

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»



В. П. ИВАНОВ

## ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебно-методическое пособие

Новополоцк  
ПГУ  
2009

УДК 621.86(075.8)  
ББК 39.9я73

Рекомендовано к изданию методической комиссией машиностроительного факультета в качестве учебно-методического пособия  
(протокол заседания № 9 от 7 сентября 2009 года)

Кафедра технологии конструкционных материалов

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроительного производства и оборудования Н.Н. ПОПОК;  
кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроительного производства и оборудования А.М. ДОЛГИХ

Приведены устройство, область применения и техническая характеристика современных средств для технологического и транспортного перемещения изготавливаемых и ремонтируемых изделий на предприятии. Рассмотрена возможность автоматизации перемещения грузов в цехах и складах завода и организации работ со свободным ритмом в производстве крупносерийного и массового типа. Даны методы оптимизации транспортных работ и определения необходимого количества оборудования.

Предназначено для студентов инженерных специальностей и работников машиностроительных и ремонтных предприятий.

© УО «Полоцкий государственный университет», 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Современное предприятие представляет собой сложную комплексную систему приемки материалов, полуфабрикатов и изделий, их хранения, учета и обработки, сборки узлов, агрегатов и машин, их окрашивания, обкатки и испытаний. Работы по технологическому перемещению изготавливаемых и ремонтируемых объектов обладают большой трудоемкостью, от их организации и вида применяемых подъемно-транспортных средств зависит общий уровень производительности труда на предприятии, затраты и эффективность производства. На транспортных работах, например, в ремонтном производстве занято 5 – 10 % рабочих. Одним из условий повышения эффективности производства и производительности труда является повышение технического уровня средств для перемещения материалов и изделий.

В последнее время развитию подъемно-транспортных средств предприятий не уделялось должного внимания, поэтому наметилось их отставание от средств и процессов основного производства. Основные пути решения этой проблемы следующие: оснащение предприятия комплексом подъемно-транспортного оборудования с необходимыми тарой, поддонами и контейнерами; научно обоснованная организация перемещения грузов на основе упорядочения грузопотоков; централизация транспортного обслуживания цехов и участков.

Перемещение одних и тех же грузов возможно различными средствами, поэтому выбор оптимального варианта из них для конкретных условий представляет собой актуальную задачу и производится путем технико-экономического анализа с учетом характеристики груза, грузооборота, видов обслуживаемых производственных участков, стоимости оборудования и затрат на его эксплуатацию.

Цель издания – систематизировать сведения о средствах для транспортного и технологического перемещения изделий на машиностроительных и ремонтных предприятиях и обеспечить выбор оптимальных из них для отдельных производственных участков.

# 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

**Виды перевозок и транспортных средств.** Транспортные средства предприятия обеспечивают его внешние перевозки, а подъемно-транспортные средства перемещают материалы и изделия внутри предприятия. В результате *внешних* перевозок на предприятие доставляют материалы, запасные части, полуфабрикаты, комплектующие изделия, ремонтный фонд, топливо, изготовленные или отремонтированные изделия по кооперации, а также вывозят готовую продукцию и отходы производства.

*Внутренние* перевозки – часть производственного процесса предприятия, они выполняются между складами и цехами и внутри них. Перемещают как предметы основного производства, так и средства производства (в том числе технологическое оборудование) в связи с их ремонтом, а также материалы и конструкции при техническом перевооружении и реконструкции производства.

*Межцеховые* транспортные средства перемещают материалы и изделия между складами и цехами и между цехами (участками).

*Внутрицеховые* средства служат для перемещения грузов между участками, промежуточными складами и рабочими местами. В ряде случаев транспортное перемещение изделий обеспечивает технологическое оборудование.

**Грузопоток и грузооборот.** *Грузопоток* перевозок определяется массой перемещаемого груза, а *грузооборот* – транспортной работой по его перемещению. *Транспортная работа* – это произведение массы перемещаемого груза на длину пути между грузоотправителем и грузополучателем. Сокращение грузопотока предполагает исключение бесцельного перемещения грузов. Транспортная работа определяет расход энергии на перемещение грузов, а ее сокращение связано с оптимизацией планировок производственных участков по критерию длины транспортных перемещений.

Грузопоток и грузооборот могут быть наглядно представлены в виде эпюры. Оси абсцисс этого графика совмещают с траекторией перемещения груза, а перпендикулярно ей на оси ординат откладывают значения массы перемещаемого груза, отнесенной к одному товарному изделию. Площадь эпюры – это значение грузооборота, отнесенного к одному изготавливаемому или ремонтируемому изделию. Эпюру грузооборота совмещают с планировкой производственного участка, анализ ее позволяет выявить уровень организации грузооборота: перемещаются ли грузы по траекториям минимальной длины, имеются ли взаимные пересечения грузопотоков и ненужные перегрузки?

**Классификация подъемно-транспортных средств.** В зависимости от вида перемещений грузов соответствующие средства делят (табл. 1) на подъемные (вертикального перемещения), транспортные (горизонтального перемещения) и подъемно-транспортные (комбинированного перемещения). По признаку прерывности работы средства для внутрицехового перемещения подразделяют на средства прерывного (циклического) и непрерывного действия.

Таблица 1

Подъемно-транспортные средства и область их применения

Средства		Виды работ
Тип	Вид	
Подъемные	Домкрат	Подъем технологического оборудования при его монтаже и демонтаже
	Стационарная таль	Подъем и опускание частей технологического оборудования при его ремонте
	Подъемник	Обслуживание отдельных станков или стенов, позиций загрузки, разгрузки или перегрузки конвейеров
	Лебедка	Перемещение технологического оборудования
	Лифт	Вертикальное перемещение грузов в многоэтажных цехах и складах
Вращательные	Кантователи	Поворот изделий во время их ремонта, контроля и испытаний Поворот изделий при их общей сборке
Транспортные	Автомобиль-тягач Бортовой автомобиль	Доставка ремонтируемых изделий на склад ремонтного фонда и перемещение их на разборочно-очистной участок Межцеховое перемещение изделий Перемещение изготовленных или отремонтированных агрегатов на склад сбыта
	Лебедка	Перемещение ремонтируемых машин с площадки ремонтного фонда на разборочно-очистной участок Перемещение грузовых тележек по рельсам Подтягивание технологического оборудования к месту монтажа
	Автокар Электрокар	Перемещение объектов между рабочими местами, расположенными в цехе, внутрискладские перемещения
	Напольный или монорельсовый тягач	Перемещение массовых изделий между цехами или участками
	Ручная или приводная тележка	Перемещение изделий между рабочими местами
	Монорельсовый путь	Перемещение изделий из пролета в пролет здания, между рабочими местами, связанными технологически, но расположенными друг от друга на расстоянии 5 – 20 м
	Эстакада	Сборка изделий на тележках, перемещаемых вручную

Транспортные	Конвейер тележечный	Межпозиционное перемещение агрегатов
	Конвейер грузоведущий	Межпозиционное перемещение колесных машин
	Конвейер цепенесущий	Межпозиционное перемещение тяжелых объектов
	Конвейер пластинчатый	Межпозиционное перемещение объектов
	Конвейер роликовый (рольганг) приводной или неприводной	Перемещение штучных грузов типа корпусных деталей между рабочими местами по горизонтали или под небольшим углом к ней
	Конвейер подвесной	Перемещение объектов между производственными участками, перемещение межпозиционное, перемещение сквозь очистные машины, на рабочих местах нанесения лакокрасочных материалов, сквозь сушильные камеры Организация работ со свободным ритмом
Подъемно-транспортные	Авто- или электропогрузчик	Перемещение объектов между цехами и производственными участками, демонтаж, перемещение и монтаж технологического оборудования Обслуживание складов
	Кран мостовой (кран-балка)	Перемещение объектов между рабочими местами, расположенными в пролете, разгрузка и погрузка транспортных средств
	Кран консольный	Обслуживание нескольких рабочих мест, загрузка или разгрузка подвешенного конвейера
	Кран-штабелер	Обслуживание стеллажных складов
	Кран козловой	Перемещение пиломатериалов, металла и других габаритных грузов на открытых площадках Перемещение машин ремонтного фонда
	Кран башенный	Строительные работы при техническом перевооружении и реконструкции производства Загрузка железнодорожных вагонов для вывоза продукции

## 2. СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДЪЕМА ИЛИ ВРАЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Для вертикального перемещения грузов при их подъеме и опускании предназначены домкраты, стационарные тали, лебедки, подъемники, подъемные столы и лифты.

