний – 0,2–2 мм, а частота – до 3000 в минуту.

Возбудителями колебаний являются инерционные, электромагнитные, эксцентрикковые и поршневые вибраторы. Наиболее совершенные из них электромагнитные. Они не имеют трущихся и быстроизнашивающихся деталей, имеют возможность плавного регулирования амплитуды колебаний без прекращения работы установки. Недостаток – малая амплитуда колебаний, исключающая транспортирование пылевидных грузов. Получили широкое применение горизонтальные вибрационные конвейеры, выполненные по уравновешенной резонансной схеме (рисунок 3.80).

Эти конвейеры состоят из двух труб 1 или желобов, представляющих собой динамически уравновешенную систему. Движение труб производится со сдвигом по фазе на 180°.

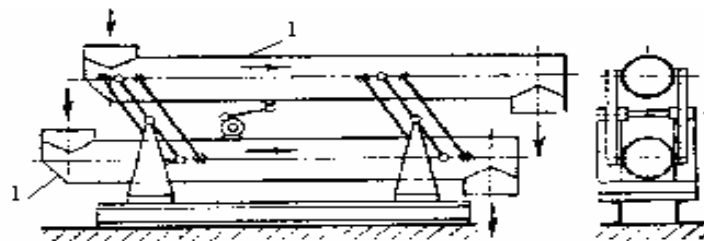


Рисунок 3.80 – Горизонтальные вибрационные конвейеры, выполненные по уравновешенной резонансной схеме

Длина транспортирования горизонтально транспортирующих конвейеров – до 80 м, производительность – до 600 т/ч при скорости движения груза до 0,5 м/с.

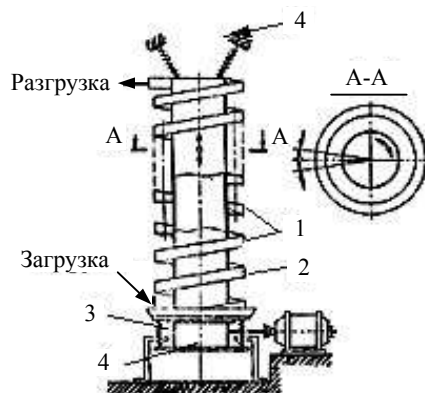


Рисунок 3.81 – Вертикальный вибрационный конвейер

*Вертикальный вибрационный конвейер* (рисунок 3.81) состоит из стальной трубы 1 и прикрепленного к ней спирального желоба 2. Желоб вместе с трубой подвешен сверху и снизу на упругих связях 4 малой жесткости.

При работе вибраторов 3 желоб одновременно совершает колебания вокруг продольной оси и по вертикали. Сыпучий груз, находящийся на спиральном желобе, под действием обоих видов колебаний перемещается так же, как и в горизонтальном вибрационном конвейере. Вертикальные конвейеры оборудуют электромагнитными или центробежными вибраторами.

Высота конвейера – 6–12 м, диаметр цилиндра – 120–1000 мм, ширина желоба – 100–400 мм, угол подъема винтовой линии – 4–8°, скорость движения – до 0,6 м/с, производительность – до 20 м<sup>3</sup>/ч.

Основными преимуществами вибрационных конвейеров являются возможность транспортирования груза в условиях полной изоляции от окружающей среды в герметически закрытых трубах; отделение транспортируемого груза от соприкосновения с движущимися частями конвейера; возможность выполнения одновременно с транспортированием различных технологических операций – сушки, охлаждения, смешивания, грохочения и т. п.; малый износ несущего элемента (трубы, желоба); сравнительная простота конструкции; возможность промежуточной загрузки и разгрузки; малый расход энергии при установившейся работе.

К недостаткам этих конвейеров можно отнести значительное снижение производительности при транспортировке по наклону вверх (за исключением вертикальных конвейеров). На каждый градус угла подъема производительность снижается на 3–5 %, а при подаче вниз увеличивается в таком же соотношении; малая долговечность упругих элементов и опорных подшипников привода.

К **роликовым приводным конвейерам** без гибкого тягового органа относятся конвейеры, у которых ролики приводятся во вращение общим трансмиссионным валом (рисунок 3.82), и конвейеры, у которых каждый ролик имеет индивидуальный привод (рисунок 3.83).

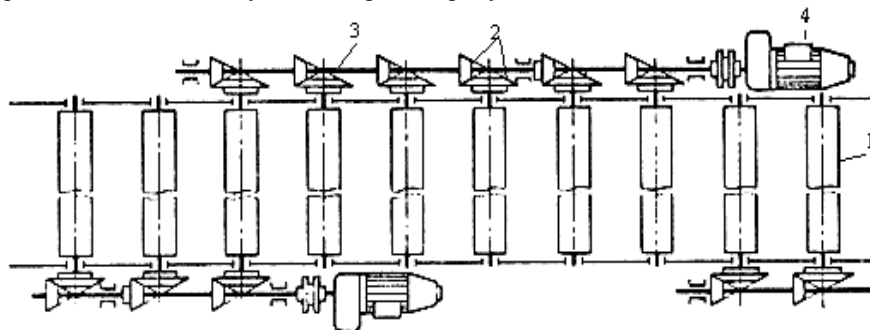


Рисунок 3.82 – Конвейер, у которого ролики приводятся во вращение общим трансмиссионным валом

В конвейерах (см. рисунок 3.82) ролики 1 приводятся во вращение через конические зубчатые колеса 2 от общего трансмиссионного вала 3 и двигателя 4.

Особое место занимают конвейеры с индивидуальным приводом ролика 1, состоящим из электродвигателя 2 и редуктора 3. Предназначены для работы в тяжелом режиме с большим числом включений.

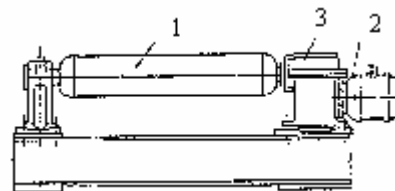


Рисунок 3.83 – Конвейер, у которого каждый ролик имеет индивидуальный привод

Гравитационные роликовые и дисковые конвейеры служат для перемещения по горизонтали или под небольшим углом наклона штучных грузов, поддонов контейнеров. Грузы перекатываются по роликам под действием силы тяжести, если конвейеры устанавливаются с небольшим наклоном в сторону движения.

Неприводные роликовые конвейеры просты в эксплуатации, экономичны и отличаются удобством укладки и съема грузов. К их недостаткам относятся невысокая производительность, нестабильность скорости движения,

возможность остановки и самопроизвольного сбрасывания грузов, необходимость восстановления потерянной по наклонной трассе высоты.

**Неприводные роликовые конвейеры** выполняют стационарными (рисунок 3.84, *a*), передвижными на колесном ходу (рисунок 3.84, *д*), с раздвижными роликами (рисунок 3.84, *e*).

Для крупных тяжелых грузов используют сдвоенные конвейеры (рисунок 3.84, *б*), для цилиндрических – с наклонными роликами (рисунок 3.84, *в*) и дисками (рисунок 3.84, *з*).

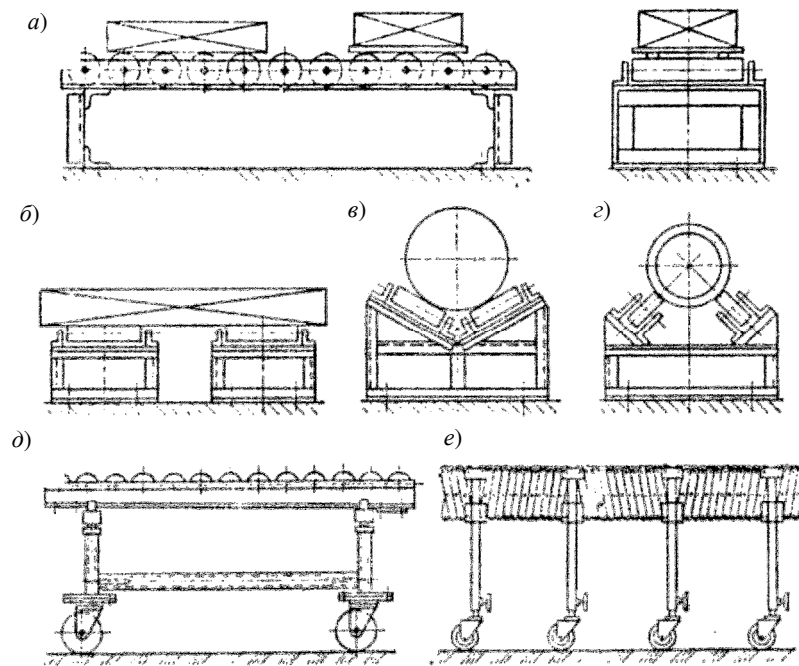


Рисунок 3.84 – Неприводные роликовые конвейеры

Неприводные роликовые конвейеры (рисунок 3.85) могут иметь прямолинейные 1, криволинейные 3 секции в одно- и двухрядном исполнении, а на местах пересечения трасс – вращающиеся 2 роликовые и невращающиеся 5 шариковые поворотные столы (рисунок 3.86). Для сохранения проходов применяют откидные секции 4. На разветвлениях трассы устанавливают стрелки с укороченными роликами 9 разной длины или механический стрелочный перевод (рисунок 3.85, *в*). Для соединения нескольких линий роликовых конвейеров служат передаточные рельсовые тележки 7 с роликовыми настилами и канатным (цепным) приводом 8 (рисунок 3.85, *з*).

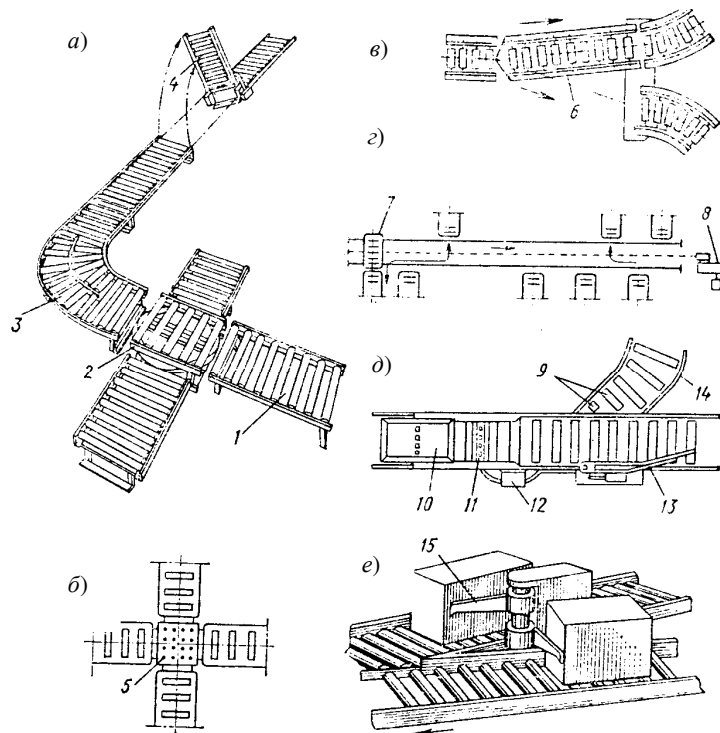


Рисунок 3.85 – Неприводные роликовые конвейеры

Ширина конвейера  $B$  (длина ролика) без бортов определяется по ширине груза  $b_{гр}$ . Обычно принимают  $B = K_{з.ш} b_{гр}$  (где  $K_{з.ш}$  – коэффициент запаса ширины,  $K_{з.ш} = 1,1 \dots 1,2$ ). Для крупногабаритных грузов  $B \geq 0,77 b_{гр}$ . При установке бортов расстояние между ними должно обеспечивать свободное прохождение груза и составлять  $B_б = 1,05 b_{гр}$ .

Длину цилиндрических роликов  $B$  и шаг их расстановки  $l_p$  выбирают из ряда чисел:  $B = 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200$  мм;  $l_p = 50, 60, 80, 100, 125, 200, 250, 315, 400, 500, 630$  мм.

Наклон настила роликовых конвейеров к горизонтали на практике принимают равным 0,5–1,5 % для отливок и литейных форм; 1,0–1,5 % – для листовой и рихтованной стали; 0,5–2,5 % – для ящиков из строганных досок; 1,0–3,0 % – для металлических контейнеров; 2,5–4,0 % – для досок; 4,0–7,0 % – для картонных коробок; 5,0–7,0 % – для автопокрышек и 10 % – для мешков

с мукой. Увеличение значения наклона соответствует легким грузам. На криволинейных секциях к средним значениям наклона необходимо прибавить для конических роликов 1,5–2,0 %, а для цилиндрических – 3,0–4,0 %. Все исполнения стрелочных переводов должны иметь повышенные наклоны, равные 7,0–9,0 %.

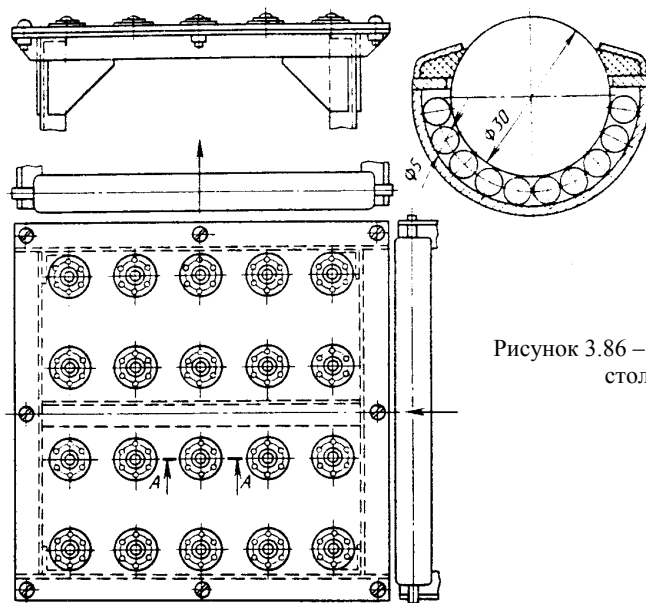


Рисунок 3.86 – Поворотные столы

Штанговые и шаговые конвейеры предназначены для перемещения штучных грузов, в большинстве случаев крупных изделий (автомобилей, самолетов, станков и т. п.), вдоль линии технологического процесса их производства.

**Штанговые конвейеры** разделяют на штангово-цепные и штангово-канатные. Принцип действия заключается в периодическом движении перемещаемых грузов на один шаг под воздействием возвратно-поступательного движения штанги.

У штангово-цепных конвейеров (рисунок 3.87) грузоведущие штанги 5 соединены цепями 7 с нижними тягами 8. Грузы 3 перемещаются по рельсам 1 на тележках 2, которые приводятся в движение кулачками 10, укрепленными на грузоведущих штангах и взаимодействующими с собачками 4. Привод 6 включается на холостой и рабочий ход. Натяжное устройство 11 устраняет излишнее провисание цепей 7. Штанги опираются на ходовые катки 9.

**Шаговые конвейеры** подобно штанговым имеют циклический характер движений. Цикл перемещения состоит из четырех этапов: подъем грузов, перемещение на один шаг, опускание их на рабочее место, обратный холостой ход рабочего органа конвейера.

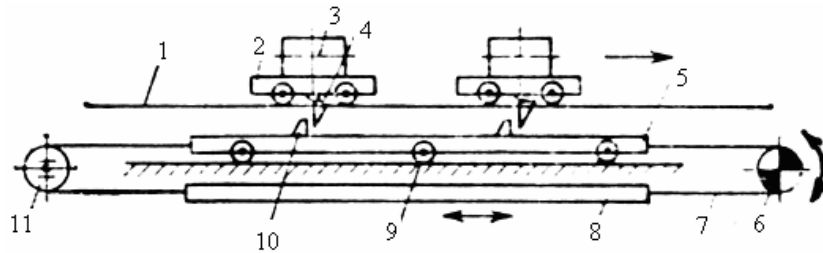


Рисунок 3.87 – Штангово-цепной конвейер

Шаговый конвейер (рисунок 3.88) состоит из подвижной рамы 2, лежащей на роликах 4, подъемного и приводного устройств. Подъемное устройство состоит из домкратов 5. Рама в горизонтальном направлении перемещается гидроцилиндром 6. Домкраты 5 и гидроцилиндр 6 приводятся в действие поочередно. При опускании подвижной рамы 2 грузы 1 укладываются на неподвижную раму 3.

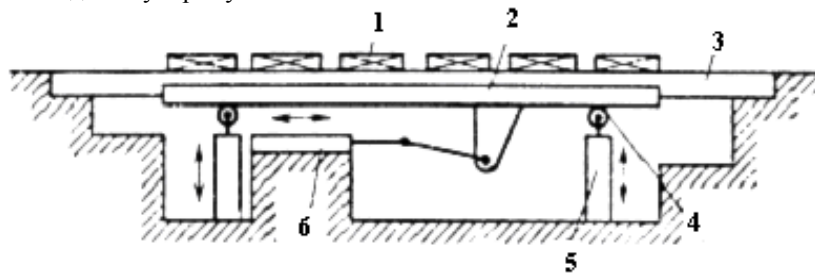


Рисунок 3.88 – Шаговый конвейер

Длина шаговых конвейеров достигает 100 м, масса перемещаемого им единичного груза – до 8 т. Скорость транспортирования груза – до 6 м/мин.

Транспортирующие трубы предназначены для перемещения насыпных грузов и применяются главным образом в качестве технологического оборудования поточного производства на предприятиях химической промышленности, в горном деле, на цементных заводах, для обжига, сушки, смешивания сыпучих грузов.

**Винтовые трубы** перемещают насыпной груз с помощью винтовых ленточных спиралей, приваренных к внутренней поверхности трубы (рисунок 3.89).



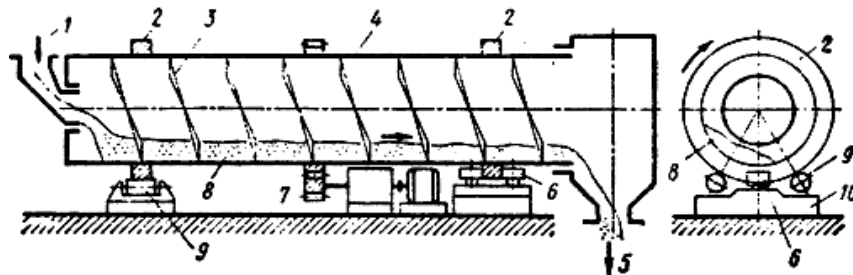


Рисунок 3.89 – Винтовая транспортирующая труба

Винтовая транспортирующая труба 4 имеет внутри винтовые спиральные ребра 3 и опирается на парные ролики 9 кольцевыми бандажми 2. Осевое смещение трубы предотвращается роликами 6, установленными на раме 10. Труба медленно вращается от электропривода 7. Материал 8 подается в трубу через загрузочное устройство 1 и перемещается к разгрузочному устройству 5, ссыпаясь под действием собственного веса по вращающимся винтовым желобам, образуемым спиральными ребрами 3 и стенками трубы.

**Гладкостенные транспортирующие трубы** (рисунок 3.90) по конструктивному исполнению аналогичны винтовым, но не имеют внутри винтовых ребер.

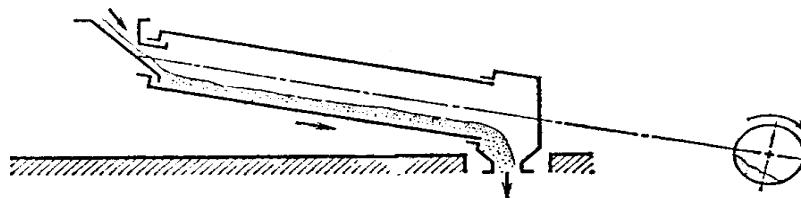


Рисунок 3.90 – Гладкостенная транспортирующая труба

Эти трубы устанавливают горизонтально, с уклоном в сторону движения материала или с очень небольшим подъемом. Принцип действия их заключается в гравитационном движении материала вдоль наклонной вниз вращающейся трубы и откоса груза.

Используются трубы с диаметром 6 м и общей массой 6000 т.

Преимуществами транспортирующих труб являются герметичность, сочетание транспортирующих и технологических операций, а недостатками – высокая стоимость, значительные размеры и масса, сложность промежуточной загрузки-разгрузки.

### 3.3.4 Расчет производительности и выбор

Одну и ту же транспортную операцию могут выполнять различные машины непрерывного транспорта.

**При выборе транспортирующих машин необходимо учитывать следующие факторы:**

- состояние транспортируемого материала, его физические и химические свойства (крупность кусков, хрупкость, коррозионные свойства, возможное измельчение при перемещении, склонность материала к слипанию и слеживанию, плотность, угол естественного откоса, размеры);
- необходимую производительность машины;
- длину и направление пути перемещения, размеры и форму помещений;
- технологический процесс, перспективы расширения предприятия;
- технику безопасности;
- способы загрузки и разгрузки конвейеров;
- способ хранения груза в пункте загрузки;
- характеристику места установки машины (на открытой местности, в отапливаемом или неотапливаемом помещении);
- обеспечение показателей надежности;
- экономические показатели.

Анализ перечисленных факторов позволяет выбрать рациональный тип машины для заданных условий.

**Определение основных параметров конвейеров** начинают с выбора размеров несущего рабочего органа в зависимости от заданной расчетной производительности.

Для ленточных конвейеров минимальная ширина ленты  $B = 2a_{\max} + 200$  мм для несортированных грузов и  $B \geq 3,3a_{\max} + 200$  мм – для сортированных ( $a_{\max}$  – максимальный размер куска груза, мм).

При транспортировании штучных грузов ширина ленты или настила пластин должна быть на 50–100 мм больше максимального размера груза. Принимаемая ширина ленты или другого несущего рабочего органа и скорость их движения должны обеспечивать необходимую производительность.

Для всех типов конвейеров производительность при перемещении штучных грузов, т/ч, определяется по формуле

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{\text{гр}}}{l} v, \quad (3.27)$$

где  $G_{\text{гр}}$  – масса единичных грузов, кг;

$l$  – расстояние между грузами на рабочем органе конвейера, м;

$v$  – скорость движения груза рабочим органом конвейера, м/с.

При перемещении сыпучих и кусковых грузов

$$\Pi = 3600 F v \gamma, \quad (3.28)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения перемещаемого рабочим органом груза, м<sup>2</sup>;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Для конвейеров с плоской несущей поверхностью поперечное сечение груза, м<sup>2</sup>,

$$F = \psi F_{\max} = \frac{(0,9B - 0,05)^2}{4} t_d \rho_d, \quad (3.29)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения несущей поверхности (0,5–0,6);  
 $F_{\max}$  – максимальная площадь заполнения несущей поверхности, м<sup>2</sup>;  
 $(0,9B - 0,05)$  – расчетная ширина поверхности ленты, перемещающей груз, с учетом свободного поля у бортов во избежание его просыпания, м;  
 $\rho_d$  – угол естественного откоса груза в движении; определяется гранулометрическим составом груза, его влажностью, техническим состоянием конвейера (рекомендуется принимать  $\rho_d = (0,75 \dots 0,80) \rho_0$  ( $\rho_0$  – угол естественного откоса груза в покое).

*Производительность конвейера с плоской лентой, т/ч,*

$$\Pi_{\text{п}} = 900 \cdot (0,9B - 0,05)^2 v t_d \rho_d \gamma. \quad (3.30)$$

*Производительность конвейера с желобчатой лентой, т/ч,*

$$\Pi_{\text{ж}} = K_{\text{п}} (0,9B - 0,05)^2 v \gamma K_{\beta}, \quad (3.31)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент производительности, зависящий от вида роликоопор (формы поперечного сечения потока груза) и среднего значения угла откоса груза на ленте;  
 $K_{\beta}$  – коэффициент уменьшения сечения потока груза на наклонном конвейере.

Значения  $K_{\text{п}}$  и  $K_{\beta}$  приведены соответственно в таблицах 3.1 и 3.2.

*Производительность конвейеров с бортами, т/ч,*

$$\Pi_{\text{б}} = 3600 \cdot \left( B h_1 + \psi \frac{B^2}{4} \operatorname{tg} \rho_d \right) v \gamma K_{\text{н}}, \quad (3.32)$$

где  $h_1$  – высота груза у бортов (0,65–0,80 от высоты борта);  
 $\psi$  – коэффициент заполнения (0,40–0,60);  
 $K_{\text{н}}$  – коэффициент снижения производительности (при угле наклона 10–20°  $K_{\text{н}} = 0,95$ , свыше 20° –  $K_{\text{н}} = 0,90$ ).

*Производительность скребковых конвейеров, т/ч,*

$$\Pi_{\text{с}} = 3600 K_{\text{н}} \psi b h v \gamma, \quad (3.33)$$

где  $K_{\text{н}}$  – коэффициент снижения производительности с увеличением угла наклона к горизонту; при угле наклона 10°  $K_{\text{н}} = 0,85$ ; при 11–20° –  $K_{\text{н}} = 0,50 \dots 0,70$ ; при 30–45° –  $K_{\text{н}} = 0,45 \dots 0,50$ ;

$\psi$  – коэффициент заполнения желоба ( $\psi = 0,50 \dots 0,80$ );  
 $b, h$  – соответственно ширина и высота желоба, м;  
 $v$  – скорость движения скребков, м/с.

Таблица 3.1– Значения коэффициента производительности  $K_n$

Характеристика роlikоопор		Угол наклона роlikов, град.	$K_n$ при угле откоса			
			10	15	20	25
Однороlikовая		0	160	250	330	420
Двухроlikовая		15	–	500	580	640
		20	–	370	615	660
Трехроlikовая		20	393	470	550	640
		30	480	550	625	700
		36	–	590	660	730
		45	580	635	690	750
Пятироlikовая	Крайние боковые	54	–	565	635	705
	Средние боковые	18	–			
Однороlikовая с гибкой осью		–	–	520	570	640

Таблица 3.2 – Значения коэффициента уменьшения сечения потока груза на наклонном конвейере  $K_\beta$

Угол откоса груза на ленте	Значение $K_\beta$ при угле наклона резиновой гладкой ленты к горизонту, град.				
	1–5	6–10	1–15	16–20	21–24
10	0,95	0,90	0,85	0,80	–
15	1,00	0,97	0,95	0,90	0,85
20	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90
25	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90

Производительность винтовых конвейеров, т/ч,

$$\Pi_v = 47 K_n \psi S n D^2 \gamma, \quad (3.34)$$

где  $K_n$  – коэффициент снижения производительности от угла наклона конвейера; при угле наклона  $5^\circ$   $K_n = 0,90$ ; при  $10^\circ$  –  $K_n = 0,80$ ; при  $15^\circ$  –  $K_n = 0,70$  и при  $20^\circ$  –  $K_n = 0,60$ ;

$\psi$  – коэффициент заполнения желоба; принимают для неабразивных грузов с объемной массой  $0,4–0,8$  т/м<sup>3</sup> (угольная пыль, мука, порошкообразная известь, зерно, семена)  $\psi = 0,4$ ; малоабразивных грузов объемной массой  $0,64–1,20$  т/м<sup>3</sup> (соль, мелкий уголь, асбест, сода)  $\psi = 0,3$ ; цемент, гипс, кусковая известь, глинистый сланец  $\psi = 0,25$ ; абразивных кусков или вязких грузов (зола, кокс, шлак)  $\psi = 0,125$ ;

$S$  – шаг винта, м;  
 $n$  – частота вращения винта, об/мин;  
 $D$  – диаметр винта, м.

*Производительность инерционных и вибрационных конвейеров, т/ч,*

$$\Pi_{и/в} = 3600 \psi F v_{ср} \gamma, \quad (3.35)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения желоба (открытый желоб  $\psi = 0,6...0,9$ ); для прямоугольных труб  $\psi = 0,6...0,8$ ; для круглых труб  $\psi = 0,5...0,6$ );  
 $F$  – площадь поперечного сечения желоба, м<sup>2</sup>;  
 $v_{ср}$  – средняя скорость транспортирования груза с учетом уклона желоба, м/с (кусковые и зернистые грузы – 0,5–0,6 м/с, для пылевидных – 0,2 м/с).

*Производительность подвесного конвейера, т/ч,*

$$\Pi_{пк} = 3600 \psi P v / l_{к}, \quad (3.36)$$

где  $\psi$  – коэффициент загрузки конвейера,  $\psi = 0,75...0,90$  ;  
 $P$  – масса груза, перемещаемого на одной подвеске, т;  
 $v$  – скорость движения кареток (тележек), м/с;  
 $l_{к}$  – шаг грузовых подвесок, м.

### **3.4 Элеваторы**

#### **3.4.1 Назначение и классификация**

*Элеваторы* – это машины для перемещения в вертикальном или близком к нему наклонном направлении сыпучих грузов с помощью непрерывно движущихся ковшей или для перемещения штучных грузов с помощью люлечных или полочных захватов.

Элеваторы применяют для транспортирования материала на высоту до 200 м при производительности до 1000 т/ч. Наиболее целесообразно использовать их для заполнения высоких хранилищ-силосов, бункеров. На предприятиях пищевой промышленности их используют для транспортирования зерна, муки и других продуктов помола, промышленности – для перемещения пылевидных, зернистых и кусковых грузов. Элеваторы транспортируют ящики, бочки, барабаны, мешки, детали машин.

Элеваторы по характеру установки разделяются на вертикальные и наклонные; по роду тягового органа – ленточные и цепные; по типу грузонесущего элемента – ковшовые, полочные и люлечные; по числу цепей, к которым крепятся грузонесущие элементы, – одно- и двухцепные; по скорости движения ковшей – тихоходные и быстроходные.

Классификация элеваторов приведена на рисунке 3.91.

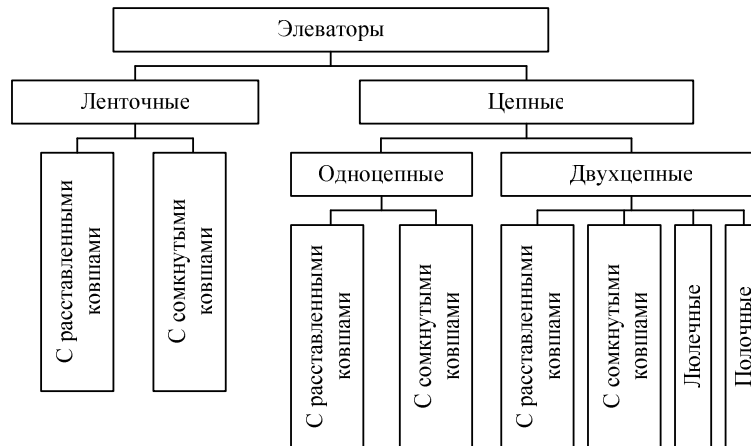


Рисунок 3.91 – Классификация элеваторов

Элеваторы с сомкнутыми ковшами предназначены преимущественно для подъема крупнокусковых и абразивных грузов, а также для грузов, свойства которых ухудшаются при крошении.

Элеваторы с расставленными ковшами применяют для транспортирования мелкофракционных грузов. Они имеют в качестве тягового органа ленту или цепь (одноцепные, двухцепные). Элеваторы с расставленными ковшами чаще выполняют быстроходными (скорость движения 1,25–2,5 м/с), а с сомкнутыми – тихоходными (0,4–1,0 м/с).

### 3.4.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки

Для подъема насыпных грузов предназначены **ковшовые элеваторы** (рисунок 3.92), имеющие тяговый элемент 5 (ленты или цепи), к которому прикреплены ковши 9. Лента приводится в движение барабаном 1 (а цепь – звездочкой), соединенным муфтой с приводом 12, состоящим из электродвигателя 13, муфты сцепления 15 и редуктора 14. Необходимое прижатие ленты к барабану создается силой тяжести движущихся частей элеватора и транспортируемого груза, а также усилием натяжного устройства 7.

Насыпной груз через загрузочный патрубок 8 засыпается в ковш или подается в нижнюю часть (башмак) элеватора и зачерпывается ковшами, поднимается вверх и выдается через разгрузочный патрубок, расположенный в головной части 2. В кожухе элеватора 4 имеются люки для осмотра и ремонта рабочих элементов 3, 10 и направляющие для тягового органа 6.

Для предотвращения обратного вращения в случае отключения электричества применяют тормоза 11 и стопорные устройства (центробежно-храповые, роликовые).

Схемы ковшовых элеваторов приведены на рисунке 3.93.

Тяговым элементом элеваторов может служить лента, пластинчато-втулочные и втулочно-роликовые цепи.

При ширине ковшей до 250 мм допустимо применять одну тяговую цепь.

В элеваторах для насыпных грузов применяют полукруглые расставленные (мелкие и глубокие) и сомкнутые (остроугольные и скругленные) и сомкнутые (остроугольные и скругленные трапециевидные) ковши (рисунок 3.94).

Мелкие полукруглые ковши (рисунок 3.94, в) используют для транспортирования сыпучих материалов, обладающих малой подвижностью (порошковый мел), глубокие полукруглые ковши (рисунок 3.94, з) – для хорошо сыпучих материалов (песок, цемент, щебень), остроугольные (рисунок 3.94, а, д) – для средне- и крупнокусковых материалов (крупный щебень), закругленные трапециевидные (рисунок 3.94, б) – для транспортирования тех же материалов,

что и остроугольные, но при большей производительности и при боковом креплении к тяговому элементу.

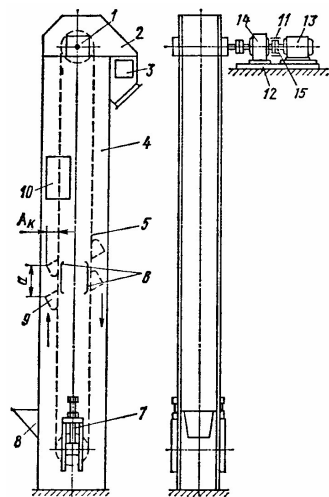


Рисунок 3.92 – Ковшовый элеватор

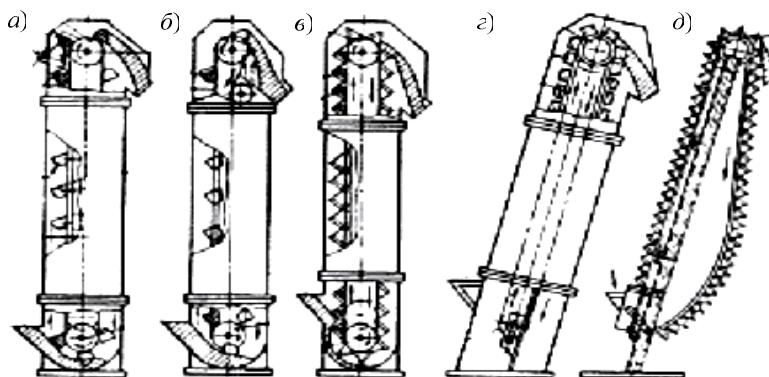


Рисунок 3.93 – Схемы ковшовых элеваторов:

- а – ленточного с расставленными ковшами;
- б – двухцепного с расставленными ковшами;
- в – одноцепного с сомкнутыми ковшами;
- г – наклонного с сомкнутыми ковшами в кожухе;
- д – открытого наклонного с сомкнутыми ковшами

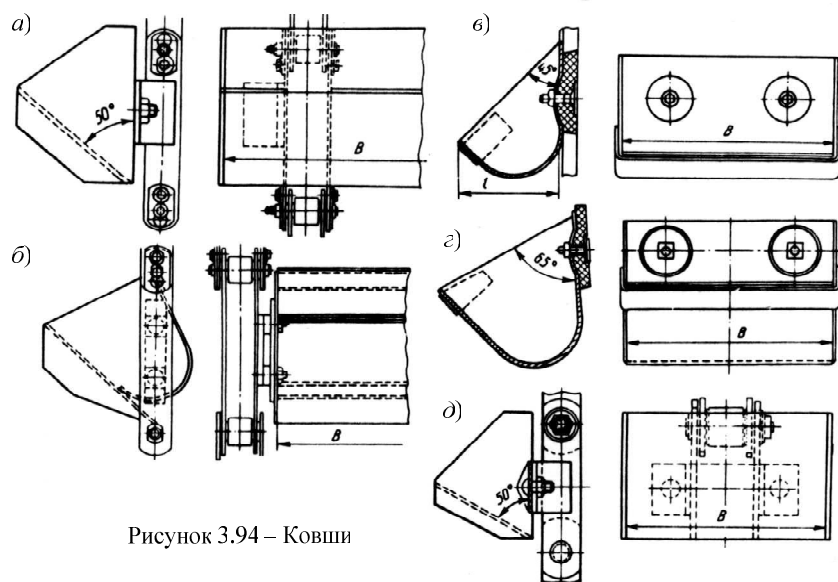


Рисунок 3.94 – Ковши

Остроугольные и трапецидальные ковши устанавливают на тяговом элементе вплотную друг к другу; они имеют бортовые направляющие для высыпаемого груза, который скатывается по передней стенке впереди расположенного ковша. Задняя стенка этих ковшей имеет высоту, равную или кратную шагу цепного тягового элемента. Ковши имеют ширину от 100 до 650 мм, вместимость – 0,1–148 л и устанавливаются на тяговом элементе с шагом 200–630 мм.

Диаметр приводного барабана, мм,

$$D_G = (125 \dots 150) i_n, \quad (3.37)$$

где  $i_n$  – число прокладок ленты.

В ленточных и цепных элеваторах натяжные устройства (только винтовые) устанавливают в башмаке; ход устройства – 0,2–0,5 м соответствует 1,0–1,5 шага цепи в цепном элеваторе и 0,01–0,02 длины ленточного элеватора, так как при большом перемещении натяжного барабана в башмаке постепенно накапливается материал и усложняется загрузка элеватора.

*Наполнение (загрузка)* ковшей производится зачерпыванием груза из нижней части кожуха элеватора (рисунок 3.95, а) или засыпанием в ковши (рисунок 3.95, б).



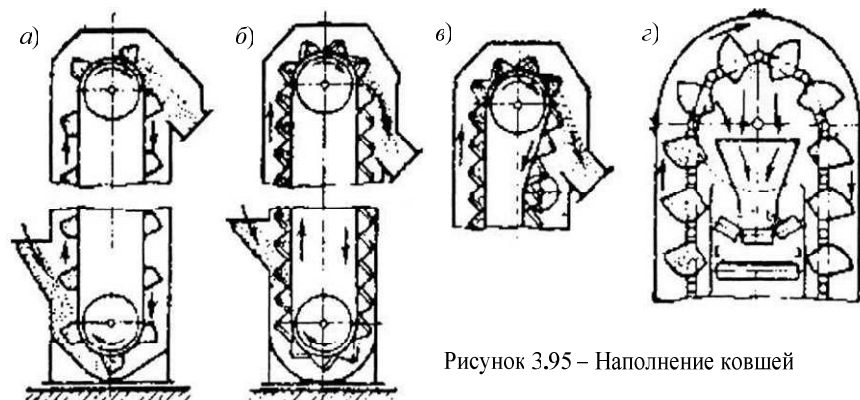


Рисунок 3.95 – Наполнение ковшей

Чаще всего используется смешанный способ загрузки. Пылевидные и мелкокусковые грузы лучше загружать зачерпыванием, а крупнокусковые и абразивные – засыпанием. Этот способ лучше реализуется при непрерывном, сомкнутом расположении ковшей, что не позволяет грузу просыпаться между ковшами.

Разгрузка ковшей бывает центробежной (см. рисунок 3.95, а), самотечной свободной (рисунок 3.95, в, г) и самотечной направленной (см. рисунок 3.95, б).

Центробежная разгрузка может быть как у наклонных, так и у вертикальных элеваторов. Самотечную свободную разгрузку применяют только в элеваторах, холостая ветвь которых наклонена. Самотечная направленная разгрузка осуществляется при помощи лотка, образованного торцевой стенкой с бортами впереди идущего ковша. Эту разгрузку применяют в тихоходных элеваторах.

Т и х о х о д н ы е э л е в а т о р ы с расставленными ковшами могут иметь только самотечную свободную разгрузку и поэтому должны быть наклонными, хотя бы в верхней части. При использовании двухцепных элеваторов в зоне разгрузки необходимо устанавливать отклоняющие звездочки.

Для перемещения штучных грузов применяют полочные и люлочные элеваторы. П о л о ч н ы е вертикальный (рисунок 3.96, а) и крутонаклонный (рисунок 3.96, б) э л е в а т о р ы состоят из двух вертикально замкнутых пластинчатых тяговых цепей 6, движущихся в направляющих 5 и огибающих приводные 4 и натяжные 1 звездочки. К цепям с определенным шагом консольно прикреплены грузонесущие полки 3, форма которых определяется родом перемещаемого груза.

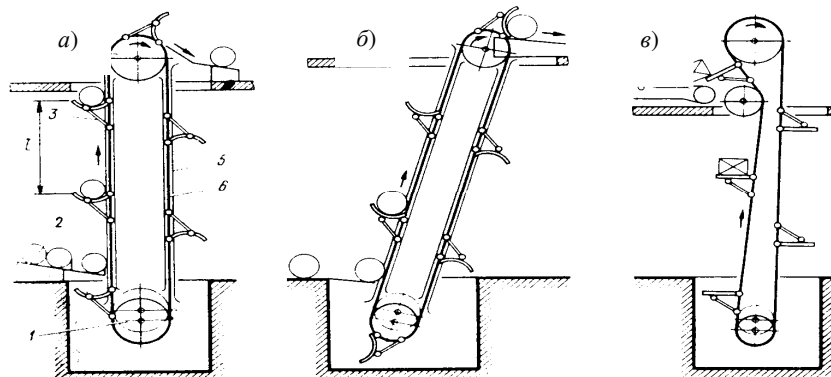


Рисунок 3.96 – Полочные элеваторы

Схема прикрепления полки к тяговым цепям приведена на рисунке 3.97.

Загружаются и разгружаются полочные элеваторы вручную или автоматически. При автоматизации этих операций груз подают на стол 2 (см. рисунок 3.96, а), где его подхватывает гребенчатая полка восходящей ветви элеватора и поднимает на необходимую высоту. Разгружается элеватор с помощью отклоняющих звездочек (рисунок 3,96, в) или верхних проводных звездочек (см. рисунок 3.96, а, б).

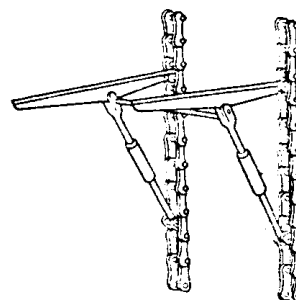


Рисунок 3.97 – Схема прикрепления полки к тяговым цепям

Л ю л ь ч ы й э л е в а т о р (рисунок 3.98) предназначен для вертикального транспортирования штучных грузов на люльках 2, шарнирно подвешенных к двум вертикальным замкнутым пластинчатым тяговым цепям 4, огибающим приводные 3 и натяжные 6 звездочки. Загрузка и выгрузка грузов производится с использованием устройств 1 и 5.

Схема крепления люльки к цепям приведена на рисунке 3.99.

Конструкция люлек зависит от формы, размеров и массы перемещаемого груза, способа его загрузки и разгрузки.

*Преимуществами* элеваторов являются сохранность транспортируемого груза, простота конструкции, надежность при эксплуатации, возможность создания герметичного и звукоизолирующего кожуха, обеспечивающего защиту окружающей среды от пыли и шума, малые габаритные размеры в поперечном направлении, возможность подачи груза на значительную высоту, большой диапазон производительности.

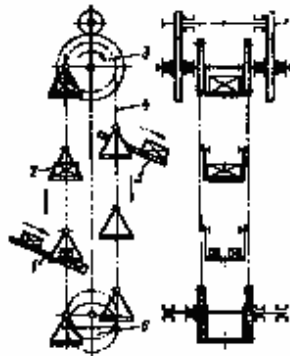


Рисунок 3.98 – Люлечный элеватор

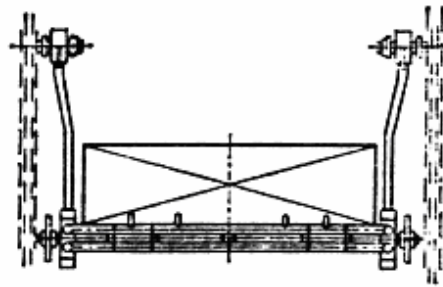


Рисунок 3.99 – Схема крепления люльки к цепям

К недостаткам относятся имеющие место отрывы ковшей при перегрузках и необходимость равномерной подачи груза.

### 3.4.3 Расчет производительности и выбор

Тип элеватора и форму ковшей выбирают в зависимости от характеристики транспортируемого груза и заданной производительности. **Техническую производительность ковшового элеватора**, т/ч, определяют по формуле

$$\Pi = 3,6 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma, \quad (3.38)$$

где  $e$  – вместимость ковша, л;

$l_k$  – шаг ковшей, м;

$\psi$  – коэффициент наполнения ковшей грузом, принимаемый для порошкообразных грузов и продуктов размола 0,8–1,0; для зерновых – 0,75–0,90; кусковых грузов средних размеров – 0,6–0,7; тяжелых крупнокусковых грузов – 0,5–0,6;

$v$  – скорость движения ковшей, м/с;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Техническая производительность элеватора для штучных грузов

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{гр}}{l_{гр}} v, \quad (3.39)$$

где  $G_{гр}$  – масса единичных грузов, кг;

$l_{гр}$  – расстояние между грузами, м.

Для выбора ковшового элеватора вначале определяют **погонную вместимость ковша**:

$$\frac{e}{l_k} = \frac{\Pi}{3,6\Psi v \gamma}, \quad (3.40)$$

а затем подбирают ковш, расстояние между ковшами. Вылет ковша  $A_k$  (см. рисунок 3.92) принимают:

$$A_k \geq K_k a_{\max}, \quad (3.41)$$

где  $K_k$  – коэффициент, равный 2,0 при содержании до 10 % кусков размером  $a_{\max}$ , соответственно  $K_k = 2,5$  при 11–25 %;  $K_k = 3,25$  при 26–50 %;  $K_k = 4,5$  при 51–80 %.

Шаг ковшей принимается  $l_k = (2...3)h$ , где  $h$  – высота ковша. Для элеваторов с сомкнутыми ковшами  $h = l_k$ .

Для полочных и люлочных элеваторов по заданной производительности и выбранной скорости движения груза определяют расстояние размещения грузозахватных приспособлений на тяговом органе:

$$l_{гр} = \frac{3,6G_{гр} v}{\Pi}. \quad (3.42)$$

### 3.5 Механические погрузчики непрерывного действия

#### 3.5.1 Назначение и классификация

Погрузчики непрерывного действия предназначены для погрузки сыпучих и кусковых грузов со складов в транспортные средства. Изготавливаются погрузчики обычно самоходными на колесном или гусеничном ходу, отличаются высокой производительностью и простотой эксплуатации. Во время подачи груза из штабеля в транспортное средство погрузчик перемещается с небольшой скоростью без сложного маневрирования. Однако эти машины малоуниверсальны. Многие из них могут работать только с определенными разновидностями груза.

Классификация погрузчиков автомобилей приведена на рисунке 3.100.



Рисунок 3.100 – Классификация погрузчиков автомобилей

### 3.5.2 Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки

Самоподаватель конструкции Булавенко (рисунок 3.101) используется для забора зерна и других легкосыпучих грузов из штабеля и загрузки в транспортное средство.

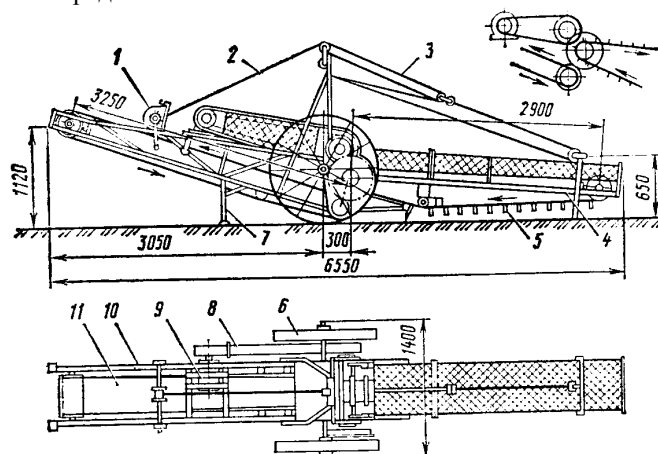


Рисунок 3.101 – Самоподаватель конструкции Булавенко

Захватный орган – скребковый конвейер 5 с рабочей нижней ветвью смонтирован на раме 4, шарнирно соединенной со станиной 10. По наклонному лотку скрепки поднимают порции груза и сбрасывают их на ленту конвейера 11, который загружает приемную воронку приставного конвейера или кузов транспортного средства. Привод скребкового и ленточного конвейеров – общий от электродвигателя 9 через ременную передачу 8, промежуточный вал и две зубчатые передачи. Устойчивость при работе обеспечивают откидные стойки 7. Угол наклона изменяется от 0 до 50° с помощью ручной лебедки 1, каната 2 и полиспаста 3. Для передвижения вручную машина имеет два ходовых колеса 6.

Производительность машины определяется по производительности скребкового конвейера. Производительность ленточного должна быть не менее производительности скребкового конвейера.

**Шнековый самоподаватель** (рисунок 3.102) представляет собой трубу 1, внутри которой находится винт 8. Привод от электродвигателя 3 на опорной раме 2 связан с винтом клиноременной передачей 4. Нижняя заборная часть винта 8 выходит из трубы и находится в решетчатом каркасе 9. Разгрузочный патрубок 5 обеспечивает разгрузку на высоте 850 мм от опорной поверхности. Перемещают машину вручную на ходовых колесах 7.

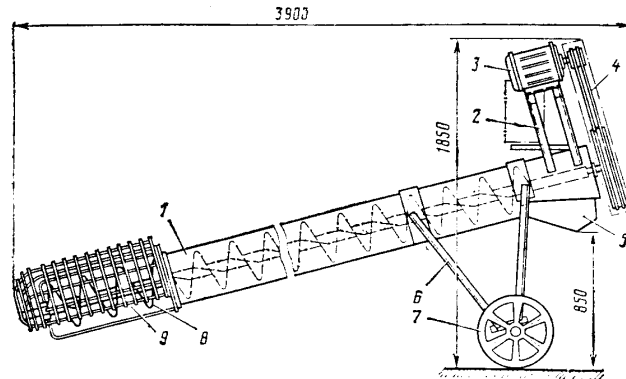


Рисунок 3.102 – Шнековый самоподаватель

**Многоковшовый погрузчик с винтовым питателем** (рисунок 3.103) предназначен для погрузки в транспортные средства минеральных удобрений, строительных инертных материалов, угля и других насыпных грузов с размерами куска не более 100 мм, а также штабелирования этих грузов. Погрузчик – самоходный. Он смонтирован на специальном пневмошасси с двумя ведущими мостами. Груз захватывает ковшовый элеватор 2 и подгребающие шнеки 3 и передается на отвальный ленточный конвейер 1 и далее в штабель или транспортное средство.

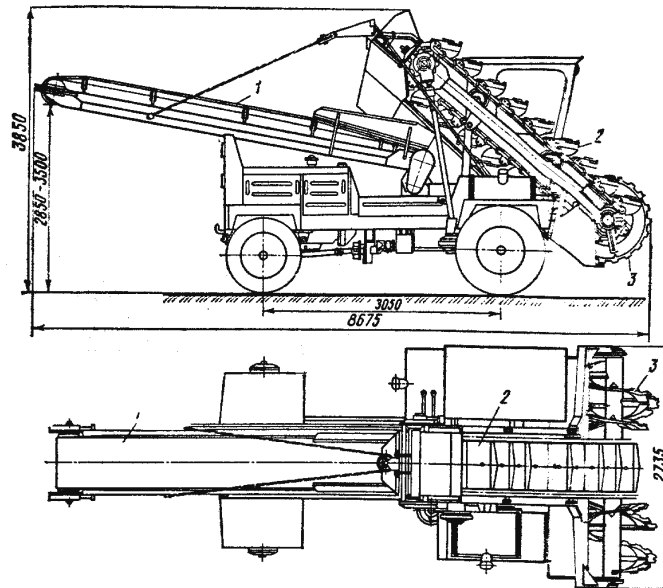


Рисунок 3.103 – Многоковшовый погрузчик с винтовым питателем

Для приведения в транспортное положение нижняя часть элеватора и шнеки поднимаются двумя гидроцилиндрами. Отвальный конвейер может поворачиваться в горизонтальной плоскости на  $\pm 72,5^\circ$ , а в вертикальной – на 3,5 м от опорной поверхности.

В движение погрузчик приводится от дизельного двигателя. Обеспечивается бесступенчатое регулирование рабочих скоростей в больших диапазонах. Производительность погрузчика составляет от 60 до 200 м<sup>3</sup>/ч и определяет производительность ковшового элеватора.

Погрузчики с винтовыми питателями наиболее распространены. Однако они плохо работают со слежавшимися и крупнокусковыми грузами, подвержены сильному износу подгребающие винты, ковши при работе с абразивными грузами. Машина металлоемкая.

Схемы винтовых питателей, определяющих производительность машины, приведены на рисунке 3.104.

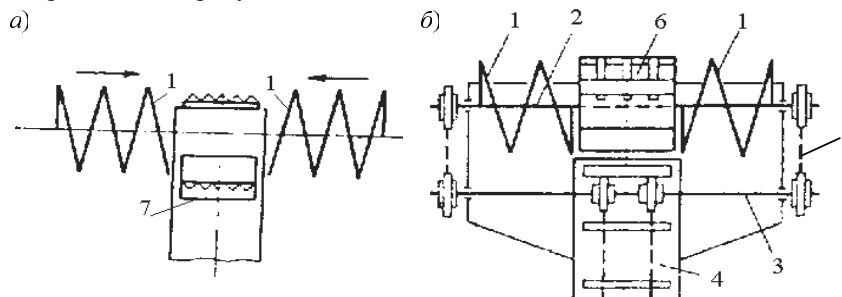


Рисунок 3.104 – Схемы винтовых питателей

При использовании элеватора в качестве устройства, передающего груз на отгрузочный конвейер, применяют питатель, приведенный на рисунке 3.104, *a*. Здесь нижний ведомый вал элеватора 3 является одновременно и валом винтового питателя 1. На концевых частях ведомый вал несет винтовые лопасти, имеющие с одной стороны левую, а с другой – правую навивку. При работе элеватора лопасти винта подгребают груз к продольной оси погрузчика. Здесь груз захватывается ковшами 7 и перемещается вверх.

В процессе работы погрузчик по мере выработки груза наезжает на штабель. Заполнение ковшей происходит за счет зачерпывания из штабеля и подачи груза лопастями винта.

Рассмотренный питатель имеет простую конструкцию и обеспечивает значительный фронт захвата груза (2,5 м), что сокращает число смен позиций погрузчика в процессе работы. Недостаток – измельчение материала, повышенный расход энергии, большая нагрузка на ковши и тяговую цепь элеватора при зачерпывании.

В погрузчиках с винтовым питателем может использоваться вместо элеватора скребковый конвейер. В этом случае схема питателя изменяется (рисунок 3.104, б).

Винтовые лопасти 1 монтируются на самостоятельном валу 2, расположенном параллельно ведомому валу 3 скребкового конвейера 4, с которого он получает вращение с помощью цепной передачи 5. В средней части вала винтового питателя монтируется барабан 6 с продольными лопастями. Использование этого питателя позволяет освободить скребковый конвейер от больших нагрузок по отрыву груза из штабеля.

В результате скребковый конвейер имеет более легкую и простую конструкцию.

Погрузчик (см. рисунок 3.103) может оснащаться скребковым конвейером вместо ковшового элеватора и дисковым питателем (рисунок 3.105).

Подгребающие диски 1 имеют ребра 2, которые при вращении захватывают груз и сбрасывают его на скребки 3 конвейера 4.

**Роторно-ковшовые погрузчики** на колесном (рисунок 3.106), гусеничном или рельсовом ходу используются для забора угля, бокситов, руды и минерально-строительных грузов и погрузки в подвижной состав.

Роторное колесо 3, смонтированное на поворотной стреле приемного конвейера 2, несет симметрично расположенные зубчатые ковши (6–12), обращенные режущей кромкой в сторону зачерпывания. Параллельно плоскости колеса расположен приемный конвейер. При вращении колеса ковши, внедряясь в штабель, заполняются грузом, а поднимаясь вверх, освобождаются от него. Высыпавшийся из ковшей груз по лотку направляется на приемный конвейер и далее на отгрузочный 1. Роторный питатель развивает большие усилия при зачерпывании. Он может работать с любым грузом и при погрузке груза из естественных пластов. Питатель надежен в работе, так как износу подвержены в основном режущие, легко заменяемые кромки ковшей.

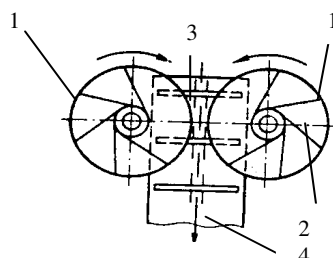


Рисунок 3.105 – Дисковый питатель

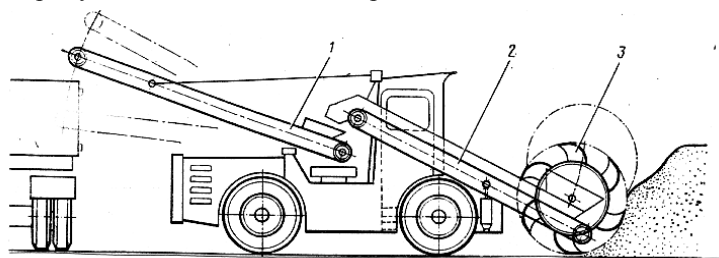


Рисунок 3.106 – Роторно-ковшовый погрузчик



Стрела с отгрузочным контейнером может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Производительность – 200–1000 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность роторно-ковшового питателя, т/ч,

$$П = 60\psi enZ\gamma, \quad (3.43)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения ковшей;

$e$  – вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$n$  – частота вращения ротора, об/мин;

$Z$  – общее число ковшей на роторе;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

К роторным относится и питатель, представляющий собой шаровую головку с зачерпывающими лопастями (рисунок 3.107).

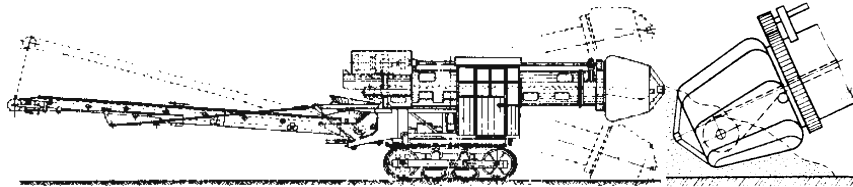


Рисунок 3.107 – Погрузчик с шаровой головкой

Его головка – фреза – выполнена из пяти или шести ковшей, смонтированных по кругу на общей основе. В полый части головки размещается загрузочное устройство ленточного конвейера. При вращении опущенной в груз головки находящиеся внизу ковши заполняются грузом, а ковши, находящиеся наверху, освобождаются от груза, высыпая его на конвейер.

Питатель может брать груз на различной высоте со штабеля и хорошо работает на разработке естественных пластов. Этот питатель сложен в изготовлении, дорог и имеет большую металлоемкость. Производительность определяется по формуле (3.43).

**Разгрузчики с конвейерно-скребковыми питателями** (рисунок 3.108) широко применяются для погрузки зерновых грузов. Питатель – скребковый конвейер – смонтирован на подъемной стреле 2. Во время работы конвейерная стрела опускается на штабель, скребками перемещает груз и передает его на отгрузочный ленточный конвейер 1, который может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Питатель может забирать груз в значительных количествах без частых передвижений, обладает высокой производительностью (до 100 т/ч), надежностью, прост в эксплуатации, имеет небольшую массу и сравнительно низкую стоимость. Производительность машины определяется производительностью скребкового конвейера.

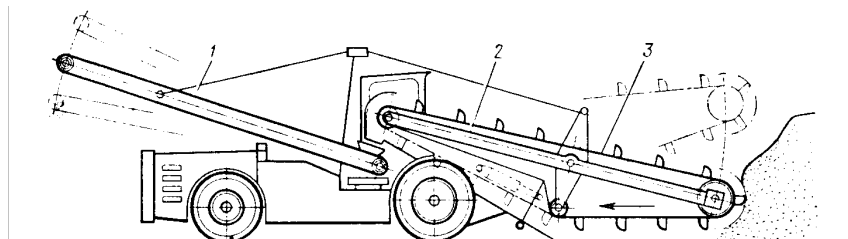


Рисунок 3.108 – Погрузчик с конвейерно-скребковым питателем

При погрузке мелко- и среднекусовых материалов, преимущественно малоабразивных, можно применять погрузочные машины с питателем в виде лап. Погрузчик имеет самоходные шасси на пневмо- и гусеничном ходу (рисунок 3.109).

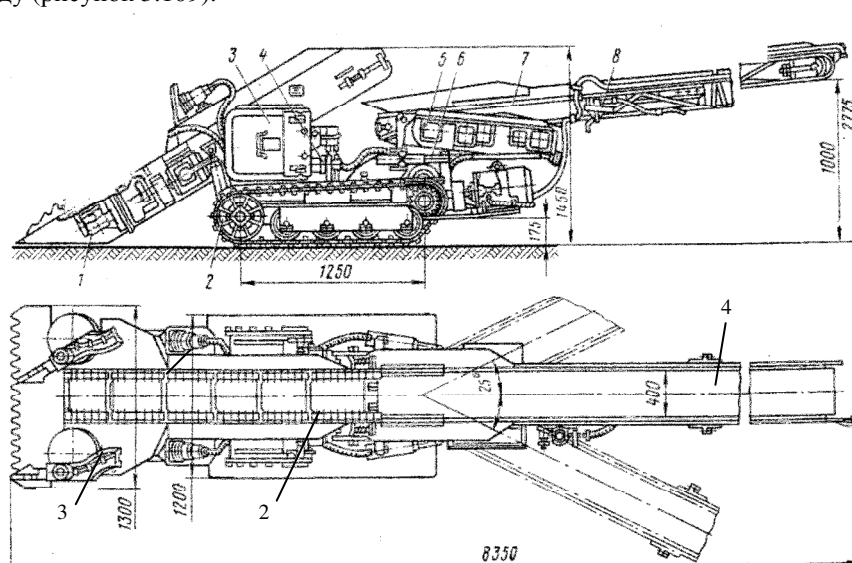


Рисунок 3.109 – Погрузчик с подгребающими лапами

Питатель 1 погрузчика работает по способу подгребания лапами 3 груза из штабеля на скребковый конвейер 2, откуда груз поступает на отвальный конвейер 4. Нижняя часть рамы конвейера и плита могут быть опущены на 100 мм ниже уровня опорной поверхности или приподняты на 700 мм (транспортное положение). Высота разгрузки груза – от 2450 до 3600 мм. Производительность достигает 300 т/ч.

Производительность питателя с подгребающими лапами, т/ч,

$$\Pi = 120 e_{\text{л}} n_{\text{л}} \gamma, \quad (3.44)$$

где  $e_{\text{л}}$  – объем груза, подаваемого каждой лапой за один оборот кривошипного диска, м<sup>3</sup>;

$n_{\text{л}}$  – частота вращения диска, об/мин.

Питатель с подгребающими лапами развивает значительные усилия при зачерпывании, благодаря чему может работать на погрузке крупнокусковых и слеживающихся грузов, он отличается высокой производительностью и компактностью. К недостаткам питателя относятся: динамическая неуравновешенность; большое количество деталей, подверженных износу; сложность устройства и высокая стоимость.

## **4 МАШИНЫ ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

---

### **4.1 Краны**

#### **4.1.1 Назначение и общие сведения**

**О**дним из наиболее распространенных средств механизации погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях, строительных площадках, в речных и морских портах, на автомобильном и железнодорожном транспорте являются грузоподъемные краны.

**Краны** – универсальные грузоподъемные машины прерывного действия, состоящие из остова и смонтированных на нем механизмов, при помощи которых перемещают грузы в вертикальном и горизонтальном направлениях на небольшие расстояния.

Краны применяются для погрузки, выгрузки и выполнения складских операций с грузами в пакетах, контейнерах, машин, металлических и сборных железобетонных конструкций, сыпучих и кусковых грузов, леса.

Краны состоят из м е х а н и з м о в:

- подъема груза в виде лебедки в сочетании с полиспастом и устройством для захвата груза;
- передвижения, посредством которого осуществляется перемещение остова крана или какой-либо его части;
- изменения положения грузового захвата относительно остова;
- вращения поворотной части остова крана.

Каждый механизм может иметь отдельный привод или подсоединен к общему групповому приводу.

В качестве двигателя используются двигатели внутреннего сгорания (дизельные и карбюраторные) и электродвигатели (постоянного и переменного тока).

Двигатели постоянного тока обладают большой перегрузочной способностью, позволяют осуществлять рекуперацию, регулирование скорости в широких пределах и могут использоваться с большой частотой включений в час. Однако их применение требует наличия специальных устройств для

преобразования тока. Поэтому применяются в основном асинхронные двигатели переменного тока.

#### 4.1.2 Классификация

**Грузоподъемные краны** разделяют по назначению, области применения, конструктивным признакам, эксплуатационным параметрам и другим особенностям:

- *по конструктивному исполнению* – краны мостового типа (мостовые, козловые, полукозловые и мостовые перегружатели), стрелового типа и краны-штабелеры;
- *возможности передвижения* – передвижные и стационарные;
- *способу передвижения* – с приводными ходовыми колесами и с неприводными ходовыми колесами;
- *конструкции ходового устройства* – рельсовые, пневмоколесные, гусеничные, шагающие, плавучие;
- *способу установки* – опорные (опирающиеся сверху на рельсовый крановый путь) и подвесные (прикрепленные к крановому пути снизу);
- *роду привода механизмов* – ручные и машинные (электрический привод, гидравлический, пневматический, двигатель внутреннего сгорания, паровой, комбинированный);
- *возможности и степени поворота стрелы* – полноповоротные, неполноповоротные и неповоротные;
- *конструкции грузозахватного органа* – крюковые, предназначенные для работы с различными штучными грузами, магнитные – для транспортирования стальных и чугунных грузов, грейферные – для работы с сыпучими материалами, клешевые – для работы с грузами, затаренными в ящики, бочки или мешки, траверсные, автоматические захваты;
- *способу управления* – управляемые из кабины, с пола, дистанционно и автоматически;
- *назначению* – краны общего назначения, оснащенные преимущественно крюком и специального назначения.

Классификация кранов приведена на рисунке 4.1.

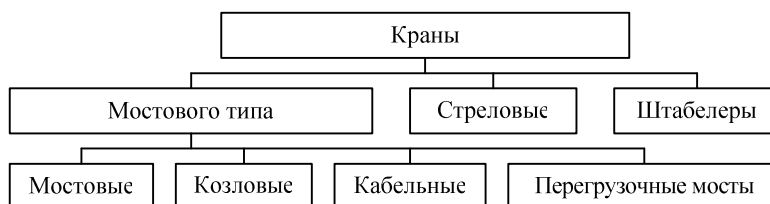


Рисунок 4.1 – Классификация кранов

### 4.1.3 Основные параметры

Краны характеризуются следующими основными параметрами: грузоподъемностью; скоростью подъема груза, передвижения остова крана или его частей, поворота; пролетом, колеей; вылетом консолей; вылетом стрелы; высотой подъема груза; глубиной опускания; диапазоном подъема; режимами работы; массой; мощностью двигателей.

**Грузоподъемностью** крана называют массу номинального (максимального) рабочего груза, на подъем которого рассчитана машина.

Грузоподъемность кранов, т, принимается из номинального ряда грузоподъемностей:

0,025	0,050	0,100	0,160	0,200	0,250	0,320	0,400	0,500	0,630
0,800	1,000	1,250	2,000	2,500	3,200	4,000	5,000	6,300	8,000
10,0	12,5	16,0	25,000	32,000	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0
125,0	140,0	160,0	225,0	250,0	280,0	320,0	360,0	400,0	450,0
500,0	560,0	630,0	800,0	900,0	1000,0				

**Скорости движения различных механизмов** выбирают в зависимости от требований технологического процесса, характера работы, типа машины и ее потребной производительности. При малой протяженности пути перемещения высокие скорости нецелесообразны, так как механизм может не достичь значения установившейся скорости и будет работать только в пусковом и тормозном режимах.

**Номинальные скорости** рабочих движений грузоподъемных кранов принимаются из следующих рядов:

– *линейные скорости, м/с:*

0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,320
0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250
1,600	2,000	2,500	3,200	4,000	5,000
6,300	8,000	10,000	12,500		

– *частота вращения, с<sup>-1</sup>:*

0,0032	0,0040	0,0050	0,0630	0,0080	0,0100
0,0125	0,0160	0,0200	0,0250	0,0320	0,0400
0,0500	0,0630	0,0800	0,1000	0,1250	0,1600
0,2000	0,2500	0,3200			

**Пролет** крана  $L$  – расстояние по горизонтали между осями рельсов кранового пути (рисунок 4.2).

**Колея  $B_1$**  – расстояние между продольными осями, проходящими через середину опорных поверхностей ходового устройства. Возможно употребление термина «поперечная база».

**Вылет консоли  $l$**  – расстояние от оси опоры остова до конца консоли. Рабочий вылет консоли  $l_k$  – расстояние от оси опоры остова до крайнего положения крюка.

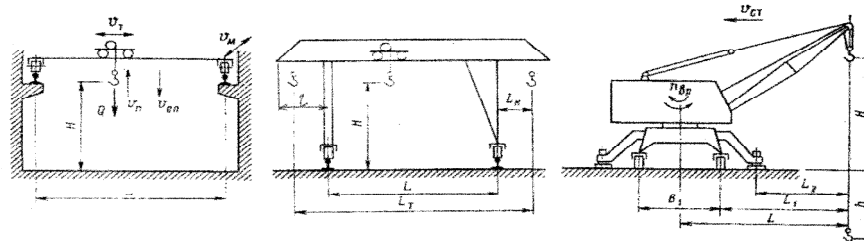


Рисунок 4.2 – Параметры кранов

**Вылет стрелы  $L_c$**  – расстояние по горизонтали от оси вращения крана до вертикальной линии, проходящей через точку подвеса груза.

**Высота подъема  $H$**  – расстояние от уровня пола до верхнего положения грузозахватного устройства.

**Глубина опускания  $h$**  – расстояние от уровня кранового пути до грузозахватного органа, находящегося в нижнем допустимом положении.

**Диапазон подъема  $(H + h)$**  – расстояние по вертикали между верхним и нижним рабочими положениями грузозахватного органа.

Краны характеризуются работой при повторно-кратковременных включениях, при котором грузозахватное устройство и груз совершают периодические возвратно-поступательные движения, а механизмы последовательно изменяют направление движения. Так, работа механизма подъема состоит из процессов подъема и опускания груза, подъема и опускания грузозахватного устройства без груза, а работа механизмов поворота и передвижения – из движений в одну и другую сторону с грузом и без него. Каждый цикл характеризуется чередованием периодов работы и технологических пауз.

В периоды пауз электродвигатель не включен и механизм не работает. Это время используется для загрузки и разгрузки грузозахватного устройства и для подготовки проведения следующего процесса работы механизма.

Каждый процесс движения можно разделить на период неустановившегося движения, в течение которого происходит разгон (период пуска) или замедление (период торможения) поступательно движущихся и вращаю-

щихся масс груза и механизма, а также на период движения с постоянной скоростью (период установившегося движения).

Время разгона и ускорения движения кранов и крановых тележек можно определить из таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Время разгона и ускорения движения кранов и крановых тележек

Кран	Назначение	Условия использования	Механизм	Наибольшее время разгона, с	Расчетное ускорение, м/с <sup>2</sup>
Мостовой	Общего назначения 3К 5К	В помещении	Мост	5	0,20
			”	5	0,30
	Грейферный		Мост	6	0,35
			Тележка	3	0,30
	7К–8К		Мост	6	0,20
			Тележка	4	0,30
Технологический	Мост	5	0,50		
	Тележка	3	0,30		
Козловой	Общего назначения 3К–5К	На открытом воздухе	Мост	6	0,20
			Тележка	3	0,25
Контейнерный 5К–7К	Мост		6	0,20	
	Тележка		3	0,30	
Портальный	Монтажный 3К–5К		Поворот	4	0,40
			Стрела	3	0,30
	Перегрузочный 7К–8К	Поворот	5	0,50	
		Стрела	3	0,40	
Кран-штабелер	6К–7К	В помещении	Мост	6	0,3

**Продолжительность цикла работы механизма** крана складывается из времени: пуска  $\sum t_n$ , движения с установившейся скоростью  $\sum t_y$ , торможения  $\sum t_t$  и пауз  $\sum t_o$ :

$$t_{\text{ц}} = \sum t_n + \sum t_y + \sum t_t + \sum t_o . \quad (4.1)$$

Отношение времени  $t_b$  работы механизма в течение цикла к продолжительности цикла  $t_{\text{ц}}$  характеризует интенсивность использования механизма. Это отношение называют относительной продолжительностью включения:

$$\text{ПВ} = \frac{t_b}{t_{\text{ц}}} \cdot 100 \% . \quad (4.2)$$

Номинальные мощности в каталогах для ПВ равны 15; 25; 40; 60 %.

В зависимости от условий использования краны разделяют на восемь групп **режима работы**. Режим работы определяется в зависимости от класса использования и класса нагружения.



К л а с с и с п о л ь з о в а н и я к р а н а (таблица 4.2), отражающий интенсивность использования крана при эксплуатации, характеризуется числом циклов работы, которое кран должен совершить за срок службы.

С р о к с л у ж б ы к р а н а – 15–25 лет.

Ц и к л р а б о т ы к р а н а включает перемещение грузозахватного устройства к грузу, подъем и перемещение груза, освобождение грузозахватного устройства и возвращение его в исходное положение.

К л а с с н а г р у ж е н и я к р а н а определяется распределением массы перемещаемых краном грузов относительно номинальной грузоподъемности  $Q_{ном}$  крана за срок его службы. М а с с а г р у з о з а х в а т н о г о у с т р о й с т в а включается в значение массы перемещаемого краном груза. Класс нагружения характеризуется коэффициентом нагружения, отражающим влияние нагружения на выносливость элементов конструкции.

Таблица 4.2 – Класс использования крана

Класс использования	Общее число циклов крана за срок его службы	Класс использования	Общее число циклов крана за срок его службы
C0	До $1,6 \times 10^4$	C5	От $2,5 \times 10^5$ до $5,0 \times 10^5$
C1	От $1,6 \times 10^4$ до $3,2 \times 10^4$	C6	От $5,0 \times 10^5$ до $1,0 \times 10^6$
C2	От $3,2 \times 10^4$ до $6,3 \times 10^4$	C7	От $1,0 \times 10^6$ до $2,0 \times 10^6$
C3	От $6,3 \times 10^4$ до $1,25 \times 10^5$	C8	От $2,0 \times 10^6$ до $4,0 \times 10^6$
C4	От $1,25 \times 10^5$ до $2,5 \times 10^5$	C9	Более $4 \times 10^6$

Коэффициент нагружения

$$K_p = \sum \frac{N_i}{N_T} \left( \frac{Q_i}{Q_{ном}} \right)^3, \quad (4.3)$$

где  $N_i$  – число циклов работы крана за срок его службы с грузом массой  $Q_i$ ;

$N_T$  – общее число циклов работы крана за срок его службы,  $N_T = \sum N_i$ .

Характеристика классов нагружения кранов в зависимости от коэффициента нагружения приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Характеристика классов нагружения кранов в зависимости от коэффициента нагружения

Класс нагружения	$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	
Коэффициент нагружения $K_p$	Более	–	0,063	0,125	0,250	0,500
	До	0,063	0,125	0,250	0,500	1,000

В тех случаях, когда трудно подсчитать число циклов, для определения классов использования можно воспользоваться ориентировочными данными из таблицы 4.4.

Таблица 4.4 – Ориентировочные данные

Класс использования	Качественная характеристика работы крана	Срок службы, год
C0	Редкая (эпизодическая)	–
C1	Редкая в одну смену	–
C2	Относительно регулярная в одну смену	15
C3	Относительно регулярная в одну смену	20
C4	Малоинтенсивная в одну смену	20
C5	Малоинтенсивная в две смены	20
C6	Среднеинтенсивная в две смены	20
C7	Интенсивная в две смены или среднеинтенсивная в три смены	20
C8	Интенсивная в три смены	30
C9	Весьма интенсивная в три смены	30

Когда отсутствуют исходные данные для расчета  $K_p$ , класс нагружения определяют по данным, приведенным в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Качественная характеристика классов нагружения кранов

Класс нагружения	Качественная характеристика классов нагружения кранов
Q0	Работа с грузами массой, существенно меньшей номинальной, и очень редко с грузами номинальной массы
Q1	Работа с грузами массой, преимущественно меньшей номинальной, средней и редко номинальной
Q2	Работа с грузами массой, близкой к средней, и реже – номинальной
Q3	Работа с грузами массой выше средней (в основном близкой к номинальной)
Q4	Постоянная работа с грузами массой, близкой к номинальной

Группу режима работы кранов в зависимости от класса использования и класса нагружения определяют по данным таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Группа режима работы кранов

Класс нагружения	Класс использования									
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Q0	–	–	1К	1К	2К	3К	4К	5К	6К	7К
Q1	–	1К	1К	2К	3К	4К	5К	6К	7К	8К
Q2	1К	1К	2К	3К	4К	5К	6К	7К	8К	8К
Q3	1К	2К	3К	4К	5К	6К	7К	8К	8К	–
Q4	2К	3К	4К	5К	6К	7К	8К	8К	–	–

При транспортировании грузов, нагретых до температуры более 300 °С, расплавленного металла, шлака, ядовитых и взрывчатых веществ и других опасных грузов, группу режима работы крана принимают не менее 6К; ис-

ключение составляют самоходные стреловые краны, группа режима работы которых для транспортирования указанных грузов должна быть 3К.

Примерное распределение грузоподъемных кранов по **группам режима работы** следующее:

Г р у п п а 1К – краны с ручным приводом всех или части рабочих механизмов, обслуживающие насосные и компрессорные станции, машинные залы электростанций, ремонтные краны, вспомогательные краны механических цехов, приводные ремонтные краны мостового типа с приводными подвесными таями, редко используемые погрузочные краны, стреловые самоходные краны для монтажа промышленного оборудования.

Г р у п п а 2К – ручные краны, часто используемые для установки заготовок на обрабатывающие станки; приводные краны мостового типа с приводными подвесными таями, применяемые для перегрузочных работ ограниченной интенсивности; вспомогательные мостовые краны механических цехов и краны, интенсивно используемые только при монтаже оборудования; мостовые краны с лебедочными грузовыми тележками для машинных залов, электростанций и ремонтных работ.

Г р у п п а 3К – приводные краны мостового типа с приводными подвесными таями, используемые на перегрузочных работах средней интенсивности, а также краны для транспортных и монтажных работ в механических цехах; краны с лебедочными грузовыми тележками для перегрузочных работ ограниченной интенсивности и интенсивно используемые только при монтаже оборудования; башенные строительные краны для монтажа промышленных зданий, сооружений и оборудования; стреловые самоходные краны для погрузочных и монтажно-строительных работ.

Г р у п п а 4К – башенные строительные краны, используемые на складах и полигонах заводов железобетонных изделий; передвижные консольные краны и краны на колонне для перегрузочных и вспомогательных работ.

Г р у п п а 5К – приводные краны мостового типа с лебедочными грузовыми тележками, используемые на перегрузочных работах средней интенсивности; краны для технологических работ в механических цехах, на складах готовых изделий предприятий строительных материалов и складах металлолома, контейнерные краны на железнодорожных станциях, складах промышленных предприятий, занятые на перегрузке различных грузов, в том числе и контейнеров; мостовые и стеллажные краны-штабелеры с управлением с пола на складах тарных грузов.

Г р у п п а 6К – грейферные, магнитные и магнитно-грейферные приводные краны мостового типа, работающие на складах с разнообразными грузами, преимущественно при сезонном использовании; контейнерные краны для перегрузки только контейнеров; мостовые и стеллажные краны-штабелеры с управлением из кабины и автоматического действия на складах тарных грузов; крюковые перегрузочные порталные краны на транспортных складских объектах; грейферные порталные краны на складах

промышленных предприятий и в портах при сезонной работе; краны порталные – лесопогрузчики с приводным грейфером на складах круглого леса; консольные передвижные краны в литейных цехах.

**Г р у п п а 7К** – приводные краны мостового типа с лебедочными грузовыми тележками при круглосуточной работе; краны с двухканатными грейферами и магнитно-грейферные, работающие на складах насыпных грузов и металлолома с однородными грузами при некруглосуточном использовании; закалочные, ковочные, литейные краны цехов металлургического производства; башенные строительные краны, обслуживающие гидротехническое строительство.

**Г р у п п а 8К** – приводные краны типа: магнитные, используемые в цехах и на складах металлургических предприятий и металлолома при работе с однородными грузами, а также траверсные, мульдмагнитные, мульдо-грейферные, мульдо-завалочные, копровые, ваграночные, шихтовые, колдцевые и для разведения слитков в цехах металлургических предприятий; грейферные краны-перегрузатели на складах насыпных грузов; порталные грейферные краны складов и портов при круглосуточной и круглогодичной работе.

#### **4.1.4 Выбор типа**

**Краны мостового типа** нецелесообразно применять при нерегулярной работе и ограниченной интенсивности, а также тогда, когда по планировочным условиям возможно использование напольных грузоподъемных средств (преимущественно на открытых площадках), на складах штучных и тарных грузов в случае возможности использования кранов-штабелеров.

Применение **козловых кранов** допускается в следующих случаях: при невозможности или экономической нецелесообразности выполнения перегрузочных работ с помощью напольных средств механизации (погрузчиков, стреловых кранов и др.), например, вследствие необходимости увеличения площади складов при установке крановых путей, невозможности обеспечения требуемой производительности, при возможной организации движения без пересечения крановых путей рельсовыми или безрельсовыми транспортными средствами.

Установка мостовых кранов на эстакадах открытых площадок допускается в следующих случаях: при отсутствии козловых кранов необходимой грузоподъемности и группы режима; при наличии стесненных условий для регулярного движения наземных транспортных средств с пересечением крановых путей.

Мостовые краны следует устанавливать внутри здания тогда, когда невозможно использование менее дорогостоящего и не требующего увеличения размеров и стоимости строительной части здания грузоподъемных средств, например, талей, переставных кранов и др.

При установке мостовых кранов внутри здания должны быть учтены следующие факторы:

- при ограниченной работе и средней интенсивности (группы режима крана 1К–3К), массе грузов 1–5 т и пролетах крана до 35 м следует устанавливать подвесные электрические краны;

- применение опорных однобалочных кранов группы режима 1К–3К и грузоподъемностью 1–5 т допускается только в тех случаях, когда установка подвесных кранов невозможна или связана со значительным повышением стоимости здания, а также при необходимости управления краном из кабины;

- применение двухбалочных электрических кранов всех групп режима и грузоподъемности 1–5 т допускается только при выполнении установочных операций на пониженных скоростях и отсутствии однобалочных кранов с соответствующими скоростными характеристиками, а также при ограничении высоты крана;

- ручные краны следует применять при эпизодически проводящихся монтажных и ремонтных работах, невозможности подвода электропитания и обеспечения беспрепятственного доступа к цепям привода кранов.

При **выборе системы управления** краном необходимо руководствоваться следующим:

- дистанционное управление с помощью подвесного кнопочного пульта следует принять при скоростях передвижения кранов до 0,83 м/с, возможности беспрепятственного и безопасного перемещения оператора и крана, отсутствии повышенных требований к точности установки груза;

- дистанционное управление с проводным или радиоканалом следует применять для кранов всех групп режима, а также при невозможности обеспечения необходимых условий комфортности работы оператора или при нахождении оператора в непосредственной близости от груза;

- в случаях, не указанных выше, допускается применять управление из кабины, расположенной на мосту крана.

Рекомендуется избегать применения кранов с механизмами главного и вспомогательного подъема; такие краны следует устанавливать только при необходимости использования механизма вспомогательного подъема для технологических операций, например, для кантования грузов; использования механизма главного подъема только для эпизодической работы (монтажные, ремонтные и другие операции).

Полукозловые и консольные краны используют преимущественно для вспомогательных работ и устанавливают в качестве дополнительных средств к мостовым кранам.

В некоторых случаях при эпизодическом использовании кранов допускается увеличивать грузоподъемность кранов путем установки на мост крана дополнительных лебедок, оснащения моста разгрузочными полиспадами.

#### 4.1.5 Мостовые

**Назначение и классификация мостовых кранов.** Мостовым краном называется подъемно-транспортная машина, передвигающаяся по рельсовому пути на определенной высоте от пола и способная перемещать грузы в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы и не занимает ее полезную площадь. Используется на открытых площадках и в крытых складах для погрузки, выгрузки грузов из транспортных средств и для внутрискладского перемещения грузов.

Классификация мостовых кранов приведена на рисунке 4.3.

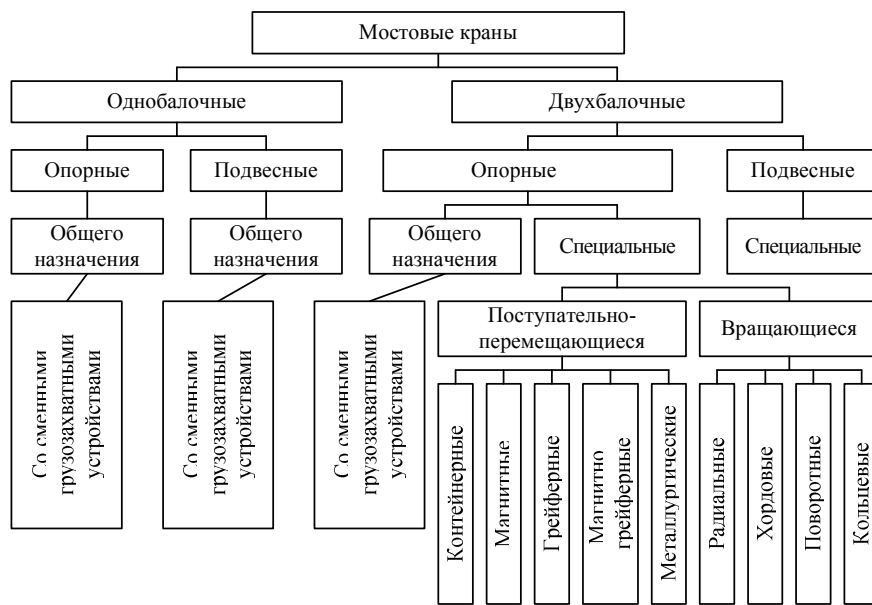


Рисунок 4.3 – Классификация мостовых кранов

Мостовые краны состоят из двух основных узлов: моста, крановой тележки или тали, передвигающейся по мосту.

В зависимости от конструкции моста краны подразделяются на однобалочные и двухбалочные. Однобалочный мост состоит из главной балки, соединенной с двумя концевыми балками. Двухбалочный имеет две главные балки, соединенные с двумя концевыми балками.

По способу опирания на крановый путь различают мостовые краны опорные и подвесные. У *опорного* ходовые колеса перемещаются по рельсам, уложенным на балках эстакады или на колоннах, кронштейнах, высту-

пающих в стенах здания. У *подвесных* кранов ходовые колеса опираются на нижние полки двутавровых балок, подвешенных к потолочным конструкциям.

В зависимости от назначения мостовые краны подразделяются на *общего назначения* (используется в основном грузовой крюк); *специальные* (грейферные, магнитные, контейнерные, металлургические).

**Устройство, принципиальные схемы, принцип действия, основные параметры мостовых кранов.** Однобалочные мостовые краны (кран-балки) применяют при небольших пролетах (5–17 м) малой грузоподъемности (1–5 т) и легких условиях работы. Мост крана – двутавровая балка, по которой перемещается таль (электрическая или ручная). Для придания жесткости при малых пролетах устраивают ферму в горизонтальной плоскости, а при больших пролетах устраивается ферма и в вертикальной плоскости. Двутавровая балка соединена с двумя концевыми балками, на которых расположены ходовые колеса.

Для повышения жесткости концевые балки соединяются с мостом подкосами (при пролетах 7–9 м).

Схема мостового однобалочного опорного крана приведена на рисунке 4.4.

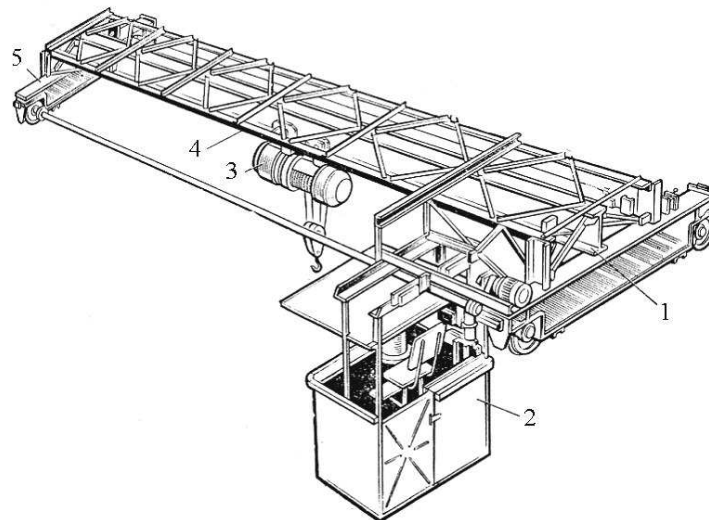


Рисунок 4.4 – Схема мостового однобалочного опорного крана

Кран представляет собой двутавровую ездовую балку 1, которая опирается на поперечные концевые балки 5. В качестве подъемного механизма и перемещения вдоль балки служит электроталь (тельфер) 3 или ручная таль. Ходовые колеса концевых балок приводятся в движение от общего вала, центрального привода, если пролет до 11 м, или имеют отдельные приводы

при больших пролетах. Управление кранами может осуществляться из кабины (рисунок 4.5) или дистанционно (рисунок 4.6).

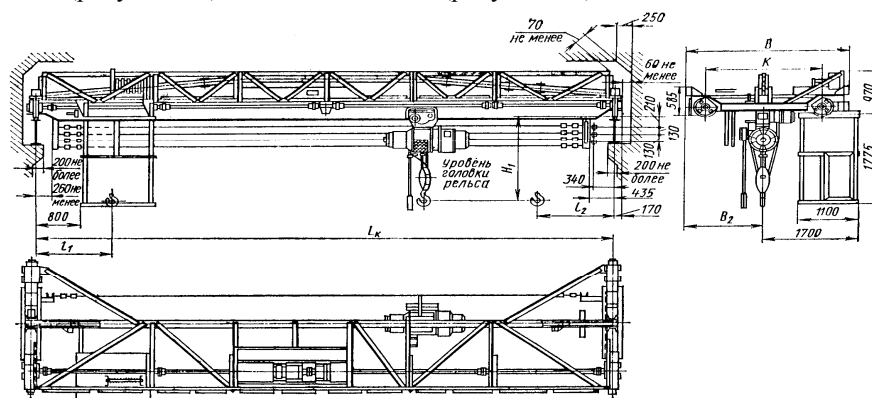


Рисунок 4.5 – Схема мостового однобалочного опорного крана с управлением из кабины

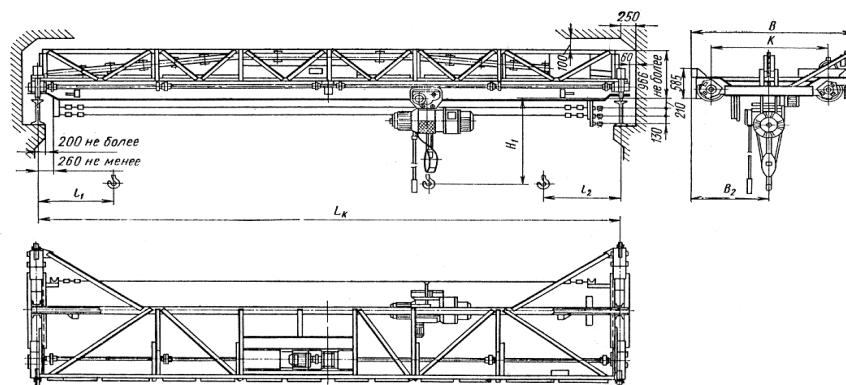


Рисунок 4.6 – Схема мостового однобалочного опорного крана с дистанционным управлением

Тельфер (рисунок 4.7) состоит из самоходной тележки 1, передвигающейся по ездовой двутавровой балке, и электротали 5, служащей грузоподъемным механизмом.

Тележка имеет самостоятельный привод. Электродвигатель 2 вращает барабан 3, на который наматываются две ветви канатов с обоймой и грузозахватным крюком 4. Механизм передвижения тельфера оборудован тормозом.



Соотношение между длиной базы крана  $K$  и пролетом крана  $L_k$

$$K = L_k (1/6 \dots 1/5). \quad (4.4)$$

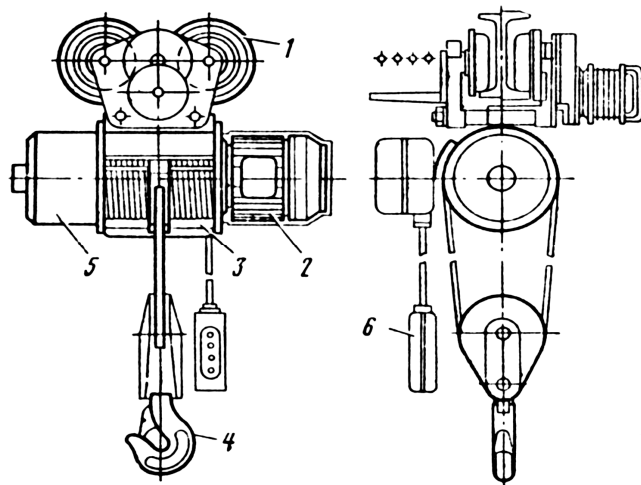


Рисунок 4.7 – Тельфер

Мостовые опорные однобалочные краны имеют следующие значения параметров:

грузоподъемность .....	1–5 т;
пролет .....	4,5–28,5 м;
высота подъема .....	6,12,18 м;
скорость, м/с:	
подъема груза .....	0,13;
передвижения тали .....	0,33 и 0,53;
передвижения крана .....	0,4 и 0,63 (управление с пола);
.....	0,63 и 1,0 (управление с кабины).

Для кранов, управляемых с пола, масса ниже на 10–25 %.

*Однобалочный подвесной кран* (рисунок 4.8) представляет собой конструкцию, у которой ездовая балка 1 с тельфером 2 укрепена к ходовым кареткам 3, передвигающимся по двутавровым путям 4, прикрепленным к строительным фермам или балкам перекрытия. Кран характеризуется пролетом ( $L_n = 4,5–28,5$ ), вылетом консоли  $l$ , длиной базы  $B$ .

У подвесных однобалочных кранов длины консолей принимают кратными 0,3 м в пределах 0,3–1,5 м, высота подъема – 6–32 м, скорость подъема 0,125 и 0,130 м/с, передвижения тали – 0,33 и 0,40 м/с, передвижения крана 0,5 м/с. Изготавливаются одно-, двух- и многопролетные. Длина кра-

на: однопролетного от – 3,6 до 18 м, двухпролетного – от 16,2 до 27 м и многопролетного может достигать 100 м. Схема трехпролетного крана приведена на рисунке 4.9.

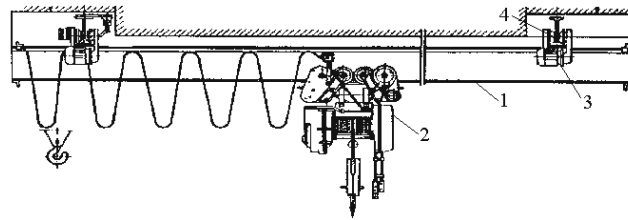


Рисунок 4.8 – Схема мостового однобалочного однопролетного подвесного крана

Применение подвесных кранов позволяет осуществить передачу грузов из одного пролета в другой пролет склада или на консоли при выдаче груза с крытого склада или приема в склад. Это достигается путем стыкования несущих балок двух подвесных кранов, расположенных в соседних пролетах, или путем стыкования несущей балки крана с балкой консоли.

Ручные подвесные краны, как правило, комплектуются червячными или шестеренчатыми ручными таями.

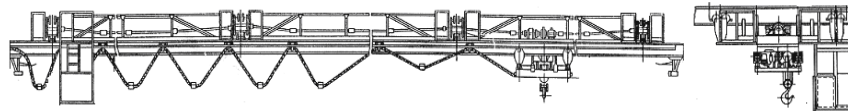


Рисунок 4.9 – Схема мостового однобалочного трехпролетного подвесного крана

Однобалочные мостовые краны обеспечивают снижение металлоемкости, особенно при больших пролетах (25–30 м). Используются при ограниченной интенсивности использования. Группа режима работы 1К–3К.

*Мостовые двухбалочные опорные краны общего назначения имеют электрический привод, грузоподъемность 5–50 т, скорость подъема груза 0,05–0,32 м/с, скорость передвижения тележки 0,32–0,63 м/с, скорость передвижения крана 0,40–2,50 м/с, высота подъема 8–16 м, пролет 7,5–34,5 м, группы режима работы 3К–7К.*

На рисунке 4.10 приведена схема двухбалочного мостового крана опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза.

Мост крана состоит из двух главных 7 и двух концевых 6 балок. Мост опирается ходовыми колесами на рельсы. По рельсам, уложенным на главных балках, передвигается грузоподъемная тележка 3 опорного типа, оснащенная основным 9 и вспомогательным 10 механизмами подъема. Тележка самоходная и приводится в движение от электропривода 11. К мосту крана прикреплена кабина управления 1. Электроэнергия к электродвигателям

подается с помощью токоведущих шин (троллеев). Для осмотра троллеев имеется кабина 4. Электроэнергия от троллеев к электродвигателям подается с помощью гибкого кабеля 2.

Главный и вспомогательные механизмы подъема имеют краны с грузоподъемностью свыше 10 т, что позволяет поднимать тяжелые грузы главным механизмом подъема с меньшей скоростью, а менее тяжелые с большей скоростью – вспомогательным. Грузозахватные приспособления выбираются в зависимости от массы, формы груза, типа тары.

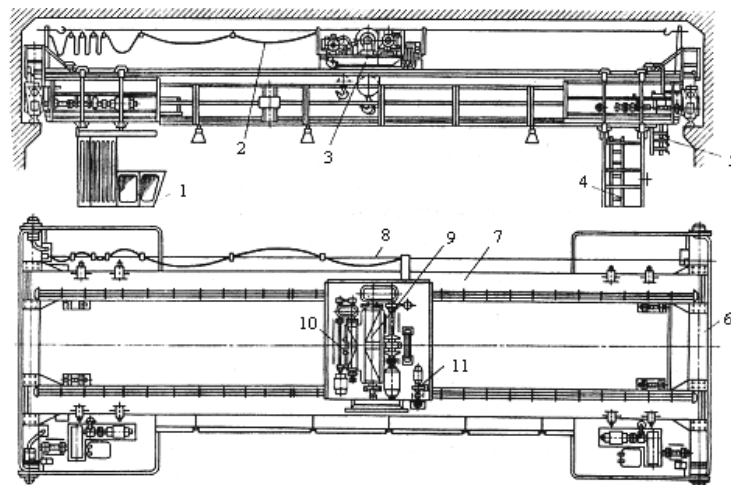


Рисунок 4.10 – Схема двухбалочного мостового крана опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза

*Специальные* мостовые краны имеют двухбалочный мост, опорную грузовую тележку. Их изготавливают на базе крюковых мостовых кранов. К особенностям специальных кранов, отличающих их от кранов общего назначения, можно отнести следующие: большее число механизмов, а следовательно, возможность выполнения значительного числа рабочих движений (4–7); ограниченное применение в зависимости от вида перемещаемого груза и технологического процесса, оснащение специальными грузозахватными устройствами, лебедками и другими механизмами.

Контейнерные краны оснащаются специальными грузозахватными устройствами, обеспечивающими автоматический захват за римы и фитинги контейнеров и освобождение. Грузовые тележки оборудуются поворотными платформами, позволяющими производить поворот контейнера в горизонтальной плоскости.

*Магнитные* краны предназначены для подъема и транспортирования ферромагнитных материалов. Эти краны снабжены грузовыми электромаг-

нитами, подвешенными на крюковой подвеске или траверсе. Отличается от мостовых кранов общего назначения более тяжелой конструкцией и наличием оборудования, необходимого для работы электромагнита (размещается на мосту крана). Механизмы передвижения этих кранов и их тележек не имеют отличий по сравнению с механизмами мостовых кранов общего назначения.

*Грейферные* краны предназначены для подъема и транспортирования сыпучих и кусковых материалов. В качестве грузозахватного устройства эти краны имеют грейферы различного исполнения. Грейферные краны имеют грейферную лебедку с двумя барабанами, один из которых предназначен для наматывания замыкающего каната при закрытии челюстей грейфера (замыкающий), а другой – для наматывания поддерживающего каната (подъемный). Подъемный барабан работает совместно с замыкающим при подъеме и опускании грейфера.

*Магнитно-грейферные* краны предназначены для перегрузки ферромагнитных грузов, а также сыпучих и кусковых грузов. Для захвата ферромагнитных грузов используется ферромагнит, а для сыпучих и кусковых – двухчелюстной грейфер. В зависимости от назначения их выполняют с двумя тележками: магнитной и грейферной или с одной тележкой, оборудованной магнитной и грейферной лебедками.

В качестве магнитно-грейферных кранов могут быть использованы мостовые краны общего назначения тяжелого режима работы.

Мостовые подвесные двухбалочные краны выпускают по индивидуальным заказам небольшими партиями. Применяются на предприятиях самолетостроения. Грузоподъемность 100–120 т, многопролетные с двумя и большим числом грузовых тележек. Мост крана состоит из шарнирно соединенных звеньев, которые можно разъединять и использовать в качестве отдельных мостов. Общая длина моста может составлять 90–120 м, а скорость передвижения крана – 1,5–1,8 м/с.

К недостаткам мостовых кранов относится значительная стоимость эстакады, устанавливаемой вдоль всей площади, на которой выполняются погрузочно-разгрузочные операции.

Масса двухбалочных кранов выше массы однобалочных кранов, однако двухбалочные имеют следующие достоинства:

- используется устойчивая двухрельсовая тележка, позволяющая монтировать на нее разнообразное рабочее оборудование;
- строительная высота минимальна и равна высоте механизма подъема;
- меньше подходы грузового крюка;
- более надежна работа механизма передвижения тележки;
- более удобное обслуживание механизма подъема груза;
- благодаря жесткой в горизонтальной плоскости конструкции моста краны могут иметь скорость передвижения 1,5–2 м/с и более.

#### 4.1.6 Козловые

**Назначение и классификация козловых кранов.** Козловые краны представляют собой разновидность мостовых кранов. Их отличие состоит в том, что мост крана устанавливается на высоких опорах-ногах, присоединяемых к мосту жестко или шарнирно. Каждая опора состоит из двух стоек, нижними концами закрепленных на ходовых балках крана, снабженных ходовыми колесами. Такое устройство исключает необходимость в сооружении эстакад, подкрановые пути укладываются на уровне земли. Этим объясняется преимущественное распространение козловых кранов на открытых складах.

Козловые краны получили широкое применение на перегрузке контейнеров, тяжеловесов, металла, лесных и строительных материалов, навалочных грузов и др.

В козловых кранах, так же, как и в мостовых, реализуются три самостоятельные операции: подъем – опускание груза на требуемую высоту, перемещение груза по мосту крана поперек обслуживаемой площадки и перемещение груза краном вдоль обслуживаемой площадки. Выполнение этих операций позволяет перемещать грузы в любые точки склада прямоугольной формы.

В козловых кранах в качестве привода используются в основном электродвигатели. Грузоподъемные устройства монтируются на тележках, аналогичных мостовым кранам, или используются электротельферы.

В качестве грузозахватных устройств используются крюки, электромагниты, грейферы, автостропы и другие устройства.

Козловые электрические краны по назначению разделяют на перегрузочные, строительно-монтажные и специального назначения.

Перегрузочные краны эксплуатируют на открытых складах, обслуживаемых средствами наземного рельсового и безрельсового транспорта. Грузоподъемность кранов – 3,2–50 т, пролеты – 10–40 м, высота подъема груза – 7–16 м, скорость подъема – 5–10 м/мин, передвижения тележки – 20–40 м/мин, передвижения крана – 20–60 м/мин. На их базе выпускают строительно-монтажные и специальные краны.

Грузоподъемность строительно-монтажных кранов – 300–400 т, пролет – 60–80 м, высота подъема – 20–30 м; скорость подъема – 0,1–0,5 м/мин, передвижения тележки – 0,6–1,0 м/мин, передвижения крана – 0,24–1,5 м/мин.

Перегрузочные козловые краны предназначены для перегрузки штучных и сыпучих грузов на складах, в портах, на железнодорожных станциях. Монтажно-строительные краны используют при монтаже различного оборудования, энергетических установок и сборных транспортных сооружений. Краны специального назначения обслуживают гидротехнические сооружения.

По количеству балок моста краны бывают однобалочные и двухбалочные.

В зависимости от взаимного расположения моста и его опор различают краны бесконсольные, одно- и двухконсольные. При одной и той же длине мост двухконсольного крана значительно легче, чем мост крана бесконсольного, за счет меньшего расстояния между опорами пролета крана.

Классификация козловых кранов приведена на рисунке 4.11.



Рисунок 4.11 – Классификация козловых кранов

Простота конструкции, управления и обслуживания, относительно низкая стоимость изготовления кранов и их эксплуатации обусловили их широкое внедрение. Затраты на эксплуатацию козловых кранов незначительно превышают те же затраты на эксплуатацию мостовых кранов с аналогичными параметрами. К недостаткам кранов следует отнести малую высоту подъема груза (в сравнении со стреловыми кранами), ограниченную площадь рабочей зоны.

**Устройство, принципиальные схемы, принцип действия, основные параметры козловых кранов.** К основным параметрам козловых кранов относятся: грузоподъемность; пролет, вылеты консолей, рабочие вылеты консолей, высота подъема захватного органа над уровнем головок подкрановых рельсов, скорости рабочих движений, расстояние от грузовой подвески до передней грани опорной стойки.

Для устойчивого передвижения кранов по крановым путям должно быть обеспечено определенное (обычно 1:5–1:7) отношение пролета к колесной базе. Ширина ходовых тележек и нижних частей крана определяет возможные пределы приближения к подкрановым путям штабелей груза, транспортных средств, сооружений и наземного оборудования. Имеет значение также и уровень расположения выступающих элементов ходовой

части. Вертикальные нагрузки на ходовые колеса крана, в значительной мере определяющие расходы на сооружение и эксплуатацию подкрановых путей, также должны быть включены в число основных параметров козловых кранов.

При производстве строительно-монтажных работ (и иногда на погрузочно-разгрузочных работах), как правило, применяют бесконсольный кран, схема которого приведена на рисунке 4.12.

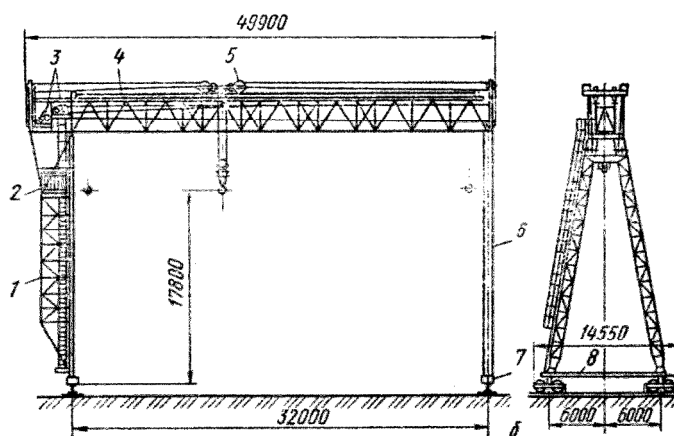


Рисунок 4.12 – Козловой бесконсольный однобалочный кран

Козловой бесконсольный кран состоит из моста 4 балочной или решетчатой конструкции, опертого на две пары стоек 1 и 6. По мосту крана передвигается грузовая тележка 5. Краны грузоподъемностью до 5 т обычно имеют мост в форме двутавра, по которому передвигается электроталь. Козловые краны различают по виду соединения моста со стойками: жесткое или шарнирное. При больших пролетах козлового крана одну пару стоек соединяют с мостом жестко (стойки 1), а другую – шарнирно, что исключает опасность возникновения значительных напряжений в металлоконструкции крана при воздействии переменных температур или отклонения размера колеи кранового пути от номинального значения.

Стойки крана опираются на четыре ходовые тележки 7. Две ходовые тележки (по одной с каждой стороны крана) – приводные для передвижения крана вдоль рельсового пути. Для обеспечения устойчивости крана стойки попарно (в плоскости движения крана) связаны жесткими тягами 8. Кабину управления 2 обычно размещают на стойке крана, жестко связанной с мостом. На специальной платформе над этой стойкой размещают механизмы подъема груза и передвижения грузовой тележки 3, если они не установлены на раме самой тележки. Для обслуживания металлоконструкций и механизмов грузоподъемных кранов устанавливают лестницы и ограждения.

Устройство *однобалочного одноконсольного* козлового крана – аналогично приведенному на рисунке 4.12 бесконсольному с отличием в том, что имеется одна консоль (рисунк 4.13).

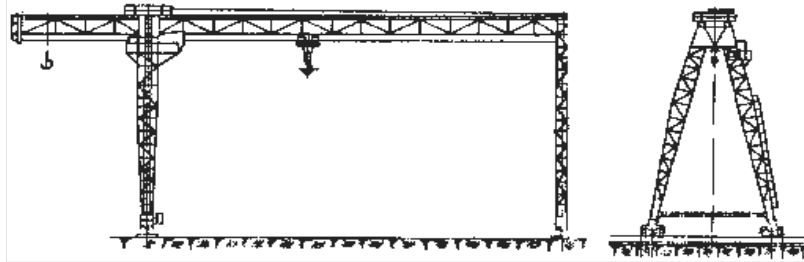


Рисунок 4.13 – Схема козлового однобалочного одноконсольного крана

Схема *однобалочного двухконсольного* крана приведена на рисунке 4.14.

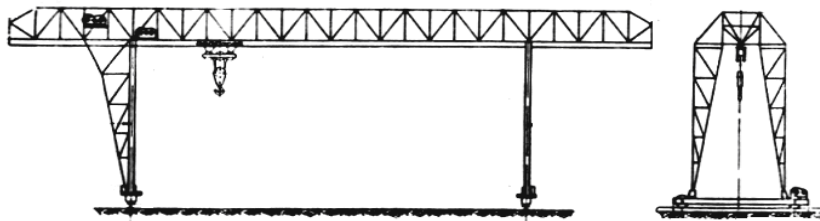


Рисунок 4.14 – Схема козлового однобалочного двухконсольного крана

Кран оборудован монорельсовой тележкой, перемещающейся с помощью тягового каната. Лебедки механизмов подъема груза и перемещения тележки смонтированы на мосту над жесткой опорой. В грейферном исполнении кран оборудуется дополнительной лебедкой для замыкания и размыкания челюстей грейфера. Устанавливается лебедка на мосту крана.

Электротали применяются в козловых кранах легкого и среднего режимов работы и соответствующей грузоподъемности. Однако следует иметь в виду, что технические характеристики и эксплуатационные качества электроталей не полностью удовлетворяют условиям работы на козловых кранах. Тали недостаточно защищены от атмосферных осадков, поэтому на мосту крана следует предусматривать специальный стояночный участок, оборудованный щитом, предотвращающим попадание осадков на корпус электротали.

Серийно выпускаемые тали имеют одну скорость подъема груза (0,13 м/с) и передвижения (0,33 м/с), что не всегда удовлетворяет условиям работы. Отсутствует тормоз механизма передвижения. Это резко снижает точность установки тали и не гарантирует ее от самопроизвольного перемещения вдоль моста при действии случайных нагрузок. Крюковая обойма, подвешенная на двух ветвях, слабо сопротивляется закручиванию, неизбежному при навеске на крюк поворотного захватного органа.



Козловые краны однобалочные с одностоечными 1 опорами (рисунок 4.15) имеют мост 2 прямоугольной коробчатой конструкции, по которому перемещается консольная крановая тележка опорного типа 3. Для транспортировки и перегрузки длинномерных и крупногабаритных грузов используют одновременно два таких крана. Это позволяет развернуть длинномерные грузы на 90° около стоек опор. Такие краны могут обслуживать пересекающиеся подкрановые пути, конвейеры. По сравнению с двухстоечными козловыми кранами одностоечные имеют повышенную на 10–15 % металлоемкость, сложны в изготовлении и монтаже.

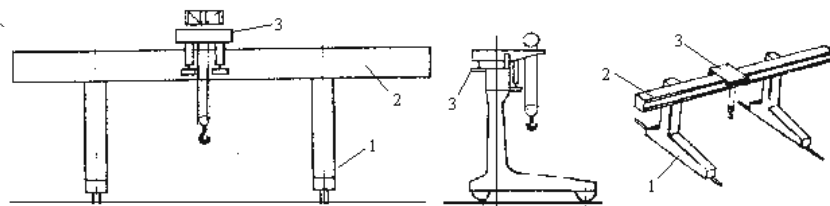


Рисунок 4.15 – Кран козловой однобалочный с одностоечными опорами

В консольных тележках (рисунок 4.16) механизм подъема груза обычно расположен на консольной части рамы. Для уменьшения нагрузок на удерживающие колеса вылет крюка (от опорного рельса) обычно ограничивают 0,8–2,0 м. Рама тележки имеет две консольные балки 1, несущие электроталь 2. Посередине рамы предусмотрена поперечина 3, к которой прикреплен свободный конец грузового каната. Мотор-редуктор 4 механизма передвижения тележки приводит в движение опорные ходовые колеса 5, перекатывающиеся по подтележечному рельсу 6. Кронштейн тележки образован двумя парами стоек 7 и подкосов 8, концы которых прикреплены к нижней балке, снабженной передними упорными роликами, взаимодействующими с нижней горизонтальной направляющей.

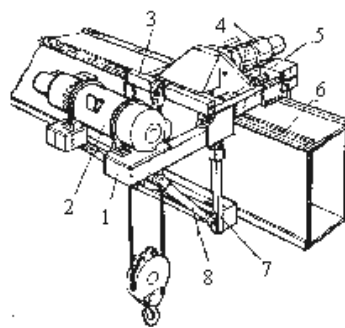


Рисунок 4.16 – Консольная тележка

Тыльные упорные ролики укреплены на кронштейне с противоположной стороны рамы тележки. Для повышения мобильности козловые краны изготавливают на пневмоколесном ходу (рисунок 4.17).

Кран состоит из двух мостов 1, опирающихся на четыре опоры 3, соединенных сварными поперечными балками 7. Они, в свою очередь, опираются на две тележки со спаренными колесами на пневмошинах 6, которые могут поворачиваться на 90°, что обеспечивает передвижение крана вдоль и поперек площадки. На одной из поперечных

балок расположена дизель-генераторная установка 5 и кабина оператора 4. Каждый мост крана имеет механизм подъема, смонтированный на двух тележках передвижения 2, оборудованных электроприводом. Механизмы могут работать независимо или синхронно. Грузоподъемность – до 40 т. Рабочие скорости передвижения крана, тележки, подъема груза значительно ниже, чем у козловых кранов на рельсовом ходу.

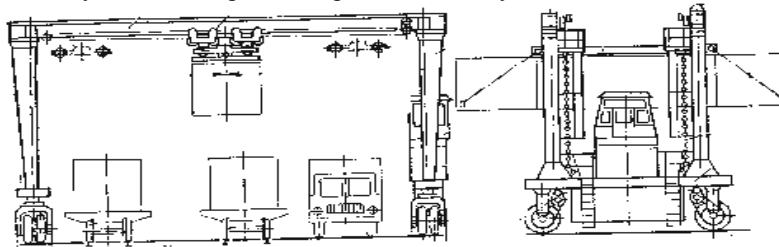


Рисунок 4.17 – Козловой кран на пневмоколесном ходу

Схема козлового *двухбалочного двухконсольного* крана приведена на рисунке 4.18.

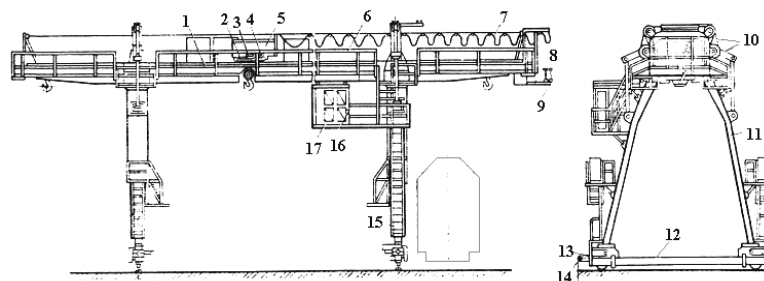


Рисунок 4.18 – Схема козлового двухбалочного двухконсольного крана

Кран состоит из двухбалочного моста 1, шарнирно смонтированного на двух опорах. На верхних поясах главных балок уложены рельсы, по которым перемещается грузовая тележка 5. Токосодвод к ее исполнительным механизмам осуществляется посредством гибкого кабеля 7, скользящего на шторной подвеске по натянутой вдоль моста струне. Каждая опора состоит из двух стоек 11, шарнирно связанных с мостом. Стойки опор соединены друг с другом внизу стяжками 12, а сверху – специальными шарнирно-тросовыми уравнительными механизмами 10. Стяжки 12 устанавливаются после перевода крана в рабочее положение при монтаже. Уравнительный механизм обеспечивает синхронный подъем стоек, выбирая возможные перекосы. Стойки жестко крепятся к рамам ходовых тележек 13, опирающихся своими ходовыми колесами на два подкрановых рельса 19. Приводными выполняются две или четыре тележки. Питание крана электроэнергией

осуществляется от главных троллей 9 посредством токоъемников 8. Управление краном происходит из кабины 17, жестко закрепленной на нижнем поясе моста. Для входа в кабину смонтирована лестница 15. Мост оборудован металлическими настилами с ограждениями 6 для прохода по крану и его обслуживания.

Козловые *контейнерные* краны предназначены для перегрузки контейнеров массой брутто 10–30 т. Мост крана (рисунок 4.19) представляет собой прямоугольную сварную раму из двух широко расставленных главных балок 1, жестко связанных с двумя концевыми балками 9 посредством угловых коробок 10. Главные и концевые балки имеют коробчатую форму.