**Домкраты** с ручным или механическим приводом (винтовым, рычажно-реечным, зубчато-реечным или гидравлическим) применяют для подъема грузов на высоту до 1 м. Наиболее распространены винтовые и гидравлические домкраты. Грузоподъемность винтовых домкратов с самотормозящей резьбой составляет 2 – 20 т, а кпд – 0,3 – 0,4. Гидравлические домкраты имеют малые размеры и массу, их кпд равен 0,75 – 0,80, а грузоподъемность составляет до 200 т. Они обеспечивают плавный подъем груза и его опускание с небольшой скоростью.

Гидравлический домкрат (рис. 1) состоит из цилиндра с поршнем, ручного плунжерного насоса, встроенного в корпус домкрата и масляного

бачка. Верхняя часть поршня имеет самоустанавливающуюся опорную пята со сферической опорной поверхностью. Плунжерный насос приводится вручную рукояткой, при качании которой масло через нагнетательный клапан поступает в полость цилиндра под поршнем.

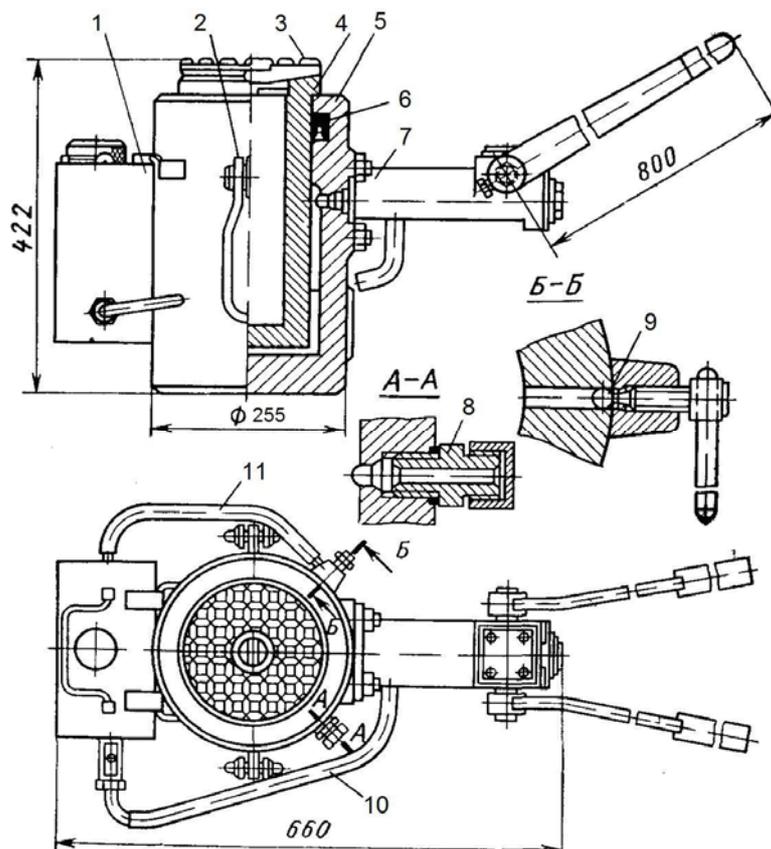


Рис. 1. Гидравлический домкрат грузоподъемностью 100 т: 1 – бачок; 2 – ручка; 3 – пята; 4 – поршень; 5 – цилиндр; 6 – манжета; 7 – насос; 8 – штуцер манометра; 9 – шариковый клапан; 10 и 11 – трубопроводы

**Тали** подвесные применяют для подъема грузов на высоту до 18 м. По виду привода различают тали ручные (с зубчатыми цилиндрическими или червячными передачами) и механические с электрическими или пневматическими приводами. Все тали имеют тормоза, препятствующие самопроизвольному спуску поднятого груза. Грузоподъемность талей: ручных – 0,25 – 1 т, электрических – 0,25 – 15 т. Скорость подъема груза электрическими таями 5 – 25 м/мин.

Ручные тали позволяют поднимать грузы на высоту до 3 – 4 м. Таль с червячным приводом (рис. 2, а) состоит из приводного колеса 6 и червячной пары: червяка и червячного колеса. Колесо 6 закреплено на носке червяка. На валу червячного колеса 4 установлена звездочка 3 для привода грузовой цепи 1. С помощью приводной цепи 7 приводится во вращение колесо 6 и через червячную пару получает движение звездочка 3, несущая рабочий крюк 8.

Усилие, которое необходимо приложить рабочему к приводной цепи, составляет 40 – 70 Н. Для подвешивания тали к несущей балке используют крюк 5, закрепленный на корпусе тали. Ручные тали поднимают груз только в том месте, где они закреплены. Для увеличения площади обслуживания таль подвешивают на грузовой тележке, которую перемещают по монорельсовой дорожке, выполненной из двутавровых балок, подвешенных к перекрытиям производственных помещений. Для горизонтального перемещения ручной тали может быть использована цепная передача (цепь – звездочка), приводящая в движение ходовые колеса тележки.

Электрическая таль (рис. 2, б) – более совершенное грузоподъемное устройство. В качестве подъемного механизма в ней имеется электропривод 13, который вращает канатный барабан 12. Грузовой крюк 8 подвешен на канате. Для перемещения тали по монорельсу 15 используют отдельный привод 10, приводящий в движение ходовые колеса тележки 14. Управляют подъемом груза и перемещением тали по монорельсу с пульта 11, который подвешен на гибком кабеле. Питание к электродвигателям тали подводится через троллей и токоприемники 9, расположенные сбоку монорельса или над ним.

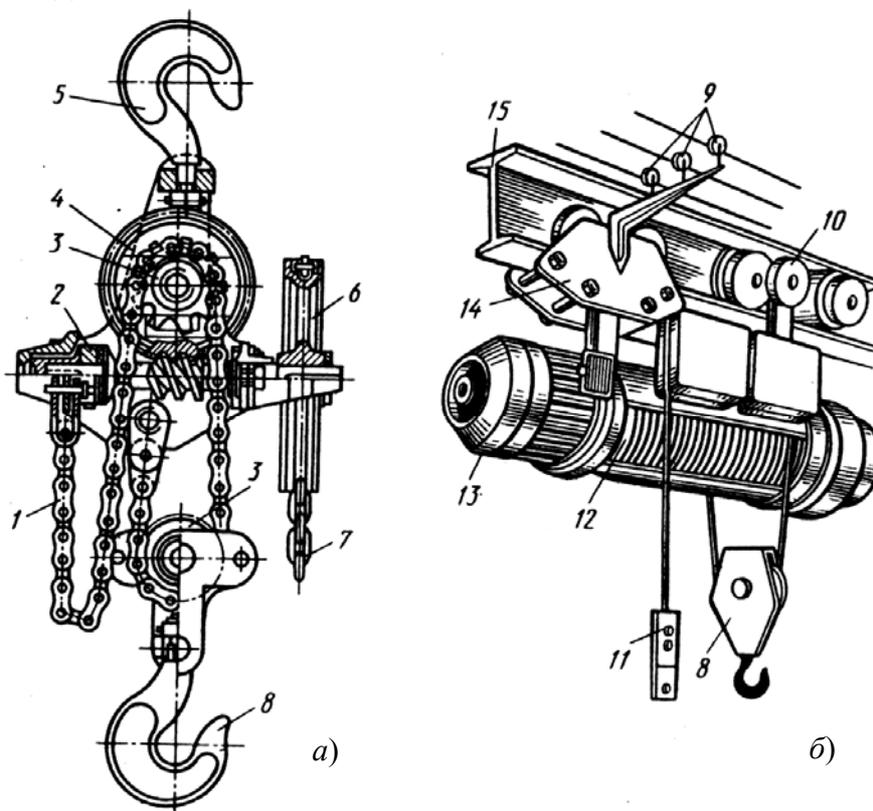


Рис. 2. Тали: а – ручная; б – электрическая; 1 – цепь грузовая; 2 – тормозное устройство; 3 – звездочка; 4 – червячное колесо; 5 – крюк для подвешивания тали; 6 – приводное колесо; 7 – цепь привода тали; 8 – крюк для подвешивания груза; 9 – токоприемники; 10 – механизм привода крановых катков; 11 – панель кнопочного управления электродвигателями; 12 – канатный барабан; 13 – электродвигатель подъема и опускания груза; 14 – ходовая тележка; 15 – монорельс

**Лебедки.** Предназначены для подъема и опускания грузов, перемещения грузов по наклонной и горизонтальной плоскости, для буксировки ремонтируемых машин на разборочный конвейер, для перемещения грузовых тележек по рельсам, подтягивания технологического оборудования на место монтажа и др. Их подразделяют:

- по назначению на подъемные, тяговые и поворотные;
- по способу установки на передвижные и стационарные (на полу, стене или потолке);
- по типу тягового органа на канатные и цепные;
- по типу барабана на нарезные и гладкие.
- по числу установленных барабанов на одно-, двух- и трехбарабанные.
- по виду используемой энергии на ручные (тяговое усилие до 80 кН) и механические (тяговое усилие до 750 кН).

В характеристике лебедки указывают:

- тяговое усилие (кН);
- диаметр барабана (мм);
- скорость навивки каната на барабан (мм/ч).

Основные узлы лебедки с ручным шестеренным приводом (рис. 3, а): станина, состоящая из двух металлических щек 3, соединенных стяжными болтами 4. Внутри станины в подшипниках установлен вал, который приводят во вращение рукояткой 6. От него через храповый механизм 1 и открытые зубчатые передачи движение передается барабану 2, на котором закреплен тяговый канат или тяговая цепь. Храповое колесо 1 с собачкой предотвращает произвольное вращение барабана и опускание поднимаемого груза, т. е. играет роль тормоза. Длина каната лебедки с ручным приводом достигает 300 м.

Ручная рычажная лебедка (рис. 3, б) используется на работах, связанных с монтажом или демонтажом оборудования в цехах, где отсутствуют краны необходимой грузоподъемности. К основным узлам лебедки относятся: тяговый механизм, установленный в корпусе 11, и катушка 7. Крюком 9 лебедку крепят к перемещаемому грузу, а крюком 13 – к опоре. Канат 8 приводится в движение с помощью рукоятки 12. Возврат каната производит рукоятка 10.

Лебедка с электроприводом, приведенная на рисунке 4, развивает тяговое усилие до 125 кН при длине каната до 100 м. Она включает электродвигатель 2 с колодочным тормозом 1, редуктор 3 с электродинамическим

тормозом 4 и барабан 5. Лебедку монтируют на металлической раме. При установке в здании лебедку следует закрепить канатом за колонну здания. На земле лебедку крепят за якорь, причем усилие крепления должно быть рассчитано и обеспечено.

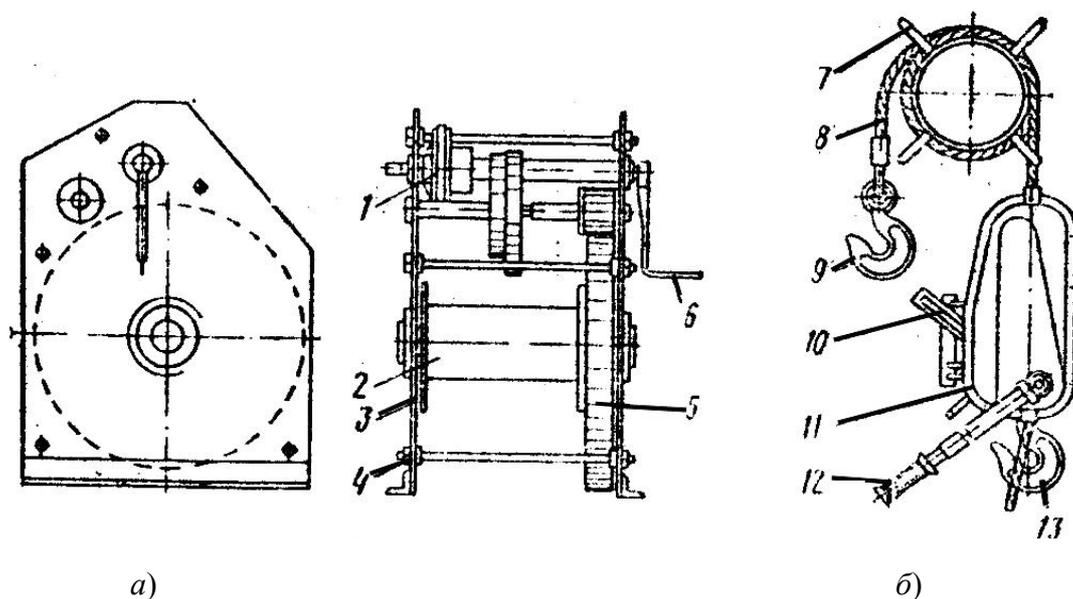


Рис. 3. Лебедки с ручным приводом: *а* – шестеренная; *б* – рычажная; 1 – храповое колесо с собачкой; 2 – барабан; 3 – щека; 4 – стяжной болт; 5 – большое зубчатое колесо канатного барабана; 6 – рукоятка; 7 – катушка; 8 – канат; 9 и 13 – крюки; 10 – рукоятка обратного хода; 11 – корпус; 12 – рукоятка переднего хода

Характеристика механических лебедок приведена в таблице 2. Механические лебедки выпускают как в нереверсивном (со свободной выдачей каната), так и в реверсивном исполнении (с принудительной выдачей каната). При использовании полиспастов лебедки могут поднимать грузы весом, превышающем ее тяговое усилие.

Таблица 2

Техническая характеристика механических лебедок

Параметры	Марки				
	Т-66Г	Т-66В	ЛМ-1	ТЛ-1501	ЛМ-2,5
Тяговое усилие, кН	3,2	5	10	15	25
Скорость каната, м/мин	45	32	15	12	8,5
Длина каната, м	30	80	60	40	140
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	2,8	2,8	6,3	7,0
Габаритные размеры, м:					
– длина	740	800	750	1168	1385
– ширина	780	785	745	1098	1162
– высота	480	735	653	653	815
Масса, кг	227	270	175	628	825

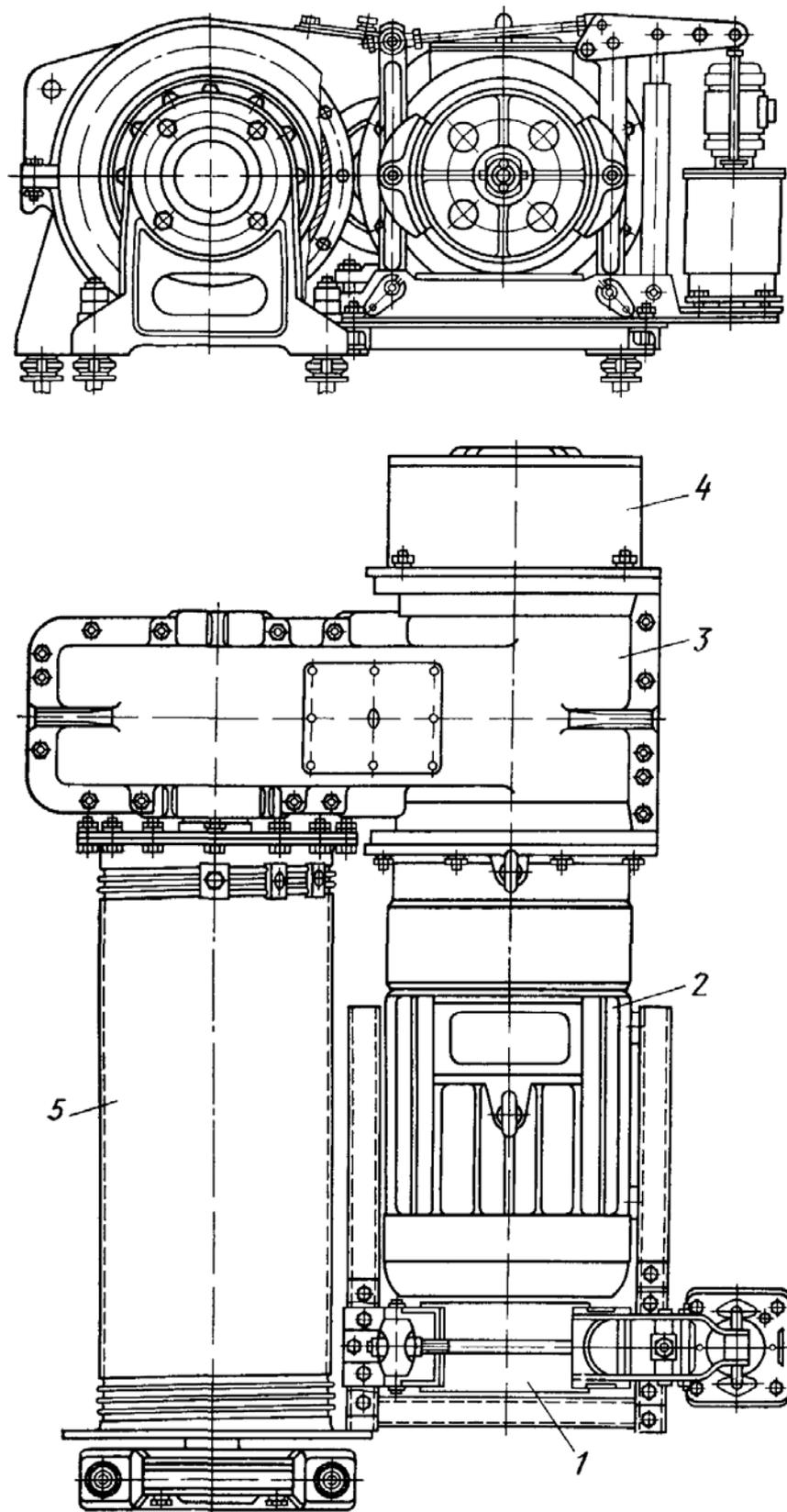


Рис. 4. Лебедка барабанная с электроприводом: 1 – колодочный тормоз; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – электроиндукционный тормоз; 5 – барабан