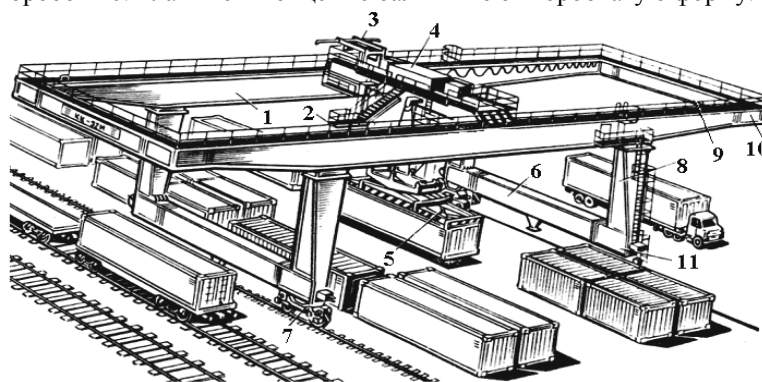


Рисунок 4.19 – Козловой двухбалочный двухконсольный контейнерный кран

По рельсам, уложенным на верхних поясах главных балок, перемещается посредством четырех приводных колес грузовая тележка 4, на сварной раме которой смонтированы механизм подъема, поворота грузозахватного устройства, аппаратные кабины, вспомогательный кран 3 и кабина управления 2. К грузовой тележке через механизм подъема подвешен автоматический захват (спредер) с помощью пространственного полиспаста.

Вспомогательный кран предназначен для обслуживания механизмов козлового крана при монтаже, профилактике и ремонте. Кран выполнен консольным стреловым, поворотным на колонне.

Главные балки жестко связаны с четырьмя стойками 8, опирающимися на коробки 11 ходовых частей крана, связанные растяжками 6.

Кран оснащен всеми устройствами безопасной эксплуатации. В их числе – ограничитель высоты подъема, ограничитель грузоподъемности, автоматические рельсовые захваты, сигнализаторы скорости ветра, приборы звуковой сигнализации. Ограничитель грузоподъемности обеспечивает автоматическое отключение механизма подъема, если масса контейнера брутто превышает номинальную грузоподъемность на 10 % или если центр тяжести

номинального груза в контейнере смещен относительно геометрического центра тяжести более чем на 1200 мм по длине и на 300 мм по ширине. Все крайние положения рабочих органов исполнительных механизмов крана обеспечены ограничителями хода. При открытых дверях кабины срабатывает блокировка, исключающая возможность передвижения крана и тележки.

Большие собственные массы козловых кранов для перегрузки крупнотоннажных контейнеров, массы брутто последних, а также большие скорости и ускорения рабочих органов кранов являются причиной высокой инерционности в периоды неустановившихся движений. Это существенно усложняет процесс управления исполнительными механизмами кранов, препятствуя, например, точной подводке спредера на контейнер или контейнера на транспортное средство. В этих условиях качественное выполнение погрузочно-разгрузочных операций обеспечивается возможностью работы исполнительных механизмов на основных рабочих скоростях и на скоростях доводочных.

Козловые краны используются и для работы с электромагнитами и грейферами. В этом случае на мосту и тележке крана устанавливаются дополнительные устройства, аналогичные как у мостовых кранов.

Полукозловые краны изготавливают по индивидуальным заказам или ограниченными партиями с использованием узлов одно- и двухбалочных мостовых кранов. Краны, как правило, имеют бесконсольные мосты и предназначены для установки в помещении. Грузоподъемность этих кранов – 1–20 т, пролет – 8–20 м, скорости, как у мостовых кранов. Схема полукозлового крана приведена на рисунке 4.20.

Судовые краны позволяют выполнять перегрузочные операции с морских судов на речные и обратно, выполняют грузовые операции в портах в том случае, когда портовые погрузочно-разгрузочные машины имеют недостаточный вылет для обеспечения этих операций.

**Требования к установке козловых кранов в складе.** Типовая схема установки козлового крана на складе, обслуживаемом железнодорожным и автомобильным транспортом, приведена на рисунке 4.21.

Пролет крана  $L$  определяется, как правило, планировочными условиями объекта, необходимой вместимостью склада. Вылет консолей  $L_k$  должен обеспечивать складирование груза и беспрепятственное безопасное обслу-

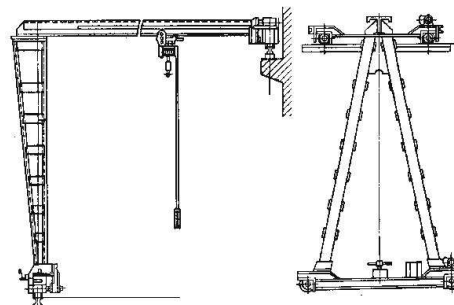


Рисунок 4.20 – Схема полукозлового крана

живание транспортных средств. Расстояние между выступающими частями крана и наземными предметами или транспортными средствами на высоте до 2,0 м от уровня земли должно быть не менее 700 мм, а на высоте более 2,0 м – не менее 400 мм. Вместе с тем эти части не должны выступать за линию предельного габарита.

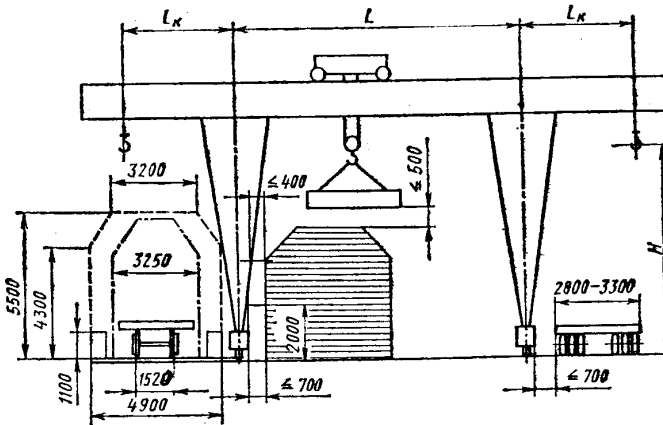


Рисунок 4.21 – Типовая схема установки козлового крана на складе, обслуживаемом железнодорожным и автомобильным транспортом

Вылет консолей должен быть достаточным для перекрытия всей ширины вагона.

Обычно для обслуживания железнодорожных вагонов достаточно иметь вылет 4,2–4,5 м; при работе с крупнотоннажными контейнерами минимально допустимый вылет – 3,4–3,6 м. Вылет консолей должен составлять 0,2–0,3 пролета.

Высота подъема определяется из условия, что зазор между транспортируемым грузом и наземными предметами должен быть не менее 0,5 м. При работе с железнодорожным транспортом высота подъема должна составлять не менее 8 м; у кранов, используемых для перегрузки контейнеров, ее следует увеличивать до 9 м. В большинстве случаев высота подъема 9–10 м бывает достаточной как для обслуживания транспортных средств, так и для штабелирования грузов. Иногда для кранов лесных складов ее принимают по наибольшей допустимой высоте складирования 16 м.

Расстояние в свету между стойками опор должно обеспечивать возможность перемещения без разворота наиболее часто транспортируемых грузов и разворотом – грузов всех видов, для работы с которыми предназначен кран.

Разворот груза на весу, даже при наличии приводного поворотного устройства, увеличивает длительность рабочего цикла крана. Для ручного разворота длинномерных грузов массой более 5 т необходимо не менее двух

человек. Чтобы избежать разворота грузов над железнодорожными платформами и в особенности полувагонами, расстояние между стойками должно быть достаточным для перемещения при необходимой высоте поперечно расположенного груза (рисунок 4.22).

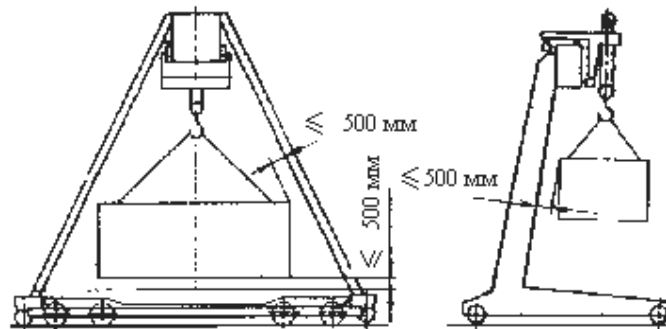


Рисунок 4.22 – Расстояние между стойками

Груз, подвешенный на свободно вращающемся крюке, при проходе через опору может самопроизвольно развернуться. Поэтому для интенсивно эксплуатируемых кранов расстояние между стойками необходимо назначать исходя из наибольшего размера груза (например, диагонали пакета или контейнера). Зазор между грузом и стойками опор должен быть не менее 500 мм. Это же относится и к тем случаям, когда приходится разворачивать груз в пролете или под консолями.

Практика показывает, что для кранов грузоподъемностью 3,2–5,0 т универсального назначения при колесной базе  $B = 6,5 \dots 7,5$  м удастся обеспечить практически беспрепятственное транспортирование груза через опоры; у кранов большей грузоподъемности этот размер должен быть 9–11 м.

При  $B > (1,2 \dots 1,5)H$  конструкция и условия работы стоек опор и узлов их примыкания к мосту усложняются. В то же время с увеличением опорной базы удлиняются подкрановые пути. Поэтому в ряде случаев для увеличения расстояния между стойками на заданной высоте их выполняют Г-образной формы или укрепляют мост дополнительными поперечными кронштейнами. Аналогично обеспечивают и наименьшее допустимое расстояние между грузовой подвеской и передней гранью опорной стойки у крана с одностоечными опорами.

#### 4.1.7 Стреловые

**Назначение, область применения и классификация стреловых кранов.** Кранами стрелового типа называют краны, у которых грузозахватный орган

подвешен к стреле или грузовой тележке, перемещающейся по стреле. Используются на погрузочно-разгрузочных работах, при монтаже крупного промышленного оборудования, а также в промышленном и гражданском строительстве.

Стреловые краны разделяют на стационарные и передвижные.

Стационарные краны предназначены для обслуживания отдельных рабочих мест на производственных участках и в цехах, при производстве строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ при нестабильных и малых объемах работы.

Самоходные краны способны быстро перебазироваться с одного объекта на другой и сразу приступить к работе, что обеспечило их широкое внедрение на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работы.

Классификация стреловых кранов приведена на рисунке 4.23.

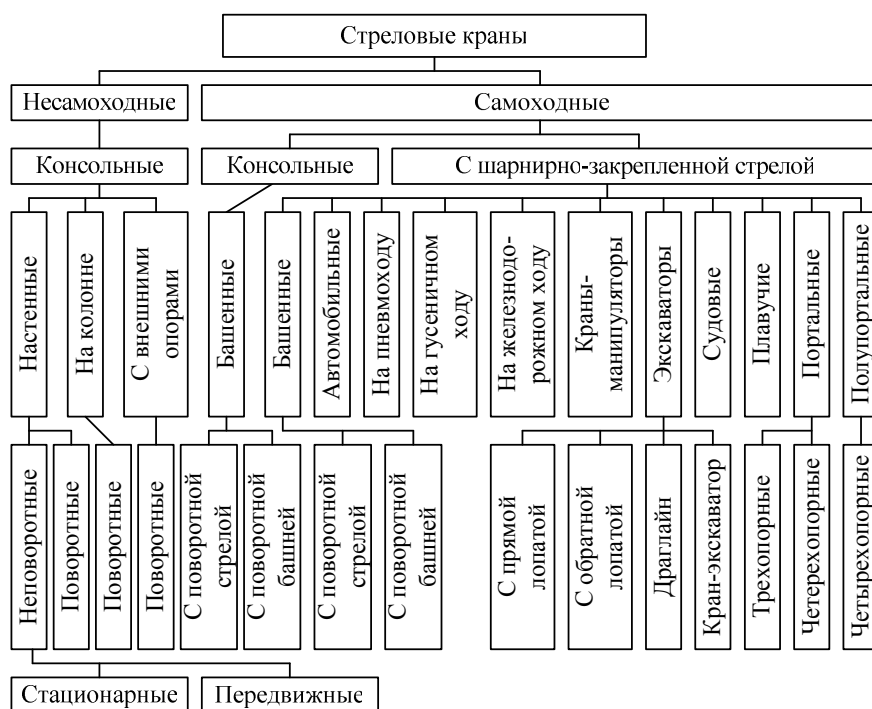


Рисунок 4.23 – Классификация стреловых кранов

Термином «самоходные краны» определяется большая группа стреловых кранов, характеризующихся высокой транспортной маневренностью, независимым энергоснабжением и разнообразным рабочим оборудованием.

Маневренность достигается применением ходового оборудования, приспособленного для перемещения по дорогам с твердым покрытием, грунтовыми и территориям строительных площадок.

Независимое энергоснабжение обеспечивается применением в качестве базового силового агрегата двигателей внутреннего сгорания (карбюраторных и дизелей).

В качестве рабочего оборудования используются разнообразные стрелы и грузозахватные устройства.

По ходовому оборудованию краны классифицируются на пневмоколесные, гусеничные и на железнодорожном ходу.

*Пневмоколесное* оборудование более маневренное, допускает движение с большой скоростью по дорогам с твердым покрытием. Краны с пневмоколесным ходовым оборудованием классифицируют на три группы: автомобильные – монтируемые на шасси стандартных грузовых автомобилей с крановыми механизмами, приводимыми от двигателя автомобиля непосредственно через вторичные (электрические, гидравлические) агрегаты; пневмоколесные со специализированным шассе с общим двигателем, приводящим в движение автомобиль и крановые механизмы непосредственно через вторичные двигатели; краны на специальном многоосном шасси и автомобильного типа с двумя двигателями, из которых один (большей мощности) используется для передвижения крана, второй (меньшей мощности) – установлен на поворотной части крана и приводит (непосредственно или через вторичные двигатели) механизмы крана, управление которыми осуществляется из кабины, находящейся на его поворотной части.

**Устройство, принцип действия, основные параметры стреловых консольных самоходных кранов.** Консольный кран – грузоподъемная машина, имеющая стрелу (консоль). Стрела консольного крана прикреплена к металлоконструкции консольно. По горизонтальной стреле балочного типа передвигается грузовая тележка (электрическая таль), с помощью которой производится подъем и выпускание груза. Может использоваться стрела, у которой на головке установлен неподвижный блок канатного полиспаста механизма подъема.

Основными параметрами таких кранов являются: грузоподъемность, скорость подъема и опускания груза, скорость передвижения тележки и поворота крана, вылет стрелы, высота подъема, угол поворота, размеры. Схемы настенных стационарных поворотных кранов с постоянным и переменным вылетом стрелы приведены на рисунках 4.24 и 4.25.

Кран состоит из поворотной колонны, прикрепленной к стенке склада 1, стрелы 2, неподвижного отклоняющего блока механизма подъема 3.



Кран, приведенный на рисунке 4.24, позволяет производить подъем, опускание груза на высоту  $H_{\max}$  и перемещать груз по дуге сектора с радиусом, равным вылету стрелы, а кран с переменным вылетом стрелы обслуживает площадь сектора с радиусом, равным  $l$ . Подъем груза осуществляется на высоту  $h$  (см. рисунок 4.25).

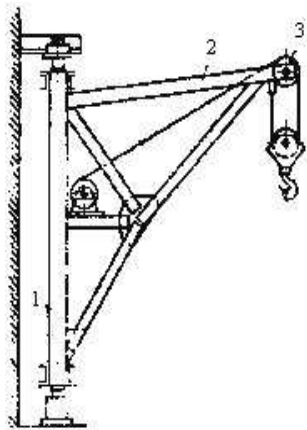


Рисунок 4.24 – Стреловой консольный поворотный стационарный кран

Схема настенного консольного передвижного неповоротного крана приведена на рисунке 4.26. Кран состоит из вертикальной рамы решетчатого типа, консоли из двух балок, по которым передвигается грузовая тележка, приводных ходовых колес. Устойчивость крана обеспечивают верхние и нижние горизонтальные ролики. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы.

Настенный консольный передвижной поворотный кран приведен на рисунке 4.27. В тележке крана 4 жестко установлена колонна 7, относительно которой поворачивается консоль крана 3. Механизм подъема груза 2 расположен на консоли. Оба ходовых колеса 5 являются ведущими. Верхние 1 и нижние 6 горизонтальные ролики удерживают кран от опрокидывания. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы.

Установлена колонна 7, относительно которой поворачивается консоль крана 3. Механизм подъема груза 2 расположен на консоли. Оба ходовых колеса 5 являются ведущими. Верхние 1 и нижние 6 горизонтальные ролики удерживают кран от опрокидывания. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы.

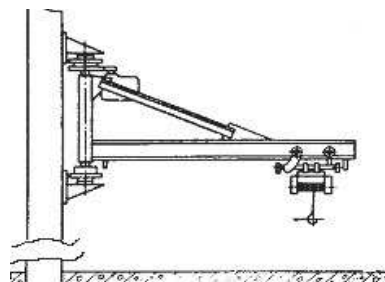


Рисунок 4.25 – Стреловой консольный поворотный стационарный кран с талью

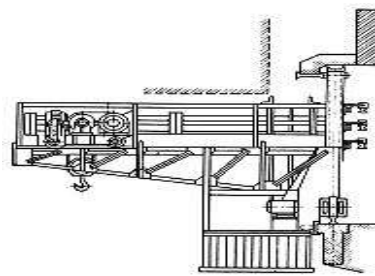


Рисунок 4.26 – Схема настенного консольного передвижного неповоротного крана

У настенных кранов грузоподъемность составляет 0,5–1,0 т при вылете консоли 2,5–6,3 м, а при грузоподъемности 2,0–3,2 т – вылет 2,5–5,0 м. Высота подъема – до 4 м.

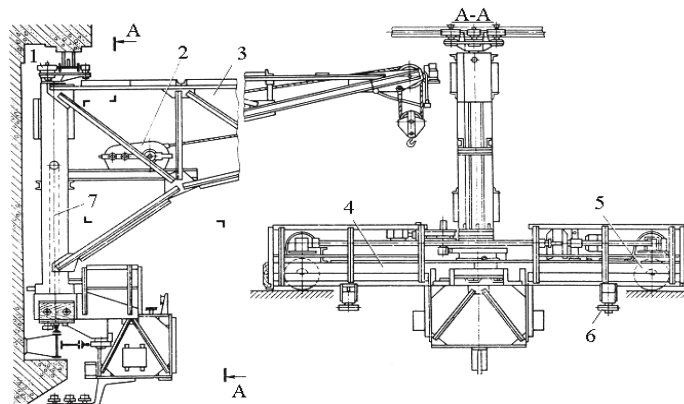


Рисунок 4.27 – Стреловой настенный консольный передвижной поворотный кран

Краны на колонне бывают свободно стоящие на колонне (рисунок 4.28) и на колонне с верхней и нижней опорами (рисунок 4.29).

У свободно стоящих кранов относительно небольшой грузоподъемности находит применение опорно-поворотное устройство с вращающейся цапфой (рисунок 4.30). Краны обслуживают площадь круга с радиусом  $l$ . Грузоподъемность – 0,5–3,2 т, вылет стрелы – 2,5–5,0 м, высота подъема – 2–4 м.

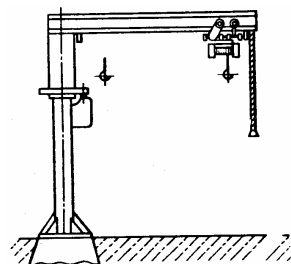


Рисунок 4.28 – Стреловой стационарный поворотный кран на колонне

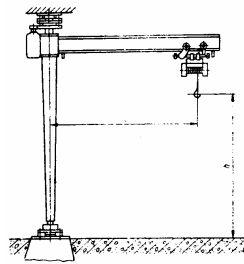


Рисунок 4.29 – Стреловой стационарный поворотный кран с двумя опорами на колонне

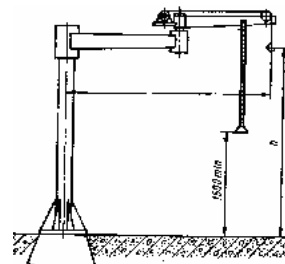


Рисунок 4.30 – Стреловой стационарный поворотный кран на колонне с цапфой

Наиболее распространенными стационарными кранами являются поворотные с внешними опорами (рисунок 4.31). Верхняя опора крана 1 воспринимает горизонтальные нагрузки, а нижняя 7 – горизонтальные и вертикальные. Кран имеет металлоконструкцию 3, на которой расположены механизмы подъема груза 6, механизм передвижения тележки 5, механизм поворота крана 2 и тележки 4, которая перемещается по верхней

балке с помощью каната, наматываемого на барабан механизма передвижения тележки.

Краны этого типа обслуживают площадь сектора с радиусом, равным максимальному вылету стрелы.

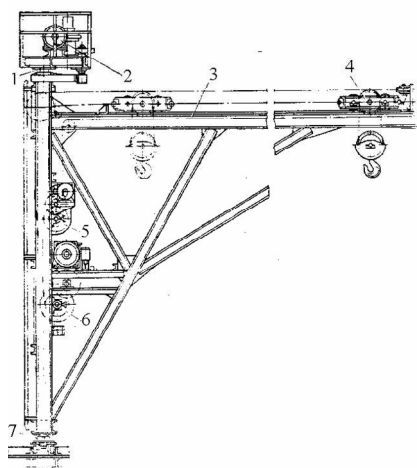


Рисунок 4.31 – Стреловой поворотный кран с внешними опорами

**Устройство, принцип действия, основные параметры стреловых самоходных кранов.** Башенными кранами называют самоходные полноповоротные краны со стрелой, шарнирно или консольно закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни. Эти краны предназначены для механизации строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

Различают краны с неповоротной башней, снабженной поворотным оголовком, и с поворотной башней, имеющей опорно-поворотное устройство на ходовой раме или портале. Подъемная или балочная стрела закреплена в верхней части башни. Башенные краны имеют ходовые устройства всех известных типов, но

наибольшее распространение получили *рельсовые* башенные краны, что упрощает их эксплуатацию и повышает безопасность работы.

Башенные краны-погрузчики (рисунок 4.32) имеют четырехстоечный портал 8, укороченную башню 7, горизонтальную стрелу балочного типа 4. Для восприятия грузового момента предназначен противовес 2, установленный на консоли 1. Башня прямоугольного поперечного сечения установлена на опорно-поворотном устройстве 6, закрепленном в верхней части портала 8. Портал через ходовые тележки 9 опирается на рельсовый путь. Передвижение крана по рельсам осуществляет механизм передвижения 10. Кабина управления 5 размещена на поворотной части крана и вращается вместе с ним, что улучшает условия работы машиниста.

Высота подъема груза – 12,0–12,5 м, при вылете стрелы 4–30 м, грузоподъемность – 10 т. Портал крана обеспечивает проезд под ним железнодорожных вагонов.

Схема башенного крана с шарнирно закрепленной стрелой приведена на рисунке 4.33. Грузоподъемность кранов этого типа – 10–90 т, высота подъема до 90 м.

Среди стреловых самоходных кранов широко распространены автомобильные краны, у которых функцию ходового устройства выполняет шасси

грузового автомобиля. Преимущество автокранов – высокая мобильность, позволяющая легко перебазировать их с одного объекта на другой.

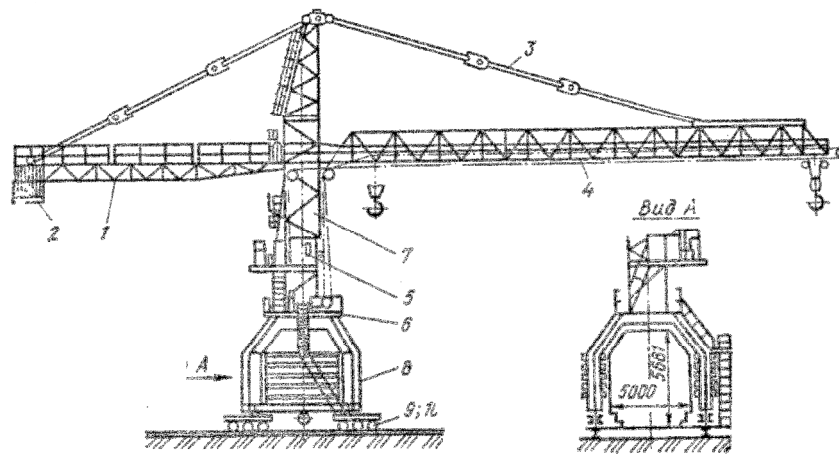


Рисунок 4.32 – Схема башенного крана с консольно закрепленной стрелой

Двигатель автомобиля кроме своих основных функций выполняет функции привода механизмов крана. В современных кранах групповой механический привод заменяется индивидуальным – электрическим или гидравлическим. Автомобильные краны устанавливаются на всех грузовых автомобилях и имеют грузоподъемность 4–25 т, высота подъема груза – 6–12 м (иногда 24 м), длина стрелы – до 18 м. Скорость подъема – 5–30 м/мин, частота вращения поворотной части 0,5–4,0 об/мин, скорость передвижения – 20–50 км/ч. С номинальным грузом автомобильные краны могут работать только при установке на выносные опоры (аутригеры).

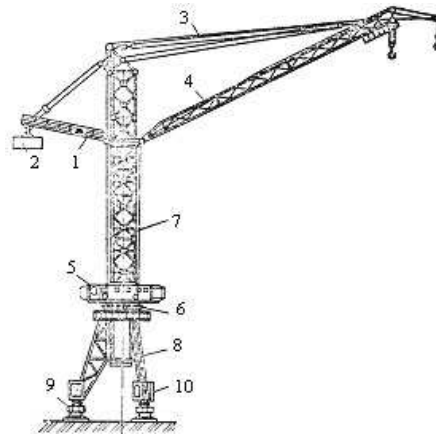


Рисунок 4.33 – Схема башенного крана с шарнирно закрепленной стрелой

Автомобильные краны (рисунок 4.34) выполняют в виде оборудованной выносными опорами накладной рамы, закрепляемой на шасси автомобиля вместо кузова. На раме установлено опорно-поворотное уст-

ройство роликового типа, а на нем – поворотная часть крана со стрелой, механизмами и кабиной управления. В кранах с электроприводом механизмов стрелу выполняют решетчатой канатно-подвесной (рисунок 4.34, а), в кранах с гидравлическим приводом – жестко опертой телескопически раздвижной, управляемой гидроцилиндром (рисунок 4.34, б, в).

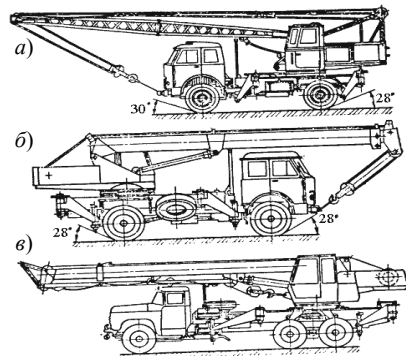


Рисунок 4.34 – Автомобильные краны

Основная область использования автомобильных кранов – это погрузочно-разгрузочные работы и вспомогательные операции на монтажных работах.

Положительной особенностью автомобильных кранов являются их высокая маневренность и передвижение по дорогам с высокими транспортными скоростями. При наличии механизма вспомогательного подъема краны могут работать и с двухканатным грейфером и успешно использоваться при перегрузке сыпучих грузов.

В связи с лучшими технико-экономическими показателями краны с гидроприводом и телескопическими стрелами находят более широкое применение, чем краны с электроприводом и решетчатыми стрелами.

Если автомобильные краны не удовлетворяют условиям эксплуатации по грузоподъемности, применяют стреловые краны на специально проектируемых и изготавливаемых шасси, так называемые пневмоколесные краны (рисунок 4.36).

При гидравлическом приводе механизмы поворотной части крана резко упрощаются, и сама поворотная часть становится более компактной. Применение гидравлического привода упрощает и передвижение крана с транспортной скоростью из-за меньшей длины стрелы, выступающей за габариты автомобиля. Решетчатые стрелы автомобильных кранов выполняют удлиненными (рисунок 4.35, а), башенно-стреловыми (рисунок 4.35, б) и с гуськами (рисунок 4.35, в).

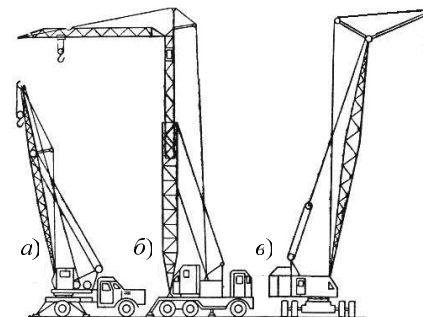


Рисунок 4.35 – Решетчатые стрелы автомобильных кранов

Грузоподъемность пневмоколесных кранов – до 100 т, оборудуются стрелами длиной 10–25 м, иногда имеющими «гусек». Высота подъема достигает 46 м, вылет стрелы – 20–24 м. Привод всех механизмов пневмоколесных кранов, как правило, индивидуальный с двигателем постоянного тока. Эти краны имеют генераторные установки, приводимые от дизельных двигателей, но могут питаться и от внешней сети. По маневренности пневмоколесные краны уступают автомобильным.

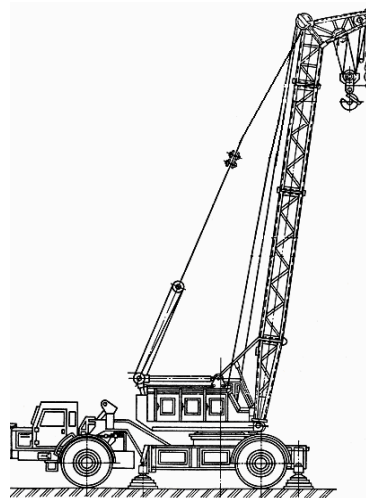


Рисунок 4.36 – Пневмоколесный кран

Гусеничные краны (рисунок 4.37) используются на монтажных площадках. Они не требуют подготовки специального основания для работы, так как имеют наименьшее удельное давление на грунт по сравнению с другими стреловыми кранами и обладают высокой маневренностью, что позволяет им работать в естественных условиях. Грузоподъемность этих кранов составляет 40–250 т. Эти краны могут быть снабжены прямыми стрелами с «гуськом» или башенно-стреловым оборудованием. Высота башен достигает 45 м, длина стрелы – 40 м.

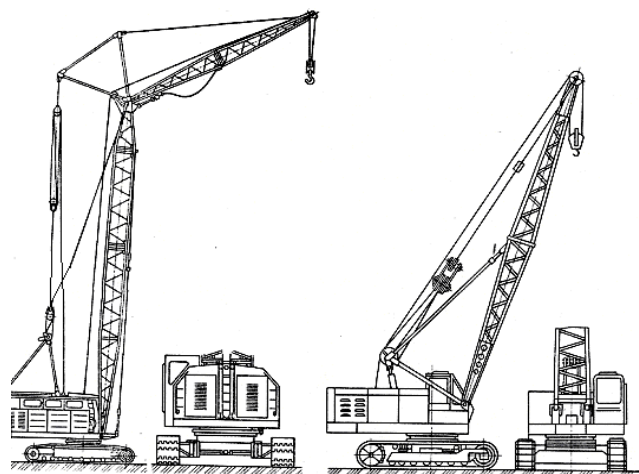


Рисунок 4.37 – Гусеничные краны

К недостаткам гусеничных кранов следует отнести большую собственную массу и высокую стоимость, низкие транспортные скорости и малый ресурс механизмов передвижения.

Железнодорожные краны предназначены для перегрузки тяжелых штучных и сыпучих грузов, монтажа и ликвидации аварий на железных дорогах. Их используют также и в промышленности при монтаже и погрузочно-разгрузочных работах.

Железнодорожный кран (рисунок 4.38) состоит из неповоротной платформы 1, смонтированной на двух двухосных тележках 2 на железнодорожном ходу, из которых две оси являются приводными. Платформа оборудована

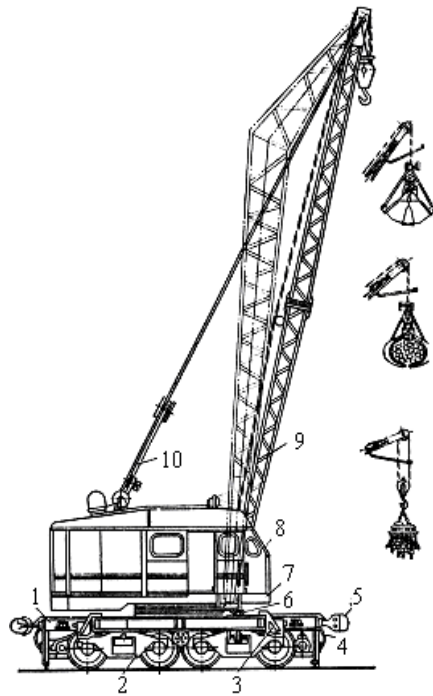


Рисунок 4.38 – Железнодорожный кран

автосцепкой 5. На каждом буферном брусе над рельсами укреплено по два захвата 4, которыми схватывают головки рельсов на случай перегрузки крана. По концам рамы платформы смонтированы выносные опоры с домкратами (аутригерами) 3, предусмотренные для повышения устойчивости крана при подъеме груза. Рама неповоротной платформы поддрессорена, для увеличения жесткости крана в рабочем состоянии предусмотрены выключатели рессор. По опорному кругу 6, укрепленному на неподвижной платформе, перекачиваются опорные катки поворотной платформы 7. На поворотной платформе смонтированы дизель-генераторная установка, питающая электроэнергией электродвигатели механизмов подъема груза, подъема и опускания стрелы

(изменения вылета) и механизма вращения поворотной платформы, к которой шарнирно прикреплена грузоподъемная стрела 9, верхняя часть которой удерживается полиспастом 10. Механизм передвижения крана состоит из электродвигателя, подвешенного к неповоротной платформе, и зубчатой передачи движения на оси колес.

Кроме дизелей, на кранах применяют и карбюраторные двигатели внутреннего сгорания, но с устройством группового привода механизма крана.

Стрела в транспортном положении укладывается на другую платформу, входящую в комплект оборудования крана.

Грузоподъемность легких и средних железнодорожных кранов – 20–30 т, тяжелых – 80–250 т. Вылет изменяется в пределах 4–28 м. Грузоподъемность этих кранов при расположении стрел вдоль пути приблизительно в 2 раза больше, чем при поперечном направлении при одинаковых запасах устойчивости. Скорость подъема – 1,15–32 м/мин, передвижения крана – 60–100 км/ч, частота вращения – до 0,5 об/мин для кранов большой грузоподъемности и 1,5 об/мин – для более легких кранов. Предусмотрена доводочная частота вращения 0,05–0,1 об/мин. Минимальный вылет составляет 4–8 м, максимальный – 22–28 м. Время изменения вылета – 1–6 мин.

К р а н ы - м а н и п у л я т о р ы применяются на погрузочно-разгрузочных и строительных работах. Они выполняются обычно самоходными, не копирующими, шарнирно-рычажными, телескопическими, гидромеханическими. Состоят из полноповоротной колонны, к которой шарнирно прикреплено двухзвенное рабочее оборудование с выдвижным телескопическим звеном, несущим на свободном конце грузозахватный орган, выполненный для обычных погрузочно-разгрузочных работ в виде крюка, а для специальных погрузочно-разгрузочных – с дистанционно управляемым грузозахватом. Схема крана-манипулятора, установленного на автомобиле, приведена на рисунке 4.39.

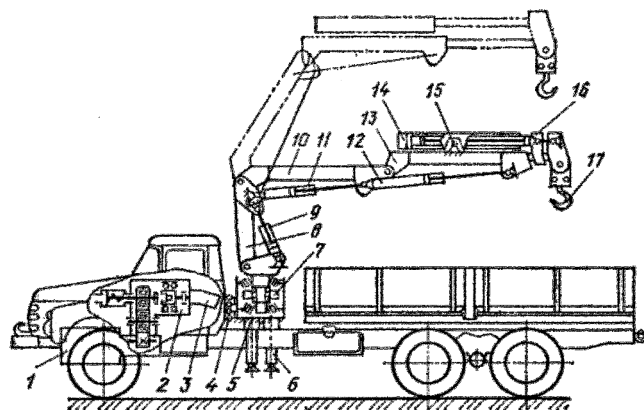


Рисунок 4.39 – Схема стрелового крана-манипулятора:

- 1 – автомобиль; 2 – коробка отбора мощности; 3 – гидронасос; 4 – пульт управления;
- 5 – опорная рама; 6 – выносная опора; 7 – механизм вращения крана; 8 – стойка манипулятора;
- 9, 11, 12, 14 – гидроцилиндры; 10 – рукоять; 13 – кватровая секция; 15 – шарнир гидроцилиндра;
- 16 – хватовик; 17 – крюк



Такой кран-манипулятор, установленный на автомобиле, имеет грузоподъемность 5 т. При выдвигении удлинителя и соответствующей установке секций стрелы его вылет может достигать 12 м. Грузоподъемность при этом снижается до 0,5 т. Высота подъема – до 10 м. Стрела в плане может быть повернута в каждую сторону от продольной оси на 200°.

Экскаватор представляет собой самоходную землеройную машину, имеющую рабочее оборудование для механического отрыва (экскавации) и перемещения грунта или породы. Основное назначение экскаваторов – разработка карьеров, выполнение вскрытых работ, проходка траншей, котлованов, выполнение земляных работ в строительстве. Вместе с тем большинство экскаваторов являются высокопроизводительными и совершенными средствами механизации погрузочных работ при вывозе грунта или породы автомобильным транспортом.

Одноковшовые экскаваторы по типу ходового устройства бывают пневмоколесные, гусеничные, шагающие, а по типу двигателя – электрические, дизельные и дизель-электрические. В зависимости от способа закрепления ковша на стреле экскаваторы бывают с прямой лопатой, обратной лопатой, драглайн, оборудованные грейфером.

Прямая лопата устанавливается на экскаваторах всевозможных моделей. Она состоит из стрелы, шарнирно соединенной с поворотной рамой экскаватора, рукоятки с жестко закрепленным ковшом и напорного механизма. Ковш прямой лопаты разрабатывает забой или карьер снизу вверх (от экскаватора).

Разгрузка ковша осуществляется открыванием его днища (рисунок 4.40).

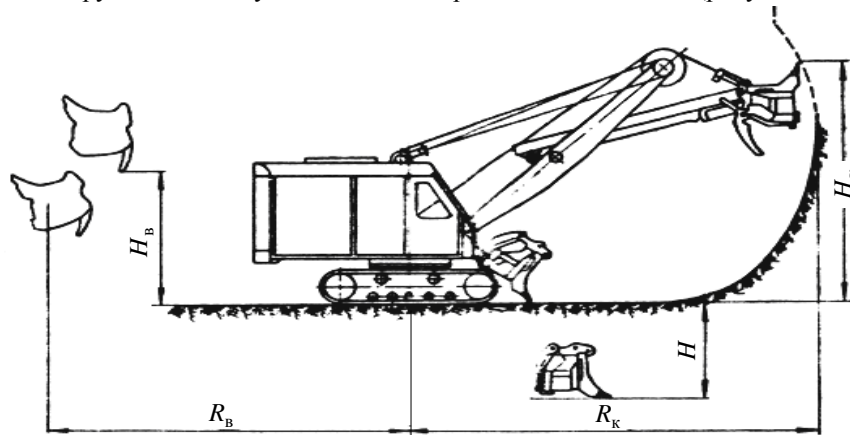


Рисунок 4.40 – Схема экскаватора с прямой лопатой:

$R_k$  – наибольший радиус копания;  $H_k$  – наибольшая высота копания;  $H$  – глубина копания ниже уровня стоянки;  $R_v$  – наибольший радиус выгрузки;  $H_v$  – наибольшая высота выгрузки

Обратная лопата устанавливается на универсальных экскаваторах с ковшами небольшого объема (0,15–1,0 м). Ковш обратной лопаты опускается на забой и затем для заполнения подтягиваются к экскаватору с одновременным подъемом или опусканием стрелы. Экскаваторы с обратной лопатой используют для разработки котлованов, проходки траншей и дренажных канав (рисунок 4.41).

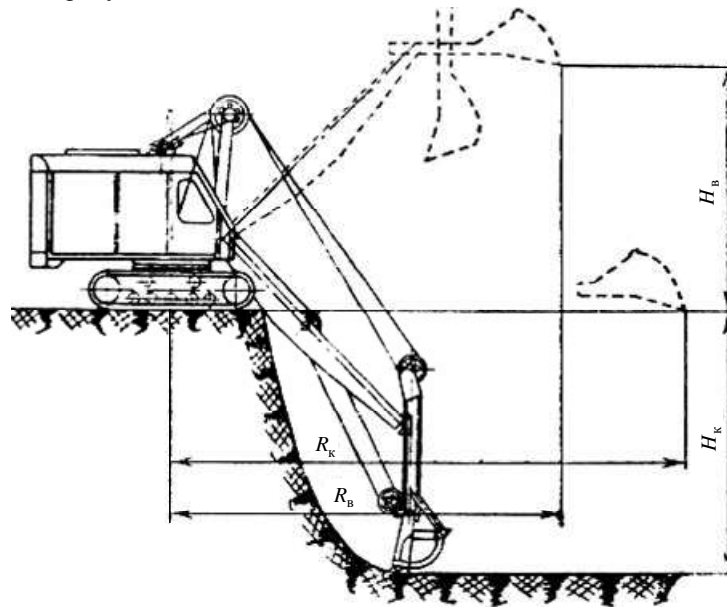


Рисунок 4.41 – Схема экскаватора с обратной лопатой

Драглайн состоит из стрелы, ковша, свободно подвешенного на стреле, тягового каната, предназначенного для подтягивания опущенного на забой ковша, и подъемного каната, предназначенного для подъема и опускания ковша на забой. Объем ковша драглайн может быть 0,15–35,0 м<sup>3</sup> (рисунок 4.42).

Экскаваторы с крановой стрелой и крюком применяют для погрузочно-разгрузочных работ со штучными грузами. Их называют *кранами-экскаваторами*. Такие экскаваторы могут быть оборудованы также грейфером (рисунок 4.43).

Продолжительность цикла одноковшовых экскаваторов с объемом ковша до 3 м<sup>3</sup>, как правило, не превышает 15–20 с; экскаваторы, оборудованные ковшами объемом свыше 4 м<sup>3</sup>, имеют продолжительность цикла 45–70 с.

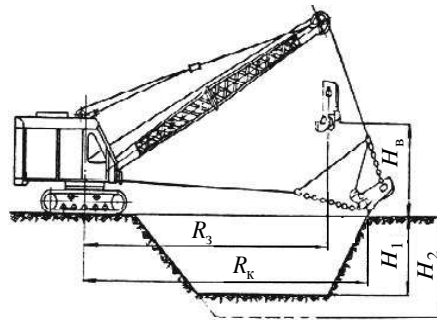


Рисунок 4.42 – Драглайн

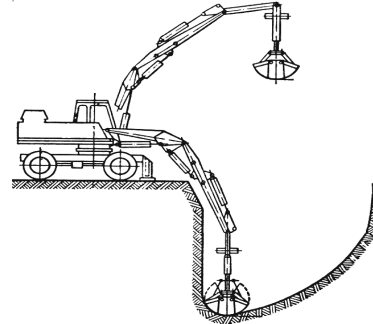


Рисунок 4.43 – Кран-экскаватор, оборудованный грейфером

Портальные краны представляют собой полноповоротные стреловые краны, поворотная часть которых установлена на портале, передвигающемся по рельсам, проложенным по земле или эстакаде. Их чаще всего применяют при перегрузке навалочных и штучных грузов в портах, а также на строительном-монтажных работах при гидротехническом строительстве, на судоремонтных и судостроительных заводах.

Портальные стреловые краны (рисунок 4.44, а) состоят из одно-, двух- или трехпутного портала, на котором установлена поворотная платформа, со смонтированной на ней уравновешенной стрелой 1. Уравнительный полиспаг 2 двух грузовых канатов предназначен для обеспечения горизонтального движения груза при изменении вылета стрелы. Он запасован между блоками колонны 3 и кронштейна 5 коромысла противовеса 4. При изменении вылета стрелы меняется длина уравнительного полиспага, тем самым обеспечивается горизонтальность движения груза. Внутри коробчатой колонны установлен реечный механизм 6 изменения вылета. На поворотной платформе расположены две грейферные соосные лебедки 9, механизм вращения 10 с вертикальным соосным двухступенчатым редуктором, электрооборудование 8 и кабина управления 7.

В шарнирно-сочлененной стреловой системе (рисунок 4.44, б) стрела 1 с прямым хоботом 11 и гибкой оттяжкой 12 уравновешены противовесом 4, установленным на заднем плече коромысла 4. Переднее плечо коромысла шарнирно соединено со стрелой тягой 13. Длины элементов стрелового устройства подобраны так, что при изменении вылета груз движется по линии, близкой к горизонтальной. Механизм изменения вылета (реечный) 14 установлен на каркасе 15 поворотной платформы. На платформе имеются две грейферные лебедки 16, механизм вращения 10, электрооборудование 8 и кабина управления 7.

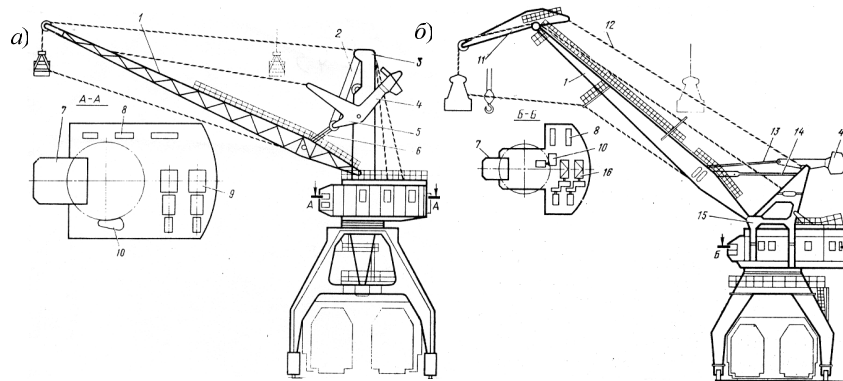


Рисунок 4.44 – Схема портального крана

Краны, у которых одна из опор портала отсутствует и один из подкрановых рельсов уложен на стене или эстакаде, называют *полупортальными* (рисунок 4.45).

Портальные краны изготавливаются: грузоподъемностью от 3,2 до 30 т с вылетом стрелы от 7–8 м до 30–50 м, высотой подъема груза – до 45 м, скоростью подъема груза от 1,0 до 1,5 м/с, вращения крана – 1,2 об/мин, передвижения крана – от 0,5 до 1,0 м/с.

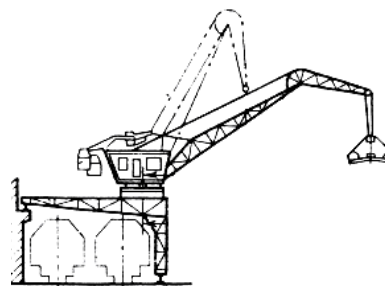


Рисунок 4.45 – Схема полупортального крана

#### 4.1.8 Краны-штабелеры

**Назначение и классификация кранов-штабелеров.** Краны-штабелеры используют для установки стандартных пакетов и длинномерных грузов на стеллажи и съема их со стеллажей в высокомеханизированных складах с многоярусным складированием.

Краны-штабелеры применяют в самых различных отраслях промышленности, но особенно эффективно – на транспорте, в машиностроении, металлургической промышленности, материально-техническом снабжении.

Кран-штабелер представляет собой грузоподъемную машину циклического действия, передвигающуюся по рельсовым путям и оборудованную вертикальной колонной, по которой перемещается захват или специальная платформа.

Классификация кранов-штабелеров в зависимости от функционального назначения, условий применения, конструктивных особенностей приведена на рисунке 4.46.

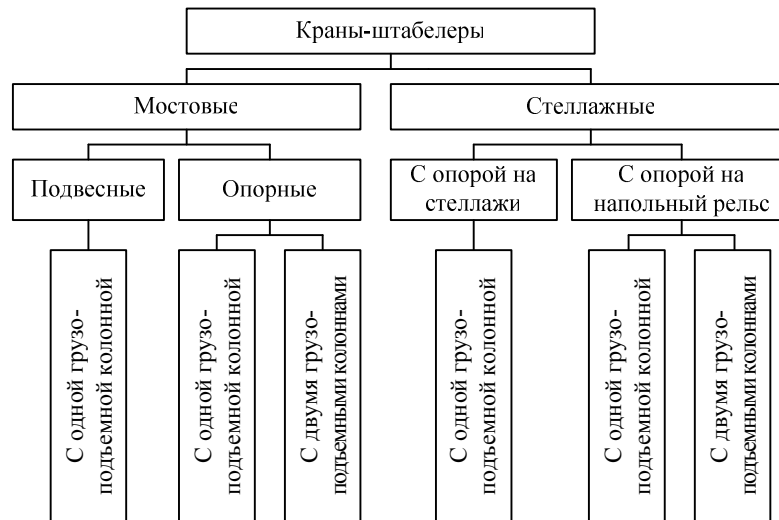


Рисунок 4.46 – Классификация кранов-штабелеров

Краны-штабелеры имеют следующие обозначения: ОП – мостовой опорный, управляемый с пола; ОК – мостовой опорный, управляемый из кабины; ОКД – мостовой опорный для длинномерных грузов; СА – стеллажный автоматический опорный; САД – стеллажный автоматический для длинномерных грузов; СК – стеллажный комплектовочный опорный.

**Устройство, принцип действия, область применения, основные параметры кранов-штабелеров.** К основным параметрам кранов-штабелеров относятся грузоподъемность, высота склада, высота подъема груза, размеры, скорости механизмов, пролет (мостовые).

Грузоподъемность может быть от 0,1 до 30 т, высота подъема – 6–40 м, скорость подъема грузозахватного органа – 0,125–0,500 м/с, скорость передвижения крана – 0,4–2,5 м/с, скорость передвижения грузовой тележки – 0,125–0,630 м/с, скорость выдвигания грузозахватного органа – 0,125–0,250 м/с.

Краны-штабелеры грузоподъемностью 0,125–1,000 т (как мостовые, так и стеллажные) применяют на небольших складах инструментов, технологической оснастки, запасных частей, комплектующих изделий на предприятиях машиностроения, радиоэлектроники, торговли, сферы обслуживания.

На крупных складах предприятий транспорта, машиностроения, материально-технического снабжения преобладают краны-штабелеры грузоподъ-

емностью 1,0–2,0 т. Краны-штабелеры грузоподъемностью от 3,2 до 12,5 т применяются в основном на предприятиях тяжелого машиностроения, черной металлургии и на складах металла системы материально-технического снабжения. Мостовые и стеллажные грузоподъемностью до 40 т используются в основном на складах рулонов стальной ленты металлургических заводов и заводов автомобильной и тракторной промышленности.

Минимальная высота склада, при которой могут быть эффективно использованы краны-штабелеры, составляет 6 м. Стеллажные краны-штабелеры применяются во всем диапазоне высот складов (6–40 м).

Мостовые краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной подвесные (рисунок 4.47, а) и опорные (рисунок 4.47, б) имеют мост 10, 3, перекрывающий весь пролет склада. На концевых балках моста установлены механизмы передвижения 9, 4. Мост передвигается вдоль склада по рельсам (двутаврам) 5. Мост может быть в виде двутавра и балок.

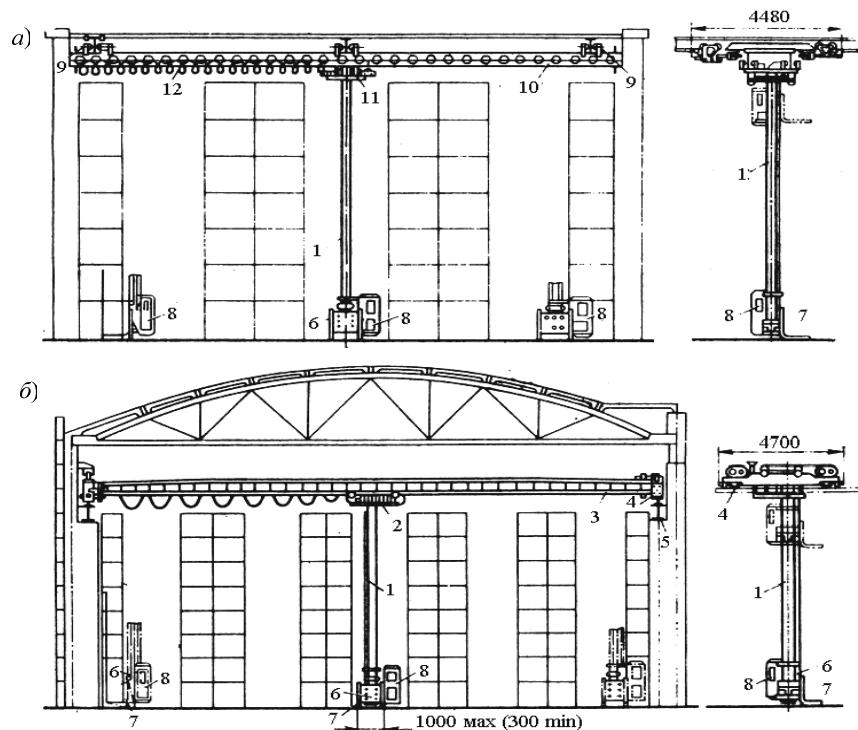


Рисунок 4.47 – Мостовые краны-штабелеры с одной колонной

Вдоль продольных балок моста 10 и 3, передвигается тележка 11, 2 с вертикальной поворотной колонной 1, на которой располагается подъемная ка-

ретка 6 с грузозахватными вилами 7 и кабиной управления 8. Тележка может быть опорного и подвесного типов. На платформе тележки размещают механизмы подъема каретки с грузозахватными вилами и поворота колонны. Поворот колонны осуществляют на 90, 180 и 360°. Подача электроэнергии ко всем механизмам производится по гибкому кабелю 12.

Мостовые краны-штабелеры имеют грузоподъемность 0,125–12,000 т, пролеты 5,1–28,5 м, высоту подъема грузозахватного органа 4,8–13,2 м, скорости подъема 0,125–0,300 м/с. Поворотные колонны могут быть выполнены жесткими или выдвижными телескопическими. В зависимости от типа перегружаемых грузов вместо грузозахватных вилок применяют вакуумные, магнитные, клещевые и другие виды грузозахватных приспособлений.

Мостовые краны-штабелеры, управляемые с пола, применяют на складах с высотой до 7,2 м (плохой обзор верхних ячеек), а управляемые из кабины с высотой не менее 8,4 и не более 13,2 м для кранов грузоподъемностью до 5 т и 15,6 м – для грузоподъемности до 12,5 т. Это вызвано тем, что для создания требуемой жесткости колонны с грузом и металлоконструкций моста при увеличении высоты крана-штабелера свыше указанной необходимо увеличить его массу и габариты и, следовательно, ухудшить его экономические показатели.

В многопролетных складах краны-штабелеры подвесного типа обеспечивают возможность передачи грузов из одного пролета в другой. Для этого между пролетами устанавливают неподвижные монорельсовые пути, на которые передвигают тележки с грузом.

Мостовые опорные краны-штабелеры с двумя колоннами используют на складах длинномерных грузов (до 7 м). Грузоподъемность этих кранов – до 5 т. Кран (рисунок 4.48) состоит из моста 1, тележки 2 и грузовой платформы 3, связанной с подъемной кабиной оператора 4.

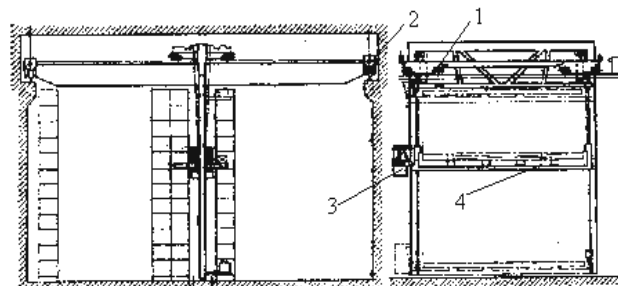


Рисунок 4.48 – Мостовой опорный кран-штабелер с двумя колоннами

Стеллажный кран-штабелер с одной грузоподъемной колонной, опирающийся на стеллаж (рисунок 4.49), состоит из тележки 3, опирающейся

четырьмя колесами на рельсы 10, уложенные на стеллажи. Тележка снабжена механизмами подъема 1 и передвижения 2. На тележке закреплена вертикальная ферма 4, по которой с помощью механизма перемещается вверх и вниз подъемная каретка 6. На ней установлена кабина управления 5 и выдвижные или поворотные грузозахватные вилки 7. Выдвижные вилки позволяют устанавливать груз на стеллажи с одной стороны проезда, а поворотные – на обе стороны. Краны-штабелеры, опирающиеся на стеллажи, имеют меньшую собственную массу, чем краны-штабелеры мостового типа. Однако в их конструкции имеются существенные недостатки: увеличивается нагрузка на стеллажи, не полностью используется высота складского помещения для устройства стеллажей, затруднен доступ для ремонта и технического обслуживания механизмов подъема и передвижения тележки. Для передачи штабелеров этого типа из одного проезда между стеллажами в другой используют специальную передающую тележку 8, которая перемещается поперек склада по рельсам 9. Тележка имеет стыковочные пути для соединения с рельсами 10.

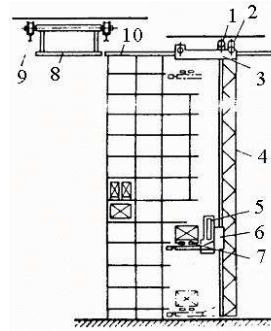


Рисунок 4.49 – Стеллажный кран-штабелер с одной грузоподъемной колонной с опорой на стеллажи

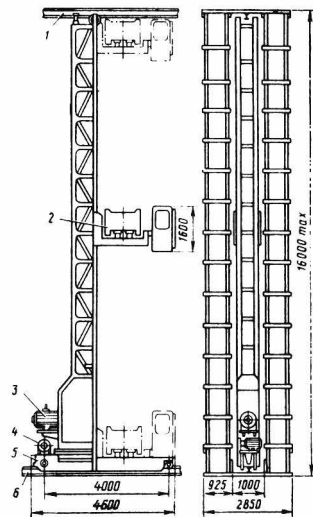


Рисунок 4.50 – Стеллажный кран-штабелер с одной грузоподъемной колонной с опорой на напольный рельс

Стеллажные краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной, опирающиеся на напольный рельс 6 (рисунок 4.50), исключают недостатки предыдущих, поэтому они получили наибольшее распространение на практике. Привод механизмов подъема 3 и передвижения 4 тележки 5 расположен внизу и удобен для ремонта и технического обслуживания. Тележка передвигается по напольному рельсу 6. Вертикальная ферма жестко закреплена на тележке, а сверху поддерживается через ролики направляющим рельсом 1. По вертикальной ферме передвигается подъемная каретка 2 с грузозахватными устройствами и кабиной управления. В кранах-штабелерах в механизмах подъема и передвижения применяют электродвигатели постоянного тока. Это позволяет обеспечить более точную установку грузов в складские ячейки стел-



лажей. Управление кранами-штабелерами может быть ручное и автоматическое с помощью ЭВМ по заранее разработанной программе.

Схема стеллажного двухколонного крана-штабелера, опирающегося на напольный рельс, приведена на рисунке 4.51.

Кран-штабелер обслуживает два стеллажа, в проходе между которыми уложен рельс для перемещения крана. Сверху стеллажи связаны в горизонтальной

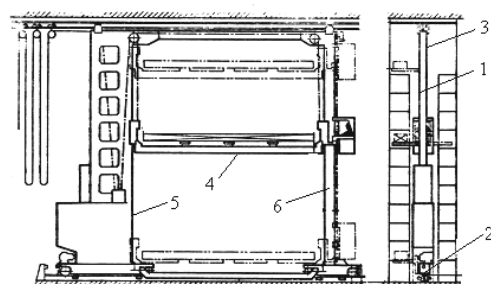


Рисунок 4.51 – Схема стеллажного двухколонного крана-штабелера, опирающегося на напольный рельс

плоскости металлоконструкциями, к которым прикреплены направляющие рельсы, удерживающие кран в вертикальном положении.

Основным элементом крана-штабелера является рама 1. На ней смонтированы ходовые 2 и направляющие 3 колеса, приводы, грузовая платформа 4. Рама имеет две колонны: первую – усиленную, в виде плоской фермы 5, в нижней части опирающуюся на концевую балку

с двумя ходовыми колесами, и вторую – в виде коробчатой балки 6, также опирающуюся на концевую балку с двумя ходовыми колесами. Каждую из колонн устанавливают ходовыми колесами на крановый рельс. Сверху и снизу колонны соединены шарнирными тягами.

**Требования к установке кранов-штабелеров в складе.** Краны-штабелеры должны устанавливаться с соблюдением требований, обеспечивающих безопасную работу как для самих кранов-штабелеров, так и обслуживающего персонала склада. Ширина прохода, расположенного перед фронтом стеллажей и служащего для перемещения грузовой тележки и разворота колонны с грузом, должна быть не менее суммы двух радиусов вращения наиболее удаленных от центра вращения элементов крана-штабелера или груза и дополнительного размера. Расстояния между элементами конструкций помещений складов, стеллажами и кранами-штабелерами, обеспечивающие безопасную работу склада, не должны быть меньше значений, указанных на схемах (рисунок 4.52). Значения величин зазоров приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Значения величин зазоров

Тип крана	Рисунок	Значения, мм									
		$b$	$b_1$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$
ОП	4.52, а	100	60	75	100	150	100	–	–	–	–
ОК	4.52, б	–	60	150	100	150	100	–	–	–	–
ОКД	4.52, в	–	60	150	100	150	150	–	–	–	–
СА, СК	4.52, г	–	–	50	–	–	–	150	50	100	50
САД	4.52, з	–	–	60	–	–	–	150	50	100	50

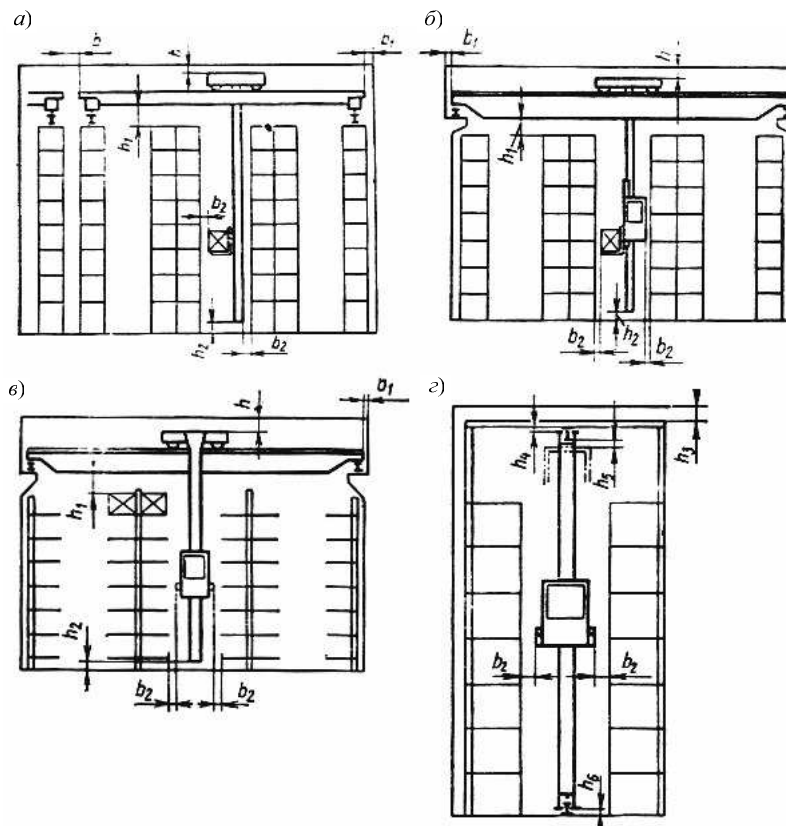


Рисунок 4.52 – Расстояния между элементами конструкций помещений складов, стеллажами и кранами-штабелерами, обеспечивающие безопасную работу склада:  
 а – стеллажный кран-штабелер с опорой на стеллажи; б – мостовой кран-штабелер с одной колонной; в – мостовой кран-штабелер с двумя колоннами; г – стеллажный кран-штабелер с опорой на напольный рельс

Требования к установке стеллажных кранов-штабелеров существенно отличаются от требований к установке мостовых кранов-штабелеров тем, что зоны работы стеллажных кранов-штабелеров должны быть полностью ограждены, и доступ в эту зону разрешается только персоналу склада, осуществляющему техническое обслуживание и ремонт оборудования. Грузы в зону работы стеллажных кранов-штабелеров подают с помощью самых различных устройств: приемных столов, выдвижных тележек, роликовых конвейеров, грузораспределительных линий. Грузы на эти устройства можно укладывать любыми грузоподъемными машинами вне зоны работы стеллажных кранов-штабелеров.

Зазоры в ячейках стеллажей, предназначенных для хранения тарно-штучных грузов, должны быть не менее значений, приведенных в таблице 4.8 (рисунок 4.53).

Таблица 4.8 – Зазоры в ячейках стеллажей, предназначенных для хранения тарно-штучных грузов

Исполнение кранов-штабелеров	$h$	$h_1$	$l$
ОП – для любой грузоподъемности	90	90	60
ОК – для грузоподъемности 1,0; 3,2 и 5,0 т	110	100	60
СА, СК – для грузоподъемности 0,5 т	120	90	90
СА, СК – для грузоподъемности: 1,0 т	150	90	90
2,0 т	170	90	90

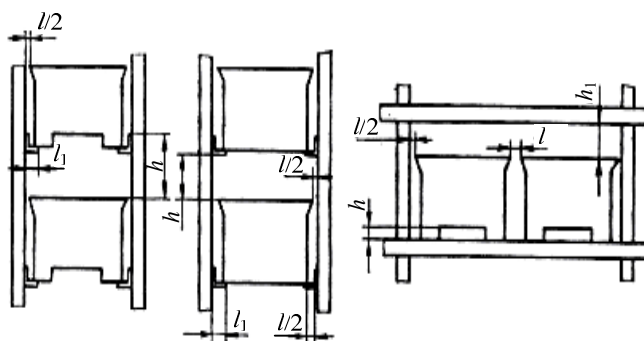


Рисунок 4.53 – Зазоры в ячейках стеллажей, предназначенных для хранения тарно-штучных грузов

Размер  $l_1$  должен быть равен сумме удвоенного расстояния от тары до стеллажа плюс не менее 20 мм.

#### 4.1.9 Устойчивость передвижных кранов и устройства против их опрокидывания и угона ветром

**Общие сведения об устойчивости самоходных грузоподъемных машин против опрокидывания.** Под устойчивостью передвижных кранов следует понимать способность крана противодействовать опрокидывающим его моментам.

Устойчивость передвижного крана характеризуется коэффициентами устойчивости, представляющими собой отношение восстанавливающего момента к опрокидывающему моменту относительно ребра опрокидывания от нагрузок, действующих на кран. За ребро опрокидывания принимают линию, относительно которой проверяют устойчивость крана с

учетом конструктивных особенностей ходовой части крана, а для кранов, работающих с выносными опорами, за ребро опрокидывания принимают линию, соединяющую шарниры соответствующих опорных плит аутригеров.

Некоторые краны для работы с грузами номинальной массы, кроме дополнительных опор, имеют ходовую часть, позволяющую крану перемещаться по рабочей площадке при транспортировании грузов меньшей массы. В этих случаях устойчивость крана проверяют для обоих рабочих положений, причем за ребра опрокидывания принимают линии, соответствующие работе крана как на дополнительных опорах, так и на ходовой части в продольном и поперечном направлениях.

Различают грузовую и собственную устойчивость кранов. Проверка грузовой устойчивости позволяет оценить работоспособность крана при работе с грузами номинальной массы. Проверка собственной устойчивости позволяет оценить устойчивость крана в нерабочем состоянии (без груза) под действием ветровой нагрузки нерабочего состояния.

При определении грузовой и собственной устойчивости стреловых кранов не учитывают вес рельсовых захватов, вес нижних ветвей гусеничных лент и других узлов и деталей, не предназначенных для удержания крана от опрокидывания. Топливные баки, баки и котлы с водой, бункеры с топливом, инструментальные ящики и другие емкости крана, масса которых может изменяться при эксплуатации, принимаются полностью заполненными материалом (рабочей жидкостью), если она уменьшает устойчивость. Если перечисленные выше элементы увеличивают устойчивость, то уровень воды в котле принимается минимальным, а баки, бункера, ящики и др. должны быть не заполненными материалом. Дополнительные опоры (аутригеры) и стабилизаторы при расчете собственной устойчивости крана во внимание не принимают.

**Устойчивость стреловых самоходных кранов.** Коэффициентом грузовой устойчивости называется отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом дополнительных нагрузок к моменту, создаваемому рабочим грузом относительно того же ребра опрокидывания.

Коэффициентом собственной устойчивости называется отношение момента, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом уклона пути в сторону опрокидывания при минимальном вылете стрелы и при снятом грузе, относительно ребра опрокидывания к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой относительно того же ребра опрокидывания.

В качестве дополнительных рассматриваются нагрузки: ветровые; инерционных сил, возникающих при пуске или торможении механизмов подъема груза от поворота и передвижения крана, а также от усилий, возникающих от допустимого при работе крана уклона местности или пути.

Грузовая устойчивость определяется для трех положений: 1) расчетное положение крана (рисунок 4.54) при определении коэффициента грузовой

устойчивости (первое положение): стрела поперек пути с грузом  $G_1$ , находящимся на максимальном вылете; 2) угол уклона местности  $\beta$ , максимально допустимый; 3) ветровая нагрузка, создаваемая давлением ветра на поверхность крана  $W$  и на поверхность груза  $W_1$  и направленная в сторону опрокидывания крана.

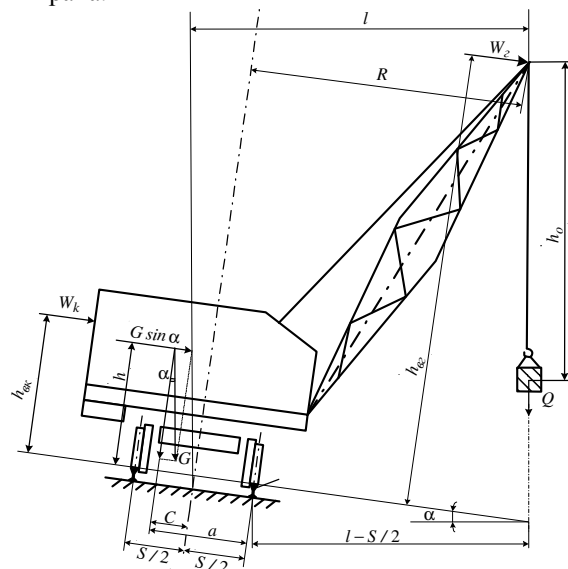


Рисунок 4.54 – Расчетное положение крана при определении грузовой устойчивости

Коэффициент грузовой устойчивости

$$K_{гр} = \frac{M_G - M_B - \sum M_{ин}}{M_{гр}} \geq 1,15, \quad (4.5)$$

где  $M_G$  – момент, создаваемый силой тяжести массы крана, частей его оборудования и противовеса относительно ребра опрокидывания, проходящего через точку скатов тележки А, с учетом максимального возможного уклона пути крана  $\beta$ ;

$M_B$  – момент, создаваемый ветровой нагрузкой рабочего состояния крана, действующей перпендикулярно к тому же ребру опрокидывания;

$\sum M_{ин}$  – суммарный момент сил инерции элементов крана и груза, возникающих в процессе пуска и торможения механизмов и вращения крана;

$M_{гр}$  – момент, создаваемый весом номинального груза относительно ребра опрокидывания.

$$M_G = G[(b+c)\cos\beta - h_1 \sin\beta], \quad (4.6)$$

где  $G$  – масса крана, т;

$b$  – расстояние от оси вращения до ребра опрокидывания, м;

$c$  – расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести крана, м;

$h_1$  – расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м.

$$M_B = M_{B.K} + M_{B.GP}; \quad (4.7)$$

где  $M_{B.K}$  – момент относительно ребра опрокидывания, создаваемый ветровой нагрузкой рабочего состояния крана, действующей на подветренную площадь крана,

$$M_{B.K} = F_{B.K} d; \quad (4.8)$$

$F_{B.K}$  – ветровая нагрузка на подветренную площадь крана;

$d$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки рабочего состояния на кран;

$M_{B.GP}$  – момент относительно ребра опрокидывания, создаваемый ветровой нагрузкой рабочего состояния, действующей на подветренную площадь груза,

$$M_{B.GP} = F_{B.GP} h; \quad (4.9)$$

$F_{B.GP}$  – ветровая нагрузка на подветренную площадь груза;

$h$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до головки стрелы.

$$\sum M_{и} = M_{Г.К} + M_{Г.С} + M_{Ц}; \quad (4.10)$$

где  $M_{Г.К}$  – суммарный момент относительно ребра опрокидывания, вызванный инерционными нагрузками от масс груза и элементов крана при работе механизма передвижения крана в неустановившемся режиме,

$$M_{Г.К} = \frac{G_1 v_1}{g t_1} h + \frac{G v_1}{g t_1} h_1; \quad (4.11)$$

$v_1$  – скорость передвижения крана, м/с;

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

$t_1$  – время неустановившегося режима работы механизма передвижения крана, с;

$M_{г.с}$  – суммарный момент относительно ребра опрокидывания, вызванный инерционными нагрузками от масс груза и стрелы при работе механизма подъема стрелы в неустановившемся режиме,

$$M_{г.с} = \frac{(G_1 + G_c/3)v_2' h}{g t_2} + \frac{(G_1 + G_c/3)v_2''}{g t_2} (a - b), \quad (4.12)$$

$G_c$  – масса стрелы, т;

$v_2', v_2''$  – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие окружной скорости головки стрелы ( $v_2$ );

$t_2$  – время неустановившегося режима работы механизма изменения вылета стрелы (пуск, торможение);

$a$  – расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного рабочего груза, м;

$M_{ц}$  – момент относительно ребра опрокидывания, вызванный центробежной силой груза при вращении крана,

$$M_{ц} = G_1 n^2 a h (900 - n^2 H); \quad (4.13)$$

$n$  – частота вращения крана, об./мин;

$H$  – длина гибкой подвески груза на расстоянии  $a$  от оси вращения крана, м.

$$M_{гр} = G_1 (a - b). \quad (4.14)$$

Коэффициент грузовой устойчивости для второго положения определяется отношением момента относительно ребра опрокидывания от веса всех частей крана без учета дополнительных нагрузок к моменту от веса поднимаемого груза номинальной массы относительно того же ребра опрокидывания:

$$K_{гр}'' = \frac{G(b+c)}{G_1(a-b)} \geq 1,4. \quad (4.15)$$

Коэффициент грузовой устойчивости для третьего положения  $K_{гр}''$  определяется отношением момента относительно ребра опрокидывания от веса всех частей крана с учетом дополнительных нагрузок к моменту от веса груза номинальной массы относительно того же ребра опрокидывания.

Кран работает на наклонной площадке с максимально допустимым углом наклона  $\alpha$ . Ребро опрокидывания крана направлено в сторону уклона. Продольная ось стрелы расположена под углом  $45^\circ$  относительно рабочей площадки.

Коэффициент  $K_{гр}''$  определяется по формулам для первого положения с подстановкой соответствующих значений.

Расчетная схема для определения коэффициента собственной устойчивости крана против опрокидывания приведена на рисунке 4.55.

Значение коэффициента  $K_c$  собственной устойчивости крана определяют при наиболее неблагоприятном положении крана относительно направления действия ветровой нагрузки:

$$K_c = \frac{G[(b-c)\cos\beta - h_1 \sin\beta]}{F_{в.к} d_1} \geq 1,15. \quad (4.16)$$

**Устойчивость башенных кранов.** Расчет устойчивости против опрокидывания проводится для свободностоящих башенных кранов при следующих условиях: наличии груза (грузовая устойчивость), отсутствии груза (собственная устойчивость).

Кран должен быть устойчив при действии опасной комбинации нагрузок относительно ребра опрокидывания, при котором кран по устойчивости приближается к предельному состоянию. При этом за ребро опрокидывания принимают прямые по периметру опорного контура, соединяющие точки приложения равнодействующих усилий на ходовые колеса тележек.

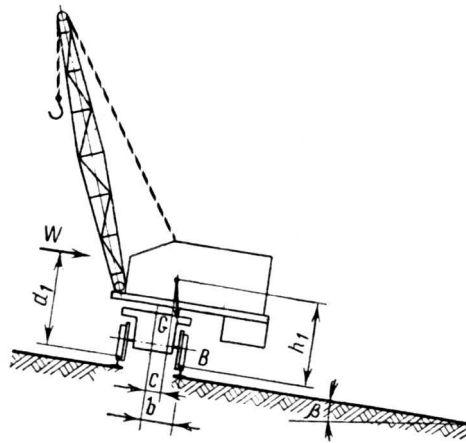


Рисунок 4.55 – Расчетная схема для определения коэффициента собственной устойчивости крана против опрокидывания

При расчете устойчивости необходимо учитывать наклон  $\alpha$ , рад, кранового пути, который принимается равным  $0,1/B$  [ $B$  – база (колея крана)], а также деформацию конструкции крана и кранового пути от действия нормативных составляющих нагрузок. Деформации учитываются путем введения дополнительного наклона кранового пути  $\phi_1$ , рад, принимаемого:

- для пути, уложенного на бетонном основании или эстакаде, –  $0,02/B$ ;
- для пути, уложенного на грунтовом или щебеночном балласте, –  $0,05/B$ .

Расчетная схема для оценки грузовой устойчивости приведена на рисунке 4.56.

Кран стоит на наклонной местности, подвержен действию ветра (по нормам для рабочего состояния), и его поворотная часть вращается, одновременно происходит торможение опускающегося груза. Стрела установлена поперек пути. При установке стрелы вдоль пути может одновременно про-



исходить и торможение движущегося крана. На кран действует вес груза, силы инерции, возникающие при торможении опускающегося груза и движущегося крана, силы инерции от вращения поворотной части крана, ветровая нагрузка. Расчет устойчивости производится для всех вылетов.

Коэффициент грузовой устойчивости

$$K_{гр}^{\delta} = \frac{M_{G_{кр}} - M_j - M_{ц} - M_{в} - M_j^{пер}}{M_{Q_c}} \geq 1,15, \quad (4.17)$$

где  $M_{G_{кр}}$  – момент, создаваемый собственным весом крана  $G_{кр}$  ;

$M_j$  – момент, создаваемый вертикальными инерционными силами при торможении груза весом  $Q_c$  , опускающегося со скоростью  $v_c$  при времени торможения  $t$  ;

$M_{ц}$  – момент, создаваемый центробежными силами, возникающими при вращении поворотной части с частотой  $n$  ;

$M_{в}$  – момент ветровой нагрузки, действующей на кран и груз;

$M_j^{пер}$  – момент горизонтальных сил инерций при торможении перемещающихся масс груза и крана со скоростью  $v_{п}$  при времени торможения  $t_{п}$  ;

$M_{Q_c}$  – момент, создаваемый весом груза.

$$M_{G_{кр}} = G_{кр} [(c + b) \cos \alpha - h_0 \sin \alpha], \quad (4.18)$$

где  $c$  – расстояние от центра масс крана до вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана;

$b$  – расстояние от вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана до вертикальной плоскости, проходящей через ребро опрокидывания;

$h_0$  – высота центра тяжести масс крана.

$$M_j = Q_c (a - b) \frac{v_c}{g t}, \quad (4.19)$$

где  $a$  – расстояние от вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана до вертикальной плоскости, проходящей через гибкую подвеску груза;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

$$M_{ц} = \frac{Q_G \pi^2 n^2 a h}{900 g} \frac{1}{1 - n^2 H/900}, \quad (4.20)$$

где  $h$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура до головки стрелы;

$\frac{1}{1-n^2H/900}$  – коэффициент, учитывающий увеличение вылета груза, отнесенного под действием центробежных сил от оси вращения.

$$M_B = W_1 \rho_1 + W_2 h, \quad (4.21)$$

где  $W_1, W_2$  – соответственно ветровая нагрузка на подветренную площадь крана и груза;

$\rho_1$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки на кран.

$$M_j^{\text{пер}} = \frac{Q_c v_n h}{g t_n} + \frac{G_{\text{кр}} v_n h_0}{g t_n}; \quad (4.22)$$

$$M_{Q_c} = Q_c (a - b). \quad (4.23)$$

Теми же нормами предусмотрена проверка коэффициента грузовой статической устойчивости, т. е. устойчивости крана, находящегося в статическом состоянии вне ветрового воздействия,

$$K_{\text{гр}}^{\text{бс}} = \frac{M_{G_p}}{M_{Q_c}} \geq 1,4. \quad (4.24)$$

Расчетная схема для оценки собственной устойчивости приведена на рисунке 4.57.

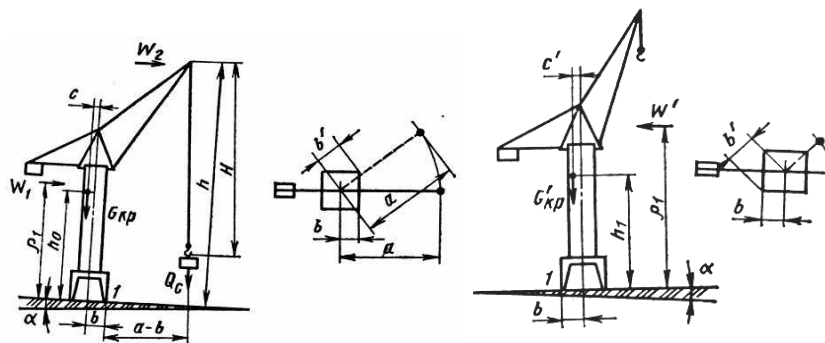


Рисунок 4.56 – Расчетная схема для оценки грузовой устойчивости башенного крана

Рисунок 4.57 – Расчетная схема для оценки собственной устойчивости башенного крана

Кран стоит на наклонной местности; стрела установлена вдоль пути, вылет стрелы минимальный. На кран действует только давление ветра (по нормам для нерабочего состояния). Расчет производится только для минимального вылета.

Коэффициент собственной устойчивости башенного крана

$$K_c^{\bar{6}} = \frac{M'_{G_{кр}}}{M'_B} \geq 1,15, \quad (4.25)$$

где  $M'_{G_{кр}}$  – момент, создаваемый весом крана при расчете собственной устойчивости,

$$M'_{G_{кр}} = G_{кр} [(b - c_1) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha]; \quad (4.26)$$

$M'_B$  – момент ветровой нагрузки для крана в нерабочем состоянии,

$$M'_B = W \rho. \quad (4.27)$$

Возможен еще один вид нагружения крана, который может вызвать его опрокидывание. Это случай экстремального нагружения крана, возникающий, когда в груженом кране при стреле, находящейся в положении наименьшего вылета, произойдет внезапное снятие нагрузки, например, выпадение груза из строп или обрыв строп.

При грузе, подвешенном на крюке, система кран – стрела находится в напряженном состоянии, при котором накоплена потенциальная энергия. При мгновенном снятии нагрузки накопленная потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию движения крана и стрелы. Стрела при этом подсакивает и, если ее кинетическая энергия достаточна, запрокидывается, что может привести к опрокидыванию крана в сторону противовеса. Для борьбы с запрокидыванием стрелы применяют упоры или гибкие тяги. Наличие упоров или тяг видоизменяет процесс, и опрокидывающий момент создается только ударным импульсом без участия полного статического момента, возникающего при запрокидывании стрелы. Это бывает обычно достаточным для того, чтобы собственная устойчивость крана была обеспечена.

**Устойчивость козловых кранов.** Козловые краны должны обладать достаточным запасом устойчивости, так как имеют большую подветренную площадь и высокорасположенный центр тяжести, что при неустановившихся процессах движения кранов вызывает значительные динамические нагрузки, которые в сочетании с ветровыми могут создавать существенные опрокидывающие моменты. Запас грузовой устойчивости крана на опрокидывание определяют вдоль и поперек подкранового пути перемещения (рисунок 4.58).

Коэффициент грузовой устойчивости крана при действии нагрузок на кран в рабочем состоянии в продольном направлении кранового пути (рисунок 4.58, а)

$$K_{гр}^{пр} = \frac{(G_k + G_{гр} + G_t)a}{P_k h_1 + (P_{гр} + P_t)h_2 + F_k h_3 + F_{гр.т} h_2} \geq 1,15, \quad (4.28)$$

где  $G_k, G_{гр}, G_t$  – соответственно вес крана, тележки и груза;

$P_k, P_{гр}, P_t$  – соответственно силы инерции масс крана, груза и тележки при неустановившемся режиме работы механизма передвижения крана;

$F_k$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии в продольном направлении крановых путей;

$F_{гр.т}$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии на груз и тележку;

$a, h_1, h_2, h_3$  – плечи действующих нагрузок относительно ребра опрокидывания.

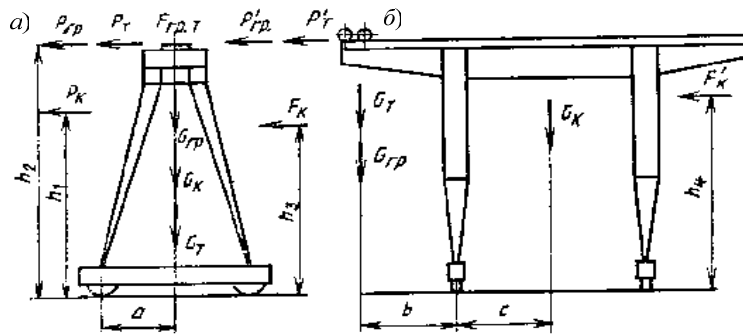


Рисунок 4.58 – Расчетные схемы для определения грузовой устойчивости козловых двухконсольных кранов

Коэффициент грузовой устойчивости при действии нагрузок на кран в рабочем состоянии в *поперечном направлении крановых путей* (рисунок 4.58, б)

$$K_{гр}^{п} = \frac{G_k c - (P'_т + P'_гр)h_2 - F'_к h_4 - F'_{гр.т} h_2}{(G_{гр} + G_t)b} \geq 1,15, \quad (4.29)$$

где  $P'_т, P'_гр$  – соответственно силы инерции тележки и груза, вызванные экстренным торможением тележки;

$F'_к$  – ветровая нагрузка на кран в поперечном направлении крановых путей;

$F'_{гр.т}$  – ветровая нагрузка на тележку с грузом в поперечном направлении;

$c, b, h_2, h_4$  – плечи действующих нагрузок относительно ребра опрокидывания.

Проверка грузовой устойчивости не требуется, если длина консолей составляет не более 0,35 длины пролета, а высота подъема груза не превышает 10–13 м.

**Устройства против опрокидывания и угона ветром кранов.** Для исключения возможных аварийных ситуаций от неправильных и непреднамеренных действий обслуживающего персонала в грузоподъемных кранах применяют различные устройства безопасности. К ним относятся ограничители грузоподъемности, высоты подъема, вылета стрелы, перекоса крана, противоугонные устройства, буфера и ограничительные упоры, а также различные концевые выключатели.

Ограничители грузоподъемности исключают перегрузку элементов крана от подъема избыточного груза (более чем на 25 % у кранов мостового типа, стреловых передвижных – 10 %, порталных – 15 %). На стреловых и порталных кранах они должны обеспечивать также защиту их от опрокидывания.

Ограничитель грузоподъемности представляет собой прибор для аварийного отключения привода механизма при подъеме груза, масса которого превышает допустимое значение. В крюковых кранах необходимость применения ограничителей обусловлена тем, что такие краны, как правило, не имеют грузовзвешивающих устройств. В магнитных кранах при подъеме холодных магнитных материалов подъемная сила электромагнита может существенно превышать расчетную грузоподъемную силу крана. При работе грейферных кранов возможно зачерпывание смерзшихся грузов, для отрыва которых механизм зачерпывания должен развивать значительно большее усилие, чем при подъеме заполненного грейфера.

Ограничители грузоподъемности устанавливают на стреловых кранах и кранах мостового типа, лифтах и подъемниках, грузоподъемниках погрузчиков. Основным назначением ограничителей грузоподъемности является защита механизма подъема и несущей конструкции от чрезмерных нагрузок, ведущих к появлению остаточных деформаций и трещин в металлоконструкциях, ускорению изнашивания элементов крана.

Любой ограничитель грузоподъемности состоит из датчика, измеряющего массу поднимаемого груза, и исполнительного устройства, управляющего механизмом подъема. Датчики могут быть пружинные, диафрагменные, торсионные, электрические, гидравлические и комбинированные. Исполнительный механизм воздействует на механизм подъема двумя способами. При первом способе срабатывание ограничителя грузоподъемности приводит к отключению электродвигателя механизма подъема и включения тормоза. При втором способе исполнительное устройство при срабатывании

ограничителя грузоподъемности включает на некоторое время электродвигатель на режим опускания груза, а затем включение тормоза. При этом исключает отрыв избыточного груза от опоры и перегрузки элементов крана.

О г р а н и ч и т е л и в ы с о т ы п о д ъ е м а бывают рычажного и шпindelного типов. В первом случае при подъеме крюковой подвески в крайнее верхнее положение она взаимодействует с шарнирно закрепленным рычагом, связанным с концевым выключателем механизма подъема. Поворот рычага приводит к отключению электродвигателя и включению тормоза механизма подъема. Такие ограничители высоты подъема устанавливают на мостовых кранах и электроталях. После срабатывания ограничителя высоты подъема минимальный зазор между грузозахватным органом и выступающим элементом на пути его движения должен быть не менее 200 мм в мостовых кранах и не менее 50 мм в электроталях.

Ограничители высоты подъема шпindelного типа обычно применяют на стреловых передвижных кранах. Они состоят из нарезного шпindelя (винта), гайки и концевого выключателя. Винт барабана механизма подъема или изменения вылета стрелы соединяют со шпindelем. При вращении шпindelя гайка смещается в продольном направлении и взаимодействует с концевым выключателем. Установка двух выключателей позволяет ограничить и величину сматывания каната с барабана при опускании груза.

Машинист, управляющий стреловым краном с п е р е м е н н ы м в ы л е т о м с т р е л ы, для обеспечения нормальной работы должен знать вылет и допустимую при этом вылете грузоподъемность крана. В башенных кранах с подъемной стрелой (рисунок 4.59, а) стрела 1 при помощи тяги 2 с регулировочной муфтой 3 связана с поворотным рычагом 4, ведущим стрелку 5 по шкале 6, градуированной в метрах вылета стрелы. На втулке рычага 4 и стрелки 5 размещены кулачки 8, взаимодействующие с конечными выключателями 7, ограничивающими крайние положения стрелы.

Самоходные стреловые краны оборудуют указателями вылета стрелы (рисунок 4.59, б), выполненными обычно в виде укрепленного на стреле сектора 9 с центральным углом, равным возможному углу поворота (наклона) стрелы, и свободно подвешенной стрелки 10, регистрирующей угол наклона стрелы к вертикали. Сектор можно ввести в кабину, в этом случае диск 12 в кабине свободно вращается на оси и уравнивается грузом; независимо от того, работает ли кран на горизонтальной местности или на уклоне, диск всегда занимает отвесное положение. На той же оси, что и диск, вращается стрелка 11, соединенная тягой 13 со стрелой 14. Диск можно градуировать на показатели как вылета стрелы, так и допустимой грузоподъемности крана.

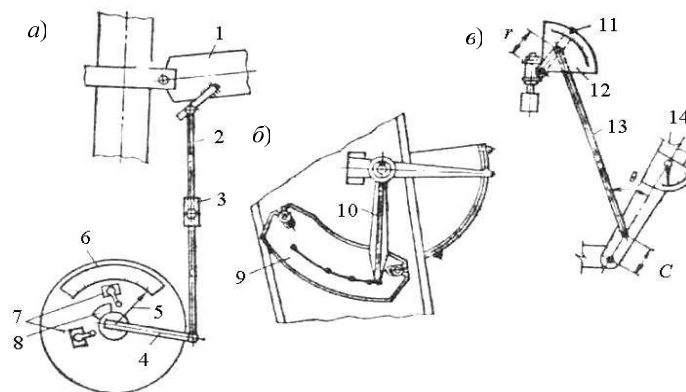


Рисунок 4.59 – Схемы указателей величины вылета стрелы

В качестве ограничителей угла наклона стрелы могут использоваться упоры (рисунок 4.60, а) 2 на стреле 1 или на конструкции крана, гибкие тяги (рисунок 4.60, б), прикрепленные к стреле и конструкциям крана, и складывающиеся упоры (рисунок 4.60, в).

Передвижение кранов мостового типа, особенно козловых кранов и мостовых перегружателей большого пролета, сопровождается п е р е к о с о м их п р о л е т н ы х с т р о е н и й вследствие забега одной опоры крана относительно другой. Основными причинами перекаса пролетного строения являются монтажный перекаса ходовых колес в горизонтальной плоскости, неравенство сил сопротивления передвижения опор крана, различие между механическими характеристиками приводных двигателей. Кроме повышенного износа ходовых колес и уровня нагрузок на металлоконструкцию крана и крановые пути, движение крана с перекасом может явиться причиной заклинивания или схода ходовых колес с рельсов.

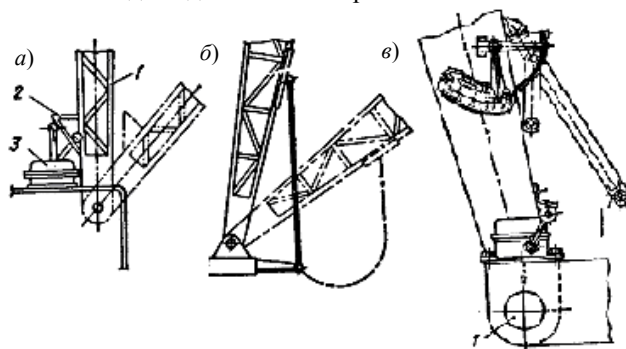


Рисунок 4.60 – Ограничители угла наклона стрелы

Козловые краны и мостовые перегружатели любых пролетов должны быть снабжены ограничителями перекоса, которые предназначены для аварийной остановки крана при недопустимом перекосе пролетного строения. Краны пролетом более 100 м снабжают, кроме того, устройствами для визуального контроля перекоса, а также системами автоматической стабилизации движения кранов без перекоса. Перекос не должен превышать 300–400 мм.

Работа ограничителей перекоса основана преимущественно на двух принципах: измерения разности расстояний, пройденных двумя опорами крана, или измерения упругой деформации пролетного строения либо опор крана.

Определение разности путей, проходимых опорами крана, производится измерением углов поворота двух холостых колес противоположных опор крана либо измерением расстояний, проходимых опорами крана от упоров, установленных в конце рельсового пути. Для этого вдоль рельсового пути с двух сторон крана на равных расстояниях друг от друга устанавливают реперы, а на ходовых тележках крана – импульсные датчики перемещения. Перекос определяется по разности импульсов, получаемых с двух сторон крана.

Ограничители перекоса предотвращают работу крана с опасными забегами опор, но не устраняют этот забег. Уменьшить забег опор можно только при использовании системы автоматической стабилизации бесперекосного прямолинейного движения крана, которые применяют на козловых кранах больших пролетов и мостовых перегружателях.

Грузоподъемные краны на рельсовом ходу, работающие на открытом воздухе, снабжены *п р о т и в о у г о н н ы м и с р е д с т в а м и*, предотвращающими угон крана по рельсовому пути под действием ветровой нагрузки нерабочего состояния крана. Мостовые краны могут быть снабжены противоугонными устройствами, если при действии на кран ветровой нагрузки нерабочего состояния коэффициент запаса удерживающей силы тормозов механизма передвижения равен не менее 1,2.

По принципу действия противоугонные устройства разделяют на ручные, механические и автоматические.

*Ручные* противоугонные устройства наиболее часто выполняют в виде рельсовых захватов клещевого типа. Удержание крана от угона ветром осуществляется прижатием рычагов с губками к боковым поверхностям рельсов или зажатием их за головку рельса (рисунок 4.61).

Рычаги захвата 1 имеют профилированные губки, охватывающие головку рельса, зажатие которого осуществляется с помощью винта 3. Захват закреплен на ходовой тележке крана с помощью пальца 2, входящего в овальные прорези рычагов. В нерабочем положении рычаги отводятся от головки рельса и поворачиваются губками вверх.

Захваты установлены на каждой стороне крана.



*Механические* противоугонные устройства выполняют в виде клещевых захватов с электроприводом либо в виде эксцентриковых самозатягивающихся захватов, которые имеют механический привод, в основном электромагнитный. Зажатие головки рельса механического клещевого захвата осуществляется под действием силы тяжести замыкающего груза, например тяжелого клина, а освобождение рельса происходит с помощью электрического или электрогидравлического привода (рисунок 4.62).

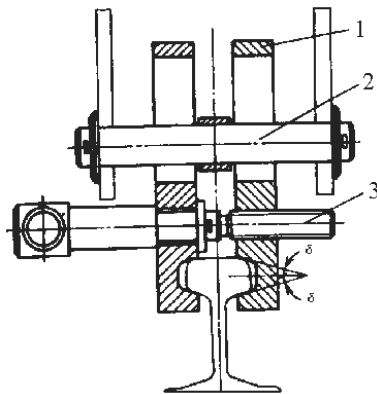


Рисунок 4.61 – Ручное противоугонное устройство

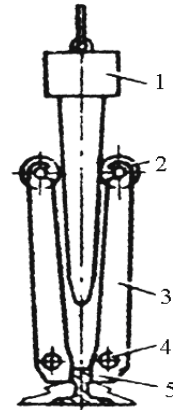


Рисунок 4.62 – Противоугонное устройство с электроприводом

При нормальной работе крана клин 1 находится в поднятом состоянии, удерживаемый на весу лебедкой, заторможенной электромагнитом; губки 5 рычагов 3 захватов под действием пружины находятся в состоянии, не касающемся рельса. При случайном или преднамеренном включении тока тормоз освобождается и клин 1, опускаясь, нажимает на ролики 2, поворачивает рычаги около осей 4, зажимая рельс губками.

Управление механическими рельсовыми захватами осуществляется крановщиком из кабины крана. Во избежание резкой остановки крана и возникновения при этом недопустимых динамических нагрузок включение рельсовых захватов должно осуществляться после предварительного торможения крана.

*Автоматические* противоугонные устройства являются наиболее надежными и перспективными для всех типов рельсовых кранов. Они срабатывают при отключении подачи на кран электрической энергии и при скорости ветра, превышающей допустимую. Эти устройства так же, как и механические, выполнены в виде клещевых захватов или в виде эксцентриковых са-

мозатягивающихся рельсовых захватов. Эти устройства отличаются от механических только приводом, обеспечивающим их автоматическое срабатывание.

Для аварийного отключения механизма передвижения крана и введения в действие автоматических захватов при недопустимой скорости ветра используют анемометры, измеряющие скорость ветра в направлении вдоль рельсовых путей – направлении угона крана ветром.

Упоры применяют для ограничения перемещения кранов, крановых тележек по рельсовым путям, а также для ограничения верхнего положения стрел. Краны на рельсовом ходу и грузовые тележки для уменьшения ударных нагрузок при подходе к упорам или друг к другу снабжают б у ф е р а м и. При полностью исправных тормозах и концевой автоматической защите кранов установка буферов позволяет расширить рабочий ход крана или тележки, а при возможной неисправности тормозов и автоматической защиты – повысить надежность и безопасность работы кранов.

Если на рельсовом пути работает один кран, то буфера устанавливают на концевых упорах; при работе двух и более кранов на одном пути буфера располагают на кранах по два буфера с каждой стороны. В этом случае буфера прикрепляют к концевым балкам моста или крайним ходовым тележкам. В грузовых тележках используют в основном один буфер двустороннего действия.

В кранах находят применение деревянные, резиновые, пружинные, пружинно-фрикционные и гидравлические буфера. Вместо буферов применяются так называемые тупиковые упоры-отрезки рельсового пути, плавно поднимающиеся вверх. При наезде на тупиковый упор кинетическая энергия крана переходит в потенциальную энергию поднятой массы крана, что предотвращает жесткий удар по упорам.

*Деревянные* буфера, состоящие из набора брусков, используют только на кранах с ручным приводом.

*Резиновые* буфера обладают хорошей поглощающей способностью кинетической энергии. Применяются для кранов грузоподъемностью до 5 т и малых пролетов.

*Пружинные* буфера просты по конструкции и наиболее часто применяются. Буфера состоят из одной или нескольких винтовых пружин, имеют незначительный коэффициент поглощения. В крупных кранах эти буфера имеют значительные размеры.

*Пружинно-фрикционные* буфера имеют очень высокий коэффициент поглощения, однако они отличаются сложностью конструкции.

Наиболее совершенными являются *гидравлические* буфера, имеющие коэффициент поглощения, близкий к единице.

#### 4.1.10 Производительность кранов и выбор грузозахватных устройств

**Определение производительности кранов.** Производительность крана измеряется количеством груза, перемещаемого в единицу времени, обычно в час. В качестве измерителя количества применяют массу груза, объем или число единиц и соответственно вводятся термины: массовая производительность (или просто – производительность) –  $Q$ , т/ч, объемная –  $Q_o$ , м<sup>3</sup>/ч, и штучная –  $Q_{шт}$ , шт./ч.

*Теоретическая производительность*

$$Q_t = G_n n_{ц}, \quad (4.30)$$

где  $G_n$  – номинальная грузоподъемность машины;

$n_{ц}$  – количество рабочих циклов машины, выполняемых за единицу времени,

$$n_{ц} = 1/T_{ц}^c; \quad (4.31)$$

$T_{ц}^c$  – продолжительность рабочего цикла машины с учетом совмещения (параллельного выполнения) операций;

– *техническая производительность*

$$Q_{тех} = G_n K_{гр} n_{ц}, \quad (4.32)$$

или

$$Q_{тех} = G_{ф} n_{ц}; \quad (4.33)$$

$K_{гр}$  – коэффициент использования машины по грузоподъемности (отношение массы груза, перемещаемой в среднем за один рабочий цикл, к номинальной грузоподъемности);

$G_{ф}$  – масса груза, перемещаемая машиной в среднем за один цикл;

– *эксплуатационная производительность*

$$Q_э = G_n K_{гр} K_{вр} n_{ц}, \quad (4.34)$$

или

$$Q_э = G_{ф} K_{вр} n_{ц}; \quad (4.35)$$

$K_{вр}$  – средний коэффициент использования машины во времени.

Продолжительность цикла  $T_{ц}^c$  складывается из машинного времени, необходимого для выполнения краном отдельных операций с учетом возможного совмещения (одновременного выполнения) некоторых из них, и времени, затрачиваемого на вспомогательные операции,

$$T_{ц}^c = \varphi \sum_{i=1}^n t_i + t_v, \quad (4.36)$$

где  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла за счет совмещения некоторых операций по времени;

$n$  – количество операций, выполняемых краном за цикл;

$\sum_{i=1}^n t_i$  – машинное время, затрачиваемое на выполнение операций;

$t_i$  – время на выполнение краном  $i$ -й операции;

$t_b$  – время, затрачиваемое на вспомогательные операции при выполнении каждого цикла (застропка и отстропка груза, установка крана на аутригеры и др.).

*Машинное время*

$$\sum_{i=1}^n (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n), \quad (4.37)$$

где  $t_1$  – время, затрачиваемое на подъем (опускание) на высоту  $h$  груза со скоростью  $v_1$ ,

$$t_1 = \frac{h}{v_1} + t_{p.3}, \quad (4.38)$$

$t_{p.3}$  – время на разгон и замедление механизма изменения положения крана или отдельных его частей (2–4 с);

$t_2$  – время передвижения тележки или крана на расстояние  $l$  со скоростью  $v_2$ ,

$$t_2 = \frac{l}{v_2} + t_{p.3}; \quad (4.39)$$

$t_3$  – время, затрачиваемое на поворот крана на угол  $\alpha$  в градусах при скорости вращения поворотной части крана  $n$ ,

$$t_3 = \frac{\alpha}{n} + t_{p.3}; \quad (4.40)$$

$t_n$  – время, затрачиваемое на захват груза грузозахватным устройством и отдачу его.

Время на наводку, захват и освобождение груза приведено в таблице 4.9.

Средние значения коэффициента использования машины по грузоподъемности таковы:  $K_{гр} = 1$  – при перегрузке насыпных грузов грейферами;

$K_{гр} = 0,7$  – при перегрузке насыпных грузов бадьями, другими устройствами;

$K_{гр} = 0,6$  – при перегрузке штучных грузов различной массы и конфигурации;

$K_{гр} = 0,5$  – при производстве строительного-монтажных работ.

Таблица 4.9 – Время на наводку, захват и освобождение груза

Вид груза	Грузозахватный орган	Затраты времени, с	
		на захват и наводку	на освобождение
Контейнеры массой 3–5 т	Цепной или канатный строп	20–30	10–20
	Приводной захват (автостроп)	10–15	5–10
Контейнер массой 20 т	Канатный строп	80–100	60–80
	Приводной захват (спредер)	10–20	4–8
Пачка круглого леса массой 3–8 т	Канатный строп	50	40
	Радиальный моторный грейфер	80	15
Пакет пиломатериалов массой 2–4 т	Канатный строп	50	15
	Вилочный подхват	40	10
Стеновые панели массой 2–6 т	Канатный строп	50	20
Лестничные марши		80	30
Бадья с бетоном ( $V=0,8...1,6 \text{ м}^3$ )		20	10
Редукторы, двигатели и другие узлы механизмов массой, т:		до 3	60
	3,1–6,0	93	35
	Пакеты кирпича на поддоне массой до 2 т	25	6

Коэффициент  $K_b$  использования машины во времени зависит от системы организации работ на площадке.

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

Время на застропку и отстропку груза составляет от 20 до 80 % общей продолжительности рабочего цикла крана. Поэтому производительность кранов находится в прямой зависимости от конструктивных качеств захватных устройств и правильного их подбора к конкретному грузу и условиям работы с ним.

При выборе грузозахватных устройств к ним предъявляются следующие требования:

- простота и прочность конструкции, обеспечивающие надежность и безопасность работы;
- минимальная собственная масса, что связано с производительностью крана и расходом энергии на 1 т перерабатываемого груза;
- минимальная продолжительность захвата и освобождения груза (автоматизация этих операций – передача управления захватными органами в кабину машиниста крана и др.);
- обеспечение сохранности перерабатываемого груза и подвижного состава;
- соответствие требованиям охраны труда и окружающей среды.

Большинство грузоподъемных кранов снабжаются *крюками*, которые в зависимости от способа изготовления разделяются на кованные (штампованные) и пластинчатые, а по форме – на однорогие и двурогие (рисунок 4.63).

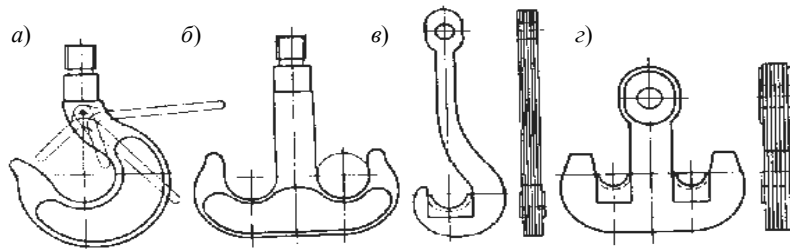


Рисунок 4.63 – Крюки:

*a* – однорогий с замком; *б* – двурогий; *в* – однорогий пластинчатый; *г* – двурогий пластинчатый

Кованные однорогие крюки применяют для грузоподъемных машин при грузоподъемности 0,4–100 т, а двурогие – 5–100 т. Пластинчатые крюки однорогие применяют для литейных кранов грузоподъемностью 40–315 т, а двурогие – для кранов общего назначения грузоподъемностью 80–320 т.

Крюк выбирается в зависимости от грузоподъемности и расчет его не требуется. В эксплуатации износ крюка в его зеве не должен превышать 10 % первоначальной высоты сечения. При большем износе крюк заменяют на новый.

Для соединения крюка с канатом служат крюковые подвески (рисунок 4.64).

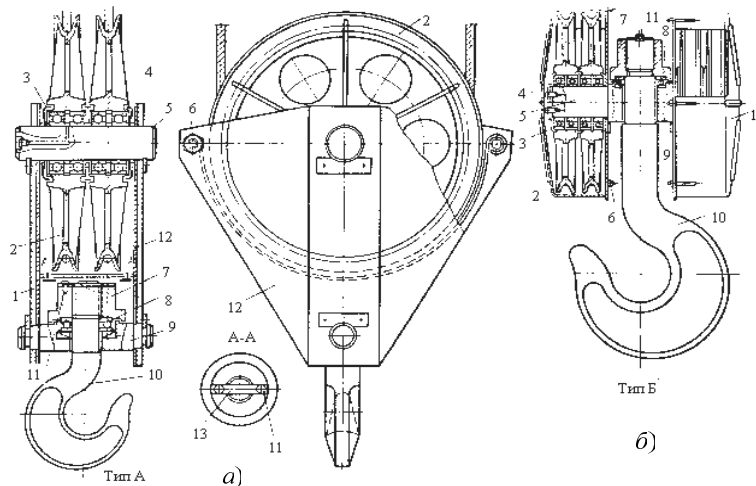


Рисунок 4.64 – Крюковые подвески:

*a* – нормальная подвеска, *б* – укороченная подвеска: 1 – щека; 2 – блок; 3 – крышка; 4 – подшипник; 5 – ось; 6 – стяжные болты; 7 – гайка хвостовика крюка; 8 – упорный подшипник; 9 – траверса; 10 – крюк; 11 – болт; 12 – кожух; 13 – стопорная планка

Классификация крановых грузозахватных устройств по назначению и принципу действия приведена на рисунке 4.65.



Рисунок 4.65 – Классификация крановых грузозахватных устройств по назначению и принципу действия

Номенклатура, типы и размеры тары, геометрическая форма, плотность и другие особенности штучных грузов predeterminedли применение на погрузочно-разгрузочных работах разнообразных *захватных устройств*. Наиболее распространены стропы из растительных, стальных канатов и цепей. Эти универсальные грузозахватные приспособления имеют ряд положительных качеств: незначительные затраты на изготовление и ремонт, простота в эксплуатации и небольшая масса. Крупный же недостаток – ручная застропка и отстропка груза. Схема классификации стропов приведена на рисунке 4.66.

Стропы оснащаются навесными и грузозахватными звеньями (рисунок 4.67). Навесные звенья служат для навешивания строп на крюк грузоподъемного крана, а грузозахватные звенья – для крепления стропов к грузу.

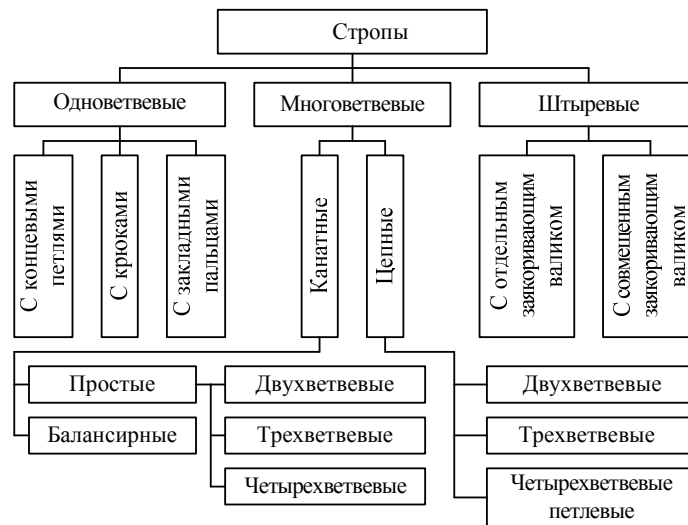


Рисунок 4.66 – Классификация стропов

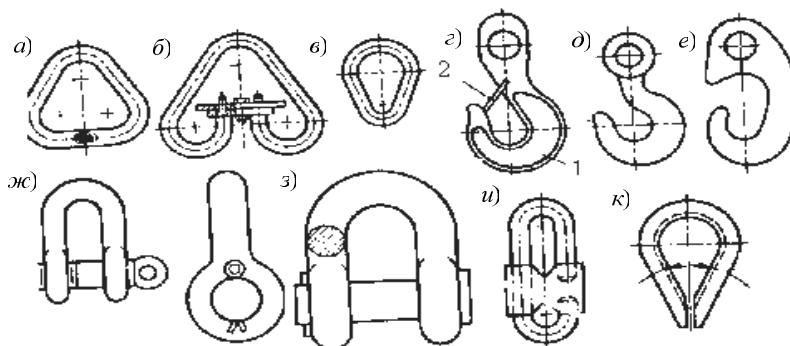


Рисунок 4.67 – Навесные и грузозахватные звенья строп:

*a* – треугольное звено неразъемное; *б* – разъемное; *в* – овальное неразъемное звено; чалочные крюки: *г* – типа K1; *д* – типа K2; *е* – типа K3; *ж* – такелажная скоба с винтом; *з* – с гладким штырем со шплинтом; *и* – карабин; *к* – коуш; 1 – крюк, 2 – предохранительное устройство

Для крепления конца каната к оси широко применяют различные устройства (рисунок 4.68).

Соединение коушем предохраняет канат от резких перегибов, уменьшает напряжение сжатия и защищает канат от истирания об ось. Канат укладывают в желоб коуша и свободный конец соединяют с основной ветвью.



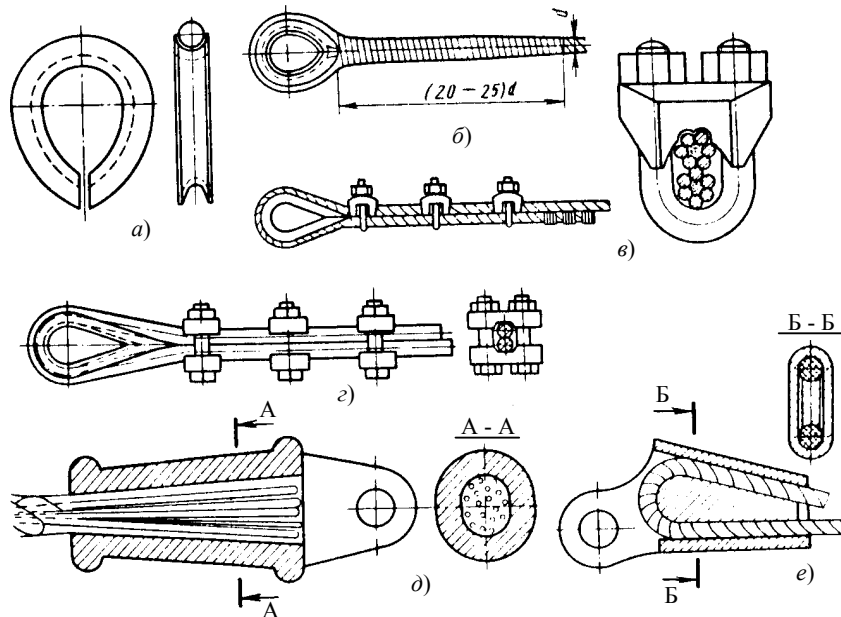


Рисунок 4.68 – Устройства для крепления конца каната к оси.  
Крепление конца каната: *a* – коушем; *б* – вpletением; *в* – фигурными планками; *г* – планками с трапециевидной канавкой; *д* – в стакане с заливкой легкоплавким материалом; *е* – клиновым зажимом

Соединение конца каната может быть осуществлено путем сращивания – вpletения проволок распущенного конца каната в основную ветвь с последующей оплеткой стальной проволокой.

Более распространенным является соединение винтовыми зажимами с фигурной планкой или с двумя планками с трапециевидной канавкой.

Широко распространено соединение каната с помощью стальных конических стаканов. В этом случае канат протискивают через узкий конец втулки, расплетают его, вырезают органический сердечник, каждую проволоку очищают и сгибают в два раза, затем канат помещают во втулку и заливают легкоплавким металлом.

Надежным и удобным в эксплуатации является клиновой зажим, состоящий из конической втулки овального сечения и клина.

Схемы одноветвевых грузовых строп приведены на рисунке 4.69, многоветвевых канатных – на рисунке 4.70, цепных – на рисунке 4.71, штыревых – на рисунке 4.72.

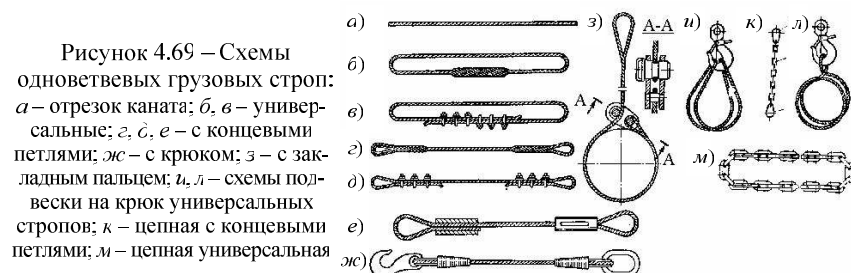


Рисунок 4.69 – Схемы одноветвевых грузовых строп: а – отрезок каната; б, в – универсальные; г, д, е – с концевыми петлями; ж – с крюком; з – с закладным пальцем; и, л – схемы подвески на крюк универсальных стропов; к – цепная с концевыми петлями; м – цепная универсальная

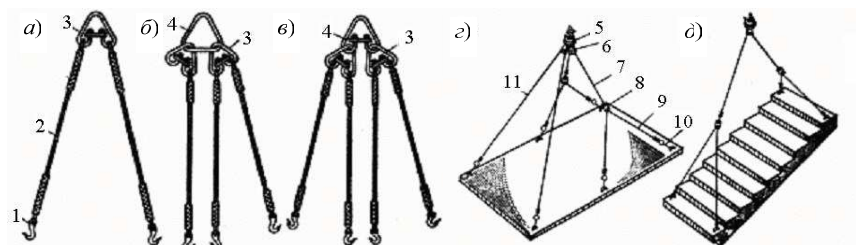


Рисунок 4.70 – Схемы многоветвевых канатных строп: а – двухветвевые; б – трехветвевые; в – четырехветвевые; г, д – уравнивающиеся (балансирующие)

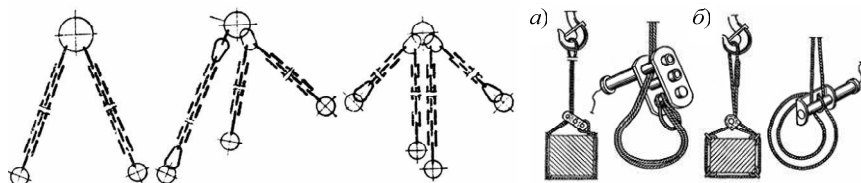


Рисунок 4.71 – Схемы цепных строп

Рисунок 4.72 – Схемы строп с крюками

Схема ручного грузозахватного устройства с крючками для среднетоннажных контейнеров приведена на рисунке 4.73.