**Подъемники.** Предназначены для установки изделий на технологическое оборудование, конечные и перегрузочные станции конвейеров и снятия их, перемещения грузов в ячейки стеллажей. Простейший пневматический подъемник (рис. 5) подвешен на крюке и имеет грузоподъемность 0,05 – 1 т при высоте подъема  $h \leq 800$  мм.

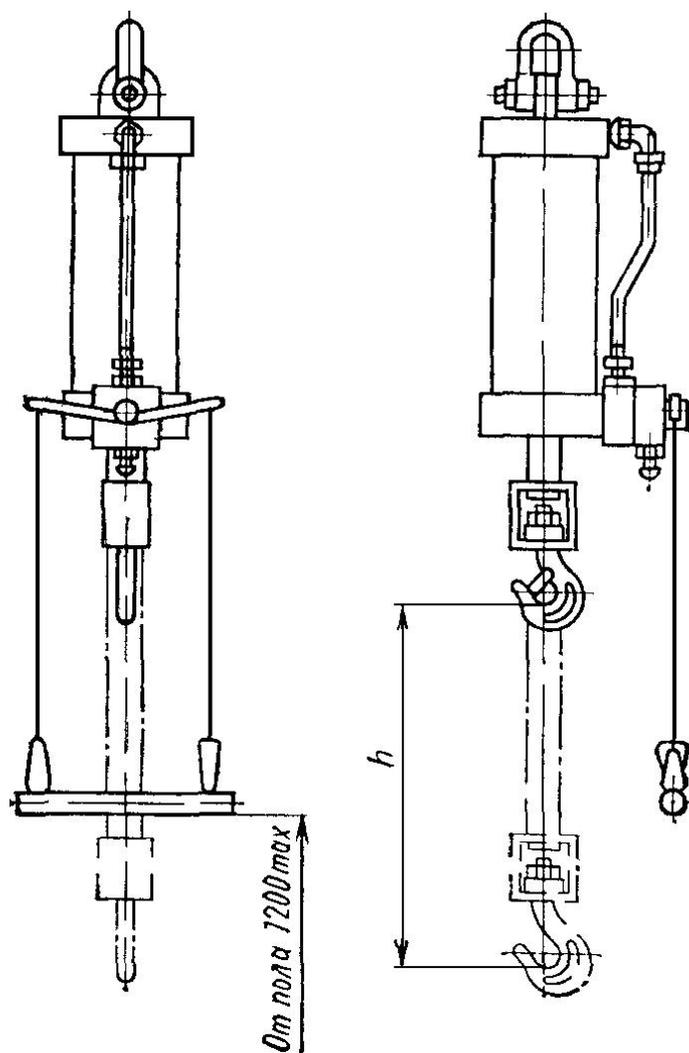


Рис. 5. Стационарный пневматический подъемник

Цепной подъемник (рис. 6, а) поднимает заготовки типа колец на высоту до 4,5 м. Заготовки поступают в приемный лоток и пропускаются отсекателем. Захваты, установленные на цепи, поднимают заготовки, которые из лотка выдачи скатываются на гравитационный лоток. Толкающий подъемник (рис. 6, б) применяют для подъема заготовок на высоту до 1 м. Заготовки поступают из приемного лотка и проталкиваются в шахту толкателем, совершающим возвратно-поступательное движение.

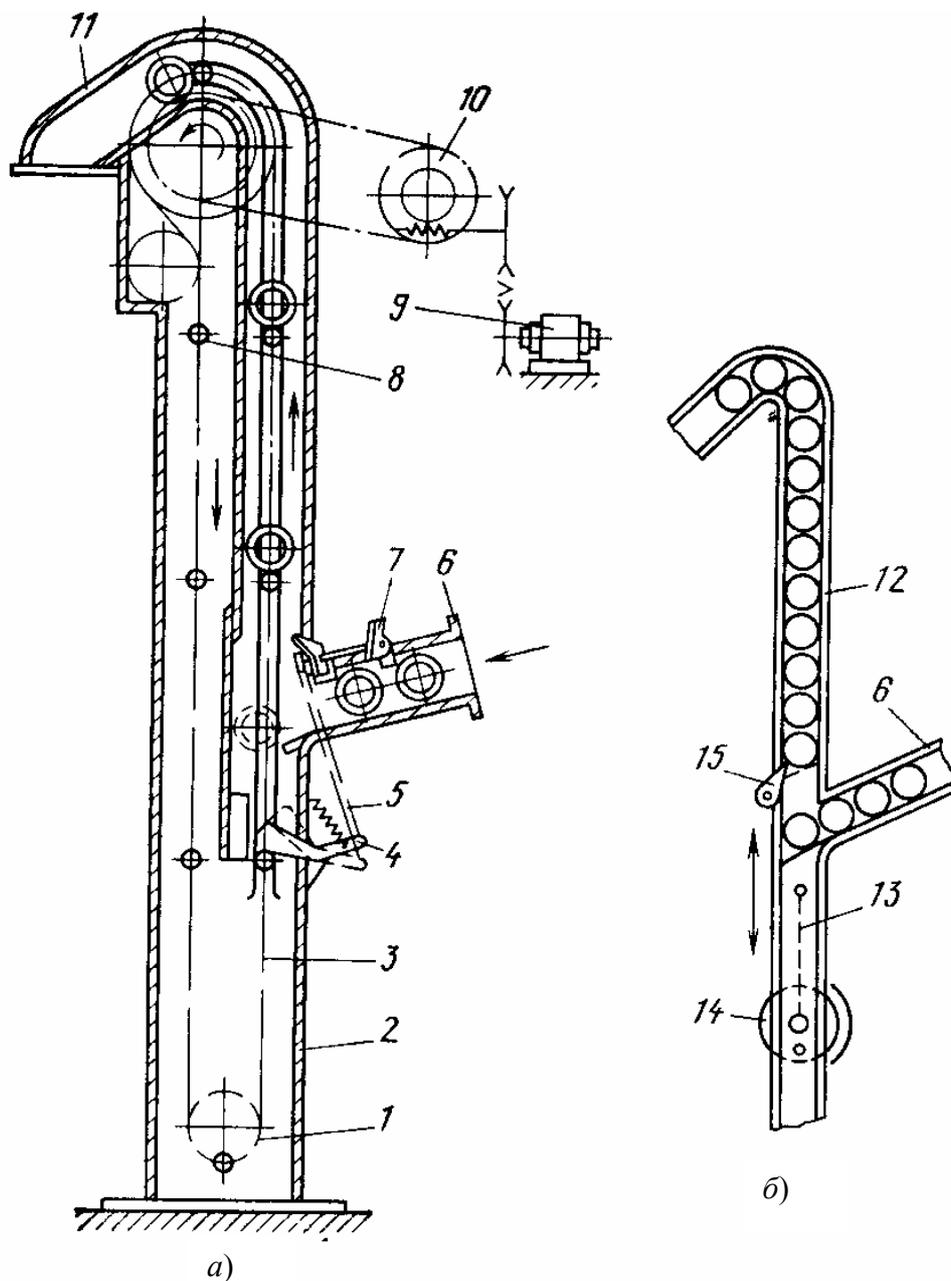


Рис. 6. Подъемники: *а* – цепной; *б* – толкающий; 1 – натяжная звездочка; 2 – корпус; 3 – цепь; 4 – синхронизатор; 5 – тяга; 6 – приемный лоток; 7 – отсекатель; 8 – захват; 9 – электродвигатель; 10 – привод; 11 – лоток выдачи; 12 – шахта; 13 – толкатель; 14 – кривошипно-ползунный механизм; 15 – собачка

**Подъемные столы.** Применяют для подъема или опускания платформ с грузом, подъема изделий на высоту до 500 мм при установке их на подвесной или пластинчатый конвейер и снятия с этих средств.

Стол с пневматическим приводом (рис. 7) состоит из пневмоцилиндра 1 двухстороннего действия, секции рольганга 2 с направляющими колонками 3, основания 5 с направляющими втулками 4, педали управления 6,

связанной с краном 7, трубопроводов 8 и роликов 9. Шток пневмоцилиндра соединен с секцией рольганга.

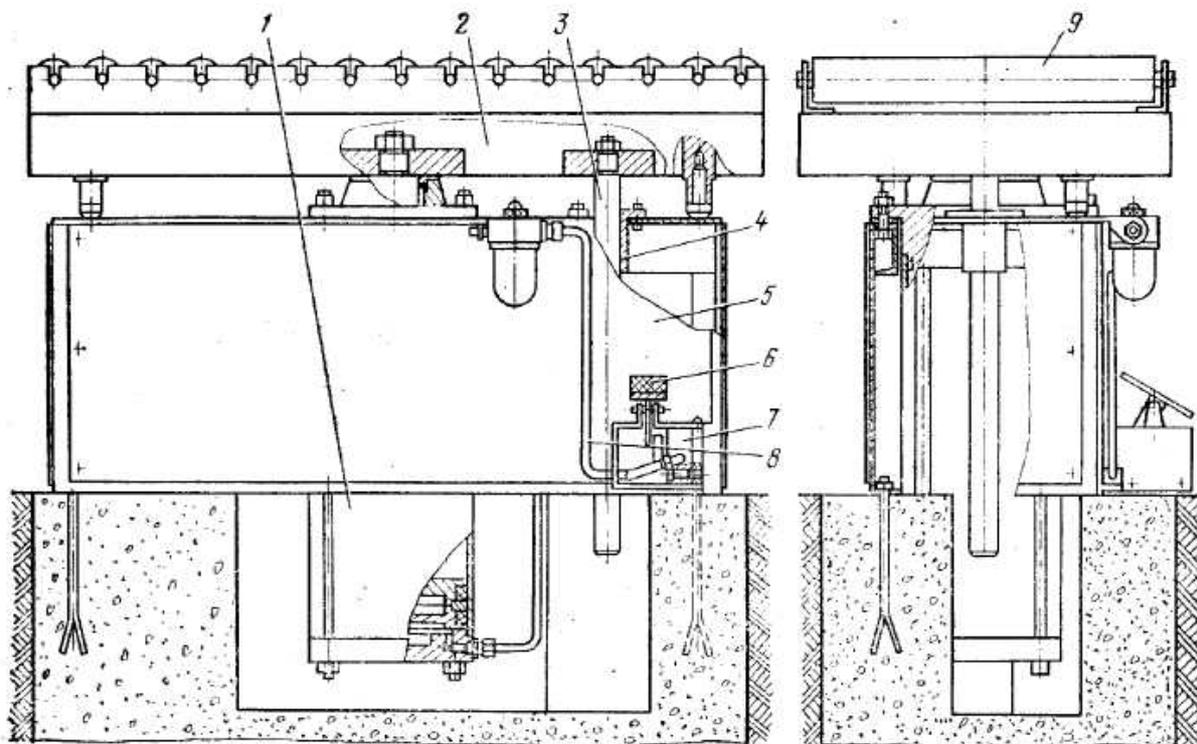


Рис. 7. Подъемный стол с рольгангом, модель 7440: 1 – пневмоцилиндр; 2 – секция рольганга; 3 – направляющая колонка; 4 – втулка; 5 – основание; 6 – педаль; 7 – кран; 8 – трубопровод; 9 – ролик

Нажатием на педаль 6 подают сжатый воздух в пневмоцилиндр и поднимают стол с изделием в верхнее положение, изделие устанавливают на подвесной конвейер или сдвигают на пластинчатый конвейер.

Техническая характеристика подъемного стола модели 7440

Тип	стационарный
Привод подъема стола	пневматический
Грузоподъемность, кг	1000
Высота подъема, мм	500
Давление воздуха в сети, МПа	0,63
Габаритные размеры платформы, мм	1200×740
Габаритные размеры стола, мм	1200×740×700
Масса, кг	460

**Лифты.** Используют для вертикального перемещения грузов в многоэтажных цехах и складах. Грузы на тележках вкатывают в проходную или непроходную кабину, поэтому точность ее остановки выдерживается в пределах  $\pm 15$  мм. Грузоподъемность лифтов 0,5 – 5 т, высота подъема до 45 м, а скорость движения 0,5 м/с.

**Кантователи.** В ряде случаев для разделения установов при обработке резанием заготовок, сборке и контроле изделий требуются их технологические повороты вокруг горизонтальной или вертикальной оси. На рисунке 8 приведено одно из таких устройств – кантователь блока цилиндров двигателя – применяемый при определении технического состояния изделия, обработке резьбовых отверстий в нем и контроле. На концах станины 1 установлены два неприводных рольганга 2 и 5. В средней части станины установлены четыре ролика 9, на которых вращаются кольца 3, соединенные направляющими для изделия. На одном из колец закреплен зубчатый венец, сцепленный с механизмом 10 поворота изделия, состоящий из электродвигателя, червячного самотормозящего редуктора и зубчатой цилиндрической передачи. Подъемный стол 7 поднимается пневматическим цилиндром 8, который управляется краном 6. Рольганг 5 снабжен боковыми упорами 4 для обеспечения фиксированного положения блока цилиндров при его вводе в кольцо. Кольца с направляющими при повороте могут занимать одну из восьми позиций через  $45^\circ$  по углу поворота. Остановка колец в фиксированных положениях обеспечивается конечным выключателем, на который воздействуют кулачки, расположенные в одном из колец.

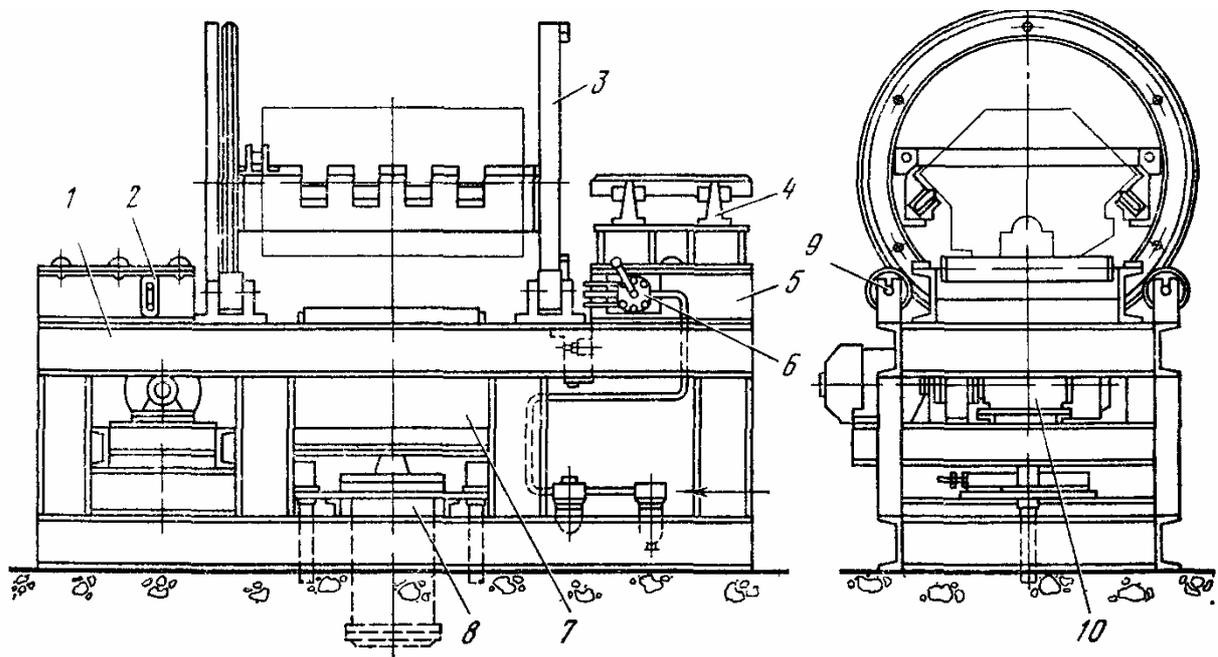


Рис. 8. Кантователь блока цилиндров: 1 – станина; 2 и 5 – рольганги; 3 – кольцо; 4 – боковой упор; 6 – кран; 7 – подъемный стол; 8 – пневматический цилиндр; 9 – ролик; 10 – механизм поворота изделия

Ремонтируемый блок цилиндров с рольганга 5 закатывают по роликам внутрь кантователя. Включают привод и устанавливают изделие в нужное положение. Краном 6 включают цилиндр подъема стола и подни-

мают блок цилиндров до упора стола в ограничители, установленные на станине, после чего производят необходимые технологические воздействия. Для поворота изделия в другое положение необходимо предварительно опустить подъемный стол, по окончании работ поворотную часть стенда возвращают в первоначальное положение и выкатывают блок цилиндров из направляющих на рольганг 2.