Полуавтоматические захваты приведены на рисунке 4.74. Полуавтоматическое грузозахватное устройство конструкции А. В. Гончарова и Г. А. Ануфриева (см. рисунок 4.74, а) содержит однобарабанную лебедку 1, установленную на корпусе 3 редуктора механизма поворота, с приводом от электродвигателя 4. На барабан 2 лебедки наматывается трос 5, который огибает блок 6, закрепленный на обойме 7 грузовых блоков 8. Трос проходит через центральное отверстие выходного вала 16 редуктора механизма поворо-

та 10 и посредством подшипника 15 соединяется с траверсой 14, к которой шарнирно присоединены жесткие тяги 13 с захватными крюками 12. Крюки соединены гибкими тягами 11 с валом 16. Для привода механизма поворота служит электродвигатель 9. Рымы контейнера зацепляют крюками 12 вручную. При отстропке же лебедка 1 сматывает трос 5, в результате чего траверса 15 опускается. При этом угол между тягами 13 увеличивается и крюки 12 выходят из зацепления с рымами.

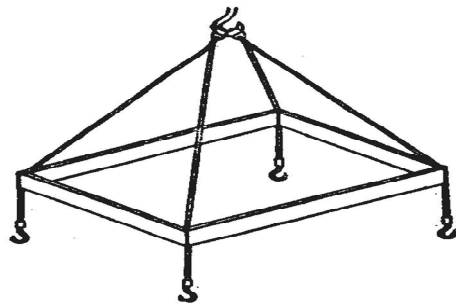


Рисунок 4.73 – Схема ручного грузозахватного устройства с крючьями для среднетоннажных контейнеров

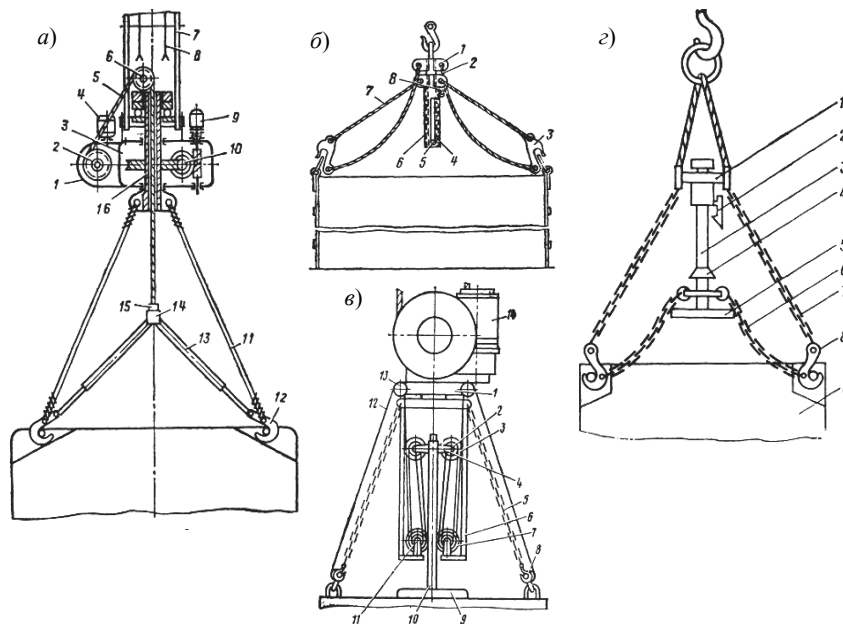


Рисунок 4.74 – Полуавтоматические захваты

Наибольшее распространение на железнодорожном транспорте и ряде промышленных предприятий получил простой по конструкции *полуавтоматический захват А. Н. Кунцевича* (см. рисунок 4.74, б). Он состоит из траверсы 1, к которой на стропах 2 подвешены крюки 3. В центре траверсы закреплена штанга 4, по которой перемещается труба 6 с опорной пяткой 5. К верхней части трубы прикреплены гибкие тяги 7, концы которых соединены с крюками 3. Труба фиксируется на штанге защелкой 8. При застропке крюки вводятся в рымы контейнера вручную, при отстропке захват опускается вниз: натяжение стропов 2 ослабевает, а пята трубы упирается в крышку контейнера, натягивая тяги 7, которые выводят крюки 3 из зацепления с рымами. При застропке очередного контейнера отводят защелку 8 вручную и труба опускается вниз, ослабляя тяги 7.

Принцип действия захвата-самоотдела (см. рисунок 4.74, в) для перегрузки универсальных контейнеров состоит в следующем. Установив контейнер, крановщик, чтобы произвести автоматическую отстропку, продолжает опускать захват. При этом диск 5 упирается в крышку контейнера 9 и траверса 1, скользя по штоку 3, защелкой 2 входит в зацепление с конусной муфтой 4, после чего захват поднимается, траверса вместе с муфтой идет вверх, натягивая размыкающие цепи 6. Последние при этом выводят крюки 8 из проушин контейнера. После наведения крановщиком захвата на следующий контейнер рабочий заводит крюки в проушины контейнера и, поворачивая защелку 2, отсоединяет траверсу от муфты. Теперь при подъеме захвата размыкающие цепи остаются ослабленными, а силовые 7, по мере движения траверсы вверх по штоку, натягиваются под воздействием веса контейнера.

Усовершенствованный *полуавтоматический захват системы В. Г. Киркина* (см. рисунок 4.74, г) состоит из траверсы 1, на которой установлен поворотный механизм 14. К траверсе подвешены гибкие тяги 5 с захватными крюками 8. К каждому крюку присоединен расстроповочный трос 12, огибающий блок 13 на траверсе. Трос связан с полиспастной обоймой, состоящей из неподвижных блоков 11, укрепленных на направляющих 6, подвижной крестовины 4 с блоками 2. Крестовина соединена со штангой 10, на которой закреплен диск 9, снабженный резиновым буфером. Ход крестовины в направляющих 6 ограничивает упор. На осях блоков 11 и 2 установлены жестко соединенные с блоками ролики 7 и 3, которые перемещаются по направляющим 6, обеспечивая ход штанги 10. При застропке захват устанавливают над контейнером, чтобы диск 9 лишь касался крыши. Стропальщик вручную крюками 8 зацепляет контейнер. При отстропке устройство опускается на крышу контейнера, диск 9 опирается на нее. Расстояние между неподвижными 11 и подвижными 2 блоками полиспастной обоймы увеличивается, тросы 12 натягиваются и поворачивают крюки 8. Контейнер освобождается.

Недостаток большинства конструкций полуавтоматических захватов с механическим механизмом фиксации является то, что они не обеспечивают безопасности перегрузочных операций, так как при случайном соприкосновении контейнера с какой-либо поверхностью, например с бортом вагона, тросы подвески ослабевают, срабатывает механизм фиксации и происходит произвольная отстропка.

Классификация грузозахватных устройств для контейнеров приведена на рисунке 4.75.



Рисунок 4.75 – Классификация грузозахватных устройств для контейнеров

*Автостроп системы ЦНИИ-ХИИТ* (рисунок 4.76) для перегрузки среднетоннажных контейнеров имеет раму 4, каретки 5 с механизмами захвата 2 и фиксирующие козырьки 16. Рама сварная из двух параллельных швеллерных балок, на полки которых катками опираются каретки 5. Ходовой винт 3 с правой и левой резьбой при вращении от электродвигателя 6 с двухступенчатой цепной передачей 8, разделенной муфтой предельного момента 7, сдвигает или раздвигает каретки. Каждая каретка оборудована двумя механизмами захвата, выполненными в виде крюковых гребенок 1. Четыре под-

пружиненных крюка каждой гребенки вертикально подвижны в направляющих корпуса механизма захвата. Крюки обращены наружу зевами; три ближних к винту крюка предназначены для захвата трехтонных контейнеров, а крайний – для захвата пятитонных контейнеров.

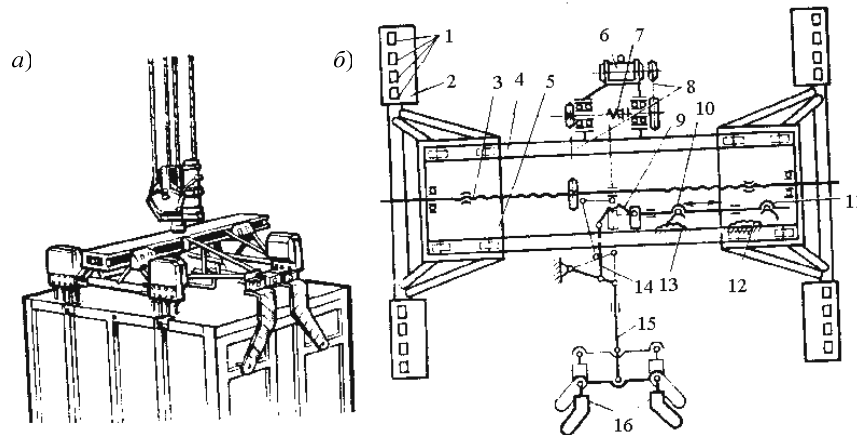


Рисунок 4.76 – Автроп системы ЦНИИ-ХИИТ для среднетоннажных контейнеров

Козырьки 16 предназначены для ориентирования автропа относительно контейнера. Они связаны с выдвижной штангой 15 и фиксируются двумя крановыми устройствами 10 и 11, что предотвращает сдвиг козырьков под действием случайных ударных нагрузок. Для полной безопасности производства работ каждый крюк снабжен блокирующим устройством, подающим в кабину крановщика сигнал в случае неудовлетворительной застропки хотя бы одного рыма контейнера.

Управление двигателями захвата и поворотной головки находится в кабине машиниста крана.

Захват контейнера происходит в такой последовательности. Перед установкой автропа на контейнер сдвигают каретки, пока не сработает муфта предельного момента. Козырьки прижимаются к боковой стенке контейнера и ориентируют автроп. После этого автроп опускается и ложится специальными дужками на крышку контейнера. Крюки, упираясь в крышку и сжимая пружины, перемещаются вверх относительно своих направляющих. Затем привод кареток включается на раздвижку, крюки скользят по крышке контейнера, часть из них под действием пружины и собственной силы тяжести опускается в рамные ниши и при дальнейшей раздвижке захватывают рамные болты. При подъеме автропа эти крюки подхватывают контейнер. Для освобождения контейнера каретки включаются на сдвижку, и крюки, освобождая рымы, выходят из ниш.

Когда не требуется выполнять сложные операции с контейнерами, применяют *бесприводные автоматические захваты*. Существенный недостаток их конструкции – сложность и невозможность обеспечить безопасность погрузочно-разгрузочных работ. Может перемещать трех- и пятитонные контейнеры.

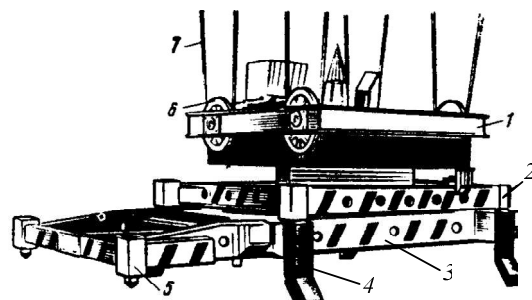


Рисунок 4.77 – Автоматический захват контейнеров массой 10 и 20 т

Для перемещения 10- и 20-тонных контейнеров разработан автоматический захват во ВНИИПТМАШе (рисунок 4.77). По такой же принципиальной схеме ВНИИПТМАШем разработан автоматический захват (спредер) для контейнеров массой брутто 20 и 30 т.

Спредер состоит из трех сварных прямоугольных рам 1, 2 и 3. На верхней раме 1

установлены подвижные канатные блоки 6 полиспаста 7. Ветви полиспаста раздвинуты, что обеспечивает лучшее восприятие опорного момента от механизма вращения, расположенного на верхней раме. Кроме того, раздвинутые ветви полиспаста способствуют более быстрому гашению продольных и поперечных колебаний спредера и ускорению его наводки на контейнер.

Нижняя рама 3 по углам имеет захватные элементы в виде Т-образных поворотных штырей 5, которые входят в овальные пазы угловых фитингов контейнеров. Для застропки контейнера Т-образные штыри поворачивают на 90°. Предусмотрены блокировочные и сигнальные устройства, обеспечивающие надежную фиксацию в заданном положении поворотных штырей в угловых фитингах контейнеров. Привод механизма поворота штырей – от гидроцилиндров. Для обеспечения наводки спредера на контейнер предусмотрены направляющие лапы 4. Нижняя рама 3 спредера используется для перегрузки 20-тонных контейнеров.

Промежуточная рама 2 также снабжена аналогичными захватными элементами. Эта рама имеет меньшую длину и используется при перегрузке 10-тонных контейнеров. Нижняя и промежуточная рамы могут поворачиваться на 250° в горизонтальной плоскости относительно верхней рамы. Управление всеми механизмами спредера производится из кабины крана.

Схема бесприводного автоматического захвата для крупнотоннажных контейнеров приведена на рисунке 4.78.

По четырем углам рамы 6 спереди расположены поворотные штыри 5, которые при посадке захвата на контейнер входят в его угловые гнезда (фитинги). Штыри цепной передачей 4 связаны с узлом управления 3, с ним же тросами 2 соединена траверса 1. Угловые направляющие 7 способствуют сокращению времени на наведение и насадку захвата на контейнер.

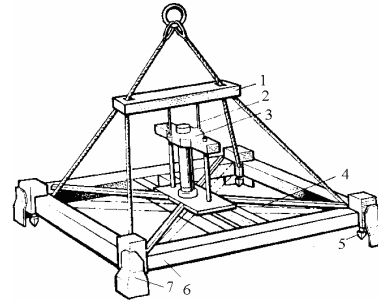


Рисунок 4.78 – Схема бесприводного автоматического захвата для крупнотоннажных контейнеров

Посадив захват на контейнер, крановщик, ослабляя грузовой канат, воздействует на механизм управления захвата, с помощью которого штыри поворачиваются на 90°, при этом происходит застропка контейнера.

Переместив и установив контейнер, крановщик, ослабляя грузовой канат, вновь поворачивает штыри на 90° – происходит автоматическая отстропка.

Рабочие органы *лапчатых (вилочных) грузозахватных устройств (ГУ)* располагаются под грузом или проходят в монтажные петли, отверстия груза или поддона, на котором лежит груз. Классификация лапчатых ГУ приведена на рисунке 4.79.

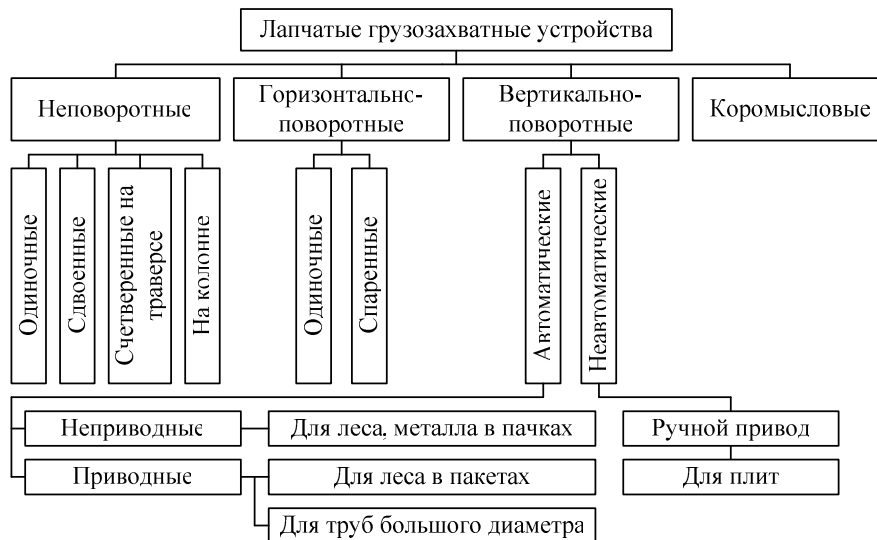


Рисунок 4.79 – Классификация лапчатых грузозахватных устройств



Схемы лапчатых неповоротных ГУ приведены на рисунке 4.80, горизонтально-поворотных – на рисунке 4.81, вертикально-поворотных – на рисунке 4.82.

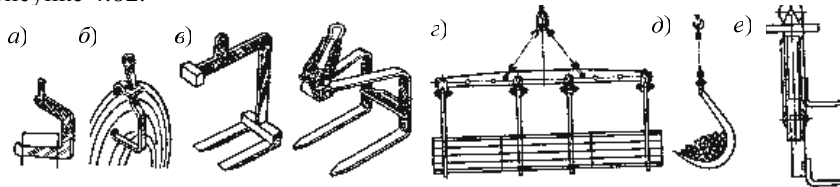


Рисунок 4.80 – Лапчатые неповоротные грузозахватные устройства:  
а, б – одиночное; в, г – двойное; д – счетверенное на траверсе для длинномерных грузов;  
е – неповоротное на колонне

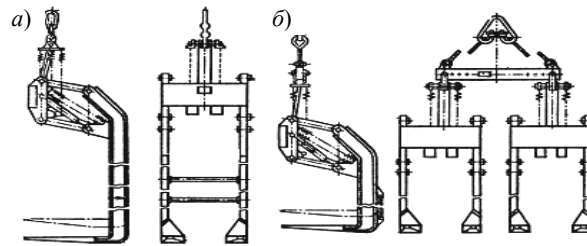


Рисунок 4.81 – Горизонтально-поворотные грузозахватные устройства:  
а – одиночное; б – спаренное

Автоматическое ГУ (рисунок 4.82, а) в качестве рабочего органа имеет четыре вертикально-поворотных вилочных подхвата 5. Оно содержит раму 12, траверсу 10, к которой прикреплен ползун, механизм фиксации со стойкой 13 и четыре тяги 8, шарнирно соединенные с четырьмя рычагами 6 горизонтальных валов 1. На последних закреплены конические зубчатые шестерни 2, входящие в зацепление с шестернями 3, расположенными на верхних концах вертикальных штанг 4. К ползуну 11 прикреплен упор 9, а к стойке 13 – звездочка 7, которые, взаимодействуя между собой, периодически сцепляют траверсу 10 с рамой 12.

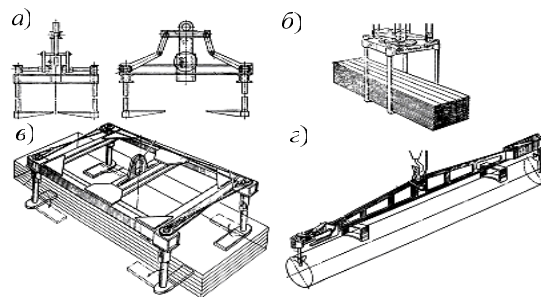


Рисунок 4.82 – Вертикально-поворотные грузозахватные устройства:  
а – неприводное автоматическое; б – приводное автоматическое для пакетов леса; в – приводное автоматическое для плит; г – приводное автоматическое для труб большого диаметра

Когда траверса сцеплена с рамой, вилочные подхваты располагают параллельно продольной оси пакета пиломатериалов так, чтобы они не мешали опусканию ГУ на пакет. После упора рамы в верхние доски пакета траверса с ползуном опускается до тех пор, пока упор ползуна не повернет звездочку. При подъеме ГУ звездочка занимает положение, при котором ползун и стойка расцепляются, траверса поднимается, увлекая за собой тяги и связанные с ними рычаги. Последние через коническую передачу поворачивают вертикальные валы на  $90^\circ$ , и подхваты оказываются под пакетом пиломатериалов. При опускании пакета на подкладки траверса с ползуном приближается к раме до тех пор, пока упор ползуна не коснется звездочки. Затем тяги, опускаясь, поворачивают рычаги и связанные с ними через зубчатую передачу вертикальные валы с подхватами в исходное положение. Теперь при подъеме звездочка поворачивается так, что ползун сцепляется со стойкой, и ГУ освобождается от груза.

Другое исполнение имеет ГУ (рисунок 4.82, б) в виде подвешиваемой на кране квадратной или прямоугольной траверсы, в углах которой размещены поворотные лапы с хвостовыми концами, выполненными в виде цапф, вращающихся в подшипниках, укрепленных в траверсе. Привод лап – групповой от одного электродвигателя, чтобы обеспечить синхронность их вращения.

Одной из разновидностей ГУ с вертикально-поворотными лапами, обеспечивающими захват и транспортирование пакетов штучных грузов различной высоты, является устройство для пакетов плит с ручным приводом поворота лап (рисунок 4.82, в). Оно состоит из прямоугольной рамы 6 со скобой 5 для навешивания на подъемный механизм и полых стоек 3 с поворотными захватными органами. Последние выполнены в виде смонтированных в стойках 3 с возможностью поворота относительно вертикальных осей телескопических штанг 2, снабженных в нижних частях подхватными лапами 1. Верхние части штанг связаны между собой общим цепным приводом. На стойках закреплены под углом  $90^\circ$  относительно друг друга ограничители 9 и 10 поворота валов. Привод состоит из установленных на каждой штанге звездочек 4, охваченных перекрестно цепью 7. Последняя перемещается рукояткой 8, закрепленной на одной из штанг.

На рисунке 4.82, г приведено ГУ с вертикально-поворотными лапами для перегрузки тяжелых труб большого диаметра. Оно выполнено в виде навешиваемой на крюк крана траверсы 9, оборудованной горизонтальными опорами 8, которыми ГУ опирается на трубу. На торцах траверсы размещаются подвешенные в направляющих 3 ползуны 4, в которых вращаются вертикальные поворотные стойки 2 с лапами 1. Ползун 4 перемещается штоком гидротолкателя 6, а стойка 2 вращается при помощи кривошипа 5 гидротолкателем 7. Перемещение ползуна 3 обеспечивает возможность оперирова-

ния с трубами, различными по длине. Насосная установка 10 размещается в центре траверсы и связана с кабиной крана только электропроводами.

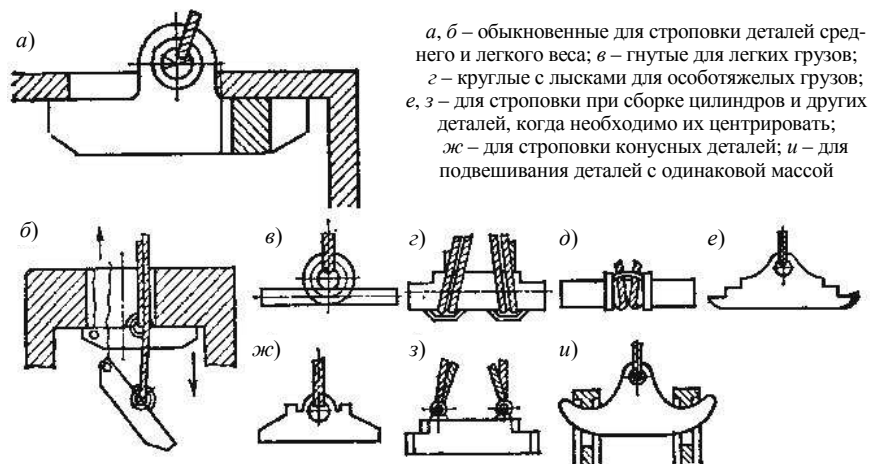


Рисунок 4.83 – Коромысловые грузозахватные устройства

Коромысловые ГУ применяют для транспортирования грузов, имеющих сквозные отверстия, под которые можно разместить поворотный вокруг вертикальной или горизонтальной оси несущий элемент – коромысло, воспринимающий вес груза (рисунок 4.83).

Зажимные ГУ в зависимости от конструктивного исполнения захватных органов могут удерживать при транспортировании грузы различной геометрической формы. В зависимости от способа захвата и удержания груза они классифицируются следующим образом (рисунок 4.84):



Рисунок 4.84 – Классификация зажимных грузозахватных устройств

Схемы *клещевых захватов* приведены на рисунке 4.85, рычажно-фрикционных – на рисунке 4.86, фрикционных – на рисунке 4.87 и рычажно-канатных – на рисунке 4.88.

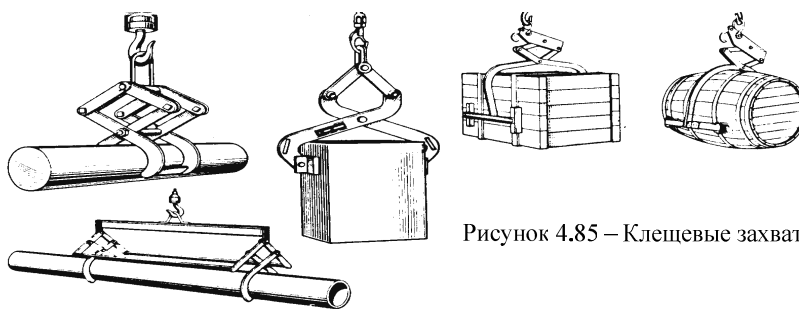


Рисунок 4.85 – Клещевые захваты

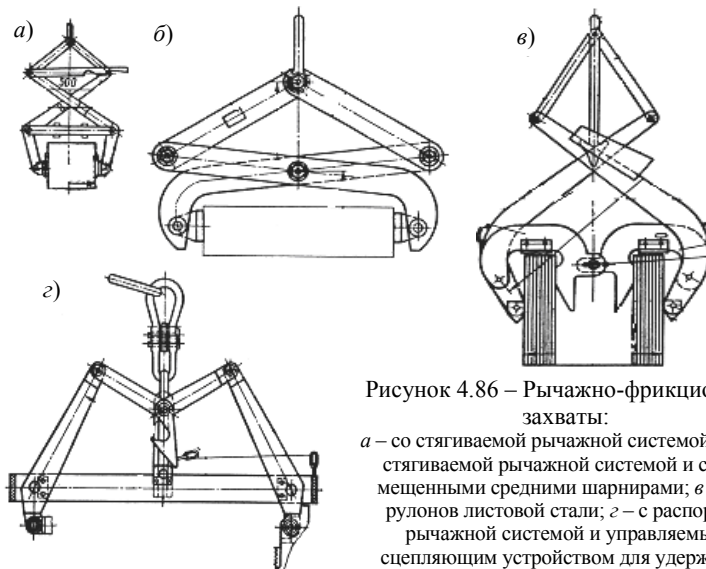


Рисунок 4.86 – Рычажно-фрикционные захваты:  
*а* – со стягиваемой рычажной системой; *б* – со стягиваемой рычажной системой и с совмещенными средними шарнирами; *в* – для рулонов листовой стали; *г* – с распорной рычажной системой и управляемым сцепляющим устройством для удержания устройства в раскрытом положении

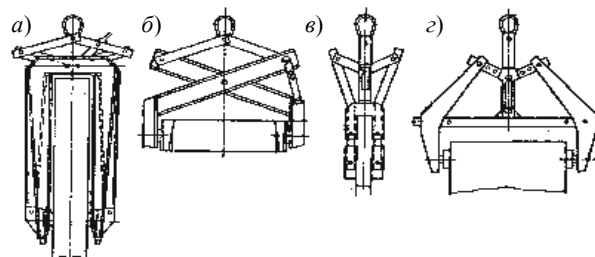


Рисунок 4.87 – Фрикционные захваты

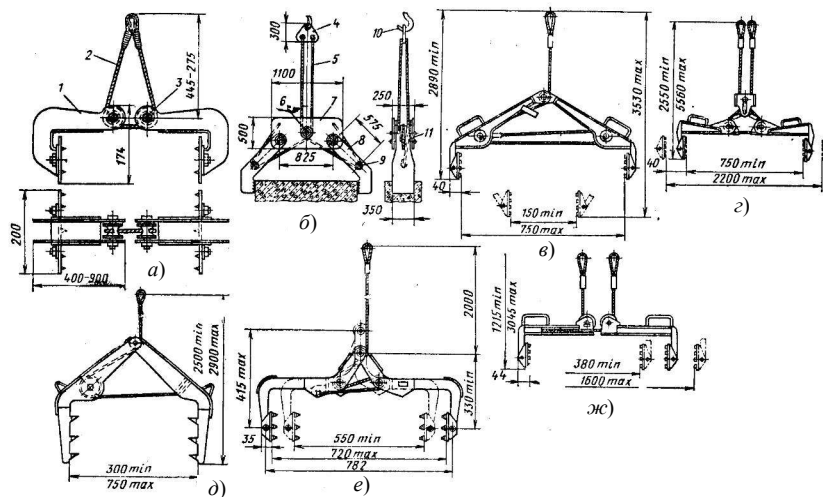


Рисунок 4.88 – Рычажно-канатные захваты:

*а* – для ящиков; *б* – для дорожных бордюров; *в, г* – для бумаги в рулонах; *д* – для каучука в кипах; *е* – для целлюлозы в кипах; *ж* – для бумаги в рулонах и целлюлозы в кипах;  
 1 – зажимной рычаг; 2 – канат; 3 – блок; 4 – серьга; 5 – канат; 6 – направляющие ролики;  
 7 – обойма; 8 – зажимные рычаги; 9 – блок; 10 – крюк крана; 11 – прорезь в захватном рычаге

Автоматизация работы неприводных зажимных ГУ обычно осуществляется путем фиксирования их захватных органов в положениях захвата груза, его перемещения, освобождения груза и перемещения грузозахватного устройства без груза. Для этого применяют различные приспособления, элементы которых связаны с подвижными и неподвижными частями ГУ и взаимодействуют между собой при его работе. Обычно автоматический захват и освобождение груза осуществляются последовательным движением крюка крана вверх и вниз.

*Самозажимные ГУ*, в которых привод захватных органов является гравитационным, т. е. обжатие груза вызывается силой его тяжести, не всегда могут создать большое обжимное усилие, устранить предварительное скольжение и обеспечить необходимую маневренность и производительность. Эти качества не присущи приводным ГУ, которые к тому же легко снабжать устройствами дистанционного управления с возможностью в ряде случаев осуществлять полную автоматизацию цикла захвата освобождения груза.

Эксцентриковые ГУ в основном выполняются как универсальные устройства. Предназначены они для захвата и перемещения плоских грузов как в вертикальном положении, так и в горизонтальном. Так как при использовании экс-

центриковых ГУ контактная нагрузка на груз велика, их применение ограничивается транспортированием грузов с твердой поверхностью. Наиболее широкое распространение они получили для перемещения листового металла разной толщины.

Классификация эксцентриковых ГУ приведена на рисунке 4.89, а их схемы – на рисунке 4.90.

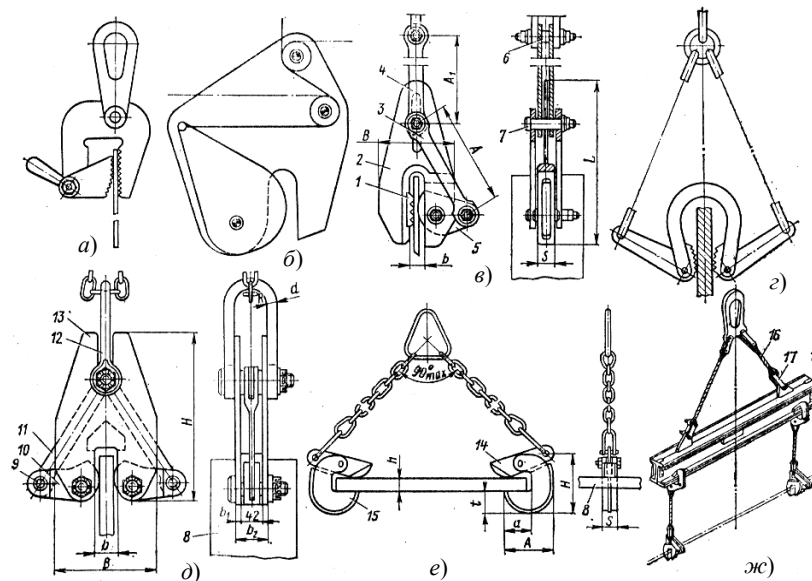
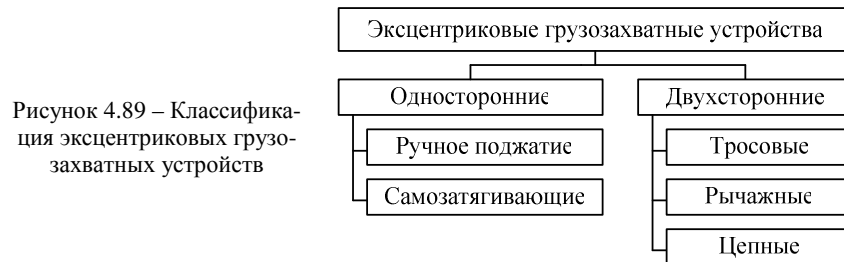


Рисунок 4.90 – Эксцентриковые грузозахватные устройства:

*а* – с одним эксцентриком, поджимаемым вручную; *б, в* – с одним эксцентриком, поджимаемым натяжением подъемного каната; *г, д* – с двухсторонним расположением эксцентриков; *е* – для транспортирования листового проката в горизонтальном положении; *ж* – эксцентриковые захваты на траверсе; 1 – клиновидная планка; 2 – вилка; 3, 4 – тяги; 5 – эксцентрик; 6, 7 – оси; 8 – транспортируемый лист; 9 – ось; 10 – кулачок; 11 – рычаг; 12, 15 – скобы; 14 – эксцентриковый рычаг; 16 – подъемный узел; 17 – соединительное звено; 18 – универсальная траверса

Клиновые (цанговые) ГУ (рисунок 4.91) в основном предназначены для подъема и транспортирования грузов, имеющих полость, выполненную обычно в виде круглого отверстия необходимого диаметра для взаимодействия с распорными элементами ГУ. Основными частями наиболее распространенного клинового ГУ являются размещенные в отверстиях груза подвижные в горизонтальном направлении распорные элементы и конусообразный клин, подвижный в вертикальном направлении.

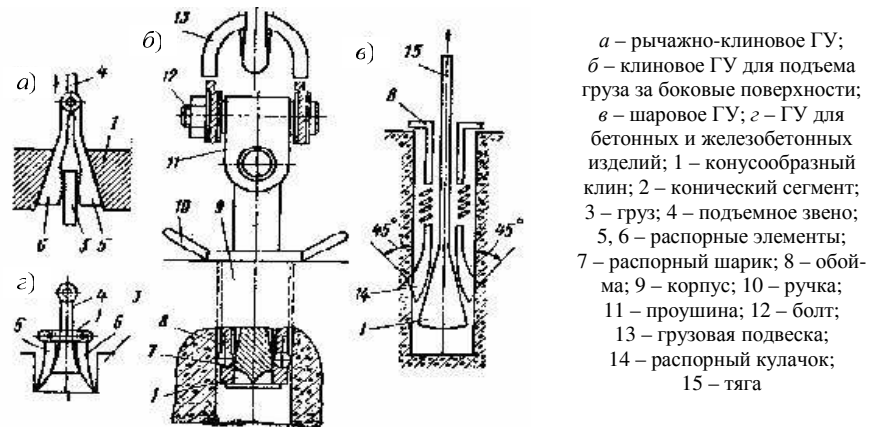
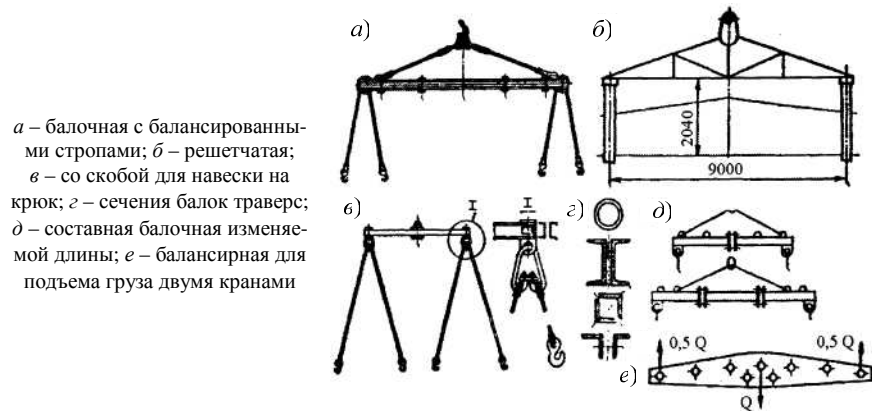


Рисунок 4.91 – Клиновые грузозахватные устройства

Траверы применяют для подъема краном крупногабаритных грузов с присоединением последних к траверсе одновременно в нескольких местах при помощи ГУ, смонтированных на траверсе, или подвешенных к ней стропов (рисунок 4.92).



*a* – балочная с балансированными стропами; *б* – решетчатая; *в* – со скобой для навески на крюк; *г* – сечения балок траверсы; *д* – составная балочная изменяемой длины; *е* – балансирная для подъема груза двумя кранами

Рисунок 4.92 – Траверы

*Электромагнитные ГУ* применяют для перегрузки ферромагнитных грузов – стальных частично чугуных изделий и материалов. Они представляют собой электромагниты с плоским якорем, характеризуются большой силой притяжения при малом ходе (малым зазором между якорем и замыкающим магнитный поток грузом) и имеют круглую или прямоугольную форму.

Электромагнитные ГУ приспособлены для перегрузки грузов любой формы – стальных болванок и листов, чугуных чушек, скрапа, металлолома и др., в том числе и горячих грузов с предельной температурой до 500 °С. Вместе с тем от формы груза его температуры зависит и грузоподъемность электромагнитного ГУ. Если при перегрузке стальных болванок и листов грузоподъемность ГУ принять за 1, то при перегрузке чугуных чушек и стального скрапа она составит 0,33–0,06, а при перегрузке стальной стружки – 0,013–0,02.

При температуре груза свыше 200 °С магнитная проницаемость, а следовательно, и грузоподъемность ГУ значительно снижаются и при температуре 720 °С последняя равна нулю.

Классификация электромагнитных ГУ приведена на рисунке 4.93.



Круглый подъемный электромагнит (рисунок 4.94) состоит из двух полюсов: наружного 1 и внутреннего 9, а также катушки 2 электромагнита с секциями 10, размещенной в герметичной оболочке в стальном корпусе 3. Корпус отлит из малоуглеродистой стали, обладающей высокой магнитной проницаемостью. Сверху корпус закрыт металлической шайбой 4 с пробкой 5, а снизу – листом 11 из латуни, обладающей значительной магнитной проницаемостью. Ток к электромагниту подводят по гибкому кабелю, который подключают к зажимам 7 в коробке 6. На трех цепях 8 электромагнит подвешивают к рым-кольцу, которое навешивают на крюк крана.



Катушка электромагнита работает от постоянного тока напряжением 220 В, для получения которого на грузоподъемном кране устанавливают специальный преобразователь переменного тока в постоянный.

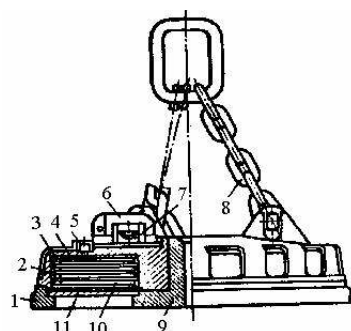


Рисунок 4.94 – Круглый подъемный электромагнит

Наиболее распространены электромагнитные ГУ круглой формы. При необходимости перегрузки грузов продольной формы можно применять прямоугольные электромагниты (рисунок 4.95) или, что чаще делается, траверсы с подвешенными к ним круглыми электромагнитными (рисунок 4.96, а) или прямоугольными (рисунок 4.96, б) ГУ.

При подъеме грузов электромагнитными ГУ всегда имеется опасность отрыва и падения груза при случайном выключении электроэнергии или по каким-либо другим причинам. Для предотвращения возможности такой аварии электромагнитные ГУ оборудуют предохранительными устройствами, имеющими отдельный электропривод (рисунок 4.97).

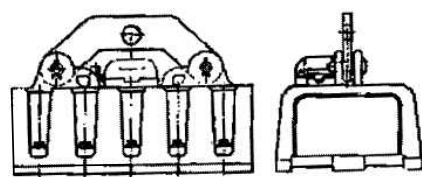


Рисунок 4.95 – Прямоугольные электромагниты

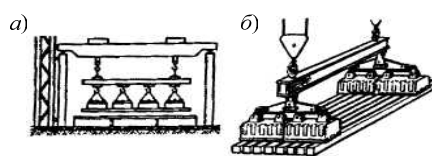


Рисунок 4.96 – Траверсы

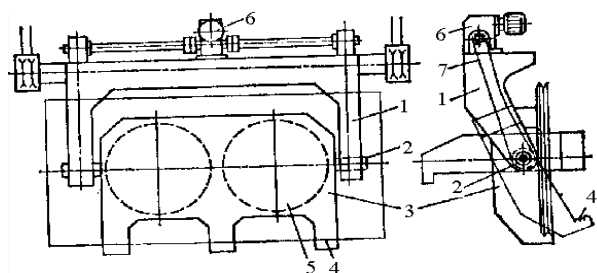


Рисунок 4.97 – Предохранительные устройства

Подвешиваемый к крюку крана П-образный корпус 1 имеет гнезда, в которых на цапфах 2 вращается плита 3 с выступающим бортом 4. В плиту вмонтированы серийные подъемные электромагниты 5. На корпусе 1 размещен механизм 6 поворота плиты, связанный с цапфами цепной передачей 7.

Для транспортирования листового металла плиту устанавливают в горизонтальное положение, и ГУ опускается на груз.

С притянутым к электромагнитам грузом ГУ поднимается, и плита переводится в наклонное положение, так что груз может опираться на плиту и ее борт, находящийся внизу. При выключении тока падения груза не произойдет.

По другой схеме работает электромагнитное ГУ (рисунок 4.98), предназначенное для перегрузки труб большого диаметра. ГУ имеет траверсу 1, к которой подвешено несколько, в зависимости от длины трубы, подъемных электромагнитов 4. К траверсе 1 при помощи шарнирного четырехзвенника 3 прикреплены подхватные лапы 5, подводимые свободными концами под трубу зубчато-рычажным приводным механизмом 2. Транспортирование трубы безопасно даже при отключении электромагнита, а также механизм 5 выполнен самотормозящимся.

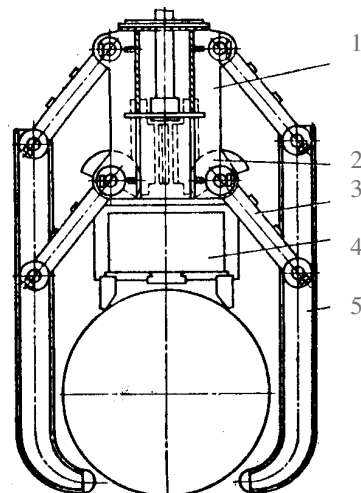


Рисунок 4.98 – Электромагнитное грузозахватное устройство для перегрузки труб большого диаметра

Большой эффект по повышению безопасности работ и экономии электроэнергии может быть достигнут применением магнитно-грейферных захватов при перегрузке длинномерного круглого проката (рисунок 4.99).

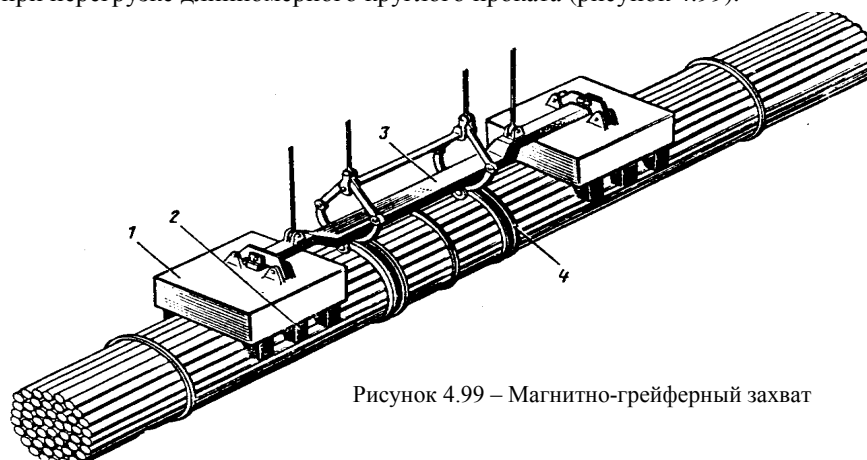


Рисунок 4.99 – Магнитно-грейферный захват

ГУ содержит два электромагнита 1, смонтированных на общей траверсе 3 и оборудованных полюсными насадками 2 специальной конфигурации, а также рейферный захват 4. При опускании груза на груз сначала включается питание электромагнитов, которыми производится подъем на высоту 0,5–1,0 м. Затем включается рейферный захват, который после отключения электромагнитов принимает груз на себя. В таком состоянии производится транспортировка груза до места укладки. Здесь при опускании груза на высоте 0,5–1,0 м включаются электромагниты, принимая груз на себя, а челюсти рейфера раскрываются. Далее груз, удерживаемый только электромагнитами, опускается и укладывается на складскую площадку или транспортное средство.

В производственной практике иногда используются в качестве грузоподъемных устройств постоянные магниты. Их применяют для подъема относительно небольших по массе плоских ферромагнитных грузов. Удобство их применения заключается в независимости от внешних источников энергопитания и большей безопасности производства работ. Груз захватывается при непосредственном опускании на него магнита, для отсоединения магнитного ГУ от груза требуются специальные устройства, замыкающие магнитный поток внутри ГУ и тем самым выключающие груз из взаимосвязи с магнитом. Масса такого ГУ составляет 114 кг, грузоподъемность 500 кг. Габаритные размеры: длина – 430 мм, ширина – 210 мм, высота – 550 мм.

Принцип действия *вакуумных захватов* заключается в том, что в установленной на поверхности груза камере создается разрежение воздуха (вакуум), в связи с чем возникает сила взаимодействия (притяжения) между грузом и захватом. Преимущества вакуумных ГУ:

- удобство и быстрота захвата и освобождения перегружаемых изделий, особенно крупногабаритных, у которых нет выступающих частей, необходимых для соприкосновения с обычными типами грузозахватов;
- жесткая связь с транспортируемым элементом, что позволяет легко изменить его положение в пространстве;
- сохранность поверхности изделий и конструкций, особенно шлифованных и полированных.

В среднем на 1 кг массы поднимаемого груза требуется 1,2–1,3 см<sup>2</sup> рабочей площади захвата.

Классификация вакуумных ГУ приведена на рисунке 4.100.

В безнасосных ГУ вакуум создается однократным изменением объема полости вакуумной захватной камеры (ВЗК) под действием веса поднимаемого груза.

Гибкие тарельчатые ГУ характерны тем, что вакуум в них создается разрежением воздуха при деформации резиновой камеры (рисунок 4.101, а).

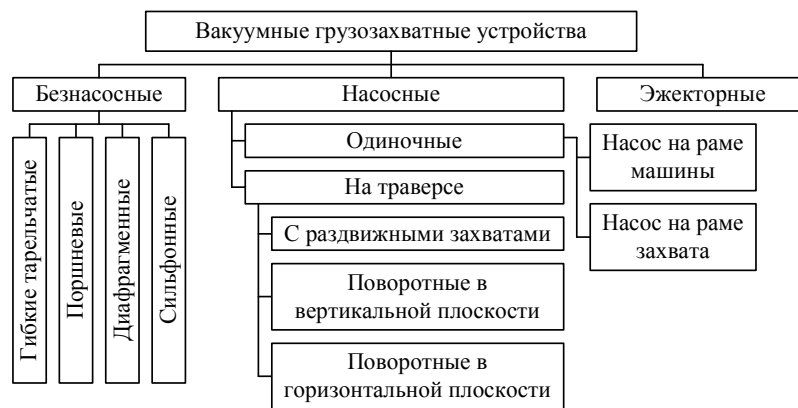


Рисунок 4.100 – Классификация вакуумных грузозахватных устройств

Поршневые вакуумные ГУ (рисунок 4.101, б) характерны тем, что вакуум в ВЗК создается за счет изменения объема, соединенного с ВЗК цилиндра при перемещении поршня в цилиндре или, наоборот, при перемещении самого цилиндра относительно поршня.

Диафрагменные вакуумные ГУ (рисунок 4.101, в) близки по принципу действия поршневым ГУ, так как изменение объема ВЗК в них осуществляется перемещением эластичной диафрагмы. Применение диафрагмы вместо поршня значительно уменьшает натекание атмосферного воздуха в ВЗК.

Сильфонные вакуумные захваты с гофрированным складывающимся цилиндром по конструкции и принципу действия аналогичны диафрагменным (рисунок 4.101, г).

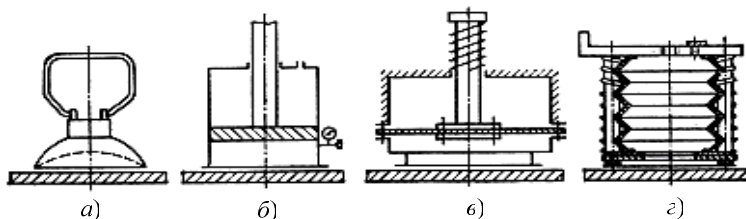


Рисунок 4.101 – Безнасосные вакуумные грузозахватные устройства

Все большее применение находят безнасосные захваты с переменным объемом полости вакуумной камеры, которые могут быть с ручным, механическим, пневматическим или гидравлическим приводом, а также самоваккумирующиеся (под действием груза). Основное их преимущество – простота конструкции благодаря отсутствию вакуумных насосов и независимость от источников энергии.

Эжекторные устройства конструктивно проще, чем насосные (рисунок 4.102), однако из-за того, что в них невозможно получить достаточное разрежение, приходится применять ВЗК больших размеров. Для использования

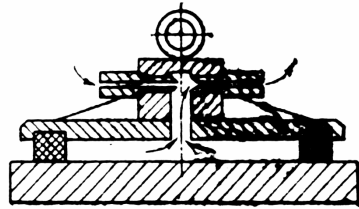


Рисунок 4.102 – Эжекторные грузозахватные устройства

эжекторных устройств необходимо также подводить к вакуумному захвату шлангами сжатый воздух, что не всегда осуществимо, особенно если грузы надо перемещать на значительное расстояние. Поэтому такие захваты в основном применяют в стационарных заводских условиях для транспортирования изделий небольшой массы с гладкой поверхностью.

Вакуумные ГУ с расположением насосного оборудования на одной раме с захватными камерами (автономные вакуумные ГУ) (рисунок 4.103) имеют гибкую связь с краном, причем насосное оборудование, приборы контроля и управления объединяются с захватными камерами в единый автономный вакуум-захватный агрегат.

Автономные вакуум-захватные агрегаты могут применяться без каких-либо изменений на любом кране, имеющем соответствующую грузовую характеристику, и практически не требуют переоборудования и изменения его конструкции.

Управление автономным вакуумным ГУ производится вспомогательным персоналом (стропальщиком и др.) или крановщиком с пульта управления, расположенного в кабине крана.

Вакуумные ГУ с расположением насосного и вспомогательного оборудования на раме рабочей машины (крана) могут иметь с машиной как гибкую, так и жесткую связь. Их недостаток – необходимость подводки гибких шлангов к вакуумным камерам. ГУ особенно эффективны, когда жестко закреплены на стреле, манипуляторе или другом рабочем органе подъемно-транспортной машины.

Траверса с вакуумными захватами для транспортирования листового материала (рисунок 4.104) выполнена в виде ножниц с плечами. Они могут плавно раздвигаться и сдвигаться на требуемый размер при помощи винтового устройства, приводимого электродвигателем через редуктор. Три вакуумных захвата шарнирно прикреплены к траверсе. Управление осуществляется через выносной пульт по гибкому кабелю.

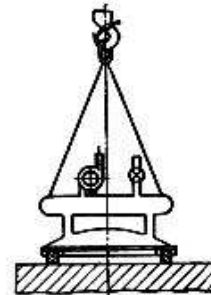


Рисунок 4.103 – Автономные вакуумные грузозахватные устройства

Для подъема и транспортирования грузов с возможностью их поворота в вертикальной (рисунок 4.105) или горизонтальной (рисунок 4.106) плоскости траверсы выполняют с поворотными вакуумными захватами.

На рисунке 4.105 показана вакуумная грузозахватная траверса, для которой предусмотрен поворот плоских грузов из горизонтального положения в вертикальное при помощи двух гидротолкателей. Основными узлами являются подвесное устройство, рама и захватная траверса. Вакуумные захваты подвешивают на пружинах в сферических подпятниках. Грузоподъемность ГУ – 3,2 т.

Траверса, поворотная в горизонтальной плоскости (см. рисунок 4.106), может поворачиваться на 90°. Грузоподъемность – 2,5–8,0 т.

Вакуумные захваты всех рассмотренных типов могут иметь ручное, автоматизированное или дистанционное управление.

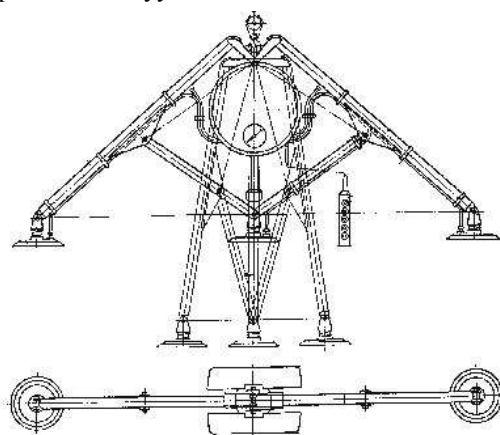


Рисунок 4.104 – Траверса с вакуумными захватами для транспортирования листового материала

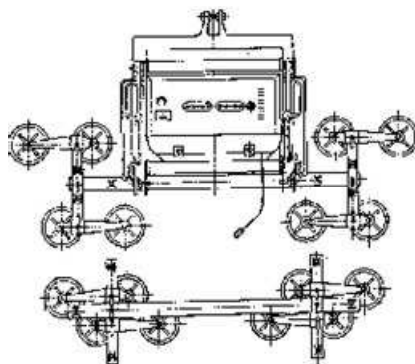


Рисунок 4.105 – Вакуумная поворотная грузозахватная траверса в вертикальной плоскости

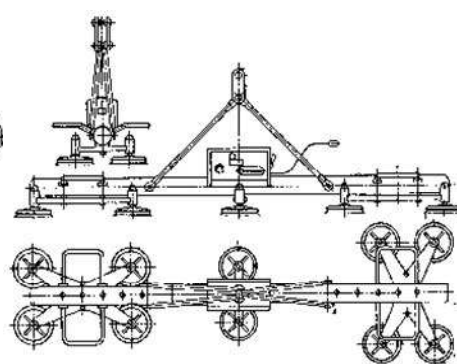


Рисунок 4.106 – Вакуумная поворотная грузозахватная траверса в горизонтальной плоскости

*Грейферы* – это грузозахватные приспособления в виде раскрывающихся челюстей, позволяющие механизировать и автоматизировать процесс перегрузки всех видов сыпучих грузов (каменного угля, руды, песка,

гравия, щебня и др.), а также некоторых штучных грузов (металлолома, круглого леса).

В зависимости от системы подвески и кинематической схемы привода челюстей грейферы разделяют на канатные и приводные. В канатных грейферах подвеску и замыкание челюстей осуществляют с помощью гибкого органа (каната) и лебедки. В свою очередь их разделяют на одноканатные и многоканатные. У приводных грейферов имеется механизм принудительного закрытия и открытия челюстей. Он располагается рядом с грейфером или вне его.

Классификация приводных грейферов для сыпучих и кусковых грузов приведена на рисунке 4.107.



Рисунок 4.107 – Классификация приводных грейферов для сыпучих и кусковых грузов

Приводные грейферы навешиваются на крюк крана и связываются питающим кабелем, по которому подается электроэнергия к приводу замыкания челюстей, смонтированному на грейфере. Если на грейфере смонтировано только исполнительное устройство (гидроцилиндр, пневмоцилиндр), конструкция его упрощается, но требуется подвод к приводу жидкости или воздуха, что не всегда возможно.

У двухчелюстного грейфера с горизонтальным винтом 5 (рисунок 4.108) цепной привод 2 и 6 получают от электродвигателя 1. Винт имеет правую и левую резьбу, по которой перемещаются гайки 4, жестко связанные с рыча-

гами 3, закрепленными на челюстях 7. Предохраняет привод от перегрузки защитное устройство: статор электродвигателя может поворачиваться и уравновешен пружиной 8, с помощью которой регулируется момент сопротивления по вороту. При перегрузке грейфера в процессе замыкания или после полного открытия челюстей движущий момент электродвигателя, преодолевая сопротивление пружины 8, поворачивает статор; тяга 9, воздействуя на кулачок 10, перемещается, и конечный выключатель 11 отключает электродвигатель.

У секторных грейферов (рисунок 4.109) привод замыкания челюстей 1 осуществляется от электродвигателя через редуктор и консольные шестерни 3. Последние взаимодействуют с зубчатыми венцами 2, жестко связанными с челюстями.

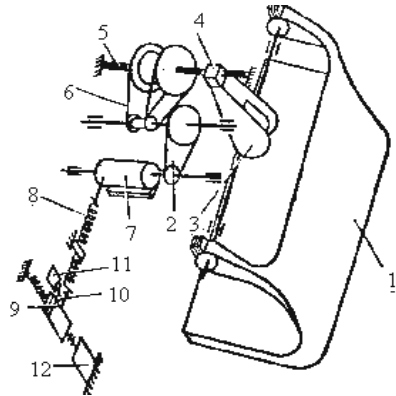


Рисунок 4.108 – Двухчелюстной грейфер

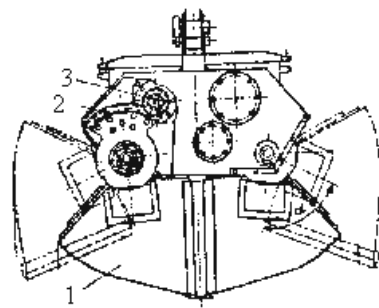


Рисунок 4.109 – Секторный грейфер

У грейфера с винтовыми тягами (рисунок 4.110) электродвигатель установлен на траверсе 3. Конические зубчатые колеса, находящиеся в шарнирных соединениях 1 и 2, соединены с винтами 4, которые взаимодействуют с челюстями 5.

Схема приводного грейфера с электролебедкой приведена на рисунке 4.111. Работает грейфер аналогично двухканатному. Открытие и закрытие челюстей выполняется канатом, соединенным с челюстями и барабаном лебедки.

Схема многочелюстного приводного грейфера с электромеханическим винтовым приводом приведена на рисунке 4.112. Эти грейферы используют для захватывания крупнокусковых материалов, а также таких, как дрова, металлическая стружка. Они могут быть четырех-, шести- и восьмичелюстными.



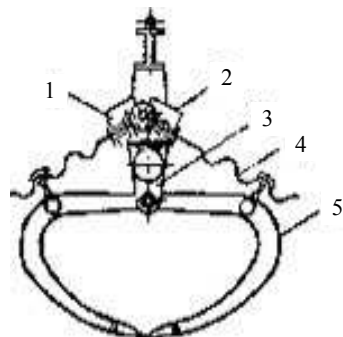


Рисунок 4.110 – Грейфер с винтовыми тягами

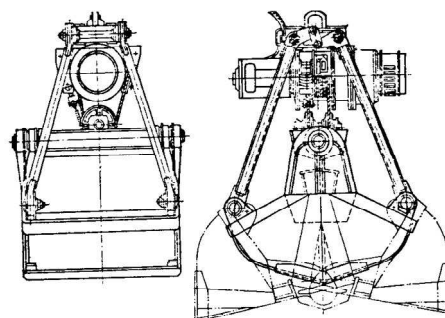


Рисунок 4.111 – Приводной грейфер с электролебедкой

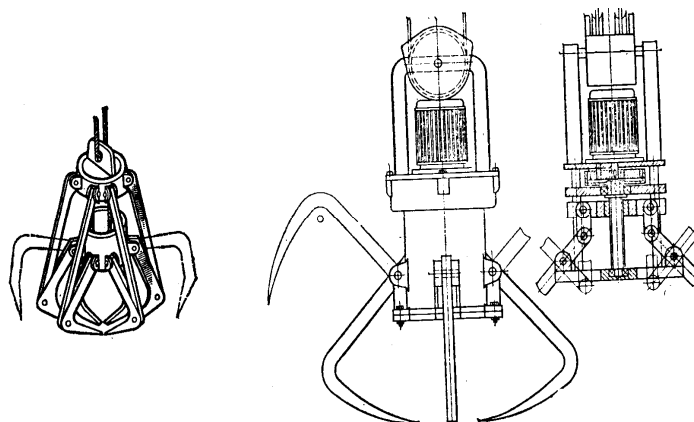


Рисунок 4.112 – Схема многочелюстного приводного грейфера с электромеханическим винтовым приводом

Для работы в ограниченном пространстве используются грейферы с гидравлическим приводом с неизменяемыми габаритами челюстей (рисунок 4.113). Неизменяемость габарита грейфера обеспечивается перемещением челюстей 5 по двум направляющим – пазам в раме 1 и на самой челюсти (паз 4). Чтобы снизить сопротивление перемещению, установлены ролики качения на челюсти и на кольце 3 рамы. Привод челюстей осуществляется гидроцилиндром 2.

Если насосная установка находится не на грейфере, высота грейфера может быть минимальной (рисунок 4.114) благодаря установке гидроцилиндров 1, вмонтированных в челюсть 2.

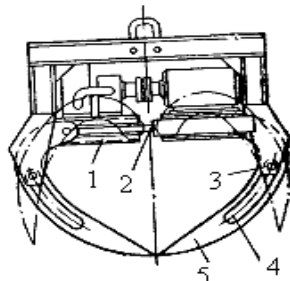


Рисунок 4.113 – Грейфер с гидравлическим приводом с неизменяемыми габаритами челюстей

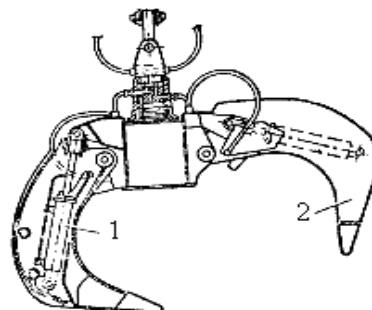


Рисунок 4.114 – Грейфер с гидравлическим приводом, расположенным вне грейфера

Гидравлический грейфер с устройствами для автоматической очистки челюстей от липких материалов приведен на рисунке 4.115. На оси поворота челюстей 1 установлены скребки 2, которые тягами 3 связаны с верхним шарниром 4 крепления силового гидроцилиндра 5. При открывании челюстей скребки выталкивают груз (штриховой линией показано взаимное положение челюстей и скребков в конце высыпания груза).

Схема подгребающего грейфера с раздвижной рамой и гидравлическим приводом приведена на рисунке 4.116.

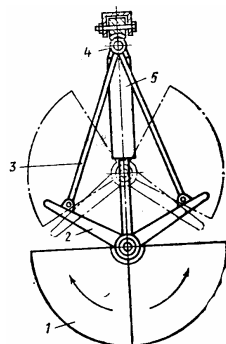


Рисунок 4.115 – Гидравлический грейфер с устройством для очистки челюстей

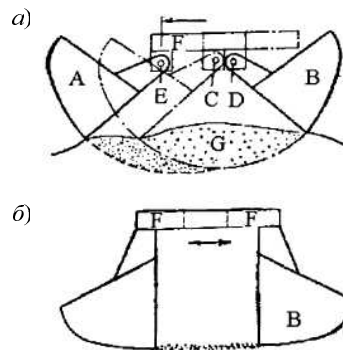


Рисунок 4.116 – Подгребающий грейфер с раздвижной рамой и гидравлическим приводом

Обе челюсти грейфера *A* и *B* раздвижные и установлены на телескопически раздвигаемой раме *F – F*. Вокруг осей *C* и *D* челюсти поворачиваются при помощи гидротолкателя. Раздельные приводы позволяют использовать поворот челюстей и раздвижение рамы в различных комбинациях, обеспечивая наилучшие условия зачерпывания груза. Сочетанием поворота челю-

стей с прямолинейным их движением можно получить роющую траекторию большой кривизны (см. рисунок 4.116, *а*) или более пологую. Только поступательное движение обеспечивает захват материала, рассыпанного таким слоем (см. рисунок 4.116, *б*).

Придавая возможность челюстям многочелюстного грейфера поочередно внедряться в кусковый материал, можно добиться их лучшего проникновения и тем самым повысить его зачерпывающую способность, так как вес грейфера концентрируется только на части челюстей. В средней части грейфера (рисунок 4.117) вдоль вертикальной оси расположен гидроцилиндр 2, верх которого соединен с верхней траверсой 1, шарнирно связанной с подпружиненными телескопическими тягами 3. Шток гидроцилиндра связан с нижней траверсой 4, к которой шарнирно присоединены челюсти 5, а концы подпружиненных тяг – с челюстями 5. При захвате груза, когда одна из челюстей 5 встречает повышенные сопротивления, соответствующая пружина 6 отжимается, усилия внедрения перераспределяются и сосредотачиваются на оставшейся челюсти.

Схема двухчелюстного грейфера с пневматическим приводом с одним пневмоцилиндром 1 приведена на рисунке 4.118, а многочелюстного с индивидуальными приводами каждой челюсти – на рисунке 4.119.

Рисунок 4.117 – Грейфер с гидравлическим приводом и подпружиненными челюстями

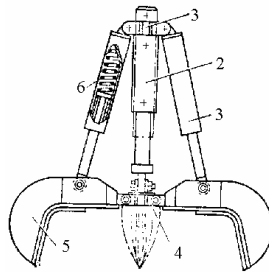
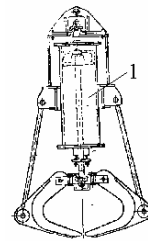


Рисунок 4.118 – Двухчелюстной грейфер с пневмоприводом



Приводом замыкания челюстей в грейфере, показанном на рисунке 4.120, служит электромагнит 10. Одновременно он увеличивает зачерпывающую способность челюстей при захвате измельченной стружки. Большим звеном, находящимся в середине цепи 8, грейфер подвешивается на крюк крана. Управляют им дистанционно из кабины крана. Когда электромагнит выключен, средняя обойма 5 находится внизу на амортизаторах 11. Во время подъема крюка верхняя обойма 6 движется вверх до упора амортизаторов 7 в гайки 9, длинные наружные цепи 2 натягиваются и челюсти 1 грейфера раскрываются до предела. Теперь для захвата стружки достаточно грейфер установить над ее кучей и опускать крюк крана (последовательно, и верхнюю обойму) до прикосновения подъемного электромагнита с выступом средней обоймы, после чего включается электро-

магнит. При подъеме крюка верхняя и средняя обоймы увлекаются вверх (так как возбужден электромагнит). Внутренние короткие цепи 3 натягиваются, плавно смыкая челюсти. Грейфер со стружкой транспортируется к месту разгрузки, и крановщик выключает электромагнит. Средняя обойма отрывается от верхней и под действием собственного веса и веса стружки скользит вниз по направляющим тягам 4. При этом внутренние цепи ослабевают, а наружные натягиваются, поворачивая челюсти вокруг осей. Стружка высыпается.

Рисунок 4.119 – Многочелюстной грейфер с пневмоприводом

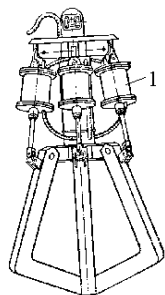
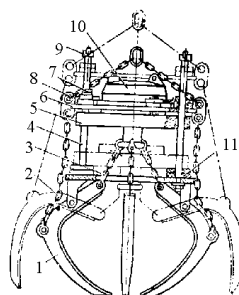


Рисунок 4.120 – Многочелюстной грейфер с электромагнитным приводом



Классификация канатных грейферов для сыпучих и кусковых грузов приведена на рисунке 4.121.

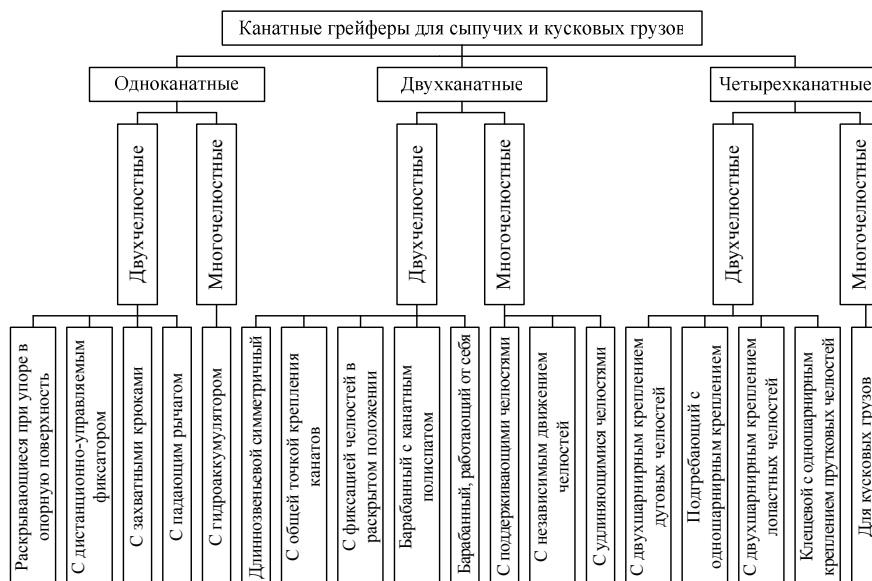


Рисунок 4.121 – Классификация канатных грейферов для сыпучих и кусковых грузов

У одноканатного грейфера (рисунок 4.122) грузовые канаты 3 проходят через блоки полиспаста верхней траверсы 2 и нижней головки 8. В закрытом состоянии грейфер удерживается специальным замком 7, размыкающимся при опускании на груз. Челюсти 5 грейфера соединены шарнирно на нижней траверсе 6 и тягах 4. В момент зачерпывания груза головка 8 и траверса 6 соединены между собой захватами замка 7, расположенными на траверсе 6. Одноканатными грейферами называют такие, у которых подъем или спуск и закрывание челюстей осуществляется одним грузовым канатом.

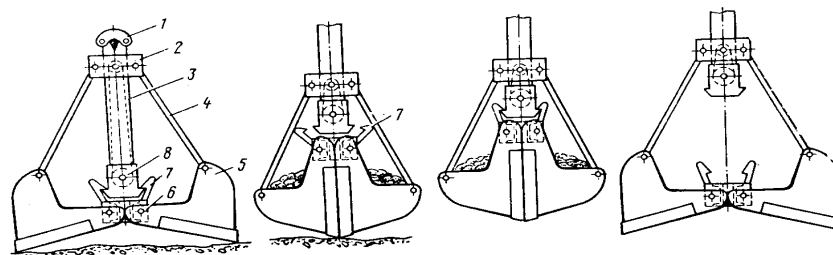


Рисунок 4.122 – Одноканатный грейфер

При подъеме краном грейфера за скобу 1, которая служит для навешивания грейфера на крюк механизма подъема, происходит сближение траверсы 2 и головки 8. При этом челюсти, поворачиваясь на своих шарнирах на траверсе 6, внедряются в груз, и грейфер заполняется. После замыкания челюстей грейфер перемещается к месту разгрузки и опускается на поверхность груза, захваты 7 раскрываются, а головка 8 отсоединяется от нижней траверсы 6. Затем, поднимая скобу 1, поднимают верхнюю траверсу 2, что приводит к раскрытию грейфера и его опорожнению.

Для нового зачерпывания груза раскрытый грейфер кладут на материал, опускают головку 8 и соединяют ее с захватами 7.

В грейферах, раскрывающихся при упоре в опорную поверхность, обеспечивается плавное и безударное раскрытие челюстей и их опорожнение над разгрузочной поверхностью на небольшой высоте.

Одноканатные грейферы с дистанционно-управляемым фиксатором позволяют выгрузить груз на различной высоте (рисунок 4.123). Грейфер навешивается на крюк крана петлей подвижной штанги 1 с зубом 2, который может сцепляться с поворотным подпружиненным зубом 3 нижней траверсы 6. Для расцепления зуб 3 может быть оттянут управляемым канатом 5, огибающим блок 4. Челюсти 7 связаны шарниром 8 с нижней траверсой 6 и посредством тяг 9 – с верхней траверсой 10.

При разомкнутых зубьях 2, 3 челюсти грейфера раскрыты (положение I). Далее грейфер опускается на материал (II). При опускании штанги 1 зуб 2 сцепляется с нижней траверсой. При подъеме штанги челюсти постепенно замы-

каются, захватывая материал, а после полного их смыкания грейфер поднимается (III). Для раскрытия челюстей необходимо разомкнуть зубья 2 и 3, воздействуя канатом 5 на зуб 3 (IV). Из-за отсутствия внутреннего полиспаста у грейферов рассматриваемой конструкции сила на кромках челюстей невелика. Этим объясняется малое применение этих грейферов.

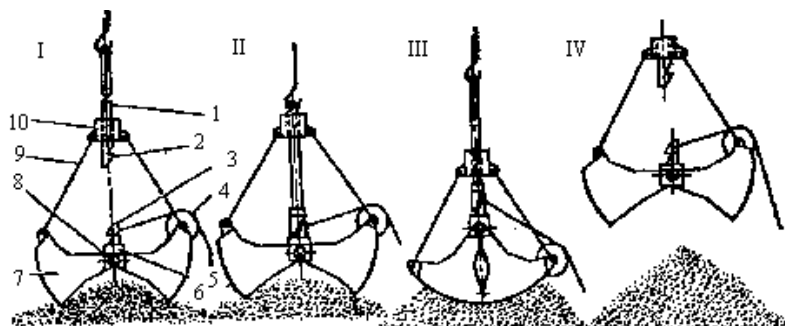


Рисунок 4.123 – Одноканатный грейфер с дистанционно-управляемым фиксатором

Грейфер с подпружиненными крюками в качестве замыкающего механизма, раскрывающийся при упоре на материал (рисунок 4.124), состоит из подвижной подъемной траверсы 3, которая свободно сидит на направляющем штоке 2, крюков 4, шарнирно соединенных с ней, пружин 1, захватных челюстей 6, тяг 7, при помощи которых направляющий шток соединен с челюстями, и осей 5, закрепленных на них. Заполненный грейфер опускается на опору (груз). При этом траверса под действием собственного веса скользит вниз по штоку и крюки захватывают челюсти за оси (см. рисунок 4.124, а). После подъема грейфера челюсти раскрываются и груз высыпается. Челюсти остаются открытыми. При повторном опускании грейфера на опору траверса опускается вниз и крюки выходят из зацепления с осями (см. рисунок 4.124, б), так как под действием пружин занимают вертикальное положение. Дальнейший подъем грейфера сопровождается захватом груза.

Рисунок 4.124 – Грейфер с подпружиненными крюками в качестве замыкающего механизма, раскрывающийся при упоре на материал

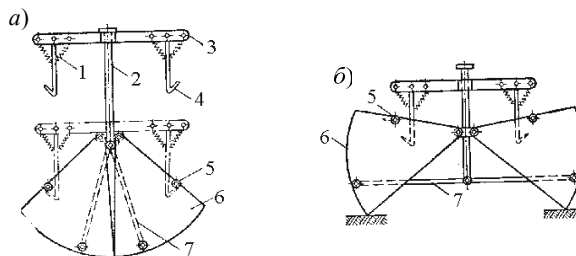


Схема одноканатного многочелостного грейфера с гидроаккумулятором приведена на рисунке 4.125. Работа грейфера основана на использовании

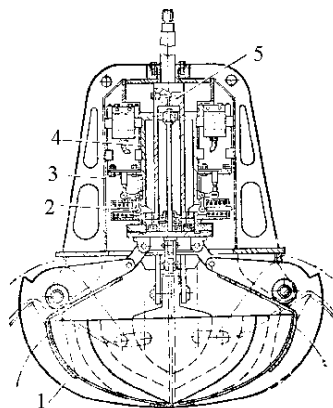


Рисунок 4.125 – Схема одноканатного многочелостного грейфера с гидроаккумулятором

энергии аккумуляторов для снижения динамических нагрузок. В корпусе 3 подвижно установлен большой гидроцилиндр 4, внутри которого находится цилиндр 5, неподвижно связанный с корпусом 3 и являющийся поршнем большого цилиндра. Полости гидроцилиндра 4 связаны с гидроаккумуляторами. На корпусе его смонтирована нижняя траверса с серьгами для крепления челюстей 1 (грейфер многочелостной) и подпружиненные защелки 2, управляемые электромагнитами (на схеме не показаны). При установке раскрытого грейфера на груз подвижный гидроцилиндр 4 перемещается до тех пор, пока поршень его не будет зафиксирован в нижнем положении защелками 2. Подъемом грейфера закрываются челюсти

и захватывается материал. При этом рабочая жидкость заполняет внутреннюю полость гидроцилиндра 4. Для открытия челюстей включают электромагниты, которые выводят защелки 2 из зацепления с поршнем неподвижного цилиндра 5, цилиндр 4 опускается и челюсти раскрываются. Рабочая жидкость медленно перетекает из полости цилиндра 4 в гидроаккумуляторы, благодаря чему снижаются скорость раскрытия челюстей и динамические нагрузки.

У двухканатных грейферов (рисунок 4.126) одна группа канатов служит для удержания, а другая – для размыкания и замыкания челюстей. Подъемный механизм таких грейферов имеет двухбарабанную лебедку. Грейфер состоит из двух челюстей, соединенных шарнирно с помощью тяг 3 к верхней обойме 4, которая подвешена на грузовых канатах 6. Нижний шарнир 2, соединяющий внутренние концы челюстей, подвешен к канатам 5 замыкания грейфера. Канаты 5 наматываются на грейферный барабан 8, а канаты 6 – на грузовой 7. Когда грейфер висит на грузовых канатах, а замыкающие сматываются с барабана 8, грейфер под действием собственного веса и веса нижней обоймы шарнира 2 раскрывается. При одновременном опускании грузовых и замыкающих канатов грейфер независимо от положения челюстей опускается и ложится на груз. При выборе замыкающих канатов челюсти грейфера смыкаются, захватывая груз. После замыкания челюстей включаются подъемные канаты, которые синхронно движутся с замыкающими канатами, и происходит подъем грейфера с замкнутыми челюстями.

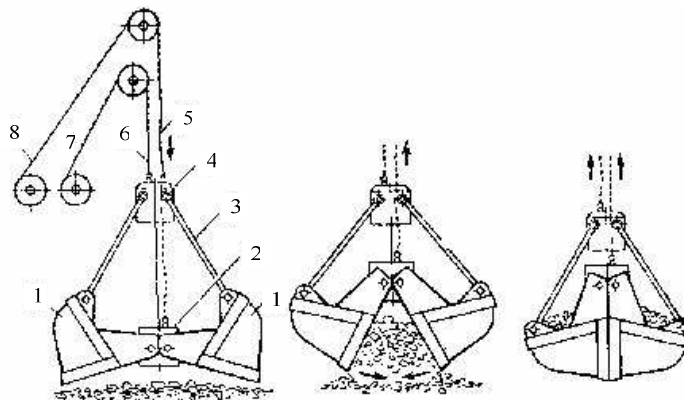


Рисунок 4.126 – Двухканатный грейфер

Типовой грейфер двухканатный длиннозвеньевой симметричный представлен на рисунке 4.127.

Челюсти грейфера 1 шарнирно крепятся к нижней траверсе 2 и посредством длинных тяг 3 (отсюда и определение длиннозвеньевой) – к верхней головке 4. На головке и траверсе расположены блоки 5 замыкающего полиспаста. Один из недостатков двухканатных грейферов тот, что в процессе подъема в грузе состоянии более 70 % нагрузки (общего веса грейфера и материала) приходится на замыкающий канат, поскольку скорость наматывания его на барабан должна быть несколько больше скорости наматывания поддерживающего каната, чтобы избежать самопроизвольного раскрытия челюстей.

Этот недостаток устранен в грейфере с общей точкой крепления замыкающего и поддерживающего канатов (рисунок 4.128), где замыкающий 5 и поддерживающий 4 канаты крепятся в общей точке, связанной с верхней головкой 1 гибкой связью 3 (цепью).

При замыкании челюстей 6 и подъеме грейфера усилия поровну распределяются между канатами, поэтому диаметр их может быть одинаковым. Когда груз высыпается, верхняя головка, поддерживаемая канатом 4 посредством цепи 3, остается неподвижной, а при размыкании замыкающего каната 2 челюсти раскрываются.

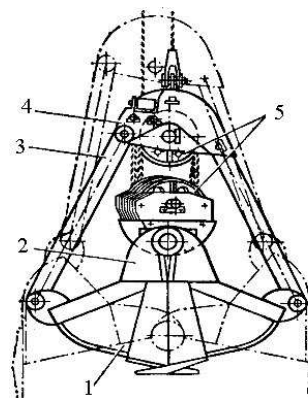


Рисунок 4.127 – Типовой грейфер двухканатный длиннозвеньевой симметричный



В двухбарабанных лебедках очень трудно добиться одинаковой скорости сматывания канатов. Поэтому при опускании раскрытого грейфера на груз из-за несколько меньшей скорости замыкающего каната челюсти могут полностью не раскрыться. Этот недостаток устранен в грейферах с фиксацией челюстей в раскрытом положении (рисунок 4.129).

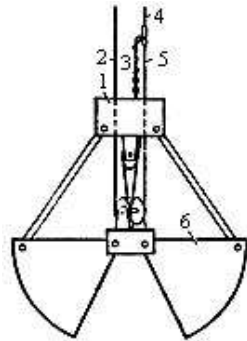


Рисунок 4.128 – Грейфер с общей точкой крепления замыкающего и поддерживающего канатов

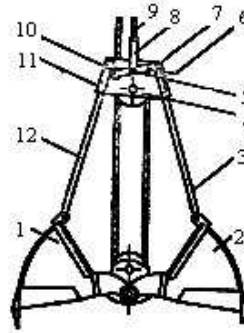


Рисунок 4.129 – Грейфер с фиксацией челюстей в раскрытом положении

Установка между верхними концами тяг 12 и 3 упора 6 обеспечивает опускание грейфера полностью раскрытым. Упор этот крепится к одной из тяг 3 шарнирно в точке 7, а с другой – тягой 12 взаимодействует через ролик 10. При раскрытии грейфера верхние концы тяг 12 и 3 на шарнирах 11 разворачиваются в сторону от верхней головки 4 и в таком положении фиксируются упором 6, воспринимающим 50 % нагрузки – собственного веса грейфера, фиксируя в раскрытом положении челюсти 1 и 2 даже при неравномерной скорости сматывания канатов. После установки грейфера на груз поддерживающий канат ослабляется, упор 6 поворачивается и не препятствует смыканию челюстей.

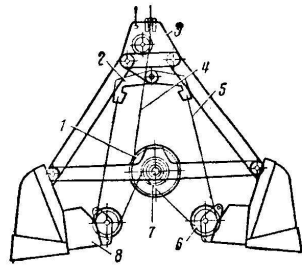


Рисунок 4.130 – Барабанный грейфер с канатным полиспастом

У барабанного грейфера с канатным полиспастом (рисунок 4.130) замыкающий канат 4 запасован одним витком на барабане 1 большого диаметра, установленном на оси промежуточной траверсы. Соосно с ним установлены два малых барабана 7, на которые наматываются канаты 5 замыкающего полиспаста, включающего блоки 6 и балансир 2 для выравнивания усилий в них, установленный на верхней головке 3 грейфера. Крутящий момент на барабане 1 при подъеме

закрывающего каната 4 передается на малые барабаны 7, жестко связанные с большим, и при наматывании канатов 5 челюсти смыкаются. Раскрываются челюсти под действием собственного веса при ослаблении замыкающего каната.

Барабанный грейфер, работающий от себя, удобен для работы в ограниченном пространстве (рисунок 4.131).

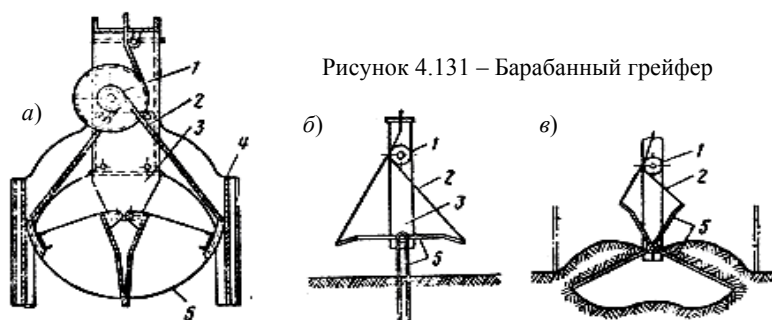


Рисунок 4.131 – Барабанный грейфер

Схема подвески челюстей 5 (см. рисунок 4.131, а) на траверсе 3 и крепления канатов 2 такова, что при наматывании последних на барабаны 1 челюсти размыкаются, зачерпывая материал (см. рисунок 4.131, б, в). Тем самым материал челюстями не сжимается, что неизбежно при работе других грейферов. Но количество зачерпываемого груза определяется только первоначальным заглублением грейфера, поскольку челюсти его «выходят» из материала, а не внедряются в него.

Крупнокусковые материалы перегружают многочелюстными грейферами (четырёх-, шести- и восьмилепестковыми), форма челюстей у которых остроугольная клиновидная. Однако, чтобы зачерпывать разносортный материал многочелюстными грейферами, требуется соблюдать два условия: предотвратить просыпание мелких фракций и заклинивание челюстей. Многочелюстной грейфер, представленный на рисунке 4.132, с дополнительными поддерживающими челюстями удовлетворяет этим требованиям.

Челюсти грейфера шарнирно смонтированы на нижней траверсе 9 и посредством тяг 11 связаны с промежуточной траверсой 4. На обеих траверсах установлены блоки 2 и 8 замыкающего полиспаста. На оси блока 2 закреплены тяги 5, которые открывают и закрывают две дополнительные поддерживающие челюсти 1, шарнирно закрепленные в точках 6 корпуса 12. Блоки 2 и 8 в корпусе 12 движутся по направляющей 3. Она же связывает поддерживающие канаты с корпусом 12. В исходном открытом положении (см. рисунок 4.132, а) поддерживающие челюсти не взаимодействуют с грузом, опираясь на упоры 7. Груз зачерпывается при вытягивании замыкающего каната (на схеме не показан). При этом блоки 2 и 8 замыкающего полиспаста сближаются и

многочелюстной грейфер 10 захватывает материал. При дальнейшем вытягивании замыкающего каната траверсы 4 и 9 поднимаются вверх, перемещаясь по направляющей 3. При этом смыкаются дополнительные поддерживающие челюсти 1, зачищая дно выемки и предотвращая высыпание мелких фракций груза (см. рисунок 4.132, б).

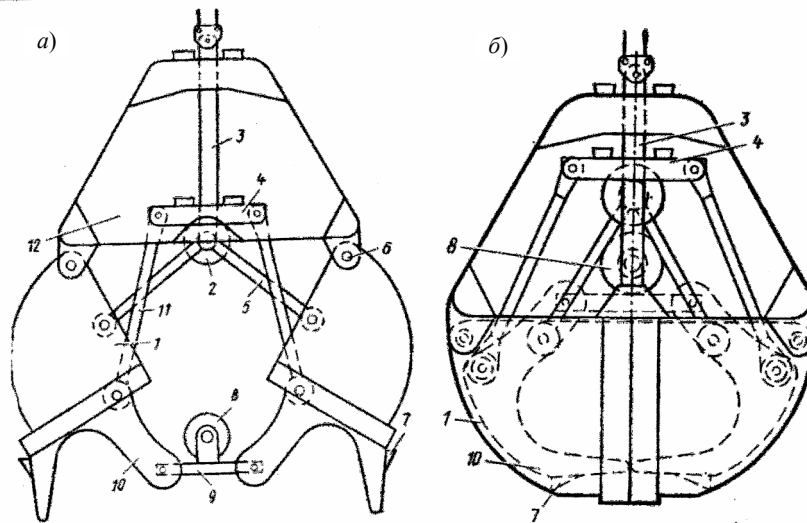


Рисунок 4.132 – Многочелюстной грейфер с поддерживающими челюстями

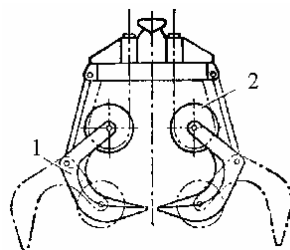


Рисунок 4.133 – Многочелюстной грейфер с независимым движением челюстей

В многочелюстных грейферах с независимым движением челюстей при остановке одной из них остальные продолжают двигаться. Выполнить такую конструкцию можно, установив блоки 2 замыкающего полиспаста на каждой челюсти 1 (рисунок 4.133).

Четырехканатный грейфер с удлиняющимися челюстями (рисунок 4.134) для сыпучих грузов состоит из двух челюстей 1 и системы полиспастов 8, обеспечивающих их смыкание и размыкание в заданных положениях. Раскрытие челюстей при опускании сочетается с одновременным раздвиганием их. Открытый грейфер, подвешенный на двух поддерживающих канатах 5 (замыкающие канаты 2 ослаблены), опускается на груз. При натяжении замыкающих канатов челюсти закрываются, причем вначале они сдвигаются вдоль направляющих рам 3 до упора в рамы 4, а

затем закрываются, вращаясь вокруг верхней траверсы 6. Наполненный грузом грейфер на замыкающих канатах при ослабленных поддерживающих канатах подается к месту разгрузки, где поддерживающие канаты натягиваются, а замыкающие – ослабляются. Челюсти под воздействием тяг и полиспастов открываются, груз высыпается. Дальнейшее ослабление замыкающих канатов заставляет каждую из челюстей перемещаться в крайнее положение. Раскрытие ограничивается упором нижней траверсы 7 в верхнюю 6.

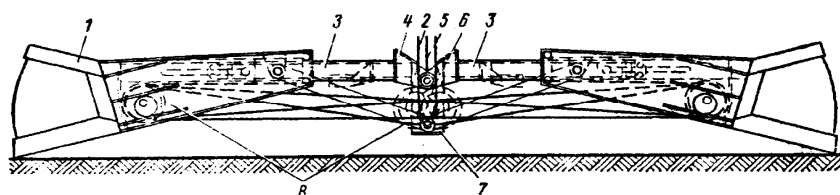


Рисунок 4.134 – Четырехканатный грейфер с удлиняющимися челюстями

Схема грейфера четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением дуговых челюстей приведена на рисунке 4.135, четырехканатного, двухчелюстного, подгребающего (штивующего) с одношарнирным креплением плоских челюстей – на рисунке 4.136, четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением лопастных челюстей – на рисунке 4.137, клещевого четырехканатного, двухчелюстного с одношарнирным креплением прутковых челюстей на рисунке 4.138, четырехканатного четырехчелюстного – на рисунке 4.139.

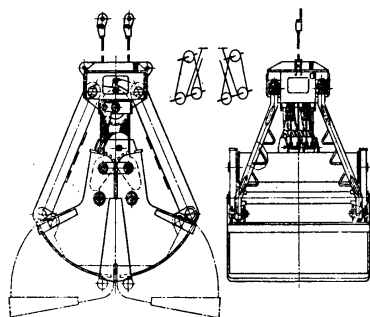


Рисунок 4.135 – Схема грейфера четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением дуговых челюстей

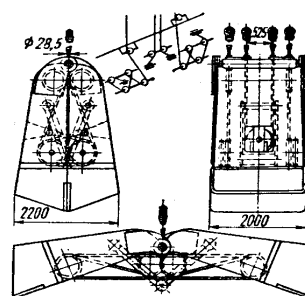


Рисунок 4.136 – Схема грейфера четырехканатного, двухчелюстного, подгребающего (штивующего) с одношарнирным креплением плоских челюстей

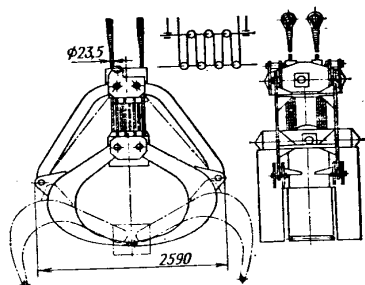


Рисунок 4.137 – Схема грейфера четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением лопастных челюстей

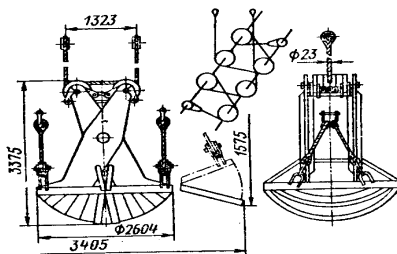


Рисунок 4.138 – Схема грейфера клещевого четырехканатного, двухчелюстного с одношарнирным креплением прутковых челюстей

Перемещение грузоподъемными кранами сыпучих материалов (песок, щебень, гравий, мел и др.) может производиться с помощью опрокидных (рисунок 4.140) и раскрывающихся (рисунок 4.141) бадей.

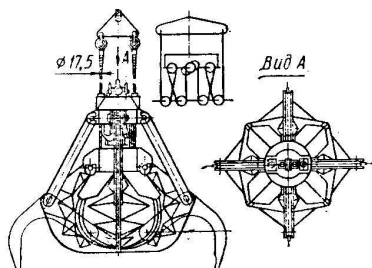


Рисунок 4.139 – Схема грейфера четырехканатного четырехчелюстного

Короб 1 опрокидной бады подвешен к траверсе 2, надеваемой на крюк крана. Центр масс порожнего короба располагается ниже и справа от поворотных цапф и благодаря этому порожний короб всегда занимает нормальное положение, фиксируемое упором 3. Центр масс груженого короба располагается выше и левее поворотных цапф. При транспортировании груженный короб удерживается от опрокидывания запорным рычагом 4. Для разгрузки бады этот рычаг выдергивается.

Возвращается короб в исходное положение автоматически. У бады с раскрывающимся дном створки 9 днища короба удерживаются запорными рычагами 7 и 8, переведенными за мертвую точку оси 6. Раскрываются и закрываются створки рычагом 5.

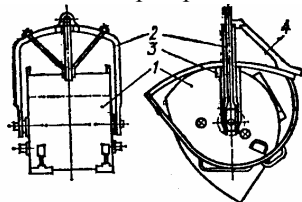


Рисунок 4.140 – Опрокидная бадья

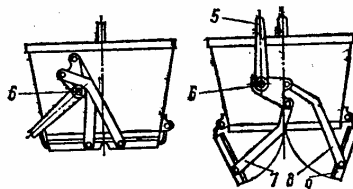


Рисунок 4.141 – Раскрывающаяся бадья

У грейфера для пылящих грузов (рисунок 4.142) поворотная челюсть 2 установлена в корпусе 4 на оси 1 и представляет собой полуцилиндр. Вращается челюсть при помощи цепных передач 6 от приводов 5, установленных на корпусе 4. На груз грейфер опирается корпусом 4. После включения приводов 5 поворотная челюсть 2 острой режущей кромкой внедряется в груз и захватывает его, образуя при этом замкнутую емкость. Уплотнения 3 предотвращают высыпание груза в процессе транспортировки.

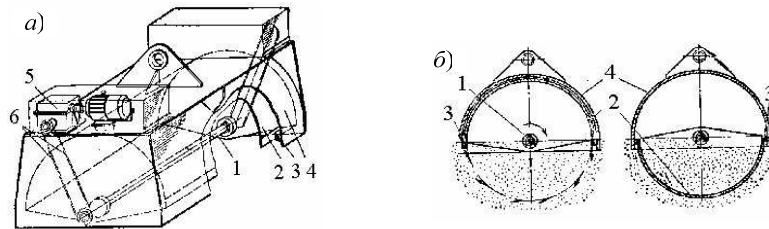


Рисунок 4.142 – Грейфер для пылящих грузов

Схема грейфера для леса с принудительным перемещением бревен приведена на рисунке 4.143. На челюстях 5 сверху и внизу установлены две звездочки 4 и 2, связанные между собой бесконечной цепью 3, на которой закреплены упоры 1. Привод звездочки 4 осуществляется через гибкий вал 6 от шестерни 7, вращающейся зубчатым сектором 8 при повороте челюстей. В процессе зачерпывания груза челюсть 5 поворачивается, вращая шестерню 7 и передавая движение на цепь 3. Упоры 1, соприкасаясь с бревнами, проталкивают их вдоль зева, заполняя его.

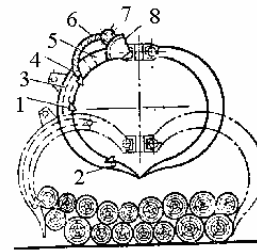


Рисунок 4.143 – Схема грейфера для леса с принудительным перемещением бревен

У грейферов для корнеплодов (рисунок 4.144) используется вибрация для предотвращения повреждения корнеплодов.

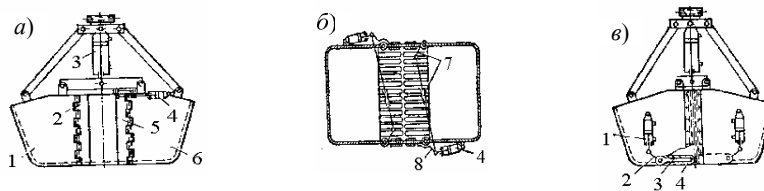


Рисунок 4.144 – Грейфер для корнеплодов

Привод замыкания челюстей 1 и 6 осуществляется от гидроцилиндра 3 (см. рисунок 4.144, а). К боковым стенкам челюстей шарнирно прикрепле-

ны участки (ножи) 2 и 5, покрытые резиновыми обкладками (см. рисунок 4.144, б) и совершающие колебательные движения. Привод их от гидроцилиндров 4 выполнен посредством шарнирно-рычажной системы 7–8. Колебательные движения совершают и пальцы 3 днища челюстей (см. рисунок 4.144, в) – привод от гидроцилиндров 1 посредством рычажной системы 2. Пальцы также имеют резиновые обкладки 4. При смыкании челюстей боковые ножи и пальцы днища колебательными движениями раздвигают корнеплоды, предотвращая их повреждения.

## **4.2 Механические погрузчики**

### **4.2.1 Назначение и классификация**

Погрузчики периодического (циклического) действия предназначены для погрузки (выгрузки) в транспортные средства, контейнеры и складской перегрузки штучных, насыпных и мелкокусковых грузов. Классификация погрузчиков приведена на рисунке 4.145.

**Механические погрузчики** – это самоходные машины на колесном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя и питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю либо с приводом от двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного или дизеля), позволяющие циклично перемещать груз в результате перемещения самого погрузчика и его рабочих органов.

В зависимости от источника энергии и питания привода погрузчики разделяются на *электропогрузчики* и *автопогрузчики*, а по конструкции основного рабочего органа – на *вилочные* и *ковшовые*. У вилочных погрузчиков основным рабочим органом являются вилы, а у ковшовых – ковш. В качестве сменных грузозахватных устройств могут использоваться стрелы, грейферы, различные механические захваты. Использование сменного рабочего оборудования увеличивает универсальность погрузчика.

Вилочные погрузчики в зависимости от расположения рабочего органа на грузоподъемника и способа выполнения перегрузочных операций разделяются на *фронтальные* с передним расположением рабочего органа и *боковые* с расположением рабочего органа сбоку, а по устройству – с *неподвижным грузоподъемником* относительно корпуса погрузчика и с *подвижным* (выдвижным); с *неповоротным* грузоподъемником относительно продольной оси погрузчика или *сдвигаемым* вдоль оси переднего моста погрузчика.

Одноковшовые погрузчики разделяются на фронтальные с передним зачерпыванием и передней разгрузкой ковша, полуповоротные с передним зачерпыванием и боковой разгрузкой ковша и тракторные лопаты с передним зачерпыванием и задней разгрузкой ковша путем подъема и переноса его через трактор, на котором смонтирован ковш.

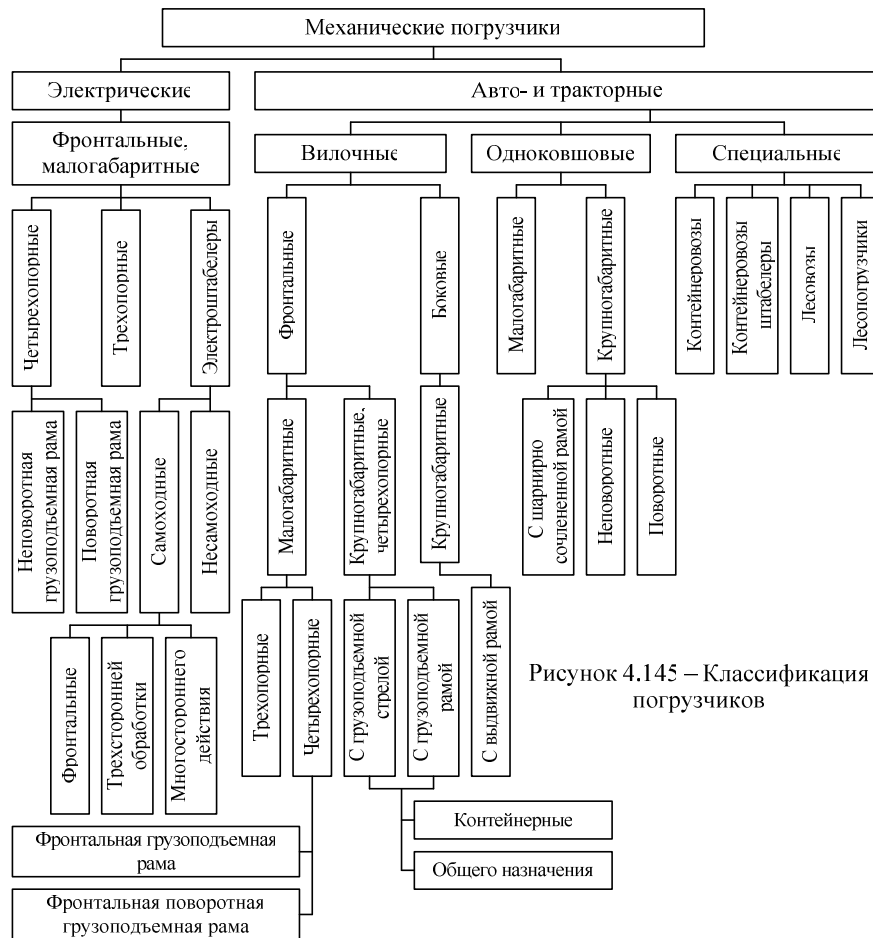


Рисунок 4.145 – Классификация погрузчиков

По назначению погрузчики бывают: *универсальные* (для работы с различными грузами); *специальные* (для перегрузки и транспортирования длинномерных грузов, крупногабаритных, для работы в трюмах судов, загрузки и выгрузки в контейнеры, штабелирование на большую высоту, транспортирование).



#### 4.2.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки

Для работы внутри вагонов и складов закрытого типа необходимы малогабаритные погрузчики, обладающие высокой маневренностью. **В закрытых помещениях** используются электропогрузчики и автопогрузчики, оборудованные нейтрализаторами выхлопных газов, а **на открытых складских площадках** – автопогрузчики.

Основные исполнительные механизмы авто- и электропогрузчиков аналогичны. Погрузчики снабжают унифицированными механизмами сталкивания груза с вилок; механизмом опрокидывания ковша; боковыми или вертикальными сжимами для захвата и удержания груза; механизмом, приводящим в действие грейферный захват; механизмом наклона или выдвижения рамы грузоподъемника; механизмом поворота и перемещения вил в горизонтальной плоскости и др.

Каждый погрузчик характеризуется своими размерами, радиусом поворота, высотой подъема груза, грузоподъемностью, рабочими скоростями, производительностью, устойчивостью и массой.

*Габаритные размеры и радиус поворота* определяют маневренность погрузчика, возможность прохода его в двери складов, вагонов, в трюмы судов, а также ширину проездов в складах. *Высота подъема грузов* определяет высоту штабелей и влияет на эффективность использования складов.

*Рабочие скорости погрузчика* (передвижения, подъема и опускания груза, наклона рамы грузоподъемника) определяют его производительность.

Колесные погрузчики выпускаются на трехопорном и четырехопорном шасси. При трехопорном шасси управляемым обычно является одианное колесо. Такие погрузчики имеют наиболее простой механизм поворота и отличаются повышенной маневренностью, поскольку требуют меньше места для разворота. При четырехопорном шасси управляемые колеса при маневрировании погрузчика должны поворачиваться на разные углы. Это существенно усложняет механизм поворота, обычно выполняемый с применением рулевой трапеции. Управляемыми являются, как правило, задние колеса. Погрузчики с трехопорным шасси менее устойчивы к боковому опрокидыванию, чем четырехопорные.

Ходовые колеса погрузчиков могут быть оборудованы пневматическими или массивными резиновыми шинами. Первые используют при работе на открытых площадках, вторые – в закрытых помещениях.

Электропогрузчики используются для погрузки и выгрузки тарно-штучных грузов в вагоны, для работы в складах, цехах, трюмах судов. Грузоподъемность – 0,8–2,0 т, высота подъема груза – 2,0–4,5 м. Основные исполнительные размеры погрузчиков приведены на рисунке 4.146.

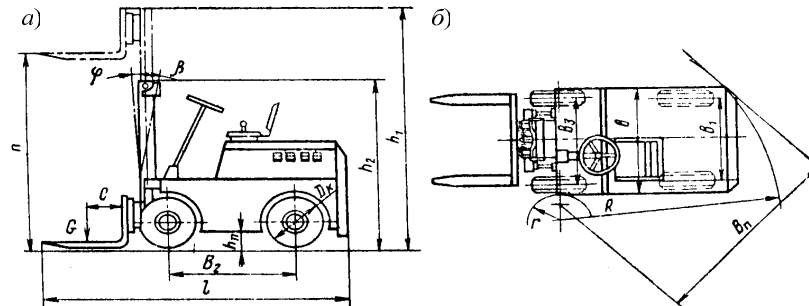


Рисунок 4.146 – Основные исполнительные размеры погрузчиков:  
 $G$  – грузоподъемность погрузчика;  $h$  – высота подъема груза;  $h_1, h_2$  – максимальная и минимальная высоты погрузчика;  $l$  – длина погрузчика;  $e$  – ширина;  $B_2$  – база;  $R$  – радиус поворота (внешний);  $\beta_n$  – ширина рабочего проезда при повороте на  $90^\circ$ ;  $h_n$  – просвет;  $b_3, b_1$  – ширина колеи передних и задних колес;  $C$  – расстояние от центра тяжести груза до спинки вил;  $D_k$  – диаметр ходовых колес;  $\varphi, \beta$  – углы наклона рамы грузоподъемника вперед и назад от вертикального положения

Конструкция электропозрузчика приведена на рисунке 4.147.

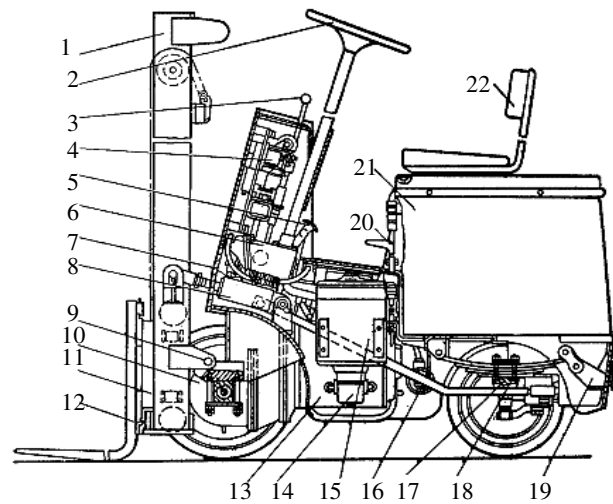


Рисунок 4.147 – Конструкция электропозрузчика

На раме 19 погрузчика жестко закреплен ведущий мост 10, оба ходовых колеса которого получают вращение от электродвигателя 13 посредством механического дифференциала. Задний мост 17 поддрессорен к раме 19 и оборудован двумя колесами, управляемыми водителем погрузчика с помощью рулевого колеса 2, червячного редуктора 6, рулевой тяги 18 и рулевой трапеции, тяги которой кинематически связывают оба колеса. Рама 1 грузо-

подъемника консольно смонтирована над ведущим мостом с помощью двух шарниров 9 и снабжена двумя цилиндрами 8 наклона ее вперед или назад. Корпуса гидроцилиндров и их штоки шарнирно связаны соответственно с рамой погрузчика и рамой грузоподъемника. Вертикально-подвижная каретка 11 грузоподъемника оснащена закрепленными на ней грузозахватными приспособлениями, например вилами 12. На погрузчике смонтирована гидростанция, содержащая электродвигатель 15, гидронасос 14, бак, маслопроводы и гидрораспределительную аппаратуру 4, управление которой осуществляется водителем посредством рукояток 3. В приборном отсеке 7 наряду с гидрораспределительной аппаратурой установлена также аппаратура электроуправления механизмом передвижения, гидростанцией, сигнализирующими и осветительными приборами. На раме погрузчика над задним мостом смонтирована аккумуляторная батарея 21, выполняющая и роль противовеса, а под ней на кронштейне подвешено пусковое сопротивление 16. Сиденье 22 водителя закреплено на верхней крышке батареи. Погрузчик оборудован ножным тормозом с приводом от педали 5 и ручным стояночным тормозом с приводом от рукоятки 20.

Схема трехопорного малогабаритного электропогрузчика приведена на рисунке 4.148. Эти электропогрузчики используются в основном для погрузки и выгрузки грузов из контейнеров.

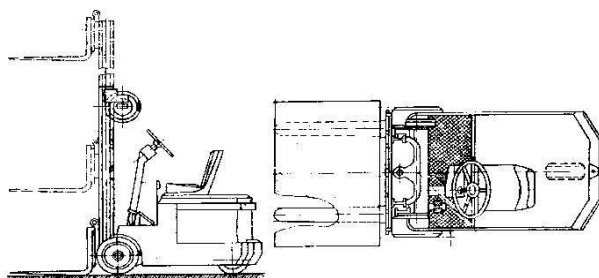


Рисунок 4.148 – Схема трехопорного малогабаритного электропогрузчика

*Электроштабелер* с выдвижным в продольном направлении грузоподъемником (рисунок 4.149) предназначен для укладки в штабеля, снятия с них и перемещения на расстояния 20–30 м пакетированных грузов массой до 2 т в закрытых складах с полами, имеющими асфальто- или цементно-бетонное покрытие. Шасси электроштабелера состоит из двух вынесенных вперед параллельных балок 1 и опирается на четыре колеса 2, из которых два передних и правое заднее – опорные, а левое заднее – рулевое и одновременно ведущее. Передние колеса установлены по концам балок шасси. Заднее опорное имеет крепление рояльного типа и может самоустанавливаться при повороте машины. Рама грузоподъемника 3 перемещается вперед (назад) по направляющим вдоль

балок шасси и может наклоняться вперед до 2° и назад до 5°. На каретке 4 устанавливаются различные сменные грузозахватные устройства.

При захвате или укладке груза вилы выдвигаются за выносные опоры, и в этих условиях груз уравнивается массой электроштабелера. При транспортировании вилы выдвигаются так, что груз размещается над выносными опорами, а его центр тяжести находится в пределах колесной базы машины (внутри опорного контура), что увеличивает его устойчивость.

Имеются конструкции штабелеров с выдвижным и поворотным грузоподъемником.

Особую группу составляют электропогрузчики, изготавливаемые во взрывозащищенном исполнении. Они предназначены для применения в помещениях с взрывоопасной средой, относительной влажностью до 80 % и температурой от -20 до +40 °С на открытых площадках предприятий химической, газовой, нефтяной и других отраслей промышленности.

Универсальные автопогрузчики состоят из тех же по своему назначению узлов, что и электропогрузчики, и отличаются от последних типом силовой установки и техническими параметрами. Автопогрузчики, снабженные набором сменных грузозахватных приспособлений, могут также выполнять различные грузовые операции со штучными, насыпными, кусковыми, лесными и другими грузами.

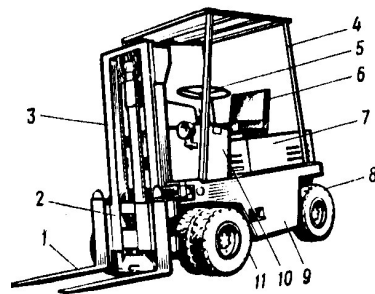


Рисунок 4.150 – Автопогрузчик

Автопогрузчики (рисунок 4.150) имеют общую конструктивную схему, включающую шасси 9 на пневмоколесном ходу, двигатель внутреннего сгорания 7, трансмиссии, гидроприводы, грузоподъемник 3, управляемый мост 8, ведущий мост 11, каретку 2, вилы 1, пульт управления 10, сиденье водителя 6, руль 5 и ограждение 4. В автопогрузчиках широко используются автомобильные агрегаты, узлы и детали. У автопогрузчиков с фронтальным расположением грузоподъемника передняя ось обычно ведущая, а задняя – управляемая.

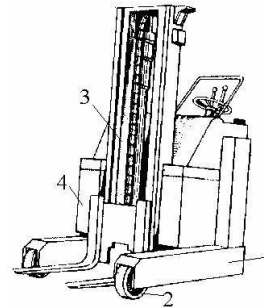


Рисунок 4.149 – Электроштабелер с выдвижным в продольном направлении грузоподъемником

*Крупногабаритные* автопогрузчики с фронтальным расположением грузозахватных устройств (рисунок 4.151) устроены аналогично малогабаритным (см. рисунок 4.150), но имеют большие размеры, грузоподъемность.

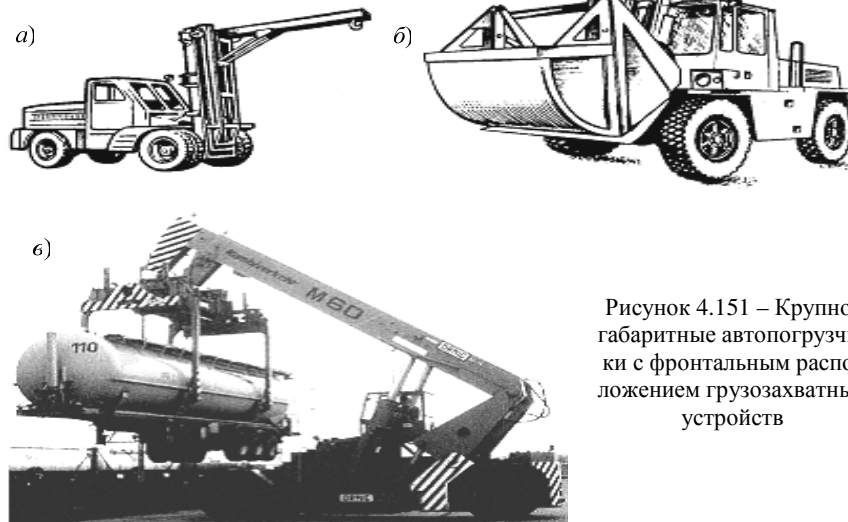


Рисунок 4.151 – Крупногабаритные автопогрузчики с фронтальным расположением грузозахватных устройств

*Погрузчики с боковым выдвижным грузоподъемником* (рисунок 4.152) предназначены для погрузочно-разгрузочных и транспортных работ с длинномерными грузами и крупнотоннажными контейнерами. Они позволяют перегружать и транспортировать длинномерные грузы в узких проездах, что невыполнимо обычными универсальными (фронтальными) погрузчиками. Последние нерационально использовать для транспортировки длинномерных грузов, поскольку это может привести к потере боковой устойчивости погрузчика и, кроме того, потребует широких проездов. Передний мост погрузчика управляемый, задний – ведущий.

*Одноковшовыми* погрузчиками называются самоходные погрузочно-разгрузочные машины с основным рабочим органом в виде установленного на конце подъемной стрелы ковша. Их применяют главным образом для погрузки в транспортные средства насыпных и кусковых материалов. Иногда используют погрузчики для выгрузки насыпных материалов из крытых железнодорожных вагонов. Основной тип погрузчиков составляют снабженные навесным рабочим оборудованием тракторы и тягачи на гусеничном или пневмоколесном ходу. Рабочее оборудование образует шарнирно-закрепленный на раме машины комплект балок и рычагов, несущих на себе ковш. Замена ковша специаль-

ными захватами позволяет использовать эти машины для переработки штучных, в том числе лесных, грузов и превращает их в универсальные погрузчики.

Погрузчики имеют высокую проходимость и обеспечивают большие тяговые усилия. Схема одноковшового погрузчика напорного действия с задней разгрузкой приведена на рисунке 4.153.

Ковш 1 вместимостью 2,8 м<sup>3</sup> укреплен на подъемной раме 7, выполненной в виде портала, шарнирно связанного с опорными стойками, установленными на тракторе для монтажа оборудования погрузчика. Рама 7 охватывает снаружи гусеничные тележки. К днищу ковша приварена швеллерная балка, имеющая на концах цапфы, которыми ковш соединяется с двумя (правой и левой) симметричными системами приводных рычагов и стрелой, каждая из которых состоит из вильчатой тяги 2, фигурного рычага 3 и главного рычага 6, который свободно посажен на цапфах опорной рамы и шарнирно соединен со штоком гидроцилиндра 4 и фигурным промежуточным рычагом, нижняя часть которого шарнирно связана с подъемной стрелой. Для предохранения масляного бака 5 от возможных ударов предусмотрен буфер, а для предохранения рычажной рамы ковша от истирания — лыжи 8.

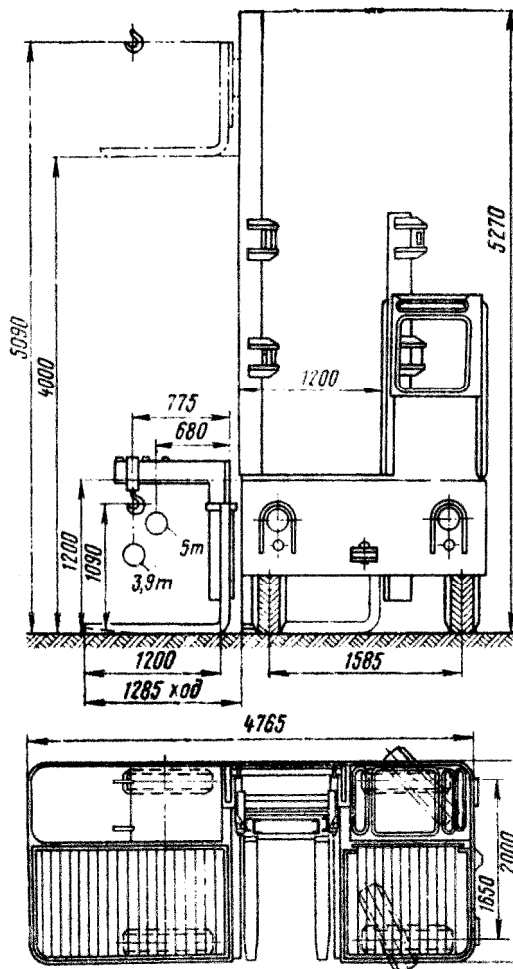


Рисунок 4.152 – Крупногабаритный автопогрузчик с боковым расположением грузозахватных устройств

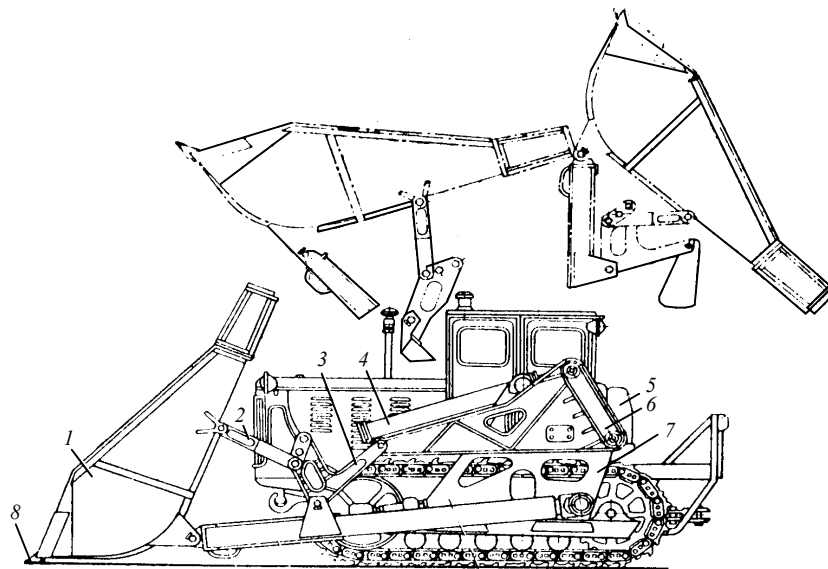


Рисунок 4.153 – Схема одноковшового погрузчика напорного действия с задней разгрузкой

При выдвижении штоков цилиндров поворачиваются рычаги, установленные на стреле (портале) погрузчика, стрела поднимается, а ковш поворачивается.