### 3. СРЕДСТВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ

Для горизонтального (транспортного) перемещения грузов применяют автомобили, авто- и электрокары, ручные и приводные тележки, тягачи с тележками, эстакады, монорельсовые пути, различные виды конвейеров и склизы.

**Автомобили** доставляют заготовки на участки их обработки, ремонтный фонд – на разборочно-очистной участок и выполняют межцеховые перевозки. Автомобили с уменьшенной межосевой базой зачастую применяют на предприятиях по их ремонту. Работа автомобилей внутри помещения ограничена из-за выделения большого количества отработавших газов. Загрузка автомобилей на межцеховых перевозках, как правило, не бывает полной по причине невостробованной их грузоподъемности.

**Автокары** изготавливают небольшой грузоподъемностью, как правило, до 1,5 т. Их рекомендуется применять на открытом воздухе.

**Электрокары** (табл. 3) представляют собой самоходные управляемые транспортные средства с неподвижной платформой, приводимые в движение от электродвигателя постоянного тока, получающего энергию от аккумуляторной батареи. Наиболее распространены электрокары с неподвижной платформой (рис. 9) грузоподъемностью 0,6 – 1,0 т.

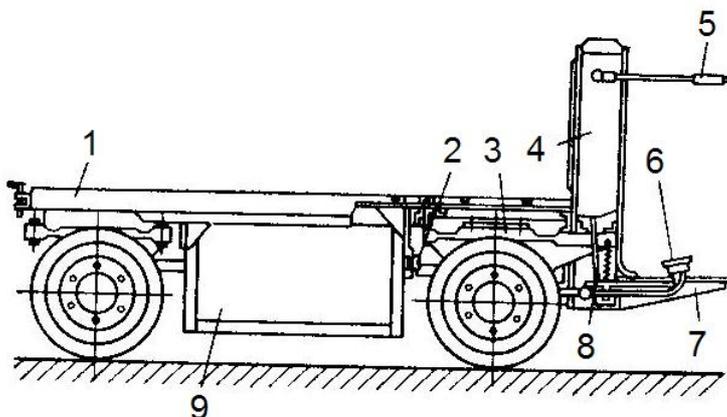


Рис. 9. Электрокар с неподвижной платформой: 1 – платформа; 2 – штепсельная розетка; 3 – тяговый электродвигатель; 4 – стойка; 5 – рукоятка управления; 6 – тормозная педаль; 7 – подножка; 8 – тяга; 9 – аккумуляторная батарея

Таблица 3

## Техническая характеристика электрокаров

Параметры	Модели					
	ЕП018	ЭКВ-П-750	ЭТМ	ЕН101	ЭТ-2040	Е0011-1
Грузоподъемность, кг	630	750	1000	1500	2000	3000
Радиус поворота, м	2,22	2,2	2,1	2,2	3,25	3,45
Скорость движения, км/ч:						
– с грузом	9,5	8	8	8,5	16	14
– без груза	12	10	11	12	22	18
Высота до платформы, мм	575	300	300	270	800	760
Размеры платформы, мм:						
– длина	1540	1200	1100	1100	2200	2180
– ширина	920	830	700	700	1250	1300
Аккумуляторные батареи	Свинцовая 40 В 160 А-ч	Железоникелевая 24 В 250 А-ч	Железоникелевая 24 В 250 А-ч	Свинцовая 40 В 160 А-ч	Железоникелевая 40 В 400 А-ч	Свинцовая 40 В 250 А-ч
Габаритные размеры, мм:						
– длина	2260	2300	2300	2620	3300	3350
– ширина	920	860	850	1065	1065	1300
– высота	1360	2770	1260	1355	1355	1430
Масса без груза, кг	600	1100	950	1000	1850	1750

**Приводные тележки** (электротележки). Тележки грузоподъемностью до 1,25 т с подъемными платформами, перемещающимися на высоту до 150 мм ручными гидроприводами, применяют в стесненных местах (табл. 4).

Таблица 4

## Техническая характеристика электротележек

Параметры	Модели	
	ЕПТ18	ЕПТ20
Грузоподъемность, кг	1800	2000
Высота центра тяжести, мм	600	
Высота подъема груза, мм	150	
Высота вил, мм	231	
Длина вил, мм	552	
Общая ширина, мм	764	
Ширина по внешним краям вил, мм	540 / 685	
Внешний радиус поворота, мм	1617 / 1667	
Минимальная ширина проезда для разворота тележки с поддоном 1000×1200, мм	2000	
Колесная база, мм	1454 / 1504	
Аккумуляторная батарея, напряжение, В / емкость, А-ч	24 / 210	

**Тягачи.** Применяют тягачи, движущиеся по полу или монорельсу. Напольные тягачи с прицепными тележками применяют для внутри- и межцеховых перевозок. Их оснащают аккумуляторными батареями с электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Монорельсовые тягачи потребляют только электрическую энергию.

Для работы внутри цеха наиболее подходят малогабаритные трех- или четырехколесные напольные электротягачи (рис. 10, а) с номинальным тяговым усилием от 0,63 до 2,5 кН. Более мощные тягачи предназначены для перевозок между цехами. Для ускорения вспомогательных операций некоторые тягачи оснащены автосцепкой.