При перемещении ковша над трактором (среднее положение) он занимает горизонтальное положение и затем приобретает обратный наклон. Ковш разгружается со стороны, противоположной зачерпыванию.

Грузоподъемность погрузчика 4 т, высота разгрузки – 2,6–3,4 м, угол разгрузки – 25–45°.

У одноковшового погрузчика черпающего действия с передней разгрузкой и жесткой рамой (рисунок 4.154) впереди кабины на шасси установлен портал 1, несущий погрузочное оборудование: фасонную изогнутую стрелу 3 с двумя рычагами 6, соединенными шарнирно тягами-толкателями 2 с поворотным ковшом 5, и две пары гидравлических поршневых цилиндров двустороннего действия 7 и 8, выполняющих подъем-опускание стрелы и поворот ковша в продольной и вертикальной плоскостях. Стрела ковша снабжена лыжами 4 для опирания на грунт при зачерпывании груза.

Ковшовые погрузчики на пневмоколесном ходу имеют конструктивное исполнение с поворотной стрелой в пределах 120–180°. Это позволяет производить боковую и фронтальную разгрузку (рисунок 4.155).

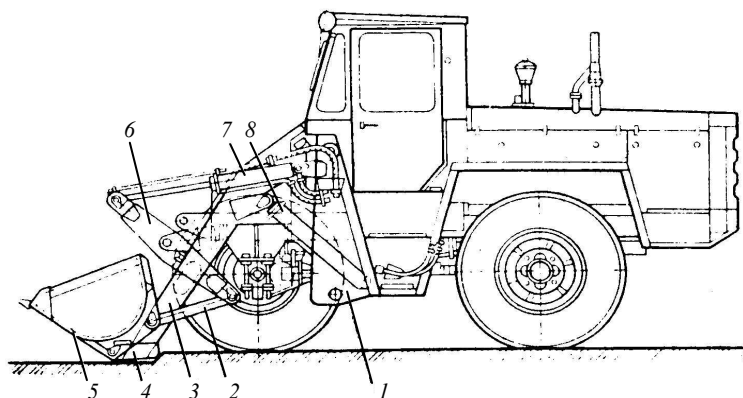


Рисунок 4.154 – Одноковшовый погрузчик черпающего действия с передней разгрузкой и жесткой рамой

Схема одноковшового погрузчика с сочлененной рамой приведена на рисунке 4.156. Все узлы и агрегаты погрузчика смонтированы на шарнирно-сочлененной раме, содержащей переднюю 5 и заднюю 3 полурамы, связанные между собой вертикальным шарнирным устройством 4.

Это обеспечивает изменение направления движения погрузчика поворотом полурам относительно друг друга, повышая маневренность и сокращая продолжительность его рабочего цикла. С передней рамой 5 жестко связан передний мост 6. Задний мост 1

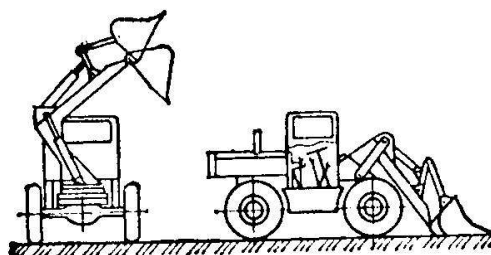


Рисунок 4.155 – Одноковшовый погрузчик с поворотной стрелой

подвешен к полураме 3 посредством горизонтального шарнирного устройства. Такая балансирная подвеска заднего моста позволяет ему поворачиваться в вертикальной плоскости при наезде ходовыми колесами на неровной поверхности дорожного покрытия или при движении по пересеченной местности.

В результате обеспечивается постоянство сцепления колес с дорогой, а рама избавляется от скручивающих деформаций. Оба моста имеют одинаковую унифицированную конструкцию и являются ведущими с возможностью отключения заднего моста в транспортном режиме.



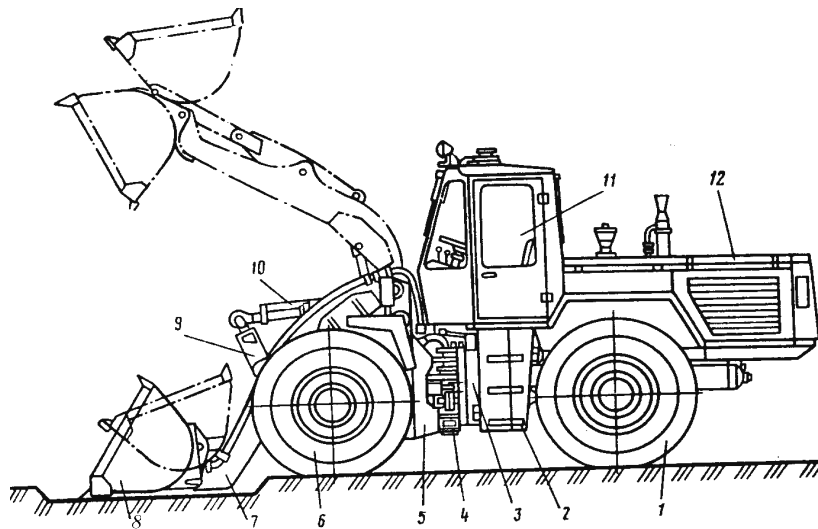


Рисунок 4.156 – Схема одноковшового погрузчика с сочлененной рамой

Основной рабочий орган погрузчика – ковш 8 опрокидного типа вместимостью  $1,5 \text{ м}^3$ . Он шарнирно закреплен на внешнем конце подъемной 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 подъем и опускание стрелы с приводом от двух гидроцилиндров. Корпуса гидроцилиндров поворота ковша и подъема стрелы шарнирно закреплены на стойках передней полурамы.

Силовой агрегат погрузчика – дизельный четырехтактный двигатель мощностью 135 л. с. Двигатель закреплен на задней полураме 3 и запускается из кабины 11.

*Контейнеровоз* (рисунок 4.157) состоит из портала 1, опирающегося на пневмоколеса 2. Дизельный двигатель 3 и коробка передач установлены на верхней площадке погрузчика, который может захватывать, поднимать и транспортировать контейнер. Он обеспечивает двухъярусное штабелирование контейнеров, погрузку и выгрузку их с автомобильного подвижного состава. Габаритные размеры: ширина – 4,6 м, высота – 7,4 м. Минимальный радиус поворота 9 м. Скорость подъема – 8 м/мин, движения с грузом – 25 км/ч, масса – 25 т.

Контейнеровозы-штабелеры (рисунок 4.158) обеспечивают не только транспортировку, но и штабелирование контейнеров в 2–3 яруса. Для перемещения контейнера они наезжают на него своим порталом 1, захватывают специальным захватом 2 (спредером) и поднимают на необходимую высоту.

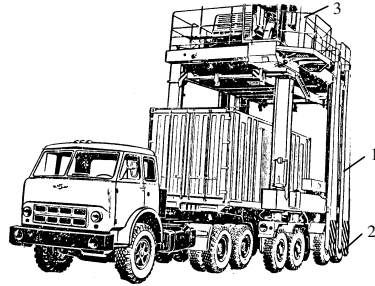


Рисунок 4.157 – Контейнеровоз

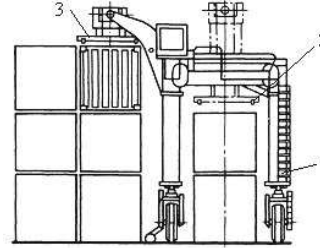


Рисунок 4.158 – Контейнеровоз-штабелер

Некоторые портално-боковые погрузчики могут захватывать спредером 3 контейнер с железнодорожной платформы (автомобиля) и транспортировать к месту складирования. В отдельных погрузчиках все 4 колеса устраивают приводными, и они могут поворачиваться на  $90^\circ$ , что обеспечивает движение погрузчика во всех направлениях без разворота.

Лесовозы (рисунок 4.159) служат для перемещения на открытых складах преимущественно пиломатериалов и других длинномерных грузов, сформированных пакетами или уложенных пачками, и контейнеров. Погрузчики могут работать на спланированных площадках с твердым покрытием. Груз размещается между правыми и левыми ходовыми колесами. Шасси – неподрессоренные. Ходовая часть содержит четыре колеса с пневмошинами, из них передние управляемые, а задние – ведущие. Источник энергии – автомобильный карбюраторный двигатель. Погрузчик оборудован четырьмя поворачивающимися на  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости вилочными подхватами, расположенными попарно с левой и правой сторон. После захватывания груза вилы поднимаются в транспортное положение. Грузоподъемник позволяет опускать грузозахватное устройство на 2 м ниже своей опорной поверхности.

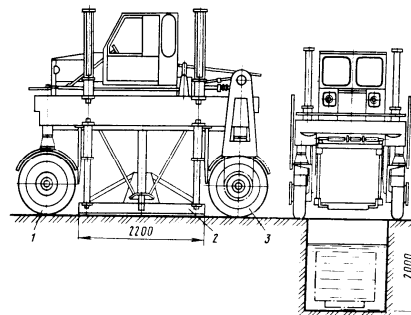


Рисунок 4.159 – Лесовоз:

1, 3 – управляемые и ведущие ходовые колеса;  
2 – грузозахватное устройство

Источником энергии – автомобильный карбюраторный двигатель. Погрузчик оборудован четырьмя поворачивающимися на  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости вилочными подхватами, расположенными попарно с левой и правой сторон. После захватывания груза вилы поднимаются в транспортное положение. Грузоподъемник позволяет опускать грузозахватное устройство на 2 м ниже своей опорной поверхности.

*Лесопогрузчик на пневмоходу* (рисунок 4.160) предназначен для механизации погрузки на железнодорожный открытый подвижной состав, автомобили и прицепы (полуприцепы) к ним, а также выгрузки с них тарноштучных грузов, сформированных пакетами и перемещаемых отдельными единицами и длинномерных грузов, преимущественно лесоматериалов. Погрузчик применяется на открытых складах с твердым ровным покрытием.

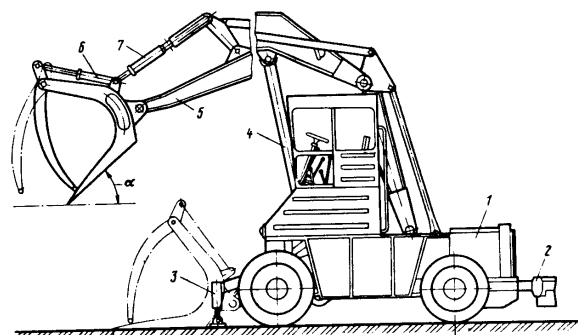


Рисунок 4.160 – Лесопогрузчик на пневмоходу

Машина – неподрессоренная, передние колеса – ведущие, задние – управляемые, источник энергии – карбюраторный двигатель 1 мощностью 84,5 кВт. Грузоподъемник выполнен в виде шарнирно-рычажной сочлененной стрелы 5 с механизмом сохранения постоянного положения вил. Подъем-опускание стрелы производится плунжерным гидроцилиндром 4. На стреле установлены два поршневых гидроцилиндра двухстороннего действия: изменения наклона захвата (вил) в продольном направлении 7 и замыкания (размыкания) 6 верхней челюсти. Для повышения продольной устойчивости погрузчика имеются две передние выдвигные опоры 3. Противовес 2 может выдвигаться назад за очертание машины в транспортном положении.

Лесопогрузчик имеет две передние выдвигные опоры 3. Противовес 2 может выдвигаться назад за очертание машины в транспортном положении.

*Лесопогрузчик на гусеничном ходу* (рисунок 4.161) состоит из стрелы 2, на которой жестко закреплены челюсть 6 и поворотная челюсть 3.

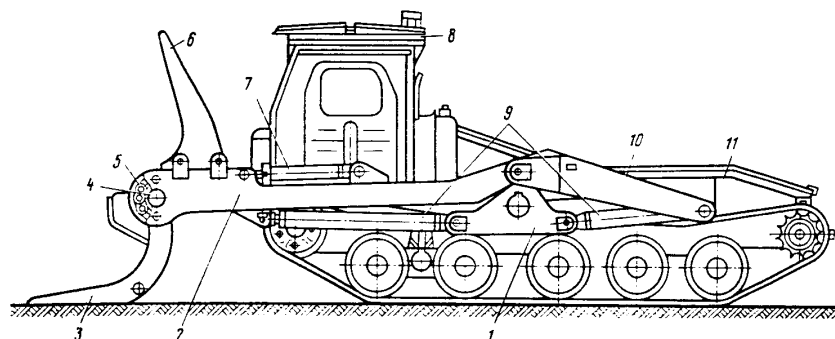


Рисунок 4.161 – Лесопогрузчик на гусеничном ходу

Пачка леса захватывается напорным движением всей машины вперед при повороте челюсти 3 вверх. Челюсть 6 служит упором, к которому лес прижимается нижней челюстью, а после подъема, переноса рукоятки через трактор – направляющей для скатывающейся вниз массы леса. Поворот челюсти относительно стрелы осуществляется гидроцилиндрами 7 при помощи роликовых цепей и звездочек 5 около оси вращения 4. Рукоятки поднимаются гидроцилиндрами 9, при этом балансиры 1 вращаются относительно рамы 10, жестко связанной с корпусом трактора. Для предохранения кабины погрузчика и механизмов трактора от разрушения при возможном падении груза служат щиты 8 и 11.

#### 4.2.3 Сменные грузозахватные устройства

Применение сменных грузозахватных устройств значительно расширяет сферы работы погрузчиков и повышает эффективность их использования.

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

Навесные грузозахватные устройства погрузчика жестко связаны с грузоподъемником, что позволяет интенсифицировать перегрузочные работы и исключить ручной труд при застропке и отстропке груза. Современные навесные грузозахватные устройства погрузчиков в основном являются многооперационными, выполняющими не только захват груза, но и смещение его относительно продольной оси погрузчика, а также кантование в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Классификация сменных грузозахватных устройств для погрузчиков приведена на рисунке 4.162.

Погрузчики оснащаются различными сменными **з а х в а т н ы м и п р и с п о с о б л е н и я м и**. Основное из них – вилочный захват, размеры двух его плоских вилок соответствуют типу и грузоподъемности погрузчика. Длина их колеблется от 800 до 1200 мм. Центр тяжести груза от передней спинки вилок находится на расстоянии 400–600 мм, что позволяет поднимать пакеты шириной не более 800–1200 мм. Если же масса пакетов меньше грузоподъемности погрузчика, то их можно перегружать даже при большем расстоянии центра тяжести груза от спинки вилок. В этом случае приходится иногда удлинять вилы, надевая на них насадки-удлинители сварной конструкции.



Рисунок 4.162 – Классификация сменных грузозахватных устройств для погрузчиков

*Двухштыревой поворотный захват* (рисунок 4.163) предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ с грузами, затаренными в мягкие контейнеры. Захват содержит штыревую насадку 1, жестко прикрепленную к планшайбе 2. Последнюю болтами закрепляют на механизме кантователя, который обеспечивает поворот штыревой насадки на 180°. Принцип работы захвата заключается в следующем: горловину мягкого контейнера перегибают через один штырь и надевают петлю горловины на другой штырь. Вращением планшайбы 2 производят закручивание горловины мягкого контейнера.

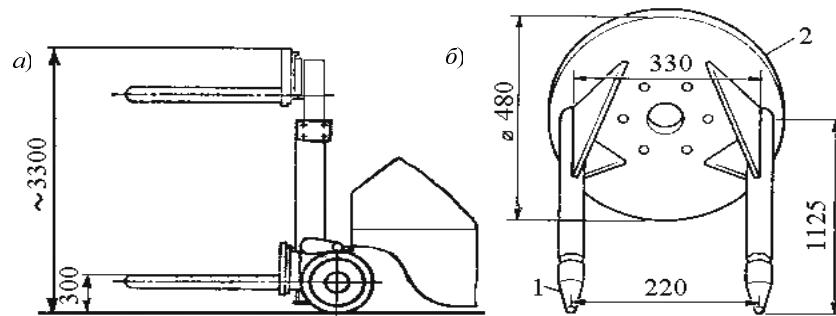


Рисунок 4.163 – Двухштыревой поворотный захват

Захват с боковыми зажимами (рисунок 4.164) предназначен для погрузочно-разгрузочных и складских работ с грузами в деревянных ящиках без поддонов. Захват состоит из корпуса 1, двух направляющих 2, по которым с помощью гидроцилиндра перемещаются каретки с закрепленными на них обрезиненными лапами 3. В гидросистеме приспособления встроен гидрозамок 4, обеспечивающий надежное удержание транспортируемого груза.

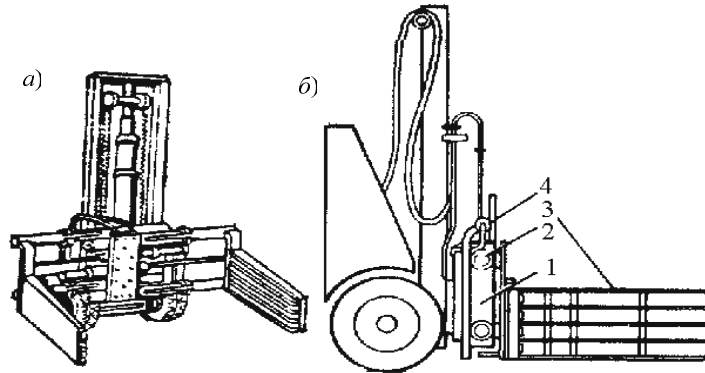


Рисунок 4.164 – Захват с боковыми зажимами

Универсальный зажим с кантователем (рисунок 4.165) для рулонных грузов, бумаги и картона, бочек, барабанов и т. п. позволяет захватывать и штабелировать грузы либо вертикально, либо горизонтально с возможностью их кантования в вертикальной плоскости на угол до 180° как в одну, так и в другую сторону.

Захват имеет два основных механизма: кантования и захвата 2. Механизм кантования состоит из корпуса, гидроцилиндра 4, шток которого закреплен в проушинах корпуса. В корпусе на роликовых подшипниках уста-

повлечен вал с шестерней, которая находится в зацеплении с зубчатой рейкой на гидроцилиндре 4. На другом конце вала закреплен механизм захвата 2.

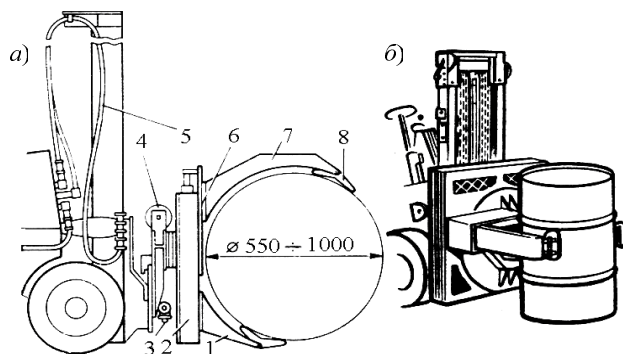


Рисунок 4.165 – Универсальный зажим с кантователем

При подаче рабочей жидкости по трубопроводу 5 в гидроцилиндре 4 шток остается неподвижным, а цилиндр, перемещаясь с зубчатой рейкой, вращает шестерню и вал, поворачивая хват 2 вокруг продольной оси погрузчика на угол 180°. На корпусе захвата закрепляют неподвижную лапу 1, а к ползуну 6 – подвижную лапу 7. В зависимости от перегружаемого груза на лапы устанавливают различные щеки 8.

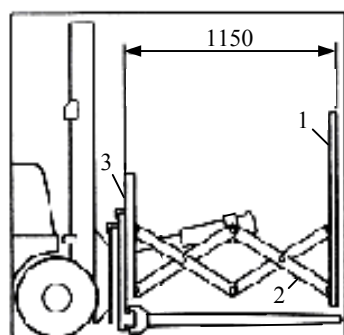


Рисунок 4.166 – Вилочный захват со сталкивателем

*Вилочный захват со сталкивателем* (рисунок 4.166) состоит из толкающей решетки 1, задней рамы 3 с двумя кронштейнами, которыми сталкиватель навешивается по подъемную каретку электропогрузчика, и системы рычагов 2. Смещение в горизонтальном направлении толкающей решетки производят гидроцилиндром двухстороннего действия через систему перекрещивающихся рычагов 2.

Для удобства работы со штучными грузами, размещенными на вилочном захвате, последний оборудуется в случае необходимости поворотной кареткой для вилок в вертикальной (рисунок 4.167, а) и горизонтальной (рисунок 4.167, б) плоскостях. Штыревой захват (рисунок 4.168) предназначен для перегрузки грузов, имеющих отверстия (керамические трубы, бухты проволоки, рулоны и т. д.).

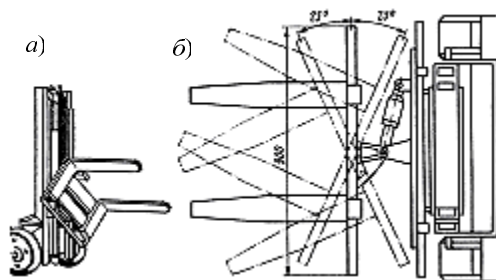


Рисунок 4.167 – Вилочный захват с поворотной кареткой

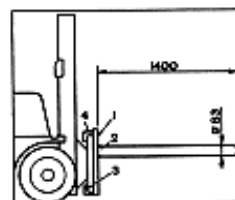


Рисунок 4.168 – Штыревой захват

*Вилочный захват с верхним прижимом* (рисунок 4.169) предназначен для надежной фиксации штучных грузов при транспортировке путем прижима их к вилам погрузчика. Прижим пригоден для фиксации грузов различной высоты и позволяет транспортировать груз на более высоких скоростях. Прижимная плита с кареткой захвата перемещается по направляющим гидроцилиндрам двойного действия. Форма плиты может быть круглой или прямоугольной.

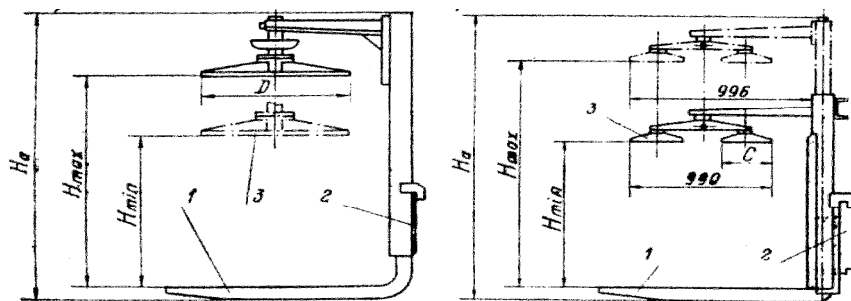


Рисунок 4.169 – Вилочный захват с верхним прижимом

*Многоштыревой захват* (рисунок 4.170) предназначен для работы с грузами в мешках, стандартных бочках, рулонах, уложенных горизонтально, а также с большими по объему, но легкими грузами, имеющими отверстия для ввода штырей. Захват состоит из плиты 1, которую крепят на подъемной каретке погрузчика при помощи Г-образных направляющих, штырей 2 и ограждения 3. Многоштыревое приспособление с прижимным и сталкивающим устройствами (рисунок 4.171) предназначено для механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с пакетами из деревянных и картонных ящиков с укладкой в штабеля на рейках без поддонов.



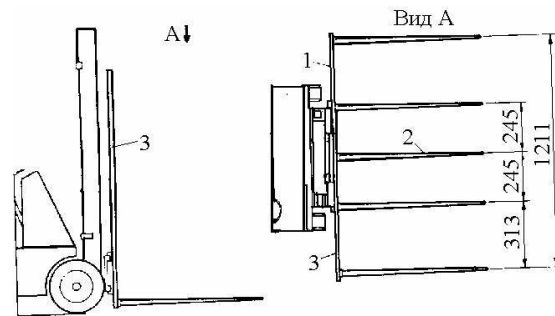


Рисунок 4.170 – Многоштыревой захват

Многоштыревое приспособление 1 захватывает пакеты грузов. Прижим 7 с гидравлическим приводом обеспечивает сохранность пакета при проведении перегрузочных операций и выполнения требований техники безопасности при высотной укладке в штабель.

Сталкивающее устройство 8 сдвигает пакет со штыревого захвата при укладке его без поддонов. Устройство для бокового смещения груза 2 улучшает маневренность электропогрузчика при проведении перегрузочных операций.

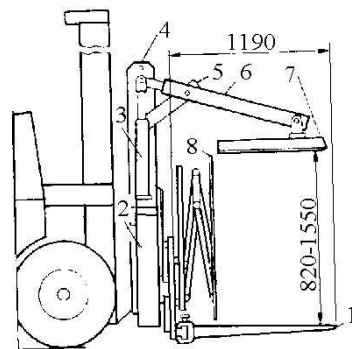


Рисунок 4.171 – Многоштыревой захват с прижимным и сталкивающим устройствами

Механизм прижима состоит из сварного основания 4, гидроцилиндра двустороннего действия 3, штока которого шарнирно соединен с рычагами 6, из кронштейна 5 и прижимной рамы 7.

Загрузчик кузовов автомобилей (рисунок 4.172) состоит из основной плиты 1, которую навешивают и крепят на подъемной каретке электропогрузчика.

На основной плите смонтирован рычажный пантограф 9, приводимый в движение гидроцилиндром 10. На выдвижную плиту пантографа навешивают грузовую плиту 8, имеющую в нижней части приваренный брус, на котором размещены передвижные конические штыри 3 и 4. На лицевой стороне грузовой плиты 8 смонтирована рычажная система 6 сталкивателя и гидроцилиндр 7, приводящий в движение раму сталкивателя 5. Грузовая плита 8 опирается на два колеса 2. Управление гидроцилиндрами осуществляют рукоятками 11 гидрораспределителей.

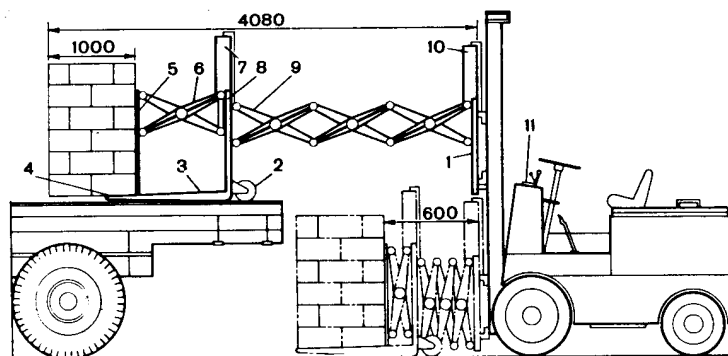


Рисунок 4.172 – Загрузчик кузовов автомобилей

Захват-кантователь для бочек (рисунок 4.173) предназначен для перегрузки деревянных бочек. Приспособление обеспечивает одновременный захват двух бочек.

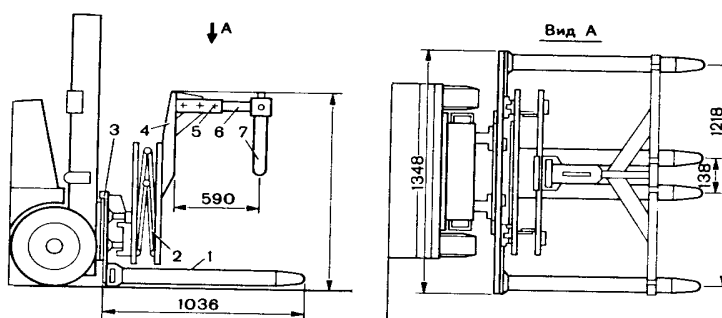


Рисунок 4.173 – Захват-кантователь для бочек

Захват состоит из штыревого поддерживающего устройства 1, штыревого кантователя 7 и сталкивателя 2. Четыре опорных штыря закрепляются на плите, навешенной на подъемную каретку 3 погрузчика. Штыревой кантователь монтируют на сталкивателе 2. Он состоит из опорного кронштейна 4, опрокидывающего захвата 6 и комплекта амортизирующих опор для смягчения удара бочек и барабанов при опрокидывании их на штыри 1 поддерживающего устройства. Отверстия 5 в кронштейне 4 позволяют регулировать вылет опрокидывающих штырей 7 по отношению к выдвижной раме сталкивателя 2. Крепежные отверстия в плите дают возможность изменять высоту кронштейна 4 в зависимости от высоты бочек или барабанов.

Для малогабаритных электро- и автопогрузчиков применяются более простые конструкции *крановых безблочных стрел* (рисунок 4.174), у которых вручную перемещается крюк при необходимости изменения вылета стрелы, фиксируя его в определенных местах горизонтальной балки.

Стрела крепится к плите горизонтальной каретки погрузчика. Скорость и высота подъема определяется параметрами погрузчика и стрелы.

У блочной стрелы высота и скорость подъема крюка определяются не только размерами вертикальной части стрелы и скоростью подъема каретки, но и параметрами полиспастной системы. *Блочная стрела* (рисунок 4.175) позволяет поднять крюк на высоту  $2h$ , в два раза большую  $h$  каретки грузоподъемника, со скоростью, также вдвое превышающей скорость движения каретки.

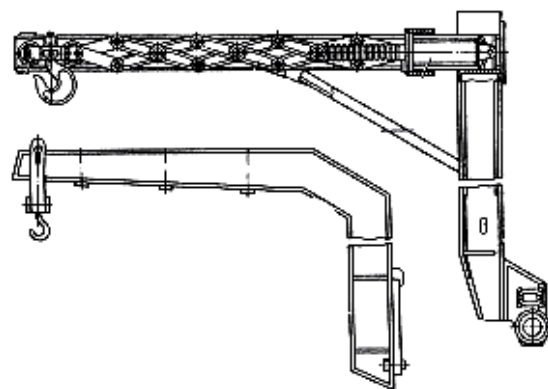


Рисунок 4.174 – Крановая безблочная стрела

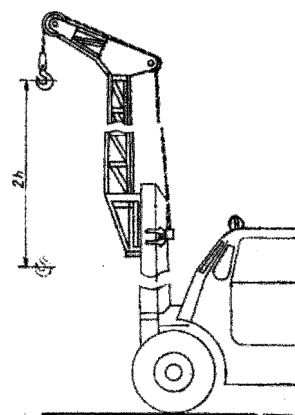


Рисунок 4.175 – Крановая блочная стрела

*Устройство для бокового перемещения* (рисунок 4.176) предназначено для сдвига груза вправо и влево до 150 мм относительно продольной оси погрузчика. Это устройство устанавливают в сочетании с различными грузозахватными устройствами.

Устройство состоит из двух кронштейнов 1, гидроцилиндра 2, двух боковин 4, направляющего штока 3, нижней скалки 5, грузовой плиты 7 с опорной плитой 6 для крепления грузозахватных устройств. Подвод рабочей жидкости от гидросистемы погрузчика осуществляют по трубопроводам 8 и 9.

Применение устройства для бокового перемещения повышает маневренность погрузчика, облегчает захват пакета груза, обеспечивает плотную укладку груза в складе, вагоне, автомобиле, уменьшает время на переработку груза и повышает производительность труда, но снижает номинальную грузоподъемность погрузчика на 15 %.

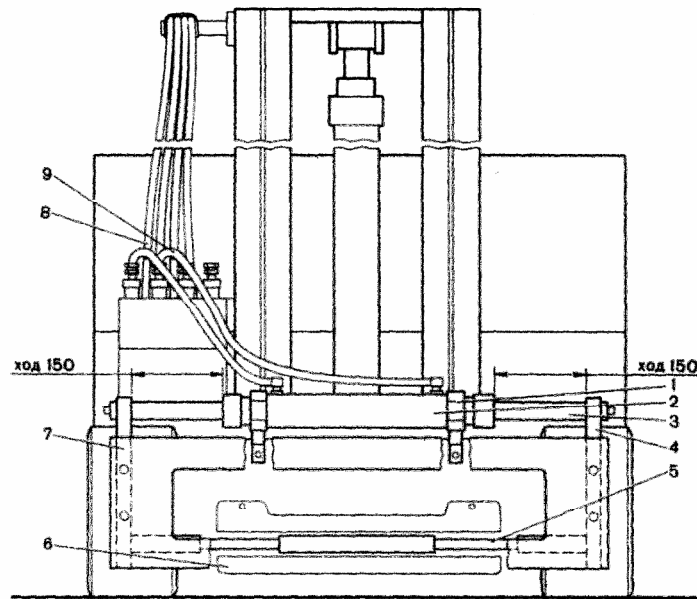


Рисунок 4.176 – Устройство для бокового перемещения

На рисунке 4.177 показана стрела манипулятора к погрузчику, составленная из двух звеньев.

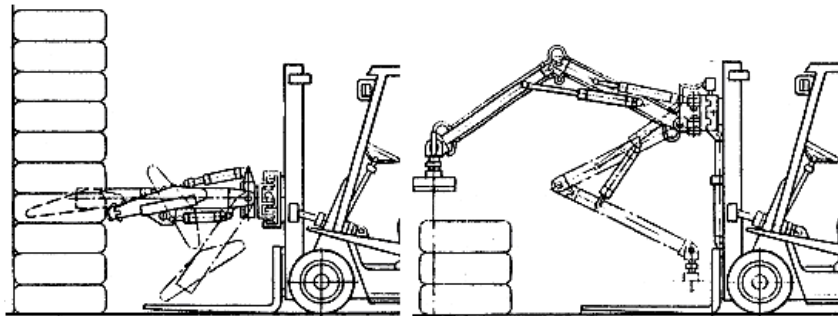


Рисунок 4.177 – Стрела манипулятора к погрузчику

Стрела манипулятора к погрузчику имеет двухшарнирное соединение. Их взаимное перемещение осуществляется под воздействием двух пар гидроцилиндров. При синхронном их движении звенья стрелы перемещаются в вертикальной продольной плоскости, а при асинхронном – происходит поворот звеньев в горизонтальной плоскости. Угол поворота

каждого звена – не более 20°. Однако при совместном повороте двух звеньев, поворот всей стрелы составляет до 40°.

Грейфер для лесных грузов с гидроприводом (рисунок 4.178) предназначен для штабелевочно-погрузочных работ с круглым лесом и лесоматериалами. Челюсть грейфера состоит из двух клещей, соединенных между собой балкой. Концы клещей опущены немного вниз, что способствует лучшему заполнению грейфера. Открытие – закрытие челюстей выполняет гидравлический привод.

Захват клещевой для лесных грузов (рисунок 4.179) предназначен для штабелевочно-погрузочных работ с круглым лесом и пакетами пиломатериалов. Он состоит из рамы, трех цилиндров двойного действия и двух лап – верхней, служащей для прижатия груза при транспортировке, и двух нижних вилок для подхвата груза. Лапы поворачиваются на оси, закрепленной к раме. Поворот нижней лапы осуществляется от двух гидроцилиндров, подключенных к гидросистеме параллельно. Поворот верхней лапы производится одним гидроцилиндром, который работает от отдельного золотника.

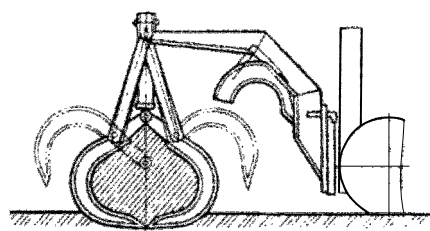


Рисунок 4.178 – Грейфер для лесных грузов с гидроприводом

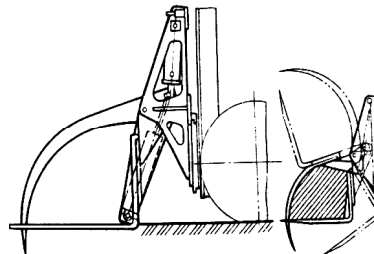


Рисунок 4.179 – Захват клещевой для лесных грузов

Крупногабаритные автопогрузчики оборудуются ковшом с нижним центром поворота напорного действия с силовым гидроцилиндром двустороннего действия (рисунок 4.180). Для заполнения этого ковша грузом необходимо

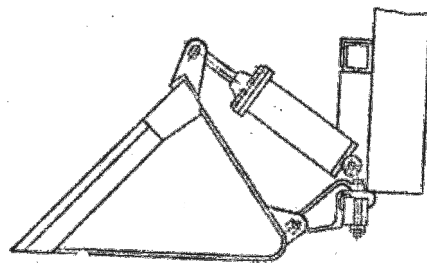


Рисунок 4.180 – Ковш

горизонтальное внедрение ковша в штабель с предварительным разгоном погрузчика и последующим отрывом от штабеля массы груза при повороте ковша вверх.

Лучшие условия зачерпывания груза из штабеля обеспечиваются при ковше с верхним центром поворота бульдозерно-грейферной конструкции (рисунок 4.181), состоящим из шарнирно соединенных нижней

напорной 1 и верхней грейферной 2 челюстей. Нижняя челюсть шарнирно подвешена к каретке погрузчика. Челюсти замыкаются и раскрываются при помощи двух параллельно работающих силовых гидроцилиндров 3, расположенных внутри захвата. При опущенной каретке нижняя челюсть принимает такое положение, когда днище параллельно складской площадке и, следовательно, отсутствует пассивный отпор со стороны штабеля при напорном движении погрузчика.

При замыкании челюстей верхняя челюсть захватывает груз, зачерпывая его сверху, подобно грейферу, и после некоторого подъема захват вследствие разности скоростей подъема рамы и грузовой каретки поворачивается вперед относительно нижнего шарнира и принимает положение, допускающее

его полную разгрузку после раскрытия челюстей. Однако обеспечить достаточный поворот ковша при разгрузке конструктивно удается не всегда. Поэтому иногда ковш снабжают выталкивающей стенкой (рисунок 4.182).

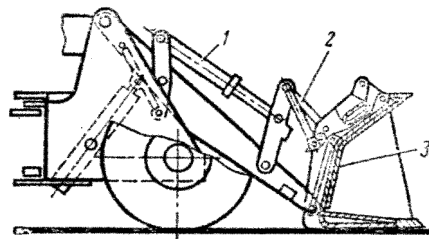


Рисунок 4.182 – Ковш с выталкивающей стенкой

Рисунок 4.183) – внедрение их в штабель под действием динамических усилий, которые возникают при разгоне погрузчика и приводят к значительным перегрузкам. При этом, как правило, заполняется ковш недостаточно, особенно если грузы уплотненные. Одна из возможностей снизить сопротивление внедрению в сыпучий груз – использование в ковше 2 вибрирующей передней кромки 1. Привод ее осуществляется от двигателя 3.

Сменные грузозахватные устройства для одноковшовых погрузчиков устроены аналогично, как и для универсальных погрузчиков.

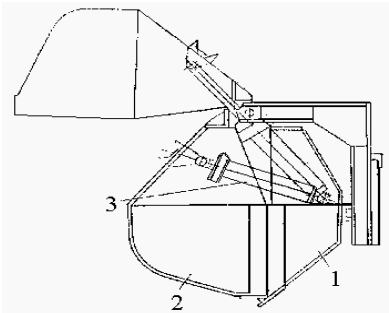


Рисунок 4.181 – Ковш с верхним центром поворота бульдозерно-грейферной конструкции

Поворачивается он при помощи гидроцилиндра 1 и шарнирно-рычажной системы 2, с которой связана и подвижная задняя стенка 3. При разгрузке ковш расположен горизонтально, что позволяет сократить время рабочего цикла погрузчика.

Особенность зачерпывания груза ковшами напорного действия (рису-

Схема грейфера для сыпучих грузов с гидроприводов приводом приведена на рисунке 4.184.

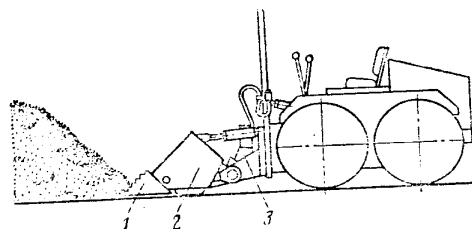


Рисунок 4.183 – Ковш напорного действия

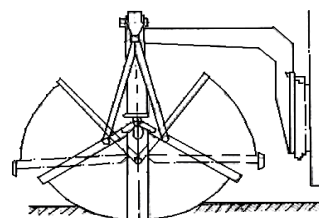


Рисунок 4.184 – Грейфер для сыпучих грузов

#### 4.2.4 Устойчивость

Устойчивость вилочных электро- и автопогрузчиков имеет важное значение для нормальной их эксплуатации, охраны труда и сохранности грузов. Эти машины часто используются в весьма неблагоприятных условиях их эксплуатации: движение по неровной поверхности площадок; движение по кривым с малым радиусом; при трогании с места и торможении погрузчика; в начале и в конце подъема или при опускании груза; при маневрировании погрузчиком; подаче груза в штабель значительной высоты и сталкивании его с вил; максимальном наклоне рамы грузоподъемника в сторону штабеля; маневрировании автопогрузчика с ковшом, заполненным грузом и поднятым в крайне верхнее положение при наклонном положении грузоподъемника в сторону опрокидывания; движении погрузчика под уклон и экстренном сильном торможении.

Наиболее опасной операцией по условиям устойчивости считается сталкивание или скатывание круглых грузов с поднятых и наклоненных вперед вилок. Во всех этих случаях на погрузчик, кроме статических, действуют динамические нагрузки, влияющие на его устойчивость.

При работе погрузчиков на открытых площадках опасным является воздействие сильного ветра.

Устойчивость погрузчика обеспечивается до тех пор, пока равнодействующая всех сил, действующих на погрузчик, находится в пределах опорного контура машины, а при выходе за пределы его погрузчик теряет устойчивость.

Аналитически устойчивость погрузчиков рассчитывается аналогично устойчивости кранов, но с учетом специфики их устройства и эксплуатации.

В практике для определения устойчивости вилочных электро- и автопогрузчиков применяется экспериментальный метод на специальном стенде с наклоняемой платформой (рисунок 4.185), которая позволяет изучать силы, действующие на погрузчик во все периоды его работы.

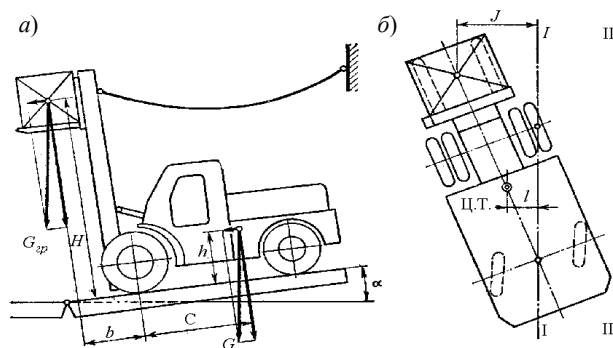


Рисунок 4.185 – Схемы к расчету устойчивости погрузчиков

В ходе статических испытаний имитируется действие продольных сил инерции при торможении погрузчика и центробежных сил, возникающих при его поворотах. На платформу устанавливают погрузчик с заторможенными ходовыми колесами. Показателем устойчивости является предельный угол наклона платформы до начала отрыва от нее соответствующих колес (или колеса) погрузчика, т. е. до начала его опрокидывания. Для предотвращения опрокидывания к погрузчику сверху прикрепляются предохранительные канаты так, чтобы натяжение их не оказывало силового влияния в начальный момент потери устойчивости.

Для фронтальных погрузчиков с противовесом предусматриваются четыре вида испытаний: два – на продольную и два – на поперечную боковую устойчивость (таблица 4.10). Каждый вид испытаний учитывает устойчивость погрузчика при штабелировании груза и нахождении его в движении.

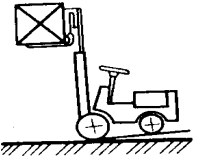
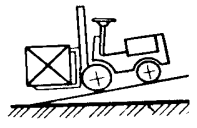
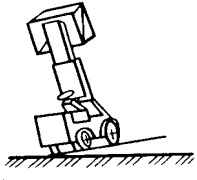
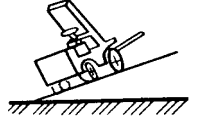
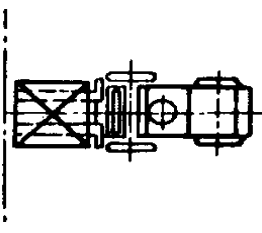
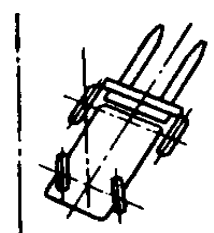
*Продольная устойчивость при штабелировании.* Груз должен быть поднят на максимальную высоту. Положение грузоподъемника – перпендикулярно плоскости опорной платформы. Платформа с погрузчиком наклонена к горизонтальной плоскости.

Опорная линия передних колес погрузчика параллельна оси поворота платформы. Погрузчик в этом положении сохраняет равновесие.

При испытаниях груз принимается соответственно грузоподъемности погрузчика и должен представлять собой однородный куб, ребро которого равно удвоенному вылету центра тяжести груза. На вилах груз устанавливается так, чтобы его центр тяжести находился в средней продольной плоскости погрузчика. Если испытываются погрузчики с высотой подъема груза свыше 3,2 м, у которых по соображениям устойчивости грузоподъемность при подъеме вышеуказанного уровня должна снижаться, вес груза берется согласно допускаемой величине. При использовании грузозахватных приспособлений испытательный груз берется согласно диаграмме грузоподъемности приспособления.



Таблица 4.10 – Виды испытаний

Показатели	Номер испытания			
	I	II	III	IV
Устойчивость	Продольная		Поперечная	
Выполняемая операция	Штабелирование	Движение	Штабелирование	Движение
Нагрузка	Минимальный груз			Без груза
Высота подъема	Максимальная	300 м	Максимальная	300 м
Положение грузоподъемника	Вертикальное	Максимальный наклон назад		
Угол наклона платформы, %	4	18	6	$15 \pm 1,1v$ max 5С
Установка погрузчика				
				

При наклоне платформы погрузчик удерживается тормозами. Если стояночный тормоз не в состоянии удержать машину, допускается использование других средств, которые не вызывают возникновения дополнительных внешних сил. Перед началом испытаний проверяется давление в пневмошинах погрузчика, которое должно точно соответствовать паспортному значению. Для определения начала наклона погрузчика используют бумажные или тонкие металлические листы, подкладываемые под колеса, которые должны оторваться в первую очередь при наклоне платформы. После начала отрыва колес листы можно свободно двигать.

Требование продольной устойчивости при штабелировании можно получить из уравнения моментов всех сил относительно ребра возможного опрокидывания (см. рисунок 4.185, а). Тогда коэффициент запаса продольной устойчивости при штабелировании

$$k_{ш} = \frac{G(c \cos \alpha_1 - h \sin \alpha_1)}{G_{гр}(b \cos \alpha_1 + H \sin \alpha_1)} > 1, \quad (4.41)$$

где  $\alpha_1$  – фактический или полный угол наклона погрузчика.

Вследствие просадки шин передних колес, прогиба рамы грузоподъемника, разгрузки задних колес и рессор погрузчик наклоняется относительно платформы дополнительно на угол  $\Delta\alpha$  (от  $1^\circ$  до  $1^\circ 30'$ ). Большее значение относится к погрузчикам на пневматических шинах при большой высоте подъема.

Полный угол наклона погрузчика

$$\alpha_1 = \alpha + \Delta\alpha. \quad (4.42)$$

*Продольная устойчивость при движении.* Номинальный груз поднят на высоту 300 мм от пола. Грузоподъемник максимально отклонен назад. Платформа наклонена к горизонтальной плоскости на 18 %, или  $10^\circ 12'$ . Погрузчик должен сохранять равновесие.

Высота подъема груза 300 мм измеряется до нижней точки груза, вил или другого приспособления над платформой. Испытание имитирует условия, возникающие при неожиданном торможении полностью нагруженного погрузчика, движущегося вперед с максимальной скоростью. При этом условии тормозной путь погрузчика, движущегося со скоростью 12 км/ч, должен быть не более 3 м.

Коэффициент запаса продольной устойчивости при движении можно получить при соблюдении условия

$$k_{дв} = \frac{G(c' - h' \operatorname{tg} \alpha_1)}{G_{гр}(b' + H' \operatorname{tg} \alpha_1)} > 1, \quad (4.43)$$

где  $c'$ ,  $h'$ ,  $b'$ ,  $H'$  – соответствуют положению груза, поднятого на высоту 300 мм от уровня пола, и максимально отклоненной назад раме грузоподъемника;

$$\alpha_1 = 10^\circ 12' + \Delta\alpha. \quad (4.44)$$

*Поперечная устойчивость при штабелировании.* Грузоподъемник максимально отклонен назад. Груз поднят на наибольшую высоту. Погрузчик устанавливается на платформе таким образом, чтобы линия, проведенная через центр заднего управляемого моста и середину переднего приводного колеса, была параллельна оси поворота наклоняемой платформы. Задние управляемые колеса установлены так, чтобы они были параллельны оси поворота платформы с расчетом получения максимального сопротивления скольжению.

Плоскость, на которой устанавливается погрузчик, наклонена к горизонтальной плоскости на 6 %, или 3°26'. Погрузчик должен сохранять равновесие.

Коэффициент запаса поперечной устойчивости погрузчика при штабелировании можно получить при соблюдении условия (см. рисунок 4.185, б)

$$k_{\text{пш}} = \frac{G_{\text{гр}} d + G l}{(G_{\text{гр}} H + G h) \text{tg}\alpha_1} > 1, \quad (4.45)$$

где  $d, l$  – расстояние центра тяжести соответственно груза и погрузчика от линии возможного опрокидывания на горизонтальной площадке (на рисунке 4.185, б: I-I – линия опрокидывания, II-II – ось поворота платформы);

$H, h$  – высота центра тяжести соответственно груза и погрузчика.

Поперечная устойчивость при движении без груза достигается, когда грузоподъемник максимально отклонен назад; вилы подняты на высоту 300 мм. Плоскость, на которой находится погрузчик, должна быть наклонена к горизонтальной плоскости на  $(15 + 1,1v)$  %, где  $v$  – максимальная скорость ненагруженного погрузчика, км/ч, но не более 50 % для погрузчиков грузоподъемностью до 5 т и не более 40 % – для погрузчиков грузоподъемностью от 5 до 10 т.

Погрузчик устанавливается на платформе, как и в предыдущем случае. В этом положении он должен сохранять равновесие. Это требование может быть выражено коэффициентом запаса поперечной устойчивости погрузчика при движении без груза при соблюдении условия

$$k_{\text{п.дв}} = \frac{G l}{G h \text{tg}\alpha_1} > 1. \quad (4.46)$$

Поскольку  $\text{tg}\alpha = 0,15 - 0,011v$ ,

$$\alpha_1 = \arctg(0,15 - 0,011v) + \Delta\alpha. \quad (4.47)$$

Последние два испытания имитируют силы, действующие на погрузчик, при повороте его с грузом и без груза, в результате чего учитывается действие центробежной силы и силы тяжести.

При имитации реальных условий погрузчик устанавливается на платформе так, чтобы линия, соединяющая середину одного из передних колес с серединой задней оси (или задним колесом в трехколесной машине), была

параллельна оси наклона платформы. Чтобы погрузчик не сползал при наклоне, его задние колеса устанавливаются параллельно оси платформы. Центробежная сила, действующая на поворачивающийся погрузчик, равна  $mv^2/r$ , где  $m$  – приведенная масса погрузчика с грузом и без груза;  $v$  – скорость движения;  $r$  – радиус поворота центра тяжести. Погрузчик будет устойчив при повороте, когда

$$\frac{mv^2}{r} \leq m g \operatorname{tg} \alpha . \quad (4.48)$$

Из этого соотношения:

– скорость движения

$$v \leq \sqrt{r g \operatorname{tg} \alpha} ; \quad (4.49)$$

– радиус поворота

$$r \geq \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \alpha} ; \quad (4.50)$$

– угол наклона платформы

$$\alpha \geq \operatorname{arctg} \frac{v^2}{r g} . \quad (4.51)$$

Угол  $\alpha$  определяет скорость, при которой погрузчик остается устойчивым при повороте на заданном радиусе. Можно также найти угол  $\alpha$ , который необходимо достичь в процессе испытаний, чтобы погрузчик был устойчив при указанной скорости и радиусе поворота.

Для погрузчиков, работающих в узких проходах с выдвигной грузоподъемной рамой, кроме приведенных испытаний, проводятся испытания проверки задней продольной устойчивости погрузчика при штабелировании с грузом и без груза, а также испытание, имитирующее условия, возникающие при неожиданном торможении порожнего погрузчика, движущегося назад с максимальной скоростью. Наклон платформы (в %) при этом испытании определяется из выражения  $15 + 0,5\alpha + 1,55v$ , где  $\alpha$  – максимальный уклон, %, преодолеваемый погрузчиком. Установка на платформе погрузчиков для работы в узких проходах при испытаниях продольной устойчивости производится аналогично фронтальным погрузчикам, а при испытаниях боковой устойчивости зависит от конструкции ходовой части и устанавливается так, что ось возможного опрокидывания погрузчика параллельна оси наклона платформы.

#### 4.2.5 Производительность

Производительность вилочных и одноковшовых погрузчиков зависит от количества груза  $G_{\text{гр}}$ , т или  $\text{м}^3$ , перемещаемого за один цикл погрузчика, и

количества циклов  $c$ , которое он сделает в течение 1 ч. Техническая производительность

$$\Pi = G_{\text{гр}} c . \quad (4.52)$$

Для сыпучих и кусковых грузов

$$G_{\text{гр}} = \psi V_{\text{к}} \gamma , \quad (4.53)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения ковша;

$V_{\text{к}}$  – вместимость ковша;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Количество циклов, выполняемое погрузчиком в течение часа,

$$c = \frac{3600}{\varphi \sum_{i=1}^n t_{\text{Mi}} + t_{\text{в}}} , \quad (4.54)$$

где  $\varphi$  – коэффициент совмещения отдельных операций цикла по времени; принимается примерно 0,85;

$t_{\text{Mi}}$  – машинное время, затрачиваемое на отдельные операции, с;

$t_{\text{в}}$  – время, затрачиваемое на вспомогательные операции, с.

Время, затрачиваемое на отдельные операции, выполняемые вилочным погрузчиком, складывается из времени:

- на наклон грузоподъемной рамы вперед;
- захват груза и подъем его на высоту до 300 мм или опускание до высоты транспортного положения и наклон рамы назад до отказа (примерно 10–15 с);
- разворот погрузчика с грузом и без него (при развороте на 90° это время равно 6–8 с и на 180° – 10–15 с);
- передвижение погрузчика со скоростью  $v_{\text{гр}}$  с грузом и без него  $v_{\text{п}}$ ;
- преодоление расстояния  $L_{\text{п}}$  с учетом разгона и замедления  $t_{\text{р.з}}$ :

$$t_{\text{п}} = \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{гр}}} + \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + 2t_{\text{р.з}} ; \quad (4.55)$$

– подъем груза со скоростью подъема  $v$  на необходимую высоту  $H_{\text{п}}$  с учетом разгона и замедления

$$t_{\text{н}} = \frac{H_{\text{п}}}{v} + t_{\text{р.з}} ; \quad (4.56)$$

- штабелирование груза (5–8 с);
- отклонение грузоподъемной рамы назад без груза (2–3 с);
- опускание каретки с вилами в нижнее положение (определяется, как и на подъем, с учетом скорости опускания);
- суммарное время, затрачиваемое на управление погрузчиком между операционными интервалами (6–8 с).

Аналогично определяется цикл погрузчика при взятии груза из штабеля и погрузка в вагоны или автомобили.

При определении длительности цикла одноковшового погрузчика с передней загрузкой и задней разгрузкой время заполнения ковша составляет примерно 10–15 с, подъема ковша в транспортное положение – 8–10 с, поворота ковша на разгрузку – 6–10 с. Общая длительность рабочего цикла одноковшового погрузчика (при наиболее удобном расположении автомашины для погрузки в непосредственной близости от места зачерпывания) в среднем составляет: 25–30 с – для погрузчиков с задней разгрузкой ковша; 30–40 с – для погрузчиков с передним расположением ковша и боковой его разгрузкой; 50–70 с – для фронтальных погрузчиков на пневмоколесном ходу и 60–80 с – для фронтальных погрузчиков на гусеничном ходу.

### **4.3 Тележки, подъемники, механические лопаты**

#### **4.3.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия тележек**

Грузовые тележки предназначены для горизонтального межоперационного перемещения сырья, материалов, готовой продукции в цехах и на складах. Тележки рассчитаны для перевозки грузов небольшой массы, небольшими партиями и на короткие расстояния. Их размеры обеспечивают хорошую проходимость в складах между стеллажами и штабелями.

Тележки изготовляют самоходными и несамоходными. Самоходные тележки имеют электрический привод передвижения (аккумуляторные и троллейные) от двигателя внутреннего сгорания (автотележки) и от двигателя сжатого воздуха или газа (пневмотележки).

В конструктивном отношении различают тележки: с жесткой высокой или низкой платформой, служащей для укладки на нее груза; с подъемной платформой для укладки груза на специальные низкие столики или стеллажи, подъезжая под которые, тележка поднимает их с грузом, и после перемещения груженого столика к месту хранения платформа с грузовым столиком опускается, столик устанавливается на пол, а тележка освобождается для перемещения следующего столика, с подъемным вилочным захватом для перемещения грузов, предварительно уложенных на поддоны или сформированных в специальные пакеты, перемещаемые тележкой, и малогабаритные тягачи для перевозки груза только на прицепных тележках.

Классификация тележек приведена на рисунке 4.186.

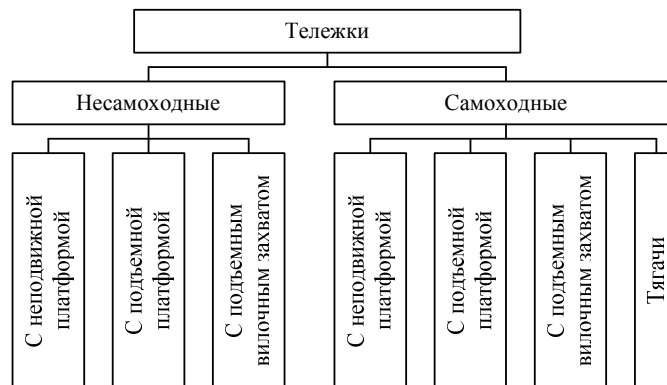


Рисунок 4.186 – Классификация тележек

Грузовые несамходные тележки (рисунок 4.187) с *неподвижной платформой* предназначены для транспортирования тарноштучных грузов. Ее можно использовать в качестве грузонесущего органа

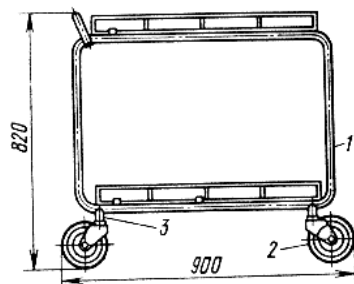


Рисунок 4.187 – Грузовая несамходная тележка:  
1 – полка; 2 – обрешиненное колесо;  
3 – вертлюг

на грузоведущих цепных конвейерах. Конструкция тележки может предусматривать установку сменной транспортной технологической оснастки (этажерки-стола, этажерки со съемными полками, этажерки с откидными полками, бункера, стеллажи и т. д.). Тележка имеет четыре колеса, два из которых – на поворотных кронштейнах.

Грузовая несамходная тележка с *подъемной платформой* (рисунок 4.188) предназначена для перевозки, подъема и опускания различных грузов. Она состоит из рамы,

сваренной из труб, подъемной платформы и ручного привода. Рама тележки опирается на четыре обрешиненных колеса: два задних – поворотных, два передних – неповоротных. При помощи цепной передачи платформа может перемещаться по вертикальным направляющим рамы вверх и вниз.

Ручная несамходная тележка с *подъемными вилами* (рисунок 4.189) предназначена для механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных операций с контейнерами и пакетами на стандартных поддонах в местах, где невозможно применение погрузчиков (малый радиус поворота, узкие проходы и т. д.).

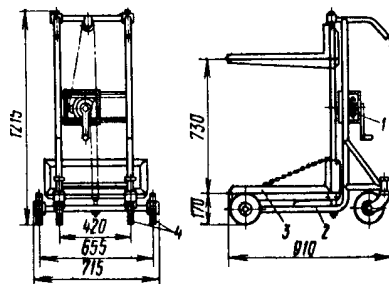


Рисунок 4.188 – Грузовая несамоходная тележка с подъемной платформой

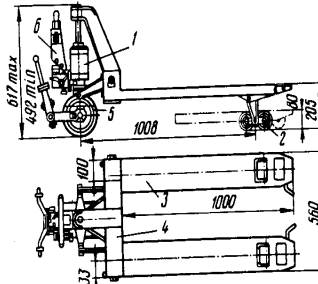


Рисунок 4.189 – Ручная несамоходная тележка с подъемными вилами

Подъем и транспортирование осуществляются следующим образом. Оператор подкатывает тележку к пакету с грузом таким образом, чтобы грузовые вилы зашли под основание поддона или типовую производственную тару. При движении рукоятки управления вниз-вверх с помощью гидропривода вилы перемещаются вверх. Оператор двигает рукоятку управления до тех пор, пока вилы с грузом не поднимутся на необходимую высоту. Затем грузовой пакет транспортируется по назначению. Для опускания вил с грузом оператор нажимает ногой на педаль.

С а м о х о д н ы е тележки с *неподвижной платформой* (рисунок 4.190) применяются преимущественно для перемещения тарно-штучных грузов между пунктами, имеющими подъемно-транспортное оборудование для механизации погрузки и разгрузки. Они часто дооборудуются поворотным краном.

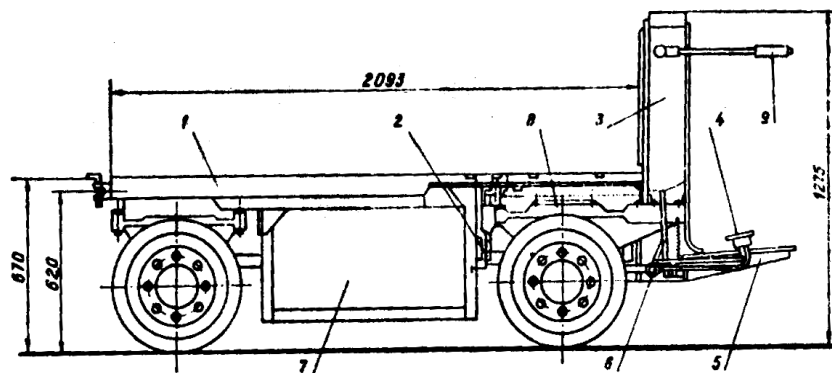


Рисунок 4.190 – Самоходная тележка с неподвижной платформой:  
 1 – рама; 2 – штепсельная розетка (для зарядки); 3 – стойка; 4 – педаль тормоза;  
 5 – подножка водителя; 6 – тяга; 7 – батарея; 8 – тяговый электродвигатель;  
 9 – рукоятка управления



Самоходные тележки с подъемной платформой (рисунок 4.191) используются для перевозки внутризаводских контейнеров на ножках высотой 350 мм и расстоянием между ножками по ширине 800 мм.

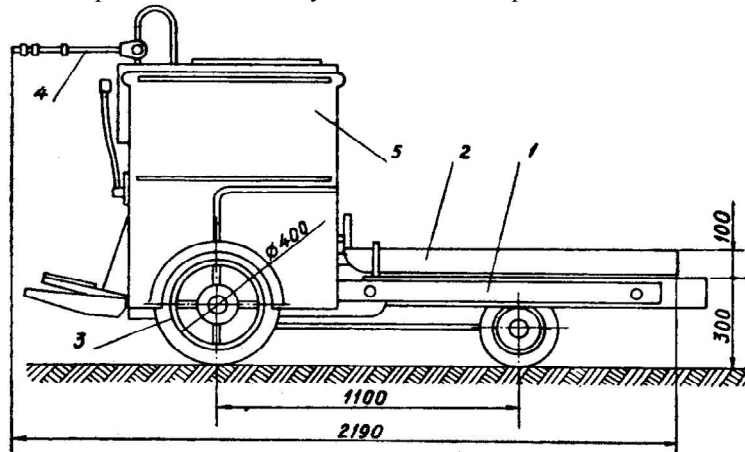


Рисунок 4.191 – Самоходная тележка с подъемной платформой:  
1 – рама; 2 – подъемная платформа; 3 – ведущие колеса; 4 – рукоятка рулевого управления; 5 – аккумуляторная батарея

Для перевозки грузов на однонастильных поддонах используются самоходные тележки с подъемным вилочным захватом (рисунок 4.192).

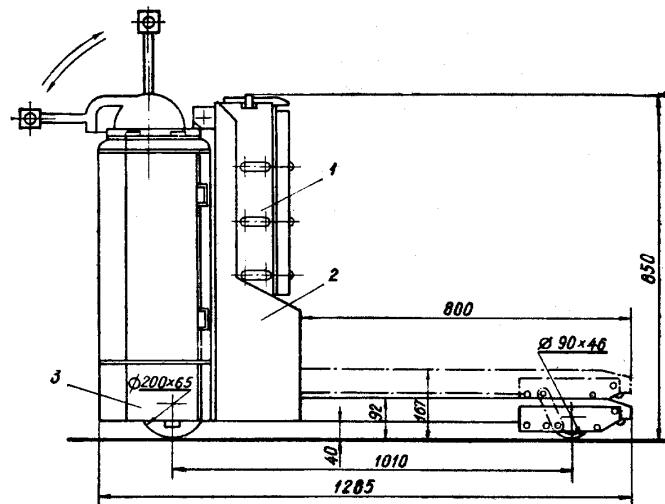


Рисунок 4.192 – Самоходная тележка с подъемным вилочным захватом:  
1 – шкаф управления; 2 – щит; 3 – гидропривод

При дальности транспортировки более 500 м и массовых грузопотоках при доставке грузов на склады, оборудованные подвесными кранами, экономически целесообразнее применять проездные составы из тягачей (рисунок 4.193) и прицепных тележек.

Электро- и автотягачи имеют устройство, аналогичное тележкам, но у них отсутствует платформа для укладки груза. При помощи более мощного тягового двигателя они развивают тяговое усилие до 10 кН, необходимое для перемещения прицепных тележек. Тягачи имеют большой сцепной вес и радиус действия за счет более мощных аккумуляторных батарей и большого запаса горючего. Скорость перемещения электротягачей – 8–10 км/ч и автотягачей – 10–20 км/ч.

Производительность определяется по формулам (4.52)–(4.56) с учетом времени выполнения технологических операций, входящих в цикл работы соответствующей тележки.

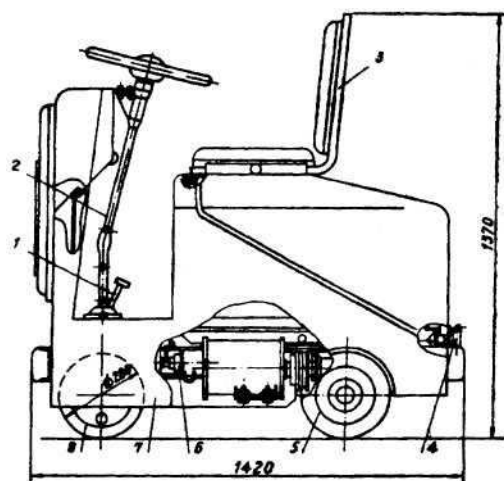


Рисунок 4.193 – Тягач:

- 1 – педаль тормоза; 2 – рулевое управление;
- 3 – сидение водителя; 4 – сцепное устройство;
- 5 – ведущее колесо; 6 – электродвигатель; 7 – рама;
- 8 – переднее колесо

#### 4.3.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия подъемников

**Подъемниками** называются машины периодического действия, у которых рабочий орган – клеть или ковш – перемещается в вертикальном направлении или близком к нему наклонном. Применяют их на промышленных предприятиях, в жилых многоэтажных домах и на строительных площадках.

*Лифт* – стационарный подъемник прерывного действия, у которого кабина (или платформа) перемещается по жестким вертикальным направляющим, установленным в огражденной со всех сторон шахте. Пассажирские лифты имеют грузоподъемность от 320 до 1600 кг и скорость движения 0,5–7 м/с. Грузовые лифты выпускают грузоподъемностью до 10 т при скоростях движения 0,18–0,5 м/с. Высота подъема – до 150 м.

Классификация подъемников приведена на рисунке 4.194.



Рисунок 4.194 – Классификация подъемников

Лифт (рисунок 4.195) состоит из клетки (кабины) 6, подвешенной при помощи траверсы на канатах 5 и передвигающейся вертикально в направляющих рельсах 1. Подъем клетки производится лебедкой 8, устанавливаемой наверху (внизу) шахты 3. Канаты огибают канатопроводящий барабан и направляющие шкивы 7. Число канатов зависит от грузоподъемности лифта (2, 4). Для уменьшения нагрузки электродвигателя лебедки кабина и половина номинальной массы груза уравниваются противовесом 4, который подвешен к канатам и перемещается в направляющих 2. При подъеме груза противовес опускается, а при опускании кабины – поднимается.

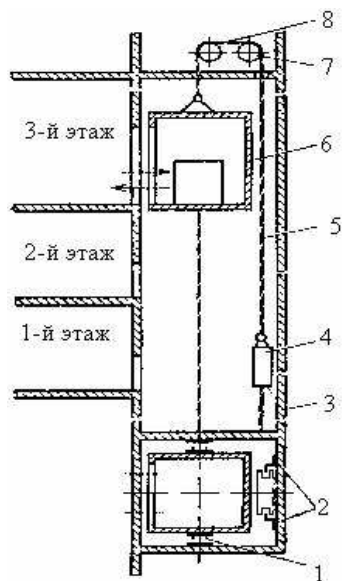


Рисунок 4.195 – Лифт

Столечный подъемник (рисунок 4.196) состоит из стойки 1 (несущей конструкции), по которой движется грузовая платформа 2, соединенная гибким элементом с лебедкой 4. Гибкий элемент перекинут через отклоняющий блок 3. В этих подъемниках несущая конструкция имеет направляющие для грузовой платформы. Такие подъемники используют как строительные или подъемники-вышки. Грузоподъемность 0,5–1,5 т при скорости движения площадки 1,0–1,5 м/с.

Подъемники для погрузочно-разгрузочных работ отличаются широким разнообразием. Для подъема сыпучих и кусковых грузов используются *скиповые* и *бадьевые* подъемники, которые могут быть стационарными и передвижными. Стационарные скиповые подъемники (рисунок 4.197, а) используют для подъема угля, руды, порожней породы на поверхность из

вертикальных или крутонаклонных шахт. Ковш 1 передвигается по направляющим рамы 2 с помощью подъемного каната 3, проходящего через направляющий блок 4 и наматываемого на барабан лебедки 5. Чтобы уменьшить расход энергии при подъеме ковша, канат снабжен противовесом, масса которого равна массе ковша и половине массы груза. Подъемник в этом случае называется уравновешенным. Чтобы повысить его производительность, вместо противовеса можно подвесить второй ковш, который служит противовесом и одновременно устраняет порожний рейс в общем цикле работы подъемника. Такие подъемники, как правило, разгружаются автоматически опрокидыванием ковша или раскрытием его днища или стенок у места разгрузки.

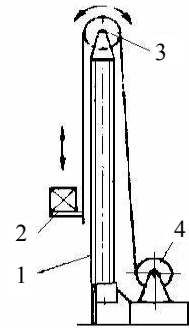


Рисунок 4.196 – Стоечный подъемник

На складах угля и строительных материалов используют передвижные скиповые подъемники (рисунок 4.197, б).

Их монтируют на самоходной тележке, передвигающейся по железнодорожному пути. Ковш 6 саморазгружается благодаря наклону направляющей колеи 5, по которой движется передняя пара катков 3. В это же время задняя пара катков 4 продолжает движение по внешней направляющей колес. В результате скип опрокидывается и освобождается от груза. Привод 2 подъемника может быть расположен как в верхней части, так и внизу на тележке. Высота подъема груза у передвижных скиповых подъемников 4 м, а у стационарных – 100 м и более. Вместимость ковшей – от 0,5 до 5,0 м<sup>3</sup>, скорость подъема ковшей – 0,3–5,0 м/с.

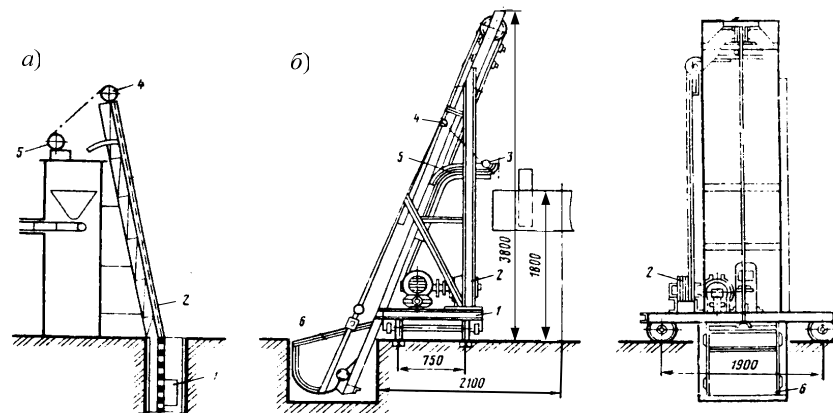


Рисунок 4.197 – Стационарные скиповые подъемники

Бадьевые подъемники отличаются от скиповых тем, что в них вместо ковша применяют емкости цилиндрической формы, называемые бадьями. Разгрузка их, как правило, производится не опрокидыванием, а раскрытием днища.

#### 4.3.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия механических лопат

Механические лопаты служат для выгрузки из вагонов или кузовов автомобиля легкосыпучих и порошкообразных грузов. Они могут быть стационарными и передвижными, одинарными, сдвоенными. Классификация механических лопат приведена на рисунке 4.198.



Рисунок 4.198 – Классификация механических лопат

Механическая лопата представляет собой лебедку с одним или двумя барабанами 1 (рисунок 4.199), приводимыми от электродвигателя. На барабан лебедки наматывается канат 2, на конце которого закреплен разгрузочный щит-скребок 4. При наматывании каната на барабан скребок, удерживаемый в нужном положении рабочим, перемещается в месте с грузом к дверному проему вагона или к открытому борту автомобиля. Обратный ход порожнего щита осуществляется усилием рабочего. Нужное направление движения каната обеспечивается направляющими блоками 3. Сдвоенной лопатой можно разгружать одновременно два автомобиля (рисунок 4.200) или вагон (рисунок 4.201).

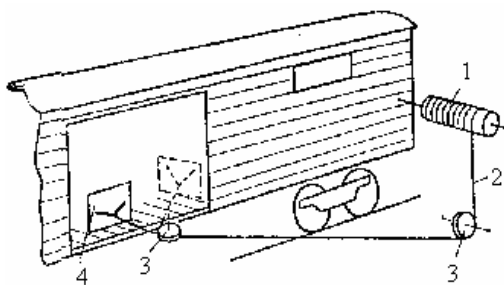


Рисунок 4.199 – Механическая лопата

Рисунок 4.200 – Разгрузка одновременно двух автомобилей двойной механической лопатой

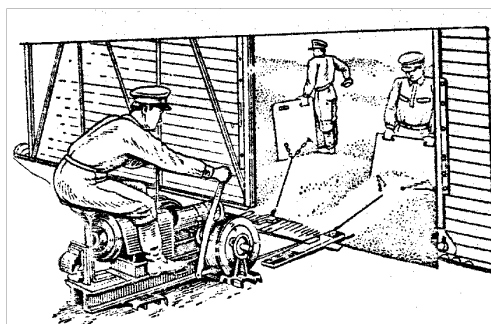
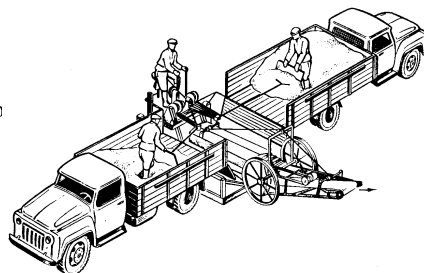


Рисунок 4.201 – Разгрузка вагона

Автоматическая лопата (рисунок 4.202) устанавливается у приемной воронки ларя около разгрузочного пути. Состоит лопата из опорной колонны 1, поворотного кронштейна 2, на конце которого шарнирно укреплена раздвижная стрела 3, заканчивающаяся скребком 4. Стрела может складываться и раздвигаться, а

скребок – подниматься и опускаться. Лопата имеет электрический привод. Работает следующим образом. После того как откроют дверь вагона и дверной проем освободят от заграждающего щита, включают привод автоматической лопаты. Кронштейн лопаты поворачивается к двери вагона, раздвижная стрела вводится внутрь кузова и начинает растягиваться по направлению к торцевой стенке до тех пор, пока скребок не дойдет до откоса груза. Встретив препятствие для дальнейшего движения, скребок автоматически опускается, врезаясь в толщу груза, а раздвижная стрела начинает складываться, перемещая скребок, который выгребает груз из вагона через двери в приемную воронку ларя. В крайнем сжатом положении у дверного проема вагона стрела автоматически переключается на обратный ход и начинает растягиваться для захвата следующей порции груза.

Производительность односкребковой механической лопаты определяют по формуле

$$\Pi_{л} = \frac{q_c - (v_p + v_x)}{4L_{ср}}, \quad (4.57)$$

где  $q_c$  – средняя масса груза, перемещаемого за один ход скребка;

$v_p, v_x$  – соответственно скорость движения скребка при рабочем и холостом ходе;  
 $L_{cp}$  – среднее расстояние перемещения скребков в вагоне.

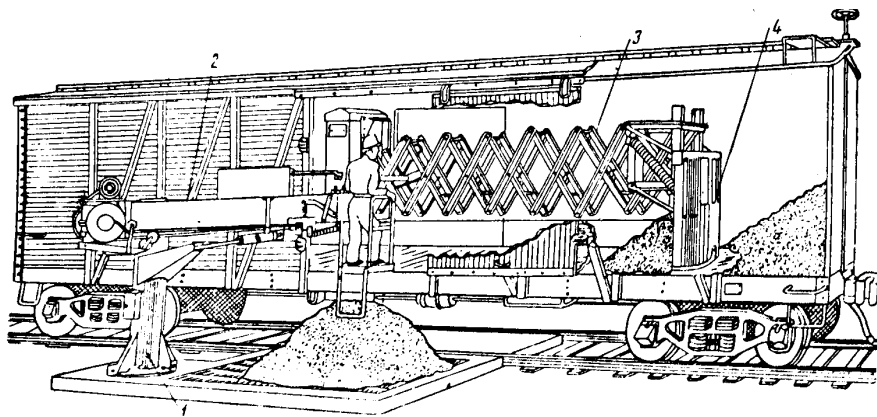


Рисунок 4.202 – Автоматическая лопата

#### 4.4 Автомобилеразгрузчики

##### 4.4.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия

Выгрузка грузов из бортовых автомобилей и автопоездов осуществляется автомобилеразгрузчиками путем наклона автомобиля или прицепа в сторону заднего или бокового борта до положения, при котором сыпучие грузы, находящиеся в кузове, под действием силы тяжести приходят в движение и разгружаются в приемный бункер.

Классификация автомобилеразгрузчиков приведена на рисунке 4.203.



Рисунок 4.203 – Классификация автомобилеразгрузчиков

При доставке навалочных сыпучих грузов на значительные расстояния при небольших грузопотоках для разгрузки бортовых автомобилей целесообразно использовать **передвижные самоходные автомобилеразгрузчики** с одноколейной платформой (рисунок 4.204) и двухколейной (рисунок 4.205) платформами.

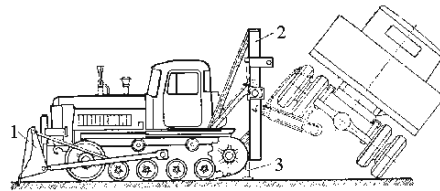


Рисунок 4.204 – Передвижной самоходный автомобилеразгрузчик с одноколейной платформой

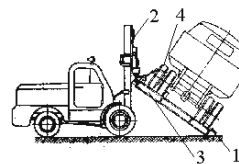


Рисунок 4.205 – Передвижной самоходный автомобилеразгрузчик с двухколейной платформой

Разгрузчик с одноколейной платформой может монтироваться на гусеничном тракторе. Впереди трактора может быть установлен бульдозерный отвал 1, благодаря чему разгрузчик приспособлен не только для разгрузки бортовых автомобилей и автопоездов, но и может выполнять функции бульдозера. Платформа смонтирована на грузоподъемнике 2. Для снятия нагрузок с гусениц трактора, возникающих при подъеме автомобиля, предусмотрены опоры 3 с гидравлическим приводом.

Максимальный угол наклона разгружаемого автомобиля –  $50^\circ$ , масса разгружаемого автомобиля – до 10 т.

У автомобилеразгрузчика с двухколейной платформой 1 платформа выполнена складывающейся, для того чтобы в транспортном положении не превышать габаритную ширину. Платформа шарнирно прикреплена к каретке грузоподъемника 2, и на ней предусмотрены боковые упоры 3, предназначенные для предотвращения смещения разгружаемых автомобилей.

Угол наклона платформы –  $30\text{--}45^\circ$  и устанавливается в зависимости от угла естественного откоса разгружаемых грузов. Для предотвращения от возможного опрокидывания автомобиля при наклоне на угол свыше  $35^\circ$  на колеса этого автомобиля накидываются страховочные цепи 4. Масса разгружаемого автомобиля – не более 10 т.

Время разгрузки автомобиля при использовании передвижных автомобилеразгрузчиков составляет не более 2 мин, а автопоезда в составе автомобиля и прицепа – не более 4 мин.



**Стационарные автомобилеразгрузчики** (рисунок 4.206) предназначены для разгрузки сыпучих грузов из бортовых автомобилей и автопоездов в пунктах со значительным их поступлением и с сосредоточенной выгрузкой.

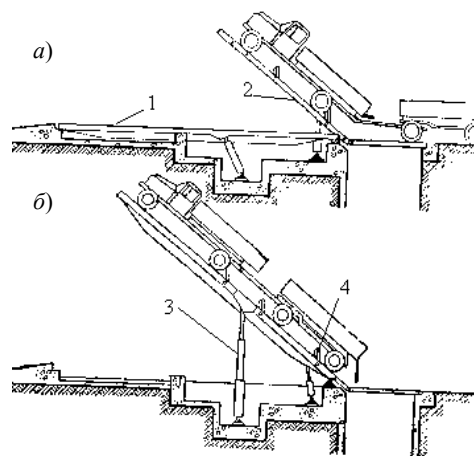


Рисунок 4.206 – Стационарный автомобилеразгрузчик

Современные стационарные автомобилеразгрузчики приспособлены для разгрузки одиночных автомобилей, автопоездов в составе автомобилей-тягачей с полуприцепами без отцепки автомобиля-тягача и автопоездов в составе автомобиля и прицепа.

Платформа разгрузчика 1 (см. рисунок 4.206) выполнена проездной; она состоит из двух половин, одна из которых представляет собой малую платформу 2 (см. рисунок 4.206, а), предназначенную для разгрузки одиночных автомобилей.

Обе половины составляют большую платформу, предназначенную для разгрузки автопоездов массой до 25 т (см. рисунок 4.206, б). Для наклона большой платформы предусмотрены два гидроподъемника телескопического типа 3, наклон малой платформы осуществляется от двух гидравлических поршневых цилиндров 4. Время наклона малой платформы – 23 с, а большой – 65 с. Время опускания той и другой платформы – 15–20 с. Угол наклона платформы – 37°. Мощность электропривода – 22 кВт. Управление – дистанционное.

## 5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

### 5.1 Домкраты, лебедки, тали

#### 5.1.1 Назначение, классификация, устройство и принцип действия домкратов

**Домкрат** – простой подъемный механизм с жестким выдвижным органом, применяемый для подъема или перемещения груза на расстояние не более 1 м без использования грузозахватных устройств. При этом не требуются громоздкие вспомогательные сооружения. Домкрат прост и компактен по конструкции, обеспечивает перемещение груза без толчков и ударов.

Домкраты разделяют на винтовые (телескопические и простые), реечные (зубчатые и рычажные) и гидравлические. Привод домкратов может быть ручной и электрический.

Схема *винтового телескопического* домкрата приведена на рисунке 5.1, *а*, а *простого* винтового – на рисунке 5.1, *б*. В корпус 4 домкрата установлен телескопический двойной винт 6, на который установлена опорная головка 1 с рукояткой 3, связанной с храповым диском 5 и двусторонней собачкой 2. Направление вращения винта можно изменить перебросом собачки.

Винтовой простой домкрат имеет те же детали, за исключением кранового диска и собачки.

Грузоподъемность винтовых домкратов достигает 20 т, ход винта – 250 мм. В эксплуатации винтовые домкраты достаточно надежны и безопасны, но имеют низкий КПД (0,3–0,4) и малую скорость подъема (1,5–3,5 см/мин).

*Реечные* домкраты всегда имеют ручной привод. Их грузоподъемность составляет 0,5–10 т. Они бывают рычажно- и зубчато-реечными. *Рычажно-реечный* домкрат (рисунок 5.2) состоит

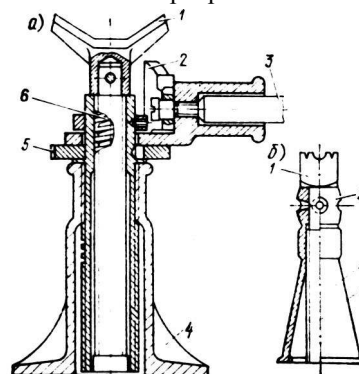


Рисунок 5.1 – Схема винтового домкрата

из рейки 2 с упорными зубьями, обоймы 3, скользящей вдоль рейки по направляющим, приводного рычага 5 и системы собачек 4 и 6, расположенных внутри обоймы. Лапа 1, жестко соединенная с обоймой домкрата, является опорой для поднимаемых грузов. При нажатии приводного рычага вниз в зуб рейки упирается большая собачка 6; обойма вместе с грузом поднимается вверх, и малая собачка 4 заходит за очередной зуб. При подъеме приводного рычага малая собачка удерживает груз от самопроизвольного опускания, а большая собачка, скользя по зубу, прижимается к нему пружиной 7. За одно качание рычага обойма поднимается на высоту, равную шагу зуба. Для опускания груза рычаг 8 устанавливают в положение II небольшим нажатием вниз, в результате чего внешний упор с пружины снимают.

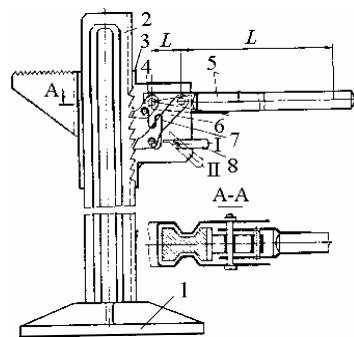


Рисунок 5.2 – Рычажно-реечный домкрат

При этом малая собачка выходит из зацепления с рейкой и под действием веса груза обойма опускается до упора малой собачки в следующий зуб, а рычаг перемещается вверх, поддерживаемый рукой рабочего во избежание удара рейки по малой собачке.

Рычажно-реечные домкраты имеют высокий КПД (0,95–0,97). Недостаток рычажно-реечных домкратов – прерывность действия и самопроизвольное падение груза вследствие быстрого изнашивания собачек.

Внутри корпуса 5 *зубчато-реечного* домкрата (рисунок 5.3) по направляющим движется зубчатая рейка 7. В верхней части рейки установлена поворотная головка 6, а в нижней – лапа 4. Рейка перемещается благодаря системе зубчатых передач, приводимых в движение безопасной рукояткой 1, оснащенной крановым колесом 2 и собачкой 3. Грузоподъемность домкратов достигает 10 т, КПД – 0,75–0,85, ход рейки – 400 мм, плечо рукоятки – 200–250 мм.

Гидравлические домкраты выполняют с ручным и машинным приводом. Для этих домкратов, как и для винтовых, характерны плавность хода и точная установка поднимаемого груза. В отличие от винтовых домкратов гидравлические имеют высокий КПД. По сравне-

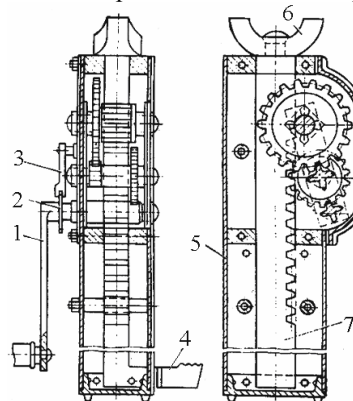


Рисунок 5.3 – Зубчато-реечный домкрат

нию с реечными и винтовыми гидравлические домкраты имеют значительно большую грузоподъемность (до 750 т).

Домкрат с ручным приводом (рисунок 5.4) состоит из гидроцилиндра 2, плунжера 1, ручного поршневого насоса 4 с приводной рукояткой 5 и бачка для масла 6. При качании рукоятки 5 масло из бачка поступает под плунжер, в результате чего плунжер поднимается вместе с грузом. Для опускания груза или плунжера следует повернуть вентиль 3, тогда полость гидроцилиндра будет соединена с бачком и плунжер начнет опускаться под действием собственного веса или груза.

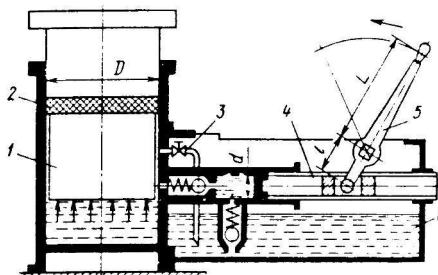


Рисунок 5.4 – Гидравлический домкрат с ручным приводом

Скорость подъема груза ручными гидравлическими домкратами мала (0,001–0,002 м/с), что является их основным недостатком.

Для увеличения скорости подъема груза гидродомкраты снабжают насосами, работающими от электродвигателя. Высота подъема гидравлических домкратов – 0,15–0,70 м.

### 5.1.2 Назначение, классификация, устройство и принцип действия лебедок

**Лебедка** – простейшая грузоподъемная машина для подъема и перемещения грузов по горизонтали посредством наматывания на барабан каната или цепи.

Лебедки применяют как самостоятельные машины при производстве погрузочно-разгрузочных, строительно-монтажных, ремонтных, складских работ, на маневровых работах с подвижным составом, для траловки леса и штабелирования древесины, швартовки судов. С другой стороны, лебедки являются составной частью грузоподъемных кранов.

Различают лебедки стационарные и передвижные. Лебедки могут быть с ручным или машинным приводом (от электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания, реке – паровой, гидравлический, пневматический).

Классификация лебедок приведена на рисунке 5.5.

Схемы р у ч н ы х о д н о б а р а н н ы х лебедок приведены на рисунках 5.6, а (напольная) и 5.6, б (настенная).

Рама ручной *напольной* однобарабанной лебедки состоит из двух боковых щитов 6, связанных распорными стяжками. В щитах закреплены подшипниковые опоры валов зубчатых передач 2, 4. Приводной вал 1 получает крутящий момент от двух съемных рукояток. На приводном (быстроходном) валу установлен грузоподъемный тормоз 3 с собачкой. Лебедка имеет

три вала и двухступенчатую зубчатую передачу. Барабан лебедки 5 – гладкий с ребордами.

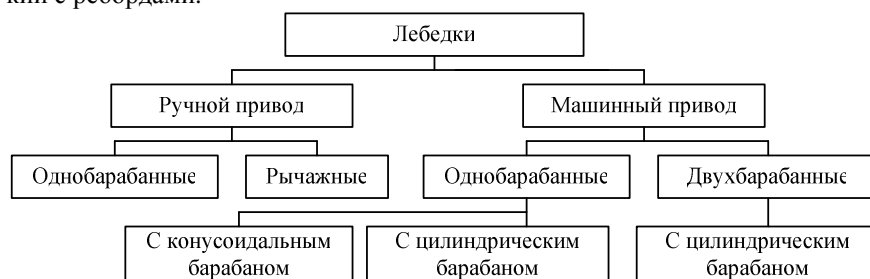


Рисунок 5.5 – Классификация лебедок

Ручные напольные лебедки развивают тяговое усилие до 80 кН. Канатомкость – до 75 м, масса – до 900 кг.

Реже, в стационарных условиях, применяют ручные *настенные* барабанные лебедки с тяговым усилием до 5 кН с червячной самотормозящей передачей для привода барабана.

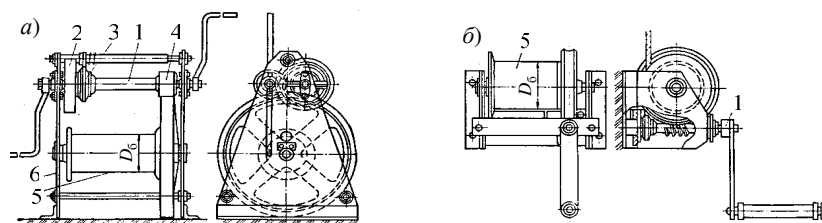


Рисунок 5.6 – Схемы ручных однобарабанных лебедок

**Рычажная ручная лебедка** (рисунок 5.7) выполнена без органа навивки каната. Принцип работы ее основан на протягивании каната через тяговый механизм с помощью двух пар зажимов. Лебедка имеет тяговый механизм 2 для каната 3 и телескопический рычаг 1.

Тяговый механизм имеет корпус 8, рукоятки переднего 4 и заднего 5 ходов, штырь 19, с помощью которого лебедка прикрепляется к анкерному (якорному) устройству, рассчитанному на увеличение в 2 раза расчетного натяжения рабочего каната, переднего 6 и заднего 10 захватов, рычага 7, предназначенного для освобождения каната от зажимов. Каждый захват состоит из двух щек, внутри которых расположены два зажима 9, осуществляющие захват каната, пружин 14, двух серег с одним ушком 13 и с двумя ушками 12. Каждая серга, состоящая из двух пластин, имеет фигурные отверстия в виде полукружностей, в которые входят фигурные выступы зажимов (сухарей) 9. Зажимы имеют полукруглую канавку для протягиваемо-

го каната. Усилие, зажимающее канат, создается пружинами 14, которые сжимаются между щеками зажима – с одной стороны и правой серьгой соответствующего захвата – с другой стороны. При повороте каждой серьги вокруг собственной оси 11 при движении по часовой стрелке вследствие давления серег на фигурные выступы зажимов происходит зажим каната, а при повороте серег против движения часовой стрелки происходит сжатие пружины и освобождение каната. Оба захвата с помощью тяг и рычагов соединены с рукояткой переднего хода.

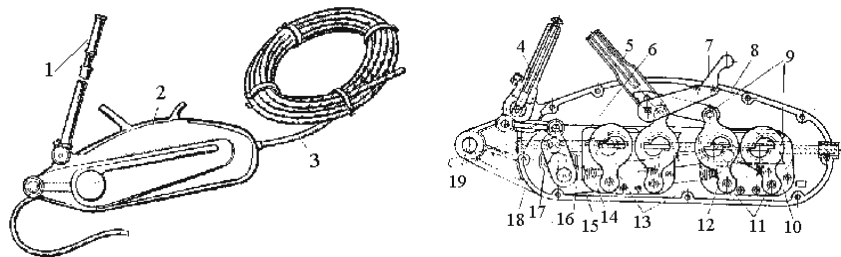


Рисунок 5.7 – Рычажная ручная лебедка

Для протягивания каната вперед, т. е. справа налево, на рукоятку переднего хода надевают телескопический рычаг и совершают ручную качательные движения. При движении рукоятки против часовой стрелки поводок 17 с помощью шатуна 18 поворачивается по часовой стрелке. Верхняя часть поводка соединена со щеками переднего захвата короткой тягой 16, а нижняя часть – со щеками заднего захвата длинной тягой 15. Поэтому при повороте поводка (по часовой стрелке) передний захват перемещается вправо, причем канат освобождается от захвата, а задний захват движется влево вместе с зажатым канатом. При движении рукоятки переднего хода в обратную сторону передний захват перемещается вправо. Для освобождения каната от захватов рычаг 7 поворачивается против часовой стрелки.

Одна из разновидностей тяговых лебедок – электрошпили, или кабестаны. Эти механизмы могут иметь горизонтально (рисунок 5.8, *а*) или вертикально (рисунок 5.8, *б, в*) расположенный барабан 2. Особенностью принципа действия электрошпилей является создание тягового усилия на канате 1 за счет сил его трения о барабан. С этой целью канат, не имея жесткой связи с барабаном, огибает его в 3–4 витка. При этом его набегающая ветвь соединена с грузом, а сбегающая ветвь выбирается вручную или наматывается на вспомогательный барабан 6 через отклоняющийся блок 4 с помощью электродвигателя 7 небольшой мощности. Вращение фрикционного барабана 2 осуществляется основным электродвигателем 8 через цилиндрический редуктор или червячную передачу 10. Работа электрошпили (рисунок 5.8, *б*) протекает следующим образом. Для подтягивания груза (рабочий ход) ру-

рукоятка управления 3 контроллера 5 устанавливается в позицию «Навивка», и оба двигателя 7 и 8 начинают вращаться в одну сторону. При этом частота вращения двигателя 7 устанавливается автоматически в зависимости от скорости навивки каната на фрикционный барабан 2. При переводе рукоятки 3 в позицию «Сматывание каната» основной двигатель 8 и фрикционный барабан 2 начинают вращаться в обратном направлении, а направление вращения двигателя 7 не меняется. Таким сочетанием вращения барабанов создается противодействие сматыванию каната, благодаря чему он поддерживается в натянутом состоянии.

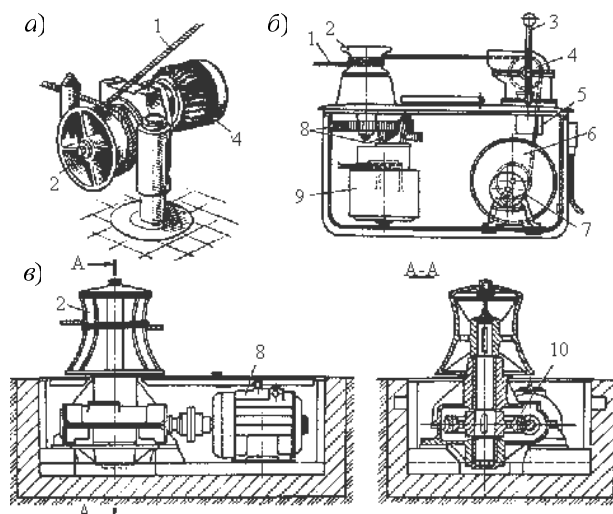


Рисунок 5.8 – Электрошпили

Фрикционные барабаны имеют переменный диаметр, увеличивающийся к его краям, чем обеспечивается постоянное сбегание каната на середину барабана.

Схема электрореверсивной лебедки с одним цилиндрическим барабаном приведена на рисунке 5.9. Электродвигатель 1 соединен через муфту 2 с редуктором 3, который через зубчатую передачу 5 передает вращательное движение барабану 6. Навивка каната на гладкий барабан допускается в несколько слоев.

В д в у х б а р а б а н н ы х лебедках на один барабан наматывается канат при рабочем ходе, а на другой – при холостом. Схема фрикционной двухбарабанной лебедки, применяемой в канатно-скреперных установках, приведена на рисунке 5.10.

Ее конструкция включает электродвигатель 1, упругую муфту 2, двухступенчатый редуктор 3, рабочий вал 4, фрикционные ленточные муфты 5 и 11,

барабаны 6 и 9, рычаги управления 7 и 10, рукоятку управления 8 и тормозные устройства барабанов. Барабаны смонтированы на валу 4 с помощью подшипников скольжения. Их попеременное включение при рабочем и холостом ходе производится посредством муфт 5 и 11 через систему рычагов 7 и 10.

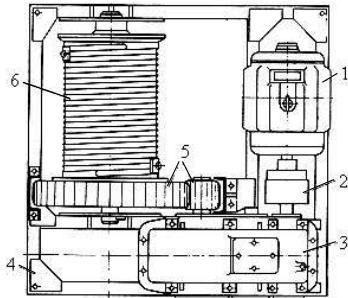


Рисунок 5.9 – Схема электрореверсивной лебедки с одним цилиндрическим барабаном

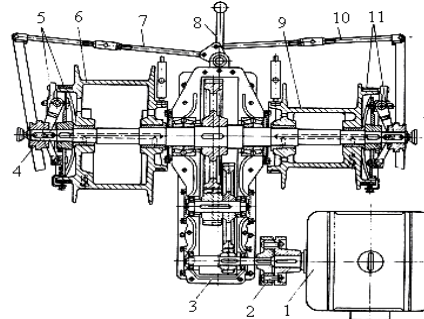


Рисунок 5.10 – Схема фрикционной двухбарабанной лебедки, применяемой в канатно-скреперных установках

Когда рукоятка 8 находится в нейтральном положении, а электродвигатель включен, то вал 4 вращается, а барабаны остаются неподвижными. При повороте рукоятки 8 влево или вправо соответствующая муфта включает один из барабанов. Если включенным оказывается грузовой барабан, то он наматывает на себя канат, развивая на нем тяговое усилие. При этом с возвратного барабана, свободно вращающегося относительно вала 4, канат сматывается. При переключении рукоятки 8 с грузового барабана канат сматывается, а на возвратный – наматывается.

### 5.1.3 Назначение, классификация, устройство и принцип действия талей

**Таль** – компактное подвесное грузоподъемное устройство, содержащее лебедку. По виду привода различают тали *ручные* и *электрические*. Первые получили широкое распространение в практике производства строительно-монтажных работ и ремонта оборудования, а вторые нашли применение в качестве грузовых тележек козловых, мостовых кранов.

По способу установки разделяют тали *стационарные* и *передвижные*, а по виду гибкого органа – *канатные* и *цепные*. Стационарные тали крепят (подвешивают) к перекрытиям здания или к временным переносным козлам или треногам. Передвижные тали крепят к приводным либо не приводным тележкам, передвигающимся по подвесным двутав-



ровым балкам. По виду передаточного механизма ручные тали разделяют на шестеренчатые и червячные. Электротали оснащают преимущественно канатным гибким органом, а ручные – цепным.

Классификация талей приведена на рисунке 5.11.



Рисунок 5.11 – Классификация талей

*Червячная* таль с пластинчатой грузовой цепью (рисунок 5.12), образующей двухкратный полиспаст, имеет верхнюю обойму, в которой размещен приводной механизм, и крюковую подвеску с подвижной звездочкой, подвешенной на пластинчатой шарнирной цепи. Приводной механизм состоит из червяка, на котором закреплена приводная звездочка с калиброванной сварной бесконечной цепью, и из червячного колеса, выполненного литьем со звездочкой или жестко соединенного с ней. Звездочка приводит в движение грузovou пластинчатую цепь, от длины которой зависит высота подъема груза. Червячная передача (для увеличения КПД) выполнена несамотормозящаяся с двухзаходным червяком. Поэтому для предотвращения самопроизвольного опускания груза она имеет дисковый грузоупорный тормоз.

Грузоподъемность червячных талей составляет 0,5–10,0 т, а КПД – 0,55–0,70.

*Шестеренчатая* ручная таль показана на рисунке 5.13.

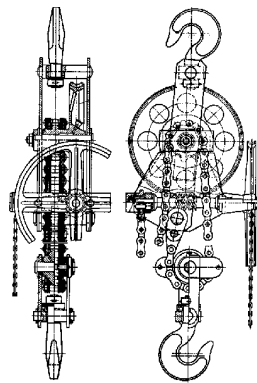


Рисунок 5.12 – Червячная таль с пластинчатой грузовой цепью

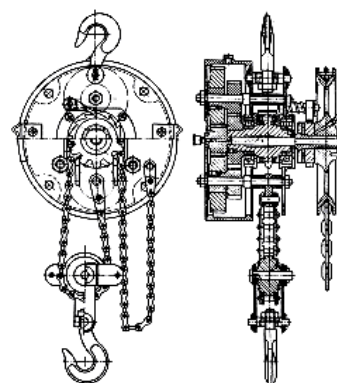


Рисунок 5.13 – Шестеренчатая ручная таль

Крутящий момент тали от тягового колеса передается на приводной вал с шестерней, находящейся в зацеплении с двумя зубчатыми колесами, и далее через еще одну зубчатую передачу – на звездочку, осуществляющую привод грузовой пластинчатой цепи. Подъемный механизм приводится в действие бесконечной калиброванной сварной цепью, огибающей тяговое колесо. Таль снабжена дисковым грузоупорным тормозом, встроенным в тяговое колесо. Грузоподъемность шестеренных талей составляет 0,25–10 т, а КПД – 0,7–0,9.

## 5.2 Бункеры, затворы, питатели

### 5.2.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия, пропускная способность бункеров

Бункеры представляют собой емкости, предназначенные для кратковременного хранения сыпучих материалов. Они применяются для накопления груза (аккумулирующие); обеспечения равномерного непрерывного движения грузов в технологическом процессе и при сочетании работы машины периодического действия с машинами непрерывного действия (уравнительные); временного хранения сыпучих грузов в производственном процессе до начала переработки и после (технологические).

По размерам бункеры можно разделить на *неглубокие* (или просто бункеры), у которых плоскость обрушения в самой глубокой точке массы пересекает свободную поверхность материала, и *глубокие* (или силосы), у которых плоскость обрушения пересекает стенки бункера, т. е. высота значительно превышает ширину. Силосы, у которых диаметры имеют большие размеры (18–24 м), называют резервуарами.

Классификация бункеров в зависимости от их формы приведена на рисунке 5.14, а схемы бункеров – на рисунке 5.15.

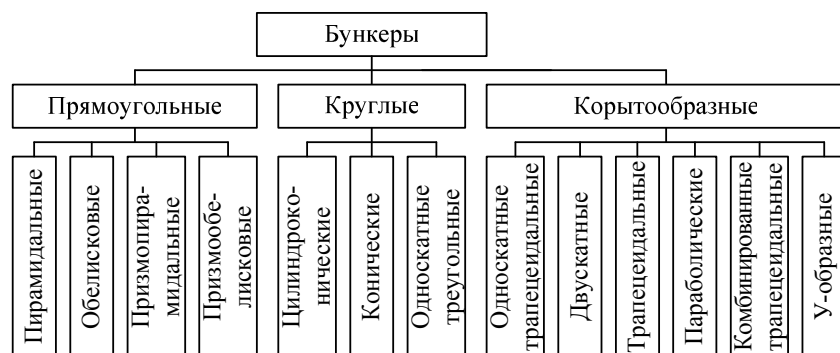


Рисунок 5.14 – Классификация бункеров в зависимости от их формы

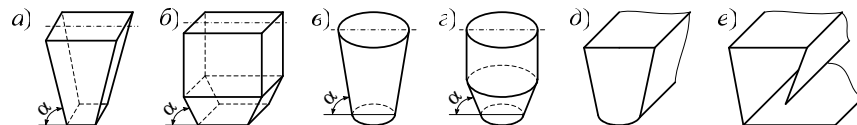


Рисунок 5.15 – Схемы бункеров:  
*a* – прямоугольный пирамидальный; *б* – прямоугольный призмобелисковый;  
*в* – круглый конический; *г* – круглый цилиндрический; *д* – корытообразный параболический;  
*е* – корытообразный У-образный

Бункеры изготавливают металлическими, железобетонными, деревянными и комбинированными.

Металлические бункеры имеют сравнительно небольшую массу, их опоры занимают мало места; изготавливают их на заводах с последующей сваркой на местах установки. Эти бункеры достаточно долговечны при хранении в них сухих грузов, эксплуатация их дешевле эксплуатации других бункеров. При хранении влажных грузов металлические бункеры подвержены коррозии и увеличивается коэффициент трения груза о стенки, что может затруднять разгрузку бункеров.

Железобетонные бункеры применяют для хранения сухих и влажных грузов. Они долговечны, но, как правило, дороже и тяжелее металлических. Железобетонные бункеры малопригодны для хранения горячих материалов, так как бетон дает трещины вследствие термических деформаций.

Деревянные бункеры сравнительно недолговечны (срок службы – 8–10 лет) и требуют частого ремонта.

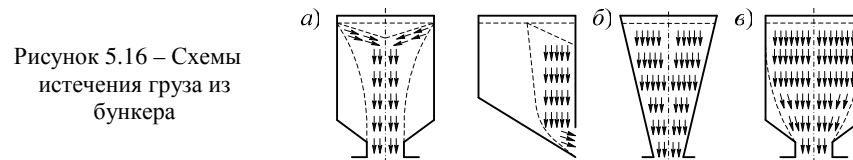
Комбинированные бункеры представляют собой сочетание отдельных конструкций, изготовленных из различных материалов. Например, железобетонный корпус бункера соединяют с металлическим днищем, каменный или кирпичный корпус с металлической арматурой соединяют со сборным железобетонным днищем.

Форму и размеры бункера, величину угла наклона стенок днища, размеры и расположение разгрузочного отверстия выбирают в соответствии с родом груза, подлежащего переработке, для обеспечения правильного истечения материала из бункера.

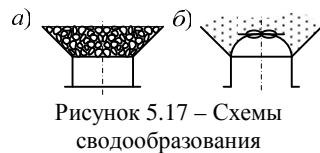
Истечение груза из выпускных отверстий полностью заполненного бункера обычно характеризуется тем, что в массе груза начинается движение вертикальный столб, расположенный над выпускным отверстием. Верхний слой груза образует воронку, по которой его частицы перемещаются в центральную зону (рисунок 5.16, *a*), и происходит нормальное истечение.

При углах наклона поверхностей днища более 70–80° происходит сплошное или гидравлическое истечение (рисунок 5.16, *б*). Гидравлическое истечение возникает и при выпуске из бункера сильно аэрированного на-

сыпного груза и интенсивных вибраций груза в бункере. При нормальном истечении груза и постоянном пополнении бункера в массе груза развивается так называемый объем обрушения (рисунок 5.16, *в*), в котором груз по всему сечению, кроме пограничных слоев, движется равномерно и имеет вид сплошного истечения. Это не исключает, однако, возможности образования сводов над выпускным отверстием и выброса груза, особенно пылевидного в момент разрушения сводов.



Своды над отверстием могут образовываться не только из кусковых грузов (рисунок 5.17, *а*), но и из мелкофракционных, обладающих связностью (рисунок 5.17, *б*).



Для хорошо сыпучих грузов ширина отверстия истечения

$$A_{и} \geq (3...6) a, \quad (5.1)$$

где  $a$  – размер типичного куска груза, мм.

Меньшие значения  $A_{и}$  принимают для рядовых грузов, а ббльшие – для сортированных.

Минимально допустимый гидравлический радиус отверстий бункеров, содержащих связные грузы,

$$R_{г}^{\min} = K_{о} R_{св}, \quad (5.2)$$

где  $K_{о}$  – коэффициент надежности истечения;  $K_{о} = 1,5...2,0$  ;

$R_{св}$  – гидравлический радиус наибольшего сводообразующего отверстия для связных грузов,

$$R_{св} = \tau_{о} (1 + \sin \varphi) / (g \rho), \quad (5.3)$$

$\tau_{о}$  – начальное сопротивление груза сдвигу;

$\varphi$  – угол внутреннего трения груза;

$g$  – ускорение свободного падения;

$\rho$  – объемная плотность груза.

Гидравлический радиус определяется как отношение площади выпускного отверстия к периметру.

Для плохосыпучих грузов наименьший размер отверстия определяют по формулам:

– для круглого отверстия диаметром  $D$  и квадратного со стороной  $b$  –

$$D = b = \frac{4(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{g \rho} + a ; \quad (5.4)$$

– для прямоугольного отверстия со сторонами  $a$  и  $b$  –

$$b = \frac{2(b - a)(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{(b - a)g \rho - 2 \cdot (1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0} + a ; \quad (5.5)$$

– для щели шириной  $b_{щ}$  –

$$b_{щ} = \frac{2(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{g \rho} + a , \quad (5.6)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса (1,5–2,0).

Для предотвращения сводообразования груза необходимо правильно выбирать конструкцию бункера, особенно углы наклона поверхностей у выпускных отверстий, использовать соответствующие питатели, а также стабилизаторы и побудители.

Стабилизаторы, воспринимающие давление вышележащих слоев, создают постоянное давление в нижней части бункера. Используются простейшие стабилизаторы – односкатные или двускатные пластины, а также конические козырьки-рассекатели, которые устанавливаются над выпускной воронкой (рисунок 5.18, а, б).

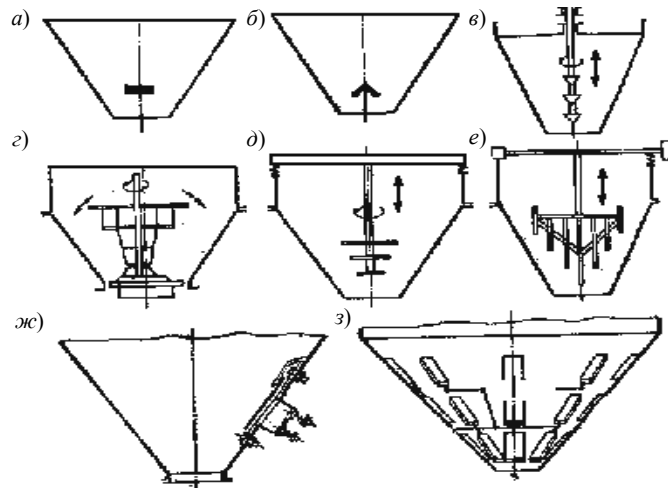


Рисунок 5.18 – Стабилизаторы и побудители истечения груза из бункеров

В качестве побудителей истечения используют горизонтальные или вертикальные валы с лопатками, подвижные штанги (рисунок 5.18, в), решетки

(рисунок 5.18, *з*), цепи и сетки, опущенные в толщу груза, вибропобудители (рисунок 5.18, *д, е*), накладные вибропобудители (рисунок 5.18, *ж*), аэрационные рыхлители (рисунок 5.18, *з*).

Вибропобудители воздействуют на стенки емкости или на толщину груза либо только на нижнюю сужающуюся часть бункера, которая в этом случае выполняется в виде отдельной насадки, упруго присоединенной к основной конструкции. Применяют также сотрясательные виброщетки и вибрирующие конусы, которые размещают в зоне возможного образования сводов.

Аэрационные побудители устанавливают в определенном порядке по всей поверхности днища бункера. Аэрирующими плитами покрывают обычно 25–40 % поверхности днища.

Для управления и регулирования загрузочных и разгрузочных устройств и контроля уровня заполнения бункеров и силосов применяют мембранные и диафрагменные датчики, которые устанавливают в стенках бункеров с их внутренней стороны (рисунок 5.19, *а, б*); электромеханические датчики-крыльчатки, останавливающиеся при достижении заданного уровня груза (рисунок 5.19, *в*); электрические щупы (рисунок 5.19, *г*), посылающие при незначительном отклонении от вертикали при встрече с грузом сигнал в электрическую цепь за счет выкатывания шарика из гнезда (рисунок 5.19, *д*) или смещения колокола (рисунок 5.19, *е*); фотоэлектрические или действующие по той же схеме радиационные датчики (рисунок 5.19, *ж*), подающие сигнал при наличии некоторой толщи груза в пространстве между излучателем и индикатором.

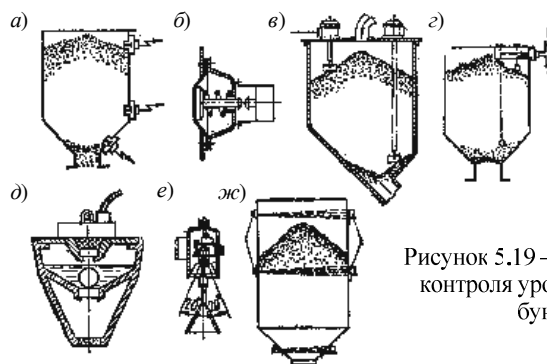


Рисунок 5.19 – Схемы датчиков контроля уровня заполнения бункеров

Пропускная способность определяется количеством груза, способного пройти через выпускное отверстие бункера в единицу времени:

$$П = F_{п} \nu \rho, \quad (5.7)$$

где  $F_n$  – эффективная площадь отверстия истечения, определяемая с учетом размера  $a$  типичных кусков груза (размеры отверстия уменьшаются на  $a$ );

$v$  – средняя скорость движения насыпного груза из выпускного отверстия бункера.

Средняя скорость движения из выпускного отверстия бункера при гидравлическом истечении

$$v = \lambda_n \sqrt{2hg}, \quad (5.8)$$

где  $\lambda_n$  – коэффициент истечения, определяемый опытным путем и зависящий от подвижности и гранулометрического состава материала ( $\lambda_n = 0,6$  – для хорошо сыпучих порошкообразных и зернистых материалов,  $\lambda_n = 0,4$  – для кусковых материалов и  $\lambda_n = 0,22$  – для пылевидных и влажных порошкообразных материалов);

$h$  – высота столба насыпного груза.

При нормальном истечении скорость груза зависит от размеров и формы выпускного отверстия. Для расчета скорости истечения определяется сначала гидравлический радиус отверстия истечения и критическое значение этого радиуса.

*Гидравлический радиус отверстия истечения*

$$R_r = F_n / L_{об}, \quad (5.9)$$

где  $L_{об}$  – периметр эффективного отверстия истечения.

Для круглого отверстия

$$R_r = (D - a) / 4, \quad (5.10)$$

– квадратного –

$$R_r = (b - a) / 4, \quad (5.11)$$

– прямоугольного –

$$R_r = \frac{(b' - a)(b'' - a)}{2 \cdot (b + b - 2a)}, \quad (5.12)$$

– щелевого –

$$R_r = (A_{щ} - a) / 2, \quad (5.13)$$

где  $A_{щ}$  – ширина отверстия.

*Критический гидравлический радиус отверстия истечения*

$$R_{кр} = \tau_o / (\rho m_{ид} g) + a / 2, \quad (5.14)$$

где  $m_{ид}$  – коэффициент подвижности идеально сыпучего груза,

$$m_{ид} = (1 - \sin \varphi) / (1 + \sin \varphi) \quad (5.15)$$

или приближенно

$$m_{ид} = 0,18 f, \quad (5.16)$$

где  $f$  – коэффициент внутреннего трения.

При гидравлическом радиусе отверстия истечения  $R_r \geq R_{кр}$  скорость истечения груза

$$v = \lambda_{и} \sqrt{2g \left( 1,6 R_r - \frac{\tau_0}{g \rho f} \right)}, \quad (5.17)$$

при  $R_r < R_{кр}$  –

$$v = \lambda_{и} \sqrt{2g \left( 2,1 R_r - \frac{3,4 \tau_0}{g \rho f} \right)}. \quad (5.18)$$

Скорость истечения при боковой разгрузке

$$v_a = v \sin \alpha, \quad (5.19)$$

где  $\alpha$  – угол наклона к горизонтали выпускного лотка.

### 5.2.2 Назначение, классификация, устройство и принцип действия затворов бункеров

Для перекрытия выпускных отверстий и регулирования потока груза из бункера при хорошо сыпучих грузах применяют преимущественно затворы различных типов.

Классификация затворов бункеров приведена на рисунке 5.20.



Рисунок 5.20 – Классификация затворов бункеров



**Клапанный откидной затвор** (рисунок 5.21, *а*) применяют в бункерах малой вместимости, опорожняющихся за один прием, так как перекрыть выпускное отверстие здесь можно только при порожнем бункере. Затвор открывают с помощью рукоятки 1. При этом шарнирный клапан 2 поворачивается вокруг оси 3, прикрепленной к стенке бункера. В положение «закрыто» клапан возвращается противовесом 4.

Разновидностью клапанного затвора является **лотковый затвор 5** (рисунок 5.21, *б*), при повороте которого создается подпор истекающему потоку груза. Изменяя угол наклона лотка, регулируют интенсивность опорожнения бункеров малой и средней вместимости.

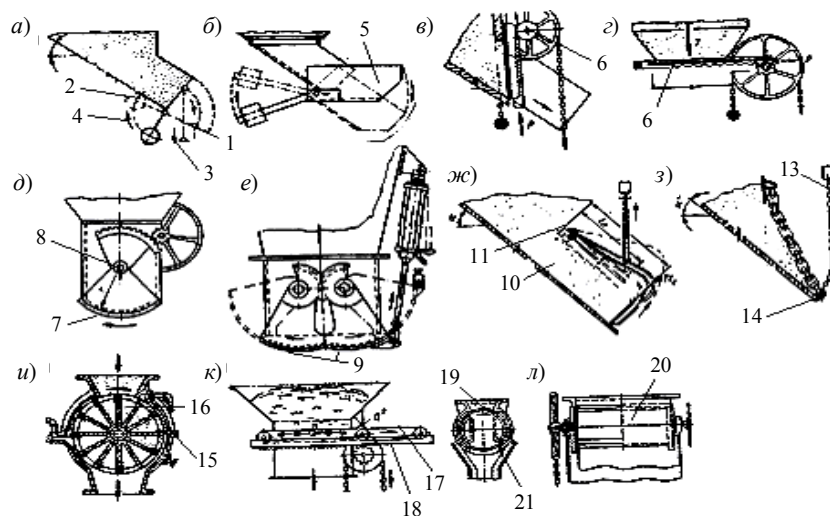


Рисунок 5.21 – Схемы затворов

**В плоском (шиберном) затворе** (рисунок 5.21, *в, з*) выпускное отверстие перекрывается плоской задвижкой 6, перемещающейся в направляющих пазах. Основные достоинства этих затворов – малые размеры и простота конструкции, а недостатки – возможность защемления кусков груза и значительные сопротивления закрытию и открытию задвижки.

**Односекторный затвор** (рисунок 5.21, *д*) применяют при наличии сыпучих, но не крупнокусковых грузов. Шарнирная цилиндрическая заслонка с боковыми щетками в виде секторов 7 поворачивается вокруг оси 8, закрепленной на стенке бункера. Двухсекторный затвор 9 (рисунок 5.21, *е*) применяют при значительных размерах выпускного отверстия бункера. По сравнению с плоскими затворами он требует значительно меньшего усилия для открывания и закрывания выпускного отверстия.

**Рычажный пальцевый затвор** (рисунок 5.21, *ж*) близок по конструкции к секторному затвору. Несколько массивных криволинейных рычагов 10 (пальцев), посаженных на общую ось 11 вплотную один к другому, образуют сплошную «стенку», позволяющую перекрывать поток высыпавшегося груза. Рычаги поднимают и опускают с помощью гибких нитей. Если какой-либо рычаг ложится на скользящий по днищу выпускного отверстия груз, это не препятствует остальным рычагам опускаться до днища. Такой затвор применяют обычно при наличии тяжелых крупнокусковых грузов.

Аналогичен пальцевому **цепной затвор** (рисунок 5.21, *з*), у которого для закрытия выпускного отверстия опускают несколько обрезков цепей 13 с грузом 14 на концах. Для предотвращения просыпания мелкого груза используют планки, которые опускают перед рычагами и цепями.

Особым является **шлюзовой затвор** (рисунок 5.21, *и*), выполняемый в виде принудительно вращаемого в плотно прилегающем корпусе 15 секторного ротора 16, обеспечивающего изоляцию бункера от места выдачи материала. Такие затворы применяются в установках для пневматического транспортирования материала.

**Гусеничные затворы** разделяют на *ленточные* и *пластинчатые* (рисунок 5.21, *к*). Рабочим органом ленточного затвора является бесконечная прорезиненная лента 17, расположенная под выпускным отверстием. Она огибает два барабана 18, а ее ветвь, прилегающая к выпускному отверстию, установлена на поддерживающие ролики, которые, как и барабаны, смонтированы на подвижной раме затвора, перемещаемой горизонтально-реечной передачей. При движении рамы вправо верхняя ветвь ленты до конечного барабана остается неподвижной, а нижняя движется вправо, что сопровождается укорачиванием находящегося над отверстием участка верхней ветви ленты, и выпускное отверстие постепенно открывается.

**Круглый затвор** (рисунок 5.21, *л*) состоит из корпуса 19 и барабана 20, цапфы которого вращаются в подшипниках скольжения. Барабан имеет сквозные отверстия 20, пропускающие насыпной груз, вытекающий из выпускного отверстия бункера.

### **5.2.3 Назначение, классификация, устройство и принцип действия питателей бункеров**

Питатели бункеров (рисунок 5.22) применяют для выдачи из бункеров в течение длительного времени равномерного, непрерывного, регулируемого по размеру потока навалочного груза, например, на машины непрерывного действия. Питатели устанавливают под выпускными отверстиями бункеров. При этом, как правило, отпадает необходимость в затворах, так как питатели обеспечивают необходимый подпор потоку истекающего груза.

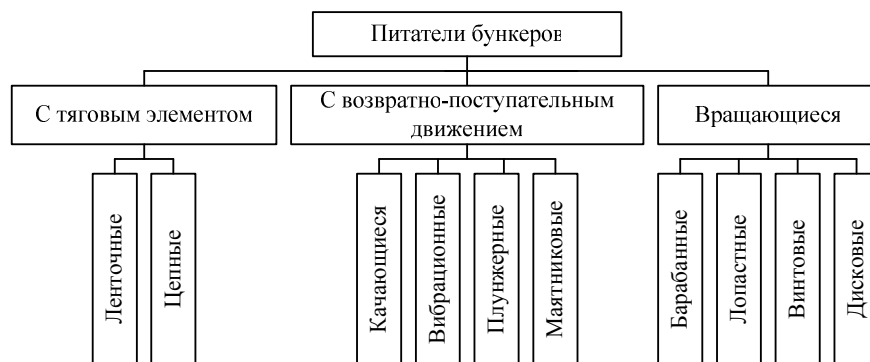


Рисунок 5.22 – Классификация питателей бункеров

**Ленточные питатели** (рисунок 5.23, а) применяют для выдачи из бункеров всех видов материалов – от пылевидных до среднекусковых при производительности до  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Представляет собой короткий ленточный конвейер повышенной прочности, рассчитанный на восприятие усилия от давления груза, передающегося через выпускное отверстие. В питателях используют резиноканевые ленты шириной 0,4–1,2 м. Длина питателей – до 4 м, скорость ленты – 0,05–0,5 м/с.

Производительность питателя регулируется изменением либо толщины слоя груза с помощью задвижки, либо скорости движения ленты.

**Цепные пластинчатые питатели** (рисунок 5.23, б) применяют, в отличие от ленточных, в тяжелых условиях под большим выпускным отверстием для плохосыпучих, крупнокусковых грузов при производительности до  $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Они допускают подъем под углом до  $30^\circ$ . Настилы имеют ширину 0,5–2,4 м. Длина питателей – до 18 м, скорость – 0,02–0,4 м/с.

Ленточные и цепные пластинчатые питатели снабжают бортами, что позволяет увеличить толщину слоя перемещаемого груза и производительность питателей.

**Качающийся питатель** (рисунок 5.23, в) применяют для хорошо сыпучих грузов. Груз на огражденный кожухами рабочий стол питателя 2 поступает из бункера. Стол опирается на ролики 3 и получает возвратно-поступательное движение от кривошипно-шатунного механизма 4. При ходе вперед стол выносит из-под выпускного отверстия бункера порцию груза, которая при ходе стола назад ссыпается через его переднюю кромку. Поток груза, выдаваемый питателем, регулируется заслонкой или изменением частоты качения хода стола. Производительность – 50–75 т/ч.

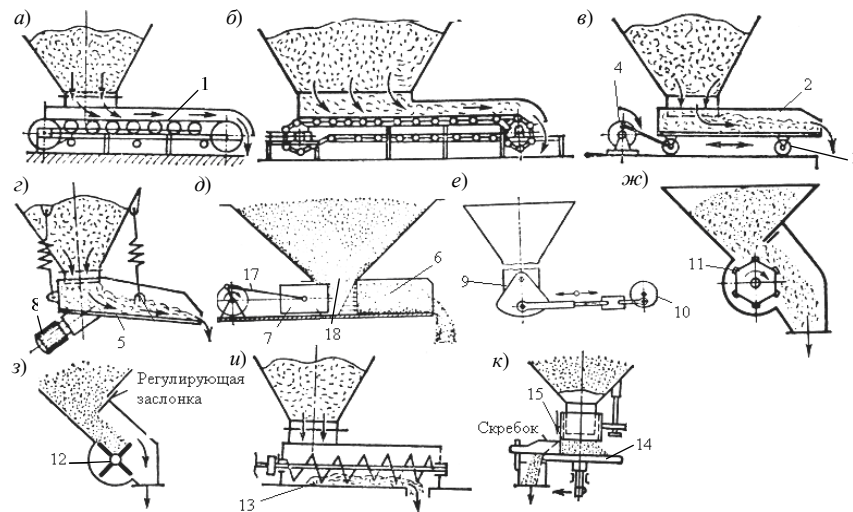


Рисунок 5.23 – Схемы питателей бункеров

Вибрационный питатель (рисунок 5.23, г) применяют для мелко- и среднекусовых грузов. Он является разновидностью качающихся питателей, имеет малую амплитуду (ход) и большую частоту колебаний лотка 5, а также более равномерную подачу груза. Поток груза, выдаваемый питателем, регулируют изменением амплитуды или частоты колебания лотка с помощью вибраторов. Производительность – до 1200 т/ч, длина – до 5 м, ширина – до 1,9 м.

**Плунжерный питатель** (рисунок 5.23, д) снабжен лотком 6, по которому возвратно-поступательно при помощи кривошипно-шатунного механизма 17 движется плунжер 7. Стальной питательный плунжер при ходе вперед перемещает перед собой мелкофракционный насыпной груз, который сыпается с лотка в приемное устройство 18, при ходе назад плунжер освобождает место для следующей порции груза. Обычно число ходов плунжера не превышает одного в минуту, длина хода плунжера – 75–150 мм; производительность зависит от площади сечения плунжера, его хода, скорости движения. Большие сопротивления, возникающие при проталкивании груза плунжером вдоль неподвижных лотка и стенок, ограничивают производительность питателей этого типа.

**Маятниковый питатель** (рисунок 5.23, е) имеет секторный затвор 9, приводимый в действие кривошипно-шатунным механизмом 10. Его производительность регулируется изменением частоты вращения коленчатого вала. Применяют при работе с мелкокусовыми и зернистыми грузами.

В **барabanном питателе** (рисунок 5.23, ж) в качестве рабочего элемента служит вращающийся вокруг горизонтальной оси гладкий (для хорошосы-

пучих мелкокусковых, зернистых и пылевидных грузов) или граненый (для крупнокусковых грузов) барабан 11. При неподвижном положении барабан подпирает истекающий из бункера груз, выполняя функцию затвора. Во время вращения барабан увлекает груз в направлении выгрузки, обеспечивая производительность, пропорциональную окружной скорости на поверхности барабана и сечению потока, которое регулируется заслонкой. Скорость выдачи груза – 0,025–1,0 м/с.

**Лопастные питатели** (рисунок 5.23, з) применяют как дозаторы, т. е. при повороте на некоторый угол они могут выдавать определенную порцию груза, находящуюся между лопастями 12.

**Винтовой питатель** (рисунок 5.23, и) применяют для перемещения малоабразивных мелкокусковых, зернистых и пылевидных грузов. Горизонтальный винтовой конвейер 13 ограниченной длины без промежуточных опор работает с коэффициентом заполнения, близким к единице. Питатель обеспечивает надежную выдачу равномерного потока груза и надежное регулирование производительности с помощью задвижки выпускного отверстия бункера или вследствие изменения частоты вращения винта. Производительность винтового питателя – 5–25 т/ч.

**Дисковый питатель** (рисунок 5.23, к) применяют для любых навалочных грузов. Груз из выпускного отверстия бункера поступает на вращающийся вокруг вертикальной оси диск 14 питателя, с которого необходимой ширины слой груза сбрасывается с помощью неподвижного скребка 15. Выдаваемый питателем поток груза регулируют с помощью телескопического патрубка и скоростью вращения диска.

## **5.3 Спускные самотечные и перегрузочные устройства**

### **5.3.1 Назначение, классификация и принцип действия спускных самотечных устройств**

В тех случаях, когда материал транспортируется сверху вниз, можно применять гравитационный его спуск по наклонной плоскости. Такой способ широко используется в различного рода транспортирующих установках: при подаче материала в бункеры, для передачи от затворов и питателей к конвейерам, при перегрузке с одного конвейера на другой и при укладке материала на месте.

Угол наклона самотечного устройства должен быть таким, чтобы груз мог перемещаться вниз самотеком с заданной скоростью. Неправильный выбор угла наклона ведет к тому, что груз застревает на лотке или перемещается с недопустимой скоростью, что может привести к его порче.

Классификация спускных самотечных устройств приведена на рисунке 5.24, а их схемы – на рисунке 5.25.



Рисунок 5.24 – Классификация спусковых самотечных устройств

**Спускные лотки** 1 (желоба) (рисунок 5.25, а) выполняют корытообразной формы, немного суживающимся к выходной части. Одним концом они подвешены шарнирно 2, второй висит на тяге изменяемой длины 3, что позволяет варьировать угол наклона желоба.

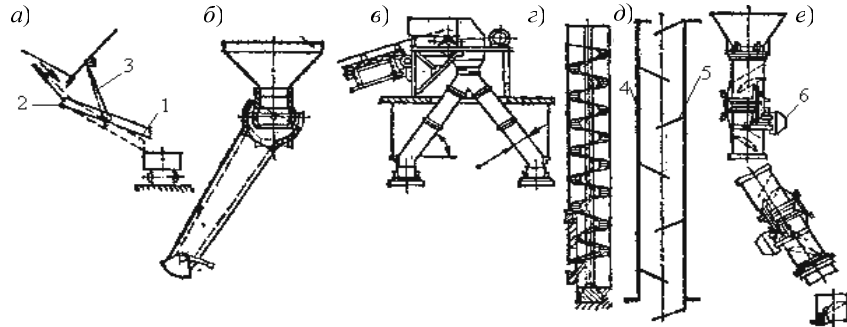


Рисунок 5.25 – Схемы спусковых самотечных устройств

При транспортировании по желобу кускового материала или штучных грузов с максимальным размером  $a_{\max}$  ширина желоба  $B$  должна быть не меньше  $3a_{\max}$ . Высота бортов в желобах равна  $0,4 B$ , а толщина металла – 3–8 мм.

**Спускные трубы** (рисунок 5.25, б) применяют для перемещения пылящих материалов. **Трубы с разветвлениями** (рисунок 5.25, в) используют для перегрузки материала с одного конвейера на другие.

При перемещении мелкофракционного материала диаметр спускной трубы должен быть не менее 300 мм.

Для спуска материалов, преимущественно штучных, с большой высоты (при ограничении участка в плане) целесообразно применять **винтовые спуски** (рисунок 5.25, г). Сыпучие материалы при нежелательности их падения с большой высоты можно подавать через каскадные спуски (рисунок 5.25, д), представляющие собой вертикальные шахты 4 с расположенными по спирали наклонными лотками 5, применяемыми в качестве гасителей скорости.

Спускные трубы используют для подачи бетона к местам укладки. Чтобы бетон в них не задерживался и не расслаивался, их оборудуют вибраторами 6. Называют такие устройства **виброхоботами** (рисунок 5.25, е).

### 5.3.2 Назначение, классификация и принцип действия перегрузочных устройств

Перегрузочные устройства предназначены для передачи грузов с одного на другое транспортное средство и на склад.

Классификация перегрузочных устройств приведена на рисунке 5.26.

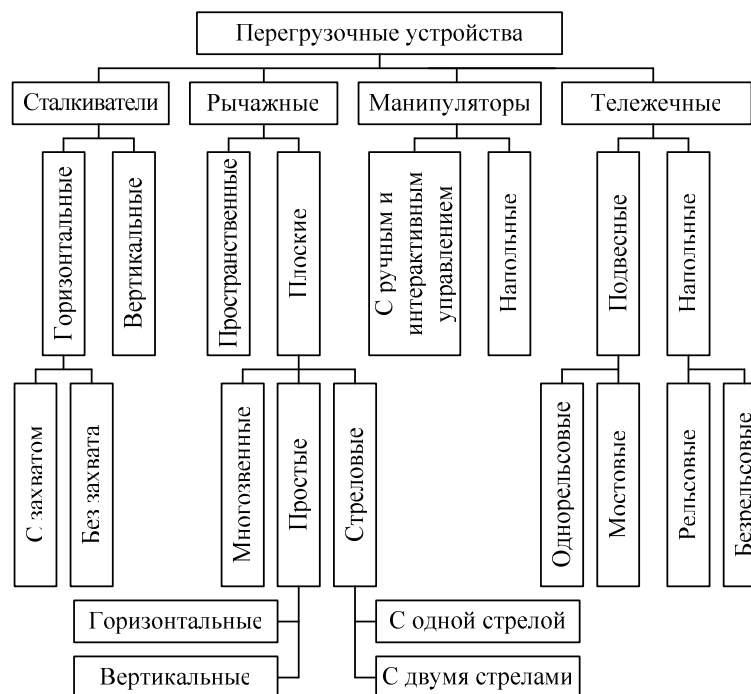


Рисунок 5.26 – Классификация перегрузочных устройств

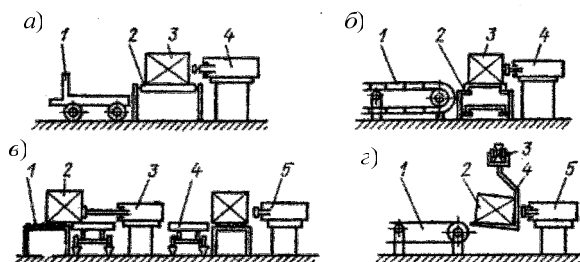
**Горизонтальные сталкиватели** (переталкиватели) в основном используются для перегрузки тарно-штучных грузов. Широкое применение горизонтальные сталкиватели получили при механизации операций по загрузке и разгрузке различного подъемно-транспортного оборудования: напольных и подвесных конвейеров, ручных и самоходных тележек, штабелирующих устройств, гравитационных спусков, приемных бункеров, подъемных столов и т. д.

Наиболее широкое применение горизонтальные сталкиватели получили при двухпозиционной перегрузке, когда груз переталкивается с одной опорной плоскости на другую.

На рисунке 5.27 приведены схемы двухпозиционной перегрузки грузов с помощью стационарных сталкивателей с пневматическим или гидравличе-

ским приводом. На рисунке 5.27, а груз 3 переталкивается пневмотолкателем 4 с роликового конвейера 2 на самоходную тележку 1. Схема перегрузки с напольного конвейера на другой напольный конвейер, установленный под углом 90° к первому, приведена на рисунке 5.27, б. Груз 3, транспортируемый пластинчатым конвейером с помощью гидротолкателя 4, переталкивается на пластинчатый конвейер.

Рисунок 5.27 – Схемы двухпозиционной перегрузки грузов с помощью стационарных сталквателей с пневматическим или гидравлическим приводом



Загрузка и разгрузка тележек горизонтально замкнутого напольного конвейера с помощью гидротолкателей изображена на рисунке 5.27, в. Грузы 2, транспортируемые тележками 4 конвейера с помощью гидротолкателя 3, перегружаются на рабочие роликовые столы 1, а при помощи гидротолкателя 5 перегружаются со стола на платформу тележки. На рисунке 5.27, г показана перегрузка груза с грузонесущего подвешенного конвейера на ленточный конвейер. Груз 2 с подвешенного конвейера 3 грузозахватного устройства 4 перегружается пневмотолкателем 5 на ленточный конвейер 1, расположенный под углом 90° к трассе подвешенного конвейера. На рисунке 5.28 приведена схема трехпозиционной перегрузки с помощью двухступенчатого телескопического цилиндра. Грузы 2 с двух параллельно направленных роликовых конвейеров 3 и 4 передаются на пластинчатый конвейер 1, расположенный к ним под углом 90°, а также с конвейера 4 на конвейер 3.

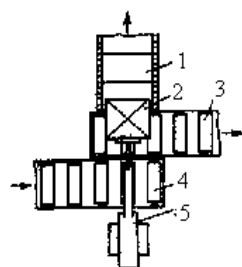


Рисунок 5.28 – Схема трехпозиционной перегрузки с помощью двухступенчатого телескопического цилиндра

В зависимости от типа груза и особенностей перегрузочного процесса на горизонтальных переталкивателях устанавливают толкающие упоры различной конфигурации или захватные устройства. Толкающие упоры только передают усилие грузу при прямом или обратном ходе переталкивателя. Захваты выполняют более сложные функции по сохранению определенного положения груза в процессе перегрузки, по обеспечению захвата груза при прямом и обратном ходах переталкивателя, по изменению положения груза в период перегрузки.

**Вертикальные толкатели** широко используются для перегрузки тарных, штучных грузов с наполь-



ного конвейера на напольный конвейер, с напольного конвейера на подвесной, с подвесного конвейера на подвесной, с конвейера на транспортное средство. Пример перегрузки штучных грузов с напольного конвейера на другой напольный конвейер, расположенный под углом к первому, приведен на рисунке 5.29. Грузы 1, транспортируемые приводом роликового конвейера 9, перегружаются на приводной роликовый конвейер 2, роликовое полотно которого находится ниже роликов конвейера 9. Вертикальный толкатель содержит пневмоцилиндр 8 со штоком 5. На конце штока закреплена рама 3 (стол) с роликами 4. В верхнем положении штока ролики стола находятся на одном уровне с роликами конвейера 9. В нижнем положении штока ролики стола располагаются ниже роликов 7 конвейера 2.

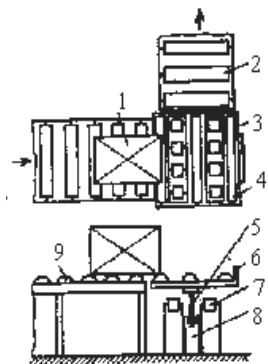


Рисунок 5.29 – Перегрузка штучных грузов с конвейера на конвейер, расположенный под углом к первому

При подходе груза к конечному участку конвейера 9 стол поднимается в верхнее положение, и груз под действием сил инерции перемещается с конвейера на стол. При этом упор 6 препятствует сходу груза со стола. Затем стол опускается в нижнее положение, и груз оказывается лежащим на роликах 8, связанных с приводом конвейера 3. В результате груз перемещается из зоны стола, и вертикальный толкатель готов к выполнению очередного цикла перегрузки.

Перегрузка цилиндрических грузов 11 с внутренним отверстием с пластинчатого конвейера 9 на подвесной конвейер 1 схематично показана на рисунке 5.30.

С помощью отсекателя 10 плужкового типа груз по одному подается к вертикальному толкателью, состоящему из подъемного лотка 12, гидроцилиндра 7 со штоком 5, на конце которого закреплена траверса 3 с двумя звездочками 4. Через звездочки перекинута цепь 6, один конец которой прикреплен к лотку, а другой – к кронштейну 8, закрепленному на металлоконструкции. Лоток перемещается вдоль направляющей 13.

После загрузки лотка и при подходе свободной подвески с крюковым захватом 2 к зоне перегрузки подается команда на подъем лотка в верхнее положение. При дальнейшем продвижении подвески захват входит в отверстие заготовки, а лоток опускается, заготовка транспортируется подвесным конвейером в соответствии с заданным маршрутом.

Перегрузка грузов с одного подвесного конвейера на другой схематично показана на рисунке 5.31.

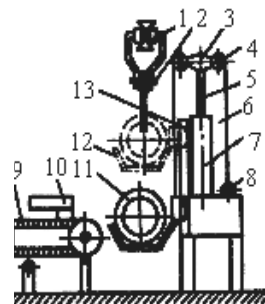


Рисунок 5.30 – Перегрузка цилиндрических грузов с пластинчатого конвейера на подвесной

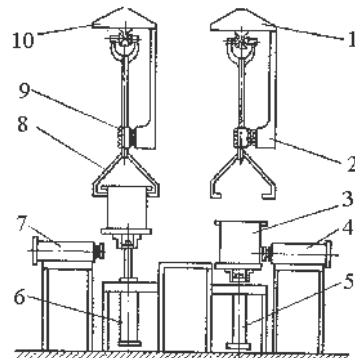


Рисунок 5.31 – Перегрузка грузов с одного подвесного конвейера на другой

Грузы транспортируются в специальной таре 3, имеющей кронштейны для навешивания на подвески 8 подвесных контейнеров 1 и 10. Каждая подвеска несет адресоноситель 9 штыревого типа. Считывание адресов производится с помощью адресоприемников 2, установленных на позиции перегрузки. Перегрузка осуществляется автоматически по командам, подаваемым адресоприемниками.

Перегрузочное устройство содержит два вертикальных толкателя 5 и 6 и два горизонтальных переталкивателя 4 и 7, при помощи которых можно производить перегрузку с правого конвейера на левый и в обратном направлении. При подходе адресованного на перегрузку груза вертикальный толкатель 5 поднимается в верхнее положение, снимая тару с подвески. После ухода подвески толкатель опускает стол с грузом в нижнее положение. Горизонтальный переталкиватель 4 перемещает груз на стол вертикального толкателя 6. В момент подхода свободной подвески конвейера 10 толкатель 6 поднимает стол с грузом в верхнее положение и затем опускается. В результате тара оказывается на подвеске конвейера.

**Рычажные перегружатели** используют для загрузки и разгрузки тарноштучных грузов различных транспортно-складских и технологических установок: напольных и подвесных конвейеров, автомобилей, тележек, накопителей, подъемников, штабелеров. К основным достоинствам рычажных перегружателей относятся простота конструкции, надежность в эксплуатации, сравнительно небольшие затраты на изготовление.

К простейшим перегрузочным механизмам относится горизонтальный рычажный переключатель (рисунок 5.32). Шарнирный рычаг 5, перемещающийся в горизонтальной плоскости, установлен на основании 3 с помощью шарнира 4. Рычаг предназначен для перегрузки грузов 6, транспортируемых роликовым конвейером 8, на два других роликовых конвейера 1 и 7. До подхода груза на позицию перегрузки с помощью пневмоцилиндра 2 рычаг уста-

навливается в нужное положение. После подхода груза пневмоцилиндр движется в обратном направлении, перемещая груз на другой конвейер.

Применение простейшего рычага, перемещающегося в вертикальной плоскости, показано на рисунке 5.33. Рычажный перегружатель 2, установленный с помощью шарнирного соединения 7 на основании 8, перемещается гидроцилиндром 1 на угол  $90^\circ$ . Однозвенный рычаг предназначен для перемещения тарных грузов 5, транспортируемых подвесным конвейером 4, на ленточный конвейер 6, расположенный под углом  $90^\circ$  к трассе подвесного конвейера. В момент подхода подвески 3 с грузом к перегружателю срабатывает путевой переключатель, и щиток цилиндра перемещает рычаг, который сбрасывает груз на движущуюся ленту конвейера.

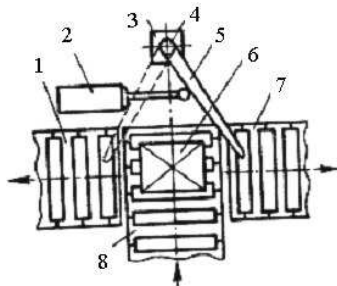


Рисунок 5.32 – Горизонтальный рычажный переключатель

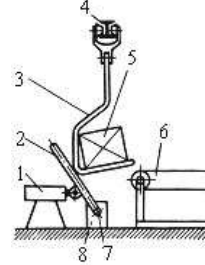


Рисунок 5.33 – Применение простейшего рычага, перемещающегося в вертикальной плоскости

Четырехзвенный перегружатель (рисунок 5.34) используют для передачи грузов с одного напольного конвейера на другой. Устройство состоит из основания 3, к которому шарнирно прикреплены два рычага 2 и 4, несущие шарнирно закрепленную грузовую платформу 1. При повороте одного из рычагов платформа перемещается (выдвигается и опускается одновременно), оставаясь параллельной основанию.

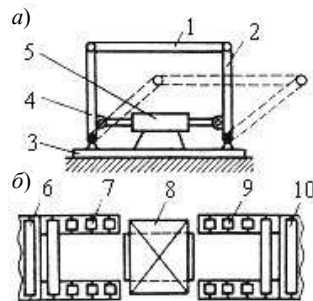


Рисунок 5.34 – Четырехзвенный перегружатель

Поворот рычагов осуществляется при работе гидроцилиндра 5 двустороннего действия с двусторонним штоком. Устройство позволяет передавать грузы с роликового конвейера 6 на роликовый конвейер 10 и в обратном направлении. С этой целью хвостовые части конвейеров выполнены в виде вилок 7 и 9. До подхода груза 8, предназначенного для перегрузки, платформа, ширина которой меньше расстояния между зубьями вилок, переводится из среднего (исходного) положения в крайнее.

После подхода груза платформа возвращается в исходное положение, снимая груз с конвейера. При перемещении платформы с грузом в противоположное крайнее положение груз устанавливается на полотно другого конвейера. После ухода груза устройство возвращается в исходное положение.

Перегрузатель с одной стрелой (рисунок 5.35, а) установлен на полу и содержит опорную конструкцию 1, на которой шарнирно закреплена стрела 3, несущая вакуумный захват 4. Перегрузатель имеет только привод изменения вылета стрелы в виде гидроцилиндра 2. Траектория перемещения груза ограничена дугой, лежащей в вертикальной плоскости.

Стреловой перегружателем (рисунок 5.35, б) помимо привода изменения вылета стрелы имеет привод подъема груза. Перегрузатель смонтирован на горизонтальной плите 1, закрепленной на стене. Привод изменения вылета стрелы содержит барабанную лебедку 2, которая через полиспаст 3 соединена со стрелой 5. Подъем груза осуществляется барабанной лебедкой 6, которая соединена с полиспастом крюкового захвата 4.

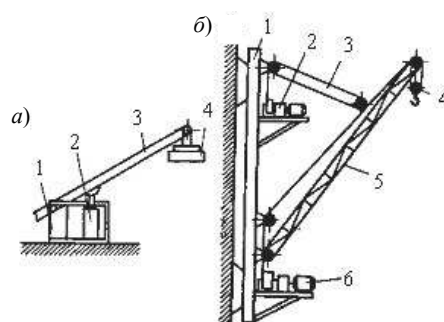


Рисунок 5.35 – Стреловой перегружателем

Перегрузочное устройство с двумя стрелами (рисунок 5.36) установлено на поворотной колонне 5 с приводом от электродвигателя 8 через редуктор 7 и зубчатую передачу 6. Устройство содержит две стрелы – основную 3 и вспомогательную 1 (гусек). Вылет основной стрелы меняется с помощью гидроцилиндра 4, угол наклона гуська меняется при работе гидроцилиндра 2.

**Пространственный рычажный перегружателем** для передачи грузов с одного подвесного конвейера на другой (рисунок 5.37) установлен на раме 5, к которой крепятся подвесные пути 6 конвейеров. При подходе грузовой каретки 7 в зону перегрузки подается команда на поворот рычага 11, установленного на кронштейне 9, в положение съема подвески 8. Поворот рычага осуществляет пневмоцилиндр 1, связанный через рейку 2 с шестерней 4, насаженной на вал 3.

Съем подвески с конвейера происходит в момент подъема рычага пневмоцилиндром 10. Рычаг с грузом поворачивается на 180° в положение навешивания. В момент подхода каретки подается команда на опускание рычага, что приводит к навешиванию груза на конвейер.

К тележечным перегружателям относятся устройства, содержащие тележки и механизм перегрузки в виде захватов, переталкивателей, сбрасывателей. Помимо операций перегрузки тележечные устройства выполняют операции транспортирования грузов.

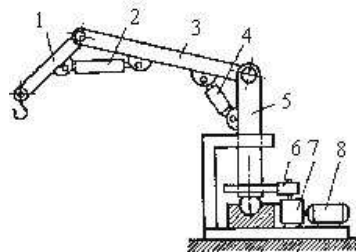


Рисунок 5.36 – Перегрузочное устройство с двумя стрелами

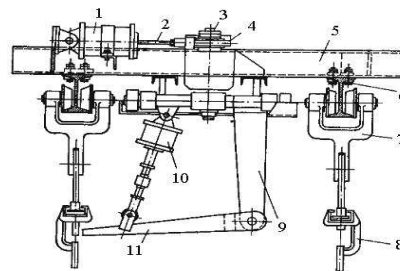


Рисунок 5.37 – Пространственный рычажный перегружатель для передачи грузов с одного подвесного конвейера на другой

Подвесные тележечные перегружатели с автоматическим и полуавтоматическим управлением обычно создаются на базе узлов серийно выпускаемых электроталей, электротягачей, пневмоподъемников, крановых тележек. При этом часто крюковой захват заменяется специализированным механическим, вакуумным и электромагнитным захватом.

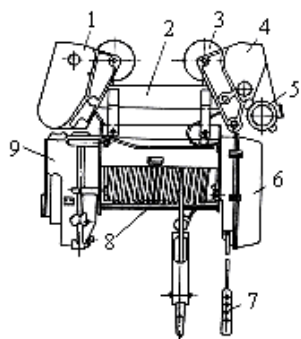


Рисунок 5.38 – Подвесной однорельсовый перегружатель

В качестве подвесных однорельсовых перегружателей применяются канатные электрические тали (рисунок 5.38), имеющие привод 4 и холостую тележку 1. На приводной тележке установлены два электродвигателя 5, которые через редуктор вращают приводные колеса 3. К тележкам крепится траверса 2, несущая механизм подъема 9, ящик 6 с пусковой аппаратурой, кнопочную станцию 7. Механизм подъема содержит канатный барабан 8 с подводом от электродвигателя, а также тормоза – электромагнитный колодный и грузоопорный. Питание на электродвигатель подается по троллеям с помощью топоъемочного устройства.

Тележечный перегружатель (рисунок 5.39) перемещается по двум рельсам 2. На платформе 14 смонтированы привод горизонтального передвижения тележки и привод подъема. Перемещение тележки осуществляется от электродвигателя 10 переменного тока. Вращение от двигателя передается на редуктор 13, соединенный с двигателем через муфту, на которую воздействует колодочный тормоз 11. Через вал 12 вращение передается на приводные колеса 1 с двумя ребордами. Перемещение тележки с малой скоростью (2,4 м/мин) происходит при работе электродвигателя 4.

С редуктором 13 малый двигатель соединен через вспомогательный редуктор 5 и муфту с колодчатый тормозом 3. Привод подъема состоит из электродвигателя 6, редуктора 8, колодочного тормоза 7 и двух звездочек 9, несущих цепи, к которым прикреплен захват.

Тележечные перегружатели напольного типа применяют для передачи с одного напольного конвейера на другой, на участках приема и выдачи грузов складов различного назначения.

Схемы рельсовых напольных тележечных перегружателей приведены на рисунке 5.40.

Перегружатель с вынесенным приводом (см. рисунок 5.40, а) перемещается по рельсам 5. Состоит из тележки 13 с подъемной платформой 8. Подъем платформы осуществляет рычажный механизм 7 с поступательной парой винт–гайка 9, получающей вращение от двигателя 12 через редуктор 11 и зубчатую передачу 10.

Передвижение тележки осуществляет привод, состоящий из двигателя 2, редуктора 4 и тяговой цепи 6, огибающей приводную звездочку 3 и натяжную 14. На приводе установлен колодочный тормоз 1.

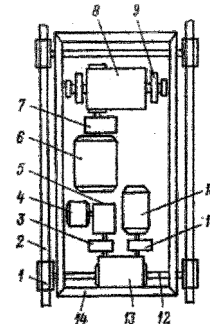


Рисунок 5.39 – Тележечный перегружатель

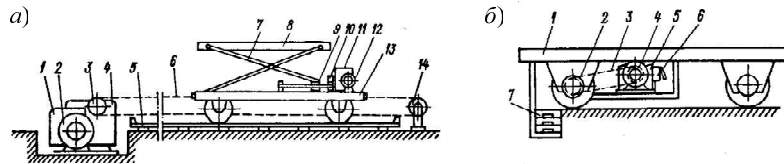


Рисунок 5.40 – Схемы рельсовых напольных тележечных перегружателей

Стационарное размещение привода позволяет значительно сократить массу и габариты тележки, а также значительно увеличить ускорение (замедление) рельсовой тележки. Подобное увеличение ускорения дает возможность сократить время транспортных операций и значительно повысить производительность тележечного перегружателя.

Самоходная рельсовая тележка с троллейным питанием (см. рисунок 5.40, б) имеет привод с цепной передачей, размещенной под платформой 1. От электродвигателя 4 вращение передается через редуктор 5 и цепную передачу 3 на вал приводных колес 2. Имеется колодочный тормоз 6. Питание электродвигателя производится по троллеям с помощью токосъемника 7.

Для безрельсовых тележек применяют колеса, изготовленные из металла или полимерных материалов, а также с резиновыми шинами (пневматическими или массивными). Использование колес с резиновыми шинами позволяет снизить толчки, шум и вибрацию при движении тележки и предохранить пол от механических повреждений.

**Манипуляторы** применяются на погрузочно-разгрузочных операциях при обслуживании технологического оборудования, для внутрицеховых и межоперационных перемещений грузов на незначительные расстояния с одновременным переориентированием деталей (манипулированием).

Манипуляторы с **интерактивным управлением** также требуют участия оператора, но у них ручное управление чередуется с автоматическим, часть операций автоматизирована.

**Автоматические** манипуляторы выполняют все двигательные функции автоматически, по заданной программе. По способу обработки и перестройки программы различают автоматические манипуляторы, неперепрограммируемые автооператоры и перепрограммируемые – промышленные роботы.

Манипуляторы с ручным и интерактивным управлением выполняются с манипулирующим устройством в виде шарнирно-рычажного механизма, устанавливаемого на колонне (рисунок 5.41), подвесной кран-балке, с креплением на перекрытии, с креплением на настенном кронштейне.

Манипулятор предназначен для выполнения подъемно-транспортных операций при загрузке технологического оборудования и в складах. На опорном поворотном устройстве 2, установленном на колонне 1, размещены привод подъема 3 и манипулирующее устройство 4 с рукояткой управления и сменным захватом 6. Скорость перемещений регулируется бесступенчато. Манипулятор снабжен устройством с электронным ручным управлением, позволяющим точно и быстро маневрировать грузом, поднимать его и автоматически удерживать на любом уровне при перемещениях в горизонтальной плоскости, с высокой точностью ориентирования. Манипулятор оборудуется специальными сменными захватами для различных по форме грузов.

На рисунке 5.42 показан робот-манипулятор, работающий в автоматическом режиме разгрузки подвешенного конвейера 2 через роликовые конвейеры 3 на один из ленточных конвейеров 4.

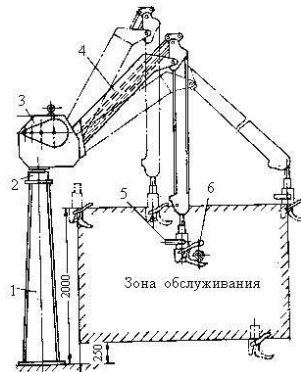


Рисунок 5.41 – Стреловой манипулятор

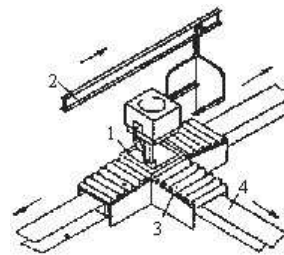


Рисунок 5.42 – Робот-манипулятор

Промышленные роботы предназначены для автоматического выполнения операций по перемещению различных грузов с целью автоматизации производственных процессов. От традиционных средств автоматизации они отличаются универсальностью воспроизводимых движений возможностью и быстротой перестройки и перехода на новые операции.

Промышленные роботы могут выполнять основные технологические (сварка, окраска, сборка и др.) и вспомогательные технологические (погрузка-выгрузка технологического оборудования, транспортные и др.) операции. При использовании сменной технологической оснастки выполняемые операции могут совмещаться одним роботом.

Промышленные роботы являются одним из компонентов автоматизированных производственных систем, которые при неизменном уровне качества позволяют увеличить производительность труда в целом.

Экономически выгодно использование промышленных роботов совместно с другими средствами автоматизации производства (автоматические линии, участки и погрузочно-выгрузочные комплексы и др.).



## **6 СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ (КМАПРР) И ПУТИ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

---

### **6.1 Погрузочно-разгрузочные и складские работы на транспорте**

**Д**оставка сырья, полуфабрикатов, готовой продукции с мест добычи или производства в места потребления или переработки сопровождается, как минимум, двумя грузовыми операциями: загрузкой в транспортное средство и выгрузкой из него. Чаще всего в перевозке участвуют несколько видов транспорта. Это увеличивает число грузовых операций и требует складов для промежуточного хранения грузов в ожидании транспортных средств.

В местах взаимодействия различных видов транспорта образуются транспортные узлы, в которых сконцентрирована мощная погрузочно-выгрузочная техника, расположено большое количество складов и баз долгосрочного хранения, трудится основная масса работников транспорта.

Процесс перевозки состоит из операций подготовки груза к транспортированию, погрузки, выгрузки, складских и транспортных операций. Объем и характер этих операций во многом зависит от вида транспорта и размера грузовых мест.

Особенность грузовых перевозок состоит в том, что в общих затратах труда по перемещению груза значительный удельный вес составляют погрузочно-разгрузочные работы, которые состоят из основных и вспомогательных операций.

От продолжительности погрузочно-разгрузочных работ в значительной степени зависят оборот транспортных средств и сроки доставки груза.

**Погрузочно-разгрузочные работы и складские операции** могут выполняться в пунктах необщего пользования – на складах или в пунктах добычи, производства или потребления грузов, т. е. на подъездных путях и причалах судов, принадлежащих отдельным промышленным предприятиям,

пунктах общего пользования, находящихся в ведении магистрального железнодорожного, речного или автотранспорта. Погрузочно-разгрузочные работы осуществляются по разработанным технологическим процессам с соблюдением правил погрузки грузов, охраны труда и техники безопасности в соответствии с нормативными документами.

Процессы производства погрузочно-разгрузочных работ могут быть:

1) *ручные* – основные и вспомогательные операции выполняются с использованием простейших приспособлений;

2) *механизированные* – основные операции по перемещению грузов выполняются машинами, а некоторые вспомогательные – вручную (формирование, расформирование пакетов, застропка, отстропка груза, направление, оттяжка груза при укладке и т. д.);

3) *комплексно-механизированные* – все операции выполняются машинами, оборудованием; человек управляет работой машин;

4) *автоматизированные* – все операции по перемещению груза выполняют машины в автоматическом режиме.

Основным количественным показателем состояния погрузочно-разгрузочных и складских работ является *уровень механизации, комплексной механизации и автоматизации*:

$$Y_{M, KM, A} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{M, KM, A_i}}{Q_{об_i}} \cdot 100, \quad (6.1)$$

где  $Q_{M, KM, A_i}$  – объем работ по  $i$ -му роду груза, выполненный механизированным, комплексно-механизированным или автоматизированным способом, т;

$Q_{об_i}$  – общий объем работ по  $i$ -му роду груза, т.

Этот показатель служит базой для разработки мероприятий по ликвидации ручного труда и определения потребности в подъемно-транспортном оборудовании.

Для учета трудоемкости погрузочно-разгрузочных операций служит показатель *степени механизации, комплексной механизации, автоматизации*:

$$C_{M, KM, A} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{M, KM, A_i} \cdot \chi_{M, KM, A_i}}{Q_{об_i} \cdot \chi_i} \cdot 100, \quad (6.2)$$

где  $\chi_{M, KM, A_i}$  – трудоемкость выполнения работ с  $i$ -м грузом механизированным, комплексно-механизированным или автоматизированным способом, (чел·ч)/т, (чел·ч)/м<sup>3</sup>, (чел·ч)/шт.;

$\chi_i$  – трудоемкость всего объема работ по  $i$ -му роду груза, (чел·ч)/т, (чел·ч)/м<sup>3</sup>, (чел·ч)/шт.

## **6.2 Основные направления развития КМАПРР**

Для улучшения качества и повышения эффективности выполнения погрузочно-разгрузочных работ необходимо:

- использовать транспортно-технологические схемы доставки грузов с применением специализированного подвижного состава, контейнеров, пакетов;
- создать транспортно-логистические центры (ТЛЦ);
- применять логистические принципы обработки и доставки грузов;
- использовать современные типы железнодорожного и автомобильного подвижного состава;
- совершенствовать и применять новые типы погрузочно-разгрузочных и складских машин и роботов-манипуляторов;
- шире использовать машины непрерывного транспорта;
- разрабатывать и внедрять автоматизированные системы управления работой средств механизации, сбора и обработки информации, оптимизации перемещения и хранения груза на складах;
- использовать на основных и вспомогательных операциях робототехнические системы.

## **7 ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА**

---

### **7.1 Погрузочно-разгрузочные пункты**

**С**овременный погрузочно-разгрузочный пункт (ПРП) – сложная хозяйственная организация, предназначенная для приема, складирования (временного) и отпуски различных грузов при современном оформлении необходимой документации.

На постоянно действующих ПРП осуществляется производственный процесс погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) – совокупность действий, необходимых для осуществления погрузочно-разгрузочных и складских работ. Погрузочно-разгрузочный пункт о с у щ е с т в л я е т:

- информационное обеспечение по поступающим грузам;
- оперативное (текущее) руководство пунктом;
- организацию рабочих мест и постов;
- планирование работы пункта;
- выполнение технологии ПРР;
- обслуживание и ремонт ПРМ;
- ведение учета и отчетности (например, оформление документов на их перевозку).

В погрузочно-разгрузочных пунктах, постоянных или временных, могут также выполняться такие операции с грузами, как хранение, подготовка, сортировка и др.

В постоянных пунктах (промышленные предприятия, торгово-оптовые базы, металлобазы и т. п.) погрузку и разгрузку грузов производят регулярно в течение длительного времени, на временных (зерноочистительные токи, небольшие строительные объекты и т. п.) – с длительными интервалами или в течение отрезка времени.

В составе погрузочно-разгрузочных пунктов имеются погрузочно-разгрузочные посты или площади, на которых производятся непосредственно погрузка или разгрузка автомобилей. Эти посты должны быть оснащены соответствующими грузоподъемными машинами или устройствами.

В отдельных пунктах выполняют только погрузку груза (карьеры, лесозаготовительные пункты) или его разгрузку. Несколько погрузочно-разгру-

зочных постов, расположенных рядом в пределах одной территории, образуют фронт погрузочно-разгрузочных работ, размер которого зависит от количества постов, габаритных размеров автомобилей, применяемых грузоподъемных машин, а также от схемы расстановки автомобилей.

Погрузочно-разгрузочные пункты должны иметь подъездные пути и площади для маневрирования автомобилей, а при необходимости – и складские помещения для хранения и подсортировки грузов, весовые устройства, служебные и бытовые помещения, необходимый инвентарь и устройства, применяемые при выполнении погрузочно-разгрузочных операций.

### 7.1.1 Пропускная способность

Важным параметром погрузочно-разгрузочного пункта является его грузооборот – **пропускная способность**. Грузооборот пункта или объем погрузки и разгрузки в данном пункте измеряется в тоннах преимущественно за сутки (суточный грузооборот) или за год (годовой грузооборот). Этот параметр является исходной величиной для различных технико-эксплуатационных расчетов (определение потребного количества автомобилей, грузоподъемных машин, контейнеров и др.).

Пропускная способность пункта  $U_{п}$  – это максимальное количество автомобильных транспортных средств (АТС) или грузов (в тоннах), которые могут быть погружены и разгружены в пункте в единицу времени (час, смена, сутки).  $U_{п}$  зависит от количества постов погрузки и разгрузки  $P_x$  и их пропускной способности.

Пропускную способность поста в тоннах  $U_{хт}$  и автомобилях  $U_{ха}$  определяют соответственно по выражениям

$$U_{хт} = \frac{1}{t_{т} k_{оа}} ; \quad (7.1)$$

$$U_{ха} = \frac{1}{t_{т} q_{а} \gamma_{с} k_{оа}} , \quad (7.2)$$

где  $t_{т}$  – время погрузки и разгрузки 1 т груза, ч;

$k_{оа}$  – коэффициент, зависящий от организации работы автомобилей, погрузочно-разгрузочных пунктов и может принимать значения от 1,0 до 2,0;

$q_{а}$  – статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

$\gamma_{с}$  – грузоподъемность автомобиля, т.

**Производительность поста**  $Q_{\text{п}}$  за смену определяется умножением его пропускной способности за 1 ч на время работы за смену  $T_{\text{см}}$ :

$$Q_{\text{пт(а)}} = U_{\text{хт(а)}} T_{\text{см}}. \quad (7.3)$$

Пропускная способность погрузочно-разгрузочного пункта, а также фронта погрузки-разгрузки, состоящего из  $\Pi_{\text{х}}$  постов с одинаковой пропускной способностью,

$$U_{\text{п}} = U_{\text{х}} \Pi_{\text{х}}. \quad (7.4)$$

При наличии постов с разной пропускной способностью

$$U_{\text{п}} = U_{\text{х1}} + U_{\text{х2}} + \dots + U_{\text{хл}}, \quad (7.5)$$

где  $U_{\text{х1}}, U_{\text{х2}}, U_{\text{хл}}$  – пропускная способность каждого поста.

Расчет пропускной способности фронта погрузочно-разгрузочных работ выполняют для того, чтобы правильно распределить по отдельным складам или площадкам погрузочно-разгрузочного пункта общее количество автомобилей, необходимое для завоза и вывоза грузов.

### 7.1.2 Число постов погрузки и разгрузки

Наименьшие затраты труда и времени простоя автомобилей под погрузкой и разгрузкой в погрузочно-разгрузочных пунктах с заданным объемом работ можно обеспечить только при правильном определении необходимого количества постов погрузки и разгрузки.

В пункте с суточным объемом работ  $Q_{\text{сут}}$  (в тоннах) и временем его работы в сутки  $T_{\text{сут}}$  в часах необходимое число постов определяется так:

$$\Pi_{\text{хт}} = Q_{\text{сут}} / Q_{\text{пт}} = Q_{\text{сут}} / U_{\text{хт}} T_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} t_{\text{т}} k_{\text{оа}} / T_{\text{сут}}. \quad (7.6)$$

Суточный объем работ можно найти как отношение годового объема работ пункта  $Q_{\text{г}}$  (в тоннах) к числу дней работы пункта  $D_{\text{г.р}}$  в год, т. е.

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{г}} / D_{\text{г.р}}. \quad (7.7)$$

Для автомобилей количество постов

$$\Pi_{\text{ха}} = Q_{\text{сут}} / Q_{\text{па}} = Q_{\text{сут}} / U_{\text{ха}} T_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} t_{\text{т}} q_{\text{а}} \gamma_{\text{с}} k_{\text{оа}} / T_{\text{сут}}. \quad (7.8)$$

При координации работы погрузочно-разгрузочных пунктов и автомобилей необходимо учитывать ритм работы пункта  $R$  (период времени между отправлением груженых или порожних АТС из пункта), а также интервал движения автомобилей  $I_{\text{а}}$  (время, через которое автомобили прибывают на погрузочно-разгрузочный пункт).

Ритм работы пункта зависит от времени простоя автомобилей под погрузкой или разгрузкой  $t_{\text{пр}}$  и числа постов на пункте:

$$R = t_{\text{пр}} k_{\text{оа}} / \Pi_x . \quad (7.9)$$

Интервал движения автомобилей  $I_a$  определяется путем деления времени оборота автомобиля  $t_{\text{об}}$  на количество автомобилей  $A_x$ , работающих на маршруте:

$$I_a = t_{\text{об}} / A_x ; \quad (7.10)$$

$$t_{\text{об}} = t_e = t_{\text{дв}} + t_{\text{пр}} = (l_{\text{ег}} / v_{\text{т}} \beta_e) + t_{\text{пр}} , \quad (7.11)$$

где  $t_e$  – продолжительность 1 ездки автомобиля;

$t_{\text{дв}}$  – общее время движения автомобиля с грузом и без груза, ч;

$l_{\text{ег}}$  – длина ездки с грузом, км;

$v_{\text{т}}$  – техническая скорость автомобиля, км/ч;

$\beta_e$  – коэффициент использования пробега за ездку.

При условии равенства ритма работы пункта и интервала движения автомобилей ( $R = I_a$ ) пункт будет равномерно загружен работой, а АТС не будут простаивать в ожидании погрузки и разгрузки. Из этого равенства можно определить необходимое **число постов погрузки или разгрузки**:

$$\Pi_x = t_{\text{пр}} k_{\text{оа}} / I_a = A_x t_{\text{пр}} k_{\text{оа}} / t_{\text{об}} . \quad (7.12)$$

Решив последнее выражение относительно  $A_x$ , можно рассчитать количество АТС, необходимое для бесперебойной работы погрузочно-разгрузочных пунктов:

$$A_x = \Pi_x t_{\text{об}} / t_{\text{пр}} k_{\text{оа}} . \quad (7.13)$$

Учитывая, что  $t_{\text{пр}} = t_{\text{т}} q_a \gamma_c$ , получим

$$A_x = \Pi_x t_{\text{об}} / t_{\text{т}} q_a \gamma_c k_{\text{оа}} . \quad (7.14)$$

Количество автомобилей, позволяющих освоить суточный грузооборот пункта,

$$A_x = Q_{\text{сут}} / T_{\text{сут}} q_a \gamma_c . \quad (7.15)$$

Время оборота АТС при их работе на разных маршрутах будет естественно различным. Поэтому в последних формулах  $t_{\text{об}}$  должно быть подсчитано как средневзвешенная величина.

## 7.2 Технология погрузочно-разгрузочных работ

В теории транспортных процессов и систем под транспортным процессом понимается совокупность погрузочных операций в пункте погрузки, перегрузочных операций в пунктах передачи груза с одного вида транспорта на другой, промежуточного хранения груза, транспортирования и разгрузочных операций в пункте разгрузки.

**Технология погрузочно-разгрузочных работ** – часть транспортного процесса, представляющего собой совокупность операций, связанных с осуществлением ПРР, предусматривающая последовательность выполнения погрузочно-разгрузочных операций (ПРО) с применением погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ), устройств и приспособлений и регламентацию профессионального состава рабочих.

Структура технологического процесса погрузки-разгрузки характеризуется количеством и содержанием операций, на которые может быть разделен погрузочно-разгрузочный процесс, изменяющийся в зависимости от рода груза, условий погрузки-выгрузки, используемых погрузочно-разгрузочными средствами (ПРС) и способами выполнения работ.

В технологическом процессе ПРР можно выделить основные и вспомогательные операции.

Основным операциям относятся: *погрузка* – операция перемещения груза с места постоянного или временного хранения (добычи) на транспортное средство; *разгрузка* – операция перемещения груза с транспортного средства на места постоянного или временного хранения (складирования, накопления); *перезгрузка* – операция перемещения груза с одного транспортного средства на другое (с одного места хранения на другое).

Вспомогательные операции включают: оформление документов, взвешивание и пересчет груза, крепление и распределение груза в кузове; подготовку подвижного состава к ПРР и транспортированию груза (открытие и закрытие бортов, очистка кузова, укрытие груза брезентом, опломбирование дверей фургонов и т. д.).

Каждая из основных операций может быть разделена на отдельные элементы (элементарные операции или манипуляции), которые выполняются в строго определенной последовательности. В общем случае структура основных операций технологического процесса погрузки-разгрузки может быть представлена следующей совокупностью элементарных операций:

*Операция 1 – начальная операция* (например, строповка груза; захват груза вилами, набор груза в ковш и т. п.), с которой начинается технологический процесс. Операция выполняется на том месте, где расположен груз (на складе, в автомобиле, вагоне и т. п.).

*Операции 2, 3 – промежуточные операции*, обеспечивающие перемещение (передачу) груза из начального в конечное положение. В зависимости от рода груза, используемых ПРС, грузозахватных устройств (ГЗУ) и условий перемещения они могут подразделяться на операции перемещения и передаточные. Операции *по перемещению груза* зависят от используемых ПРС и обеспечивают вертикальное, горизонтальное, наклонное, вращательное и другое перемещение груза в конечное положение. *Передаточные* операции выполняются в сложных технологических погрузочно-разгрузочных процессах, обеспечивая связь между смежными операциями перемещения, и осуществляются путем передачи груза с одной ПРМ на другую, например, при переда-



че груза с вил погрузчика на вилы крана-штабелера, грузонесущий орган конвейера и т. п.

*Операция N – конечная операция* (например, расстроповка груза; освобождение груза от вил, высыпание груза из ковша и т. п.), которая завершает технологический процесс погрузки (разгрузки). Целью операции является размещение груза в заданном месте (складе, кузове автомобиля, вагоне и т. п.).

Общая структура технологического процесса погрузки-разгрузки показана на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1 – Общая структура технологического процесса погрузки-разгрузки

До выполнения погрузочно-разгрузочных операций в местах размещения и хранения груза (на погрузочно-разгрузочных пунктах и складах) могут производиться: *накопление* – сосредоточение груза в одном месте; *комплектация* – перемещение груза с целью отбора из различных точек хранения с последующим объединением в грузовую единицу для отправки потребителю; *пакетирование* – укрупнение грузовой единицы укладкой более мелких единиц на общий поддон или тару большего размера в строго установленном порядке с последующим скреплением в случае необходимости;

*складирование* – размещение грузов в определенном порядке для хранения или временного накопления.

Необходимо заметить, что для ПРМ циклического действия технологический процесс погрузки-разгрузки или перегрузки некоторой партии груза, насчитывающей больше одного грузового места, будет сопровождаться перемещением ПРМ и (или) его элементов к месту расположения очередной грузовой единицы.

Погрузка (разгрузка) одного и того же груза может быть осуществлена различными способами и машинами. Поэтому совершенно очевидно, что вариант выполнения ПРР должен быть оптимальным с точки зрения материальных и трудовых затрат. Технология ПРР должна учитывать совместные действия ПРМ, автомобилей и других транспортных средств, наличие машин и ГЗУ, регулярность подачи подвижного состава и так далее и оформляется в виде технологических схем и технологических карт.

*Технологическая схема – описание погрузочно-разгрузочного процесса, в котором приводятся основные сведения: направление перемещения груза, состав операций, способ их выполнения, механизация операций, используемые ГЗУ и приспособления, вид пакетирования и т. д.*

Технологическая схема изображается в виде чертежа, в котором указывается взаимное расположение транспортных средств, складов, подъездных путей (рисунок 7.2).

Рисунок 7.2 – Технологическая схема погрузки плит перекрытия со склада башенным краном БКСМ-14ПМЗ в полуприцеп-балковоз УПР-1212:

- 1 – штабеля плит перекрытия;
- 2 – подкрановый путь;
- 3 – башенный кран;
- 4 – тягач с полуприцепом;
- 5 – деревянная лестница;
- М, Т1, Т2, Т3 – рабочие места машиниста крана и такелажников

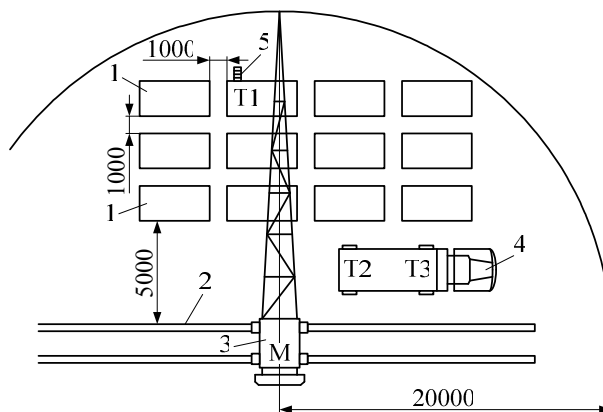


Схема сопровождается описанием погрузочно-разгрузочного процесса и основных элементов его организации. На основании технологической схемы разрабатывается технологическая карта, которая непосредственно используется при организации ПРР.

Технологическая карта – документ, содержащий детальную пооперационную разработку технологического процесса ПРР с указанием технических средств, трудовых и временных затрат.

В технологической карте полностью отражается содержание всех операций технологического процесса и приводятся все данные, необходимые для организации и производства ПРР (наименование груза, тип подвижного состава, ПРС и другого оборудования, содержание и нормирование всех операций, состав комплексной погрузочно-разгрузочной бригады, необходимые нормативы, указания по технике безопасности и т. д.).

При выполнении ПРР должна строго соблюдаться технологическая дисциплина, отклонения от которой снижают эффективность ПРР.

Пример заполнения технологической карты:

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

#### Погрузка плит перекрытия массой до 3 т

**Исполнители:**

Машинист башенного крана IV разряда (М);  
Такелажники III разряда (Т1, Т2, Т3).

**Механизмы, грузозахватные устройства, приспособления, инвентарь:**

Кран башенный грузоподъемностью 5 т;  
Строп четырехветвевой грузоподъемностью 4 т;  
Лестница деревянная переносная высотой 2500 мм;  
Лом стальной монтажный.

**Транспортные средства:**

Полуприцеп-балковоз УПР-1212 с седельным тягачем МА3-504А.

**Условные обозначения:**

$t_{оп}$ ,  $T_{оп}$  – соответственно продолжительность составных элементов операции и их трудоемкость.

Таблица 7.1 – Составные элементы операции погрузки и их продолжительность

Элементы операции погрузки	Продолжительность процесса, мин					$t_{оп}$ · мин	$T_{оп}$ · чел.-мин
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5		
Подготовка плиты к строповке и погрузке	*****	Т1				0,5	3,0
	*****	Т2	*****	Т2		1,0	
	*****	Т3	*****	Т3			
	*****	М				0,5	
Строповка плиты четырехветвевым стропом		*****	М			0,5	1,0
Подъем и перемещение плиты к месту погрузки			*****	Т1		0,5	1,0
			*****	М			

Окончание таблицы 7.1

Элементы операции погрузки	Продолжительность процесса, мин					$t_{оп},$ мин	$T_{оп},$ чел.-мин	
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5			
Погрузка плиты на полуприцеп и ее расстроповка				***** ***** *****	М Т2 Т3	0,5	1,5	
Технологический перерыв, отдых		***** *****	Т2 Т3		***** ***** ***** *****	Т2 Т3 М Т1	1,0 0,5 1,0	3,5
ИТОГО на погрузку плиты:							10,0	

Таблица 7.2 – Описание составных элементов операции погрузки

Элементы операции погрузки	Описание элементов операции
Подготовка плиты к строповке и погрузке	Т1 берет лестницу и устанавливает ее у штабеля плит. Поднявшись на штабель, он проверяет наличие и прочность монтажных петель (при необходимости выправляет их ломом). Т2 и Т3 берут по одной прокладке (подкладке) и укладывают их на пол кузова полуприцепа (или на погруженную ранее плиту). М готовит кран к работе
Строповка плиты четырехветьевым стропом	М по сигналу Т1 опускает строп над серединой штабеля, а Т1 заводит крюки стропа в монтажные петли плиты. М по сигналу Т1 выбирает грузовой канат и натягивает строп. Т1, убедившись в надежности заведения крюков стропа в монтажные петли, спускается со штабеля, убирает лестницу, отходит на безопасное расстояние и подает команду М на подъем плиты
Подъем и перемещение плиты к месту погрузки	М поднимает плиту примерно на 20–30 см, а Т1 проверяет надежность строповки и подает команду М к продолжению (или остановке) подъема и перемещению плиты к месту погрузки
Погрузка плиты на полуприцеп, ее расстроповка	Т2 и Т3 принимают плиту на расстоянии 20–30 см от пола кузова полуприцепа и руками направляют ее к месту укладки. М по сигналу Т2 плавно опускает плиту на пол кузова полуприцепа. Т2 и Т3, убедившись в правильности укладки плиты, подают команду М ослабить строп и расстроповывают ее
Технологический перерыв, отдых	Незакрепленные в операциях исполнители находятся в технологическом перерыве или отдыхают

## **8 ТЕРМИНАЛЫ. ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ. СКЛАДЫ И ОСНОВЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

---

### **8.1 Терминалы. Транспортно-логистические центры**

**О**дним из элементов транспортных коммуникаций являются терминалы. **Терминал** – это комплекс устройств, расположенных в конечном или промежуточном пункте транспортной сети и обеспечивающих взаимодействие различных видов транспорта при перевозке грузов. В зависимости от количества и назначения устройств, входящих в комплекс, могут быть транспортно-логистические центры или склады, специализирующиеся по работе с различными грузами.

**Транспортно-логистический центр (ТЛЦ)** – это имущественный комплекс, включающий специально отведенный участок с расположенными на нем зданиями, сооружениями, оборудованием и предназначенный для оказания комплекса логистических услуг в процессе движения материальных потоков от производителя к потребителю.

К основным характеристикам *технического оснащения транспортно-логистического центра* относятся:

- наличие систем автоматизации складского учета и штрихового кодирования;
- возможность многоярусного стеллажного хранения грузов (при осуществлении складских операций с грузами, позволяющими производить такое хранение);
- наличие современных средств механизации погрузочно-разгрузочных работ и транспортно-складских операций по переработке грузов;
- расположение на территории транспортно-логистического центра структурных подразделений Государственного таможенного комитета Республики Беларусь;
- наличие подъездных путей двух и более видов транспорта;
- наличие крытых складских помещений;
- охраняемая территория для парковки и отстоя автопоездов;
- наличие помещений для административно-делового центра.

На территории транспортно-логистического центра могут располагаться: склады временного хранения, склады общего пользования, таможенные и

товарные склады, станции технического обслуживания автотранспортных средств, автозаправочные станции, автомойки, объекты оптовой и розничной торговли, страховые компании и банки (их филиалы), гостиничные комплексы и предприятия общественного питания.

К дополнительным характеристикам *технического оснащения транспортно-логистического центра* относятся:

- общая площадь территории, занимаемая транспортно-логистическим центром;
- общая площадь крытых складских помещений;
- общая площадь открытых площадок для хранения грузов;
- площадь контейнерной площадки, предназначенной для обработки большегрузных контейнеров;
- суммарная вместимость складов транспортно-логистического центра;
- коэффициент, характеризующий долю проездов и определяемый отношением площади, занимаемой проездами к общей площади транспортно-логистического центра.

## **8.2 Классификация и назначение складов**

**Склады** – это комплексы производственных зданий, инженерных сооружений, подъемно-транспортных машин и оборудования, средств вычислительной техники (управляющих, регулирующих и контролирующих их работу), предназначенные для приемки, размещения, накопления, хранения, переработки, отпуска и доставки продукции потребителям.

На складах аккумулируются резервы материальных ресурсов, служащие для создания запасов сырья, материалов, полуфабрикатов или готовой продукции, предназначенных:

- для сглаживания (демпфирования) колебаний между циклами добычи, производства, перемещения и потребления;
- синхронизации скоростей материальных потоков грузов, перемещающихся от производителя до потребителя или потоков материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий в технологических процессах производства;
- содействия выпуску продукции партиями;
- содействия в организации потребительских выставок.
- обеспечения жизнедеятельности населения и работы жизненно важных предприятий и организаций как всей страны, так и ее отдельных регионов в чрезвычайных обстоятельствах (природные бедствия, катастрофы и т. п.).

Кроме того, сфера деятельности складов включает операции по разгрузке, погрузке, приемке грузов по количеству и качеству, разукрупнению поступающих грузов, хранению, инвентаризации, комплектованию партий грузов для конкретных потребителей.

В связи с многообразием складов для их классификации используют достаточно большое количество различных признаков.

По номенклатуре грузов различают склады *универсальные* (хранение и переработка грузов широкой номенклатуры, различных по свойствам и наименованию) и *специализированные* (хранение грузов с однородными физико-механическими свойствами).

По виду хранимой продукции существуют склады:

- *сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих;*
- *незавершенного производства;*
- *готовой продукции;*
- *тары и упаковки;*
- *отходов производства;*
- *инструментов.*

По форме собственности различают склады:

- *собственные* (предприятий и организаций);
- *коммерческие* (общего пользования);
- *арендуемые.*

По назначению можно выделить склады:

- *производственные* – склады сырья, материалов, комплектующих изделий, цеховые склады готовых изделий, заводские склады готовой продукции;
- *транзитно-перевалочные* (служат для кратковременного хранения грузов в период перегрузки с одного вида транспорта на другой, поэтому такие склады часто называют *терминалами*) – склады при железнодорожных станциях (пристанционные), портах (портовые), речных пристанях, аэропортах, автогрузовых терминалах (при подведении к перечисленным складам железнодорожной ветки такие склады носят название *прирельсовых*); *таможенные* – предназначенные для хранения грузов, ожидающих таможенного оформления;
- *досрочного завоза* – располагающиеся в районах, доставка грузов в которые возможна лишь в определенные периоды года (например, районы Крайнего Севера России); *сезонного хранения* – для грузов сезонного хранения (в основном продукции сельского хозяйства, например, картофеля, свеклы); *резервные* – предназначенные для хранения запасов на случай чрезвычайных ситуаций; *оптовые распределительные* – снабжающие товаропроводящие сети; *розничные* – склады торговых предприятий и ряд других.

В зависимости от сроков хранения грузов: для *краткосрочного* и *долгосрочного* хранения.

По степени технической вооруженности: *немеханизированные; частично механизированные; механизированные; автоматизированные; автоматические.*

По степени автоматизации: *с частичной автоматизацией* технологических процессов и автоматической обработкой информации;

*комплексной автоматизацией технологических и информационных процессов; сложной автоматизированной системой управления.*

Применение средств автоматики на складах позволяет сократить потребность в трудовых ресурсах, повысить производительность оборудования, надежность его работы и сократить эксплуатационные расходы, уменьшить сроки обработки заказов, лучше использовать вместимость складских помещений.

По способам хранения грузов (в зависимости от их транспортной характеристики): *открытого хранения* (площадки), предназначенные для грузов, транспортная характеристика которых не изменяется от воздействия внешней среды; *полузакрытого хранения* (площадки под навесом могут иметь от одной до трех легких стен для защиты от ветра), предназначенные для размещения грузов, транспортная характеристика которых не зависит от изменения температуры и влажности окружающей среды, воздействия ветра и так далее, но зависит от непосредственного воздействия атмосферных осадков; *закрытого хранения* (отапливаемые и неотапливаемые здания и сооружения, имеющие кровлю и ограждения со всех сторон), на которых размещают для хранения грузы, требующие защиты от воздействия внешней среды.

По объёмно-планировочным решениям складских зданий и сооружений: *однопролетные и многопролетные* (под пролетом понимается расстояние между продольно расположенными несущими стенами или колоннами), а также *одноэтажные и многоэтажные*.

Долгое время закрытые склады проектировались одноэтажными. Привлекательность таких складов вызвана тем, что они более экономичны с точки зрения организации технологического процесса грузопереработки, так как горизонтальное перемещение грузов значительно дешевле вертикального. Кроме того, стоимость строительства одноэтажных складов значительно ниже, чем многоэтажных, из-за простоты их конструкции. Однако при одноэтажной застройке требуется отведение под строительство складов больших площадей и повышаются расходы на отопление. Несмотря на то, что многоэтажные склады занимают, по сравнению с одноэтажными, гораздо меньшую территорию, их строительство практически не проводилось из-за ряда недостатков, связанных в основном с дополнительными затратами на строительство и размещение ПРС, предназначенных для межэтажной транспортировки груза. В последнее время в связи с возросшей стоимостью земли (особенно в городах) и развитием ПРС, позволяющих поднимать груз на большую высоту, проекты складов изменились в сторону увеличения их высоты и этажности.

Объёмно-планировочные решения складов, оснащение их подъемно-транспортным и другим оборудованием зависят от транспортной характеристики груза. Поэтому *в зависимости от вида груза, размещенного на скла-*



де, они бывают для тарно-упаковочных и штучных грузов, контейнеров, тяжеловесных грузов, металла и металлических изделий, машин и оборудования, длинномерных грузов, строительных материалов, вяжущих материалов, навалочных грузов, химических грузов и минеральных удобрений, зерновых и других сельскохозяйственных продуктов, лесных и наливных грузов и других видов грузов.

Для хранения грузов с одной и той же транспортной характеристикой могут создаваться склады с различными конструктивными особенностями. Например, для тарно-упаковочных и штучных грузов строят закрытые склады павильонного типа: штабельные и стеллажные; для навалочных грузов – силосы и резервуары, бункера и полубункера, штабельные, эстакадно-штабельные, эстакадно-штабельно-тоннельные и хребтовые склады; для грузов, не боящихся атмосферных осадков, а также перевозимых в контейнерах – открытые площадки; для наливных грузов – резервуары; для скоропортящихся продуктов – изотермические склады, склады-холодильники с машинным охлаждением, склады-ледники; для сельхозпродуктов – овощехранилища и фруктохранилища различных типов.

По классности склады делятся на четыре класса: А, В, С и D.

По масштабу деятельности склады делятся на республиканские, региональные и местные.

По наличию внешних транспортных связей различают склады: с причалами; железнодорожными подъездами; автодорожными подъездами; со смешанными транспортными связями.

По обеспечению таможенных режимов склады делятся на склады временного хранения и таможенные.

По площади хранения различают: склады, складские комплексы, грузовые терминалы и транспортно-логистические центры.

По режиму хранения склады делятся на склады без отопления, отопляемые, склады-холодильники, склады с фиксированным климатическим режимом.

Класс склада определяется в зависимости от следующих параметров:

- конструктивно-планировочные решения;
- наличие и состояние инженерных систем;
- местоположение и транспортная доступность;
- площадь застройки территории;
- прилегающая территория.

Склады класса А должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

- а) конструктивно-планировочные решения:
  - капитальное строение (здание, сооружение) предпочтительно прямоугольной формы без колонн или с шагом колонн не менее 9 м и с расстоянием между пролетами не менее 24 м;

- ровный бетонный пол с антипылевым покрытием, выдерживающим нагрузку не менее  $5 \text{ т/м}^2$ , расположенный на уровне 1,2 м от земли;
- высокие потолки, позволяющие установку многоуровневого стеллажного оборудования;
- наличие достаточного количества автоматических ворот докового типа (из расчета не менее одних на  $700 \text{ м}^2$ );
- б) наличие и состояние инженерных систем:
  - система регулирования температурного режима;
  - тепловые завесы;
  - система пожарной сигнализации и автоматическая система пожаротушения;
  - система вентиляции;
  - система охранной сигнализации и система видеонаблюдения;
  - автономная электрическая станция и тепловой узел;
  - система учета и контроля доступа сотрудников;
  - опτικο-волоконные каналы связи;
- в) местоположение и транспортная доступность:
  - расположение в промышленной зоне города или на окраине города;
  - наличие смешанных транспортных связей (аэродромов, причалов, железнодорожных подъездов, автодорожных подъездов) либо подъездов минимум двух любых видов транспорта;
- г) площадь застройки территории от 45 до 55 %;
- д) прилегающая территория:
  - благоустроенная, огороженная, освещенная, круглосуточно охраняемая территория;
  - наличие площадок для отстоя большегрузных автомобилей и парковки легковых автомобилей;
  - наличие площадок для маневрирования большегрузных автомобилей;
  - наличие офисных помещений при складе;
  - наличие вспомогательных помещений при складе (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала).

*Склады класса В* должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

- а) конструктивно-планировочные решения:
  - одно- или многоэтажное капитальное строение (здание, сооружение);
  - асфальтовый или бетонный пол;
  - высота потолков от 4,5 до 8,0 м;
  - наличие достаточного количества грузовых лифтов/подъемников грузоподъемностью не менее 3 т (из расчета не менее одного лифта/подъемника на  $2\,000 \text{ м}^2$  площади) для многоэтажных строений;
  - пандус для разгрузки автотранспорта;
- б) наличие и состояние инженерных систем:

- система отопления;
  - система пожарной сигнализации и гидрантная система пожаротушения;
  - система вентиляции;
  - система охранной сигнализации и система видеонаблюдения;
  - автономная электрическая станция и тепловой узел;
  - система учета и контроля доступа сотрудников;
  - обычные каналы связи;
  - в) местоположение и транспортная доступность:
    - на окраине города или вблизи города (5–10 км) с некоторой удаленностью от транспортных коммуникаций;
    - наличие смешанных транспортных связей (аэродромов, причалов, железнодорожных подъездов, автодорожных подъездов) либо подъездов минимум двух любых видов транспорта;
  - г) площадь застройки территории от 55 до 65 %;
  - д) прилегающая территория:
    - охрана территории по периметру;
    - наличие площадок для отстоя и маневрирования большегрузных автомобилей;
    - наличие офисных помещений при складе;
    - наличие вспомогательных помещений при складе (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала).
- Склады класса С* должны удовлетворять следующим техническим требованиям:
- а) конструктивно-планировочные решения:
    - утепленный ангар или производственное помещение;
    - асфальтовый или бетонный пол, бетонная плитка;
    - высота потолков от 3,5 до 8,0 м;
    - наличие грузовых лифтов/подъемников для многоэтажных строений;
    - пандус для разгрузки автотранспорта;
    - ворота на нулевой отметке;
  - б) наличие и состояние инженерных систем:
    - система отопления;
    - система пожарной сигнализации и система пожаротушения;
    - система вентиляции;
    - обычные каналы связи;
  - в) местоположение и транспортная доступность:
    - удаленное расположение от транспортных коммуникаций;
    - наличие смешанных транспортных связей (аэродромов, причалов, железнодорожных подъездов, автодорожных подъездов) либо подъездов минимум двух любых видов транспорта;
  - г) площадь застройки территории от 65 до 75 %;
  - д) прилегающая территория:

- охрана территории по периметру;
- наличие площадок для отстоя и маневрирования большегрузных автомобилей;
- наличие офисных помещений при складе;
- наличие вспомогательных помещений при складе (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала).

*Склады класса D* должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

- а) конструктивно-планировочные решения:
  - неотапливаемое производственное помещение, ангар или подвальное помещение;
- б) наличие и состояние инженерных систем:
  - система пожарной сигнализации и система пожаротушения;
  - система вентиляции;
  - обычные каналы связи;
- в) местоположение и транспортная доступность:
  - расположение в глубине территории промышленного предприятия;
  - наличие смешанных транспортных связей (аэродромов, причалов, железнодорожных подъездов, автодорожных подъездов) либо подъездов минимум одного вида транспорта;
- г) площадь застройки территории от 75 до 85 %;
- д) прилегающая территория:
  - охрана территории по периметру;
  - наличие площадок маневрирования большегрузных автомобилей;
  - наличие офисных помещений при складе.

В случае, если склад не удовлетворяет хотя бы одному из требований, предусмотренных для классов *A, B, C*, то такой склад относится к более низкому классу.

В случае, если склад не удовлетворяет хотя бы одному из требований, предусмотренных для класса *D*, то такой склад не подлежит классификации по классности.

### **8.3 Основы проектирования складов**

**На выбор склада и его оборудования влияют:** транспортная характеристика грузов, величина и характер грузопотока, срок и условия хранения грузов, вид подвижного состава, обслуживающего склад, равномерность прибытия и отправления грузов, размеры прямой перегрузки, размеры капитальных вложений, эксплуатационные расходы, наличие подъездных путей и др. При создании складов надо учитывать и анализировать все перечисленные выше факторы.

Как было показано выше, конструктивные особенности складов многообразны и зависят от классификационных отличий. Вместе с тем практически на любом складе должны быть следующие основные помещения (таблица 8.1):

Таблица 8.1 – Основные группы складских помещений

Наименование	Назначение
Основного производственного назначения	Хранение, прием и отпуск (экспедиция), распаковка, упаковка, фасовка и комплектация продукции
Вспомогательные	Хранение тары, упаковки, многооборотных поддонов и контейнеров. В этих помещениях размещают мастерские по ремонту тары и т. п.
Подсобно-технические	Размещение коммуникаций и инженерных устройств (помещения машинных отделений, вентиляционные камеры, котельные, кладовые хозяйственных материалов, инвентаря, ремонтные мастерские, подзарядные аккумуляторные станции)
Административные (служебные)	Кабинеты служащих, офисы для приема посетителей, залы товарных образцов, компьютерный центр и т. п.
Бытовые	Места отдыха и приема пищи, раздевалки, душевые, санитарные узлы и т. п.

**Помещения основного производственного назначения** делят на следующие зоны: *разгрузки, приемки груза* по количеству и качеству; *хранения, внутрискладской переработки* груза (подбора, комплектования, упаковки заказов), *выдачи груза, погрузки*.

Все перечисленные зоны должны размещаться на складе так, чтобы наилучшим образом реализовать складской технологический процесс. Зоны должны быть связаны между собой проходами и проездами и обслуживаться комплексом взаимосвязанных ПРС и транспортирующих машин. Зона хранения груза занимает на складе самую большую площадь, к этой зоне обычно примыкают зоны комплектования и упаковки. В свою очередь, последние зоны размещают рядом с зоной погрузки. Зона разгрузки должна быть рядом с зоной приема груза по количеству и качеству. Зону разгрузки и зону погрузки (на средних и мелких складах) часто объединяют в одну погрузочно-разгрузочную зону. И только на крупных складах эти зоны делают раздельно. Необходимо помнить, что объединение зон погрузки и разгрузки в одну зону рационально только тогда, когда поступление и отправку грузов можно разделить во времени.

*Эффективность работы склада* во многом зависит от выполнения ряда технологических требований, предъявляемых к устройству склада, и требований к планированию складских помещений. Объемно-планировочные решения складских зданий должны отвечать оптимальной технологии складских операций, а площади и объемы складских помещений должны соответствовать характеру и объему выполняемых операций. Складские помещения необходимо планировать таким образом, чтобы:

- внутрискладской технологический процесс был поточным (желательно сквозным, прямоточным) и непрерывным;
- продукция на складе была размещена наиболее рационально (занимала меньше складской площади и объема, тем самым обеспечивалось их оптимальное использование);
- условия хранения позволяли полностью сохранять количество продукции и не допускать ухудшения ее качества ниже существующих норм (размещать продукцию таким образом, чтобы исключалось неблагоприятное влияние одних видов продукции на другие, поддерживать необходимые температуру и влажность в помещении, не допускать возможности проникновения на склад посторонних лиц и извлечения продукции, хранящейся на складе, без вскрытия штатных ворот и дверей и ряд других);
- был обеспечен удобный доступ к продукции (правильно выбрано и размещено складское оборудование, определены необходимые размеры проходов и проездов и т. д.);
- обеспечивалась возможность применения средств механизации и автоматизации и их высокопроизводительная работа (надо стремиться к тому, чтобы основные складские операции были механизированы, а при больших объемах работ автоматизированы).

Кроме перечисленных требований устройство складов и организация их работы должны отвечать требованиям экологической безопасности, санитарии и гигиены труда, сохранности грузов, техники безопасности и пожарной безопасности, которые определяются действующими стандартами (СТБ), гостами (ГОСТ), строительными нормами и правилами (СНиП), санитарными правилами и нормами (СанПиН).

*Место расположения склада* выбирается из условий удобства по отношению к путям сообщения и транспортных связей с производственными цехами предприятия или потребителей, удобства выполнения грузовых операций, а также с учетом возможности расширения склада на перспективу. Крупные склады стараются размещать вблизи транспортных магистралей. Запрещается располагать складские комплексы около больниц, школ, детских дошкольных учреждений, жилых массивов, объектов культурно-бытового назначения. Пути подъезда к складу и въезд в него должны соответствовать Правилам дорожного движения и располагаться таким образом, чтобы обеспечивалось беспрепятственное движение и маневрирование большегрузного автотранспорта (автопоездов). Территория склада (особенно крупного) должна проектироваться с таким расчетом, чтобы на ней можно было разместить стоянку автопоездов (с возможностью их маневрирования), зону отдыха водителей, ожидающих погрузки или разгрузки, ramпы, площадку для складирования бытового мусора и других отходов.

Одной из главных целей выбора схем и параметров объемно-планировочных решений складов является минимизация потребностей в территории и приведенных затрат, связанных со строительством и последующей эксплуатацией складских комплексов.

В настоящее время для складов разработаны  *типовые складские здания и сооружения* , оснащенные современным оборудованием. Если типовой проект склада не отвечает предъявляемым требованиям, выполняют индивидуальный проект. В любом случае (при разработке задания на проектирование или выборе типового проекта) проводится технико-экономическое обоснование. В него входят три раздела: экономический, технологический (с обоснованием выбора складского оборудования, погрузочно-разгрузочных средств, средств автоматизации и компьютеризации) и строительный (с предложениями по объемно-планировочному решению).

При проектировании складов необходимо рассматривать работу всего складского комплекса как погрузочно-разгрузочную систему, обладающую экономичностью, надежностью, гибкостью. Количество возможных вариантов реализации составляющих складской системы может быть довольно значительным, а при учете их сочетаний в различных комбинациях друг с другом просто огромным. Отсюда следует, что система планирования склада должна проводиться в определенной последовательности, а выбор оптимального варианта системы должен базироваться на технико-экономическом анализе альтернативных вариантов всех необходимых составляющих. Концепция системного планирования и оптимизации складской системы показана в таблице 8.2.

**Таблица 8.2 – Концепция системного планирования и оптимизации складской системы**

Этап планирования	Содержание этапа планирования
1 Постановка задачи	Перед началом планирования складской системы необходимо ответить на ряд вопросов: какова цель проектирования складской системы; где предполагается размещение склада; какие и сколько грузов будет перерабатываться на складе; какие транспортные и погрузочно-разгрузочные средства будут задействованы для грузопереработки и ряд других
1.1 Концепция цели	Решаются вопросы о новом строительстве склада, реконструкции, модернизации или переоснащении существующего
1.2 Концепция местоположения	Разрабатывается концепция генерального плана застройки, архитектурно-планировочные решения, при этом учитываются существующие нормативно-правовые, правовые и другие документы (например, уточняется, имеются ли какие-либо ограничения по строительству)

Продолжение таблицы 8.2

Этап планирования	Содержание этапа планирования
1.3 Концепция маркетинга	Планируется номенклатура и количество грузов, которые будут перерабатываться на складе, а также способы их переработки и хранения
1.4 Концепция логистики	Разрабатываются пути движения материальных потоков. Уточняются транспортные связи в районе размещения склада
1.5 Концепция транспорта	Выбираются транспортные средства и планируются маршруты их движения
2 Сбор информации	При выполнении реконструкции или модернизации существующего склада проводится сбор данных о видах складироваемых грузов, годовом грузообороте склада, динамике поступления и отпуска грузов, себестоимости складской грузопереработки, эффективности использования складской площади и объема, уровне и степени механизации складских работ, оборачиваемости склада и ряда других. При проектировании нового склада перечисленные выше данные рассчитываются или принимаются исходя из предпринимательского замысла
3 Выбор вида складирования	Определяются возможные варианты способов размещения грузов в пространстве. Это влияет на степень использования объема и площади склада; возможность свободного доступа к грузу; возможность механизации складских работ и автоматизации их управления; размер капитальных вложений, затрат на строительство и последующую эксплуатацию складского комплекса; численность обслуживающего склад персонала и его квалификацию
4 Планирование технологического процесса	<p>Проводится оценка и анализ данных, полученных на четвертом этапе планирования. Анализируются номенклатура, объемы, интенсивность и направление входящих и выходящих материальных потоков, а также внутрискладского перемещения грузов. Определяются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классы грузов, хранящихся на складе (по количеству, объемно-массовым характеристикам и т. п.);</li> <li>– классы заказов, поступающих на склад; характеристики информационных потоков (источник возникновения, направление движения, периодичность, объем данных и скорость их приема-передачи, интенсивность и т. д.).</li> </ul> <p>Описываются основополагающие процедуры технологического процесса склада: пути движения всех материальных, информационных (в том числе и документов) потоков; потребности в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах, уровень и степень механизации и автоматизации; концепция обработки заказов и ряд других.</p> <p>Строится диаграмма (функционально-информационная модель) технологического процесса грузопереработки на складе. Она служит основой для построения схем грузопотоков, документооборота, формирования организационно-штатной структуры и алгоритмов функционирования складской системы</p>



Окончание таблицы 8.2

Этап планирования	Содержание этапа планирования
5 Разработка технического проекта (приблизительный план)	Разрабатываются альтернативные варианты функционирования складской системы (одним и тем же складским площадям придаются разные функции, комбинируется различная транспортная и складская техника, составляются альтернативные модели различных процессов); рассчитываются приблизительные нормы времени на операции, определяется штатный состав персонала. Проводится технико-экономический анализ разработанных альтернативных вариантов и определяется оптимальный вариант концепции складской системы
6 Разработка рабочего проекта (точный план)	Рассматриваются технические и управленческие детали концепции функционирования складской системы. Создается детальный план оснащения склада погрузочно-разгрузочными и транспортными средствами, складским оборудованием, средствами учета, контроля и безопасности, автоматизации, компьютеризации и т. п. Определяются задачи и содержание труда на каждом рабочем месте, составляются технологические карты рабочих процессов. Разрабатываются управленческие взаимосвязи; общая процедура обработки грузов на складе; виды операций и режимов работы; системы обработки информации и контроля процессов, оборудования и персонала. Уточняются площади, занимаемые отдельными зонами, участками, подразделениями, и общая площадь складского комплекса. Данный этап завершается составлением отчета, в котором отражается вся информация, полученная на предыдущих этапах. Эти данные служат для составления бизнес-плана проекта
7 Разработка бизнес-плана	Производят необходимые экономические и финансовые расчеты для реализации складской системы в соответствии с предпринимательским замыслом
8 Реализация проекта	Реализация проекта по созданию складской системы состоит из многих этапов: строительства, монтажа, проекта пусконаладочных работ, опытной (пробной) эксплуатации, создания пакета прикладных программ для пользователей, обучения персонала, занятого на складской работе, промышленной (полной) эксплуатации. Успех реализации проекта во многом зависит от финансирования проекта, профессионализма руководителей, эффективной организации и координации действий всех участников проекта в решении возникающих проблем

Обобщая указанные требования, можно констатировать, что:

– цель создания склада состоит в преобразовании транспортных партий грузов, прибывающих на одном виде транспорта, в другие транспортные

партии, наиболее подходящие для другого вида транспорта или грузополучателей;

- склад должен состоять из технологических участков: разгрузочного, временного хранения, приема и сортировки, основного хранилища, отборки и комплектации, погрузки на транспорт;

- проектированию должно предшествовать подробное техническое и экономическое обследование существующей технологии и организации работы на складе, номенклатуры перегружаемых грузов, взаимодействия склада со всеми видами транспорта;

- погрузочно-разгрузочные участки складов должны обеспечить минимальный простой транспортных средств под грузовыми операциями;

- участки хранения обеспечивают максимально возможное использование площадей и объемов;

- предусматривать наиболее эффективные способы и условия перевозок грузов;

- в технологической части проекта следует предусматривать в обоснованных случаях автоматизацию перегрузочных операций.

Место расположения склада выбирают из условий удобства и связи с путями сообщений, выполнения грузовых операций, а также с учетом возможности расширения склада на перспективу.

Исходными данными для определения основных параметров складов (вместимость, длина, ширина, высота, размеры погрузочно-разгрузочных фронтов) являются грузо- и транспортные потоки и режим работы складов.

### **8.3.1 Выбор подвижного состава для перевозки груза**

Многообразие перевозимых грузов определяет структуру транспортных средств автомобильного парка. Он состоит из автомобилей различного типа, приспособленных для перевозки отдельных видов или групп грузов.

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

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

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

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

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

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

Грузовые АТС по типу кузова разделяются на автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения с кузовом типа «грузовая платформа» и специализированные.

*Грузовые платформы АТС* общего назначения используются для перевозки большой номенклатуры грузов навалом или в таре. Различают несколько видов таких платформ:

- *платформа с откидными бортами* – деревянный или металлический кузов с бортами, откидывающимися на три или одну сторону. Для лучшего использования грузоподъемности АТС при перевозках легковесных грузов применяют съемные надставные высокие решетчатые борта. Для автомобилей особо малой грузоподъемности грузовую платформу делают грузопассажирской типа «пикап»;

- *грузовая универсальная платформа* – платформа без бортов;

- *с низкими бортами, с высокими решетчатыми бортами и скамейками, с тентом.*

У *специализированных АТС*, как уже отмечено выше, кузова специально приспособлены для перевозки одного груза или группы грузов, а также могут быть оборудованы дополнительными механизмами. По сравнению с универсальными они обладают рядом *преимуществ*:

- большей сохранностью количества и качества перевозимого груза;
- более высоким уровнем механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- позволяют перевозить специфические виды грузов (например, разогретый асфальт, битум, сжиженные газы и др.);

- повышают безопасность и улучшают экологические характеристики при перевозках определенных видов грузов;

- увеличивают, как правило, производительность труда работников, участвующих в транспортном процессе;

- обеспечивают в ряде случаев совмещение перевозки с технологией приготовления продукта (например, получение однородного состава бетона в бетоновозах);

- позволяют осуществлять доставку груза за пломбой отправителя без взвешивания и пересчета товаров.

Благодаря преимуществам специализированного подвижного состава его удельный вес в структуре грузового парка составляет порядка 60–70 %.

Однако использование специализированных АТС имеет и свои *недостатки*, которые необходимо учитывать при выборе подвижного состава для перевозки того или иного вида груза. По сравнению с универсальными они имеют:

- большую стоимость;
- меньшую грузоподъемность;
- повышенную трудоемкость обслуживания и ремонта;
- потребность в более квалифицированных водителях;
- уменьшенный коэффициент использования пробега.

*Жесткое АТС* сочетает в единой конструкции силовую установку и грузовое устройство (кузова различных типов).

*Сочлененное АТС* состоит из двух частей: двигательной (тягач) и грузовой (прицеп, полуприцеп).

Из приведенных определений видно, что сочлененное транспортное средство обладает рядом преимуществ перед жестким:

- прицеп, полуприцеп может быть оставлен на грузовой площадке или площадке таможенного досмотра, а тягач в это время можно использовать;
- сочлененные АТС очень маневренны даже при большой длине, это позволяет им разворачиваться на малых площадках (жесткое АТС обладает маневренностью только при малой длине).

Прицепы, буксируемые автомобилями-самосвалами или тягачами при помощи дышла, могут быть *одно-, двух- и многоосными*. Одноосные прицепы наиболее распространены, двухосные и трехосные предназначены для работы с автомобилями и седельными тягачами средней и большой грузоподъемности.

### 8.3.2 Установление технической нормы загрузки автомобиля

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

**Техническая норма загрузки АТС  $P_{\text{тех}}$**  (минимальная весовая норма) – это то количество груза, меньше которого загружать в АТС нельзя.

Технические нормы устанавливают расчетным путем и проверяют в эксплуатационных условиях.

Для *тарно-упаковочных и штучных грузов* техническая норма загрузки АТС, т,

$$P_{\text{тех}}^{\text{т-у}} = V_{\text{авт}} P_{\text{гм}} K_y / V_{\text{гм}}, \quad (8.1)$$

где  $V_{\text{авт}}$  – внутренний объем кузова автомобиля, м<sup>3</sup>;

$P_{\text{ГМ}}$  – масса одного грузового места (мешок, ящик, поддон с грузом и т. п.), т;  
 $K_y$  – коэффициент плотности укладки грузовых мест в автомобиле (0,8–0,9);  
 $V_{\text{ГМ}}$  – объем одного грузового места, м<sup>3</sup>.

Для *штучных грузов*, перевозимых на открытом подвижном составе:

$$P_{\text{тех}}^{\text{ш}} = P_{\text{ГМ}}^{\text{ш}} n_{\text{ГМ}}, \quad (8.2)$$

где  $P_{\text{ГМ}}^{\text{ш}}$  – масса одного грузового места, т;

$n_{\text{ГМ}}$  – количество штучных грузов, размещаемых на полу кузова АТС в соответствии с техническими условиями погрузки, шт.

Для *универсальных контейнеров* техническая норма загрузки АТС

$$P_{\text{тех}}^{\text{к}} = n_{\text{к}} p_{\text{тех}}^{\text{к}}, \quad (8.3)$$

где  $n_{\text{к}}$  – количество универсальных контейнеров, устанавливаемых в одном АТС;

$p_{\text{тех}}^{\text{к}}$  – техническая норма загрузки контейнера, т.

Крупнотоннажные контейнеры перевозят на специальных АТС.

Вместимость грузового АТС называется грузовместимостью.

**Г р у з о в е с т и м о с т ь** – это наибольшее количество груза, которое может быть одновременно перевезено АТС. Грузовместимость подвижного состава определяется его номинальной грузоподъемностью и внутренними размерами кузова (объемом).

*Номинальная грузоподъемность* – основной параметр грузовместимости определяется максимальным количеством груза (в тоннах), которое может быть погружено на АТС с учетом прочности его ходовой части, рамы и кузова.

Номинальную грузоподъемность  $q_a$  устанавливает фирма-изготовитель при создании конструкции АТС. Номинальная грузоподъемность определяет габаритные размеры и массу автомобиля, размеры и прочность его основных деталей, узлов и агрегатов. Автозаводы в прайс-листах указывают обычно значения номинальной грузоподъемности для базовых автомобилей (как правило, АТС с универсальной бортовой платформой) или автомобилей шасси, укомплектованных определенным типоразмером шин. При установке другого кузова (фургон, цистерны и др.) или каких-либо механизмов (специализированные автомобили) грузоподъемность изменяется на разность между массами устанавливаемого кузова или специального оборудования и стандартного кузова (или шасси). Эта разность может составлять 20–30 % от номинальной грузоподъемности.

*Внутренние размеры кузова* АТС определяются внутренней длиной кузова  $l_{\text{к}}$ , его шириной  $b_{\text{к}}$  и высотой  $h_{\text{к}}$ . Различают две разновидности внутреннего объема кузова автомобиля:

– *полный (геометрический) объем*  $V_{к.а}$ , равный произведению длины, высоты и ширины кузова АТС, или площади пола внутренней платформы кузова  $F_{к.а}$  на ее высоту:

$$V_{к.а} = l_k b_k h_k = F_{к.а} h_k ; \quad (8.4)$$

– *полезный (погрузочный) объем* – часть полного объема кузова АТС, занятая грузом  $V_{к.а.ф}$ , равный произведению геометрического объема кузова на коэффициент использования внутреннего объема кузова при данном виде груза  $\eta_V$ :

$$V_{к.а.ф} = V_{к.а} \eta_V . \quad (8.5)$$

При загрузке АТС грузом, выступающим за его борт, полезный объем может быть больше полного объема.

Кроме номинальной грузоподъемности и объема кузова для оценки грузовместимости АТС используют следующие показатели (таблица 8.3):

Таблица 8.3 – Показатели грузовместимости АТС

Показатель	Краткая характеристика показателя	Формула для расчета
Удельная объемная грузоподъемность $q_{уд}$	Отношение номинальной грузоподъемности $q_a$ к полному объему кузова АТС	$q_{уд} = q_a / V_{к.а}$
Удельная площадь кузова $F_{уд}$	Отношение площади пола кузова АТС к его номинальной грузоподъемности	$F_{уд} = F_{к.а} / q_a$
Удельная грузоподъемность пола кузова $q_f$	Отношение номинальной грузоподъемности к площади пола кузова АТС	$q_f = q_a / F_k$
Коэффициент грузовместимости $\gamma_q$	Отношение произведения полезного объема кузова на объемную плотность размещенного в нем груза $\gamma_r$ к номинальной грузоподъемности АТС	$\gamma_q = V_{к.а.ф} \gamma_r / q_a$
Коэффициент статического использования грузоподъемности $\gamma_c$	Отношение фактической загрузки АТС в тоннах $G_{ф}$ к его номинальной грузоподъемности	$\gamma_c = G_{ф} / q_a$
Коэффициент использования внутреннего объема кузова $\eta_V$	Отношение фактически используемого (полезного) объема кузова АТС при данном виде груза и упаковки к полному объему кузова	$\eta_V = V_{к.а.ф} / V_{к.а}$

*Удельная объемная грузоподъемность* имеет размерность тонна на метр кубический ( $t/m^3$ ) и определяет ту минимальную объемную массу

перевозимого груза, при которой будет полностью использована грузоподъемность автомобиля. Так, например, если удельная грузоподъемность автомобиля ЗИЛ-ММЗ-555 равна  $1,75 \text{ т/м}^3$ , КамАЗ-5511 –  $1,39 \text{ т/м}^3$ , ГАЗ-САЗ-53Б –  $0,72 \text{ т/м}^3$  (рисунок 8.1), то это значит, что при перевозке грузов, объемная масса которых меньше этой величины, полностью использовать грузоподъемность этого автомобиля без изменения размеров кузова нельзя. Чем меньше удельная грузоподъемность автомобиля, тем при большей номенклатуре грузов будет полностью использована его грузоподъемность. В тех случаях, когда объемная масса груза намного больше удельной грузоподъемности автомобиля, объем кузова последнего будет использован не полностью. Очевидно, что применять такое АТС для перевозки данного вида груза нерационально. Грузоподъемность АТС будет использоваться полностью в тех случаях, когда объемная масса перевозимого ими груза будет равна или близка их удельной объемной грузоподъемности.

С помощью удельной объемной грузоподъемности можно достаточно хорошо оценивать грузоподъемность автомобилей-самосвалов и автомобилей-фургонов.

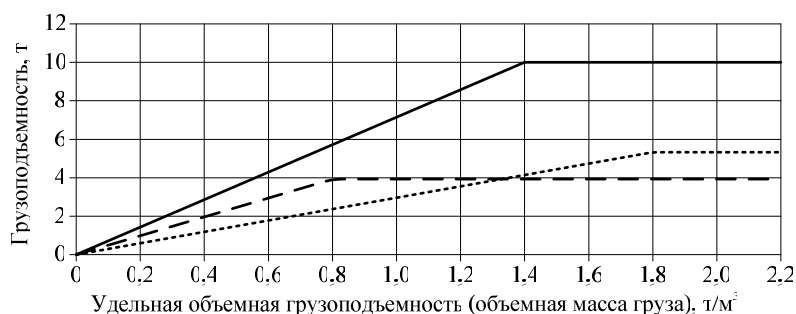


Рисунок 8.1 – Зависимость номинальной грузоподъемности АТС от его удельной грузоподъемности (объемной массы перевозимого груза):  
 ..... ЗИЛ-ММЗ-555;    — — — ГАЗ-САЗ-53Б;    — КамАЗ-5511

*Удельная площадь кузова* – минимальное количество тонн груза, которое можно разместить на каждом квадратном метре полезной площади кузова, чтобы полностью использовать грузоподъемность автомобиля. Удельная площадь кузова наилучшим образом оценивает грузоподъемность автомобилей с открытыми кузовами и бортовыми платформами, предназначенными для перевозок тарно-упаковочных и штучных грузов. Высота бортов в данном случае вообще не учитывается. Обратная величина удельной площади кузова носит название *удельной грузоподъемности площади кузова*.

Степень использования грузоподъемности можно также охарактеризовать *коэффициентом грузоподъемности*, который показывает, какая часть

номинальной грузоподъемности АТС используется при перевозке груза с конкретными габаритами и объемным весом:

$$\gamma_q = V_{\text{к.а}} \eta_V \gamma_r / q_a = l_{\text{к}} b_{\text{к}} h_{\text{к}} \eta_V \gamma_r / q_a. \quad (8.6)$$

Числитель рассматриваемого выражения представляет собой не что иное как фактическое количество груза в тоннах, загруженное в АТС. Как видно из выражения, для определения этого количества груза необходимо иметь справочные данные по габаритным размерам кузова каждого конкретного АТС, а также определять величины таких параметров, как  $\gamma_r$  и  $\eta_V$ , что сделать в ряде случаев бывает затруднительно или вообще невозможно. Поэтому в повседневной практике автомобильных перевозок для определения степени использования грузоподъемности АТС за одну езду используют *коэффициент статического использования грузоподъемности*  $\gamma_c$ , который по своему физическому смыслу тождествен  $\gamma_q$ , однако для его нахождения достаточно знать только массу груза в тоннах, погруженного на АТС. При перевозках большой номенклатуры грузов в подавляющем большинстве случаев известны количество и масса груза, загруженные в автомобиль, что отражается в сопроводительных документах. Поэтому определение  $G_{\phi}$  не представляет никакой трудности, а следовательно, и использование  $\gamma_c$  вместо  $\gamma_q$  является предпочтительным.

При значениях  $\gamma_q > 1,0$  и  $\gamma_c > 1,0$  грузоподъемность АТС используется полностью. Чем меньше значения  $\gamma_q$  и  $\gamma_c$ , тем меньше используется грузоподъемность АТС.

*Коэффициент использования внутреннего объема кузова* зависит от внутренних геометрических размеров кузова АТС, самого груза, его тары и упаковки, кратности геометрических размеров груза размерам кузова АТС, условий перевозок и ряда других. Причины, по которым невозможно полностью использовать внутренний объем кузова АТС, достаточно разнообразны. Например, при перевозке некоторых видов навалочных грузов, а также зерновых и овощных грузов россыпью на автомобилях с открытой бортовой платформой или автомобилях-самосвалах, погрузка этих видов грузов производится ниже уровня бортов кузова на 50–100 мм. За счет этого уменьшаются потери грузов при перевозке, однако объем кузова используется не полностью ( $\eta_V = 0,90 \dots 0,93$ ). При движении по ровным дорогам величина этого коэффициента может иметь более высокие значения, а при движении по неровным дорогам, на которых возможны перекосы кузова и толчки, нужно оставлять большее расстояние до кромки бортов, т. е. значение коэффициента  $\eta_V$  понизится.



Объем кузова автомобиля фургона довольно часто не используется полностью из-за сложности загрузки и последующей разгрузки его верхней части.

Отсутствие кратности размеров тарно-упаковочного и штучного груза с внутренними размерами кузова АТС нередко является причиной недоиспользования объема последнего. При этом, чем больше размеры груза и меньше размер кузова, тем большая часть площади пола кузова может остаться неиспользованной. Коэффициент  $\eta_V$  для разных видов тарно-упаковочных и штучных грузов и схем их укладки может составлять при перевозке грузов: в ящиках – 0,60–0,95; мешках, кулях – 0,90–1,00; бочках, рулонах – 0,40–0,70; при перевозке бревен, брусьев, дров – 0,70–1,00.

При перевозке бочек или ящиков большого размера на автомобилях малой грузоподъемности величина коэффициента  $\eta_V$  может снижаться до 0,44–0,50.

В некоторых случаях объем кузова не может быть реализован полностью из-за особенностей внутренних его форм (например, на полу кузова могут быть выступы над задними колесами).

При перевозке грузов, которые могут быть погружены в автомобиль выше бортов (ряд тарно-упаковочных и штучных грузов, а также инертные навалочные грузы, такие как песок, щебень, грунт, камень, глина и ряд других), коэффициент использования объема кузова будет больше единицы. Так, например, при механизированной погрузке навалочных грузов в автомобиль-самосвал в средней части его кузова образуется пирамидальное возвышение, которое называют «шапка». Высота «шапки»  $h_{ш}$  зависит от угла естественного откоса перевозимого груза  $p_d$  в движении. При полном использовании грузоподъемности объем  $V_r$  груза, загруженного в АТС, можно определить по выражению

$$V_r = V_{к.а.ф} = q_a / \gamma_r = V_p + V_{ш}, \quad (8.7)$$

где  $V_p$  и  $V_{ш}$  – соответственно рабочий объем кузова АТС и объем «шапки» груза, м<sup>3</sup>,

$$V_p = F_{к.а} (h_k - h_1); \quad (8.8)$$

$$V_{ш} = F_{к.а} h_{ш} / 3 = F_{к.а} b_k \operatorname{tg} p_d / 6; \quad (8.9)$$

$$V_r = V_{к.а.ф} = V_p + V_{ш} = F_{к.а} (h_k - h_1 + b_k \operatorname{tg} p_d / 6). \quad (8.10)$$

Из данного выражения видно, что  $V_{к.а.ф}$ , а следовательно, и  $\eta_V$  будет зависеть от соотношения между  $h_{ш}$  и  $h_1$ . Коэффициент  $\eta_V > 1,0$  будет в том случае, когда  $h_{ш} > h_1$  ( $h_1$  – расстояние от верха борта до места касания груза с бортом автомобиля). При угле естественного откоса  $p_d > 300$  фактический объем груза, перевозимого АТС, будет на 20–30 % превышать геометрический объем кузова, а  $\eta_V$  будет соответственно равен 1,2–1,3.

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

Для определения суточных расчетных грузо- и транспортных потоков и объемов грузопереработки по грузовому пункту строят технологическую схему перемещения груза. В общем виде эта схема при взаимодействии железнодорожного и автомобильного транспорта приведена на рисунке 8.2.

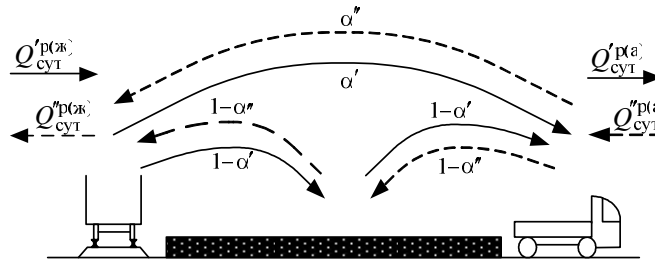


Рисунок 8.2 – Технологическая схема перемещения груза

На рисунке 8.2 обозначены:

$Q'_{сут(ж)}$ ,  $Q''_{сут(ж)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий под грузовые операции в железнодорожном подвижном составе и соответственно отправляемый, т;

$Q'_{сут(а)}$ ,  $Q''_{сут(а)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий под грузовые операции в автомобильном подвижном составе и соответственно отправляемый, т;

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

$$Q'_{сут(ж)} = m'_{сут} P'_{тех(в)}, \quad Q''_{сут(ж)} = m''_{сут} P''_{тех(в)}, \quad (8.11), (8.12)$$

где  $m'_{сут}$ ,  $m''_{сут}$  – расчетный суточный груженный вагонопоток по прибытию и отправлению, ваг.,

$$m'_{сут} = m'_{сут(сп)} + \sigma' t_{\beta}, \quad m''_{сут} = m''_{сут(сп)} + \sigma'' t_{\beta}; \quad (8.13), (8.14)$$

$m'_{сут(сп)}$ ,  $m''_{сут(сп)}$  – среднесуточный груженный вагонопоток по прибытию и отправлению, ваг.,

$$m'_{сут(сп)} = \frac{Q'_{сут(сп)}}{P'_{тех(в)}}, \quad m''_{сут(сп)} = \frac{Q''_{сут(сп)}}{P''_{тех(в)}}; \quad (8.15), (8.16)$$

$Q_{сут}^{(сп)}, Q_{сут}^{(сп)}$  – среднесуточный грузопоток, прибывающий и отправляемый в вагонах, т,

$$Q_{сут}^{(сп)} = \frac{Q'_{год}}{T}, \quad Q_{сут}^{(сп)} = \frac{Q''_{год}}{T}; \quad (8.17), (8.18)$$

$Q'_{год}, Q''_{год}$  – годовой объем поступления груза в вагонах под выгрузку и соответственно загружаемого в вагоны, т;

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

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

$$\sigma' = a^{пр} (m_{сут}^{(сп)})^b, \quad \sigma'' = a^{от} (m_{сут}^{(сп)})^b, \quad (8.19), (8.20)$$

$a^{пр}, a^{от}, b$  – эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 8.4;

$t_{\beta}$  – количество среднеквадратических отклонений, обеспечивающих заданный уровень доверительной вероятности;

$P_{тех}^{(в)}, P_{тех}^{(в)}$  – техническая норма загрузки вагонов с прибывшим и отправляемым грузами, т.

Таблица 8.4 – Значения коэффициентов  $a^{пр}, a^{от}, b$

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

Значение коэффициента  $t_{\beta}$  зависит от уровня выбранной доверительной вероятности (таблица 8.5).

Таблица 8.5 – Значения коэффициента  $t_{\beta}$

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

Расчетный суточный автомобилепоток с прибывающим ( $n'_{сут(p)}$ ) и отправляемым ( $n''_{сут(p)}$ ) грузами определяют по формулам

$$n'_{сут(p)} = \frac{Q_{сут}^{р(ж)}}{P_{тех}^{(a)}}; \quad n''_{сут(p)} = \frac{Q_{сут}^{р(ж)}}{P_{тех}^{(a)}}, \quad (8.21), (8.22)$$

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

Расчетный объем груза, поступающего на хранение в склад, т,

$$Q_{сут}^{р(ск)} = Q_{сут}^{р(ж)}(1 - \alpha') + Q_{сут}^{р(а)}(1 - \alpha''), \quad (8.23)$$

а перерабатываемый погрузочно-разгрузочными машинами –

$$Q_{сут}^{р(м)} = Q_{сут}^{р(ж)}(2 - \alpha') + Q_{сут}^{р(а)}(2 - \alpha''). \quad (8.24)$$

### 8.3.4 Расчет вместимости, площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений

Потребная **вместимость** складов, т,

$$E_c = Q_{сут}^{р(ж)}(1 - \alpha')t_{хр}^{пр} + Q_{сут}^{р(а)}(1 - \alpha'')t_{хр}^{от}, \quad (8.25)$$

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

**Площадь** склада, м<sup>2</sup>, по методу удельных допустимых давлений

$$F_{скл}^{уд} = \frac{E_c k_{пр} g}{P}, \quad (8.26)$$

где  $k_{пр}$  – коэффициент, учитывающий площадь складских проездов, зависящий от применяемых средств механизации. Для напольных (погрузчики, штабелеры) этот коэффициент больше, для подвесных (мостовые краны, краны-штабелеры) – меньше. Для *мест общего*

*пользования* рекомендуется принимать его равным: 1,7 – для повагонных отправок с тарными и штучными грузами, 2 – для мелких отправок, 1,9 – для контейнерных площадок, 1,6 – для лесоматериалов и тяжеловесных грузов, 1,5 – для навалочных грузов. Для мест необщего пользования значение  $k_{пр}$  принимается в зависимости от используемых ПРМ и принятых способов хранения груза (ориентировочные значения см. в таблице 8.6);

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

$P$  – удельное допустимое давление на  $1 \text{ м}^2$  полезной площади склада,  $\text{кН/м}^2$ . Для мест общего пользования рекомендуются следующие значения  $P$ : для крытых складов и платформ тарно-упаковочных грузов, следующих повагонными отправлениями, – 8,5; мелкими отправлениями – 6,5; для контейнеров – 6, тяжеловесных грузов – 9, сыпучих грузов в крытых складах – 10, навалочных грузов – 11  $\text{кН/м}^2$ . Для мест необщего пользования в зависимости от конструктивных особенностей складов, принятых способов хранения грузов и других факторов значение  $P$  может быть значительно большим, и его можно принимать по таблице 8.6.

Исследования, выполненные на кафедре «Транспортные узлы», показали, что если срок хранения груза на складе превышает 1 сутки, колебания вагонопотоков будут подчиняться нормальному закону распределения, а расчетные вагонопотоки и площадь склада рекомендуется рассчитывать по формуле

$$F_{ск}^{уд} = \left[ P_{тех}^{(в)} \left( m_{сут}^{(ср)} + \frac{t_{\beta} \sigma'}{\sqrt{t_{xp}^{пр}}} \right) (1 - \alpha') t_{xp}^{пр} + P_{тех}^{(в)} \left( m_{сут}^{(ср)} + \frac{t_{\beta} \sigma''}{\sqrt{t_{xp}^{от}}} \right) (1 - \alpha'') t_{xp}^{от} \right] \frac{k_{пр} g}{P}. \quad (8.27)$$

**Общая длина** склада, м,

$$L_{ск} = \frac{F_{ск}^{уд}}{B_{ск}}, \quad (8.28)$$

где  $B_{ск}$  – ширина склада, м, которая зависит от типа склада и используемых средств механизации. Ширину зданий крытых однопролетных складов принимают 18, 24, 30, 36 м. При устройстве складов с вводом железнодорожного пути внутрь склада его ширину уменьшают на 4,92 м.

При организации выгрузки навалочных сыпучих грузов с использованием повышенного пути длину склада, м, определяют по длине подачи вагонов:

$$L_{ск} = m_{п} l_{в}, \quad (8.29)$$

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

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

Таблица 8.6 – Значения  $k_{пр}$ ,  $P$  и рекомендуемая высота укладки некоторых грузов для мест необщего пользования

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

Затем определяют **ширину** склада, м:

$$B_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}^{\text{уд}}}{L_{\text{ск}}} \quad (8.30)$$

Расчетные схемы определения  $B_{\text{ск}}$  при использовании мостовых, козловых и стреловых кранов приведены на рисунке 8.3.