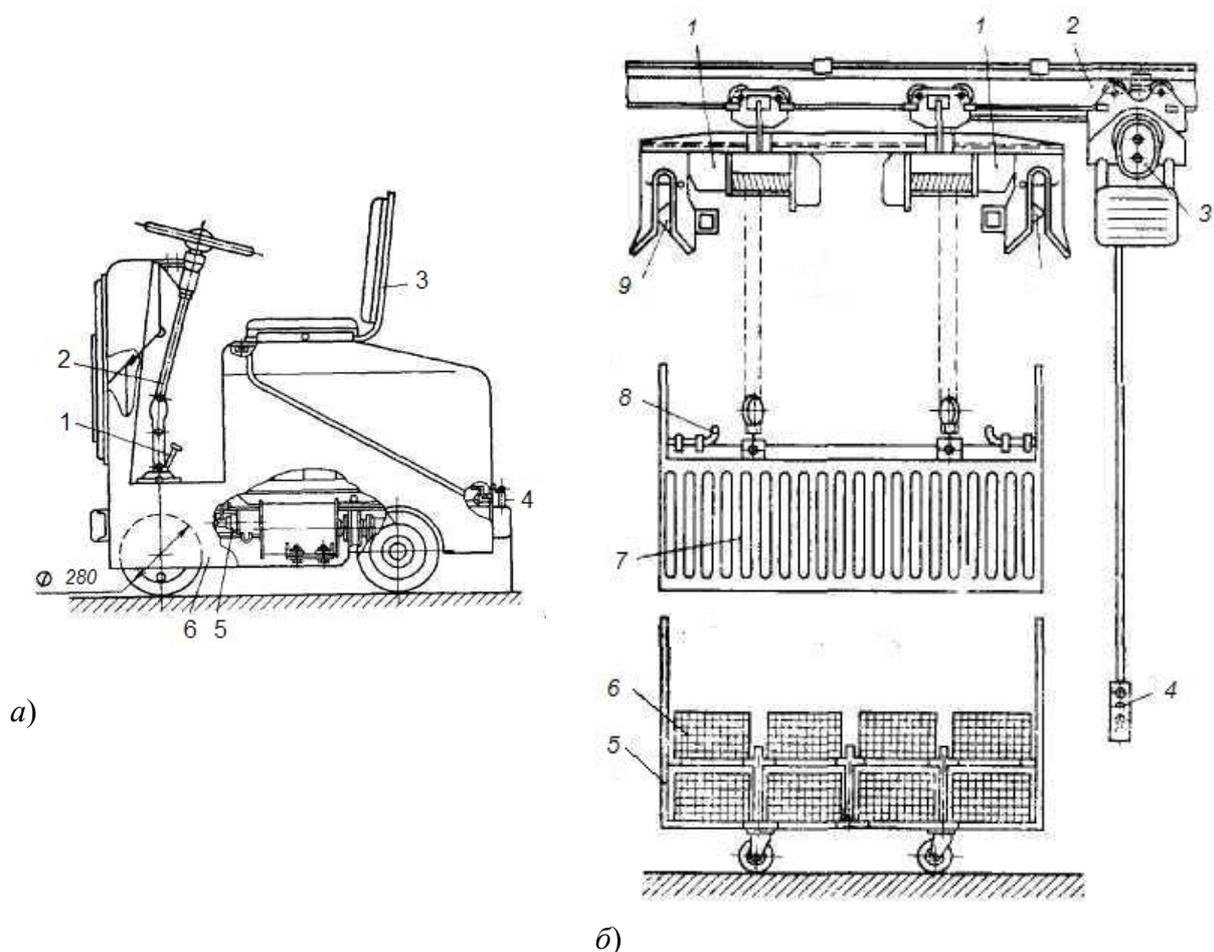


Рис. 10. Электротягачи: а – напольный: 1 – тормозная педаль; 2 – рулевой механизм; 3 – сидение водителя; 4 – сцепное устройство; 5 – тяговый электродвигатель; 6 – рама; б – монорельсовый: 1 – электроталь; 2 – монорельс; 3 – тягач; 4 – пульт управления; 5 – прицепная тележка; 6 – тара с изделиями; 7 – кожух; 8 – затвор; 9 – ловитель

Монорельсовые тягачи (рис. 10, б) имеют одно или два тяговых колеса. Тяговое усилие электротягача с двухскоростным электродвигателем составляет 0,5; 1,25 и 3,2 кН. Поезд автоматической подвесной дороги со-

стоит из тягача и двух смонтированных на раме электроталей, к крюкам которых подвешена прицепная тележка. Две боковые стенки кузова убираются при погрузке и разгрузке. Движение поезда во избежание выпадения груза во время его перемещения возможно лишь при опущенных боковых стенках и замкнутых затворах. Управляют тягачом и задают ему адрес доставки груза с помощью подъемно-опускного пульта.

**Ручные тележки.** Применяют для перевозки, например, баллонов со сжатым и сжиженным газом, заготовок и деталей между рабочими местами и на комплектовочный участок (рис. 11). Их грузоподъемность может быть 0,05; 0,125; 0,25 и 0,50 т.

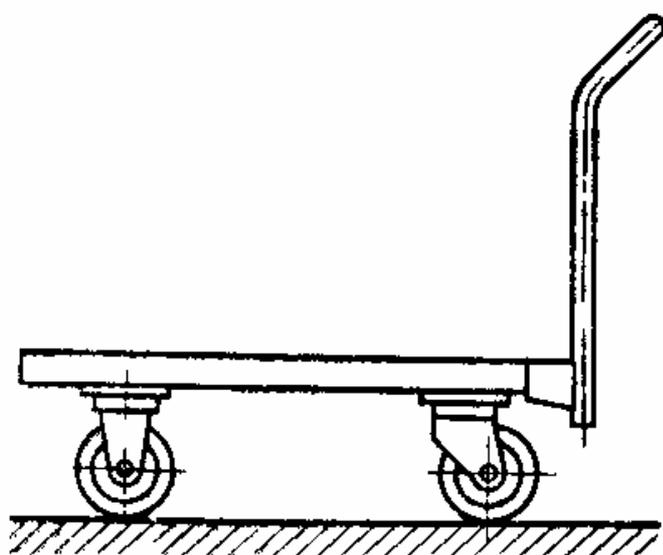


Рис. 11. Ручная грузовая тележка

**Эстакады** – неприводные устройства с тележками, на которых устанавливают изделия. Тележки по эстакаде перемещают вручную.

**Монорельсовый путь** представляет собой подвесной путь в виде двутавровой балки (№ 12 – 45 по ГОСТ 8239-56), по которой перемещается электротельфер или неприводная тележка. Во втором случае тележка с грузом перемещается за счет мускульной энергии рабочего. Монорельсовые пути применяют для передачи изделий между рабочими и складскими местами.

Если балка или ее дорожки качения изготовлены из марганцовистой стали 14Г2, то конструкция обладает повышенной долговечностью. Форма пути определяет траекторию перемещения груза и состоит из прямолинейных и криволинейных участков. Путь установлен на Г- или П-образных колоннах. Электрическую энергию к тельферу подают с помощью кабеля. Наличие кабеля ограничивает длину пути до 20 м, однако в ручном варианте длина пути не ограничена.

**Конвейеры.** Технический уровень предприятия в значительной степени определяет конвейерное перемещение изготавливаемых или ремонтируемых изделий. Конвейеры предназначены для межцехового, внутрицехового и межоперационного перемещения деталей, узлов, агрегатов и машин. Кроме того, конвейеры применяют в складах для хранения и перемещения изделий. Выбор конвейера зависит от характеристики изделий (массы, размеров и формы), технологических особенностей (необходимости кантования, трудоемкости и точности сборки и др.), такта выпуска, стоимости транспортных средств и характеристики здания. Получили распространение конвейеры: пластинчатые, тележечные, роликовые и подвесные.

Конвейеры *пластинчатые* (транспортеры) обслуживают разборочно-очистные участки (проходя сквозь очистные машины струйного типа), сборочные участки и др. (рис. 12). В качестве несущего элемента используют стальные пластины или решетки, соединенные одной или двумя тяговыми цепями. Конвейеры могут иметь длину до 200 м, ширину настила от 400 до 1600 мм и скорость в варианте непрерывного действия 1 – 5 м/мин, а в варианте циклического действия – 7 – 20 м/мин.

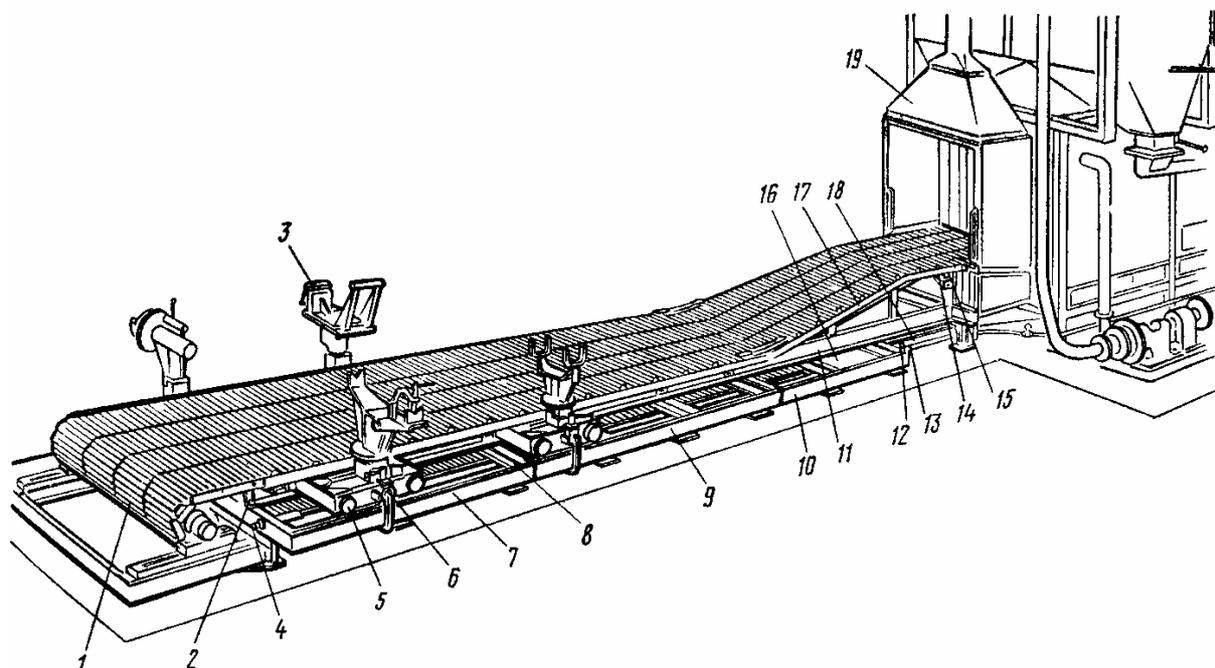


Рис. 12. Конвейер с пластинчатым транспортером для разборки автомобильных агрегатов: 1 – транспортер; 2 и 12 – упоры; 3 – разборочный поворотный стенд; 4 – натяжное устройство; 5 – тележка; 6 – винтовой зажим; 7 – рама; 8, 11, 17 и 18 – направляющие; 9 и 10 – секции; 13 – патрубок; 14 и 15 – конечные выключатели; 16 – поддон; 19 – очистная струйная машина

Поверхность несущих элементов может быть совмещена с поверхностью пола в помещении, в этом случае рабочие во время выполнения трудовых действий могут находиться на непрерывно движущемся конвейере.