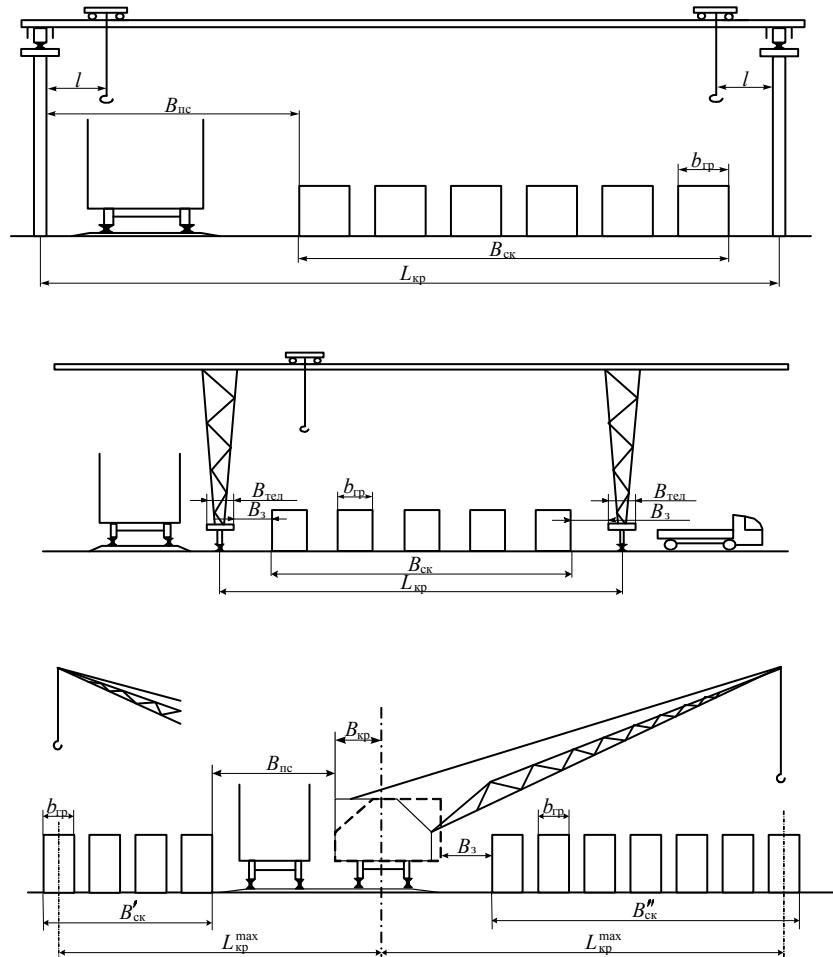


Рисунок 8.3 – Расчетные схемы определения ширины склада

Для *мостового крана*

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} - l + b_{\text{гр}}/2, \quad (8.31)$$

где  $L_{кр}$  – пролет крана, м;

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

$l$  – расстояние между осями и проходящим через середину ходового колеса крана грузоподъемным тросом в крайнем положении грузоподъемной тележки крана, м;

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

*козлового двухконсольного –*

$$B_{ск} = L_{кр} - B_{тел} - 2B_3, \quad (8.32)$$

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

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

*стрелового –*

$$B_{ск} = B'_{ск} + B''_{ск} = (L_{кр}^{max} - B_{кр} - B_{пс} + b_{гр}/2) + (L_{кр}^{max} - B_{кр} - B_3 + b_{гр}/2); \quad (8.33)$$

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

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

### **8.3.5 Установление потребного количества погрузочно-разгрузочных машин, размеров погрузочно-разгрузочных фронтов**

Количество погрузочно-разгрузочных машин определяют исходя из условий обеспечения:

– заданных объемов работы и выполнения установленных видов ремонтов и технических обслуживаний:

$$z_p = \frac{Q_{сут}^{p(m)}}{k_{см} Q_{см}} \left( 1 + \frac{24 t_{рем}^{ц}}{T_{рц}} \right), \quad (8.34)$$

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

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

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

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

– перерабатывающей способности грузового фронта:



$$z_{\Phi} = \frac{Q_{\text{сут}}^{p(m)}}{Q_{\text{ч}}(T - x_{\text{пу}}t_0)}, \quad (8.35)$$

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

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

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

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

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

Для перехода к инвентарному парку машин, получающих электроэнергию от аккумуляторных батарей, учитывают обеспеченность машин батареями:

$$z_{\text{ин}} = z(2,30\lambda_1 + 1,15\lambda_2), \quad (8.36)$$

где 2,30 и 1,15 – коэффициенты перехода к инвентарному парку;

$\lambda_1, \lambda_2$  – доля машин, обеспеченных соответственно одним и двумя комплектами съемных батарей ( $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$ ).

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

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

$$t_{\text{рем}}^{\text{II}} = n_{\text{к}}t_{\text{к}} + n_{\text{т}}t_{\text{т}} + n_{\text{то-1}}t_{\text{то-1}} + n_{\text{то-2}}t_{\text{то-2}} + n_{\text{то-3}}t_{\text{то-3}}, \quad (8.37)$$

где  $n_{\text{к}}, n_{\text{т}}, n_{\text{то}}$  – соответственно число капитальных, текущих ремонтов и технических обслуживаний за цикл;

$t_{\text{к}}, t_{\text{т}}, t_{\text{то}}$  – простой машины в соответствующих видах ремонтов и обслуживаний за время цикла, сут.

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

– машины заняты выгрузкой груза из вагонов:

$$X_{\text{пу}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{p}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1+t_{\text{под}})}{0,25 + 30F_{\text{тех}}^{(B)} / (z_{\text{р}}Q_{\text{ч}})}}}, \quad (8.38)$$

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

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

$$t_{\text{под}} = \frac{60L_{\text{под}}}{v_{\text{под}}} + \tau_{\text{р.з}}; \quad (8.40)$$

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

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

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

– машины ведут погрузку груза в вагоны:

$$X_{\text{пу}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1+2t_{\text{под}}+q_{\text{р}})}{0,5+60P_{\text{тех}}^{(\text{в})}/(z_{\text{р}}Q_{\text{ч}})}}}, \quad (8.39)$$

$q_{\text{р}}$  – число групп вагонов в подаче-уборке.

Число подач-уборок округляют до целого значения, и оно должно удовлетворять условию

$$\frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}} l_{\text{в}}}{L_{\text{фр}}^{\text{ж}}} \leq X_{\text{пу}} \leq \frac{k_{\text{см}} t_{\text{см}}}{m_{\text{п.у}} P_{\text{тех}}^{(\text{в})}}, \quad (8.41)$$

$$\beta z Q_{\text{ч}}$$

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

$$L_{\text{фр}}^{\text{ж}} = m_{\text{п.у}} l_{\text{в}} + a_{\text{м}}; \quad (8.42)$$

$m_{\text{п.у}}$  – число вагонов в подаче-уборке,

$$m_{\text{п.у}} = \frac{m_{\text{сут}}^{\text{р}}}{X_{\text{пу}}}; \quad (8.43)$$

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

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

Длина фронта работ со стороны установки автомобильного транспорта

$$L_{\text{фр}}^a = \frac{2(Q_{\text{сут}}^{\text{р(а)}} + Q_{\text{сут}}^{\text{р(а)}}) l_a t_a}{(P_{\text{тех}}^{\text{р(а)}} + P_{\text{тех}}^{\text{р(а)}}) T_a}, \quad (8.44)$$

где  $l_a$  – длина фронта для работы с одним автомобилем (определяется схемой установки автомобиля, м);

$t_a$  – средняя продолжительность погрузки-выгрузки одного автомобиля, ч,

$$t_a = \frac{P_{\text{тех}}^{\text{р(а)}} + P_{\text{тех}}^{\text{р(а)}}}{2Q_{\text{ч}}}; \quad (8.45)$$

$T_a$  – время работы грузового фронта в течение суток (зависит от организации работы автомобильного транспорта), ч.

Длина фронта работ должна быть не более расчетной длины склада.

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

**Фронт погрузки-разгрузки (ФПР) склада** представляет собой участок территории, где в непосредственной близости друга от друга расположены погрузочно-разгрузочные посты, на которых осуществляется погрузка и разгрузка подвижного состава (рисунок 8.4). Размеры ФПР определяют исходя из необходимого количества постов погрузки-разгрузки, габаритных размеров подвижного состава и способа его расстановки. Различают поточную (боковую), торцевую и ступенчатую (косоугольную) расстановки автомобилей (рисунок 8.5).

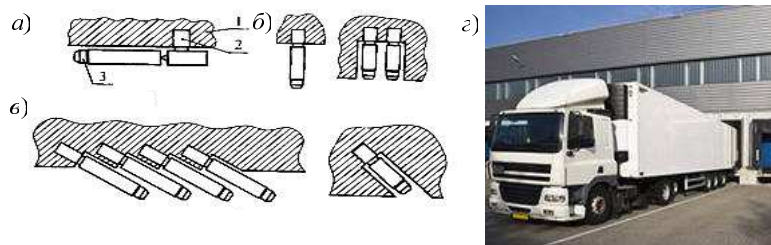


Рисунок 8.4 – Варианты расстановки автотранспортных средств у складов и устройства мест для их погрузки-разгрузки:

*a* – поточная расстановка; *б*, *г* – торцевая; *в* – ступенчатая;  
1 – склад; 2 – место для разгрузки; 3 – автомобиль

При поточной расстановке автомобилей (см. рисунки 8.4, *a*; 8.5, *a*) сокращается маневрирование АТС и уменьшается ширина проезда и ФПР. Такая расстановка наиболее благоприятна для автопоездов. Однако при этой расстановке значительно увеличивается фронт ППР и необходимая длина склада.

*Торцевая расстановка автомобилей* (см. рисунки 8.4, б; 8.5, б) сокращает длину фронта погрузки-разгрузки, однако погрузка и разгрузка при такой расстановке могут осуществляться только через заднюю часть кузова, что в ряде случаев (например, при погрузке-разгрузке универсальных бортовых автомобилей) увеличивает время простоя АТС и вызывает определенные неудобства при выполнении ПРР. Кроме того, при торцевой расстановке затруднено обслуживание автопоездов с прицепами, так как последние приходится разгружать (загружать) отдельно. Для этого автопоезд должен совершать дополнительное маневрирование, что, в свою очередь, ведет к увеличению времени простоя под погрузкой-разгрузкой и снижает безопасность работ.

Несмотря на отмеченные недостатки, современные склады зачастую проектируют с торцевым расположением АТС на погрузочно-разгрузочных постах (см. рисунок 8.4, з). Это обусловлено не только меньшей длиной фронта погрузки-разгрузки, но и удобством обслуживания автомобилей-фургонов, автомобилей с тентированными кузовами, а также возможностью обеспечения нормальных условий выполнения ПРР при любых погодных условиях. Последнее достигается за счет выполнения погрузочно-разгрузочных операций в тамбурах с герметизаторами дверных проемов (докшелтеры с угловыми резиновыми подушками). Создание таких тамбуров, кроме того, уменьшает расходы на отопление склада, поддерживает стабильный температурный режим хранения грузов, повышает безопасность и производительность труда работников.

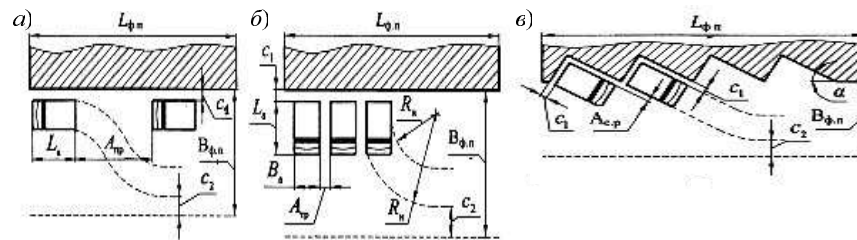


Рисунок 8.5 – Расчетные схемы для определения размеров погрузочно-разгрузочных фронтов при поточной (а), торцевой (б) и ступенчатой (в) расстановке АТС у складов

*При ступенчатой (косоугольной) расстановке автомобилей* погрузка (разгрузка) может производиться через борт и заднюю часть кузова АТС, что облегчает и ускоряет работу, однако сооружение ступенчатых (зубчатых) рампы требует дополнительных затрат. Современные склады, на которых рампы отсутствуют, наряду с боковой часто проектируются и со сту-

пенчатой расстановкой АТС, размещая тамбуры под острым углом к продольной оси склада.

Длину ФПР ( $L_{ф.п}$ ) определяют, исходя из количества одновременно устанавливаемых на нем транспортных средств. Ширину ФПР ( $B_{ф.п}$ ) определяют в зависимости от типа автотранспортных и погрузочно-разгрузочных средств, характеристик входящих и выходящих потоков грузов, расположения складов относительно транспортного проезда (с одной или двух сторон), а также от кольцевого или тупикового движения автомобилей по территории склада.

Размеры необходимой площадки перед постами погрузки (разгрузки) могут быть ориентировочно определены следующим образом:

– при боковой продольной расстановке АТС (см. рисунок 8.5, а)

$$L_{ф.п} = (L_a + A_{п.р}) \Pi_x + A_{п.р}; \quad (8.46)$$

$$B_{ф.п} = R_n + R_b + B_a + c_1 + 2c_2; \quad (8.47)$$

– при торцевой расстановке автомобилей (см. рисунок 8.5, б)

$$L_{ф.п} = (B_a + A_{т.р}) \Pi_x + A_{т.р}; \quad (8.48)$$

$$B_{ф.п} = R_n - R_b + L_a + c_1 + 2c_2; \quad (8.49)$$

– при ступенчатой расстановке автомобилей (см. рисунок 8.5, в)

$$L_{ф.п} = [(B_a + A_{с.р}) \Pi_x + A_{с.р}] / \sin \alpha; \quad (8.50)$$

$$B_{ф.п} = R_n - R_b \cos \alpha + L_a \sin \alpha + 1,4c_1 + c_2, \quad (8.51)$$

где  $L_a, B_a$  – соответственно длина и ширина автомобиля, м;

$\Pi_x$  – число постов погрузки (разгрузки);

$R_n, R_b$  – соответственно наружный и внутренний радиусы поворота автомобиля, м;

$A_{п.р}, A_{т.р}, A_{с.р}$  – соответственно расстояние между автомобилями при продольной, торцевой и ступенчатой их расстановке, м;

$c_1, c_2$  – соответственно минимальное расстояние от автомобиля до стены склада и от движущегося автомобиля до границы проезда и (или) стоящего автомобиля, м.

Расстояние между автомобилями при продольной расстановке не должно быть меньше 1,0 м, при торцевой и ступенчатой – 1,5 м. Минимальное расстояние от автомобиля до склада не должно быть меньше 0,2 м, а от движущегося автомобиля до границы проезда или стоящего автомобиля –

0,5–1,0 м. Ширину полосы движения автомобилей с прицепами необходимо принимать не менее 4 м.

При расположении крытых складов с одной стороны проезда расстояние между складами и забором, ограничивающим территорию складского комплекса, должно быть не менее 16 м – при кольцевом движении транспорта и 19 м – при тупиковом. При расположении складов с двух сторон от проезда расстояние между ними должно быть не менее 28 м – при кольцевом движении и 35 м – при тупиковом.

При проектировании тупикового проезда в его конце необходимо предусмотреть площадку для поворота АТС в виде кольца с внешним радиусом не менее 15 м.

## **9 КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ**

---

### **9.1 Характеристика тарно-штучных грузов**

**Т**арно-штучные грузы имеют большое разнообразие по форме, массе. Их условно можно разделить на две группы: тарно-упаковочные и штучные без упаковки.

**Тарно-упаковочные грузы** перевозят в таре, параметры которой установлены государственными стандартами.

*Т а р а* может быть жесткой, полужесткой и мягкой.

*Жесткая* тара предохраняет груз от внешних воздействий во время транспортировки и хранения (ящики, бочки, бидоны и другие емкости, способные воспринимать давление со всех сторон; открытые ящики, ящики со стеклом, воспринимающие давление только в одном направлении).

*Полужесткой* тарой считают коробки, решетки, корзинки и др.

*Мягкая* тара используется для грузов, не подвергающихся деформации (мешки, кули, сетки, тюки).

К **штучным грузам без упаковки** относят комплектующие изделия, запасные части к машинам и др. (за исключением металлов и лесных грузов).

Наиболее эффективный способ их доставки – пакетный.

**П а к е т о м** называется укрупненное грузовое место, сформированное из более мелких грузов в транспортной таре (ящиках, мешках, тюках и т. д.) или без тары, на поддонах или без них. Пакеты должны обеспечивать возможность механизированной перегрузки, сохранность груза и высокую степень использования вместимости и грузоподъемности транспортных средств.

В соответствии с рекомендациями Международной организации по вопросам стандартизации ИСО, решениями Европейской федерации упаковки, Международного железнодорожного союза и других организаций в качестве модуля для унификации тары принят п о д д о н размером 800 × 1200 мм. В соответствии с этим модулем составлен *унифицированный ряд чисел для наружных размеров транспортной тары, мм:*

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

На основании унифицированного ряда составляют возможные сочетания длины и ширины тары прямоугольного сечения. Существуют 32 сочетания, позволяющие использовать площадь поддона на 100 %. Высоту тары также принимают из чисел модульного ряда.

Применение пакетных перевозок позволяет:

- увеличить производительность труда на погрузочно-разгрузочных и складских работах в 3–5 раз;
- повысить вместимость склада за счет многоярусного штабелирования груза в 1,5 раза;
- сократить простой подвижного состава под грузовыми операциями в 2–4 раза.

Для пакетирования грузов используют плоские, ящичные и стоечные поддоны (сборно-разборные и неразборные), стеллажи. *Стойчатые* и *ящичные поддоны* обеспечивают стабильную форму пакетов. Для пакетов на *плоских поддонах* требуется дополнительное крепление.

Техническая характеристика плоских поддонов приведена в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Техническая характеристика плоских поддонов

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

Наиболее распространенным типом плоского поддона является *деревянный двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле* (рисунок 9.1) и размерами 1200 × 800 × 130 мм.

Плоский деревянный поддон состоит из двух настилов (двухнастильный) и шашек. Верхний настил служит основанием для укладки материалов, нижний выполняет функцию опоры. Зазоры, которые образуются между



шашками, расположенными на некотором расстоянии друг от друга, дают возможность поднимать поддон вилочным грузозахватным приспособлением с любой из четырех сторон. Эти типы поддонов соответствуют стандартным размерам, принятым Транспортной комиссией Международной торговой палаты и удовлетворяют техническим требованиям при смешанных перевозках с участием двух и более видов транспорта.

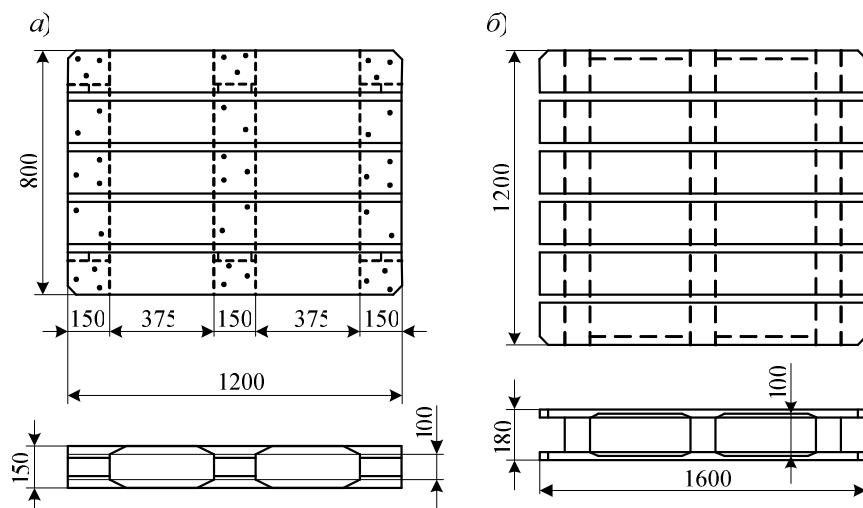


Рисунок 9.1 – Деревянные поддоны:  
а – 2ПО4; б – 2ПВО2

Для обращения на внутренних путях сообщений могут быть применены поддоны 2ПВ2, 2ПВО2.

Схемы формирования пакетов ящичных и мешковых грузов на поддонах размером 1200 × 800 мм показаны на рисунках 9.2 и 9.3.

Грузы, спакетированные на поддонах, не должны выступать за их пределы более чем на 20 мм с каждой стороны. Максимальная высота пакета, предназначенного для перевозки железнодорожным транспортом, при одноярусной укладке равна 1800 мм, при двухъярусной – 1150 мм, а в вагонах вместимостью 120 м<sup>3</sup> высота пакета определяется высотой дверного проема вагона за вычетом размера дорожного просвета и зазора между грузом и верхней поперечной дверью.

Плоские поддоны допускают четырехъярусное штабелирование с грузом с максимальной загрузкой. Срок службы поддона – до 2 лет. Масса поддона – 25–30 кг.

Для обеспечения устойчивости пакетов и сохранности груза при транспортировке и хранении для крепления используются стальные, тканевые,

пластмассовые ленты, мягкая стальная проволока, сетки, термоусадочные и растягивающиеся пленки.

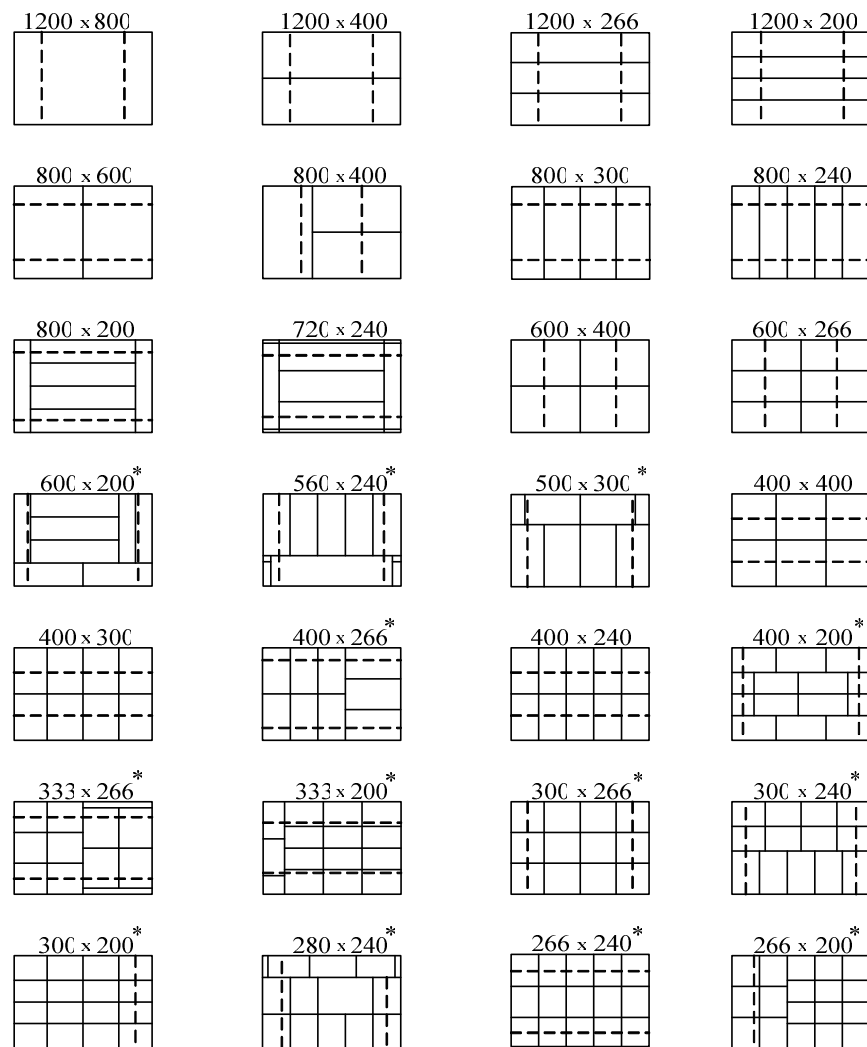


Рисунок 9.2 – Схемы формирования пакетов ящичных грузов на поддонах

Стойчатые поддоны имеют над верхним настилом (грузовой площадкой) выступающие стойки, которые могут быть жестко закрепленными (несъемными) и шарнирными (складными). Стойки служат для удержания распо-

ложенного на поддоне груза, а также для восприятия нагрузки от вышележащих поддонов при штабелировании в несколько ярусов. Такие поддоны применяют для грузов, не выдерживающих большие нагрузки. Конструкция стоечных поддонов должна обеспечивать возможность установки на их стойки плоских поддонов.

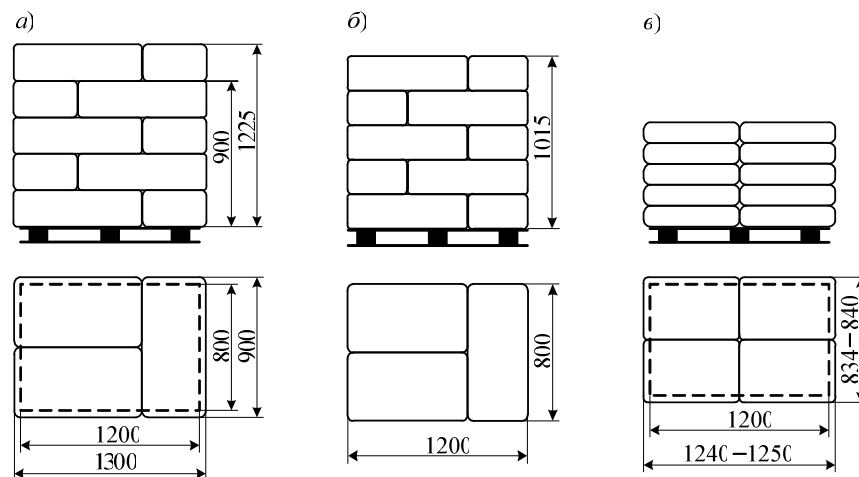


Рисунок 9.3 – Схемы формирования мешковых грузов в пакеты на поддонах 1200×800:  
*а* – мука; *б* – суперфосфат; *в* – цемент

Используются два типоразмера стоечных поддонов: 835×1240×1150 и 1040×1240×1150 мм грузоподъемностью 1,0 и 1,25 т.

Ящичные поддоны имеют три или четыре боковые стенки, которые могут быть жестко закрепленными, складными или съемными. Стенки бывают сплошные, решетчатые, реечные и сетчатые. Материал стенок может быть различным. Ящичные поддоны используют для транспортирования и хранения мелких штучных грузов, не имеющих внешней упаковки и тары. Стандартом установлены такие же габаритные размеры и грузоподъемности, как и для стоечных поддонов. Максимальная вместимость ящичного поддона – до 1 м<sup>3</sup>.

Формирование пакетов с использованием термоусадочной пленки может производиться как на поддонах, так и без них на специальных шаблонах, в которых предусматриваются проемы для завода вил погрузчика.

## 9.2 Формирование и расформирование пакетов тарно-штучных грузов

Пакетирование грузов завершает технологический процесс предприятий-отправителей грузов, которые для формирования пакетов применяют пакетоформирующие машины. Предприятия-грузополучатели используют пакетоформующие машины.

**Пакетоформирующие машины** применяют **д в у х т и п о в**: вертикального пакетирования и горизонтального. В машинах *вертикального пакетирования* грузовые места подаются через специальные кассеты, которые образуют вертикальные стопки мест. При подаче стопок на поддон формируется пакет стандартных размеров. В машинах *горизонтального пакетирования* пакет формируется послойно (горизонтальными рядами). Отдельные грузовые места подаются на приемный комплектовочный стол конвейерами и располагаются на нем в соответствии со схемой формирования пакетов. Поддон удерживается гидравлическим или механическим подъемником ниже уровня приемного стола. После укладки одного полного слоя грузовых мест подъемный стол убирается, и эти грузовые места оказываются на поддоне. Поддон опускается подъемником на высоту одного слоя грузовых мест. Затем приемный стол вновь занимает исходное положение, и на нем формируется новый слой груза. Операции многослойной укладки повторяют до полного формирования пакета. Готовый пакет опускается подъемником на отправочный конвейер.

Производительность машин горизонтального пакетирования в 2–3 раза выше машин вертикального пакетирования.

Перспективным направлением в формировании пакетов является использование роботоманипуляторов.

На рисунке 9.4 приведена схема пакетоформирующей машины послойного формирования. Образование пакета происходит следующим образом. Первый мешок сбрасывается подающим конвейером 3 на стол формирования ряда 5, затем поперечным толкателем 8 продвигается к противоположной стенке (положение I). Второй мешок продольным толкателем 6 подается в зону раздвижных створок (положение II). Третий мешок первого ряда, поступив в устройство формирования, поперечным толкателем направляется в центр поворотного круга (положение II), где разворачивается на 90° (положение III). Затем этот мешок и два предыдущих продольным толкателем вводятся в зону раздвижных створок. Створки раздвигаются в стороны от центра и ряд опускается на поддон, расположенный под створками. По-

сле этого платформа опускается на высоту одного ряда пакетов. Следующий ряд образуется в обратной последовательности.

После формирования последнего ряда пакета рама платформы пакетоформователя опускается в крайнее нижнее положение и сформированный на поддоне пакет ленточным конвейером выводится из шахты на роликовый конвейер, откуда снимается вилочным погрузчиком.

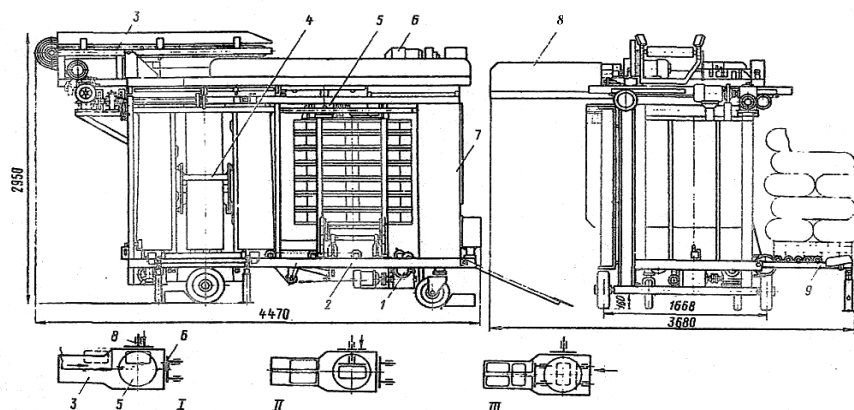


Рисунок 9.4 – Пакетоформирующая машина ЧМ:

- 1 – шахта запасных поддонов; 2 – рама машины; 3 – подающий конвейер;
- 4 – шахта формирования пакетов; 5 – поворотный круг; 6 – продольный толкатель;
- 7 – шкаф пусковой аппаратуры; 8 – поперечный толкатель; 9 – механизмы выдачи поддона



Рисунок 9.5 – Паллетоупаковщик

После вывода пакета на роликовый конвейер механизм выдачи перемещает порожний поддон в шахту формирования пакетов, платформа-пакетоформователь вместе с поддоном поднимается, занимает крайнее верхнее положение, и весь цикл повторяется. Обслуживает машину один рабочий. Производительность машины – 50 т/ч, или 750 мешков/ч, масса – 6 т.

Упаковка груза на поддоне в стретч-пленку с помощью паллетоупаковщика приведена на рисунке 9.5.

### 9.3 Транспортные средства для перевозки тарно-штучных грузов

Для перевозки тарно-штучных грузов рекомендуется использовать различные марки автомобилей и полуприцепов (таблица 9.2).

Таблица 9.2 – Характеристики автомобилей и полуприцепов

Тип автомобиля	Марка автомобиля	Грузоподъемность, т	Габаритные размеры автомобиля, мм			Размеры кузова, мм			
			длина	ширина	высота	длина	ширина	высота	пограничная высота
Бортовые	ГАЗ-53	4,5	6395	2380	2220	3740	2170	–	1350
	ГАЗ-3307	4,5	6550	2380	2350	3740	2170	–	1365
	ЗИЛ-431410	6,0	6675	2500	2400	3752	2326	–	1450
	ЗИЛ-431510	6,0	7610	2500	2400	4686	2326	–	1450
	ЗИЛ-433100	6,0	7555	2500	2400	4692	2326	–	1400
	ЗИЛ-133ГЯ	10,0	9250	2500	2405	6100	2328	–	1380
	МАЗ-533371	8,7	7100	2500	2900	4965	2350	–	1400
	МАЗ-533363	8,28	8720	2500	3160	6100	2420	4000	1400
	КамАЗ-5320	8,0	7435	2500	2830	5200	2320	3350	1350
	КамАЗ-53212	10,0	9805	2500	2630	6100	2420	3800	1350
КамАЗ-5315	8,22	8560	2500	2885	6100	2320	3900	1400	
КамАЗ-5325	11,06	8560	2500	2705	6100	2420	3920	1420	
Фургон	ГЗСА-891-10	4,065	6450	2500	3225	3750	2215	1800	1335
	ГЗСА-891-20	4,065	6595	2500	3225	3750	2215	1800	1335
	ГЗСА-3768	4,365	6325	2410	3170	3700	2315	1755	1325
	ГЗСА-893А	4,045	6450	2500	3540	3750	2215	2100	1335
	ГЗСА-3704	4,145	6180	2195	2900	3215	1965	1460	1345
	ГЗСА-3726	3,400	6520	2315	3690	3720	2140	2280	1370
Полуприцепы	ОдАЗ-93571	11,400	8020	2500	2000	7800	2420	2200	1400
	9370	14,5	9400	2500	2040	9180	2320	1900	1450
	9385	20,5	10390	2500	2090	10170	2320	1900	1450
	МАЗ-9380	15,00	8800	2500	2250	8530	2425	2283	1450
	МАЗ-9397	20,100	11500	2500	4000	11280	2420	2283	1450
МАЗ-93866	25,200	12500	2500	4000	12260	2420	2290	1450	

### 9.4 Складские здания и сооружения

Прием, выдача, комплектация, хранение тарно-штучных грузов, боящихся атмосферных осадков, колебаний температуры, осуществляется в крытых (одноэтажных) складах с наружным (рисунок 9.6, а, б) или внутренним (рисунок 9.6, в, г) расположением погрузочно-разгрузочных железнодорожных путей и внешним расположением автоподъездов (рисунок 9.6, б, в). Малоценные тарно-штучные грузы, боящиеся только атмосферных осадков, могут храниться на открытых площадках под навесами.

**Одноэтажные крытые склады с внутренним вводом железнодорожных погрузочно-выгрузочных путей и выгрузочных пунктов автотранспорта называются ангарными и бывают однопролетными и многопролетными (рисунок 9.6, д). В таких складах создаются благоприятные условия работы для погрузочно-разгрузочной техники и обслуживающего персонала.**

Число путей и платформ в многопролетных складах рассчитывается в соответствии с характером и объемом выполняемых работ. При соответствующем обосновании могут строиться многоэтажные склады с внутренним вводом путей.

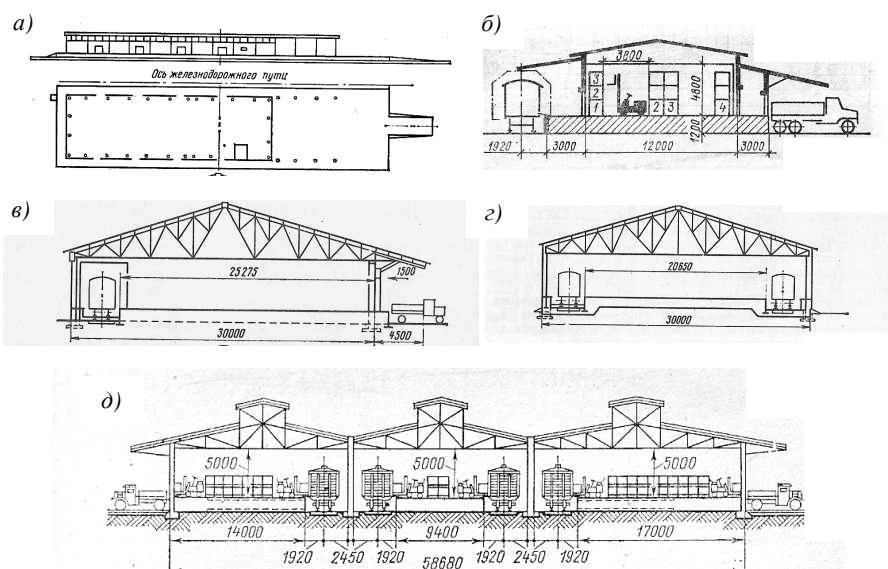


Рисунок 9.6 – Крытые одноэтажные склады

Эти склады эффективны в тех случаях, когда верхние этажи предназначены для длительного хранения грузов, а нижние – для приема, сортировки, комплектации и выдачи грузов.

Крытые склады для тарно-штучных грузов сооружаются по типовым проектам в виде отдельных секций с последовательным расположением, вытянутые в одну линию с разрывами для независимой подачи и уборки групп вагонов (рисунок 9.7, а), ступенчатые длиной каждый до 100 м (рисунок 9.7, б) и с зубчатой платформой длиной 200 м и более (рисунок 9.7, в). Длина склада должна быть не более 300 м.

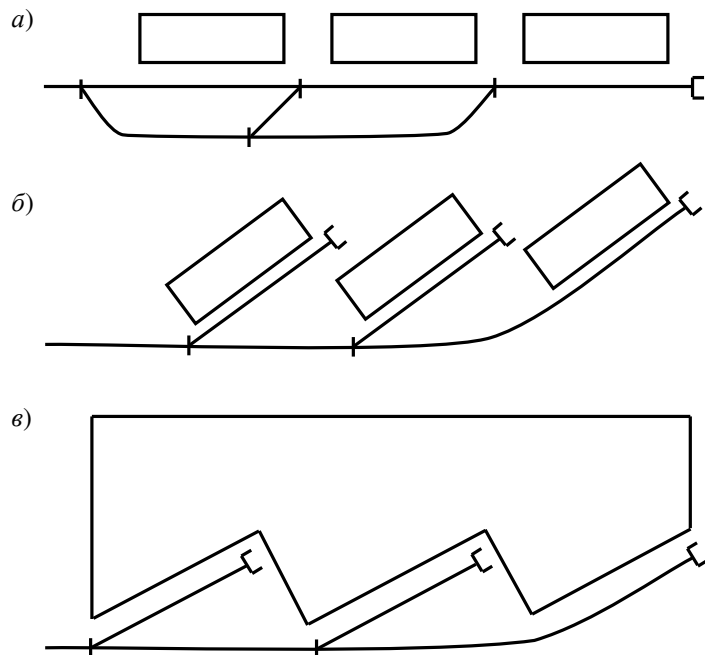


Рисунок 9.7 – Схемы размещения секций склада

Ширина зданий крытых однопролетных складов принимается 18, 24, 30, 36 м. В случае необходимости сортировки грузов, перевозимых мелкими и повагонными отправками, применяется крытый объединенный однопролетный склад шириной 24 или 30 м, у которого одна часть склада представляет сортировочную платформу с вводом двух железнодорожных путей, а другая имеет грузовую платформу для погрузки-выгрузки повагонных отправок с вводом одного пути (рисунок 9.8).

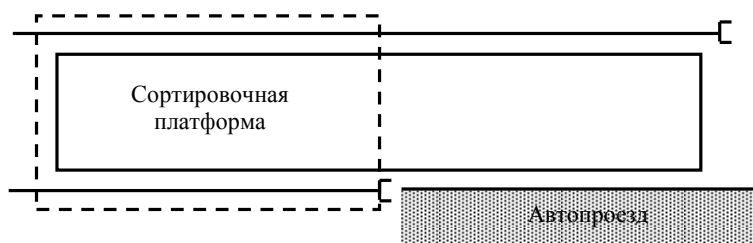


Рисунок 9.8 – План однопролетного объединенного склада



В складах с большим поступлением в сортировку транзитных мелких отправок следует сооружать две крайние и одну-две средние сортировочные платформы (рисунок 9.9). Одна из крайних платформ используется для повагонных отправок, другая – для мелких.

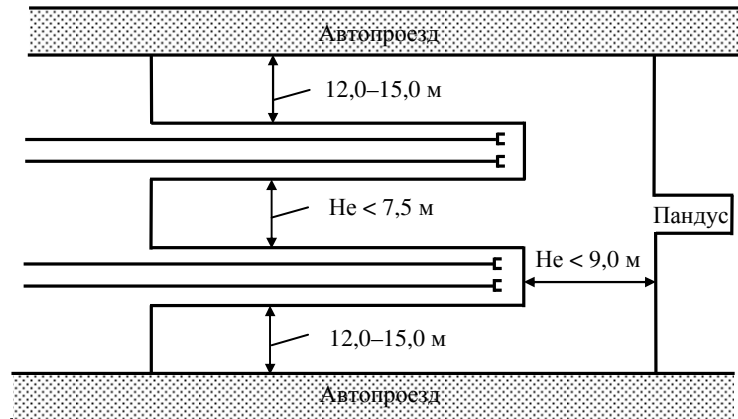


Рисунок 9.9 – План одноэтажного многопролетного склада

*Высота* грузовых платформ со стороны подъезда автомобилей должна быть не менее 1,2 м над уровнем проезжей части. Высота грузовых платформ от уровня верха головки рельса – до 1,3 м при расстоянии от оси пути 1,92 м. Торцовые грузовые платформы сооружают высотой 1,3 м.

*Ширина* грузовых платформ принимается в соответствии с требованиями технологии производства работ (12–15 м). Она складывается из полос для укладки грузов и проезда напольного транспорта (тележки, погрузчики, штабелеры). Поперечный уклон пола платформы принимается до 1 ‰.

Длину грузовой платформы определяют в зависимости от вместимости и объема грузопереработки.

Ширина въездов на платформы (пандусов) для въезда напольных транспортных средств должна быть на 0,6 м больше максимальной ширины грузевого транспортного средства, а уклон – не более 16 ‰ в крытом здании и 10 ‰ снаружи.

Ширина островной платформы принимается не менее 7,5 м. При устройстве нескольких тупиковых погрузочно-выгрузочных путей необходима торцовая соединительная платформа шириной не менее 9 м.

*Рампы* для обслуживания железнодорожного подвижного состава строят прямыми шириной 3 м, а для автомобилей – прямыми (шириной не < 1,5 м), зубчатыми (под углом 30–45°) и «карманными» (установка автомобилей под

углом 90°). Зубчатые и «карманные» рампы дают возможность увеличить фронт погрузки-выгрузки, не удлиняя склад.

Высота склада определяется технологией работы и типом используемых погрузочно-выгрузочных машин.

Современный склад – это сложная система, состоящая из многих компонентов, и один из основополагающих – это пол. К полам предъявляются три основных требования: ровность, отсутствие трещин и беспыльность.

*Беспыльность*, то есть стойкость к истиранию, важна по следующим причинам: цементная пыль оседает на хранящийся груз, люди работают в неблагоприятных условиях, повышенное количество пыли отрицательно сказывается на состоянии складской техники.

*Отсутствие трещин* – также важное требование. Связано оно в основном с повышенным износом колес и ходовой части погрузочно-разгрузочных машин. Кроме этого, скорость движения техники ограничивается и снижается ее производительность.

*Ровность* полов – наиболее существенное требование и его невыполнение обесценивает два предыдущих. У пола на складе не должно быть систематического уклона (горизонтальный уровень), он должен обеспечивать хорошую «локальную ровность».

Для высот складирования до 6 метров с проездами шириной 2,3 м и более требования к ровности полов не жесткие. Наиболее критичны к полу штабелеры с трехсторонней обработкой грузов, которые работают в узких проходах (1,6–1,9 м). В этом случае должны соблюдаться следующие требования при высотах подъема:

- до 3 метров – перепад высот на отрезке 2 метра должен быть не более  $\pm 5$  мм;
- до 6 метров – перепад высот на отрезке 2 метра – не более  $\pm 3$  мм;
- выше 6 метров – перепад высот на отрезке 2 метра – не более  $\pm 0,8$  мм.

**Хранение тарно-штучных грузов в складах** может выполняться на стеллажах и в штабелях. Штабельная система хранения является самой распространенной (рисунок 9.10). Она проста и имеет ряд достоинств. Главное – обеспечивается максимальное использование площади склада при полном отсутствии капитальных затрат на строительство стеллажей, и работать может практически любая техника.

Однако у бесстеллажного хранения есть значительные недостатки – затрудненный доступ к грузам различной номенклатуры и ограниченная высота складирования (определяется прочностью упаковки груза). Бесстеллажное хранение можно считать идеальным решением, если на складе должно храниться значительное количество однотипного груза, и возможно его штабелирование в несколько ярусов.

Наиболее распространенными типами стеллажей являются фронтальные, двойной глубины, узкопроходные, глубинные, гравитационные.

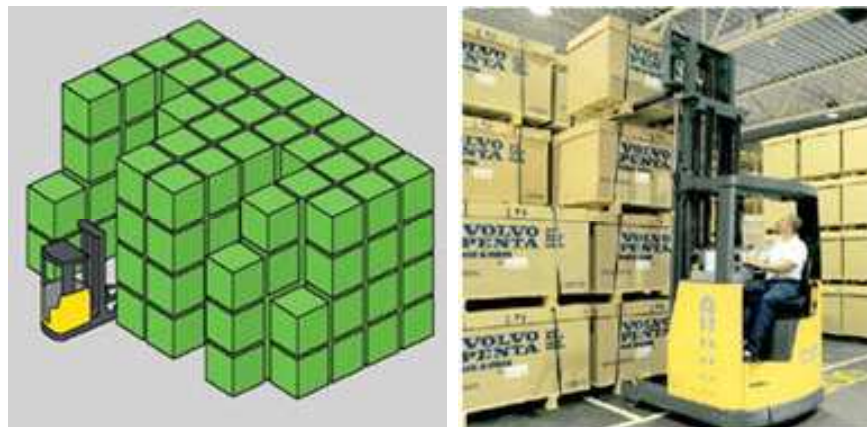


Рисунок 9.10 – Бесстеллажное хранение

*Фронтальные* стеллажи – это универсальное и недорогое решение, позволяющее применять разнообразную грузоподъемную технику и обеспечивает свободный доступ к любому из хранящихся поддонов с грузом (рисунок 9.11).

В зависимости от типа применяемой техники ширина прохода между стеллажами *AST* меняется от 2,1 м (штабелер) до 3,5 м (погрузчик), а высота постановки поддонов верхнего груза стеллажей достигает 11 м.

Оборудование склада фронтальными стеллажами практически лишено недостатков и часто является оптимальным. Единственным серьезным «минусом» системы является недостаточно хорошее использование объема склада.

Стеллажи *двойной глубины* – это обычные фронтальные, имеющие сдвоенные ряды (рисунок 9.12). По стоимости они близки к фронтальным, но для работы с ними требуется техника с телескопическими вилами. Главное достоинство этих стеллажей – лучшее использование площади склада (на 25 %) по сравнению с фронтальными.

Серьезное ограничение системы – в прямом доступе находится только половина паллет с грузом (внешний стеллажный ряд), а для выемки «внутренней» паллеты сначала необходимо снять внешнюю.

При правильной организации системы управления складом обеспечивается 80–90 % заполняемости всех доступных мест хранения (в фронтальных – до 95 %). Применение стеллажей двойной глубины позволяет увеличить емкость склада на 25 % по сравнению с фронтальными на одной и той же площади.



Рисунок 9.11 – Фронтальные стеллажи



Рисунок 9.12 – Стеллажи двойной глубины

Склады с использованием узкопроходных стеллажей – одни из самых сложных и дорогих. *Узкопроходные* стеллажи ничем не отличаются от фронтальных, но они дороже (рисунок 9.13). Проходы между стеллажами устраиваются шириной 1,5–1,8 метра, в которых работают специальные штабелеры.



Рисунок 9.13 – Стеллажи узкопроходные

Основное преимущество узкопроходной системы складирования – это хорошее использование площади склада (под стеллажами до 55 % от общей площади), при этом возможно высотное хранение, что увеличивает емкость склада. Кроме этого, доступен каждый грузопакет.

Узкопроходная технология складирования оправдана при очень высокой стоимости площади склада.

*Глубинные (набивные)* стеллажи представляют собой жесткую каркасную конструкцию из рам, образующих «коридоры» шириной 1350 мм, во внутрь которых ставятся на горизонтальные направляющие поддоны с грузом (рисунок 9.14). Конструкция достаточно распространенная, обеспечивающая отличное использование площади склада. По сути, набивные стеллажи – это усовершенствованная система бесстеллажного хранения, но с лучшим доступом.

Система применяется при хранении больших объемов однотипного груза, для которого не является критическим срок хранения или наиболее важно – разместить максимальное количество груза в единице объема дорогого помещения с климат-контролем.

Достоинство набивных стеллажей – очень высокая степень использования объема склада. Недостатки – стоимость стеллажей примерно в 2 раза выше фронтальных, заполняемость стеллажей 70 % (фронтальные – 95 %), сложно организовать складирование.

Для *2–4-ярусных* стеллажей, с высотой постановки верхнего поддона до 6 м, используются погрузчики, а выше – штабелеры с зауженной базой (1100–1150 мм). При большой длине коридоров стеллажи оборудуются направляющими, а штабелер – боковыми роликами. Это исключает смещение машины внутри стеллажа и обеспечивает более быструю и безопасную работу.

*Гравитационные* стеллажи представляют собой роликовые конвейеры, установленные под углом 3–5 % к горизонту на металлоконструкцию в нескольких уровнях один над другим (рисунок 9.15).

Поддон с грузом устанавливается погрузчиком или штабелером на высокую часть конвейера (зона загрузки), и затем под действием своего веса поддон движется вниз по роликам. Скорость движения контролируется тормозными роликами, установленными по длине конвейера таким образом, что при заполнении всего канала поддонами приторможенным оказывается каждый поддон.

Достигнув упора во фронтальной части конструкции (зона разгрузки) первый поддон отделяется от них с помощью делительного механизма. Это позволяет беспрепятственно снять поддон со стеллажа. Делительный механизм устроен таким образом, что при съеме первого поддона он открывается и производит отделение следующего поддона от поддонов, находящихся позади него в канале.



Рисунок 9.14 – Стеллажи глубинные

Длина канала редко превышает 25–30 м. Высота конструкции зависит от параметров грузоподъемной техники, которая обслуживает стеллажи (обычно выше 5–7 м в 3–5 ярусов хранения).

Использование гравитационных стеллажей позволяет:

- компактно складировать грузы. Отсутствуют межстеллажные проходы. Объем склада используется на 60 %;
- рационально применять грузоподъемную технику. Погрузчик (штабелер) передвигается только по фронту стеллажей, не совершая маневров и не заезжая внутрь стеллажных конструкций;
- увеличить оборот груза на складе;

- повысить производительность труда;
- механизировать и автоматизировать все складские операции.

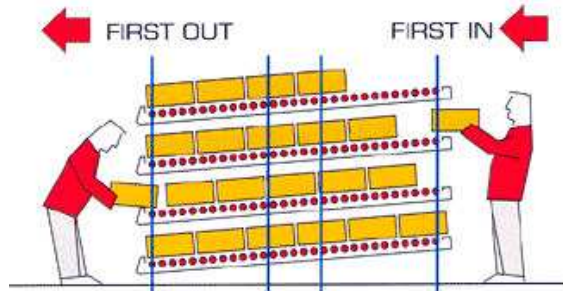
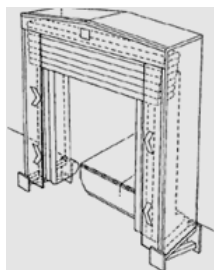


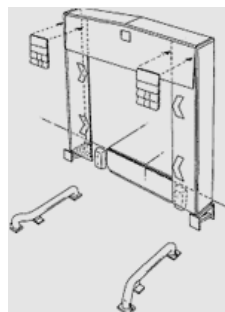
Рисунок 9.15 – Стеллажи гравитационные

Для изоляции склада от внешней среды во время выполнения погрузочно-разгрузочных операций используются *герметизаторы проемов (докшелтеры)* (рисунок 9.16).

Надувные



Занавесочные



Подушечные

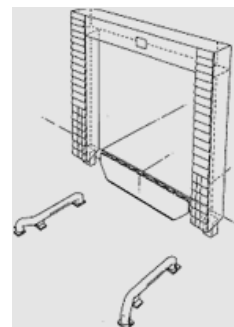


Рисунок 9.16 – Докшелтеры (герметизаторы проемов)



Устанавливаются докшелтеры непосредственно перед воротами и обхватывают кузов автомобиля, затрудняя проникновение в помещение осадков, пыли, ветра и насекомых, холодного и теплого воздуха. Тем самым снижаются потери тепла и электроэнергии, а также обеспечивается хороший климатический режим на складе. Наряду с этим обеспечивается контроль доступа в помещение склада даже при открытых воротах.

Работа надувного докшелтера реализуется за счет нагнетания воздуха в воздушные подушки, охватывающие кузов автомобиля. Когда докшелтер не используется, надувные части подушек убираются и проем увеличивается, обеспечивая свободный въезд и выезд автомобиля.

Занавесочный докшелтер является наиболее часто используемым из-за его относительно низкой цены. Занавеси, изготавливаемые из различных видов материала, размещаются на расстоянии около 600 мм от стенки склада. При въезде автомашины занавеси отгибаются, скользя вдоль бортов и крыши автомобиля, и создают тем самым хорошее уплотнение. Конструкция рамы докшелтера обеспечивает ее складывание при неправильном въезде грузовика. Для правильного въезда устанавливаются направляющие для колес автомобиля.

В тех случаях, когда под грузовые операции поступают автомобили приблизительно одинаковых размеров, рекомендуется использовать подушечный докшелтер. Для снижения износа подушки покрываются износостойкими листами. Если автомобили различаются по высоте, можно применять подушечный докшелтер в сочетании с верхней надувной подушкой.

### **9.5 Основные средства комплексной механизации перегрузочных работ**

При выполнении операций по погрузке, выгрузке, перегрузке грузов с транспортных средств и для внутрискладских работ могут использоваться следующие **средства механизации**:

- тележки (ручные, гидравлические, электрические);
- штабелеры (ручные, гидравлические, электрические);
- ричтраки (высотные, электрические штабелеры с выдвижными вилами);
- штабелеры для трехсторонней обработки грузов;
- погрузчики (электрические, бензиновые, газовые, дизельные);
- краны-штабелеры (мостового и стеллажного типов);
- подъемные столы;

- выравнивающие платформы;
- промышленные роботы.

Каждый вид подъемно-транспортного оборудования (ПТО) несет свою функциональную нагрузку.

При выборе техники нужно учитывать:

- тип склада (с внешним расположением транспортных средств, с вводом путей внутрь);
- размеры склада (длина, ширина, высота);
- систему складирования (стеллажное, штабельное);
- величину и структуру грузопотока;
- массу перемещаемого и поднимаемого груза;
- качество полов склада;
- высоту подъема груза;
- виды и типы транспортных средств, обслуживаемых на рассматриваемом складе.

Тележки на двух колесах служат для перевозки груза небольшого веса на короткое расстояние, а для перевозки объемных грузов используют четырехколесные тележки. Для перемещения по ступенькам используют лестничные тележки, у которых с каждой стороны имеется не одно колесо, а три, расположенных в одной плоскости (рисунок 9.17).



Рисунок 9.17 – Тележки ручные

*Гидравлические несамоходные тележки* – наиболее распространенный вид легкого складского оборудования, применяемого для перевозки груза на поддонах массой до 3,0 т (рисунок 9.18).



Рисунок 9.18 – Тележки гидравлические несамоходные

*Самоходные гидравлические тележки* с электроприводом от аккумуляторной батареи предусмотрены для небольших складов с узкими проходами для подъема груза массой до 2,5 т на высоту до 4,5 м. Скорость движения со ступенькой для водителя – 11–15 км/ч, а если оператор ходит за тележкой, – 5–7 км/ч (рисунок 9.19).



Рисунок 9.19 – Тележки самоходные гидравлические

Тележки могут оснащаться весами. Счетчик веса суммирует перевезенный вес и потом данные можно передать на компьютер. Для перевозки крупных партий груза могут использоваться *самоходные платформенные тележки* (рисунок 9.20).



Рисунок 9.20 – Тележка самоходная платформенная

Колеса тележек являются самой уязвимой частью. Колеса бывают металлическими с плотными или пневматическими шинами, пластиковыми с такими же вариантами шин или из цельного пластика, но они боятся ударов, острых предметов, так как могут лопнуть или расколоться. Одним из очень стойких синтетических материалов является вулкан. Он обладает свойствами резины в плане эластичности, по твердости стоит между резиной и пластиком, достаточно стойкий к кислотным и щелочным средам, не отслаивается и не шумит при передвижении.

Техническое обслуживание тележкам не требуется, смазка заложена на весь срок службы. Их нужно поддерживать в чистом виде, следить, чтобы они не заржавели, а для работы в сырых помещениях, холодильниках использовать тележки с гальваническим покрытием.

Задача штабелеров – складирование грузов на различных высотах. Они удобны для использования на небольших складах с малым грузооборотом.

*Ручные гидравлические штабелеры* используются как вспомогательное оборудование при штабелировании грузов массой до 1 т на высоту до 3 м (рисунок 9.21).

Штабелеры с электроподъемом эффективны при перемещении на небольшие расстояния в складах с малым объемом работ. Грузоподъемность не превышает 1,2 т, а высота подъема – не более 3,5 м (рисунок 9.22).



Рисунок 9.21 – Штабелер гидравлический ручной



Рисунок 9.22 – Штабелер самоходный с электроподъемом

Самоходные штабелеры с электроподъемом бывают грузоподъемностью до 3,0 т и высотой подъема до 5,5 м. Широко используются для работы на складе, так как они просты в обслуживании и эксплуатации и позволяют выполнять большой объем работ.

Р и ч т р а к и (высокоподъемные штабелеры с выдвигающейся кареткой) – это мощные машины грузоподъемностью до 3,5 т и высотой подъема до 11,5 м. Бывают специализированные ричтраки с колесами увеличенного диаметра и шинами суперэластик для работы на неровной поверхности. Эффективны в узких и высоких складских помещениях при паллетно-стеллажном хранении грузов (рисунок 9.23).



Рисунок 9.23 – Ричтрак (высокоподъемный штабелер с выдвигающейся кареткой)

Ш т а б е л е р *трехсторонней обработки грузов* предназначен для работы в узких рабочих коридорах. Благодаря поворотной головке с вилами машина способна укладывать груз вбок на стеллажи без выполнения поворота на 90°, поэтому требуемая ширина рабочего коридора не превышает 1700 мм. Штабелер может оборудоваться боковыми роликами, позволяющими перемещаться в рабочем коридоре по направляющим рельсам (рисунок 9.24).



Рисунок 9.24 – Штабелер трехсторонней обработки

Штабелеры *многостороннего доступа* (рисунок 9.25) предназначены для работы с длинномерными грузами в узких рабочих коридорах и с консольными стеллажами. Благодаря способности разворачиваться на месте и ехать в любом направлении, машина способна работать с длинномерными грузами эффективнее, чем обычные погрузчики. Широкая каретка с интегрированным позиционером вилок позволяет раздвигать вилы для удобного и устойчивого захвата груза.



Рисунок 9.25 – Штабелер многостороннего доступа

При выполнении больших объемов работы погрузку, выгрузку тарноштучных грузов в вагоны, автомобили, контейнеры и внутрискладские работы целесообразно выполнять с использованием малогабаритных электро- и автопогрузчиков. Погрузчики изготавливаются во многих странах мира под марками: *CROWN CESAB, TOYOTA, OMG, BELET, LINDE, HAULOTTE, KOMATSU, MITSUBISHI, DOOSAN (DAEWO), IRITON, SCHAFFER, KALMAR, LIBHERR, ORMIG, FERRARI, FANTUZZI, АМКОДОР, JCB, HYUNDAI, LOCUST, VILLA, STILL, BAUMANN, CATERPILLAR, TFN, TCM, HUBTEX, HUSTER, MANITOU, ЛЗА, РЕКОРД, NISSAN, SOOSUNG, ВП, ТВЭКС, SHINKO, NICHYU, HELI, JONGHEINRICH, MIDAC, BALCANCAR, HERCU* (рисунок 9.26).



Рисунок 9.26 – Малогабаритные электро- и автопогрузчики

При выборе марки погрузчика необходимо сопоставить следующие их показатели: стоимость, надежность, ремонтпригодность, технические параметры, а также экономические возможности и условия, в которых будут эксплуатироваться эти погрузчики.

При выборе типа двигателя погрузчика необходимо учитывать следующее: *электропогрузчики* применяют для работы в основном внутри помещения практически бесшумными и требуют регистрации в государственных органах, устройство намного проще автопогрузчика, при эксплуатации не выделяется тепло и выхлопные газы. Однако электропогрузчики дороже автопогрузчиков примерно на 30 %, для работы необходима аккумуляторная батарея, которая

требует подзарядки примерно через каждые 12 часов работы. Батареи могут быть кислотные и щелочные. Кислотные работают в 1,5–2,0 раза дольше, чем щелочные, однако кислотные нельзя использовать при работе с продуктами.

*Дизельные и газовые* погрузчики – наиболее оптимальный вид погрузочно-разгрузочной техники для работы на открытых складах или в хорошо проветриваемых помещениях. На дизельные погрузчики может устанавливаться нейтрализатор выхлопных газов при работе в хорошо проветриваемых помещениях. На дизельные погрузчики может устанавливаться нейтрализатор выхлопных газов при работе в закрытом помещении.

Широкое применение *автопогрузчиков* связано прежде всего с их низкой стоимостью в сравнении с электропогрузчиками. В отличие от электропогрузчиков, автопогрузчики более шумные (70–80 дБ), вырабатывают тепло и выхлопные газы. *Газобензиновые* погрузчики, в отличие от дизельных, можно использовать в помещениях без установки катализаторов и к тому же они менее шумные.

При выборе трансмиссии погрузчика необходимо учитывать, что автоматическая хороша, когда необходимо совершать множество маневров в тесных помещениях, а ручная – когда необходимо преодолевать большие расстояния. Погрузчик с ручной трансмиссией, при прочих равных условиях, всегда дешевле, чем с автоматической, а ремонтпригодность у них примерно одинаковая.

Шины у погрузчиков могут быть пневматическими и суперэластик. Пневматические шины являются аналогом автомобильных шин, а суперэластик – цельный. Шины-суперэластик более долговечны, чем пневматические, и дороже. При всех преимуществах шин-суперэластик они хуже амортизируют, чем пневматические, и при неровных полах и площадках быстрее разбивается мост погрузчика и требуются значительные расходы на ремонт. При ровных полах экономичнее использовать шины-суперэластик.

При стеллажном и штабельном хранении грузов применяются к р а н ы ш т а б е л е р ы.

*Мостовые* краны-штабелеры используются для установки и изъятия из ячеек стеллажа или штабеля грузов в ящичной таре на поддонах. Изготавливают мостовые краны-штабелеры подвесными (грузоподъемность до 5 т) и опорными (грузоподъемность 1,125–17,5 т).

При небольшом грузообороте в складах высотой до 7,2 м используются краны-штабелеры, управляемые с пола (грузоподъемность до 1 т, высота подъема – 5,0–5,5 м), а при большом грузообороте – управляемые из кабины (грузоподъемность свыше 1 т, высота склада 15,6 м).

*Стеллажные* краны-штабелеры перемещаются между стеллажами и могут устанавливать или забирать грузы в один или два стеллажа. Используются на комплексно-механизированных складах с высотой 6,0–40,0 м. Применение



этих кранов-штабелеров позволяет значительно сократить площади на проходы и проезды и автоматизировать выполнение складских операций с грузами.

Подъемные столы (рисунок 9.27) используют с целью сократить долю ручного труда, когда невозможно или экономически нецелесообразно использование погрузчиков, штабелеров, кранов. На складах используются электрогидравлические столы грузоподъемностью 0,6–2,0 т, состоящие из грузовой платформы, рычажной системы ножничного типа, основания, гидроцилиндров, гидростанций, системы управления и системы безопасности.



Рисунок 9.27 – Подъемные столы

*Подъемные столы используются:*

- для погрузки и разгрузки автомобилей;
- выравнивания положения грузов относительно транспортирующих машин, задействованных в одной технологической линии;
- ручной и автоматической укладки грузов в штабели.

*Преимущества подъемных столов:*

- безопасны и надежны в работе;
- не требуют строительства рампы или эстакады, позволяют компенсировать перепад высот между уровнем пола кузова автомобиля и уровнем пола склада;
- экономичны и просты в эксплуатации;

– хорошо адаптируются к любому технологическому циклу погрузочно-разгрузочных работ за счет использования дополнительного оборудования (съезды, пандусы).

В ы р а в н и в а ю щ и е п л а т ф о р м ы предназначены для обеспечения бесперегрузочной доставки груза с автомобиля и вагона на склад и в обратном направлении.

Для работы с автомобилями используются ручные (рисунок 9.28, а, б) и встроенные (рисунок 9.28, в) платформы.

Платформа оснащена специальной роликовой кареткой (рисунок 9.28, з), может перемещаться в вертикальном положении по направляющей вдоль платформы, что позволяет использовать ее по длине всей платформы.

Для проезда погрузчиков в вагоны в рампах или платформах устраиваются выдвижные выравнивающие платформы или используются переносные рифленые металлические листы.

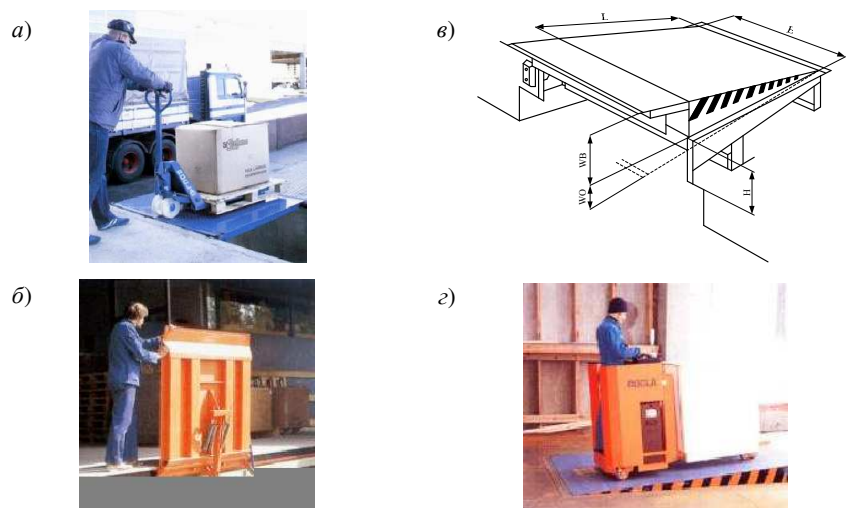


Рисунок 9.28 – Выравнивающие платформы для погрузки и выгрузки грузов из автомобилей

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

В зависимости от технологии погрузочно-разгрузочных и складских операций характеристики грузов и транспортных средств работы разделяют на три класса-поколения, отличающиеся грузоподъемностью: 60–100; 800–1000;

5000 кг и более. Сфера действия роботов первого типа: укладка и разборка пакетов, грузовые операции с пакетированными грузами, передача их с конвейера на конвейер. Промышленные роботы (ПР) второго типа предназначены для переработки тарно-штучных грузов, сформированных в стандартные пакеты. Манипуляторы грузоподъемностью 5000 кг и более предназначены для работы с пакетами, кассетами и специальными контейнерами, в которых перевозят лесоматериалы, металлы, тяжеловесные грузы. Монтировать их можно на кранах, кранах-штабелерах и стеллажных штабелерах. В серийном производстве изготавливают преимущественно роботы первого поколения.

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

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

### **9.6 Схемы комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ и складских операций**

Для погрузки, выгрузки, сортировки, хранения и складского перемещения тарно-штучных грузов крытого хранения используются электропогрузчики, автопогрузчики, конвейеры, тележки, штабелеры, краны-штабелеры, различные типы стеллажей и складских помещений. Это обуславливает большое разнообразие **схем механизированной перегрузки грузов.**

В ы б о р с х е м ы будет зависеть:

- от объемов и характера работ;
- подготовленности грузов для выполнения грузовых операций (непакетированные, пакетированные, типы пакетов);

- номенклатуры грузов;
- сроков хранения грузов на складе;
- финансовых возможностей.

Схема механизированной перегрузки и хранения тарно-штучных грузов в крытом складе с внешним расположением транспортных средств и выполнением грузовых операций малогабаритными электро- или автопогрузчиками приведена на рисунке 9.29.

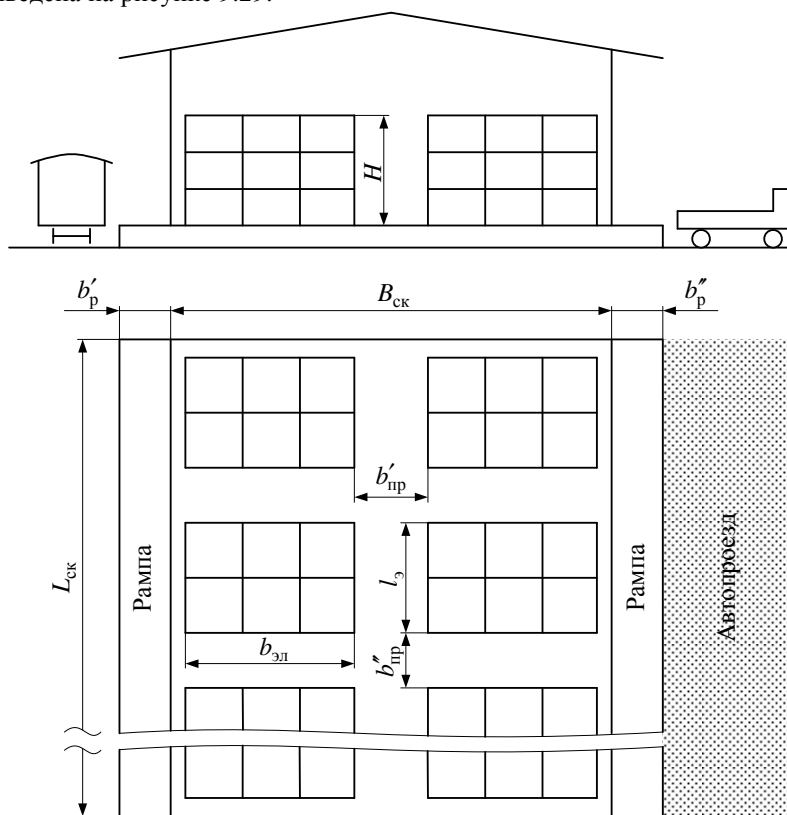


Рисунок 9.29 – Схема механизированной перегрузки с внешним расположением транспортных средств и штабельным хранением груза:

$B_{ск}$  – ширина склада;  $l_{эл}$  – длина элементарной площадки;  $b_{эл}$  – ширина элементарной площадки;  $b'_{пр}$ ,  $b''_{пр}$  – ширина проезда для электро- или автопогрузчика;  $b'_п$ ,  $b''_п$  – ширина рампы со стороны работы с вагонами и соответственно автомобилями;  $H$  – высота штабелирования

При использовании приведенной схемы груз хранится в штабелях, что целесообразно при массовых поступлениях и небольшой номенклатуре гру-

зов. Схема позволяет обеспечивать погрузку, выгрузку транспортных средств, складское хранение и перегрузку по прямому варианту. Недостаток схемы – работа по погрузке, выгрузке транспортных средств на открытом воздухе.

Технология погрузки (выгрузки) в транспортные средства начинается с *установки выравнивающих платформ*, компенсирующих разницу в уровнях ramпы склада и пола кузова вагона и автомобиля.

После установки мостика у дверей вагона с пакетированным грузом погрузчик подъезжает к грузу, поднимает вилы на высоту груза, вводит вилы в проемы, предусмотренные в пакете (поддоне) для захвата груза, затем, наклонив раму назад и опустив вилы с грузом в транспортное положение (высота 300 мм), погрузчик перемещается в склад, где подъезжает к штабелю груза, разворачивается, поднимает пакет на высоту штабелирования, наклоняет грузоподъемную раму вперед, освобождает вилы и возвращается за следующим пакетом груза. Аналогично выполняются операции при загрузке грузов в вагоны и погрузке-выгрузке автотранспорта.

*Укладка груза в штабеля* выполняется в соответствии с принятой специализацией мест хранения (по направлениям перевозки, станциям назначения, получателям). Грузы, прибывшие в вагонах, располагают ближе к автомобильной ramпе, а отправляемые – к железнодорожной ramпе.

Если грузы не сформированы в пакеты, то погрузчик подает порожние поддоны в вагон, грузы укладываются на поддон и доставляются в склад.

В зависимости от используемой тары, типа пакетов могут применяться сменные грузозахватные устройства (рисунки 9.30, 9.31).

Навесное оборудование значительно расширяет возможности по обработке грузов. Применение специализированных захватов позволяет использовать парк погрузчиков более эффективно.

Каретка смещения позволяет без усилий сдвинуть вилы в ту или иную сторону на небольшое расстояние, что упрощает и ускоряет погрузку (разгрузку) пакетных грузов, особенно в тесных помещениях, снимая необходимость в мелком маневрировании корпусом машины.

Устройство позиционирования вилок позволяет оператору быстро и точно устанавливать расстояние между вилами под размер каждого груза. Возможно совместное использование с устройством бокового смещения каретки.

Захват для крупногабаритных грузов с большой площадью захвата применяется при погрузке «белой техники», например холодильников.

Кантователи позволяют переворачивать вилы (или другой вид захвата), обеспечивая высыпание или выливание груза из тары.



Рисунок 9.30 – Грузозахватные устройства

Захват с верхним прижимом защищает пакет от разваливания и обеспечивает надежную перевозку.

Прижимной полноповоротный вилочный захват, захват для тюков позволяет перемещать и менять положение груза без паллет и специальной упаковки.

Схемы механизированной перегрузки и хранения с использованием складов, с вводом путей внутрь позволяют улучшить условия работы, но повышают стоимость строительства. Схемы могут быть с использованием одно- (рисунок 9.32), двух- (рисунок 9.33, а) и трехпролетных (рисунок 9.33, б) складов. Склады этого типа проектируют с открытым или закрытым навесом для автомобилей.

Сталкиватель с боковым смещением каретки



Вилы с зажимом



Поворотные вилы с зажимом



Зажим для крупногабаритных грузов



Захват для крупногабаритных грузов с большой площадью захвата



Захват для бочек с опрокидывателем вперед



Двусторонний зажим с револьверной головкой



Двусторонний зажим с револьверной головкой с большой площадью захвата



Поворотный захват для рулонов бумаги



Рисунок 9.31 – Грузозахватные устройства

Склады с внутренним расположением путей могут сооружаться в комплексе с сортировочной платформой (рисунок 9.34).

Прогрессивным направлением в развитии складов для тарно-упаковочных грузов является переход к стеллажному хранению грузов, внедрению гибких автоматизированных систем механизации погрузочно-разгрузочных работ (рисунок 9.35).

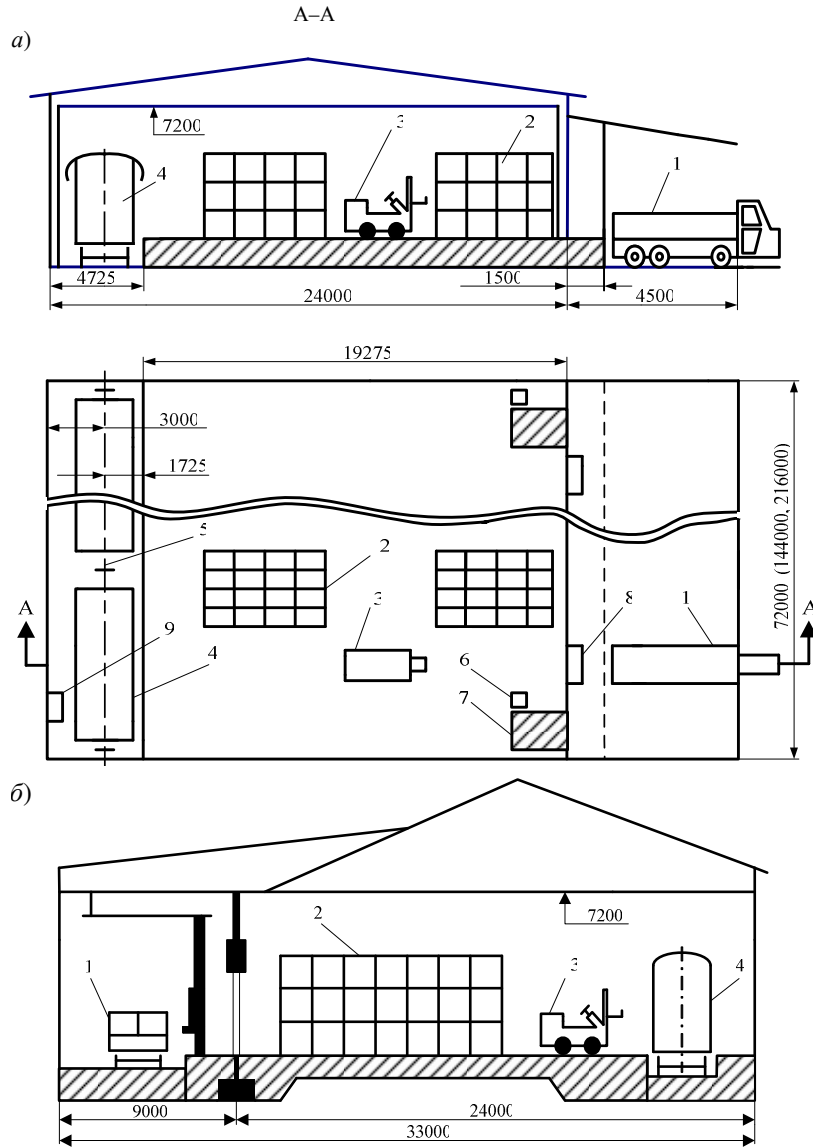


Рисунок 9.32 – Схема КМАПРР с использованием однопролетного крытого склада с внутренним расположением железнодорожного пути – внешним (а) и внутренним (б) автоподъездами:

1 – автомобиль; 2 – пакеты груза; 3 – погрузчик; 4 – вагон; 5 – железнодорожный путь;  
6 – помещение приемосдатчика; 7 – весы; 8 – дверной проем; 9 – запасный выход



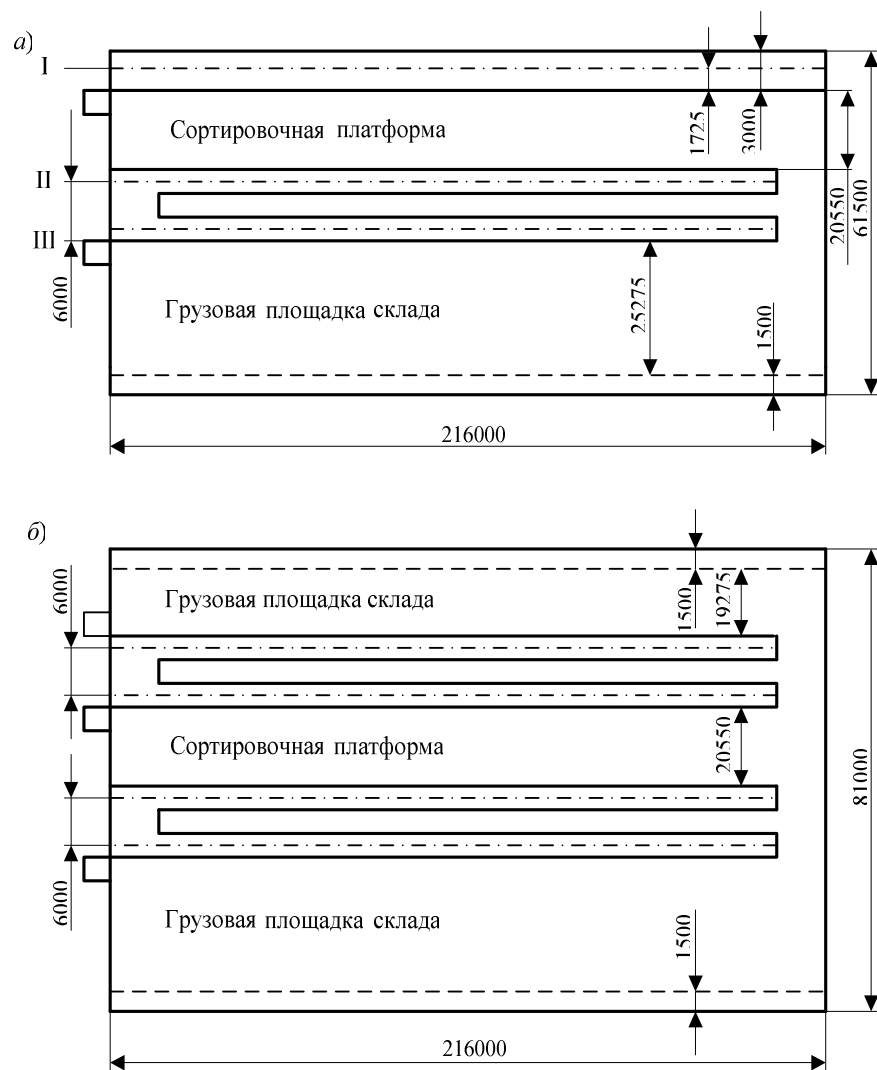


Рисунок 9.33 – План двух- и трехпролетного ангарных складов

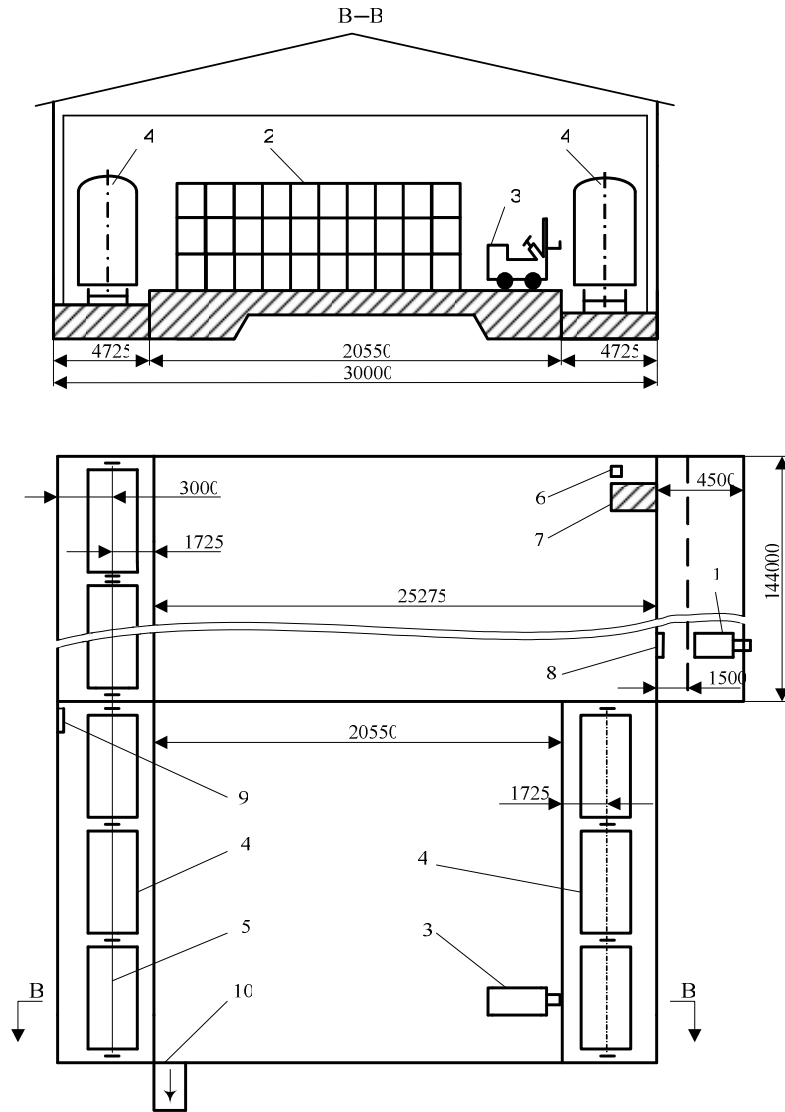


Рисунок 9.34 – Схема КМАППР с тарно-штучными грузами с использованием склада ангарного типа с сортировочной платформой:  
 1 – автомобиль; 2 – пакеты груза; 3 – погрузчик; 4 – вагон; 5 – железнодорожный путь; 6 – помещение приемосдатчика; 7 – весы; 8 – дверной проем;  
 9 – запасный выход; 10 – пандус

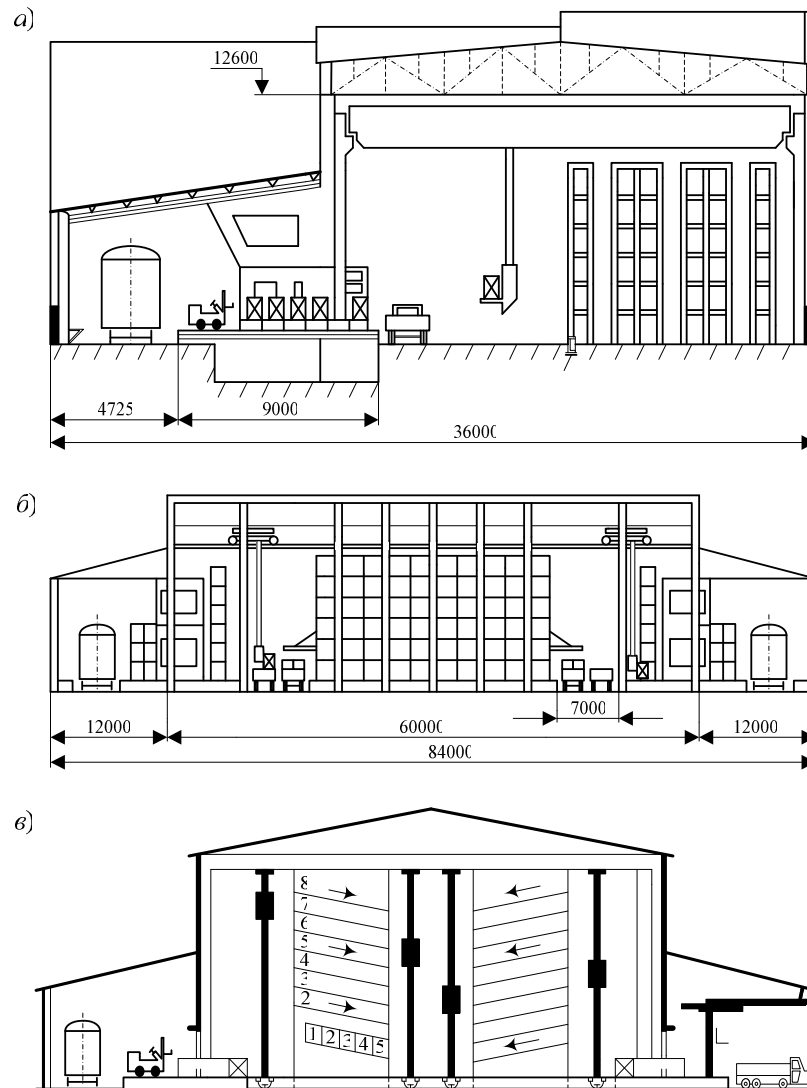


Рисунок 9.35 – Автоматизированные склады со стеллажным хранением груза:  
а, б – стеллажное хранение; в – склады с гравитационными накопителями

### 9.7 Технологические схемы функционирования комплексов по перегрузке тарно-упаковочных грузов

Выбор оптимального варианта транспортно-грузового комплекса (ТГК) производят в комплексе с разработкой технологической схемы погрузочно-разгрузочных, транспортных, складских и коммерческих операций.

Основная цель технологической схемы – выявление возможностей сокращения продолжительности всего цикла операций и повышение эффективности ТГК. Описание технологических схем функционирования ТГК удобно осуществлять с помощью **поточных графов**, на которых вершины графа показывают элементы (или подсистемы) ТГК, а направленные дуги – взаимодействие между ними (рисунок 9.36).

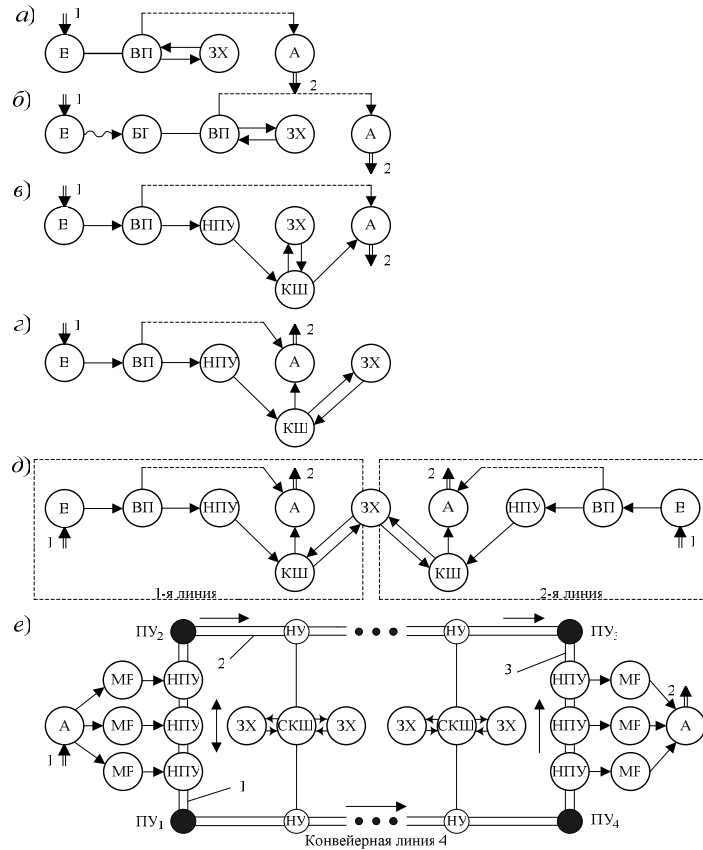


Рисунок 9.36 – Схемы переработки тарно-упаковочных грузов

Наиболее простая технологическая схема функционирования ТГК характерна для комплекса, обслуживаемого одним типом машин при параллельном расположении железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов (см. рисунок 9.36, а). В соответствии с этой схемой после расстановки вагонов (В) на грузовом фронте и выполнении подготовительных операций вилочным погрузчиком (ВП) грузы, уложенные на поддоны, подают в зону хранения (ЗХ), комплектации и консервации. Погрузку грузов в автомобили (А) после хранения также осуществляют электро- или автопогрузчиками с нейтрализатором выхлопных газов.

Последовательность операций и их продолжительность при выгрузке грузов электропогрузчиком приведены в таблице 9.3.

**Таблица 9.3 – Последовательность и продолжительность операций при выгрузке грузов электропогрузчиками**

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

**Преимущества выгрузки грузов по прямому варианту:**

а) надежность работы ТГК, которая обеспечивается системой резервирования малогабаритных погрузчиков;

б) высокая перерабатывающая способность железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов, которая лимитируется только перерабатывающей способностью погрузчиков;

в) возможность перемещения грузов по кратчайшим расстояниям.

В случае, когда грузы прибывают не на поддонах, технологическая схема усложняется (см. рисунок 9.36, б). Появляется дополнительная операция с укладкой груза на поддон бригадой грузчиков (Б–Г). При такой схеме улучшается использование грузоподъемности (вместимости) вагона, но увеличивается количество перегрузочных операций и повышается себестоимость переработки 1 т груза.

Технологическая схема переработки тарно-штучных грузов при использовании стеллажей для их хранения показана на рисунке 9.36, в. При такой схеме железнодорожный и автомобильный фронты располагают параллельно, а стеллажи – перпендикулярно железнодорожному пути.

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

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

Отмеченные недостатки частично устранены в схеме, показанной на рисунке 9.36, г. Здесь грузовые фронты железнодорожного и автомобильного транспорта расположены рядом и разделены только платформой с НПУ. Груз из вагона выгружают вилочным погрузчиком и передают на НПУ. С НПУ груз краном-штабелером (КШ) перегружают непосредственно в автомобиль (прямой вариант) или передают в зону хранения (ЗХ). Максимальное сближение грузовых фронтов двух видов транспорта, автоматизация планирования работы ТГК позволяют повысить долю прямого варианта до 50–60 %, сократить пробег кранов-штабелеров, вилочных погрузчиков, повысить техническую производительность. Взаимозаменяемость однородных машин повышает вероятность безотказной работы ГК.

Высокую перерабатывающую способность ГК обеспечивает применение схемы, показанной на рисунке 9.36, д. Принципиальным отличием технологической схемы является наличие двух линий, пользующихся объединенной зоной хранения, которая изолирована от автопроездов.

Для **повышения уровня автоматизации погрузочно-разгрузочных работ** вместо вилочных погрузчиков могут использоваться манипуляционные роботы (МР) и автоматизированные линии (см. рисунок 9.36, е).

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

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

Выдача груза на автомобильный транспорт происходит по схеме:

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

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

В ряде случаев целесообразно применять схему с использованием мостовых кранов-штабелеров (МКШ) и поперечным расположением стеллажей. Технологическая цепочка по приему груза с железной дороги:

В → МР → НПУ → МКШ → ЗХ;

для прямого варианта перегрузки –

В → МР → НПУ → МКШ → НПУ → МР → А;

для выдачи груза на автотранспорт –

ЗХ → МКШ → НПУ → МР → А.

### 9.8 Определение параметров складов по элементарным площадкам

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

На грузовых дворах железнодорожных станций, оборудованных одноэтажными крытыми складами с внутренним расположением путей и при использовании электро- или автопогрузчиков, **длина элементарной площадки** (рисунок 9.37), м,

$$l_3 = l_{\text{мд}} - b_{\text{пр}}, \quad (9.1)$$

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

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

**Ширина элементарной площадки, м:**

$$b_3 = \frac{B_{\text{ск}}}{2} - \left( \frac{b_{\text{г}} + b_{\text{п}}}{2} + b_{\text{пр}} \right), \quad (9.2)$$

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

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

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

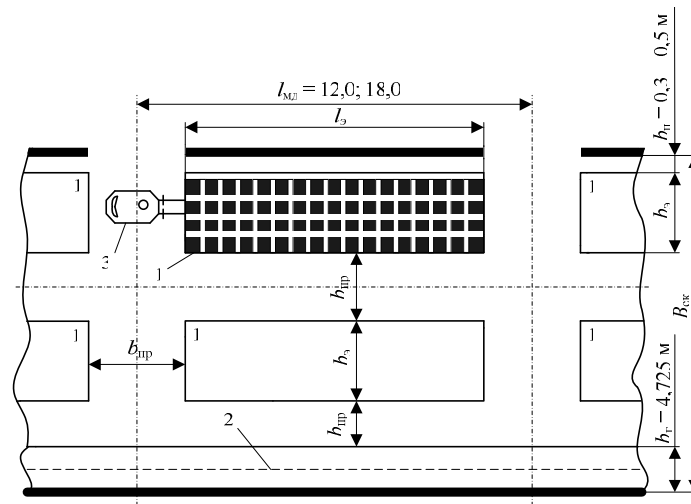


Рисунок 9.37 – Схема к расчету параметров элементарной площадки:  
1 – элементарная площадка; 2 – ось железнодорожного пути; 3 – электропогрузчик

**Ширину проезда**, м, между штабелями груза определяют в зависимости от типа и размеров пакета. При укладке или взятии груза из штабеля погрузчик разворачивается на  $90^\circ$ . Поэтому для четырехопорного погрузчика

$$b_{пр} = r_k + a + b + 2c, \text{ если } m \leq \frac{l}{2}, \quad (9.3)$$

$$b_{пр} = r_k + \sqrt{(a+b)^2 + \left(\frac{l}{2} - m\right)^2} + 2c, \text{ если } m \geq \frac{l}{2}; \quad (9.4)$$

для трехопорного погрузчика

$$b_{пр} = r_k + r_r + 2c, \quad (9.5)$$

где  $r_k, r_r$  – радиусы поворота по наиболее выступающей точке машины и груза (пакета), м;

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

$l, b$  – длина и ширина груза, м;

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

$$m = \frac{b_{погр}}{2} + r_b, \quad (9.6)$$

$b_{погр}$  – ширина погрузчика, м;

$r_b$  – внутренний радиус поворота, м.



Значение  $r_k$  рассчитывается по формуле

$$r_k = \sqrt{\left(m + \frac{K}{2}\right)^2 + d^2}, \quad (9.7)$$

где  $K$  – ширина корпуса погрузчика, м;

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

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

$$Z_{\Pi} = \frac{l_{\Pi} b_{\Pi}}{(l_{\Pi} + \Delta l)(b_{\Pi} + \Delta l)}, \quad (9.8)$$

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

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

**Вместимость груза на элементарной площадке**, т,

$$E_{\Sigma} = z_{\Pi} k_{\text{я}} P_{\Gamma}, \quad (9.9)$$

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

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

По условию складирования пакетов погрузчиком

$$k_{\text{я}} = [H_{\Gamma} / h_{\Pi}]^* + 1, \quad (9.10)$$

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

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

**Потребное количество элементарных площадок**

$$z_{\Sigma} = E_{\text{с}} / E_{\Sigma}. \quad (9.11)$$

**Расчетная длина складов**, м,

$$L_{\text{ск}} = z_{\Sigma} l_{\text{мд}} / k_{\text{рп}}, \quad (9.12)$$

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

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

Для складов с внешним расположением железнодорожных путей

$$b_{\Sigma} = B_{\text{ск}} / 2 - (b_{\text{пр}} / 2 + b_{\Pi}). \quad (9.13)$$

---

\* Целая часть числа.

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

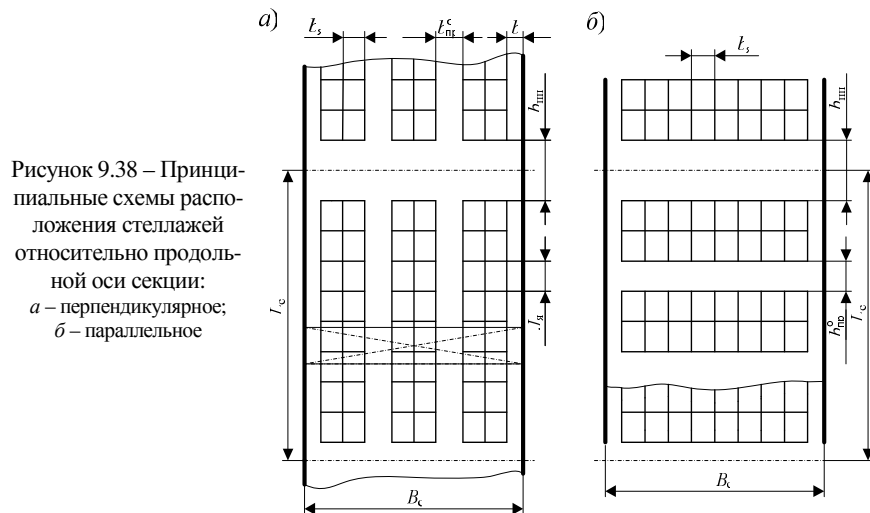
$$E_c = K_{яс} n_{п} K_{рс}, \quad (9.14)$$

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

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

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

Возможны два основных варианта размещения стеллажей относительно продольной оси секции (рисунок 9.38).



Для схемы на рисунке 9.38, а

$$E_c^1 = (L_c - b_{шп}) K_{рс} K_{яс} / l_{я}, \quad (9.15)$$

для схемы на рисунке 9.38, б

$$E_c^2 = (L_c - b_{пр}^0 (n_{шп} - 1) - b_{шп}) K_{рс} K_{яс} / l_{я}, \quad (9.16)$$

где  $b_{шп}$  – ширина проезда между секциями стеллажей, м;

$l_{я}$  – длина ячейки стеллажа, м;

$b_{пр}^0$  – ширина проезда между стеллажами в секции, м;

$n_{шп}$  – число проездов между стеллажами в секции.

Схема (см. рисунок 9.38) применяется, если

$$K_{pc} (2b_{я} + b_{пр}^0) \geq 2(B_c + 2b), \quad (9.17)$$

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

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

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

Необходимое количество ячеек в стеллажных массивах складов

$$Z_{я} = \left( m_{уч}^{cp} + t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{t_{xp}}} \right) n_{п}^b, \quad (9.18)$$

где  $n_{п}^b$  – среднее количество пакетов груза в одном вагоне, которое принимается в зависимости от типа вагона (рисунок 9.39). Необходимое количество секций

$$Z_c = Z_{я} / E_c. \quad (9.19)$$

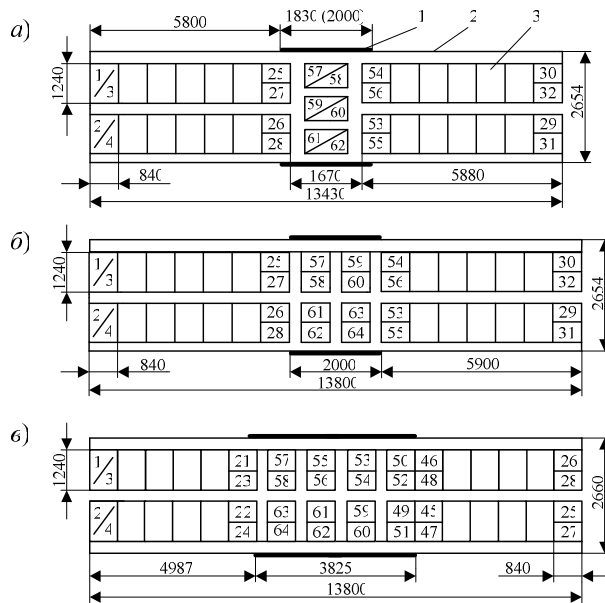


Рисунок 9.39 – Схемы размещения пакетов в крытых вагонах:  
 а – 90 и 106 м<sup>3</sup>;  
 б и в – 120 м<sup>3</sup>;  
 1 – дверной проем;  
 2 – кузов вагона; 3 – пакет

### **9.9 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций**

Основные опасные и вредные производственные факторы при погрузочно-разгрузочных работах и при складировании грузов:

- загазованность и запыленность воздуха в рабочей зоне;
- повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- прямая и отраженная блескость;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- движущиеся машины и механизмы, поднимаемый и перемещаемый груз, острые кромки транспортируемого груза, автомобильный и железнодорожный транспорт.

Вступая на дежурство, водитель погрузчика обязан тщательно осмотреть машину, обратить особое внимание на действие тормозов, исправность грузоподъемника; убедиться в отсутствии течи в соединениях маслопроводов гидросистемы, в прочности крепления звездочек и грузовых цепей, пальцев, цилиндров наклона рамы и др. Особое внимание нужно обратить на регулировку тормозной системы. При работе на погрузчике водитель обязан следить, чтобы груз распределялся равномерно на обе лапы и не выходил за их пределы более чем на 1/3. Груз номинальной массы на вилах должен находиться на расстоянии не более 400 мм от передних стенок вил при грузоподъемности погрузчика 0,75 т и на расстоянии не более 500 мм при грузоподъемности 1,5 т. Превышение этого расстояния снижает устойчивость погрузчика и может привести к его опрокидыванию. Водитель не должен поднимать груз выше грузоподъемности погрузчика.

Во время перемещения погрузчика с грузом раму грузоподъемника следует отклонять назад. Это повышает устойчивость погрузчика и исключает сползание груза с вил. Высота груза от пола при движении погрузчика не должна превышать 300 мм и не менее величины дорожного просвета погрузчика. Без груза погрузчик передвигается с полностью опущенной рамой грузоподъемника. Водитель должен помнить о габарите и возможности прохода погрузчика в дверные проемы склада, вагона, контейнера. Он не имеет права оставлять погрузчик с грузом на вилах.

Водитель обязан выбирать скорость движения погрузчика в зависимости от состояния дороги, типа и массы груза, условий работы, не допускать резких троганий, торможений и поворотов. Реверсирование движений погруз-

чика следует производить только после полной остановки. Запрещается совмещать операции по подъему-опусканию груза с передвижением погрузчика. Недопустимо нахождение людей под поднимаемым грузом. Запрещается подъем груза одной вилкой.

Чтобы предохранить пакеты от разваливания, грузовые места следует укладывать плотно одно к другому и по возможности вперевязку.

Перемещать бутылки с жидкостью разрешается только на специальных поддонах с гнездами. Если из-за большого пакета или громоздкого груза не видно дороги, допускается передвижение погрузчика задним ходом, но с низкой скоростью. Движение с грузом осуществляется на скоростях, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала. У пересечений проездов, на поворотах, в местах скопления людей водитель обязан снижать скорость погрузчика и подавать сигналы; необходимо убедиться, что в зоне разворота нет людей. Если на пути движения погрузчика, особенно с грузом на вилах, встречаются мостки, перекрывающие неровности пути, то водитель обязан предварительно проверить прочность мостков.

Следует быть особенно осторожным как при въезде на рампу склада, так и при передвижении по ней, так как малейшая оплошность может привести к падению машины. Запрещается проезд рабочих на вилах погрузчика.

## **10 КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ**

---

### **10.1 Назначение и характеристика контейнеров**

**К**онтейнеры предназначены для перевозки грузов без тары в первичной или облегченной упаковке железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным транспортом. Грузы загружают в контейнеры у отправителя, а выгружают у получателя. Все перегрузочные операции с контейнерами выполняются механизированным способом. Хранятся контейнеры с ценным грузом на открытых площадках, что значительно снижает расходы на строительство крытых ангарных складов.

Контейнерная система перевозок позволяет более чем в 2 раза снизить себестоимость грузовых операций, сократить расходы на тару, в 4–5 раз повысить производительность труда, обеспечить условия для комплексной механизации и автоматизации перегрузочных операций.

Для реализации контейнерных перевозок требуются значительные средства на производство контейнеров, транспортных средств, специальных средств механизации и автоматизации для их перегрузки. Однако капиталовложения быстро окупаются за счет снижения эксплуатационных расходов.

Вопросами нормализации контейнерных перевозок занимается международная организация по стандартизации (ИСО), которая предложила называть контейнером емкость для перемещения груза, у которой размеры и характеристика прочности стандартизованы.

**Грузовой контейнер** (container – англ. «вместилище», «сосуд») представляет собой стандартную емкость для бестарной перевозки грузов разными видами транспорта и одновременно является тарой, местом хранения груза и единицей транспортного оборудования многократного использования. Стандарт ИСО830-1981 под грузовым подразумевает контейнер:

- достаточно прочный для того, чтобы его можно было многократно использовать;
- специальной конструкции, чтобы без промежуточной разгрузки было удобно перевозить груз одним или несколькими видами транспорта;
- снабженный приспособлениями для его быстрой перегрузки с одного вида транспорта на другой;

– изготовленный таким образом, чтобы его легко было загружать-разгружать;

– имеющий внутренний объем 1 м<sup>3</sup> (35,3 куб. футов) и более.

Как следует из определения, грузовой контейнер используется в качестве съемного органа (кузова) транспортных средств (автомобилей, вагонов, судов, самолетов), который приспособлен для механизированной погрузки-выгрузки и перегрузки с одного вида транспорта на другой. Размеры и вместимость контейнеров соответствуют грузоподъемности и габаритным размерам транспортных средств, прочность и конструкция обеспечивают сохранность грузов при перевозке одним или несколькими видами транспорта в течение установленного срока службы. Эксплуатация контейнеров возможна в диапазоне температур от –60 до +70 °С.

Все грузовые контейнеры стандартизированы по массе брутто, габаритным размерам, присоединительным размерам, конструкции устройств для крепления их на подвижном составе железнодорожного и автомобильного транспорта и к захватным органам погрузочно-разгрузочных машин. Это позволяет осуществлять смешанные перевозки разными видами транспорта, реализуя известный в логистике принцип «от двери до двери» (*door – to – door*) с минимальными затратами времени и средств.

Все грузовые контейнеры подразделяются на универсальные и специализированные.

У н и в е р с а л ь н ы е к о н т е й н е р ы – это грузовые контейнеры, не используемые для перевозки воздушным транспортом и не предназначенные для перевозки особых видов грузов (сыпучих, жидкостей и газов, требующих регулируемого температурного режима).

Универсальный контейнер *общего назначения* представляет собой полностью закрытый, пылеводонепроницаемый стальной «ящик» сварной конструкции. Он состоит из несущего каркаса, связанного по всем углам фитингами, и обшивки и предназначен для перевозки и хранения грузов широкой номенклатуры. Контейнер оснащен крышей, боковыми и торцовыми стенками из гофрированного железа, достаточно жесткими, чтобы выдерживать возможные нагрузки и удары. По крайней мере в одной торцовой стенке находятся двери. Элементы каркаса – угловые стойки торцовой и дверной рам, поперечная и продольная балки – выполнены из профилей с толщиной полок 3–6 мм. Двустворчатая дверь универсального контейнера раскрывается по всей ширине и высоте контейнера. Ее створки оборудованы штанговыми кулачковыми запорными устройствами прижимной конструкции, благодаря чему створки открываются на 270°. В полностью открытом состоянии створки плотно прилегают к наружным боковым стенкам контейнера, что исключает возможность их повреждения в процессе по-

грузки-выгрузки. Для герметизации дверных створок используются уплотнения лабиринтного типа, предотвращающие попадание влаги внутрь. Конструкция запорных устройств исключает возможность самопроизвольного открытия двери под действием вибраций и других нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации.

Для обеспечения сохранности грузов при перевозке и хранении на запорное устройство контейнера вешают пломбу. Открыть дверные створки при опломбированном (опечатанном) запорном устройстве, снять и установить пломбу на прежнее место невозможно, не повредив ее. В настоящее время для опломбирования запорных устройств используют механические самозапирающиеся пломбы и электронные, управляемые магнитными картами, клавишными панелями. Особенность электронных пломб в том, что они снабжены встроенной «памятью», доступной исключительно для установщика пломбы. Регистратор состояния электронной пломбы заносит в эту «память» все случаи открытия дверных створок в режиме реального времени. Электронные пломбы также могут иметь охранный радиомаячок и сигнализатор проникновения.

Универсальные контейнеры в зависимости от величины, массы брутто и конструкции подъемных строповочных устройств делятся три типа: *крупнотоннажные* – массой брутто от 10 т и выше с угловыми фитингами; *среднетоннажные* – массой брутто от 2,5 до 10 т с рымными узлами; *малотоннажные* – массой брутто менее 2,5 т с рымными узлами. На железных дорогах стран СНГ, в том числе в смешанном железнодорожно-водном сообщении, чаще всего используются контейнеры среднетоннажные грузоподъемностью брутто 3,0 и 5,0 т.

Типы и основные размеры крупнотоннажных универсальных контейнеров регламентированы стандартом ИСО 668 «Грузовые контейнеры». Согласно этому документу на международных транспортных линиях используются контейнеры грузоподъемностью брутто 30 т (типы 1А, 1АА), 25 т (типы 1В, 1ВВ), 20 т (типы 1С, 1СС) и 10 т (тип 1D) или 2438 × 2591 мм. Их минимальные внутренние размеры определены стандартом ИСО 1894: ширина 2330 мм (при высоте контейнера 2197 мм) или 2250 мм (при высоте 2591 мм). Среди универсальных крупнотоннажных контейнеров общего назначения наибольшее распространение получили на 20- и 40-футовые стандартные контейнеры; 40-футовые контейнеры увеличенной высоты и вместимости.

В странах СНГ чаще всего используется 20-тонный контейнер типа 1С.

Основные характеристики грузовых универсальных контейнеров приведены в таблице 10.1.



Таблица 10.1 – Типоразмерный ряд крупно- и среднетоннажных закрытых и открытых универсальных контейнеров

Типоразмер	Масса брутто, т		Наружные размеры, мм			Внутренние размеры, мм			Внутренний объем, м <sup>3</sup> , не менее
	номинальная	максимальная	длина	ширина	высота	длина	ширина	высота	
<i>Крупнотоннажные контейнеры</i>									
1AA	30	30,48	12192	2438	2591	11988	2330	2350	65,5
1A	30	30,48	12192	2438	2438	11988	2330	2197	61,3
1AX	30	30,48	12192	2438	<2438	11988	2330	*	*
1BV	25	25,40	9125	2438	2591	5931	2330	2350	48,8
1B	25	25,40	9125	2438	2438	5931	2330	2197	45,7
1BX	25	25,40	9125	2438	<2438	5931	2330	*	*
1CC	24	24,00	60586	2438	2591	5887	2330	2350	32,1
1C	24	24,00	6058	2438	2438	5887	2330	2197	30,0
1CX	24	24,00	6058	2438	<2438	5887	2330	*	*
1D	10	10,16	2991	2438	2438	2802	2330	2197	14,8
1DX	10	10,16	2991	2438	<2438	2802	2330	*	*
<i>Среднетоннажные контейнеры</i>									
УУКП-5(6)	5	6,00	2100	2650	2591	1950	2515	2310	11,3
УУКП-5	5	5,00	2100	2650	2591	1950	2515	2310	11,3
УУК-5	5	5,00	2100	2650	2400	1950	2515	2128	10,3
УУК-5У	5	5,00	2100	2650	2400	1950	2515	2128	5,1
УУКП-3(5)	3	5,00	2100	1325	2951	1980	1225	2380	5,7
УУК-3(5)	3	5,00	2100	1325	2400	1980	1225	2128	5,1
УУК-3	3	3,00	2100	1325	2951	1980	1225	2128	5,1

\* Для двухъярусной перевозки открытых контейнеров наружная их высота должна быть не более 1580 мм, внутренняя высота определяется расчетом. При этой высоте контейнеры, установленные в два яруса на платформах, вездеходны по всей сети.

К контейнерам особого назначения относятся универсальные контейнеры, имеющие конструктивные особенности либо для облегчения укладки груза и выгрузки иначе, чем через двери в одном торце, либо для других особых целей, например, вентиляции. Существуют следующие *типы контейнеров особого назначения*:

– закрытый вентилируемый – аналогичен контейнеру общего назначения, но специально предназначен для транспортировки грузов, требующих естественной или принудительной вентиляции;

– открытый сверху, сходен во всех отношениях с контейнером общего назначения, за исключением того, что у него вместо жесткой крыши имеется гибкий раздвижной или съемный чехол, сделанный, например, из брезента или пластика (иногда армированного) и обычно поддерживаемый откидными или съемными балками. Аналогичные контейнеры выпускают также совсем без крыши. Они могут иметь откидные или съемные верхние торцовые поперечные элементы над торцовыми дверями. Контейнер общего на-

значения с открывающейся крышей может использоваться для тех же специальных целей, как и открытый сверху контейнер;

- с открывающимися боковыми стенками, которые выполнены в виде дверей с такими же запорными устройствами, как и в торцовых дверях;

- контейнер-платформа, выполненный в виде грузовой платформы, не имеющей верхней рамы, но той же длины и ширины, что и основание контейнера данной серии. Он оборудован верхними и нижними угловыми фитингами, расположенными (в плане) так же, как и на других контейнерах, таким образом, чтобы для их подъема и закрепления можно было использовать стандартные грузоподъемные приспособления. Существуют также контейнеры, выполненные на базе платформы и в других вариантах конструкции, например, без жестких боковых стенок или заменяющих их рам, способных выдерживать статическое или динамическое усилие, которое может нести или передавать боковая стенка контейнера общего назначения; без торцовых стенок или со складывающимися стенками и др. Основными достоинствами этой тары является то, что груз надежно защищен от атмосферных осадков, а грузовые операции выполнять быстрее и легче, поскольку не мешают стенки контейнера.

Контейнеры перечисленных выше типов могут быть и 20- и 40-футовыми.

Универсальные контейнеры используют в основном для тарно-штучных грузов широкой номенклатуры, укрупненных грузовых единиц и мелкоштучных грузов без тары в первичной упаковке или в облегченной таре. В них перевозят продовольственные и промышленные товары, домашние вещи граждан, некоторые виды скоропортящихся и опасных грузов. Перечень этих грузов и условия перевозок предусмотрены соответствующими правилами перевозок.

Из сырья животного происхождения к перевозке в контейнерах на общих основаниях допускаются лишь упакованные в двойную мягкую тару невыделанные шкуры домашних и диких животных в консервировке пресно-сухим способом; пушнина перевозится без исследования на сибирскую язву. Жидкие грузы разрешается перевозить в контейнерах только в мелкой расфасовке – бутылках, банках вместимостью не более 1 л, упакованными в облегченную тару (обрешетки, картонные коробки). Ряд подготовительных мер применяется и при транспортировке некоторых других грузов. Так, перед погрузкой запасных частей, метизов и иных предметов аналогичного назначения грузоотправитель обязан применять плотную бумагу, чтобы предохранить внутреннюю поверхность контейнера от загрязнений и повреждений. Не допускается перевозка в универсальных контейнерах грузов

зловонных, загрязняющих стены и пол контейнера, а также стружки, лома цветных и черных металлов.

Специализированные контейнеры служат для перевозки и временного хранения грузов ограниченной номенклатуры или отдельных видов – сыпучих, жидких, скоропортящихся или чувствительных к температуре, опасных. Помимо прочего, эта группа подразделяется и по соответствующим физико-механическим и прочностным характеристикам контейнера, например, по типу материала, из которого он изготовлен, способности поддерживать заданную температуру в определенных условиях, испытательному давлению и т. д. Специализированные контейнеры для нескольких однородных по своим свойствам грузов и одинаковым условиям транспортировки называют *групповыми*.

По конструкции специализированные контейнеры делятся на три типа: жесткие, мягкие и комбинированные. Специализированные контейнеры *жесткой* конструкции изготавливают из деревянных и металлических или только металлических элементов (сталь, алюминий). В последние годы все более широко используют *мягкие* (эластичные) контейнеры, преимуществами которых являются компактность при перевозке в порожнем состоянии, меньший коэффициент тары, чем у контейнеров из алюминия, и простота исполнения.

*Изотермический контейнер* – это контейнер с изолированными стенками, дверями, полом и крышей, которые ограничивают теплообмен между внутренним пространством контейнера и внешней средой. Термоизолированным называется изотермический контейнер, использующийся без холодильных и/или отопительных установок.

*Рефрижераторный контейнер* с восполняемым хладагентом представляет собой изотермический контейнер, имеющий в качестве хладагента сухой лед (с регулируемой или нерегулируемой возгонкой) или сжиженные газы (с регулируемым или нерегулируемым испарением). Такой контейнер не требует наружного источника энергии или подачи горючего. Рефрижераторный контейнер с машинным охлаждением или отоплением оснащают холодильной установкой (механический компрессор, абсорбционная установка и т. п.) или обогревательным устройством.

*Контейнер-цистерна*, или танк-контейнер, включает в себя два основных элемента – цистерну (или цистерны) и каркас (рамные элементы). За рубежом контейнеры-цистерны (танк-контейнеры) выпускают и испытывают под надзором Регистра Ллойд, что подтверждается соответствующим

сертификатом, оформляемым на каждую цистерну. Для перевозки пищевых продуктов (подсолнечное масло, патока, этиловый спирт и др.) изготавливают цистерны с повышенными требованиями к обработке внутренней поверхности, оснащенные специальной сливно-наливной арматурой.

Контейнер для сыпучих грузов представляет собой универсальный контейнер с верхними загрузочными и разгрузочными люками и служит для перевозки сыпучих грузов.

Ежегодное мировое производство новых универсальных контейнеров составляет около 400 тысяч. Разработки в области создания новых конструкций продолжаются, несмотря на то, что контейнеры представляют собой довольно простые и хорошо проработанные устройства. Недавно Комиссия Евросоюза предложила проект нового европейского интермодального контейнера *EILU (European Intermodal Loading Unit)*, предназначенного для фидерных перевозок. Контейнер нового типа задуман как универсальное средство для транспортировки сухих грузов. Создатели предложили два варианта: контейнер первого типа вмещает 11 паллет длиной 1,2 м, расположенных вдоль; контейнер второго типа вмещает 6 паллет. Длина контейнеров обеих модификаций составляет 2,4–2,55 м (2 паллеты, расположенные одна за другой). Высота контейнера – 2,67 м, что соответствует общепринятым стандартам и дает больше грузового пространства, чем контейнеры стандартов ISO 668, ISO 669 первой серии. Новинку пока не рекомендуется использовать в трансокеанских перевозках. По оценке Еврокомиссии внедрение контейнера такой конструкции позволит сократить объемы грузовых перевозок автотранспорта на 25 %.

На воздушном транспорте применяются только специализированные контейнеры. Они имеют облегченную конструкцию и выполняются по форме, соответствующей поперечному сечению нижней части фюзеляжа самолетов.

Наиболее распространенным за рубежом является контейнер типа ДС-8. Он имеет максимальную массу брутто 771 кг, тару 48 кг, вместимость 2 м<sup>3</sup>, габаритные размеры 2,13 × 1,06 × 1,08 м, дверной проем размером 1,30 × 0,76 м. Контейнер рассчитан на воздействие ускорений в вертикальном направлении вверх до 3,7g, вниз – до 6,7g, в горизонтальном направлении (продольном и поперечном) – до 1,5g.

Международная ассоциация воздушного транспорта (ИАТА) приняла для эксплуатации платформу для контейнеров размером 3,17 × 1,44 м. Применение этих платформ позволило значительно увеличить объемы грузовых

перевозок, поскольку они обеспечивают использование площади пола самолетов на 95–97 %.

Грузовые отсеки пассажирских самолетов имеют высоту 1,62 м, поэтому допустимая высота груза не должна превышать 1,52 м. В грузовых самолетах высота помещений составляет 2,28 и 3,00 м. Модульная система контейнеров позволяет легко вписываться в указанные габариты.

Создание транспортных самолетов новых типов повышенной грузоподъемности делает возможным непосредственное включение воздушного транспорта в смешанные контейнерные перевозки с использованием стандартных контейнеров. В связи с этим Техническим комитетом совместно с ИАТА разработан стандарт 104 ИСО на грузовые контейнеры, внешние размеры которых соответствуют размерам контейнеров 1А, 1В, 1С (таблица 10.2). Они могут перевозиться воздушным, железнодорожным и автомобильным транспортом (и перерабатываться на контейнерных терминалах). На судах-контейнеровозах такие контейнеры должны располагаться лишь в верхних двух ярусах ячеек, их перевозка на палубах не допускается.

*Таблица 10.2 – Основные размеры и масса брутто контейнеров для воздушного и наземного транспорта*

Типо-размер	Масса брутто, кг	Внешние размеры, мм			Внутренние размеры, мм		
		ширина	высота	длина	ширина	высота	длина
1А	20412	2438	2438	12192	2299	2197	11998
1В	15876	2438	2438	9125	2299	2197	8931
1С	11340	2438	2438	6055	2299	2197	5867
1О	5670	2438	2438	2990	2299	2197	2802

На самолете контейнер крепится с помощью пазов в его нижней раме. Контейнер типоразмера 1О должен быть закреплен за два паза, 1С – за пять пазов, 1В – за восемь пазов, 1А – за 11 пазов.

Допускается смещение центра тяжести груза от геометрического центра основания контейнера не более чем на  $\pm 10\%$  размера внутренней ширины и на  $\pm 5\%$  – размера внутренней длины.

Контейнеры снабжаются устройствами, обеспечивающими приток и отток воздуха для выравнивания давления. Для экстренного снижения давления контейнеры оборудуются специальным устройством, защищенным от сдвижки груза, чтобы гарантировать экстренный доступ к ним на самолете.

Контейнеры рассчитываются на диапазон температур от  $-54$  до  $+71$  °С.

Схемы контейнеров приведены на рисунке 10.1.

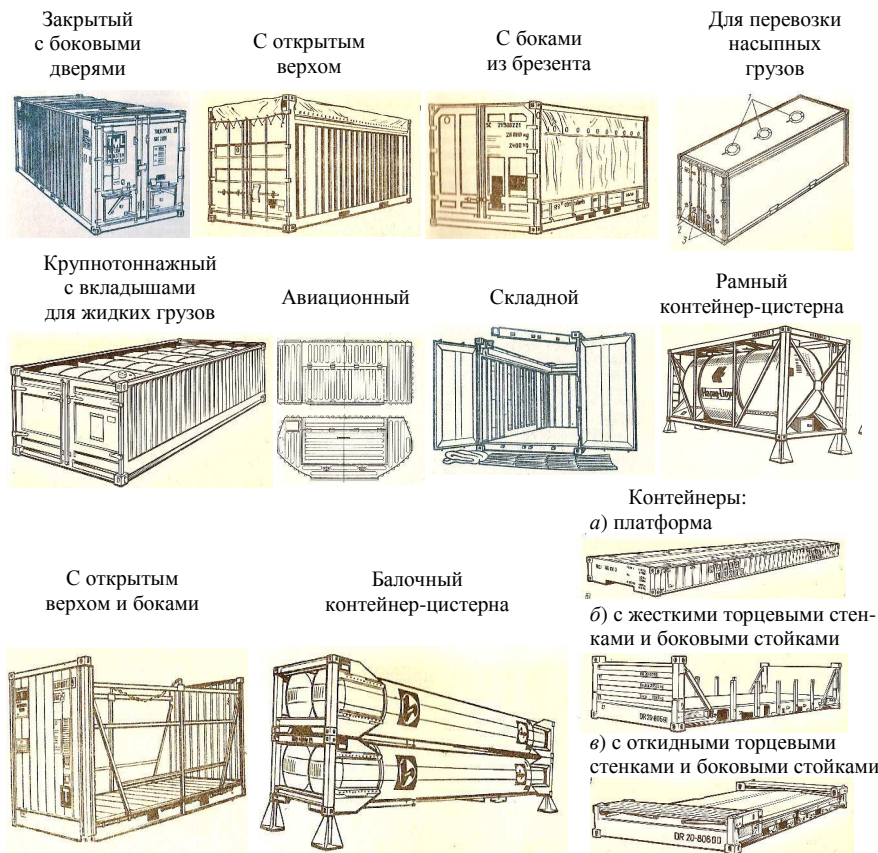


Рисунок 10.1 – Контейнеры

## 10.2 Транспортные средства для перевозки контейнеров

Контейнерные перевозки грузов – один из самых удобных, недорогих и надежных способов доставки грузов. Преимущества контейнерных перевозок перед всеми остальными видами грузоперевозок достаточно очевидны. Контейнерные перевозки были и остаются одним из наиболее надежных, недорогих и удобных способов доставки грузов, ведь при перевозке в контейнере груз наиболее надежно защищен от возможных повреждений, возникающих при ударах, столкновениях, а также при перегрузке грузов с одного транспорта на другой и т.п.

Для автомобильных перевозок контейнеров используют автомобили и автопоезда-контейнеровозы, некоторые модели оборудованы устройствами для самопогрузки и саморазгрузки, что эффективно при перевозках на небольшие расстояния и при малых объемах работы.

Для перевозки мало- и среднетоннажных контейнеров иногда используют общетранспортные средства. Однако они имеют недостатки: плохая устойчивость; недостаточная плавность хода; нет специальных элементов крепления и ограничителей перемещения контейнеров. В связи с этим, как показал опыт, наиболее эффективной является перевозка средне- и крупнотоннажных контейнеров специализированным подвижным составом, состоящим из специализированных полуприцепов и седельных тягачей.

**Полуприцепы-контейнеровозы** подразделяют на две группы: 1) для перевозки крупнотоннажных контейнеров, имеющих специальные устройства в виде фитингов для крепления; 2) для перевозки средне- и малотоннажных контейнеров, не имеющих специальных устройств для крепления. Основные параметры полуприцепов-контейнеровозов приведены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – Основные параметры полуприцепов-контейнеровозов

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

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

Характеристики некоторых автомобилей-самопогрузчиков приведены в таблице 10.4.

Таблица 10.4 – Характеристики автомобилей-самогрузчиков

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

<sup>1)</sup> Грузовой момент, м.  
<sup>2)</sup> Масса перевозимого груза, т.  
<sup>3)</sup> Грузоподъемность, т.



### 10.3 Склады

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

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

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

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

### 10.4 Основные средства механизации перегрузочных работ

При перегрузке контейнеров применяются козловые, мостовые, стреловые краны; крупногабаритные автопогрузчики фронтальные (с грузоподъемной рамой, стрелой), боковые; контейнеровозы; контейнеровозы-штабелеры.

Загрузка, выгрузка грузов в контейнеры выполняется малогабаритными автопогрузчиками, тележками.

Для перегрузки среднетоннажных контейнеров применяются двухконсольные козловые краны К-05, К-09 с тельфером грузоподъемностью 5 т, пролетами 11,3 и 16 м. Эти краны предназначены для легкого и среднего режимов работы. Для условий тяжелого режима работы предназначены краны ККДК-10, КК-5, КК-5М, КК-6,3. Кран КК-5М грузоподъемностью 5 т, остальные параметры соответствуют крану КК-5. Кран КК-6,3 грузоподъемностью 6,3 т имеет пролеты 16 и 25 м, высоту подъема груза 9 м и может работать при температуре от –60 до +40 °С. Характеристики кранов приведены в таблице 10.5.

Управление кранами осуществляется из кабины, где установлен пульт управления механизмами передвижения крана, грузоподъемной тележки, подъема и опускания груза и автостропом с поворотной головкой. Все рабочие движения крана, тележки, подъема и опускания могут выполняться одновременно в различных сочетаниях. Доводочные скорости механизмов позволяют обеспечивать точную и плавную установку контейнеров на площадку и транспортные средства.

Для застропки, отстропки и перегрузки среднетоннажных контейнеров краны оборудованы манипуляторами конструкции ЦНИИ-ХИИТ (рисунок 10.2).

Таблица 10.5 – Технические характеристики козловых контейнерных кранов

Параметр	Тип крана			
	КД-0,5	КК-5, КК-6	КДКК-10	КК-6,3
Грузоподъемность, т: на канате	5	6	10	6,8
на автостропе ЦНИИ-ХИИТ	–	–	–	6,3
Пролет, м	11,3	16,0	16,0	16,0
Высота подъема, м	7,4	9,0	9,0	9,0
Рабочий вылет консолей, м	4,2	4,5	4,2	4,5
Скорость, м/с: подъема:				
номинальная	0,16	0,33	0,17	0,33
установочная (посадки)	–	0,04	–	0,04
передвижения грузовой тележки:				
номинальная	0,50	0,83	0,67	0,83–1,00
установочная (минимальная)	–	0,08	–	0,08–0,1
передвижения крана:				
номинальная	0,83	1,6	1,33	1,6
установочная	–	0,16	–	0,16
Группа режима	3К	6К	4К	6К
Установленная мощность электродвигателей, кВт	23,2	51,4	34,2	60
Собственная масса крана, т	18,5	32,5	37,0	35,0

**Автостроп** состоит из рамы с перемещающимися в противоположные стороны каретками. На поперечных балках находятся обоймы с захватными крюками. Каретки перемещаются от привода мощностью 2,5 кВт.

На каждой каретке расположено четыре подпружиненных крюка, три из которых служат для застропки контейнеров массой 3 т вследствие разных расстояний между рымами и один – для контейнеров массой 5 т. Каждый захватный крюк смонтирован в корпусе и перемещается по направляющим. Между корпусом и крюком установлена отжимающая пружина. Захватный крюк снабжен контрольным устройством, выполненным в виде щупа, который через систему рычагов соединен с хвостовиком крюка. Конец щупа шарнирно связан с рычагами, смонтированными на крюке и воздействующими на микропереключатели, входящие в электрическую цепь управления автостропом. Это обеспечивает застропку контейнеров за все рымы одновременно. При установке захвата на крышу контейнера крюк перемещается вверх относительно направляющих и корпуса, сжимая пружину. При этом щуп удерживается в верхнем положении. При заходе в нишу с рымом крюк опускается и скользит по дну ниши, щуп остается в прежнем положении.

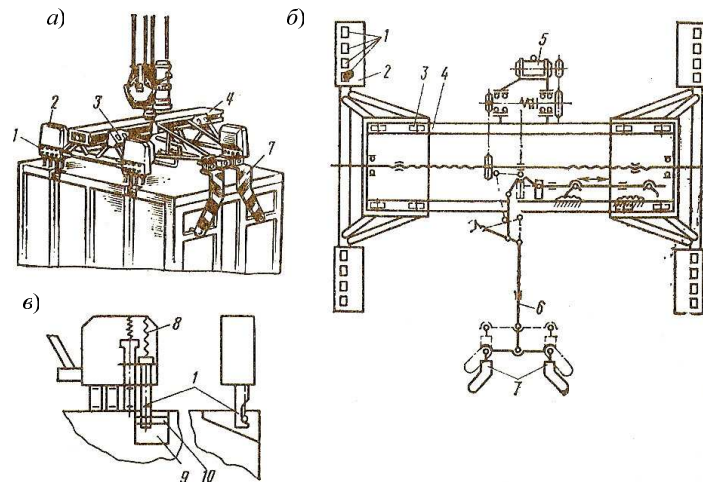


Рисунок 10.2 – Автостроп конструкции ЦНИИ-ХИИТ:

*a* – общий вид; *б* – схема механизмов автостропа; *в* – устройство обоймы с крюками;  
 1 – захватные крюки; 2 – обойма; 3 – каретка; 4 – рама; 5 – привод; 6 – механизм выдвижения штанги; 7 – козырьки; 8 – отжимная пружина; 9 – ниша; 10 – рым

Раздвинув каретки, машинист крана включает механизм подъема захвата. Крюк зацепляет рым, упирается заплечиками в направляющие, и шуп опускается на рым, замыкая контакты микропереключателя. В том случае, если в зеве крюка рыма не оказалось, шуп занимает крайнее нижнее положение, и контакты микропереключателя не замыкаются.

Электрическая схема автостропа построена так, что подъем контейнера при этом невозможен и в кабине машиниста загорается сигнал, свидетельствующий о том, что застропка выполнена неправильно, необходимо вновь повторить операцию застропки контейнера. Для ускорения застропки контейнера автостроп снабжен механизмом, включающим выдвижную штангу с шарнирно укрепленными на ней козырьками, которые автоматически занимают одно из двух фиксированных положений, соответствующих размеру контейнера.

Автостроп оборудован автоматической блокировкой, исключающей подъем неправильно застропленного контейнера, а также включение привода при поднятом контейнере. Продолжительность застропки без учета наводки – 2,5 с. Масса автостропа без поворотного механизма составляет 422 кг.

Для поворота автостропа с грузом вокруг вертикальной оси используется универсальная поворотная головка с гидравлическим демпфером, обеспечивающим гашение крутильных колебаний на гибкой канатной подвеске. Управление автостропом дистанционное – из кабины машиниста.

Автостроп может заменить четырехчалочный цепной строп, верхнее кольцо которого навешивается на крюк крана, а крюками стропа захваты-

вают контейнер за четыре рыма. Находят применение стропы-самоотцепы, у которых захват контейнера крюками за рымы выполняется вручную, а при опускании траверсы с помощью рычажных устройств крюки выводятся из зацепления с рымами. При использовании автостропов кран обслуживает один машинист, при стропах-самоотцепках требуется дополнительно один рабочий и два – при четырехветвевых стропах.

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров применяют **специальные козловые краны** (рисунок 10.3) грузоподъемностью на захвате 20, 32 и 40 т, с пролетами 16, 20, 25 и 32 м и длиной консолей 4,5; 7,3 и 8,5 м. Технические характеристики некоторых кранов приведены в таблице 10.6.

Таблица 10.6 – Техническая характеристика кранов для перегрузки крупнотоннажных контейнеров

Параметры	Тип крана					
	КК-20	КК-32	КК-25/30,5	К-305Н	КК-24/30,5	КК-24
Грузоподъемность на захвате, т:						
основном	20,32	32	30,5	32*	30,5	30,5
сменном	20	25	25	25	24	24
Пролет, м	5,0	5,0	5,0	–	5,0	3,5
Рабочий вылет консолей, м	35	35	32	28,3	35	32
Ход грузовой тележки (каретки для крана К-305Н), м	8,5	8,5	9,0	8,5	9,0	9,0
Высота подъема захвата (для крана К-305Н – крюка), м	1С	1С	1С	1С	1С	1С
Типоразмеры контейнеров, перегружаемых краном	1СС 1СХ	1СС 1СХ 1А 1АА 1АХ	1СС 1СХ 1А 1АА 1АХ	1СС 1СХ	1СС 1СХ 1А 1АА 1АХ	1СС 1СХ 1А 1АА** 1АХ
Скорость подъема груза, м/с:						
номинальная	0,16	0,200	0,2	0,133	0,200	0,2
минимальная (установочная)	0,05	0,025	0,025	–	0,025	0,025
Скорость передвижения грузовой тележки (каретки для КК-305Н), м/с:						
номинальная	0,66	0,80	0,80	0,41	0,80	0,80
минимальная	0,18	0,08	0,1	–	0,08	0,1
Скорость передвижения крана, м/с:						
номинальная	0,87	1,0	1,0	0,37	1,0	1,0
минимальная	–	0,1	0,1	–	0,1	0,13
Угол поворота захвата, град	300	300	300	–	300	300

Окончание таблицы 10.6

Параметры	Тип крана					
	КК-20	КК-32	КК-25/30,5	К-305Н	КК-24/30,5	КК-24
Время поворота запорных устройств захвата, с	10	10	10	–	10	10
Режим работы во время перегрузки контейнеров массой брутто, т:						
20,32	4к	6к	6к	4к	6к	5к
24,00	–	5к	5к	4к	5к	5к
30,48	–	2к	2к	–	2к	2к
Род тока	Переменный					
Напряжение, В	380	380	380	380	380	380
Тип кранового рельса	P50	P50	P50	P50	P50/P65	P50/P65
Собственная масса, т	98,0	220	170	55	155	115
Суммарная установленная мощность, кВт	105	219	200	73	180	150
Количество циклов работы, циклов/ч	15	18	18	10	18	18
* Для кранов К-305Н грузоподъемность на канатах.						
** При замене автоматического захвата траверсой, предназначенной для строповки контейнеров 1АА, 1А и 1АХ за их нижние угловые фитинги, грузоподъемность крана возрастает до 30,5 т.						

У первых **спредеров** запирающие кулачки, вводимые в фитинги при перегрузке, и центрирующие лапы имеют постоянное фиксированное положение, у вторых – захватные кулачки и центрирующие лапы расположены на раздвижных каретках и их положение фиксируется в соответствии с типоразмерами перегружаемых контейнеров.

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т используют автоматический контейнерный захват, предназначенный для оснащения специального козлового крана грузоподъемностью 32 т. Захват крепится к грузоподъемному механизму крана на канатах с помощью полиспастной системы, состоит из трех жестких рам. На верхней блоковой раме установлены механизмы демпфирования груза, механизм вращения с опорно-поворотным шариковым устройством и узлы закрепления канатов. На средней захватной раме по углам установлены четыре захватные головки с поворотными кулачками, четыре жесткие направляющие для центрирования захвата. Вторая захватная рама балочной сварной конструкции предназначена для работы с крупнотоннажными контейнерами массой брутто 30 т. Она имеет по углам четыре захватные головки, четыре центрирующие лапы, собственную гидронасосную систему с аппаратурой, восемь фитингов для присоединения к средней захватной раме и конечный выключатель с грузиком для автоматического перевода механизма подъема на посадочную скорость при соприкосновении грузика с контейнером. Подача электроэнергии осуществляется гибким кабелем со штеп-

сельным соединением. Каждая центрирующая лапа имеет индивидуальный привод, который устанавливается на крышке захватной головки. Подъем и опускание лап осуществляется с помощью гидроцилиндра.



Рисунок 10.3 – Козловые краны для перегрузки крупнотоннажных контейнеров

Для контейнерных пунктов железных дорог принят **унифицированный захват (спредер) РПЧ** (рисунок 10.4). Он состоит из двух жестких рам, одна из которых предназначена для перегрузки контейнеров массой 20 т, а другая – 30 т. Для перегрузки контейнеров массой 30 т первая рама устанавливается на вторую и соединяется с ней с помощью поворотных кулачков. Спредер предназначен для использования с козловыми кранами КК-20, К-305Н.

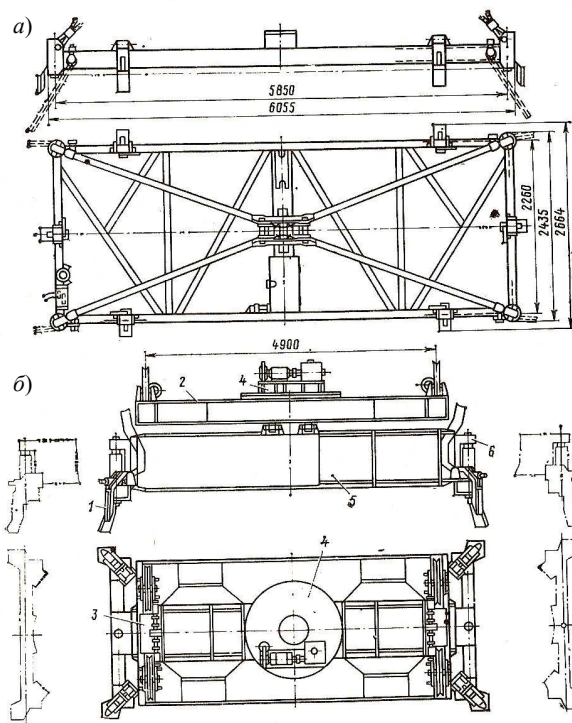


Рисунок 10.4 – Спреди-  
ры: *а* – жесткой конструк-  
ции, *б* – с подвижными  
захватами;  
1 – центрирующие лапы;  
2 – рама; 3 – каретка;  
4 – механизм поворота;  
5 – телескопическая рама;  
6 – захватные балки

Раздвижной спредер конструкции ВНИИПТмаша состоит из рамы, подвешенной на четырех блоках. На раме установлена поворотная платформа с приводом, обеспечивающим частоту вращения 1 об/мин.

Поворотная часть спредера состоит из телескопической рамы, по которой перемещаются каретки с захватными балками. Они снабжены запорными замками с кулачками, вводимыми в фитинги контейнеров, и центрирующими лапами. Время раздвижки рамы составляет 5 с. Общая мощность привода захвата – 12 кВт. Управление спредерами дистанционное – из кабины машиниста.

Привод запорных устройств – электрический, пневматический или гидравлический. Кулачки, введенные в фитинги, замыкаются во время перегрузки контейнера. Ни один из четырех кулачков не может открываться или запирается отдельно, прежде чем они все не примут фиксированные положения. После этого загорается лампочка на раме спредера или в кабине машиниста, что служит машинисту сигналом о возможности подъема контейнера. С началом подъема контейнера все кулачки запираются таким образом, что их нель-

зя открыть случайно. Блокировочное устройство исключает подъем контейнера при неправильном его захвате. Время перегрузки контейнера спредером занимает примерно 15 с. За рубежом имеются краны с жесткой подвеской спредера на поворотной колонне тележки опорного типа. Поднимаемый контейнер может быть повернут в горизонтальной плоскости в любое положение. Устройство жесткой связи увеличивает его массу.

Мостовые краны применяются главным образом на промышленных предприятиях и редко – на контейнерных площадках грузовых дворов. Они позволяют перекрывать значительные пролеты, располагая площадки параллельно друг другу, используя одну эстакаду для двух кранов. Однако устройство эстакады при значительной длине площадки обходится дорого и затрудняет передвижение автомобилей.

Наряду с тяжелыми крановыми установками на рельсовом ходу все большее распространение получают мобильные и облегченные средства механизации. Это козловые краны на пневмоходу, автопогрузчики с фронтальным и боковым расположением грузозахватного органа (вилочного, верхнего захвата, нижнего захвата) (рисунок 10.5), контейнеровозы и контейнеровозы-штабелеры (рисунок 10.6).



Рисунок 10.5 – Автопогрузчики для перегрузки крупнотоннажных контейнеров





Рисунок 10.6 – Контейнеровозы

### 10.5 Схемы механизированной перегрузки

Для работы со среднетоннажными контейнерами рекомендуется использовать **козловые краны** (К-05; К-09; ККДК-10; КК-6; КК-5М), оснащенные автоматическими грузозахватными устройствами. Схема механизированной перегрузки среднетоннажных контейнеров с использованием козлового крана приведена на рисунке 10.7.

**Мостовые краны** применяются в основном на промышленных предприятиях. Они позволяют перекрывать значительные пролеты, располагая площадки параллельно друг другу, используя одну эстакаду для двух кранов (рисунок 10.8).

Схема размещения контейнеров при использовании мостового крана приведена на рисунке 10.9.

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

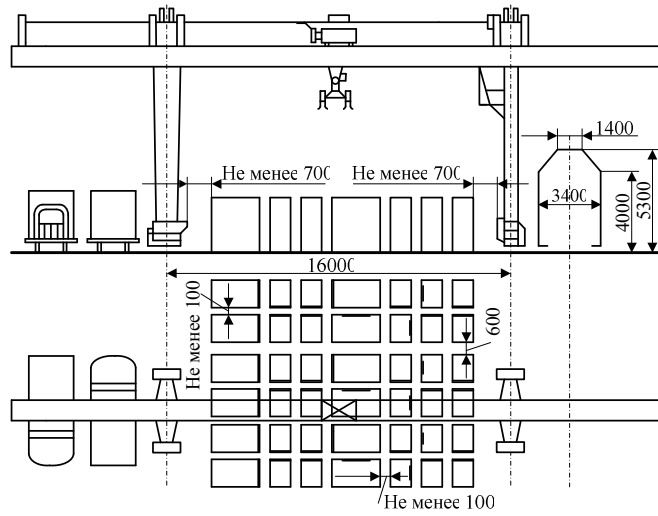


Рисунок 10.7 – Схема механизированной перегрузки среднетоннажных контейнеров с использованием двухконсольного козлового крана

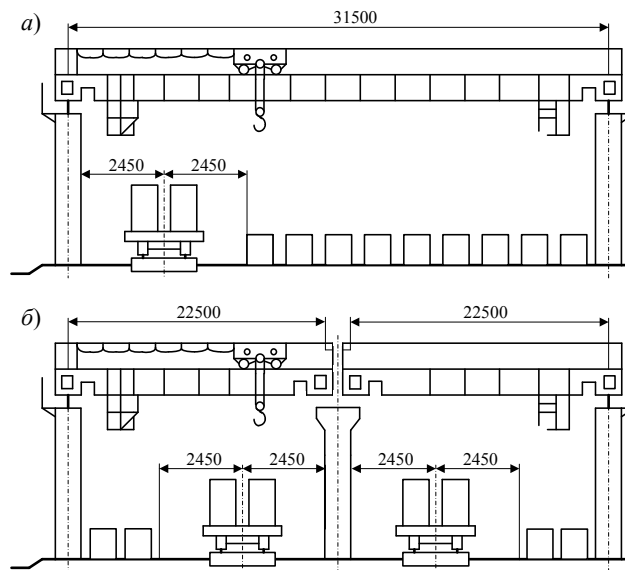


Рисунок 10.8 – Схема механизированной перегрузки контейнеров с использованием мостовых кранов:  
а – однопролетная эстакада; б – двухпролетная эстакада

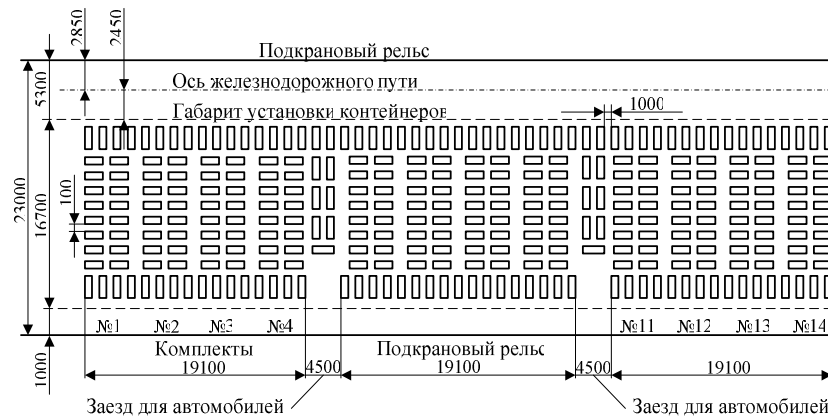


Рисунок 10.9 – Схема расстановки контейнеров при использовании мостового крана

Схема расстановки контейнеров и транспортных средств при использовании стрелового крана на железнодорожном ходу приведена на рисунке 10.10.

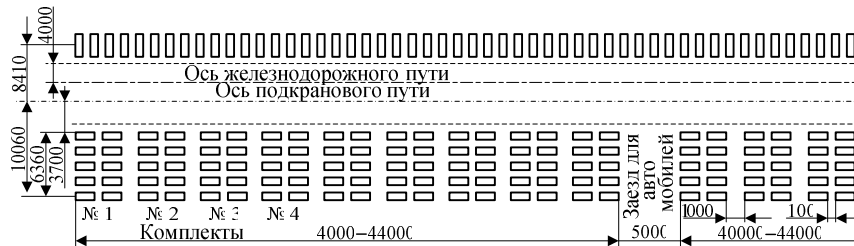


Рисунок 10.10 – Схема расстановки контейнеров и транспортных средств при использовании стрелового крана на железнодорожном ходу

**Автопогрузчики** (40063-К, 4065) используют при отсутствии электроэнергии и малых объемах работы (рисунок 10.11).

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров используются козловые краны (КК-20, КК-24, КК-20/5, КК-24/30,5, КК-25/30,5, КК-30,5, КК-32), стреловые (КС-5363, КС-6362, КС-53), автопогрузчики (4016, 4013, 4014, 7806, 7801, 4070). Схемы механизированной перегрузки крупнотоннажных контейнеров с использованием козловых кранов приведены на рисунках 10.12 и 10.13.

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

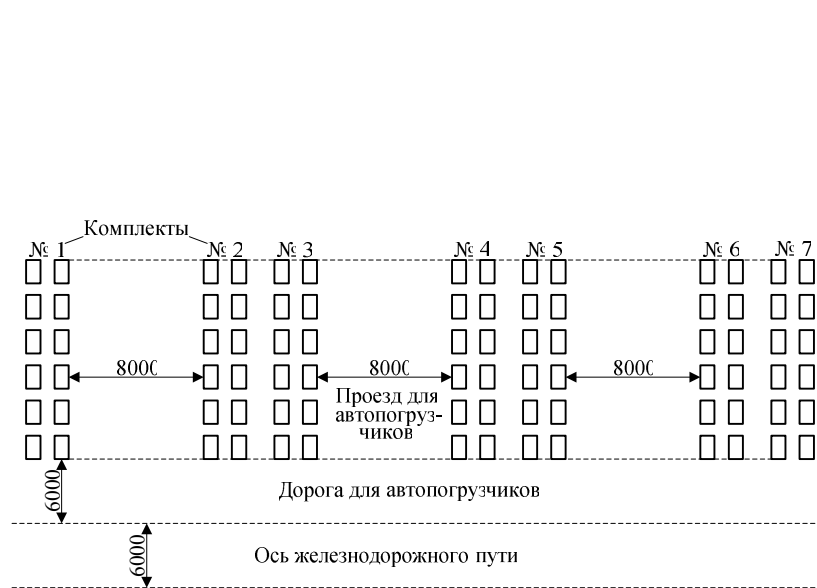
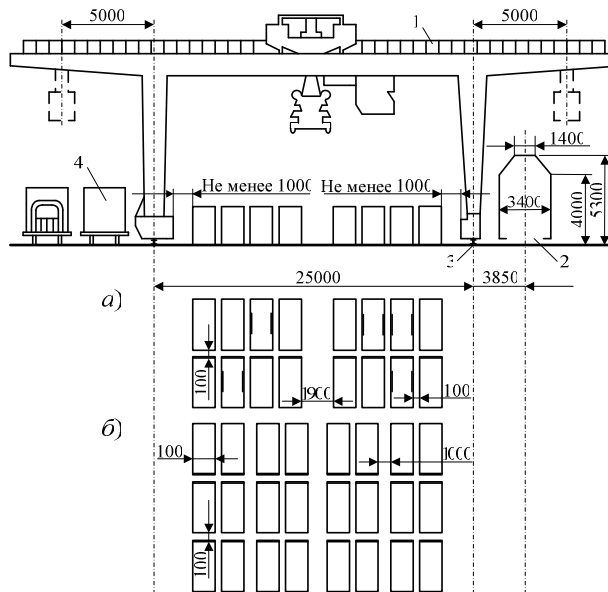


Рисунок 10.11 – Схема размещения контейнеров и транспортных средств при использовании автопогрузчиков

Рисунок 10.12 – Схемы размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с одним железнодорожным путем:

*а* – при поступлении контейнеров с боковыми дверями; *б* – у контейнеров нет боковых дверей;

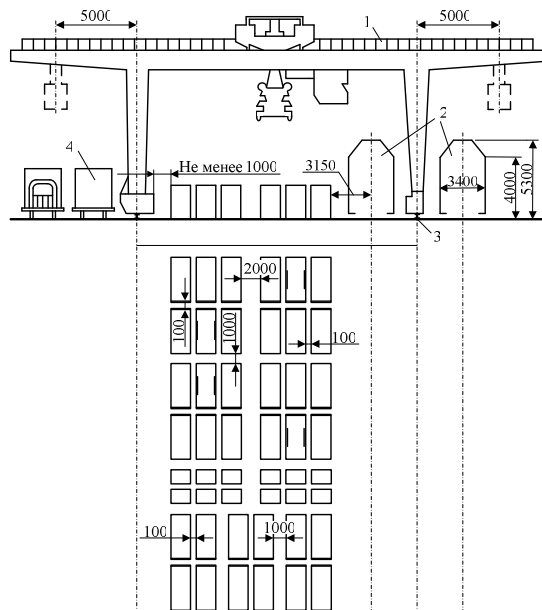
1 – козловой кран; 2 – железнодорожный путь; 3 – подкрановый путь; 4 – автомобиль



Технология перегрузки и выполнения других операций на контейнерном пункте для всех видов контейнеров заключается в следующем.

Площадка для размещения контейнеров делится на секторы. Каждый сектор представляет группу контейнеро-мест, предназначенных для размещения двух рядов контейнеров, как правило, поперек площадки.

Между секторами создаются проходы для приемосдатчиков. Каждый ряд контейнеро-мест в секторе и каждое контейнеро-место в ряду нумеруются. Номер ряда и номер контейнеро-мест представляют собой координаты последнего и служат для быстрого нахождения контейнера.



Машинист крана точно наводит спредер на фитинги очередного контейнера, опускает его до плотной посадки и включает механизм поворота цапф с кулачками на 90°, захватывает контейнер. Получив сигнал о правильном выполнении операции захвата (загорается сигнальная лампочка на пульте в кабине машиниста крана), поднимает контейнер на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов и переносит к заданному месту. Перед установкой

Рисунок 10.13 – Схемы размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с двумя железнодорожными путями

контейнера на место машинист крана опускает его на 0,2–0,3 м от покрытия площадки или крыши контейнера (при установке в два яруса), затем поворачивает в нужное положение и опускает на место установки. Крановщик под руководством приемосдатчика производит застропку контейнеров, перемещение их и установку в указанном месте на площадку или в кузов автомобиля.

При выгрузке контейнеров из вагона на площадку машинист крана считывает визуально и передает голосом по связи приемосдатчику инвентарный номер контейнера и координаты места, на котором он поставлен. Эту информацию переносят в накладную на соответствующий прибывший контейнер.

При выгрузке контейнеров с автомобиля машинист крана передает приемосдатчику информацию таким же способом и такого же содержания, которую последний заносит в накладную на соответствующий отправляемый контейнер. При погрузке контейнеров с площадки на автомобиль приемос-

датчик, пользуясь информацией, имеющейся в накладных, передает машинисту крана координаты места, с которого следует взять контейнер, а также инвентарный номер контейнера. Машинист крана проверяет названный приемосдатчиком номер контейнера с фактическим. При погрузке контейнеров в вагоны приемосдатчик составляет в двух экземплярах план погрузки, в котором указывает порядковый номер вагона в подаче, станцию назначения вагона, инвентарный номер контейнера и номер нахождения его на контейнерной площадке. Один экземпляр приемосдатчик отдает машинисту крана, а другой оставляет у себя.

Пользуясь полученными данными, машинист крана находит требуемый контейнер и осуществляет его погрузку в вагон. Одновременно он передает голосом по связи приемосдатчику инвентарный номер погружаемого контейнера, который приемосдатчик сверяет с номером, указанным в плане.

При оборудовании кранов и контейнерной площадки устройствами идентификации положения кранов голосом по связи передается только инвентарный номер контейнера, а координаты места его установки автоматически высвечиваются на табло в кабине машиниста крана и на дисплее приемосдатчика.

Погрузку и выгрузку контейнеров следует максимально выполнять по прямому варианту вагон – автомобиль, автомобиль – вагон. Сокращение холостых пробегов крана достигается чередованием операций по выгрузке контейнеров из вагонов и автомобилей с операциями погрузки контейнеров в вагоны и автомобили (сдвоенные операции). При поступлении на контейнерный пункт груженых вагонов с местными и транзитными контейнерами сначала с каждого вагона выгружают часть местных или некомплектуемых транзитных контейнеров данной подачи. Затем переставляют транзитные контейнеры с вагона на вагон и выгружают оставшиеся местные, а также некомплектуемые транзитные контейнеры данной подачи и погружают в вагоны до полных комплектов контейнерами, находящимися на площадке.

Информация о завезенных контейнерах на контейнерный пункт вводится оператором в ЭВМ, которая составляет план работы кранов по перегрузке контейнеров, а также выдает для водителя-экспедитора наряд на вывоз очережных контейнеров. Выработанные ЭВМ команды передаются на табло машинистов кранов и для контроля на дисплей приемосдатчику. При вывозе контейнеров с контейнерного пункта их номера также вводятся в ЭВМ с дисплея, установленного на выезде с территории контейнерного пункта. Работа всех операторов ведется в диалоговом режиме.

Совершенствование технологии переработки контейнеров на крупных контейнерных пунктах предусматривает применение системы связи и автоматизацию производственных операций с внедрением автоматизированной системы управления и использованием компьютерной техники.

### 10.6 Определение параметров склада по элементарным площадкам

Вначале определяют ширину контейнерной площадки ( $B_{ск}$ ) в зависимости от используемых средств механизации (см. подразд. 9.1). Затем производят планировку рациональной расстановки контейнеров на площадке и выделяют элементарную площадку с размерами  $l_{эл}$  (длина) и  $b_{л}$  (ширина).

Длина склада, м:

$$L = L_k + L_{в.з} + L_p, \quad (10.1)$$

где  $L_k$  – длина склада, необходимая для размещения контейнеров, без учета въездов для автотранспорта, м,

$$L_k = (n_{эл} / \kappa_{эл}) l_{эл}, \quad (10.2)$$

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

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

$l_{эл}$  – длина элементарной площадки, м;

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

$L_p$  – длина склада, необходимая для размещения контейнеров, направляемых в ремонт, м.

Для схемы расстановки контейнеров, приведенной на рисунке 10.10,

$$l_{эл} = 2l_k + b'_3 + b''_3, \quad (10.3)$$

где  $l_k$  – длина контейнера, м;

$b'_3$  – расстояние между рядом стоящими контейнерами, м;

$b''_3$  – расстояние между рядом расположенными элементарными площадками, м.

$$n_{эл} = \frac{(Q_{сут}^{р(ск.а)} t_{хр}^o + Q_{сут}^{р(ск.ж)} t_{хр}^{пр})}{E_{эл}}, \quad (10.4)$$

где  $Q_{сут}^{р(ск.а)}$ ,  $Q_{сут}^{р(ск.ж)}$  – расчетный суточный грузопоток, поступающий на хранение в склад соответственно автомобильным и железнодорожным транспортом (см. п. 8.3.2), т;

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

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

$$E_{\text{эл}} = n_{\text{к}}^{\text{эл}} P_{\text{гр}}^{\text{к}}; \quad (10.5)$$

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

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

$$L_{\text{вз}} = \frac{n_{\text{к}}^{\text{вз}}}{n_{\text{к}}^{\text{эл}}} l_{\text{эл}}, \quad (10.6)$$

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

$$n_{\text{к}}^{\text{вз}} = (N_{\text{в}} l_{\text{вз}} b_{\text{вз}}) / F_{\text{к}}; \quad (10.7)$$

$N_{\text{в}}$  – количество въездов,

$$N_{\text{в}} = \left\lfloor \frac{L_{\text{к}}}{l_{\text{в}}} - 1 \right\rfloor; \quad (10.8)$$

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

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

$l_{\text{в}}$  – расстояние между въездами, м (для мостовых кранов – 20, стреловых – 40 м).

### **10.7 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций**

Перед началом смены машинист обязан ознакомиться с техническим состоянием крана. После осмотра крана следует опробовать работу механизмов крана на холостом ходу. При этом тормозной путь крана должен быть не более 1 м, а все механизмы должны работать без заеданий и избыточного шума.

Прежде чем привести кран в движение, необходимо убедиться, что на крановых путях нет людей, грузов или посторонних предметов. Если масса контейнера близка к грузоподъемности крана, его сначала поднимают на высоту 100 мм, проверяют безотказность действия тормозов и лишь затем продолжают подъем и перемещение. Поднимая контейнер, нужно следить,



чтобы он не упирался в мостовое строение или опоры крана. Перемещать поднятый контейнер нужно на такой высоте, чтобы между ним и встречающимися на пути предметами был просвет не менее 0,5 м.

Машинист крана во время работы должен следить, чтобы не нарушались габариты укладки грузов и не загромождались проходы на контейнерной площадке.

Расстояние между тележками кранов, работающих на одном пути, не должно быть менее 1 м; нельзя подталкивать кран краном.

Окончив работу, машинист обязан установить кран на место, предназначенное для его стоянки. Крюк крана должен быть поднят в верхнее положение, а захваты опущены на специальный стеллаж.

Перед началом работы стропальщик должен проверить исправность грузозахватных приспособлений. Чтобы подняться на крышу контейнера для его захвата, стропальщики обязаны пользоваться легкими переносными лестницами. На опорах козловых кранов устанавливают специальные площадки с перекидными мостками для перехода на крышу контейнера.

На подкрановых путях устанавливают автоматически действующие концевые выключатели, при срабатывании которых краны останавливаются. Тупиковые подкрановые пути оборудуются упорами.

Для повышения безопасности и производительности кранов следует применять автоматическое ограничение высоты подъема груза, автоматическое регулирование разгона и замедления всех крановых двигателей, плавное бесступенчатое изменение скорости всех механизмов, автоматическую доставку груза на заданной высоте, а грузовой тележки и крана – на заданном расстоянии. Освещают площадку и рабочее пространство в зоне действия крана светильниками, установленными на стационарных опорах по продольным сторонам складской площадки и автопроездов, а также на кранах.

Освещенность в рабочей зоне под краном должна быть не ниже 20 лк, а при работе с автостропом на уровне площадки и автоподъездов – не ниже 5 лк.

Скорость движения автомобилей на территории контейнерного пункта не должна превышать 15 км/ч.

## **11** ОРГАНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОГРУЗКИ, ВЫГРУЗКИ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ

---

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

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

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

*Металлические конструкции* складывают в штабеля высотой до 2 м.

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

Расстояние между соседними штабелями или рядом стоящими грузами должно быть 1,0–1,5 м.

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

Расчет параметров склада выполняется по формулам, приведенным в п. 9.4.5. Параметры элементарной площадки определяются с учетом изложенных требований по размещению этих грузов на площадке.

## 12 КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

### 12.1 Общая характеристика грузов

**Л**есные грузы подразделяют на круглый лес, пиломатериалы, заготовки и изделия из дерева.

Лесоматериалы в зависимости от влажности бывают воздушно-сухими (влажность – 10–18 %), полусухими (18–25 %) и сырыми (> 25 %). Плотность древесины различных пород приведена в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Плотность древесины

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

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

Верхние торцы круглых лесоматериалов, поступающих на хранение, должны иметь маркировку. Длина круглого леса изменяется в пределах указанных размеров с градацией 0,5 или 0,25 м.

**Пиломатериалы** (рисунок 12.1) подразделяют на доски, бруски, брусья, пластины, двухкантные брусья (шпалы), пластины обрезные, необрезные

доски, доски с тупым обзолом, четвертины, брусы с обзолом, горбыли. К пиломатериалам также относят клепку, драпку, тарную дощечку.

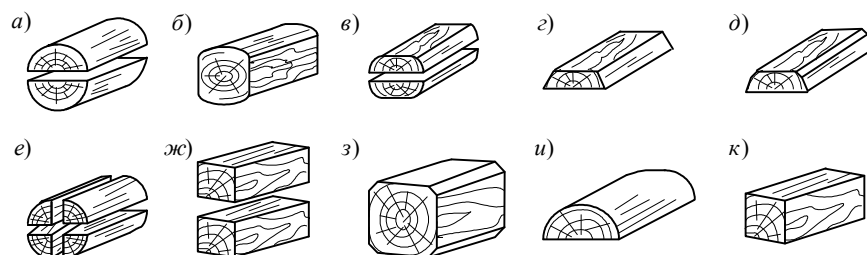


Рисунок 12.1 – Виды пиломатериалов:

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

Размеры некоторых видов пиломатериалов приведены в таблице 12.2.

Таблица 12.2 – Размеры пиломатериалов хвойных пород

Материал	Размеры, мм		
	толщина	ширина	длина
Доски	13–40	80–250	1000–6500*
Бруски	50–100	80–250	1000–6500*
Брусья	130–250	150–250	1000–6500*

\*Длина пиломатериалов изменяется с градацией 0,25 м.

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

## 12.2 Пакетирование лесоматериалов











Лесоматериалы могут перемещаться в виде отдельных бревен, пиломатериалов, пачками и пакетами. **Пачка** – совокупность хлыстов, сортиментов, собранных вместе для последующих технологических или транспортных операций и не скрепленных обвязкой.

Форма и размеры пачки в процессе выполнения транспортных и перегрузочных операций не сохраняются. **Пакет** – совокупность лесоматериалов установленной формы и размеров, фиксированных обвязкой, контейнером или другим устройством.

Характеристика транспортных пакетов приведена в таблице 12.3.

Пакет формируется единожды у мест производства и затем без расформирования проходит все этапы транспортного процесса от поставщика до склада потребителя.

Таблица 12.3 – Транспортные пакеты лесоматериалов

Виды пакетов и обвязок	Пакетируемые лесоматериалы	Схемы пакетов	Размеры пакетов, мм			Масса пакета, т
			ширина	высота	длина	
Пакеты в контейнерах-обрешетках	Короткомерные круглые и колотые лесоматериалы		2500–2700	2750 и 1400	До 4000	До 10
Пакеты в брусково-проволочной обвязке: прямоугольные (а)  трапецидальные (б)	Пиломатериалы	а) 	850–1350	700–1400	До 6500	До 10
	Пиломатериалы, круглые лесоматериалы, шпалы	б) 	$\frac{1200}{2600-2700}$	1100–1200	До 6500	До 10
Пакеты в проволочной, тросовой обвязке и стальной ленте: цилиндрические (а)  прямоугольные (б)	Круглые лесоматериалы, тарная доска, клепка	а) 	1300–1350	1300–1350	До 6500	До 6
	Пиломатериалы, обалол, шпала	б) 	1000–2800	500–1350	До 6500	До 10
Пакеты в полужестких многооборотных стропках (ПС, СМ): прямоугольные (а)  трапецидальные (б)  прямоугольные с усеченными углами (в)  комбинированные (г)	Пиломатериалы, тарная доска, клепка, шпала, обалол	а) 	1350 и 2800	1300–1350	1000–6500	5
	То же	б) 	$\frac{1250}{2700}$	1200	3000–6500	5
	Круглые и колотые лесоматериалы, шпалы	в) 	2500–2800	1400 и 2200	1000–6500	5–15
	Пиломатериалы, круглые лесоматериалы	г) 	$\frac{1250}{2000-2700}$	1200–2400	800–6500	6
Пакеты в гибких строп-контейнерах СК-5 эллипсоидального сечения	Круглые лесоматериалы		2500–2800	1200–1400	4500–6500	До 10

Для пакетирования лесоматериалов применяют брусково-проволочную обвязку, тросы, прорезиненную хлопчатобумажную и капроновую ленты, полугибкие стропы (основные средства пакетирования).

Перед обвязкой пиломатериалов пакеты уплотняют гидропрессами.

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

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

Параметры пакетов и строп, используемых для их скрепления, приведены в таблице 12.4.

Таблица 12.4 – Характеристики строп и пакетов лесоматериалов

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

### 12.3 Транспортные средства для перевозки лесных грузов

По железной дороге лесные грузы перевозят в полувагонах, на платформах и в крытых вагонах (таблица 12.5). Основная масса лесоматериалов перевозится в полувагонах.

Для перевозки лесных грузов автотранспортом используют автомашины с прицепами и без них различных моделей (ЗИЛ, МАЗ, КрАЗ, УралАЗ). При массовых перевозках целесообразно использовать машины-лесовозы.

Автопоезд в составе тягача МАЗ-504 и полуприцепа МАЗ-5245 (рисунок 12.2, а), оборудованного лесовозными кониками, перевозит один или несколько пакетов общей массой 14 т. Габаритная длина этого автопоезда составляет 11,1 м при внутренней длине грузовой платформы 7,8 м.

Таблица 12.5 – Характеристики вагонов

Тип подвижного состава	Грузо-подъемность, т	Внутренняя длина, мм	Внутренняя ширина, мм	Высота бортов, мм	
				боковых	торцевых
Шестиосный полувагон	93–100	14388	2908	2365	2365
Четырехосный полувагон	62–65	12070	2850	2100	2110
Четырехосная платформа	62–65	13300	2770	500	300
Вагон крытый четырехосный	60	13830	2700	2900	2900
То же, шестиосный	95–100	15610	2900	2730	2730
Шестиосная платформа	90	13300	–	500	300
Четырехосная удлиненная платформа	60	20300	–	500	300

Максимальная ширина по наружным кромкам лесовозных коников – 2,5 м, внутренняя ширина между кониками – 2,4 м.

Автопоезд в составе тягача ЗИЛ-130В и полуприцепа ОДА3-885 (рисунок 12.2, б) имеет грузоподъемность 7,5 т. Пакеты круглого и пиленого леса, в зависимости от длины сортиментов, грузят на прицеп по одному или по двое встык.

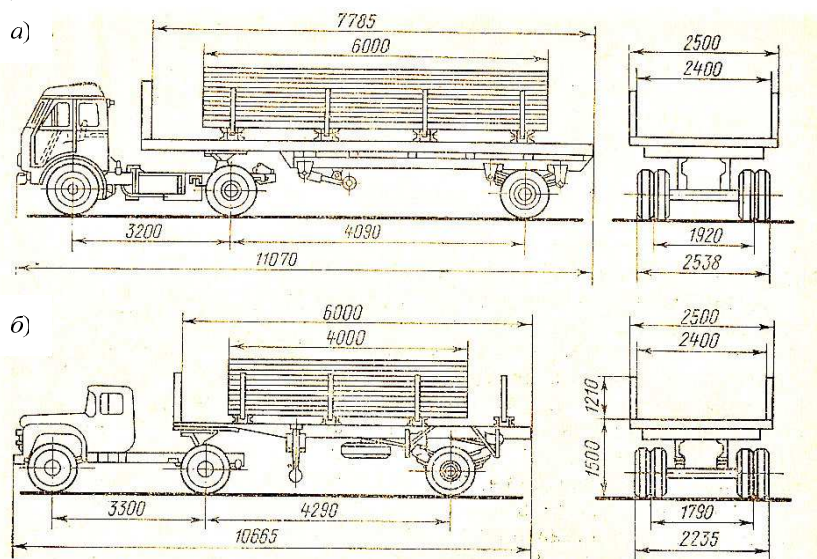


Рисунок 12.2 – Основные технологические параметры автомобилей-лесовозов:

а – автопоезд в составе тягача МАЗ-504 и полуприцепа МАЗ-5245;

б – автопоезд в составе тягача ЗИЛ-130В и полуприцепа ОДА3-885

Автомобили-лесовозы, оборудованные кранами-манипуляторами, приведены на рисунке 12.3.

УРАЛ-4320-10 в составе с краном-манипулятором ПЛ-70-01 платформой с поворотным коником и ограждением



МАЗ-6303С

КРАЗ-260 в составе с краном-манипулятором ЛВ-190-03



Автомобиль-сортировочный КРАЗ-255 КЛ с краном-манипулятором



КАМАЗ-4310 КЛ с краном-манипулятором



Рисунок 12.3 – Автомобили-лесовозы

#### **12.4 Условия размещения и хранения лесных грузов на складах**

Склады лесоматериалов подразделяют на заготовительные, лесоперерабатывающих заводов, лесных баз, транспортных организаций и объектов строительства.



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

**Круглый лес** складывают и хранят на открытых площадках.

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

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

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

Штабеля для хранения круглого леса бывают: клеточные, рядовые без прокладок, рядовые с прокладками, пакетные (рисунок 12.4).

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

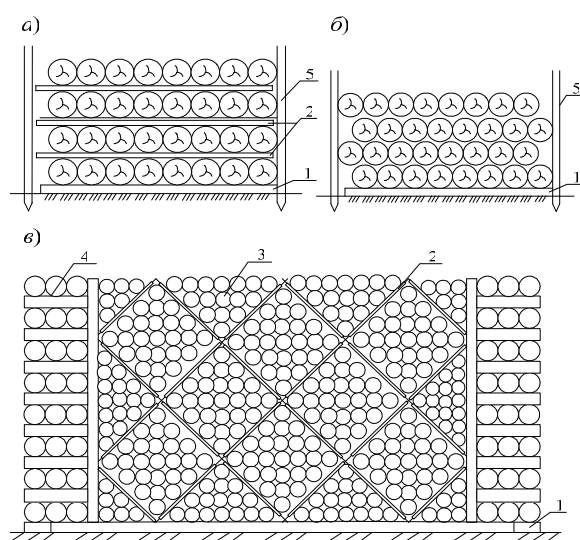


Рисунок 12.4 – Типы штабелей для укладки круглого леса:

- a* – рядовой с прокладками;
- б* – рядовой без прокладок;
- в* – пакетно-клеточный;
- 1 – основание; 2 – прокладка;
- 3 – пакет; 4 – клеточный штабель; 5 – стойка

Пиломатериалы хранят в штабелях прямоугольной или квадратной формы, уложенными на ленточный фундамент. Расстояние между осями отдельных фундаментов во избежание прогиба досок принимают 2–2,5 м. Высота подштабельных оснований – 0,6–0,75 м (в зависимости от толщины снежного покрова). Поверх фундаментов укладывают брусья толщиной не менее 110 мм. Пиломатериалы хранят в штабелях правильными рядами или

стандартными пакетами с разделением их сухими прокладками толщиной 25 мм. Пиломатериалы влажностью более 25 % следует хранить в штабелях с разряженной или клеточной укладкой под навесами, обеспечивающими естественную сушку. Для защиты от солнечных лучей и атмосферных осадков штабеля покрывают односкатной крышей с уклоном 0,12 ‰ из досок толщиной 22–25 мм в два слоя с перекрытием стыков. Крыша должна выступать на 0,5 м в промежутках между штабелями и на 0,75 м – в проездах.

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

Щепа, осмол, дрова, опилки можно хранить в кучах прямоугольной или круглой формы.

Лесоматериалы на площадках размещают группами по 6–12 штабелей, уложенных в два параллельных ряда. Размеры штабелей и их расположение на площадке зависит от размеров леса, способа хранения и применяемых средств механизации (рисунок 12.5). Параметры штабелей круглого леса и пиломатериалов приведены в таблице 12.6.

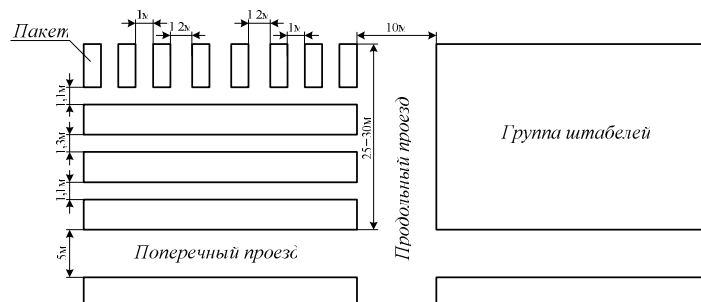


Рисунок 12.5 – Размещение групп штабелей на складе

Таблица 12.6 – Размеры штабелей леса

Лесоматериал		Размеры штабелей, м		
		длина	ширина	высота
Круглый лес	короткий	10–15	3–5	2–4
	средний	40–60	5–8	4–8
	длинный	100–400	7–14	10–12
Доски, брусья	короткие	5–8	3–4	1,5–4
	средние	8–10	4–6	До 6
	длинные	10–20	8–9	” 9

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

## 12.5 Основные средства механизации перегрузочных работ

Для погрузки деревьев с кроной и хлыстов в подвижной состав лесовозного транспорта применяют погрузчики с челюстными захватами грузоподъемностью 6,5 т и более.

Нижние лесозаготовительные склады оборудованы кранами мостового типа, сучкорезными и окорочными машинами, пильными и раскряжевочными машинами, различными типами конвейеров. Здесь широко применяются козловые краны ККУ-10 М, ККУ-125, ККС-10 и К-305 Н. Также применяют кабельные краны грузоподъемностью 20 т и пролетом до 100 м. Широко применяются крупногабаритные автопогрузчики различных типов с вилочными и специальными захватами.

На грузовых дворах железнодорожных станций площадки для выгрузки леса размещают в зоне переработки тяжеловесных грузов. Это позволяет использовать для грузовых операций с лесоматериалами те же средства механизации, что и для тяжеловесных грузов. В этом случае краны оснащают сменными грузозахватными устройствами.

На специализированных площадках грузовых дворов используют мостовые, козловые краны К-05, К-09 с лесными грейферами, ККУ-7,5, ККУ-10, ККУ-12,5, ККУ-10М, К-305Н, ККС-10 с набором сменных грузозахватных приспособлений для пиломатериалов (рисунок 12.6) и грейферы для перегрузки круглого леса (рисунок 12.7).

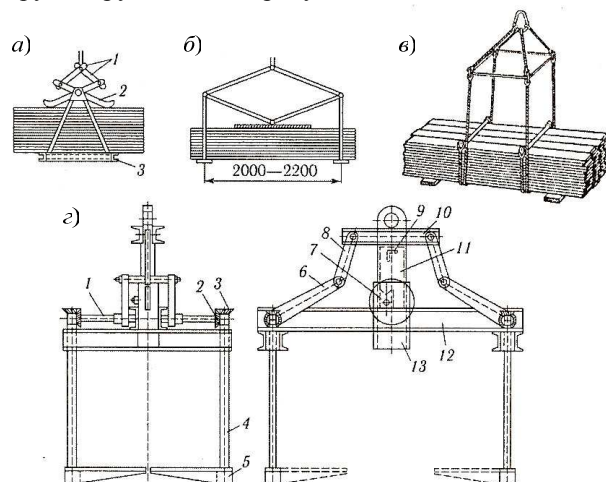


Рисунок 12.6 – Захваты для пиломатериалов:

- а* – трехзвенный;
- б* – четырехзвенный;
- в* – пространственная траверса; *г* – с поворотными лапами; 1 – опора; 2, 3 – шестерни; 4 – вертикальный вал; 5 – поворотные лапы; 6 – рычажная система; 7 – поворотная звездочка; 8 – рычаг; 9 – упор; 10 – траверса; 11, 13 – ползуны; 12 – рама

Выгрузка длинномерного круглого леса из полувагонов может выполняться передвижными стреловыми кранами с грейферами, крупногабаритными автопогрузчиками, оборудованными стрелой и грейферами.

Применение автопогрузчиков с унифицированными быстросъемными захватами, грейферами, зажимными устройствами, удлинителями вилок позволяют их использовать более эффективно при перегрузке и штабелировании лесных грузов.

В настоящее время применяют башенные краны КБ-1003, КБ-405, КБ-572, БКСМ-МПМЗ, БКСМ-8П.

На складах большой емкости применяют кабельные краны с пролетами от 100 до 600 м грузоподъемностью 7,5; 20; 30 т и мостокабельные краны грузоподъемностью 10 т.

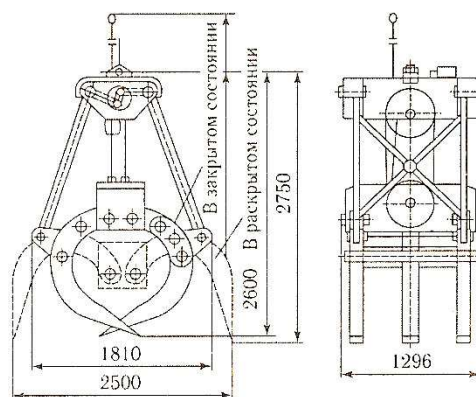


Рисунок 12.7 – Грейфер для перегрузки леса

### 12.6 Схемы механизации и технология выполнения погрузочно-разгрузочных работ и складских операций

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

При малых объемах работы для погрузки и выгрузки круглого леса используют автопогрузчики с грейферным захватом (рисунок 12.8). Со среднесуточным прибытием 5–10 вагонов для выгрузки из вагонов и погрузки на автотранспорт эффективнее использовать стреловые краны с грейфером для леса или стропами (рисунки 12.9, 12.10).

При прибытии на станцию 19–40 вагонов в сутки используют мостовые и козловые краны К-05, К-09 со специальными грейферами для леса, а при поступлении более 40 вагонов эффективно применение козловых кранов ККС-10 с пролетом 32 м с набором грузозахватных устройств для пиломатериалов и круглого леса (рисунок 12.11). Кроме того, можно использовать козловые краны, специально предназначенные для перегрузки лесных материалов, – ККУ-7,5; ККУ-10; ККУ-12,5. Находят применение и башенные

краны, оборудованные стропами или специальными грейферными захватами (рисунок 12.12), – КБ-1003, КБ-405, КБ-572, БКСМ-8П.

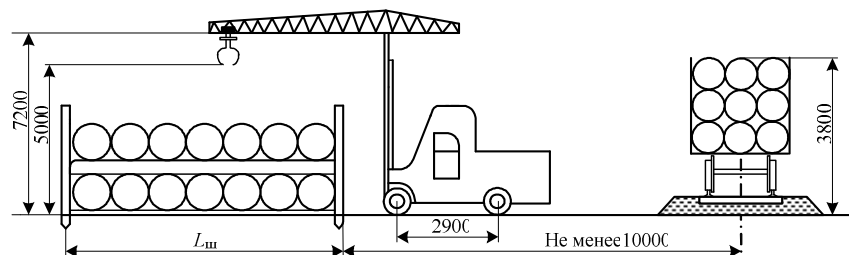


Рисунок 12.8 – Схема механизированной погрузки, выгрузки круглого леса автопогрузчиком с грейферным захватом

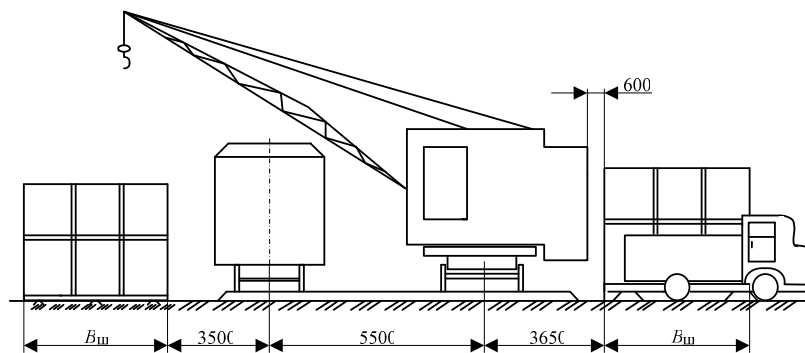


Рисунок 12.9 – Схема механизированной выгрузки лесных грузов стреловым краном

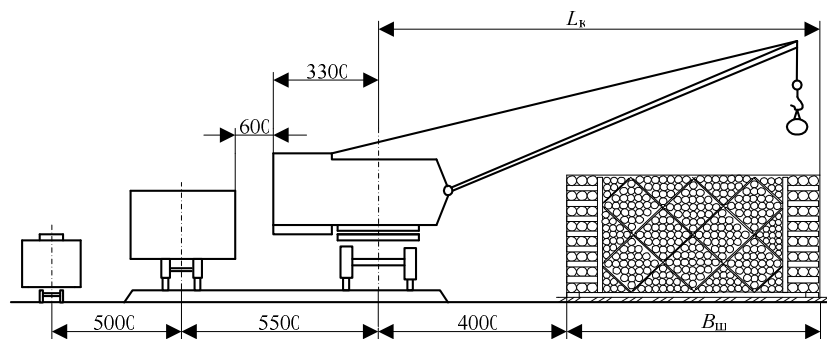


Рисунок 12.10 – Схема механизированной погрузки, выгрузки лесных грузов стреловым краном, оборудованным стропами

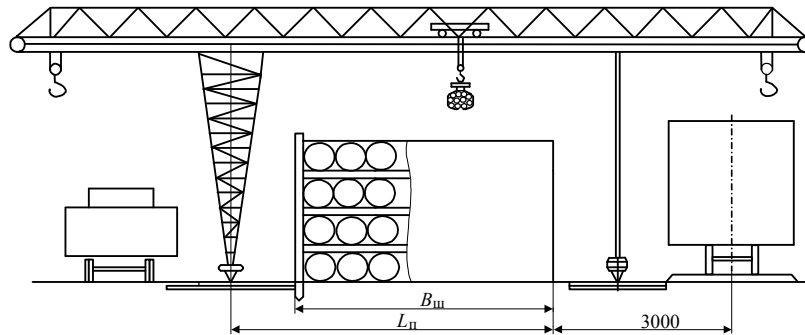


Рисунок 12.11 – Схема механизированной погрузки, выгрузки лесоматериалов козловым краном, оборудованным набором грузозахватных устройств

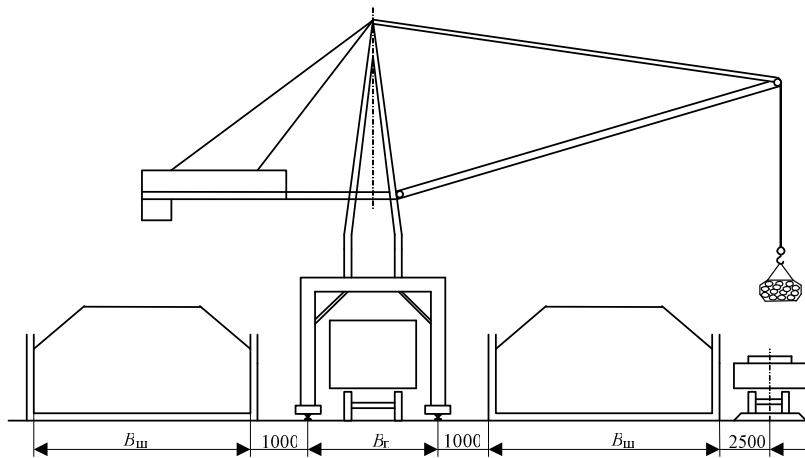


Рисунок 12.12 – Схема механизированной погрузки, выгрузки грузов башенным краном, оборудованным стропами или грейферным захватом

### 12.7 Определение параметров склада по элементарным площадкам

При выборе площадки для размещения лесоматериалов учитывают следующие факторы:

- вид и количество лесоматериалов, предназначенных для хранения;
- способ доставки лесоматериалов (транспорт, периодичность, величина партий груза);
- расположение потребителей лесоматериалов;

- способ хранения древесины (мокрый, влажный, сухой);
- способ сушки (естественный, принудительный);
- средства механизации, используемые на складе.

Габаритные размеры штабелей (см. таблицу 12.6) заданы с учетом удобства их обслуживания средствами механизации и обеспечения пожарной безопасности.

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

$$V_{\text{ш}}^{\text{п}} = V_{\text{ш}}^{\text{г}} k_3, \quad (12.1)$$

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

$k_3$  – коэффициент заполнения (полнодревесности) штабеля (при хранении бревен без прокладок – 0,65–0,72, на прокладках – 0,47–0,60, пакетами – 0,60–0,70, для досок – 0,40–0,50, брусьев – 0,5–0,6).

**Число штабелей** для хранения заданных объемов круглого леса или пиломатериалов

$$n_{\text{ш}} = k_{\text{ш}} V_{\text{л}} / V_{\text{ш}}^{\text{п}}, \quad (12.2)$$

где  $k_{\text{ш}}$  – коэффициент, учитывающий недогрузку штабелей (1,1–1,2);

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

$$V_{\text{л}} = Q_{\text{сут}}^{\text{п(ск)}} t_{\text{хр}} / \rho, \quad (12.3)$$

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

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

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

Зная площадь, занимаемую штабелем леса, количество штабелей, определяют площадь, длину и ширину склада на основании требований по размещению штабелей, изложенных в подразд. 12.4.

### **12.8 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций**

При организации пакетных перевозок лесных грузов значительно улучшаются условия выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ. Чтобы обеспечить устойчивость штабелей, пакетированные лесоматериалы необходимо укладывать «вперевязку» или формировать пакетные штабеля

уступами. Когда складировать пакеты круглых длинных лесоматериалов, крайние пакеты целесообразно укладывать торцами наружу, что исключает развал пакета и падение отдельных бревен при разрыве верхних соединительных стяжек. Складские и погрузочно-разгрузочные работы с пакетированными лесоматериалами нужно осуществлять по рекомендованным типовым технологическим схемам с использованием соответствующих грузозахватных устройств.

Неисправные средства пакетирования должны своевременно выбраковываться.

Неисправными (поврежденными) считаются полужесткие стропы, имеющие:

- трещины или обрывы любого элемента стропа;
- деформацию боковой грузовой тяги стропа или нижней полосы при радиусегиба менее 50 мм и углегиба  $\alpha$  (между частями деформированного элемента) менее  $90^\circ$ ;
- общее утончение любого элемента стропа (вследствие коррозии или механического повреждения) на величину 10 % и более от номинальной площади их поперечного сечения;
- осевую (спиральную) деформацию нижней части полосы  $45^\circ$ .

Стропы, имеющие деформацию (стрелу прогиба) боковых грузовых тяг или нижних полос 120 мм и менее, подлежат возврату или очередному использованию без исправления, а имеющие деформацию более указанной, но не достигшую «критической», считают пригодными для эксплуатации, но перед упаковкой в пачки они должны быть выправлены. Краны, тельферы, напольные грузоподъемные машины, а также грузозахватные приспособления, используемые для работы с лесными грузами, должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Масса пакета лесоматериалов не должна превышать суммарную грузоподъемность используемых пакетобразующих средств, которые необходимо размещать на одинаковом расстоянии от центра тяжести пакета. Одним из основных требований для обеспечения безопасности выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ и сохранной перевозки, в особенности на открытом подвижном составе, является плотная утяжка пакетов и блокпакетов.

В процессе перегрузки пакетов следует особенно внимательно следить, чтобы грузозахватное приспособление было правильно наложено на пакет. Во время перемещения пакета краном, стрелой или другим грузоподъемным механизмом рабочие должны находиться на безопасном расстоянии от пе-



ремещаемого пакета. Для штабелирования пакетов на складе, укладки их в трюмах судов и вагонах наиболее целесообразно использовать полуавтоматические и автоматические грузозахватные приспособления, исключающие непосредственное участие рабочих-стропальщиков в грузовых работах и в особенности – на штабеле.

При выполнении складских и погрузочно-разгрузочных работ с лесными грузами в пакетах, блок-пакетах требуется соблюдать действующие правила по охране труда при перегрузке и хранении различных лесоматериалов, включая дополнительные правила, разработанные применительно к специфическим особенностям отдельных сортиментов, транспортируемых как в пакетированном, так и в непaketированном виде, а также условиям работы конкретных предприятий-грузоотправителей (грузополучателей) и железнодорожных станций.

## **13 КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕГРУЗКИ НАВАЛОЧНЫХ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ**

### **13.1 Условия размещения и хранения грузов на складах**

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

При выборе типа склада, автомобилей и вагонов для перевозки, хранения навалочных сыпучих грузов и схемы КМАПРР необходимо учитывать следующие его характеристики: гранулометрический состав, насыпную плотность, влажность, угол естественного откоса, абразивность, коррозионность, липкость, ядовитость, взрывоопасность, способность самовозгорания, слеживаемость, смерзаемость. Значения углов естественного откоса и объемной массы некоторых грузов приведены в таблице 13.1.

Навалочные сыпучие грузы в зависимости от условий хранения и перевозок подразделяют на **две группы**:

- грузы, перевозимые на открытом подвижном составе и хранимые в открытых складах (уголь, торф, сланцы, щебень, гравий, бутовый камень, песок, глина и др.);
- грузы, перевозимые в крытом подвижном составе и хранимые в закрытых складах, элеваторах, под навесами (цемент, негашеная известь, алебастр, мел, минеральные удобрения).

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

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

Таблица 13.1 – Объемные массы и углы естественного откоса

Материал	Объемная масса $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса $\rho$ , град	
		в движении	в покое
Антрацит	0,90	27	45
Булыжник	2,10	–	38
Гипс дробленый	1,20–1,45	35	35
Глина сухая	1,80–2,00	40	40
Глина сырая	2,00–2,10	20	25
Гравий	1,50–2,00	30	45
Земля влажная	1,60–1,90	17	27
Известь гашеная в порошке	0,50–0,70	30	50
Бут	1,60–2,00	30	45
Кокс	0,40–0,50	35	50
Мел дробленый	1,40	39	39
Песок	1,40–1,60	30	32–35
Руда	1,70–3,50	30	50
Руда марганцевая	1,70–1,90	35	40
Соль каменная	1,70–2,00	35	50
Торф кусковой воздушно-сухой	0,30–0,50	40	45
Торф фрезерный влажный	0,55–0,65	40	50
Уголь бурый	0,65–0,80	35	50
Уголь каменный	0,80–0,85	30	45
Цемент	0,90–1,30	20	40
Шлак доменный	0,60–1,00	35	50
Щебень	1,80–2,00	35	45

По гранулометрическому составу навалочные насыпные грузы различают следующим образом (таблица 13.2):

Таблица 13.2 – Размеры частиц навалочных насыпных грузов

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

Грузы первой группы хранят на открытых площадках и штабелях: обелисковых (рисунок 13.1, а), призматических (рисунок 13.1, б), круговых (рисунок 13.1, в), радиальных (рисунок 13.1, г), конусных (рисунок 13.1, д), М-образных (рисунок 13.1, е), хребтовых (рисунок 13.1, ж).

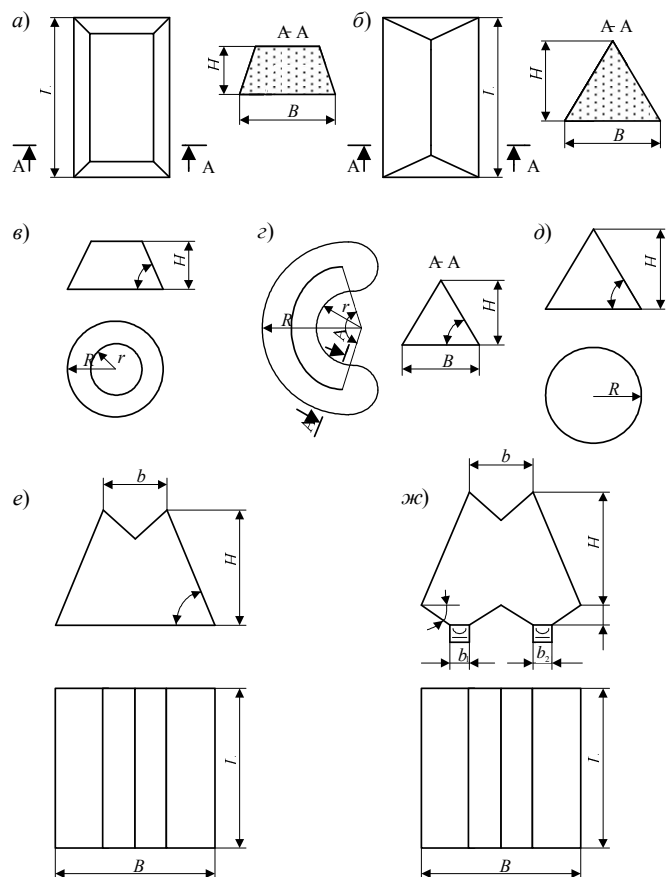


Рисунок 13.1 – Типы штабелей

Форма штабеля определяется типом машин и устройств, с помощью которых производят погрузку и выгрузку.

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

При использовании для складирования груза одноковшовых погрузчиков образуется обелисковый штабель. Высота ограничивается высотой

подъема ковша. Длину ( $L$ ) и ширину штабеля устанавливают исходя из необходимой длины фронта работ с железнодорожным подвижным составом ( $L_{\phi}^{\text{ж}}$ ) и автотранспортом ( $L_{\phi}^{\text{а}}$ ):  $L \leq L_{\phi}^{\text{ж}}$ ;  $L \leq L_{\phi}^{\text{а}}$ .

### 13.2 Схемы и технология механизированной перегрузки

Схемы КМАППР приведены: при хранении груза в обелисковом штабеле и использовании автопогрузчика 4008, оборудованного грейфером вместимостью  $2,5 \text{ м}^3$ , – на рисунке 13.2; повышенного пути и тракторного погрузчика – на рисунке 13.3; повышенного пути, козлового крана, одноковшового погрузчика – на рисунках 13.4, 13.5.

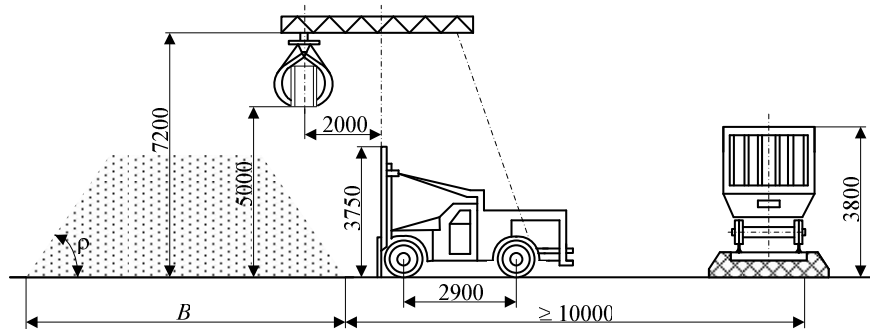


Рисунок 13.2 – Схема механизированной перегрузки погрузчиком 4008, оборудованным грейфером

**На повышенном пути** (см. рисунок 13.3) груз высыпается самотеком через люки, которые рабочие открывают баграми. Закрывают люки вне повышенного пути пневматическими люкозакрывателями. Очистка остатков груза производится вибратором. Штабелируют груз и загружают в автотранспорт одноковшовыми погрузчиками.

Схемы КМАППР, приведенные на рисунках 13.4 и 13.5, используются для переработки грузов **на опорных станциях**. Высота повышенного пути – 2,5 м. Козловой кран оснащен грейфером и съемной фермой с площадками, оснащенными люкоподъемниками. Вместо грейфера на крюк можно подвешивать виброразгрузчик или виброрыхлитель. Через люки, открываемые рабочими, груз высыпается в отвалы вдоль повышенного пути, отсюда грейфером и одноковшовыми погрузчиками перегружается в штабеля или в автотранспорт.

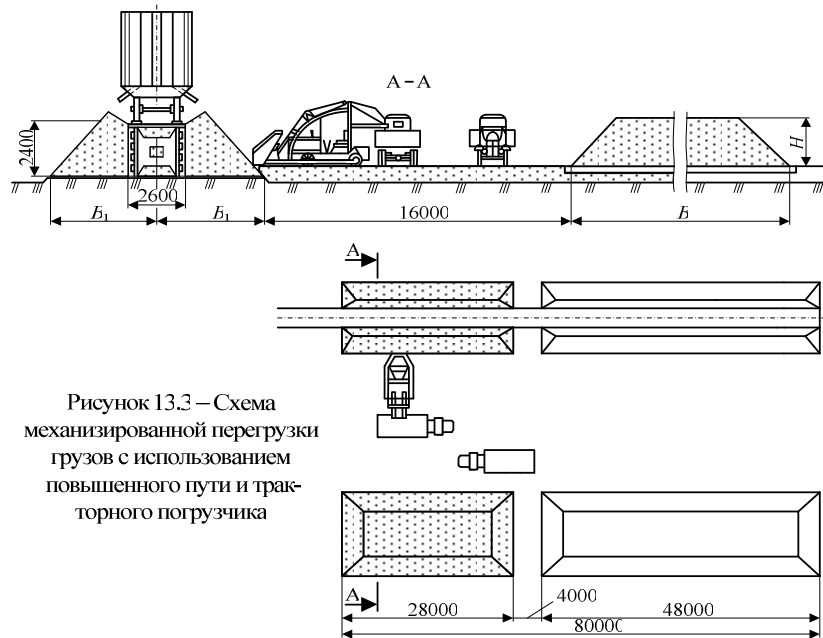


Рисунок 13.3 – Схема механизированной перегрузки грузов с использованием повышенного пути и тракторного погрузчика

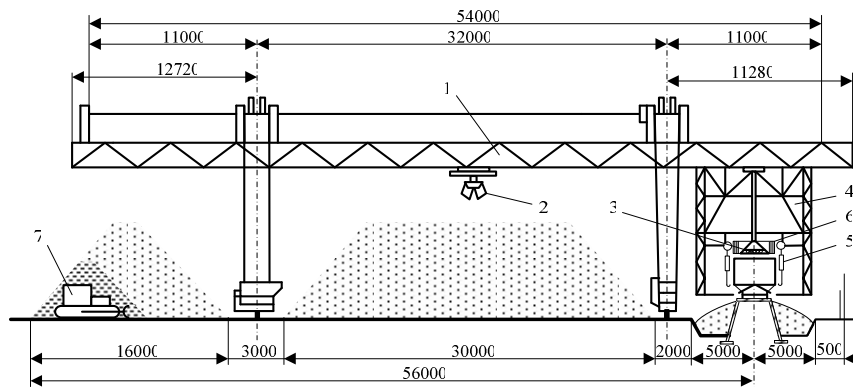


Рисунок 13.4 – Схема механизированной перегрузки грузов с использованием козловой крана, оснащенного грейфером, вибратором, и тракторного погрузчика:  
 1 – козловой кран; 2 – грейфер; 3 – вибратор; 4 – съемная ферма; 5 – электрический люкозакрыватель; 6 – виборыхлитель; 7 – тракторный погрузчик

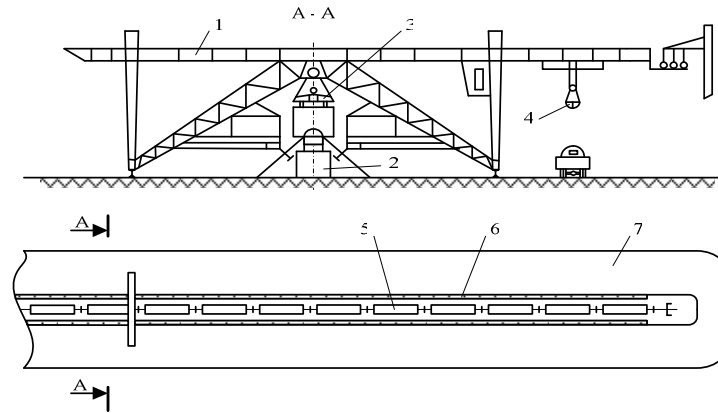


Рисунок 13.5 – Схема механизированной перегрузки грузов на повышенном пути с использованием козловой крана, оснащенного вибратором, грейфером, люкозакрывателями: 1 – козловой кран; 2 – повышенный путь; 3 – вибратор; 4 – грейфер; 5 – вагон; 6 – штабель груза; 7 – автодорога

**На крупных пунктах** могут быть дополнительно предусмотрены тракторные погрузчики (экскаваторы) для погрузки грузов из штабеля в автомобили, зачистки габаритов и отвалки грузов в штабеля. Продолжительность цикла выгрузки грузов при использовании схемы КМАППР, приведенной на рисунке 13.5, представлена в таблице 13.3.

При использовании стреловых кранов для установки вибратора на вагоны и тракторных погрузчиков для загрузки в автомобили и штабелирования груза рекомендуется применять схемы КМАППР, приведенные на рисунках 13.6 и 13.7. Время и цикл операций по выгрузке приведены в таблице 13.4.

**На пунктах с повагонным прибытием грузов** целесообразно предусматривать расположение насыпных, тяжеловесных, лесоматериалов и других грузов на одной площадке и использовать для погрузки, выгрузки козловые краны со сменными грузозахватными приспособлениями (рисунок 13.8).

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

$$H_{\text{пн}} = \sqrt{\frac{Kq}{l_{\text{в}} \text{ctg} \rho \gamma \varphi}} - 0,5, \quad (13.1)$$

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

$q$  – техническая норма загрузки вагона, т;

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

$\rho$  – угол естественного откоса груза;

$\gamma$  – объемная масса груза;

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

Таблица 13.3 – Продолжительность цикла выгрузки сыпучих грузов из 10 полувагонов на повышенном пути, оснащенном козловым краном с вибратором для очистки полувагонов от остатков грузов и люкозакрывателями

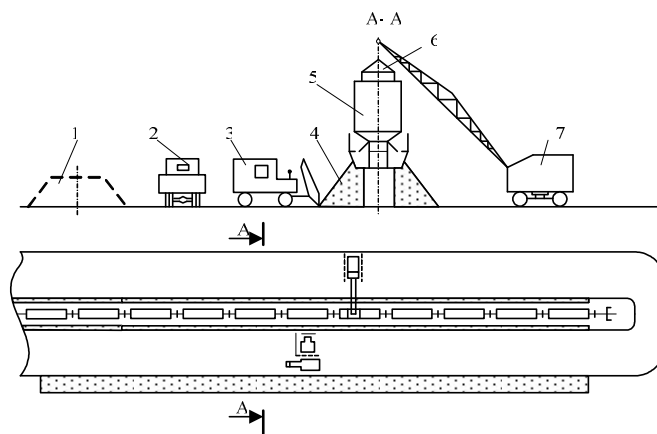
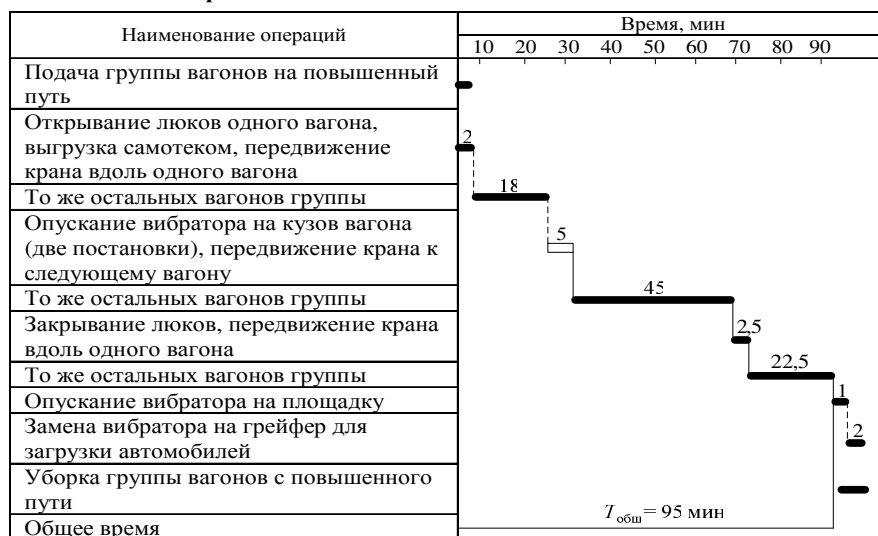


Рисунок 13.6 – Схема механизированной перегрузки грузов на повышенном пути с использованием стрелового крана и тракторного погрузчика:  
 1 – штабель; 2 – автомобиль; 3 – одноковшовый погрузчик; 4 – эстакада; 5 – вагон;  
 6 – вибратор; 7 – кран



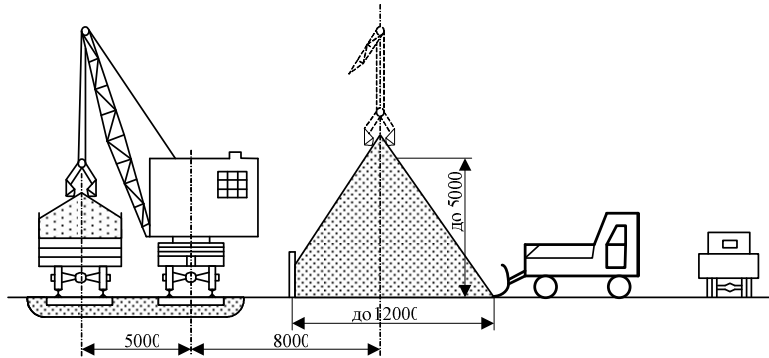


Рисунок 13.7 – Схема механизированной перегрузки грузов грейферным стреловым краном и тракторным погрузчиком

Таблица 13.4 – Продолжительность цикла выгрузки сыпучих грузов из четырех полувагонов на повышенном пути с применением стрелового крана и накладного вибратора для очистки

Наименование операций	Время, мин			
	0	10	20	30
Подача полувагонов на повышенный путь	-			
Открытие крышек люков полувагонов с переходных мостиков (бригада 4 чел.)	1	3	5	
Выгрузка самотеком		4		
Установка на вагон вибратора стреловым краном			12	
Очистка кузовов полувагонов от остатков сыпучих грузов				2
Вывод группы вагонов с повышенного пути к месту закрывания люков				2
Закрывание крышек люков пневматическими люкоподъемниками				6
Уборка подачи				
Общее время	$T_{\text{общ}} = 28 \text{ мин}$			

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

Длина повышенного пути, м,

$$L_{\text{пн}} = l_{\text{в}} m_{\text{пу}} + (1 - 3) l_{\text{в}}, \quad (13.2)$$

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

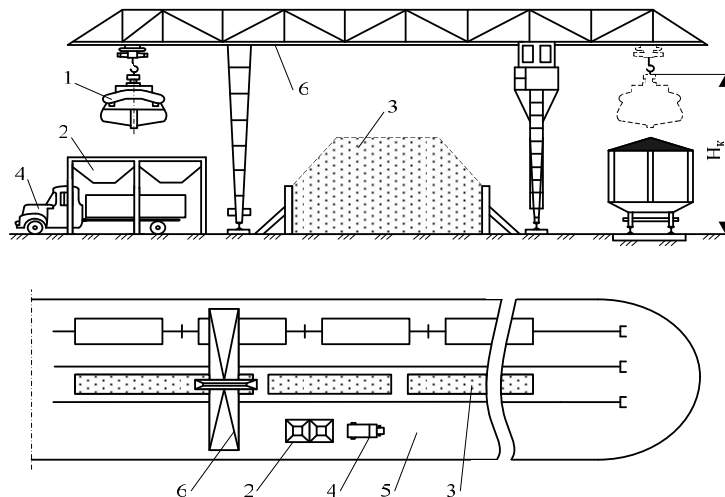


Рисунок 13.8 – Схема механизированной перегрузки грузов с использованием козлового крана с грейфером и бункера:  
1 – грейфер; 2 – бункер; 3 – штабель; 4 – автомобиль; 5 – автомобильная дорога; 6 – козловой кран

**Длина въезда на повышенный путь, м,**

$$L_{\text{вв}}^{\text{пн}} = \frac{H_{\text{пн}} \cdot 1000}{i}, \quad (13.3)$$

где  $i$  – уклон пути (15–20 ‰).

При поступлении грузов в полувагонах для выгрузки и штабелирования можно использовать разгрузчик ТР-2 (С-492). Он позволяет размещать груз на складе по роду материала, маркам, гранулометрическому составу в призматические и конусные штабеля. Схема КМАППР с использованием ТР-2 приведена на рисунке 13.9.

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

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

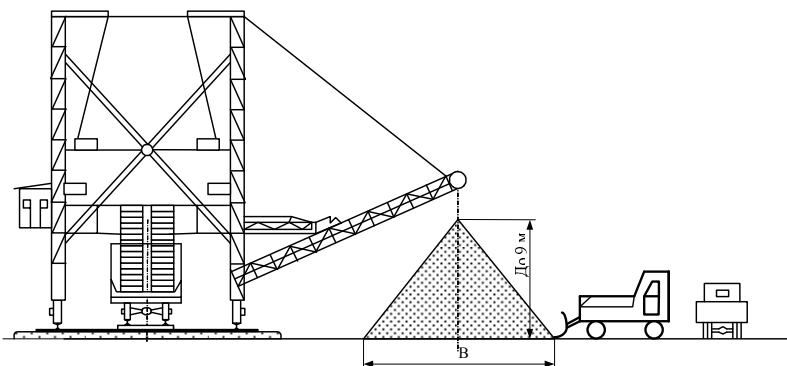


Рисунок 13.9 – Схема механизированной перегрузки грузов разгрузчиком ТР2 (С-492) и одноковшовым погрузчиком

Насыпные грузы крытого хранения, перевозимые навалом, перегружают, как правило, по варианту вагон – автомобиль. Из универсальных крытых вагонов выгрузку рекомендуется производить самоходными разгрузочными машинами непрерывного действия типа МВС (рисунок 13.10) и МГУ, а на пунктах с нерегулярным прибытием вагонов – конвейерно-скребковым устройством конструкции ХИИТа или механическими лопатами со скребками на гибкой тяге.

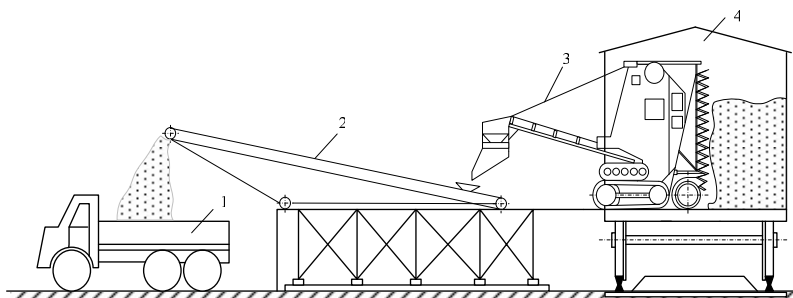


Рисунок 13.10 – Схема механизированной перегрузки грузов из крытых вагонов:  
1 – автомобиль; 2 – ленточный конвейер; 3 – механический разгрузчик; 4 – вагон

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

При выгрузке пылевидных грузов из вагонов-цистерн целесообразно использовать пневмоустановки и хранение груза в силосном складе (рисунок 13.11).

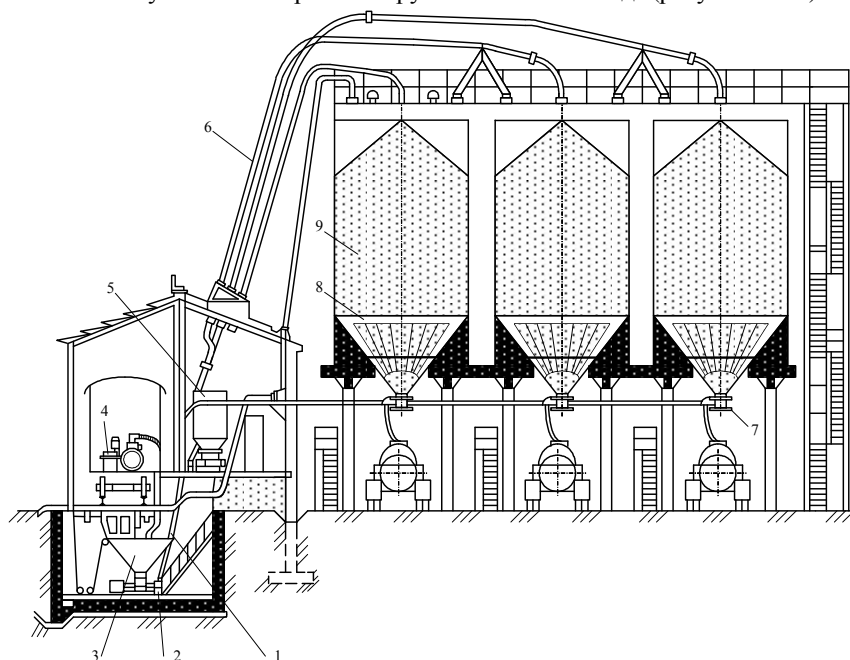


Рисунок 13.11 – Схема комплексной механизации перегрузки и хранения пылевидных грузов:

1, 6 – трубопроводы; 2 – пневмоподъемник; 3 – бункер; 4 – заборное устройство;  
5 – осадительная камера; 7 – донный пневморазгрузчик; 8 – аэрационный сводоразрушитель; 9 – груз

### 13.3 Определение параметров склада по элементарным площадкам

Порядок определения параметров штабелей приведен в таблице 13.5, где  $L$  – длина штабеля, м;  $B$  – ширина штабеля, м;  $\rho$  – угол естественного откоса штабелируемого груза, град;  $H$  – высота штабеля, м;  $R, r$  – радиусы основания и верха кругового конусного и секторного штабелей, м;  $b$  – расстояние между точками истечения груза при М-образном и хребтовом складировании, м;  $h$  – расстояние от основания штабеля до рабочей ленты конвейера, м;  $b_1, b_2$  – ширина ленточных конвейеров, используемых для погрузки груза, град;  $\alpha$  – угол сектора, где располагается груз, м;  $\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Таблица 13.5 – Порядок определения параметров штабеля

Тип штабеля	Объем штабеля, м <sup>3</sup>	L, м	B, м	H, м	R, м	h, м	α, град
Обелисковый	$V = H \left[ LB - \frac{Y}{\operatorname{tg} \rho} \left( B + L - \frac{4H}{3} \right) \right]$	$L = \frac{E_c}{\gamma H \left( B - \frac{H}{\operatorname{tg} \rho} \right)}$	Определяется типом ПРМ и схемой КМАПРР	Определяется типом ПРМ и грузом	–	–	–
Призматический	$V = \frac{BH}{6} \left( 3L - \frac{2H}{\operatorname{tg} \rho} \right)$	$L = \frac{E_c \operatorname{tg} \rho}{\gamma H}$ $L = \frac{4E_c}{\gamma B^2 \operatorname{tg} \rho}$	$B = \frac{24}{\operatorname{tg} \rho}$	$H = \frac{B \operatorname{tg} \rho}{2}$	–	–	–
Круговой	$V = R^2 - \frac{RH}{\operatorname{tg} \rho} + \frac{H}{3(\operatorname{tg} \rho)^3} \pi H$	–	–	–	Определяется типом ПРМ и схемой КМАПРР	–	–
Конусный	$V = \frac{H}{3} \pi R^2$	–	–	$H = R \operatorname{tg} \rho$	$R = \frac{H}{\operatorname{tg} \rho}$	–	–
Радиальный	$V = \frac{H \alpha \pi}{720} (R^2 - 2^2) + \frac{\pi H B^2}{12}$	–	–	Определяется типом ПРМ и схемой КМАПРР	Определяется типом ПРМ и схемой КМАПРР	–	Определяется параметрами ПРМ и схемой КМАПРР
М-образный	$V = \left( \frac{H}{\operatorname{tg} \rho} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} \rho \right) L$	–	$B = \frac{2H}{\operatorname{tg} \rho} + b$	Определяется высотой эстакады	–	–	–
Хребтовый	$F$ – площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> , $F = \left[ \frac{H^2}{\operatorname{tg} \rho} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} \rho + \frac{2h}{\operatorname{tg} \rho} + 2b_1 h \right]$ ; $V = FL$	$L = \frac{E_c}{\gamma E}$	–	–	–	$h = \frac{B - 2b_1}{4} \operatorname{tg} \rho$	–

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

$$n_{шт} = \frac{E_c}{V\gamma}, \quad (13.4)$$

где  $E_c$  – потребная вместимость склада, т.

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

Грузы второй группы хранят в силосных, крытых складах, под навесами.

**Количество силосов** в силосном складе определяют для двух случаев:

а) груз хранится только в силосах –

$$n_c = \frac{E_c}{V_c\gamma}, \quad (13.5)$$

б) груз хранится в силосах и звездочках, образуемых силосами, –

$$n_c = \frac{\frac{E_c}{\gamma} + V_3(m+n-1)}{V_c + V_3}, \quad (13.6)$$

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

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

$m$  – число силосов по ширине;

$n$  – число силосов по длине.

Схема к расчету вместимости силоса и звездочки приведена на рисунке 13.12.

**Вместимость силоса**

$$V_c = \frac{\pi D^2 \left( H - \frac{D}{2} \operatorname{tg} \rho \right)}{4} + \frac{\pi D^2 \operatorname{tg} \rho}{24} + \frac{\pi}{12} \left( D^2 h_0 + \frac{D^2 b_0 \operatorname{tg} \beta}{2} - b_0^3 \operatorname{tg} \beta \right), \quad (13.7)$$

или в упрощенном виде

$$V_c = \frac{\pi D^2 H}{4}, \quad V_3 = D^2 H \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right), \quad (13.8)$$

где  $H$  – высота силоса, м;

$h_0$  – высота конусной выпускной части бункера, м;

$b_0$  – диаметр выпускного отверстия, м;

$\beta$  – угол откоса выпускной части бункера.

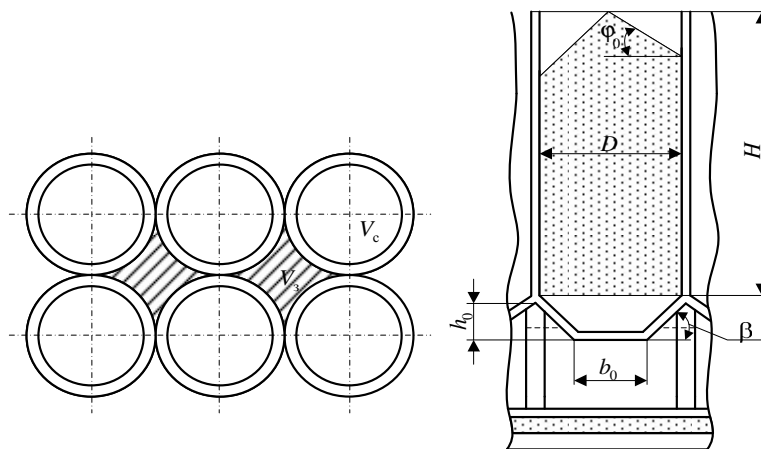


Рисунок 13.12 – Схема к расчету силосного склада

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

#### **13.4 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций**

При выгрузке извести, цемента, суперфосфата, селитры, хлорной извести, нафталина, минеральных удобрений и других едких пылящих грузов необходимо применять все меры против образования пыли. При большом пылеобразовании целесообразны аспирационные устройства для отсоса пыли. Выгружать едкие пылящие грузы и минеральные удобрения следует только механизированным способом. Рабочие, обслуживающие машины, обязаны работать в спецодежде, респираторах и противопыльных очках. Фильтр респиратора меняют по мере загрязнения, но не реже одного раза в смену. Рекомендуется выносить пульты управления машинами и механизмами из запыленных зон.

При переработке химических грузов рабочие обязаны пользоваться противогазами, индивидуальными средствами защиты. Для защиты кожных покровов следует применять защитные мази, пасты, эмульсии. Не рекомен-

дуются принимать пищу и курить на рабочих местах. Перед едой, курением необходимо тщательно вымыть руки и прополоскать рот. После работы спецодежду и спецобувь обеспыливают и обезвреживают, рабочие принимают горячий душ.

Штабеля сыпучих грузов с крутизной, большей угла естественного откоса, необходимо ограждать прочными подпорными стенками. Чтобы избежать обвала, не следует выбирать сыпучие грузы путем подкопа.

Складские силосы и бункера, служащие для хранения цемента и минеральных удобрений, оборудуют указателями уровня.



## **14 КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ЗЕРНОВЫХ И ОВОЩНЫХ ГРУЗОВ**

### **14.1 Условия перевозки и хранения зерновых грузов**

**К** основным культурам зерновых грузов относятся:

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

Качественными показателями зерна являются его насыпная плотность, угол естественного откоса (таблица 14.1), влажность и степень чистоты.

*Таблица 14.1 – Основные характеристики грузов*

Культура	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, град	
		в движении	в покое
Бобы	0,74	31	34
Горох	0,80	25	35
Гречиха	0,69	27	35
Льняное семя	0,66	25	32
Кукуруза	0,70–0,75	28	35
Овес	0,40–0,50	28	35
Пшеница	0,70–0,83	25	35
Рожь	0,68–0,79	25	35
Ячмень	0,65–0,75	27	35

Степень чистоты зерна характеризуется наличием в нем посторонних примесей.

По железным дорогам нормально высушенное зерно с содержанием влаги в хлебных и бобовых культурах до 14 % и масляничных культурах до 11 % перевозят преимущественно в санитарно-обработанных крытых вагонах. При более высокой влажности его перевозят в исключительных случаях на небольшие расстояния. Зерно поступает в склады иногда с влажностью до 30 % и более при дождливой погоде в период уборки урожая. В этих случаях зерно подлежит сушке в специальных передвижных или стационарных сушилках с доведением влаж-

ности, позволяющей обеспечить сохранность при перевозке и длительном хранении. При хранении необходимо систематически наблюдать за состоянием зерна и периодически очищать, подсушивать и сортировать его.

Зерновые грузы относятся к ценным, и для их перевозки отправитель должен обеспечить качественную подготовку вагонов и дверных заграждений с соблюдением технических, коммерческих и санитарно-гигиенических требований. Получатели обеспечивают своевременный прием и выгрузку прибывших в их адрес зерновых грузов.

При перевозке зерна возможны как количественные, так и качественные потери.

Количественные потери могут быть в пунктах погрузки, при транспортировании и выгрузке. Загрузочные устройства должны обеспечивать сохранность груза при погрузке и полное заполнение вагона.

Загрузка вагонов производится через верхние люки при помощи тканевых или металлических рукавов. Такой способ загрузки не позволяет загружать межлюковые пространства и углы между крышей и стенками вагона. Для более плотной загрузки вагонов применяют разбрасывающие устройства в виде специальных затворов-рассекателей. Применение загрузочных устройств с затворами-рассекателями позволяет исключить потери зерна, повысить грузоподъемность вагона на 1,5–2,0 т и обеспечить равномерное распределение груза в вагоне.

При транспортировании потери зерновых грузов можно сократить установкой надежных заграждений в дверных проемах. Наиболее совершенной является самоуплотняющаяся дверь, которой оборудуют крытые вагоны для перевозки зерна. Если вагон не оборудован такой дверью, то применяют специальные дверные заграждения – съемные щиты.

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 нагрузку на ось вагонов. Широкое внедрение специализированных вагонов позволяет создавать комплексы полностью механизированных и автоматизированных складов, обеспечивающих полную сохранность зерновых грузов.

Качественные потери происходят в результате биологических процессов, которые в условиях повышенной влажности, засоренности, отсутствия вентиляции могут вызвать перегревание и даже самовозгорание зерна, заражение его вредителями. Поэтому хранению и перевозке подлежат только сухие грузы.

## 14.2 Склады для зерновых грузов

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

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

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

У торца склада расположена башня, служащая для приема зерна с автомобилей и погрузки в вагоны. Она оборудована двумя ковшовыми элеваторами с перерабатывающей способностью 100 т/ч каждый, сепаратором с перерабатывающей способностью 100 т/ч, автомобилеподъемником и двумя весами, позволяющими взвешивать грузы массой до 10 т, сушильным агрегатом с перерабатывающей способностью 50 т/ч, траншейного, тоннельного и подвешенного к потолку складов конвейеров. Траншейный конвейер (ленточный или скребковый) подает зерно на тоннельный конвейер через отверстия в полу склада размерами 300×200 мм, расположенные через 5 м. Тоннельный конвейер подает зерно в башню для погрузки, очистки и сушки.

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

**Заготовительные** (линейные) элеваторы служат для приема зерна от совхозов и колхозов и отгрузки на мельничные (производственные) или перевалочные (портовые, базисные) элеваторы для перевалки с одного вида транспорта на другой или для дальнейшего хранения. **Мельничные** (производственные) элеваторы отличаются от заготовительных, прежде всего, большей вместимостью и высокой производительностью оборудования для приемки зерна и вагонов. **Портовые и перевалочные** элеваторы обеспечивают перевалку зерна с железной дороги на водный транспорт или, наоборот, имеют мощные приемные и отгрузочные устройства.

Базисные элеваторы служат для длительного хранения зерна. Они имеют необходимое оборудование для систематического контроля за его состоянием и высокопроизводительные устройства для приема и отгрузки.

Элеваторы строят из негорючих материалов. Силосные корпуса круглой и квадратной форм в плане изготавливают из монолитного или сборного предварительно напряженного железобетона. Диаметр круглых силосов – до 6 м, толщина стен – 20–25 см, высота – до 30 м. Вместимость типовых сдвоенных круглых силосных корпусов – 2×8; 2×16,7; 2×25 тыс. т, одного круглого силоса – около 600–650 т. Размеры (в плане) квадратных силосов – 3×3 и 4×4 м, а высота – до 30 м. Их собирают из плит или объемных блоков толщиной 25 см. Вместимость силоса – около 150 т.

В проектах новых элеваторов предусматривают дистанционное управление оборудованием с диспетчерского пульта, блокировку электродвигателей, контрольно-световую производственную сигнализацию, радиотелефонную связь, а также дистанционный контроль температуры зерна в силосах.

### 14.3 Схемы и технология механизированной перегрузки зерновых грузов

Схема механизированного перемещения зерна в складах павильонного типа приведена на рисунке 14.1.

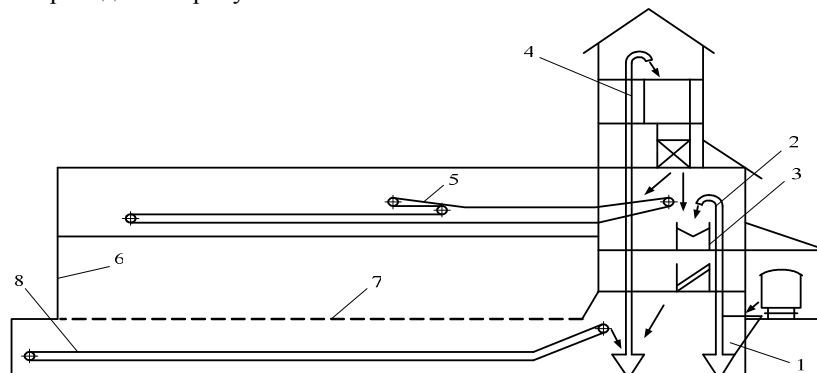


Рисунок 14.1 – Технологическая схема перемещения зерна в механизированном складе:  
 1 – приемный бункер; 2 – ковшовый элеватор; 3 – приемочистительные устройства;  
 4 – ковшовый элеватор; 5 – конвейер; 6 – склад; 7 – питатели; 8 – конвейер

Зерно, поступающее с транспортных средств в приемные бункера 1, поднимается ковшовым элеватором 2 на приемочистительные устройства 3, после которых ковшовым элеватором 4 подается на конвейер 5

для заполнения складов, где оно хранится. Со склада зерно выдается через отверстия или питатели 7 на конвейер 8, с которого поступает в элеватор 4 и далее может опять поступать в приемоочистительные устройства (проветривание, охлаждение, сушка и т. п.) на конвейер 5 или на транспортные средства.

Схемы типовых механизированных складов из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс. т зерна приведены на рисунках 14.2 и 14.3, облегченной сводчатой конструкции из тонкостенных элементов длиной 90 м, вместимостью 4,2 тыс. т – на рисунке 14.4 и с надувными арками вместимостью 4,0 и 1,8 тыс. т – на рисунке 14.5.

На рисунке 14.6, а показан план и разрез башни заготовительного элеватора. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункеры, расположенные на уровне пола в здании. Каждый из этих бункеров вмещает 50 т зерна. Зерно высыпается в бункер через открытый задний борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобильноподъемника. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, перемещающие зерно к элеваторной башне. Здесь, при необходимости, зерно подвергают очистке, сушке или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры. С этих конвейеров зерно попадает в силосы корпусов (показаны только два силосных корпуса, прилегающих к башне, но могут быть и четыре, тогда вместимость элеватора увеличивается в 2 раза).

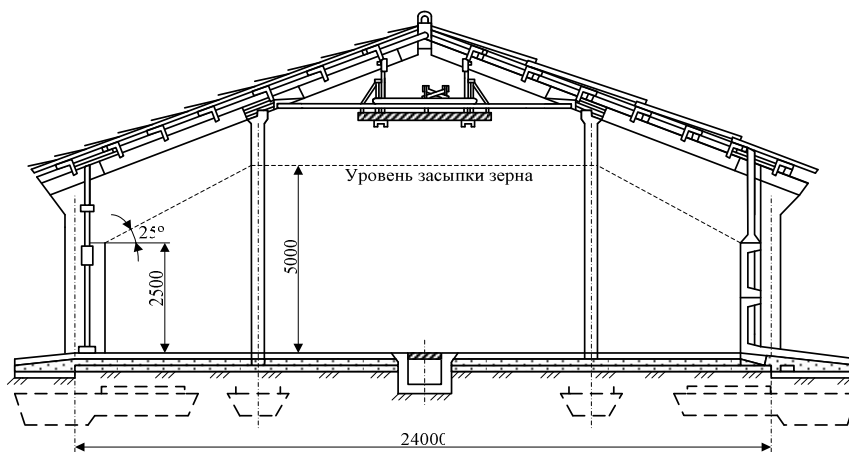


Рисунок 14.2 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона без заглубления пола

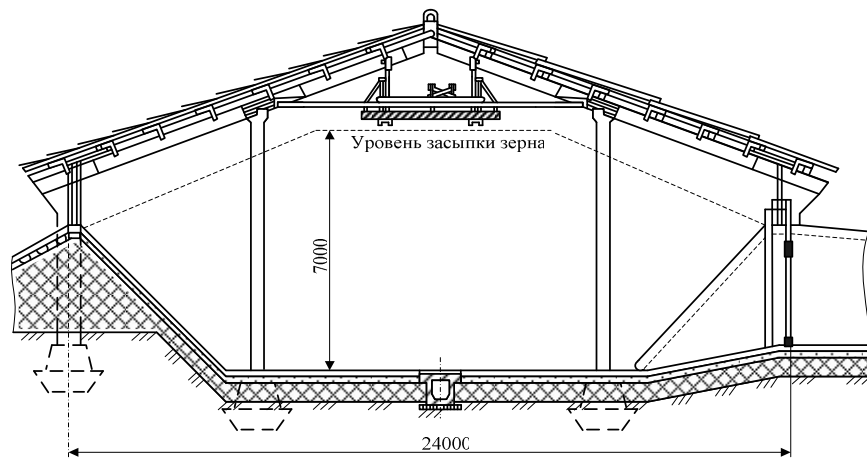


Рисунок 14.3 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона с заглублением пола

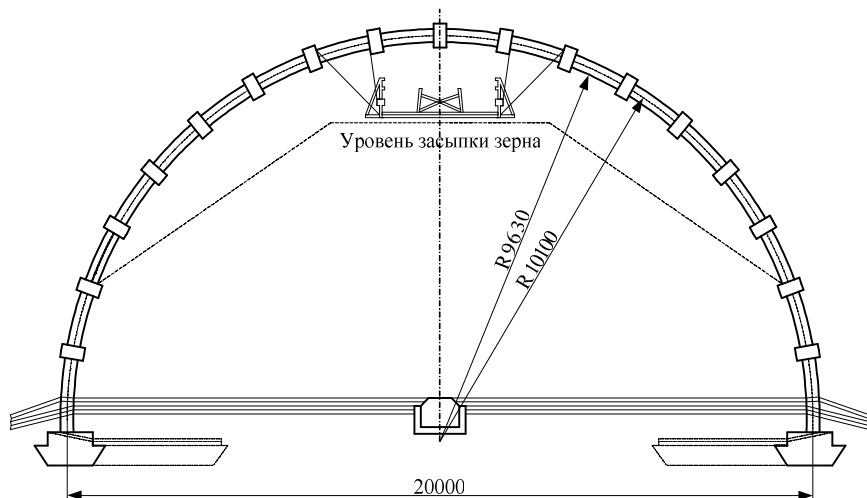


Рисунок 14.4 – Механизированный зерновой склад облегченной сводчатой конструкции

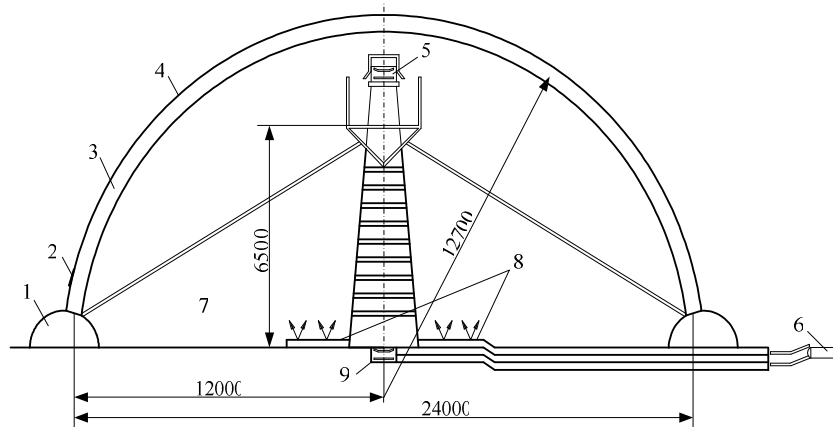


Рисунок 14.5 – Сводчатый механизированный зерновой склад с надувными арками:  
 1 – труба; 2 – оттяжка; 3 – арка; 4 – оболочка; 5 – верхний конвейер; 6 – вентилятор;  
 7 – штабель зерна; 8 – вентиляционная коробка; 9 – нижний конвейер

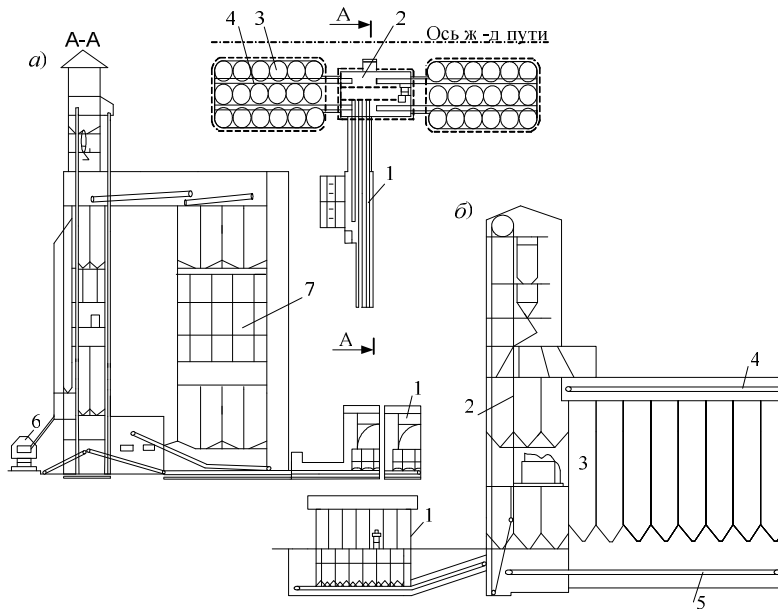


Рисунок 14.6 – Заготовительный элеватор для зерна:  
 а – план и разрез башни; б – технологическая схема движения зерна через силосы и башню;  
 1 – приемные бункера; 2 – элеваторная башня; 3 – силосные корпуса; 4 – надсилосный конвейер;  
 5 – подсилосный конвейер; 6 – вагон; 7 – зерносушилка

Из силосов зерно ссыпают на подсилосные конвейеры, которые и доставляют его к нории. Затем его поднимают наверх и после взвешивания по отпускным трубам загружают в вагоны.

Технологическая схема движения зерна через силосы и башню элеватора показана на рисунке 14.6, б. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункеры, расположенные на уровне пола в здании 1. Зерно высыпается в бункер через открытый задний борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеподъемника. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, перемещающие зерно в элеваторной башне 2. Здесь, при необходимости, зерно подвергают очистке, сушке в сушилке 7 или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры 4. С этих конвейеров зерно попадает в силосы 3. Из силосов зерно поступает, при необходимости, на подсилосные конвейеры 5, а затем – к нории. Нория поднимает зерно наверх, которое после взвешивания по отпускным трубам загружается в вагоны. Вдоль отпускных устройств элеватора укладывают один или два железнодорожных пути.

Заготовительные (линейные) зерновые элеваторы сооружают четырех типов: Л-2×100, Л-3×100, Л-3×175, Л-4×175. (Буква Л показывает, что элеватор линейный, первая цифра после буквы соответствует числу норий, а второе число – часовой перерабатывающей способности каждой из них).

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

Техническая характеристика заготовительных элеваторов приведена в таблице 14.2.

Таблица 14.2 – Техническая характеристика заготовительных элеваторов

Показатель	Тип элеватора			
	Л-2×100	Л-3×100	Л-3×175	Л-4×175
Вместимость, т	11000	25000	25000	50000
Ковшовые элеваторы (нории): число тип	2 ТНС-100	3 ТНС-100	3 ТНС-100	4 ТНС-100
Суточный объем переработки зерна, т: прием с автотранспорта отгрузка в вагоны очистка сушка	1500 1160 580 176	2500 1160 750 528	3500 1750 1160 1400	5000 2500 1160 1400 (2100)*
Мощность электрооборудования, кВт	191	315	631	935 (1026)*
Строительный объем, м <sup>3</sup> : башни силосных корпусов	3648 23200	10380 48654	11240 48654	17050 109100

\*В скобках – для элеватора с тремя сушилками.



Мельничные (производственные) элеваторы получают зерно, как правило, железнодорожными маршрутами. Имеется несколько типов таких элеваторов: М-2×100, М-3×100, М-2×175, М-3×175. Они оборудованы двумя или тремя ковшовыми 20-тонными весами, одним или двумя сепараторами перерабатывающей способностью до 100 т/ч, сушилкой с перерабатывающей способностью 12 т/ч. Силосные корпуса элеваторов М-2×100, М-2×175, М-3×100 и М-3×175 вмещают соответственно 8,0; 16,0; 16,0; 33,4 тыс. т зерна.

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

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

**Продолжительность освобождения ларей от зерна, мин,**

$$T_{л} = nt_{л}, \quad (14.1)$$

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

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

$$t_{л} = t_1 + t_2 + t_3; \quad (14.2)$$

$t_1$  – чистое время освобождения ларя, мин,

$$t_1 = 60 \frac{q_{в}}{\Pi_3}; \quad (14.3)$$

$q_{в}$  – количество груза в ларе, т;

$\Pi_3$  – часовая эксплуатационная перерабатывающая способность ковшового элеватора, т/ч;

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

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

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

$$T_{л} = t_p + t_{yb} \quad (14.4)$$

или

$$nt_{л} = t_p + t_{yb} \cdot \quad (14.5)$$

#### Необходимое число ларей

$$n = \frac{t_p + t_{yb}}{t_{л}} \cdot \quad (14.6)$$

**Количество вагонов**, разгружаемых одним приемным конвейером и ковшовым элеватором,

$$n_{в} = \Pi_{э} \frac{24 - (t_{yb} N_{под}) / 60}{q_{в}} \cdot \quad (14.7)$$

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

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

$$Z = \frac{n_{сут}}{n_{в}} \cdot \quad (14.8)$$

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

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

Для разгрузки речных барж причалы оборудуют пневматическими стационарными или передвижными перегружателями с перерабатывающей способностью до 200 т/ч. В вагоны зерно грузят при помощи норий через бункеры и отпускные трубы с зерноразбрасывателями. Для загрузки барж используют ленточные конвейеры и телескопические трубы больших раз-

меров с моторным приводом и дистанционным управлением. Элеваторы оборудуют устройствами для выгрузки зерна из автомобилей.

**Продолжительность загрузки вагонов зерном на элеваторах** через самотечные (отпускные) трубы

$$T_{гр} = t_{подг} + \frac{Q_v \cdot 60}{\Pi_T} + t_{закл}, \quad (14.9)$$

где  $t_{подг}$  – время на подготовительные операции (открытие люков, установка хлебных щитов, заправка отпускных труб в люки; принимают  $t_{подг} = 2$  мин);

$Q_v$  – количество зерна, загружаемого в вагоны, т;

$\Pi_T$  – пропускная способность отпускных труб, т/ч;

$t_{закл}$  – продолжительность заключительных операций, принимается

$t_{закл} = 2$  мин.

**Пропускная способность отпускной трубы, т/ч,**

$$\Pi_T = 3600Fv\gamma\varphi, \quad (14.10)$$

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

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

$$v = \lambda\sqrt{3,2gR}; \quad (14.11)$$

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

$R$  – гидравлический радиус, м,

$$R = \frac{D}{4}; \quad (14.12)$$

$D$  – диаметр выпускного отверстия бункера, м;

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

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

Кукуруза, большинство бобовых культур и рис требуют особых условий хранения и перевозки, отличных от других основных зерновых культур. Початки кукурузы в период уборки имеют влажность 18–20 % и более. Початки хранят в обычных крытых складах с закромами реечной конструкции. Просветы между рейками – 3–4 см. В складе устанавливают реечные венти-

ляционные трубы сечением 0,5×0,5 м и высотой 2 м. При засыпке в закрома на высоту 4 м две вентиляционные трубы устанавливают одна на другую. Пол склада делают решетчатым. Между слоем утрамбованной глины и полом предусмотрен воздушный промежуток. Это необходимо для хорошей вентиляции склада.

#### **14.4 Механизация погрузки, выгрузки свеклы, картофеля, сахара и плодоовощей**

Сбор сельскохозяйственной продукции с полей проходит в короткий промежуток времени, а переработка – значительно дольше. Это вызывает необходимость длительного хранения сырья в больших объемах на складах перерабатывающих предприятий.

Специфические свойства этих грузов требуют особых способов перегрузочных работ и хранения во избежание повреждения и снижения качества грузов.

На перерабатывающих предприятиях используются как открытые, так и закрытые склады. На открытых складах хранятся такие массовые и объемные грузы, как свекла и картофель.

На **свеклоприемных пунктах** выгрузка, хранение, погрузка и подача свеклы в переработку осуществляется с помощью буртоукладчиков, грейферных кранов, одноковшовых автопогрузчиков, гидротранспортных установок, автомобилей.

Доставляемая автомобилями свекла взвешивается на весах и в зависимости от ее качества распределяется на две группы. Здоровая, свежая свекла (до 40 %) укладывается в **кагаты** (свекольные штабели) длительного хранения, остальная – в кагаты краткосрочного хранения или направляется на погрузку в вагоны.

До 50 % свеклы, укладываемой на длительное хранение, следует вентилировать, для чего на свеклопункте оборудуются стационарные вентиляционные установки.

Расположение кагатов зависит от конфигурации участка и подвода железнодорожного пути. Предпочтительным является размещение их торцом к погрузочному фронту, облегчая отгрузку свеклы из любого кагата (в зависимости от качества и состояния хранения в нем свеклы) в железнодорожные вагоны. При этом значительная часть свеклы может загружаться в вагоны погрузочными машинами без применения автомобильного транспорта,

что позволяет избежать излишнего повреждения корнеплодов и потери свеклы и сахара.

При расположении кагатов параллельно погрузочному фронту свеклу из кагатов второго и следующего рядов необходимо грузить в автосамосвалы для доставки на погрузочный фронт.

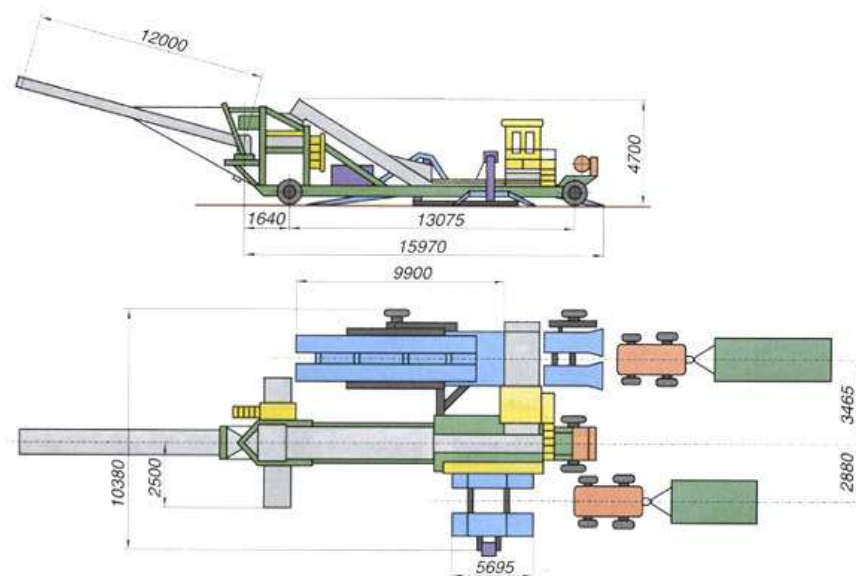
Вдоль погрузочного фронта предусмотрены погрузочные площадки с твердым покрытием. Кагаты размещаются на грунтовых складированных площадках, а окружающие автомобильные дороги выполнены с твердым покрытием.

Буртоукладочные машины (рисунки 14.7–14.12) обеспечивают обработку поступающей свеклы, способствуют упорядочению движения свеклоперевозочного транспорта, укладывают кагаты требуемых по технологии хранения размеров.

Кроме буртоукладчиков, к основным машинам относятся крупногабаритные одноковшовые погрузчики, которые применяют для погрузки свеклы в вагоны и доставки ее из кагатов к погрузочному фронту на расстояние до 80 м. При больших расстояниях используются автосамосвалы, загружаемые погрузчиками.



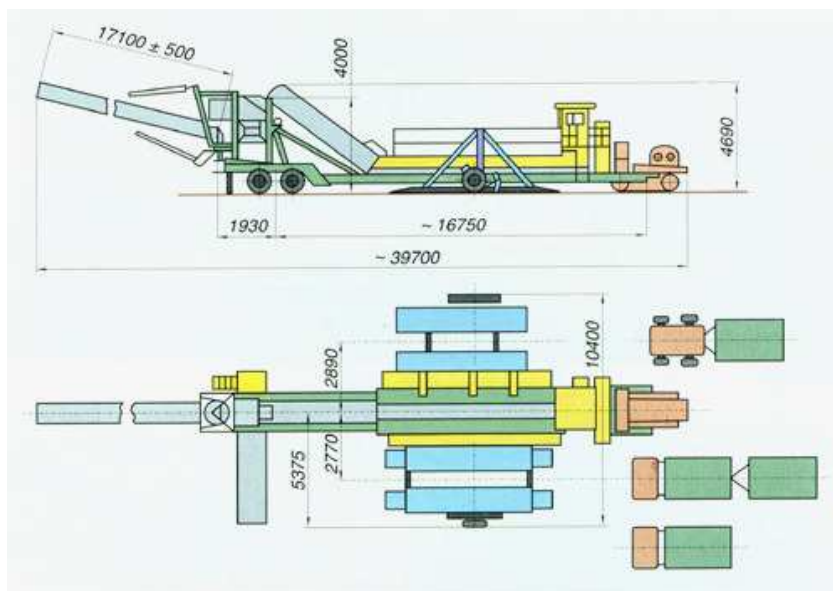
Рисунок 14.7 – Буртоукладочные машины



Наименование показателей	Ш1-ПБТ
Техническая производительность, т/ч	100
Эффект очистки свеклы, %	30
Максимальные размеры укладываемых кагатов, м: ширина у основания высота	20 5
Обслуживающий персонал, чел.	2
Потребляемая электроэнергия, кВт	35
Расход электроэнергии на 1 т свеклы, кВт/ч	0,28
Масса, т	31

Предназначен для разгрузки транспортных средств со свеклой, очистки свеклы от земли и ботвы и укладки ее в кагаты. Используется на периферийных и призаводских свеклоприемных пунктах, имеющих силовую электросеть. Работает на площадках с твердым покрытием и на укатанных грунтовых кагатных полях. Привод механизмов – через гибкий кабель от силовой сети свеклопункта. Приводная тележка – пневмоколесная. Оборудован площадкой бокового опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей и тракторных поездов массой брутто до 16 т и площадкой бокового опрокидывания для разгрузки тракторных прицепов массой до 12 т

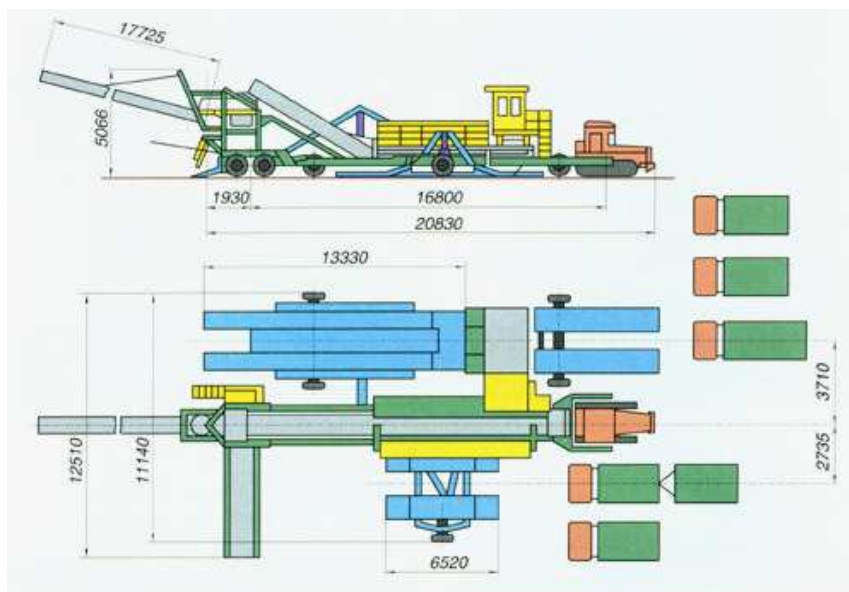
Рисунок 14.8 – Буртоукладчик Ш1-ПБТ



Наименование показателей	Комплекс 65Э2Б3К
Техническая производительность, т/ч	120
Эффект очистки свеклы, %	30
Длина укладываемого конвейера, м (по заказу)	15; 18
Максимальные размеры укладываемых кагатов, м:	
ширина у основания	32
высота	7,5
Обслуживающий персонал, чел.	2
Потребляемая электроэнергия, кВт	50
Расход электроэнергии, кВт·ч/т свеклы	0,30
Габаритные размеры, м:	
длина (без укладочного конвейера)	22,2
ширина	12,5
высота	5,1
Масса, т	49

Предназначен для разгрузки транспортных средств со свеклой, очистки свеклы от земли и ботвы и укладки ее в кагаты. Используется на призаводских и периферийных свеклоприемных пунктах, имеющих силовую электросеть. Может работать на площадках с твердым покрытием и на укатанных грунтовых полях. Привод механизмов – через гибкий кабель от силовой электросети. Приводная тележка – гусеничная или пневмоколесная. Оборудован площадкой продольного опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей, самосвалов и полуприцепов массой брутто 40 т и площадкой бокового опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей и прицепных автопоездов последовательно без расцепки.

Рисунок 14.9 – Буртоукладчик «Комплекс-65Э2Б3К» (Ш1-ПМЕ)

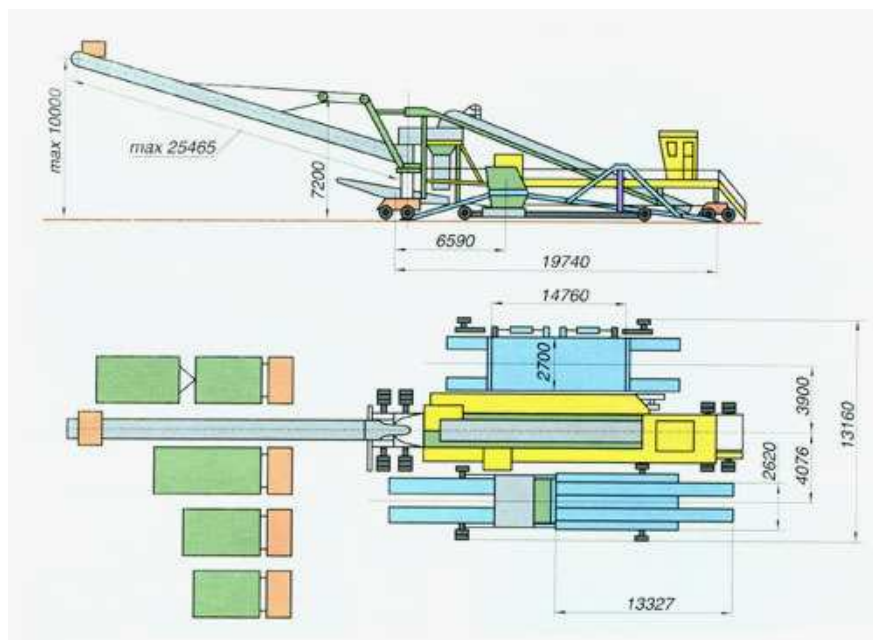


Наименование показателей	Комплекс 65М2Б3К
Техническая производительность, т/ч	120
Эффект очистки свеклы, %	30
Длина укладываемого конвейера, м (по заказу)	15; 18
Максимальные размеры укладываемых кагатов, м: ширина у основания	32
высота	7,5
Обслуживающий персонал, чел.	2
Потребляемая электроэнергия, кВт	50
Расход дизельного топлива на 1 т свеклы, кг	0,5
Габаритные размеры, м: длина (без укладочного конвейера)	22,2
ширина	12,5
высота	5,1
Масса, т	48,5

Предназначен для разгрузки транспортных средств со свеклой, очистки свеклы от земли и ботвы и укладки ее в кагаты. Используется на при заводских и периферийных свеклоприемных пунктах, в т. ч. и не имеющих силовой электросети. Может работать на площадках с твердым покрытием и на укатанных грунтовых кагатных полях. Энергоприводная база – гусеничный дизельный трактор ДТ-75. Оборудован площадкой продольного опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей, автосамосвалов и полуприцепов массой брутто 40 т и площадкой бокового опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей с прицепами последовательно массой до 22 т

Рисунок 14.10 – Буртоукладчик «Комплекс-65М2Б3-К»

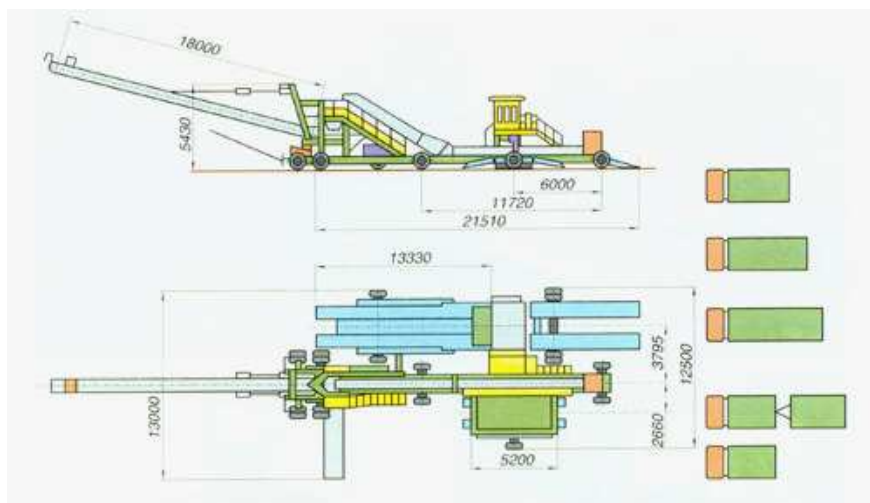




Наименование показателей	Ш1-ПКФ
Техническая производительность, т/ч	250
Эффект очистки свеклы, %	50
Длина укладываемого конвейера, м	25
Максимальные размеры укладываемых кагатов, м: ширина у основания	70
высота	9
Обслуживающий персонал, чел.	3
Потребляемая электроэнергия, кВт	75
Расход электроэнергии на 1 т свеклы, кВт/ч	0,25
Габаритные размеры, м: длина (без укладочного конвейера)	25,0
ширина	13,0
высота	7,4
Масса, т	90

Предназначен для разгрузки транспортных средств со свеклой, очистки свеклы от земли и ботвы и укладки ее в кагаты. Используется на комплексно-механизированных складах и сплавных площадках при заводских свеклоприемных пунктах. Может работать на площадках с твердым покрытием. Привод механизмов – через гибкий силовой кабель от силовой сети свеклопункта. Приводная тележка – гусеничная или пневмоколесная. Оборудован площадкой продольного опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей, автосамосвалов и полуприцепов с массой брутто до 40 т и площадкой бокового опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей и тракторных поездов без расцепки одновременно. Может оснащаться устройством для обработки свеклы химпрепаратами, предотвращающими процессы роста и загнивания корней при хранении

Рисунок 14.11 – Буртоукладчик фронтальный Ш1-ПКФ



Наименование показателей	Ш1-ПСМ
Техническая производительность, т/ч	150
Эффект очистки свеклы, %	30
Длина укладываемого конвейера, м	18
Максимальные размеры укладываемых кагатов, м:	
ширина у основания	33
высота	7,5
Обслуживающий персонал, чел.	2
Потребляемая электроэнергия, кВт	75
Расход электроэнергии на 1 т свеклы, кВт/ч	0,25
Габаритные размеры, м:	
длина (без укладочного конвейера)	24,0
ширина	13,0
высота	5,5
Масса, т	55

Предназначен для разгрузки транспортных средств со свеклой, очистки свеклы от земли и ботвы и укладки ее в кагаты. Используется на периферийных и при заводских свеклоприемных пунктах, имеющих силовую электросеть. Может работать на площадках с твердым покрытием. Привод механизмов – через гибкий кабель от силовой сети свеклопункта. Оборудован площадкой продольного опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей, автосамосвалов и полуприцепов с массой брутто до 40 т и площадкой бокового опрокидывания для разгрузки бортовых автомобилей и автомобилей с прицепами последовательно массой брутто до 22 т

Рисунок 14.12 – Буртоукладчик Ш1-ПСМ

Доставка свеклы к фронту погрузки самосвалами и связанная с этим двойная перевалка увеличивают потери свекломассы на 0,3–0,4 %.

Комплексно-механизированный свеклоприемный пункт (рисунок 14.13) представляет собой бетонированную площадку размером 350×70 м.

Под бетонированным покрытием проложены вентиляционные каналы.

Автомобили со свеклой разгружаются фронтальным буртоукладчиком, который укладывает два кагата шириной в основании 25 м и высотой 9 м. При длине таких кагатов в 300 м в них укладывается 45 тыс. т свеклы. После переработки свеклы на этой площадке укладывается кагат шириной в основании 62 м и высотой 9 м. Кагаты свеклы длительного хранения укрывают термоизолирующими материалами.

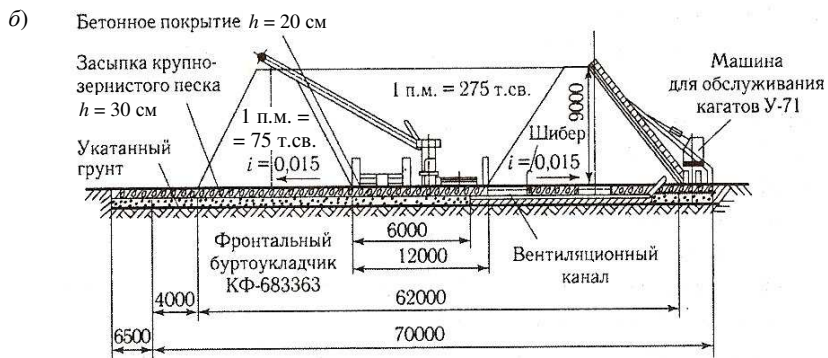
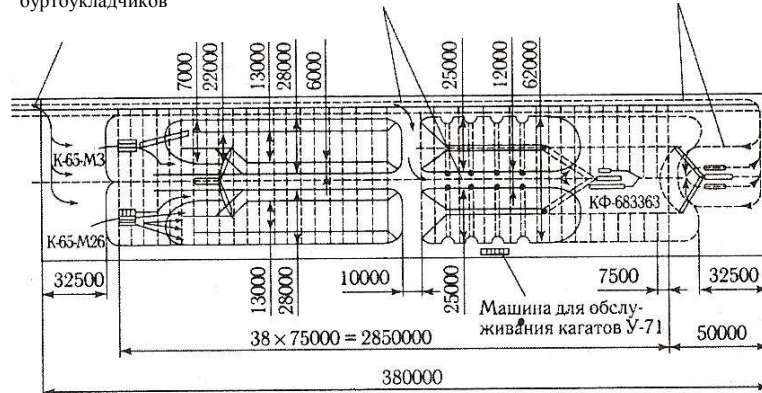
Свекла доставляется на переработку а в т о п о е з д а м и. Для погрузки свеклы применяются пневмоколесные фронтальные одноковшовые автопогрузчики. Производительность труда на комплексно-механизированных пунктах в 2,0–2,5 раза выше, чем на кагатных полях, а потери сахара при хранении свеклы уменьшаются на 30–40 %.

При расположении кагатного поля в непосредственной близости от завода и наличии естественного уклона территории склада в сторону завода наиболее рациональным является г и д р о т р а н с п о р т и р о в а н и е свеклы. При этом способе под кагатами по их продольной оси располагают желоба полевых гидротранспортеров, вода в которые поступает в верхнем их конце из системы водоснабжения. Полевые транспортеры нижними концами соединяются в сборные гидротранспортеры по краям кагатного поля, откуда свекла, пройдя через ряд задвижек и предохранительные горизонтальные решетки, гидротранспортером подается на завод.

Вторым способом подачи свеклы на завод является «с у х о е» т р а н с п о р т и р о в а н и е. В этом случае свекла из кагатов при помощи грейферных кранов или погрузчиков грузится в автомашины, которые доставляют ее в заводскую бурачную, откуда она гидротранспортером подается на завод. Эта схема разгрузки кагатного поля применяется при любом рельефе местности, но требует дополнительных внутризаводских перевозок и лишней перевалки свеклы.

В период уборки около 50 % свеклы поступает на склад краткосрочного хранения – бурачную, емкость которой составляет двух-, трехсуточную потребность завода. Бурачная (рисунок 14.14) представляет собой корытообразный лоток или заком трапециевидного или прямоугольного сечения, облицованный бетонными плитами. Обычно лоток по длине делится на секции. В днище его размещены один или два желоба гидротранспортеров шириной 400–500 мм, сообщающиеся с главным гидротранспортером завода.

- а) Направление движения автотранспорта при укладке свеклы звеном из трех буртоукладчиков      Направление движения автомобилей при укладке двух кагатов      Направление движения автомобилей при укладке одного кагата



- в) Кран стреловой с грейфером

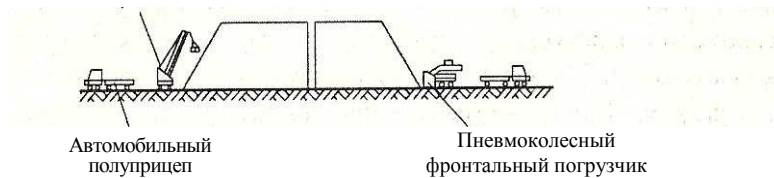


Рисунок 14.13 – Комплексный склад для свеклы:

а – вид склада в плане; б – в разрезе; в – погрузка свеклы для доставки в переработку

Подвижной состав для загрузки бурачной принимается на одно-, двух- или трехпутные эстакады, установленные вдоль всей бурачной. Саморазгружающиеся вагоны на эстакадах разгружаются самотеком через люки, платформы – свеклоразгружающими машинами, крытые вагоны – гидроразгрузкой, а автомашины – при помощи автомобилеразгрузчиков.

При подаче свеклы железнодорожными составами длина бурачной достигает 150 м и более.

Лучшие показатели имеют линейно-кольцевые бурачные, где разгрузка вагонов и автомобилей производится на точечном фронте. Такая бурачная имеет по одной точке механизированной разгрузки для вагонов и для автомобилей над приемным бункером, откуда свекла поступает в общую систему конвейеров.

Гидроразгрузка крытых вагонов производится на отдельном рельсовом пути. Из бурачной свекла подается в центральный гидротранспортер, поток из которого объединяется с потоком смеси из гидроразгрузки и после частичного водоотделения попадает на насосную станцию, перекачивающую ее по мере необходимости на завод.

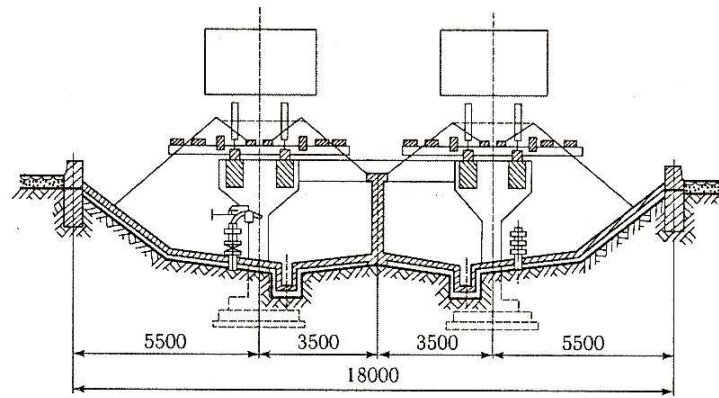


Рисунок 14.14 – Двухпутная эстакада с бурачной

**Открытые склады картофеля.** Складские операции с картофелем на крахмалопаточных и спиртовых заводах в основном аналогичны работам со свеклой на сахарных заводах, с применением тех же машин. Однако в связи с меньшей производительностью заводов и близостью расположения картофельных полей к заводам картофель обычно доставляется автотранспортом. Так как сроки заготовок картофеля небольшие (20–30 дней), на заводах его хранят в больших количествах в буртах и на буртовых полях.

Автомобили загружают обычно при помощи одноковшовых погрузчиков. Разгружают картофель из машин на буртовом поле завода погрузочно-укладочной машиной, самосвалы разгружаются непосредственно в бурты.

При близком расположении буртового поля картофель на производство подается при помощи гидротранспортера. Обычно скорость потока принимают 1–1,5 м/с, но не менее 0,65 м/с. Начальная скорость воды должна быть 2–2,5 м/с.

**Закрытые склады картофеля и овощей.** На многих предприятиях пищевой промышленности и на овощных базах картофель, столовую свеклу, морковь и другие овощи хранят в закрытых складских помещениях. Наиболее массовым по хранению в закрытых складах является картофель. Механизированное картофелехранилище представляет собой заглубленное на 1,5 м ниже уровня земли здание с углом наклона крыши в 45°, что соответствует углу естественного откоса насыпного картофеля. Это позволяет загружать картофель в хранилище без установки распределительных устройств.

Загрузка картофеля производится через фонарь, расположенный по всей длине хранилища, при помощи буртоукладочных машин. Переплеты фонарей открываются дистанционно при помощи электропривода и могут быть установлены под углом от 0 до 70°. Для уменьшения высоты падения картофеля при загрузке предусмотрены промежуточные крылья, подвешенные к каркасу здания. Максимальная высота слоя картофеля в хранилище 5 м. Разгрузка картофелехранилища производится при помощи трех гидравлических транспортеров, расположенных симметрично вдоль склада. Сверху гидротранспортеры перекрыты съемными трапами, позволяющими регулировать поступление картофеля в них.

Другим типом закрытого картофелехранилища является склад напольного типа, разделенный на отдельные секции-закрома. Картофель на склад доставляется автомобилями, которые разгружаются непосредственно в помещении в приемный бункер транспортера-разгрузчика, направляющего груз в закроем.

Для разгрузки закрома открывают нижний щит передней стенки, который подвешен на петлях. Через образовавшийся проем картофель высыпается на пол и загружается в автомобиль.

Для загрузки используется транспортер-разгрузчик, на который вместо приемного бункера навешивается роторный подборщик. По мере освобождения закрома от картофеля переднюю стенку разбирают, и транспортер-подборщик вводится в закроем до полной его разгрузки.

На ряде складов картофель хранится в контейнерах. На таких складах предусматривается механизированная выгрузка картофеля из автомобиля, подача его в хранилище, загрузка в контейнеры и складирование. Для механизации разгрузки применяется разгрузочная универсальная машина типа РУМ. Такая машина оснащена двумя площадками для разгрузки сбоку и сзади, которые позволяют разгружать бортовые машины с двухосными

прицепами, автосамосвалы с боковым и задним опрокидыванием, а также двухосные прицепы с трактором.

Машина разгружает автотранспорт и удаляет землю, калибрует картофель и подает отборный картофель в хранилище, где он загружается в контейнеры. Подвоз пустых контейнеров к питателю, отбор заполненных и их штабелирование производится электропогрузчиками.

При перевозке картофеля в крытых вагонах навалом для их разгрузки применяется инерционная вагоноразгрузочная машина. Управление механизмами машины происходит в автоматическом режиме, возможно также индивидуальное управление каждым механизмом. Производительность на выгрузке картофеля 120 т/ч.

Одним из перспективных направлений механизации погрузки, выгрузки и доставки картофеля является применение для этих целей специальных контейнеров. Такие контейнеры заполняются картофелем непосредственно при уборке комбайном, хранится картофель в контейнерах у производителя либо доставляется и хранится в овощехранилищах у потребителя в тех же контейнерах. Перегрузка контейнеров в крытых вагонах производится вилочными электропогрузчиками, а на складах могут применяться грузоподъемные краны и краны-штабелеры.

Для доставки овощей на предприятия консервной промышленности и в овощехранилища широко применяются различного типа поддоны – ящичные, складные, разборные, секционные, что позволяет значительно сократить потери, обеспечить сохранность грузов и широко механизировать погрузочно-разгрузочные работы. Поддоны загружаются овощами непосредственно на плантациях. Затем при помощи автопогрузчиков загружаются в автомобили-овощевозы.

Овощи перевозят в таре в крытых вагонах, хранят в крытых складах (овощехранилищах). Для погрузочно-разгрузочных работ применяют те же средства механизации, что и для тарно-упаковочных грузов. Для перевозки используют ящичные поддоны, характеристики которых приведены в таблице 14.3.

Таблица 14.3 – Техническая характеристика ящичных поддонов

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

\*Размеры в плане – 860×1240 мм. Размеры поддонов в плане – 835×1240 мм.

Доставленные на завод поддоны с сырьем разгружаются средствами механизации на сырьевые площадки цехов, овощехранилища или холодильника и штабелируются в 4–5 ярусов высотой до 6 м при помощи кранов-штабелеров или электропогрузчиков.

Из овощехранилища или холодильников поддоны с овощами подаются электропогрузчиком на железнодорожную либо автомобильную рампу для загрузки в вагоны или автомобили.

Применение контейнерного способа доставки плодоовощей, картофеля и бахчевых культур на всем пути их следования от места уборки до места переработки или магазина дает заметный экономический эффект: снижаются денежные и трудовые затраты на переработку 1 т груза, уменьшаются расходы на транспорт, сокращаются простои автотранспорта и железнодорожных вагонов под погрузочно-разгрузочными операциями. Резко снижаются потери продукции.

**Закрытые склады для бестарного хранения сахара.** Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных транспортных и складских работ (ПРТС), работ с сахарным песком обеспечивается при его бестарном хранении и транспортировании. Для бестарного хранения сахара-песка применяются силосно-резервуарные склады – стальные или из предварительно напряженного железобетона емкостью от 5 до 80 тыс. т.

Для сохранения постоянной кондиции сахара конструкция и оборудование силоса должны обеспечивать поддержание относительной влажности воздуха в силосе не выше 60 %. Для минимального выделения тепла сахаром стенки силоса должны иметь хорошую теплоизоляцию, а температура воздуха внутри силоса должна быть в пределах 18–30 °С.

Обычно силосы для хранения сахара имеют цилиндрическую форму, а в зависимости от требуемой вместимости – различный диаметр и высоту. Так, для склада вместимостью 2500 т применяются силосы диаметром 10 м при высоте 35 м, а для вместимости 40000 т – диаметром 50 м и высотой 25 м.

Стенки силосов малой вместимости выполняются из листовой стали, покрытой изоляционным слоем, для больших вместимостей строят металлические или железобетонные силосы.

Типовой склад для бестарного хранения сахара состоит из силоса-резервуара (рисунок 14.15) вместимостью 11 тыс. т и элеваторной башни. Сахар из сушильного отделения перемещается ленточными конвейерами, установленными в наземной галерее на отметке 13,2 м, в элеваторную башню и подается в бункер 1, где сахар взвешивается на бункерных весах 2, далее сыпается в бункер 3 и ленточным ковшовым элеватором 4 подается на ленточный конвейер 5, установленный в надсилосной галерее. С конвейера сахар сыпается в силос по специальному рукаву 6 через центральное отверстие.



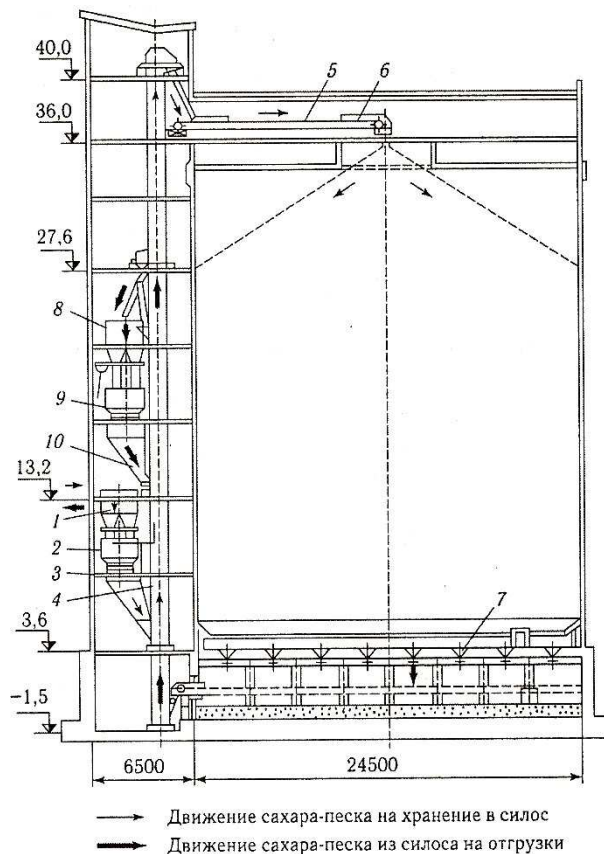


Рисунок 14.15 – Типовой силос-резервуар вместимостью 11 тыс. т для хранения сахарного песка

Для более полной загрузки силоса конвейер может быть снабжен плужковыми сбрасывателями, которые при помощи связанных с ними передвижных ленточных конвейеров через отверстия равномерно загружают силос. Разгрузка сахара производится через отверстия в днище, снабженные управляемыми затворами 7. При этом сахар поступает на передвижные ленточные конвейеры и передается на стационарный ленточный конвейер, расположенный по оси подбункерного помещения, и далее элеватором поднимается на отметку 27,6 м и направляется в бункер 8, весы 9, подвесной бункер 10 и по надземной галерее ленточным конвейером на отметке 13,2 м направляется в сушильно-упаковочное отделение. Для механизации подъемно-транспортных операций на складе применяются ленточные конвейеры

с пластмассовой лентой и элеваторы с алюминиевыми ковшами и пластмассовой лентой.

В складе предусмотрены упаковочное отделение и помещение для хранения затаренного в мешки сахара-песка, который пакетируют на поддонах или без них с применением термоусадочной пленки и перегружают вилочными электропогрузчиками в вагоны. Возможна и бестарная отгрузка сахара-песка в железнодорожный специализированный подвижной состав и в автосахаровозы.

В настоящее время широко применяются в различных странах металлические силосы-резервуары из стали или алюминиевых сплавов.

Значительную вместимость и соответствующие габаритные размеры имеют силосы с центральной башней, внутри которой и вокруг нее размещаются все погрузочно-разгрузочное оборудование и системы кондиционирования воздуха. Известен силос-резервуар, состоящий из двух силосов, размещенных один в другом; это позволяет хранить одновременно в одном силосе два различных продукта (белый сахар и рафинад). Для работы отдельно с каждым грузом предусматривается раздельное подъемно-транспортное оборудование.

Для отправки потребителю почти весь вырабатываемый сахар в упаковочном отделении затаривают в мешки и частично направляют для погрузки непосредственно на транспортные средства, а большую его часть размещают в складах павильонного типа. Сахар из упаковочных отделений подают в склады и на отгрузку ленточными конвейерами, установленными в подземных или наземных галереях. В складах обычно также установлен стационарный магистральный ленточный конвейер, на который поступают мешки с сахаром. При помощи переносных и передвижных конвейеров длиной 4–6 м и напольных конвейерных штабелеукладчиков мешки с сахаром укладываются в штабели (рисунок 14.16).

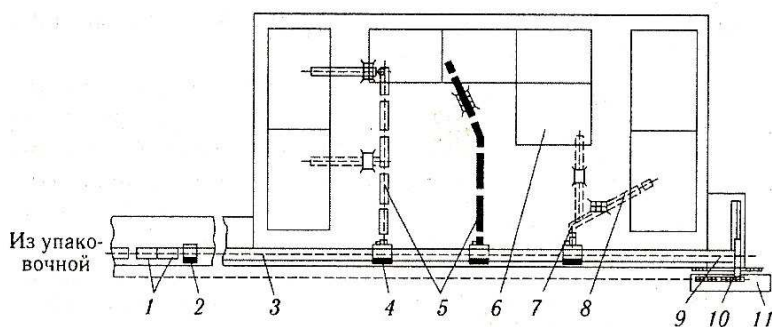


Рисунок 14.16 – Принципиальная напольная схема механизации работ на складе с сахаром, затаренным в мешки:

- 1 – стабилизатор ритма; 2 – камеры учета; 3 – конвейер магистральный;
- 4 – каретка реверсивная передаточная; 5 – конвейеры переносные; 6 – штабель;
- 7 – конвейер разворотный; 8 – штабелеукладчик; 9 – конвейер стационарный наклонный;
- 10 – вагонопогрузчик; 11 – вагон

Мешки с сахаром из упаковочного отделения завода поступают на стабилизирующее устройство, которое выдает мешки на транспортную линию с одинаковыми интервалами. По этой линии мешки проходят камеры учета и поступают на магистральный конвейер склада. На конвейере установлено специальное передаточное устройство, которое может направлять грузопоток мешков с магистрального конвейера в склад готовой продукции или на отгрузку.

В складе предусмотрено использование специального поворотного конвейера для соединения напольных конвейеров в транспортные механизированные линии с различными углами сопряжения.

Для укладки мешков в высокие штабели и подачи их на отгрузку применяется штабелеукладчик.

## **15 НОРМИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ**

---

### **15.1 Перегрузочный процесс и его основные элементы**

**О**сновной производственный процесс грузового пункта – перемещение груза. Вспомогательные процессы обеспечивают необходимые условия для выполнения основного процесса (упаковка, взвешивание и др.).

Предмет труда – груз.

Изменение положения груза является продуктом труда рабочих. Основной (технологический) и вспомогательные процессы могут быть расчленены на отдельные операции, являющиеся основным объектом технического нормирования.

**Операцией** называется однородная часть производственного процесса, выполняемая одним или несколькими исполнителями, осуществляющими определенные действия над предметом труда на одном рабочем месте при одном и том же оборудовании.

Рабочее место – определенная зона (трюм судна, вагон, причал, склад и т. д.) с техническими средствами (машины, грузозахватные приспособления и др.), используемые рабочими для выполнения данной операции.

По н а з н а ч е н и ю операции делятся:

- на основные (технологические) (захват, перемещение, укладка груза);
- вспомогательные (открытие и закрытие люков, сортировка, подсчет, перетаривание, маркировка грузов и т. д.). На одном рабочем месте одновременно с основной операцией или в определенной последовательности с ней могут выполняться вспомогательные операции.

Технологические операции делят:

- на начальные (захват груза грузозахватными приспособлениями);
- промежуточные (перемещение из начального в конечное положение, передача груза с одной машины на другую);
- конечные (обычно штабелирование груза).

В зависимости от назначения и места выполнения механизированных перегрузочных работ принята следующая *классификация основных перегрузочных операций*:

- судовая (выполняется в трюме или на палубе судна);
- фронтальная (перемещение груза в зоне действия фронтальной машины: судно-склад, причал, автомобиль, вагон и в обратном направлении);
- передаточная (переформирование пакета, передача с одной машины на другую);
- транспортная (перемещение груза по территории склада);
- складская (загрузка, разгрузка грузозахватных устройств, перегрузочных машин; перемещение и укладка груза в штабель);
- вагонная (загрузка и разгрузка вагона);
- автомобильная (загрузка и разгрузка автомобиля).

Если транспортная и складская операции выполняются одной машиной, они объединяются в складскую.

Для детального исследования каждую операцию делят:

- на отдельные движения – простейшее законченное действие рабочего с четко определенным началом и концом, поддающееся замеру (вытянуть руку, зажать груз, нагнуться, повернуть ручку контроллера);
- действия – совокупность одинаковых движений, выполняемых без перерыва (несколько шагов, несколько поворотов рукоятки);
- приемы – однородная часть операции, состоящая из одного или нескольких действий (снятие ящика со штабеля, перемещение к захватному устройству, укладка на поддон);
- элементы операции – технологически объединенные приемы.

О с н о в н ы м и э л е м е н т а м и, из различного сочетания которых образуются разнообразные операции перегрузочного процесса, являются:

- формирование и расформирование подъема;
- зацепка и отцепка груза;
- зацепка-отцепка порожнего грузозахватного устройства;
- движение машины с грузом и без груза;
- активное наблюдение при подаче груза;
- вынесение порожнего грузозахватного устройства из рабочей зоны.

Продолжительность выполнения элементов операций определяется расчетом или путем хронометражных наблюдений и на их основе устанавливаются нормы.

## **15.2 Классификация и методы изучения затрат рабочего времени**

В рабочее время входит все время работы рабочего или группы рабочих в течение смены, включая затраты времени как на саму работу, так и на перерывы, простои по различным причинам. Исключается перерыв на обед (рисунок 15.1).

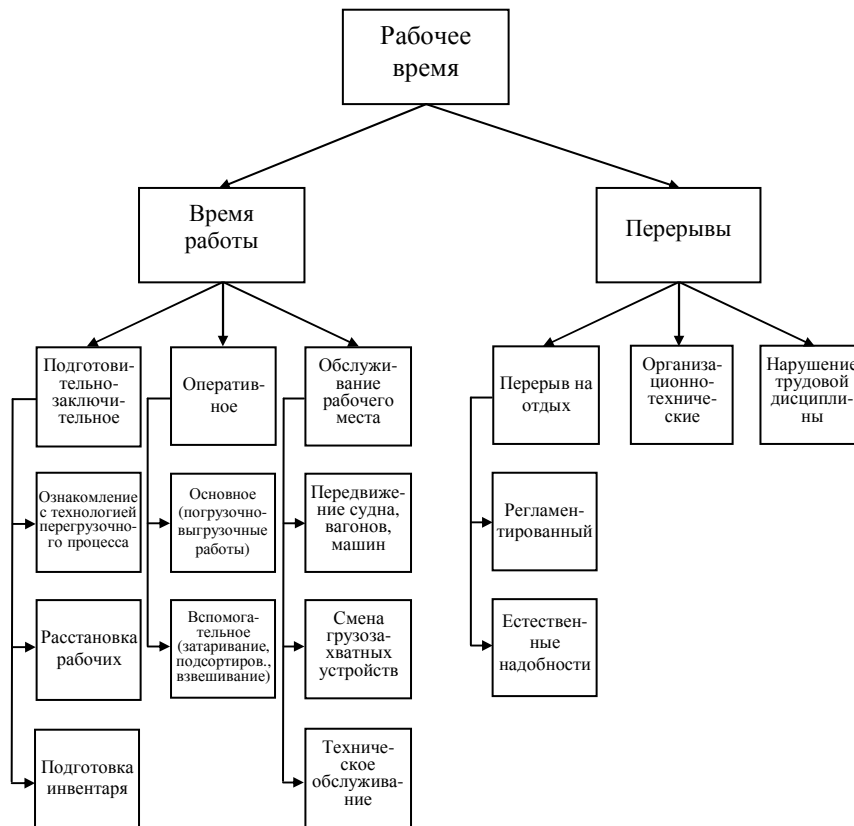


Рисунок 15.1 – Структура рабочего времени

**Рабочее время** делится на нормируемое и ненормируемое.

К ненормируемому относятся потери времени:

- на непроизводительную работу (поиск инвентаря, приспособлений и т. п.);
- по техническим и организационным причинам, не зависящим от рабочего (отсутствие груза, транспортных средств, неисправность погрузочно-разгрузочных машин, отсутствие электроэнергии, метеоусловий и т. п.);
- зависящие от рабочего и связанные с нарушением трудовой дисциплины, небрежностью (опоздание, досрочный уход, поломка машины и т. д.).

Затраты рабочего времени изучают при помощи хронометража и фотографии рабочего дня или рабочего процесса.

При проведении хронометража перегрузочный процесс расчленяется на отдельные элементы и устанавливаются фиксированные точки, определяющие начало и конец каждого элемента. Результаты замеров записываются в специальную карту, указываются условия выполнения.

Применяют три способа замера:  
 – сплошной (фиксируется только конец каждого элемента последовательно по всем выполняемым элементам);  
 – выборочный (производится необходимое число наблюдений за одним элементом, затем 2, 3 и т. д. Этот способ проще и точнее, но требует больше времени);  
 – цикловой (время на выполнение замеряют по группам повторяющихся движений).

В результате замеров получается ряд, который обрабатывается.

Замеры, резко отличающиеся от других, исключаются. Если исключено больше 15 %, наблюдения нужно повторить.

После исключения определяется среднее значение

$$T_{\text{cp}} = \sum_{i=1}^n t_i / n, \quad (15.1)$$

где  $t_i$  – значение  $i$ -го наблюдения;

$n$  – число наблюдений.

Затем определяется среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_{\text{cp}} - t_i)^2 / (n - 1)}. \quad (15.2)$$

Исключение из ряда будет правильным, если

$$X - T_{\text{cp}} > 3\sigma, \quad (15.3)$$

где  $X$  – резко выделяющийся замер.

Далее проверяется устойчивость очищенного ряда по коэффициенту устойчивости:

$$K_y = \frac{t_{\text{max}}}{t_{\text{min}}}, \quad (15.4)$$

где  $t_{\text{max}}$ ,  $t_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное значения очищенного ряда.

Нормированные значения коэффициента устойчивости ( $K_y^H$ ) представлены в таблице 15.1.

Если  $K_y > K_y^H$ , ряд неустойчив и его нельзя использовать.

Таблица 15.1 – Нормированные значения коэффициента устойчивости

Средняя продолжительность элемента, с	Нормированное значение коэффициента устойчивости при перегрузочных работах	
	механизированных	ручных
До 6	1,8	2,5
6–18	1,5	2,0
>18	1,3	1,7

Для исследования и нормирования работы перегрузочных машин используются специальные приборы:

- счетчики циклов;
- счетчики машинного времени;
- асциллографы;
- кинокамеры.

Фотография рабочего дня заключается в изучении всех без исключения затрат рабочего времени на протяжении смены и позволяет:

- выявить размеры и причины потерь рабочего времени и разработать мероприятия по их устранению;
- установить фактическую и необходимую продолжительность всех элементов рабочего времени отдельных машин и рабочих;
- исследовать и рационализировать перегрузочный процесс;
- составить рациональный (нормативный) баланс времени смены.

Фотография рабочего дня может быть:

- индивидуальной (объект наблюдений – один рабочий);
- групповой, бригадный (наблюдение за работой группы рабочих, бригады).

Затраты времени по элементам классифицируются, анализируется баланс рабочего времени и вскрываются резервы по уменьшению потерь рабочего времени и повышению производительности труда. С этой целью рассчитываются:

- процент оперативного времени в общей продолжительности смены

$$K_{\text{оп}} = \frac{t_{\text{ос}} + t_{\text{вс}}}{T_{\text{см}}} \cdot 100 \%, \quad (15.5)$$

где  $t_{\text{ос}}$ ,  $t_{\text{вс}}$  – время основной и вспомогательной работы, ч;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность смены или периода наблюдений, ч;

– процент возможного уплотнения рабочего времени за смену (период наблюдений)

$$K_{\text{уп}} = \frac{(t_{\text{п-з. факт}} - t_{\text{п-з. норм}}) + (t_{\text{об. факт}} - t_{\text{об. норм}}) + (t_{\text{от. факт}} - t_{\text{от. норм}}) + (t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{пр}})}{T_{\text{см}}} =$$

$$= \frac{\sum t_{\text{пот}}}{T_{\text{см}}} \cdot 100 \%, \quad (15.6)$$

где  $t_{\text{п-з. факт}}$ ,  $t_{\text{п-з. норм}}$  – фактическое и нормативное подготовительно-заключительное время, ч;

$t_{\text{об. факт}}$ ,  $t_{\text{об. норм}}$  – фактическое и нормативное время на обслуживание рабочего места, ч;

$t_{\text{от. факт}}$ ,  $t_{\text{от. норм}}$  – фактическое и нормативное время на отдых, ч;



$t_{\text{нр}}$  – время непроизводительной работы, ч;

$t_{\text{оп}}$  – потери времени по организационным причинам, ч;

$t_{\text{пр}}$  – потери времени, зависящие от рабочего, ч;

$\sum t_{\text{пот}}$  – суммарные потери рабочего времени, ч;

– возможное повышение производительности труда, % за смену или в другой период наблюдений

$$K_{\text{тр}} = \frac{\sum t_{\text{пот}}}{T_{\text{см}} - \sum t_{\text{пот}}} t. \quad (15.7)$$

### 15.3 Нормативы для расчета норм на перегрузочные работы

Для расчета технически обоснованных норм в различных условиях устанавливаются **нормативы**:

- использования перегрузочных машин;
- времени на выполнение отдельных элементов и операций перегрузочного процесса;
- обслуживания рабочего места;
- отдыха;
- численности работников различной категории.

По степени расчленения работ на элементы нормативы бывают:

- дифференцированные (элементные);
- укрупненные.

К д и ф ф е р е н ц и р о в а н н ы м относятся:

- масса подъема для различных грузов и условий работы;
- скорости подъема и поворота с грузом и без груза;
- время на элементы цикла перегрузочных машин;
- время на активное наблюдение за груженными и порожними грузозахватными устройствами;
- время на подготовительно-заключительные работы;
- время на обслуживание рабочего места;
- время на перерывы, отдых и личные надобности;
- численность рабочих на определенных операциях перегрузочного процесса.

У к р у п н е н н ы е:

- продолжительность циклов перегрузочных машин;
- численность рабочих комплексных бригад;
- техническая производительность перегрузочных машин.

Нормативы устанавливаются:

- теоретическим расчетом;
- проведением хронометража.

П о р я д о к р а з р а б о т к и нормативов:

- 1) составляется перечень элементов изучаемой операции. Приводится характеристика элементов (ручной, механизированный способ, состав приемов, место выполнения и др.), указываются фиксированные точки, измеритель (т, м, ед. груза), факторы, влияющие на трудоемкость и продолжительность элемента;
- 2) выбирается объект изучения. Указывается время наблюдения, причал, склад, судно, вагон, автомобиль, операция, груз, технологическая схема, комплексная бригада, машина и грузозахватные приспособления, фронт работ, слой перегружаемого груза, способ взвешивания, состояние погоды, освещенность;
- 3) сверяются фактические условия работы с «типовыми», для которых устанавливаются нормативы;
- 4) производится необходимое количество наблюдений. Указывается продолжительность, число исполнителей, расстояние перемещения, высота укладки, количество мест в подъеме, масса, угол поворота и др.;
- 5) выделяются хронометражные ряды с одинаковыми условиями и обрабатываются;
- 6) анализируются нормативы и устанавливаются зависимости их значений от изменений различных факторов;
- 7) составляется таблица нормативов.

#### **15.4 Технически обоснованные нормы времени, выработки**

**Норма времени** ( $t_n$ ) – затраты труда (чел·ч), необходимые для перегрузки 1 т груза в определенных производственных условиях, при наиболее рациональной организации работ, полном использовании производственных возможностей и с учетом передового опыта.

**Норма выработки** ( $P_n$ ) – количество тонн груза, которое должно быть при отмеченных выше условиях перегружено в единицу времени

$$t_n = \frac{T_{см}}{P_n} . \quad (15.8)$$

Нормы времени и выработки устанавливаются следующими способами:

- 1) статистическим (суммарным). На весь процесс в целом на основе опытно-статистических данных, по аналогии с другими процессами, заключений экспертизы. (Используется, когда невозможно применить аналитический);
- 2) аналитическим (расчетным). Обосновывают нормы по всем элементам технологического процесса (точный метод). Есть две разновидности:
  - аналитически-исследовательский (определяются затраты времени на каждый элемент операции и на операцию в целом, на основе исследований этих затрат в конкретных условиях и критического их анализа);

– аналитически-расчетный (устанавливаются затраты времени на операцию и ее отдельные элементы не путем измерений, а по нормативам, что сокращает трудоемкость разработки норм).

*Нормы при использовании нормативов рассчитываются в следующем порядке:*

1) определяют необходимые исходные данные: род и класс груза; технологическую схему перегрузки; тип и группу крана; тип захватного приспособления; угол поворота стрелы; высоту подъема и опускания захватного приспособления; массу подъема; состав бригады;

2) по исходным данным и таблицам нормативов времени устанавливают нормативы времени на выполнение отдельных элементов цикла и определяют среднюю продолжительность цикла  $T_{ц}$ ;

3) определяют потребное количество звеньев и рабочих для выполнения операций (судовых, вагонных, складских):

$$n_p = \sum t / T_{ц}, \quad (15.9)$$

где  $\sum t$  – трудоемкость операции, чел·с;

4) по справочной литературе определяют время на подготовительно-заключительные операции ( $t_{п-з}$ ), обслуживание рабочего места ( $T_{обс}$ ), отдых и личные надобности рабочих ( $T_{от}$ ), технологические перерывы ( $T_{т.п}$ ) и оперативное время:

$$T_{оп} = T_{см} - (T_{п-з} + T_{обс} + T_{от} + T_{т.п}); \quad (15.10)$$

5) определяют сменную норму выработки комплексной бригады:

$$H_k = (T_{оп} / T_{ц}) g_{п}, \quad (15.11)$$

где  $g_{п}$  – количество груза, перемещаемого краном за один цикл;

6) по численности рабочих, занятых на выполнении всех операций, подсчитывают состав комплексной бригады:

$$\Pi_{рк} = n_1 + n_2 + \dots + n_k; \quad (15.12)$$

7) определяют норму выработки на одного рабочего комплексной бригады:

$$H_{к.р} = H_k / \Pi_{р.к}; \quad (15.13)$$

8) комплексная норма времени на перегрузку 1 т груза, бригадо·ч/т (машина ч/т),

$$T_{к.вр} = T_{см} / H_k, \quad (15.14)$$

где  $H_k$  – сменная норма выработки комплексной бригады, т.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА 16 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ**

---

### **16.1 Безопасность, основные понятия и определения**

**Б**езопасность в самом общем смысле слова – это защита опасностей.

*Опасность* (опасная ситуация) – это совокупность различных неблагоприятных факторов, которые при неудачном стечении обстоятельств могут повлиять на здоровье и жизнь людей, нанести ущерб окружающей среде, зданиям, сооружениям, оборудованию, технике и привести к финансовым потерям. Статистическая вероятность возникновения опасных ситуаций (нежелательных событий) называется *риском*.

Здесь следует обратить внимание на то, что для людей *быть в безопасности* вовсе не значит жить без опасностей. К сожалению, опасности существовали и будут существовать всегда, и в некотором смысле они могут даже иметь положительное значение, являясь побудительным мотивом для необходимой активности человека. Опасности, стрессы, проблемы, трудности не только неизбежны в жизни людей, но и в известной степени полезны, поскольку они способствуют их мобилизации в производственной деятельности, общении, поведении.

Приведенное выше определение безопасности, конечно же, не является единственным и не может в полной мере раскрыть природу такого многогранного явления, как безопасность, включающего в себя:

- состояние субъекта (потенциальной жертвы) и объекта опасности;
- способность объекта, процесса, явления сохранить свою сущность и основную характеристику в условиях целенаправленного, разрушающего воздействия извне или в самом объекте, явлении, процессе;
- способность к защите целостности, устойчивости, саморегуляции, и других жизненно важных свойств системы, так как разрушительное воздействие на любое из этих свойств приведет к гибели системы в целом;

- гарантию жизнедеятельности личности, общества, государства, что позволяет им сохранять и умножать их материальные и духовные ценности;
- отсутствие опасностей и угроз материальной и духовной сферы;
- понятие угрозы как реального признака опасности.

Следует обратить внимание, что понятие *угроза* в этом контексте приобретает качество важнейшей характеристики, так как *угроза и борьба с ней являются сущностью безопасности*.

В учебном пособии рассмотрена безопасность в узком смысле слова применительно к некоторой сфере деятельности (условиям производства), и, в частности, связанной с доставкой грузов потребителям автомобильным транспортом.

*На производстве под безопасностью понимают комплекс различных мероприятий (правовых, организационных, экономических, технических, технологических, информационных и др.), направленных на снижение вероятности возникновения опасных ситуаций и уменьшение последствий от последних, если предотвратить их не удалось.*

Очевидно, что эффективность функционирования и конкурентоспособность погрузочно-разгрузочных пунктов и складов в значительной степени зависит от обеспечения и поддержания на них надлежащего уровня безопасной работы техники и персонала. На производственную безопасность влияет большое количество различных как объективных, так и субъективных факторов, основные из которых приведены на рисунке 16.1.

Печальная статистика несчастных случаев позволяет констатировать, что субъективные факторы играют главенствующую роль в системе безопасности, так как самым опасным элементом на производстве является человек: водитель, наладчик, монтажник, стропальщик, руководитель, оператор, конструктор, проектировщик и другие категории работников. К сожалению, в работе по безопасности очень часто недооценивается роль человеческого фактора и поэтому допускается принципиальная ошибка, заключающаяся в том, что надежную безопасность хотят достигнуть, только вкладывая средства в современную технику и технологию. Однако аварии продолжают происходить, и виновниками их оказываются люди, их халатность, небрежность, некомпетентность. Поэтому нельзя причины трагедий списывать только на объективные факторы и, в частности, на технику, так как условия, приводящие к опасным ситуациям и несчастным случаям, зачастую обуславливаются поведением человека.

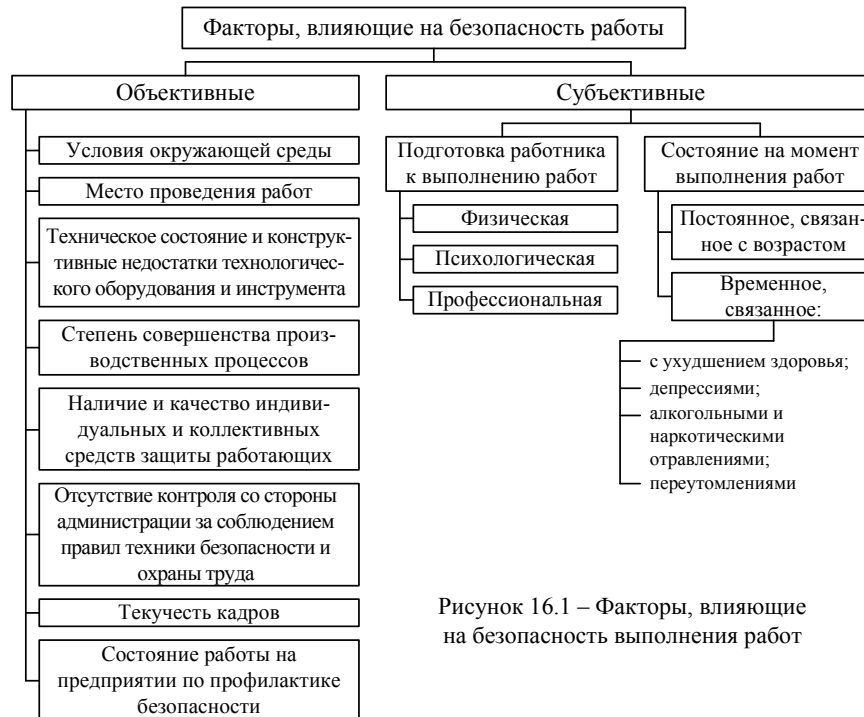


Рисунок 16.1 – Факторы, влияющие на безопасность выполнения работ

Грамотный руководитель производства любого ранга и уровня должен в первую очередь обращать внимание на субъективные факторы, так как недооценка роли человеческого фактора уже не раз приводила ко многим опасным ситуациям.

### **16.2 Безопасность и охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ**

Выполнение погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ (ПРТСР) производится с использованием различных погрузочно-разгрузочных, автотранспортных средств и другого оборудования. Для управления этой техникой и всем рассматриваемым процессом задействованы миллионы людей (машинистов, стропальщиков, водителей, грузчиков и других категорий рабочих, а также руководителей всех рангов). Кроме того, ПРТСР по своей природе являются трудоемкими, тяжелыми и опасными. Поэтому при производстве этих работ должны неукоснительно соблюдаться все тре-

бования, регламентированные различными документами (стандартами, правилами, инструкциями, постановлениями и др.) и направленные на достижение соответствующего уровня безопасности.

**Безопасность ПРТСР** заключается в обеспечении работодателем безопасных условий труда и соблюдении их работниками. Эти условия регулируются нормативно-правовой документацией по охране труда, в том числе правилами, процедурами и критериями, направленными на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации складских объектов, машин, механизмов и оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

**Работодатель обязан обеспечить:**

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствие общих требований охраны труда условиям труда на каждом рабочем месте;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- контроль состояния условий труда на рабочих местах и правильность применения работниками средств индивидуальной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда;
- разработку и утверждение, с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа, инструкций по охране труда;
- наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой производства работ.

**Работник предприятия, в свою очередь, обязан:**

- соблюдать требования охраны труда, установленные законами и ины-

ми нормативно-правовыми актами, а также правилами и инструкциями по охране труда;

- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;

- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда, оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, получать инструктаж по охране труда, проходить стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда и т. д.

Применяемые машины, механизмы и другое оборудование, транспортные средства, технологические процессы, материалы и химические вещества, средства индивидуальной и коллективной защиты работников, в том числе иностранного производства, должны соответствовать требованиям охраны труда и иметь сертификаты соответствия.

При выполнении технологических процессов ПРТСР на работающих действуют следующие **опасные и вредные физические производственные факторы:**

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигаемые грузовые единицы и др.;

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, грузов;

- температура воздуха рабочей зоны;

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- вибрации, инфразвуковые колебания, ультразвук;

- повышенная или пониженная влажность воздуха;

- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;

- повышенный уровень статического электричества, электромагнитных излучений;

- повышенная напряженность электрического и магнитного полей;

- отсутствие или недостаток естественного света;

- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- повышенная яркость света;

- пониженная контрастность;

- прямая и отраженная блескость;

- повышенная пульсация светового потока;

- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов, оборудования, грузов;

- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).



При работе с различными грузами не исключено влияние таких опасных и вредных производственных факторов, как токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Кроме того, условия работы характеризуются также психологическими и опасными и вредными производственными факторами, которые по характеру действия подразделяются на *физические перегрузки* (статические и динамические) и *нервно-психические перегрузки* (перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные нагрузки).

Уменьшить воздействие вышеперечисленных вредных и опасных производственных факторов можно с помощью мероприятий, приведенных на рисунке 16.2.

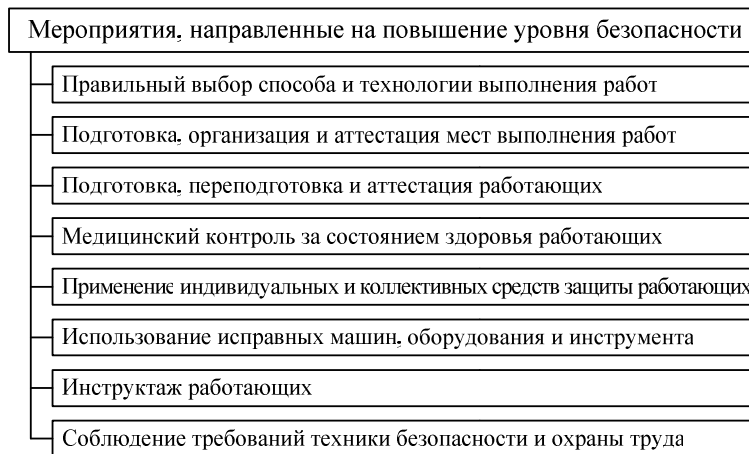


Рисунок 16.2 – Мероприятия, направленные на повышение безопасности ПРТСП

Краткая характеристика этих мероприятий приведена ниже.

При выборе *способа и технологии выполнения ПРТСП* необходимо стремиться к уменьшению и полному предотвращению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов:

- за счет механизации и автоматизации этих работ;
- использования современных ПРС и технологий, отвечающих действующим требованиям безопасности;
- применения знаковой, световой и другой сигнализации при перемещении груза погрузочно-разгрузочным механизмом;
- правильного размещения и укладывания груза в местах производства работ и на транспортных средствах;

– соблюдения охранных зон электропередач, инженерных коммуникаций и др.

Независимо от способа выполнения работ, транспортной характеристики груза, метеоусловий должны быть приняты все меры по созданию безопасных условий проведения погрузочно-разгрузочных работ. Их следует выполнять *механизированными способами* с применением различных погрузочно-разгрузочных средств. Механизированный способ является обязательным для грузов массой более 30 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 1,5 м.

При переноске тяжестей грузчиками *вручную* на расстояние до 25 м для мужчин допускается следующая максимальная нагрузка: от 16 до 18 лет – 16 кг; старше 18 лет – 50 кг. *Подросткам* от 16 до 18 лет разрешается грузить и выгружать только следующие грузы:

- навалочные (гравий, песок, зерно, овощи и т. п.), легковесные (пустая тара, фрукты в мелкой таре и т. п.), штучные (кирпич и т. п.);
- пиломатериалы (подтоварник, тес и т. п.). В исключительных случаях допускается производить *вручную погрузку (выгрузку)* груза массой одного места 60 кг двумя грузчиками.

*Женщинам* разрешается поднимать и переносить тяжести *вручную*: постоянно – в течение рабочей смены массой не более 7 кг, периодически (по 2 раза в час) при чередовании с другой работой – массой не более 10 кг.

Величина динамической работы, совершаемой в течение каждого часа рабочей смены, должна быть не более 1750 кг·м при перемещении груза по рабочей поверхности и не более 875 кг·м при перемещении с пола. При перемещении груза на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 30 кг на одного грузчика (для женщин 10 кг).

Транспортирование тары или пакетов и установка их в штабель грузчиками с вилочными захватами должны производиться по одной штуке.

Грузы на транспортных средствах должны быть установлены (уложены) и закреплены так, чтобы во время транспортирования не происходило их смещения и падения. В необходимых случаях груз должен быть закреплен.

При транспортировании тарно-штучных грузов должно применяться пакетирование с применением поддонов, контейнеров и других пакетирующих средств. В пакетах грузы должны быть скреплены, грузы на поддоне не должны выступать более 20 мм с каждой стороны поддона, для прочных ящиков длиной более 500 мм это расстояние может быть увеличено до 70 мм.

Загрузка кузова автомобиля (прицепа) должна производиться от кабины к заднему борту, разгрузка – в обратном порядке.

При укладке груза в кузов АТС должны соблюдаться следующие правила:

- при погрузке навалом груз не должен возвышаться над бортами кузова и должен располагаться равномерно по всей площади пола кузова;

– штучные грузы, возвышающиеся над бортом кузова, необходимо увязать такелажем (канатами из органических или синтетических материалов). Применение стальных канатов и проволоки не допускается. Высота груза в автомобиле не должна превышать высоту проезда под мостами и путепроводами и должна быть не более 4,0 м, а ширина – не более 2,5 м.

Свободные промежутки между ящичными, бочковыми и другими штучными грузами в кузове необходимо заполнять прочными прокладками и распорками.

При укладке катно-бочковых грузов в несколько рядов эти грузы следует накатывать по слегам (толщиной не менее 50 мм).

Бочки с жидким грузом должны устанавливаться пробкой вверх. Каждый ряд бочек должен устанавливаться на прокладках из досок, и все крайние ряды должны подклиниваться.

Запрещается находиться перед скатываемыми грузами или сзади накатываемых по слегам катно-бочковых грузов.

Грузы в неисправной таре должны складироваться в отдельный вспомогательный штабель пониженной высоты с целью дальнейшего ремонта тары или ее замены при перетаривании.

Перемещение тары волоком или кантованием не допускается.

При перемещении ящичных грузов во избежание ранения рук каждый ящик необходимо предварительно осмотреть. Торчащие гвозди и концы стальной обвязки должны быть забиты, убраны заподлицо.

При необходимости снятия пакета, ящика или кипы с верха штабеля необходимо убедиться, что лежащий рядом груз занимает устойчивое положение и не может упасть.

Укладывать пакеты, ящики, барабаны, бочки, рулоны и кипы в закрытых складах необходимо с обеспечением ширины главного прохода не менее 3 м.

Переноска катно-бочковых грузов независимо от их массы на спине запрещается.

Места производства работ требуют соответствующей подготовки, а работы на них – организации. Организация работ и рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах выполнения грузовых операций. Для этого места, где будут выполняться работы, должны:

- размещаться на специально отведенной территории;
- иметь основание с ровным твердым покрытием или твердым грунтом, способным воспринимать нагрузки от грузов автотранспортных и погрузочно-разгрузочных средств, а также обеспечивающее их устойчивость;
- располагать проездами, обеспечивающими безопасное движение подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов;
- соответствовать требованиям освещенности, пожарной безопасности, уровню шума, вибрации и др.

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ**

# **17**

## **ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОГРУЗКИ-ВЫГРУЗКИ ГРУЗОВ**

---

### **17.1 Общий порядок расчетов**

**Д**ля выполнения погрузочно-разгрузочных работ с различными грузами применяют большое количество типов машин и устройств периодического и непрерывного действия, стационарных и передвижных, одиночных и входящих в состав поточно-транспортных систем (ПТС). Причем один и тот же груз можно перегружать различными машинами. Например, погрузку, выгрузку и сортировку универсальных контейнеров производят мостовыми, козловыми, стреловыми кранами, автопогрузчиками. Если учесть, что среди машин одного типа имеется, как правило, большое число разновидностей и модификаций, то станет понятно – количество вариантов погрузочно-разгрузочных работ и технологических схем для определенного груза может быть значительным. Поэтому первоочередной задачей проектировщиков является отбор из всех возможных **технологических схем погрузки-выгрузки** конкурентоспособных. Его производят на основе накопленного практического опыта. Следует использовать типовые схемы.

После отбора конкурентоспособных вариантов приступают ко второму этапу – расчету для каждого из них соответствующих **показателей** – натуральных и стоимостных.

**К н а т у р а л ь н ы м** показателям относятся уровни механизации ( $U_m$ ), комплексной механизации ( $U_{км}$ ) и автоматизации ( $U_a$ ) погрузочно-разгрузочных работ; производительность труда работников, занятых погрузкой, выгрузкой, перегрузкой и сортировкой грузов; простой подвижного состава под грузовыми операциями; энерго- и металлоемкости.

**С т о и м о с т н ы м и** показателями являются: капитальные вложения в средства механизации, склады; удельные капитальные вложения; годовые эксплуатационные расходы; себестоимость переработки одной тонны (шту-

ки, м<sup>3</sup>) груза, эффективность проекта. В современных условиях центральное место в процессе принятия решения занимает экономическая оценка инвестиционных операций, связанных с вложением средств в механизацию и автоматизацию ПРР.

При оценке эффективности ПТС необходимо учитывать:

- продолжительность жизненного цикла от момента проведения инвестиционных исследований до полной ликвидации ПТС;
- сопоставимость показателей и условий различных вариантов ПТС;
- учет фактора времени при оценке эффективности разновременных затрат;
- комплексность оценки предстоящих затрат (текущие затраты и поступления, затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, потери эффекта, вызванные реализацией проекта);
- изменение цен на продукцию и ресурсы в период реализации проекта (инфляция);
- влияние неопределенности и рисков реализации проекта ПТС.

На третьем этапе путем сопоставления стоимостных и натуральных показателей определяют лучший. Предпочтение отдают стоимостным показателям.

Эффективность ПТС необходимо оценивать в два этапа. На первом этапе определяют (учитывая локальность проекта) только коммерческую эффективность.

На втором этапе после выбора схемы финансирования выявляют финансовую реализуемость ПТС (эффективность участия в инвестициях бюджета, отдельных предприятий, акционеров).

При **стоимостной оценке затрат и результатов использования ПТС** можно использовать базисные, мировые, прогнозные, расчетные и текущие цены.

Под *базисной ценой* подразумевается цена, сложившаяся в народном хозяйстве на определенный момент времени. Она считается неизменной в течение всего расчетного периода. Разновидностью базисной цены являются текущие цены.

*Прогнозная цена* устанавливается путем умножения базисной цены на индекс возможного изменения цен в конце расчетного шага, т. е. это ожидаемая цена с учетом инфляции.

*Расчетные цены* используются, если затраты и результаты выражены в прогнозных ценах. Это обеспечивает сравнимость результатов, полученных при различных уровнях инфляции. Расчетные цены определяют с помощью дефлирующего множителя, соответствующего индексу общей инфляции.

Базисные, прогнозные и расчетные цены могут выражаться как в белорусских рублях, так и в устойчивой валюте. В последнем случае будет считаться, что расчет эффективности ПТС осуществлен в мировых ценах.

## 17.2 Расчет натуральных показателей

**Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ** – это отношение количества тонно-операций, выполненных механизированным способом ( $Q_{ГМ}$ ) в течение определенного времени (обычно за год), к общему объему выполненных тонно-операций за тот же период ( $Q_{Г}$ ):

$$Y_{м} = (Q_{ГМ} / Q_{Г}) \cdot 100. \quad (17.1)$$

Аналогично определяют уровни комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ  $Y_{км}$ ,  $Y_{а}$ :

$$Y_{км} = (Q_{Гкм} / Q_{Г}) \cdot 100; \quad (17.2)$$

$$Y_{а} = (Q_{а} / Q_{Г}) \cdot 100. \quad (17.3)$$

**Производительность труда** характеризует эффективность труда в процессе производства. Она измеряется временем, затраченным на производство единицы продукции, или количеством продукции, произведенной в единицу времени. Исходя из специфики транспортного процесса, при котором груз только перемещается, а новые товары не производятся, производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах  $\Pi$  можно определить делением сменной выработки  $Q_{см}$  на общую численность бригады  $r$ , обеспечивающей эту выработку:

$$\Pi = Q_{см} / r, \quad (17.4)$$

или делением годового объема выполненных тонно-операций  $Q_{Г}$  на общий штат работников  $\sum r_i$ :

$$\Pi = Q_{Г} / \sum r_i. \quad (17.5)$$

Простой вагона под грузовыми операциями, ч,

$$t_{Гр}^B = t_{П-З} + t_{вс} + (m_{пу} / Z - 1)t_{пер} + (m_{пу}q_{в}) / (ZQ_{ч}), \quad (17.6)$$

где  $t_{П-З}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций. Принимают в соответствии с Едиными нормами [10] равным, мин/ваг.: тарные грузы – 9; контейнеры и тяжеловесные грузы – 5; лесные грузы – 18; зерно (погрузка) – 2; зерно (выгрузка) – 9; нефтегрузы – 6; навалочные грузы при выгрузке кранами – 6; навалочные грузы при выгрузке вагонопрокидывателями и разгрузчиками (типа С-492) – 5; навалочные грузы при выгрузке на две стороны повышенных путей – 7, на одну сторону – 9; навалочные грузы (погрузка) – 0; металлы (при использовании электромагнитных захватов) – 0. Следует иметь в

виду, что время  $t_{п-з}$  при обработке группы вагонов берется только для первого и последнего из них, так как подготовительные и заключительные операции с другими вагонами группы производят параллельно с грузовыми операциями;

$t_{вс}$  – время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных операций в процессе перегрузки грузов, если такие операции имеются (устанавливается на основе хронометражных операций);

$m_{пу}$  – число вагонов в одной подаче-уборке к грузовому фронту;

$Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин, производящих грузовые операции с вагонами;

$t_{пер}$  – время на одну перестановку вагонов у грузового фронта (определяют по данным хронометражных наблюдений). При использовании передвижных погрузочно-разгрузочных машин вагоны у фронта не переставляют, а значит  $(m_{пу} / Z - 1)t_{пер} = 0$ . Это же будет иметь место при любом типе машин, если  $m_{пу} \leq Z$ ;

$q_{в}$  – количество груза, находящегося в одном вагоне, т;

$Q_{ч}$  – часовая эксплуатационная производительность одной машины.

Определенное значение  $t_{гр}^B$  не должно превышать установленных норм. В противном случае нужно скорректировать число машин или количество подач-уборок вагонов к грузовому фронту. Простой автомобиля под грузовыми операциями

$$t_{гр}^a = t_{п-з} + t_{вс} + q_a / Q_{ч}, \quad (17.7)$$

где  $q_a$  – количество груза, находящегося в одном автомобиле, т.

Простой судна под грузовыми операциями, ч,

$$t_{гр}^c = t_{п-з} + t_{вс} + q_c / (ZQ_{ч}), \quad (17.8)$$

где  $q_c$  – количество груза, находящегося в одном судне, т.

Энергоемкость варианта механизированной перегрузки грузов может быть оценена по суммарной мощности двигателей всех задействованных в варианте машин  $\sum N$ , кВт, годовому расходу электроэнергии  $\sum A$ , кВт·ч, или удельным значениям этих величин:

$$n = \sum N / Q_r; \quad a = \sum A / Q_r. \quad (17.9), (17.10)$$

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

$$m = \sum M_c / Q_r . \quad (17.11)$$

### 17.3 Расчет стоимостных показателей

**Капитальные вложения** по рассматриваемому варианту определяют по укрупненным измерителям:

$$K = \kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6 + \kappa_7 + \kappa_8 , \quad (17.12)$$

где  $\kappa_1$  – расходы на приобретение машин и относящегося к ним оборудования. Находят умножением числа машин  $Z$  на восстановительную стоимость машины  $C_z$ , которая представляет собой отпускную цену завода-изготовителя, увеличенную на 2–10 % (затраты на перевозку к месту работы, монтаж, испытание);

$\kappa_2$  – расходы на устройства полуавтоматического или автоматического управления машинами, если они не включены в  $\kappa_1$ ;

$\kappa_3$  – расходы на специально сооружаемые устройства, необходимые для обслуживания машин (гаражи, пункты зарядки аккумуляторных батарей, ремонтные мастерские, силовая и осветительная электросети и т. п.);

$\kappa_4$  – расходы на сооружение железнодорожных погрузочно-выгрузочных и подкрановых путей, автоподъездов и т. п.;

$\kappa_5$  – расходы на устройство складов с учетом стоимости санитарно-технического оборудования, водопроводной сети, энергоснабжения, связи, подвода сжатого воздуха, газа и т. д.;

$\kappa_6$  – расходы на бытовые устройства для удовлетворения потребностей механизаторов и рабочих, в части отнесенной к рассматриваемым складам;

$\kappa_7$  – расходы на приобретение нового подвижного состава или модернизацию существующего, связанную с применением определенных средств механизации, а также на контейнеры, поддоны, многооборотные стропы и т. п.;

$\kappa_8$  – прочие расходы, не включенные в предыдущие семь видов.



**Необходимое количество вагонов, контейнеров и т. д.**

$$S = (Q_{\text{пер}}^{\Gamma} t_{\text{об}} \alpha_{\text{р}}) / (q t_{\Gamma}), \quad (17.13)$$

где  $Q_{\text{пер}}^{\Gamma}$  – годовой объем перегрузки груза, т;

$t_{\text{об}}$  – время оборота вагонов, контейнеров, возвратных средств пакетирования, сут;

$\alpha_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий нахождение вагонов, контейнеров, средств пакетирования в ремонте ( $\alpha_{\text{р}} = 1,06 \dots 1,10$ );

$q$  – количество груза, находящегося в одном вагоне, контейнере, пакете, т;

$t_{\Gamma}$  – количество дней в году, когда осуществляются перевозки.

Следует иметь в виду, что если подвижной состав, контейнеры, поддоны и т. п. не только используются на данном грузовом пункте, но и обращаются в замкнутых маршрутах, то величину  $k_{\Gamma}$  надо принимать лишь в той части, которая относится к данному пункту.

Когда во всех сравниваемых вариантах какие-либо затраты одинаковы, то их можно не определять и не включать в суммарную величину  $K$ .

Для удобства рекомендуется сводить затраты по каждому варианту в таблицу примерно по следующей форме:

*Таблица ... – Капитальные вложения по ... варианту*

Наименование машин, устройств, сооружений, оборудования	Единицы измерения	Количество единиц	Единичная стоимость, у.е.	Сумма затрат, у.е.	Примечание
1	2	3	4	5	6

Графу 3 данной таблицы заполняют на основе расчетов числа машин, складов, устройств, оборудования, 4 – по данным учебников и справочников. Умножением данных граф 3 и 4 получают величину в графу 5. Суммирование всех чисел графы 5 дает величину капиталовложений  $K$ .

**Удельные капитальные вложения** определяют делением полных затрат  $K$  на годовой объем выполненных тонно-операций  $Q_{\Gamma}$ :

$$K_{\text{у}} = K / Q_{\Gamma}. \quad (17.14)$$

**Годовые эксплуатационные расходы**

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{эт}} + A + P + M + R, \quad (17.15)$$

где  $Z$  – расходы на заработную плату;

$\mathcal{E}_{\text{эт}}$  – расходы на электроэнергию и топливо;

$A$  – отчисления на амортизацию;

$P$  – отчисления на все виды ремонтов;

$M$  – расходы на обтирочные и смазочные материалы;

$R$  – расходы на быстроизнашивающуюся оснастку.

Расходы на заработную плату механизаторам и рабочим рассчитывают в зависимости от принятой системы оплаты труда:

– повременная оплата –

$$Z = 12\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{м}}(1 + \beta/100)ZK_{\text{см}}\sum a_z + Z_{\text{д}}; \quad (17.16)$$

– сдельная оплата и индивидуальные нормы выработки –

$$Z = C_{\text{об}} \cdot 12\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{м}}(1 + \beta/100)Q_{\Gamma} + Z_{\text{д}}; \quad (17.17)$$

– сдельная оплата и комплексные нормы выработки –

$$Z = \frac{7\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{к}}\alpha_{\text{м}}(1 + \beta/100)Q_{\Gamma}}{Q_{\text{см}}^{\text{к}}} (r_{\text{м}}c_{\text{чм}} + r_{\text{п}}c_{\text{чр}}) + Z_{\text{д}}, \quad (17.18)$$

где  $\alpha_{\text{вр}}$  – коэффициент, учитывающий 12%-ную надбавку к заработной плате

( $\alpha_{\text{вр}} = 1,12$ ) для грузов со специфически сложными условиями переработки (алебастр, апатитонефелиновый концентрат, баллоны с газом, бензин этилированный, битум, вата минеральная и стеклянная, взрывчатые вещества, зерно россыпью в закрытых помещениях, известь, каучук, карбид кальция, кислота, кокс, купорос, магнезит, минеральные удобрения, мел, мясо, мясопродукты, нафталин, нефть и нефтепродукты, нерудные ископаемые (асбест, кварц, гипс), рыба, стружки и опилки металлические, соль, сода, стекловолокно, сера, уголь, утильсырье и металлолом, флюсы, фрезерный торф, цемент, шпалы, пропитанные антисептиком, щелочи, ядовитые вещества и др.);

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

$\alpha_{\text{м}}$  – коэффициент, учитывающий районные дополнительные надбавки к зарплате, вызываемые сложными природными климатическими или экономическими условиями (1,10–1,80);

- $\beta$  – общий процент начислений на заработную плату, включающий отчисления на социальное страхование, охрану труда и др. ( $\beta \approx 40$ );
- $Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин, используемых для работы по рассматриваемому варианту;
- $K_{см}$  – число смен работы в течение суток (1, 2, 3 или 3,43 – при круглосуточной работе);
- $\sum a_3$  – суммарный месячный оклад механизаторов и рабочих, обслуживающих одну погрузочно-разгрузочную машину;
- $Z_d$  – дополнительная годовая заработная плата тем работникам, которые обеспечивают устойчивую работу погрузочно-разгрузочных машин и складов (подзарядчики на зарядных пунктах, слесари, механики, электрики, наладчики, сторожа, уборщицы, рабочие на открытии и закрытии люков полувагонов и др.). Величина  $Z_d$  устанавливается исходя из численности работников и их заработной платы. Если эти работники обслуживают весь грузовой двор или складской район промышленного предприятия, то  $Z_d$  принимается лишь в определенной относительной части. В соответствии с ЕНВ, например, число рабочих для открывания и закрывания люков на повышенных путях устанавливают исходя из нормы времени 0,025 чел·ч на 1 люк. Для зарядных пунктов 1 подзарядчик принимается на 8–10 работающих машин;
- $C_{об}$  – суммарная сдельная расценка за переработку одной тонны груза;
- $\alpha_k$  – коэффициент, учитывающий надбавки к заработной плате механизаторам и рабочим, входящим в состав комплексной бригады (I класс – 1,25; II – 1,20; III – 1,15);
- $Q_{см}^k$  – комплексная норма выработки на бригаду в целом, определяемая в соответствии с разделом I ЕНВ или расчетом;
- $r_m, r_p$  – количество механизаторов и рабочих, входящих в бригаду и обслуживающих одну машину или установку;
- $c_{чм}, c_{чр}$  – часовая тарифная ставка соответственно механизатора и рабочего.

При выборе расчетной формулы определения расходов на заработную плату поступают следующим образом. По ЕНВ определяют наличие или отсутствие комплексных норм выработки. Если они имеются, то используют формулу (17.17), а если нет, – то (17.16). Формулу (17.15) применяют, если отсутствуют нормы выработки или не обеспечена полная загрузка всего рабочего времени, или невозможен четкий учет выполняемой работы.

Расходы на электроэнергию и топливо

$$\mathcal{E}_{\text{эт}} = \mathcal{E}_3^c + \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_{\text{осв}}, \quad (17.19)$$

где  $\mathcal{E}_3^c$  – расходы на силовую электроэнергию;

$\mathcal{E}_T$  – расходы на топливо;

$\mathcal{E}_{\text{осв}}$  – расходы на освещение мест производства погрузочно-разгрузочных работ.

*Расходы на силовую электроэнергию при поступлении ее по троллейным проводам или силовому кабелю*

$$\mathcal{E}_3^c = \eta' C_3^c \sum_{i=1}^n (N_i \eta_{д_i}) T_r^\Phi, \quad (17.20)$$

где  $\eta'$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в распределительной сети ( $\eta' = 1,03 \dots 1,05$ );

$C_3^c$  – стоимость 1 кВт·ч силовой электроэнергии;

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

$\eta_{д_i}$  – полный КПД  $i$ -го двигателя машины,

$$\eta_{д_i} = (\eta_{дм_i} \eta_{дв_i}) / (\eta_{пдн_i} \eta_{п_i}); \quad (17.21)$$

$\eta_{дм_i}$  – коэффициент использования двигателя по мощности,

$$\eta_{дм_i} = G_{\Phi_i} / G_{н_i}; \quad (17.22)$$

$G_{\Phi_i}, G_{н_i}$  – масса груза, фактически перемещаемая за один цикл и номинальная грузоподъемность, т;

$\eta_{дв_i}$  – коэффициент использования двигателя по времени,

$$\eta_{дв_i} = \sum t_{дв_i} / T_{ц}; \quad (17.23)$$

$\sum t_{дв_i}$  – продолжительность операций в одном цикле, в течение которого работает данный двигатель, ч;

$T_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла машины, ч;

$\eta_{пдн_i}$  – паспортное значение КПД двигателя;

$\eta_{п_i}$  – поправочный коэффициент, зависящий от  $\eta_{дм_i}$ ,

$$\eta_{п_i} = 0,801 + 0,237 \eta_{дм_i}; \quad (17.24)$$

$T_r^\Phi$  – число часов работы всех погрузочно-разгрузочных машин по переработке годового объема грузопереработки  $Q_r$ ,

$$T_{\Gamma}^{\Phi} = Q_{\Gamma} / Q_{\text{ч}} ; \quad (17.25)$$

$Q_{\text{ч}}$  – часовая эксплуатационная производительность машины, т/ч.

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

$$\Theta_{\text{э}}^{\text{с}} = 0,00181EUQ_{\Gamma}C_{\text{э}}^{\text{с}} / Q_{\text{см}} , \quad (17.26)$$

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

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

$Q_{\text{см}}$  – сменная производительность машины, т/см.

*Расходы на топливо, если имеется норма его расхода на 1 ч работы,*

$$\Theta_{\text{т}} = T_{\Gamma}^{\Phi} q C_{\text{т}} , \quad (17.27)$$

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

$C_{\text{т}}$  – стоимость 1кг топлива, руб.

*Расходы на топливо, если отсутствует норма его расхода на 1 ч работы,*

$$\Theta_{\text{т}} = NT_{\Gamma}^{\Phi} \eta_{\text{дв}} [K_{\text{х}} + (K_{\text{н}} - K_{\text{х}}) \eta_{\text{дм}}] C_{\text{т}} , \quad (17.28)$$

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

$K_{\text{н}}, K_{\text{х}}$  – удельный расход топлива на единицу номинальной мощности в час, соответственно при номинальной загрузке двигателя и при холостом режиме его работы (таблица 17.1).

**Таблица 17.1 – Удельный расход жидкого топлива на единицу мощности и времени**

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

*Расходы на освещение мест производства погрузочно-разгрузочных работ*

$$\Theta_{\text{осв}} = K_{\text{л}} (E_{\text{о}} / e_{\text{о}}) ST_{\text{осв}} P_{\text{л}} C_{\text{э}}^{\text{о}} , \quad (17.29)$$

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

- $E_o$  – норма освещенности, лк (20 лк – для крытых складов и сортировочных платформ; 5 лк – для территории грузовых дворов, открытых навалочных, контейнерных и тяжеловесных площадок, складов лесоматериалов, автопроездов, железнодорожных и подкрановых путей);
- $e_o$  – световой поток одной лампы, лм (таблица 17.2);
- $S$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;
- $T_{осв}$  – время работы системы освещения в течение года, ч (односменная работа – 600, двухсменная – 2600, трехсменная, круглосуточная – 4600);
- $P_{л}$  – мощность одной лампы, Вт;
- $C_э^o$  – стоимость 1 кВт·ч осветительной электроэнергии.

Таблица 17.2 – Характеристика осветительных ламп

Мощность лампы, Вт	Световой поток, лм	
	лампы накаливания	люминесцентные лампы
15	105 или 130	450 или 525, или 630
20	–	620 или 760, или 980
25	205 или 235	–
30	–	1100 или 1380, или 1740
40	370 или 440	1520 или 1960, или 2480
60	620 или 740	–
75	840 или 980	–
80	–	2720 или 3440, или 4320
100	1240 или 1400	–
150	1900 или 2300	–
200	2700 или 3200	–
300	4350 или 5150	–
500	8100 или 9100	–
750	13100 или 14250	–
1000	18200 или 19500	–

Расходы на амортизацию

$$A = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^a), \quad (17.30)$$

где 0,01 – переводной коэффициент;

$\alpha_i^a$  – норма амортизационных отчислений, % .

Расходы на все виды ремонтов

$$P = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^p), \quad (17.31)$$

где  $\alpha_i^p$  – норма отчислений на ремонты, %.

При определении отчислений на ремонты для погрузочно-разгрузочных машин учитывается поправочный коэффициент

$$\alpha = 0,5 + \frac{T_{\phi}^r}{6000}, \quad (17.32)$$

где  $T_{\phi}^r$  – фактическое время работы одной машины в течение года, ч,

$$T_{\phi}^r = Q_r / (Z Q_n); \quad (17.33)$$

$Z$  – количество погрузочно-разгрузочных машин, используемых при переработке  $Q_r$ .

Затраты на смазочные и обтирочные материалы

$$M = (0,15 \dots 0,20) \Theta_{\text{от}}. \quad (17.34)$$

Затраты на быстроизнашивающуюся оснастку  $R$  включают стоимость замены конвейерных лент, канатов, цепей, грузозахватных приспособлений и т. п.:

$$R = (0,05 \dots 0,10) K_1. \quad (17.35)$$

Себестоимость переработки единицы груза (т, м<sup>3</sup>, шт.)

$$C = \Theta / Q_r. \quad (17.36)$$

Себестоимость переработки груза с учетом простоя вагонов под грузовыми операциями

$$C' = C + m_{\text{пу}} X_{\text{пу}} t_{\text{гр}}^B C_{\text{в.ч}} / (Q_{\text{сут}}^{\text{Ip(ж)}} + Q_{\text{сут}}^{\text{Пр(ж)}}), \quad (17.37)$$

где  $C_{\text{в.ч}}$  – стоимость 1 ваг·ч простоя.

#### 17.4 Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов

Для этих целей используют две основные группы методов экономической оценки инвестиций в ПТС:

- 1) не учитывающие фактор времени;
- 2) включающие дисконтирование.

П е р в а я группа методов:

- расчет срока, окупаемости инвестиций;
- определение нормы прибыли на капитал;
- метод сравнительной эффективности приведенных затрат на переработку груза;
- метод выбора капитальных вложений на основе сравнения массы прибыли;
- другие методы.

Перечисленные методы обычно называют *статистическими*. Они опираются на проектные, плановые и фактические данные о затратах на переработку груза. Указанные методы не в полной мере учитывают временной аспект стоимости денег, инфляционные процессы, возможные риски. Статистические методы оценки эффективности ПТС рационально применять в тех случаях, когда эксплуатационные расходы равномерно распределены по годам реализации проекта и срок их окупаемости равен 5–8 годам.

*Достоинства* первой группы методов – их простота, легкая алгоритмизация, минимум исходной информации, необходимой для расчета. Поэтому эти методы нашли широкое применение на практике.

*Недостатками* методов этой группы является охват короткого периода времени (часто меньше жизненного цикла системы), игнорирование инфляционных процессов и временного аспекта денег, неравномерного распределения денежных потоков в течение расчетного срока функционирования ПТС.

Принципиально вся совокупность статистических методов делится на две группы:

- 1) абсолютной эффективности инвестиций в ПТС. Сюда относятся методы расчета срока окупаемости, определение нормы прибыли на капитал;
- 2) сравнительной эффективности (методы сравнительной эффективности, сравнения прибыли, накопленного сальдо денежного потока за расчетный период).

Теория *абсолютной эффективности* инвестиций, применительно к выбору варианта ПТС исходит из положения, что к внедрению подлежит тот вариант ПТС, который обеспечит выполнение установленных инвестором нормативов использования капитальных вложений. К таким нормативам чаще всего относятся:

- запланированный срок полезного использования ПТС;
- получение заданной нормы прибыли на капитал.

Проект ПТС подлежит внедрению, если ожидаемое значение названных показателей будет равным или большим их нормативных значений.

В соответствии с теорией *сравнительной эффективности* капитальных вложений к реализации необходимо принять проект ПТС, который обеспечивает либо минимальную сумму приведенных затрат, либо максимум прибыли, либо максимум накопленного эффекта за расчетный период.



В т о р а я группа методов учитывает *дисконтирование* капитальных вложений и применяется в случае крупномасштабных проектов ПТС, реализация которых требует значительной продолжительности. К этой группе относятся:

- метод чистой приведенной стоимости;
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций;
- метод аннуитета.

В практике выбора варианта ПТС широко используют метод оценки срока окупаемости инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций – это период времени, который требуется для возвращения вложенной суммы денег. Другими словами, это период времени, за который доходы покрывают единовременные затраты на реализацию проекта ПТС. Этот период сравнивают с тем сроком, который руководство заказчика считает экономически оправданным (обычно не более 5–7 лет).

Срок окупаемости инвестиций в реализацию проекта ПТС

$$T_i = \frac{K_i}{\Pi_{чi} + A_i} \leq T_{эо}, \quad (17.38)$$

где  $K_i$  – полная сумма капитальных вложений на реализацию  $i$ -го проекта ПТС;

$\Pi_{чi}$  – чистая прибыль в первый год реализации  $i$ -го проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости;

$A_i$  – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств в расчете на год реализации проекта ПТС при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости.

$T_{эо}$  – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций в ПТС (определяется руководством МЧ или инвестором).

Часто при выборе наиболее эффективного варианта ПТС используют метод сравнительной эффективности приведенных затрат. Вариант ПТС в этом случае выбирают исходя из минимума приведенных затрат. Расчет ведут по формуле

$$E_{прив.i} = \sum_{t=0}^{t_c} K_{ii} \eta_t + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t - K_{ост} \eta_t, \quad (17.39)$$

где  $K_{ii}, \mathcal{E}_{ii}$  – капитальные вложения и эксплуатационные расходы по  $i$ -му варианту ПТС в соответствующем году  $t$ ;

$\eta_t$  – коэффициент приведения (дисконтирования), учитывающий уменьшение значимости затрат, совершаемых через  $t$  лет;

$t_c$  – период суммирования расходов по рассматриваемым вариантам (зависит от принятой нормы дисконта  $E_n$ );

$K_{\text{ост}}$  – остаточная стоимость машин или устройств, заменяемых при введении  $i$ -го варианта ПТС.

Для случая, когда капитальные вложения по сравниваемым вариантам одноступенчатые (характерно для ситуации с введением ПТС), выражение (17.39) можно упростить, учитывая, что  $\eta_{t=0} = 1/(1+E_n)^{t=0} = 1$ :

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t. \quad (17.40)$$

Если и эксплуатационные расходы постоянны по годам расчетного периода, то с допустимой точностью можно рассчитать приведенные расходы по формуле

$$E_{\text{прив.}i} = E_n K_{0,i} + \mathcal{E}_{0,i}. \quad (17.41)$$

Если стоимость ПТС, рабочей силы, топлива, энергии и другие расходы меняются со временем, то расчет приведенных расходов усложняется. Применительно к выбору варианта ПТС наиболее часто эксплуатационные расходы изменяются по линейной зависимости:

$$\mathcal{E}_{ii} = \mathcal{E}_{0,i}(bt), \quad (17.42)$$

где  $b$  – коэффициент, учитывающий изменение эксплуатационных расходов по годам расчетного периода. Изменяется он в достаточно широких пределах и зависит от темпа инфляции, а также темпа роста объема работы.

Выражение (17.39) представим в виде

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \int_1^{\infty} \frac{\mathcal{E}_{0,i}(1+bt)}{(1+E_n)^t} dt. \quad (17.43)$$

Обозначив  $\mathcal{E}_{0b} = \Phi$ , получим

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{\ln(1+E_n)} + \frac{\Phi}{\ln^2(1+E_n)}. \quad (17.44)$$

Разложив выражение  $\ln(1+E_n)$  в ряд Макларена, можно с некоторым приближением считать, что

$$\frac{1}{\ln(1+E_n)} \approx \frac{1}{E_n}. \quad (17.45)$$

С учетом (17.41) выражение (17.40) примет вид

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{E_{\text{н}}} + \frac{\Phi}{E_{\text{н}}^2}. \quad (17.46)$$

После упрощения получим

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathcal{E}_{0,i}}{E_{\text{н}}} \left( 1 + \frac{b}{E_{\text{н}}} \right). \quad (17.47)$$

Выбор проектного варианта ПТС часто связан с неопределенностью, т. е. неполнотой и неточностью информации о внутренних и внешних условиях реализации проекта.

Риск применения ПТС может существенно зависеть от неопределенности прогноза объемов работы транспортно-грузового комплекса, повышения (снижения) сложности взаимодействия с клиентурой и другими внешними и внутренними причинами. В результате может возникнуть ситуация потери части эффекта (прибыли). Поэтому выбор варианта ПТС может осуществляться в условиях риска, который носит вероятностный характер и существенно усложняет принятые решения.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

---

- 1 Автомобили : Специализированный подвижной состав : учеб. пособие / М. С. Высоцкий [и др.]; под ред. М. С. Высоцкого, А. И. Гришкевича. – Мн. : Выш. шк., 1989. – 240 с.
- 2 **Александров, М. П.** Подъемно-транспортные машины / М. П. Александров. – М. : Машиностроение, 1988. – 336 с.
- 3 **Антоневич, Э. Ф.** Погрузочно-разгрузочные работы : справ. / Э. Ф. Антонецвич. – М. : Транспорт, 1972. – 228 с.
- 4 **Батищев, И. И.** Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте : учеб. для автотрансп. техникумов / И. И. Батищев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1988. – 367 с.
- 5 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 277 с.
- 6 **Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства : учеб. пособие / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 326 с.
- 5 **Брауде, В. И.** Надежность подъемно-транспортных машин / В. И. Брауде, Л. Н. Семенов. – Л. : Машиностроение, 1986. – 183 с.
- 7 **Гриф, М. И.** Автотранспортные средства с грузоподъемными устройствами для перевозки грузов в контейнерах и пакетах / М. И. Гриф, Р. А. Зайван, В. Ф. Трофименков. – М. : Транспорт, 1989. – 159 с.
- 8 **Гаджинский, А. М.** Современный склад. Организация. Технологии, управление и логистика : учеб.-практ. пособие / А. М. Гаджинский. – М. : ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. – 176 с.
- 9 **Гуджоян, О. П.** Перевозка специфических грузов автомобильным транспортом : учеб. для вузов / О. П. Гуджоян, Н. А. Троицкая. – М. : Транспорт, 2001. – 160 с.
- 10 Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. – М. : Экономика, 1987. – 160 с.
- 11 **Журавлев, Н. П.** Транспортно-грузовые системы : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Н. П. Журавлев, О. Б. Маликов. – М. : УМНЦ, 2005. – 607 с.
- 12 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. А. Тимошин [и др.]; под ред. А. А. Тимошина и И. И. Мачульского. – М. : Маршрут, 2003. – 400 с.
- 13 Контейнерная транспортная система / под ред. Л. А. Когана. – М. : Транспорт, 1991. – 245 с.
- 14 Краткий автомобильный справочник / А. А. Понизовкин [и др.]. – М. : АО «Транс-консалтинг» НИИАТ, 1994. – 779 с.

15 Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей : М-во образования Респ. Беларусь. – Гомель. : БелГУТ, 2007. – 175 с.

16 **Падня, В. А.** Погрузочно-разгрузочные машины / В. А. Падня. – М., 1981. – 448 с.

17 Пакетные перевозки грузов / под ред. П. К. Лемешука. – М. : Транспорт, 1979. – 263 с.

18 **Туранов, Х. Т.** Транспортно-грузовые системы на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Х. Т. Туранов, М. В. Корнеев. – Екатеринбург : УрГУПС, 2008. – 422 с.

19 **Ширяев, С. А.** Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства : учеб. для вузов / С. А. Ширяев, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин; под ред. С. А. Ширяева. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 848 с.

20 СТБ 2047-2010. Логистическая деятельность. Термины и определения : изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011-01-01. – Мн. : Госстандарт, 2010. – 24 с.

21 СТБ 2046-2010. Транспортно-логистический центр. Требования к техническому оснащению и транспортно-экспедиционному обслуживанию: изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011-01-01. – Мн. : Госстандарт, 2010. – 12 с.

22 СТБ 2133-2010. Классификация складской инфраструктуры : изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011-07-01. – Мн. : Госстандарт, 2010. – 20 с.

23 СТБ 2306-2013. Услуги логистические. Общие требования и процедура сертификации: изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2013-11-01. – Мн. : Госстандарт, 2013. – 12 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Введение .....	3
<b>1 Характеристика перевозимых грузов .....</b>	<b>4</b>
1.1 Транспортная характеристика грузов .....	4
1.2 Классификация .....	5
1.3 Внешние воздействия на груз в процессе транспортировки и хранения ..	8
1.4 Физико-механические свойства .....	8
1.5 Физико-химические свойства .....	11
1.6 Объемно-массовые характеристики .....	12
1.7 Тара и упаковка .....	12
1.8 Маркировка .....	15
<b>2 Классификация и основные эксплуатационно-технические показатели</b> <b>подъемно-транспортных машин .....</b>	<b>24</b>
2.1 Классификация .....	24
2.2 Техничко-эксплуатационные показатели .....	26
<b>3 Машины и установки непрерывного действия .....</b>	<b>30</b>
3.1 Установки для пневматического транспортирования грузов .....	30
3.1.1 Назначение и классификация .....	30
3.1.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки .....	31
3.1.3 Расчет производительности и выбор .....	42
3.2 Установки для гидравлического транспортирования грузов .....	44
3.2.1 Назначение и классификация .....	44
3.2.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки .....	45
3.2.3 Расчет производительности и выбор .....	49
3.3 Конвейеры .....	51
3.3.1 Назначение и классификация .....	51
3.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки кон-	
вейеров с гибким тяговым органом .....	52
3.3.3 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки кон-	
вейеров без гибкого тягового органа .....	75
3.3.4 Расчет производительности и выбор .....	86
3.4 Элеваторы .....	90
3.4.1 Назначение и классификация .....	90
3.4.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки .....	91
3.4.3 Расчет производительности и выбор .....	96

3.5	Механические погрузчики непрерывного действия .....	97
3.5.1	Назначение и классификация .....	97
3.5.2	Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки .....	98
<b>4</b>	<b>Машины циклического действия .....</b>	<b>105</b>
4.1	Краны .....	105
4.1.1	Назначение и общие сведения .....	105
4.1.2	Классификация .....	106
4.1.3	Основные параметры .....	107
4.1.4	Выбор типа .....	113
4.1.5	Мостовые .....	115
4.1.6	Козловые .....	122
4.1.7	Стреловые .....	131
4.1.8	Краны-штабелеры .....	145
4.1.9	Устойчивость передвижных кранов и устройства против их опро- кидывания и угона ветром .....	152
4.1.10	Производительность кранов и выбор грузозахватных устройств ....	168
4.2	Механические погрузчики .....	212
4.2.1	Назначение и классификация .....	212
4.2.2	Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки .....	214
4.2.3	Сменные грузозахватные устройства .....	225
4.2.4	Устойчивость .....	236
4.2.5	Производительность .....	241
4.3	Тележки, подъемники, механические лопаты .....	243
4.3.1	Назначение, классификация, устройство, принцип действия тележек ..	243
4.3.2	Назначение, классификация, устройство, принцип действия подь- емников .....	247
4.3.3	Назначение, классификация, устройство, принцип действия меха- нических лопат .....	250
4.4	Автомобилеразгрузчики .....	252
4.4.1	Назначение, классификация, устройство, принцип действия .....	252
<b>5</b>	<b>Вспомогательные и специальные устройства .....</b>	<b>255</b>
5.1	Домкраты, лебедки, тали .....	255
5.1.1	Назначение, классификация, устройство, принцип действия дом- кратов .....	255
5.1.2	Назначение, классификация, устройство, принцип действия лебедок ..	257
5.1.3	Назначение, классификация, устройство, принцип действия талей ..	261
5.2	Бункеры, затворы, питатели .....	263
5.2.1	Назначение, классификация, устройство, принцип действия, про- пускная способность бункеров .....	263
5.2.2	Назначение, классификация, устройство, принцип действия за- творов бункеров .....	269
5.2.3	Назначение, классификация, устройство, принцип действия пита- телей бункеров .....	271
5.3	Спускные самотечные и перегрузочные устройства .....	274
5.3.1	Назначение, классификация, принцип действия спускных самотеч- ных устройств .....	274

5.3.2 Назначение, классификация, принцип действия перегрузочных устройств .....	276
<b>6 Современная система комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ (КМАПРР) и пути ее развития .....</b>	<b>286</b>
6.1 Погрузочно-разгрузочные и складские работы на транспорте .....	286
6.2 Основные направления развития КМАПРР .....	288
<b>7 Погрузочно-разгрузочные работы как элемент транспортного процесса ....</b>	<b>289</b>
7.1 Погрузочно-разгрузочные пункты .....	289
7.1.1 Пропускная способность .....	290
7.1.2 Число постов погрузки и разгрузки .....	291
7.2 Технология погрузочно-разгрузочных работ .....	292
<b>8 Терминалы. Транспортно-логистические центры. Склады и основы их проектирования .....</b>	<b>298</b>
8.1 Терминалы. Транспортно-логистические центры .....	298
8.2 Классификация, назначение складов .....	299
8.3 Основы проектирования складов .....	305
8.3.1 Выбор подвижного состава для перевозки груза .....	311
8.3.2 Установление технической нормы загрузки автомобиля .....	313
8.3.3 Определение расчетных размеров суточной грузопереработки и транспортных потоков .....	319
8.3.4 Расчет вместимости, площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений .....	321
8.3.5 Установление потребного количества погрузочно-разгрузочных машин, размеров погрузочно-разгрузочных фронтов .....	325
<b>9 Комплексная механизация и технология перегрузки тарно-штучных грузов .....</b>	<b>332</b>
9.1 Характеристика тарно-штучных грузов .....	332
9.2 Формирование и расформирование пакетов тарно-штучных грузов .....	337
9.3 Транспортные средства для перевозки тарно-штучных грузов .....	339
9.4 Складские здания и сооружения .....	339
9.5 Основные средства комплексной механизации перегрузочных работ .....	350
9.6 Схемы комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	360
9.7 Технологические схемы функционирования комплексов по перегрузке тарно-упаковочных грузов .....	369
9.8 Определение параметров складов по элементарным площадкам .....	372
9.9 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	377
<b>10 Комплексная механизация и технология перегрузки контейнеров .....</b>	<b>379</b>
10.1 Назначение и характеристика контейнеров .....	379
10.2 Транспортные средства для перевозки контейнеров .....	387
10.3 Склады .....	390
10.4 Основные средства механизации перегрузочных работ .....	390
10.5 Схемы механизированной перегрузки .....	398
10.6 Определение параметров склада по элементарным площадкам .....	404
10.7 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	405



<b>11 Организация механизированной погрузки, выгрузки тяжеловесных грузов</b> .....	407
<b>12 Комплексная механизация и технология перегрузки лесных грузов</b> .....	408
12.1 Общая характеристика грузов .....	408
12.2 Пакетирование лесоматериалов .....	409
12.3 Транспортные средства для перевозки лесных грузов .....	411
12.4 Условия размещения и хранения лесных грузов на складах .....	413
12.5 Основные средства механизации перегрузочных работ .....	416
12.6 Схемы механизации и технология выполнения погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	417
12.7 Определение параметров склада по элементарным площадкам .....	419
12.8 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	420
<b>13 Комплексная механизация и технология перегрузки навалочных сыпучих грузов</b> .....	423
13.1 Условия размещения и хранения грузов на складах .....	423
13.2 Схемы и технология механизированной перегрузки .....	426
13.3 Определение параметров склада по элементарным площадкам .....	433
13.4 Охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и складских операций .....	436
<b>14 Комплексная механизация и технология перегрузки зерновых и овощных грузов</b> .....	438
14.1 Условия перевозки и хранения зерновых грузов .....	438
14.2 Склады для зерновых грузов .....	440
14.3 Схемы и технология механизированной перегрузки зерновых грузов .....	441
14.4 Механизация погрузки, выгрузки свеклы, картофеля, сахара и плодово-овощей .....	449
<b>15 Нормирование и организация труда на перегрузочных работах</b> .....	465
15.1 Перегрузочный процесс и его основные элементы .....	465
15.2 Классификация и методы изучения затрат рабочего времени .....	466
15.3 Нормативы для расчета норм на перегрузочные работы .....	470
15.4 Технически обоснованные нормы времени, выработки .....	471
<b>16 Безопасность, охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ</b> .....	473
16.1 Безопасность, основные понятия и определения .....	473
16.2 Безопасность и охрана труда при выполнении погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ .....	475
<b>17 Техничко-экономические расчеты по выбору оптимального варианта механизированной погрузки-выгрузки грузов</b> .....	481
17.1 Общий порядок расчетов .....	481
17.2 Расчет натуральных показателей .....	483
17.3 Расчет стоимостных показателей .....	485
17.4 Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов .....	492
<b>Список литературы</b> .....	497