Конвейеры *тележечные* (рис. 13) широко применяют в поточном производстве для сборки агрегатов массой 50 и более кг. Тяговым элементом этих конвейеров служит цепь с прикрепленными к ней тележками, которые движутся по направляющим путям из уголков или швеллеров. Скорость конвейеров непрерывного действия 0,2 – 6 м/мин, циклического – 6 – 7 м/мин.

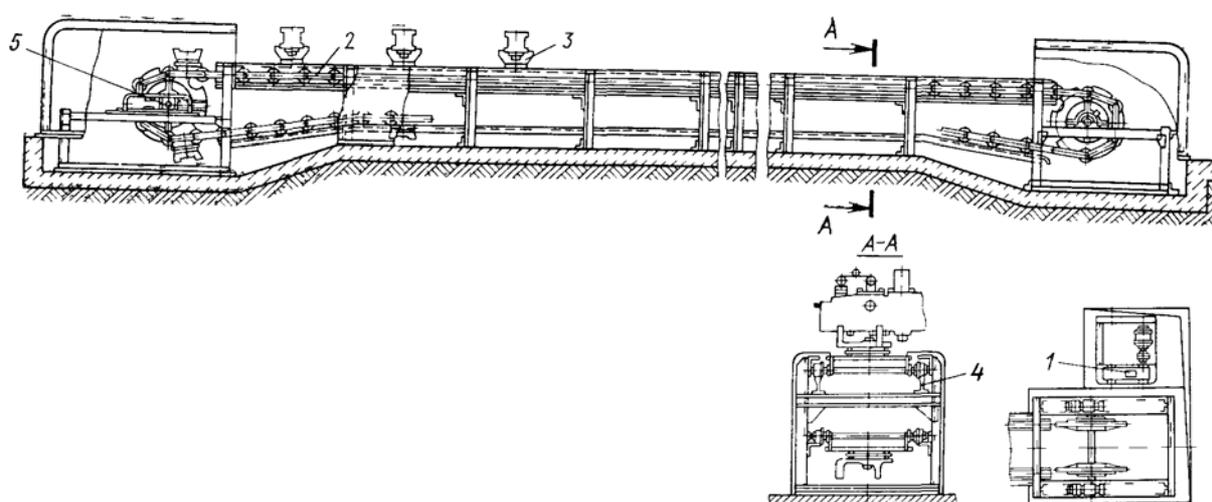


Рис. 13. Тележечный цепной вертикально-замкнутый конвейер: 1 – приводная станция; 2 – тяговая цепь; 3 – тележка с изделием; 4 – направляющая; 5 – натяжная станция

Конвейеры бывают вертикально- или горизонтально-замкнутыми. Для сборки тяжелых и крупногабаритных изделий (двигателей, автомобилей и др.) применяют вертикально-замкнутые конвейеры, а для сборки сравнительно легких изделий и изделий с длительными во времени операциями – горизонтально-замкнутые.

*Роликовые* конвейеры (рольганги) (рис. 14) бывают приводными и не приводными. У приводного рольганга опорные ролики вращаются принудительно. Однорядные приводные рольганги перемещают грузы массой до 850 кг, двухрядные – до 1500 кг со скоростью до 20 м/мин. На не приводном рольганге рабочий прилагает мускульное усилие для перемещения

груза. За счет небольшой силы трения в подшипниковых узлах по неподвижному рольгангу перемещают грузы массой несколько сотен килограмм. Средства применяют для перемещения штучных грузов по горизонтали или под углом до  $3^\circ$  к ней.

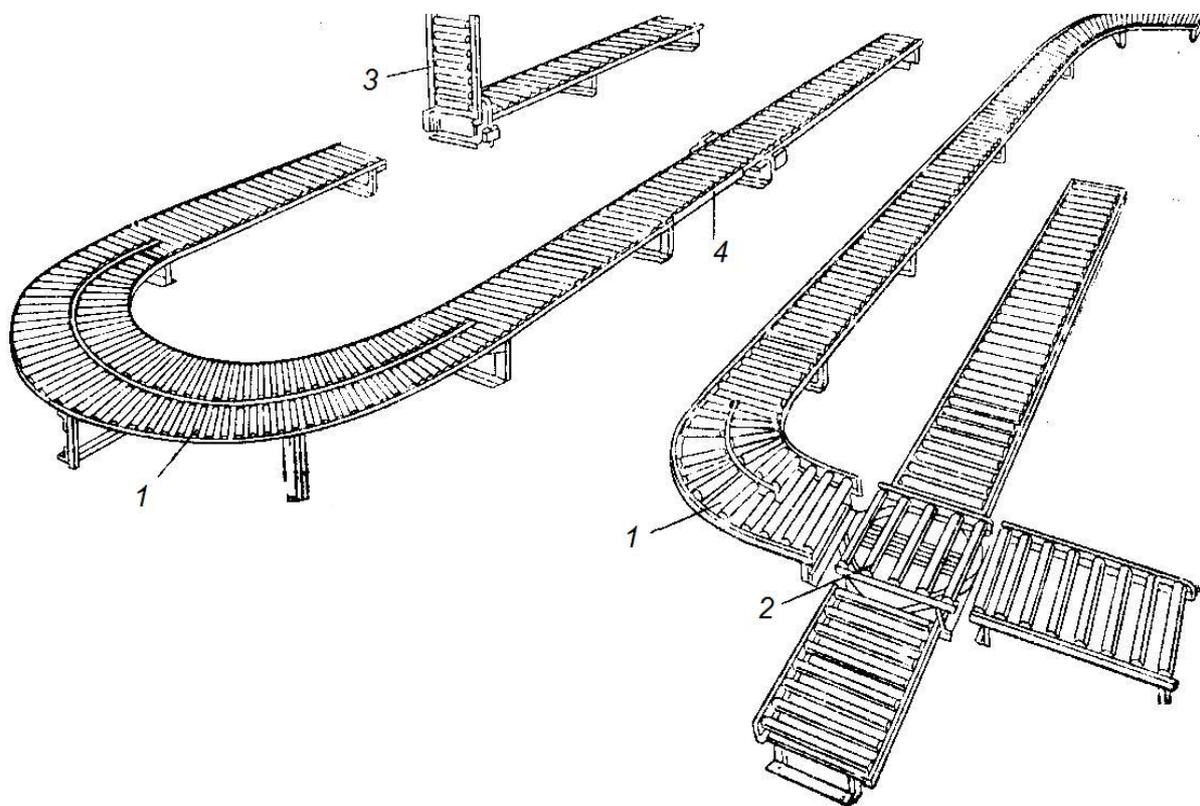


Рис. 14. Роликовые конвейеры.

Секции: 1 – криволинейная; 2 – поворотная; 3 – откидная; 4 – прямолинейная

Шаг роликов зависит от длины и массы перемещаемого груза, груз опирается не менее чем на два ролика. Длина роликов (ширина конвейера) превышает ширину перемещаемого груза на 50 – 100 мм. Высота рольгангов составляет 0,6 – 0,8 м. В таблице 5 приведена характеристика роликовых конвейеров.

На поворотных криволинейных участках роликовых конвейеров оси роликов располагают радиально. Радиусы поворота выбирают из ряда: 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 и 1600 мм. При передаче грузов с одного роликового конвейера на другой, расположенный перпендикулярно первому, применяют поворотные роликовые секции. Если поперек конвейера необходимо сделать проход, то в этом месте устанавливают откидную секцию.

Таблица 5

## Техническая характеристика роликовых конвейеров

Диаметр ролика, мм	Шаг роликов, мм	Статическая нагрузка на один ролик, кН, при его длине, мм								
		100	200	250	320	400	500	650	800	1000
40	50	1	1	1	1	1	0,8	0,6	–	–
57	60	–	3	3	2	2	1,6	1	1	–
73	80	–	5	5	5	5	5	4	4	3
105	125	–	–	10	10	10	10	10	8	8
155	200	–	–	–	20	20	20	20	20	20

Применяют также конвейеры, у которых вместо длинных цилиндрических роликов используют короткие дисковые ролики. Преимущества дисковых конвейеров заключается в том, что на криволинейных участках на радиально расположенных осях диски вращаются с разной скоростью (с внешней стороны быстрее, чем с внутренней). Скольжение перемещаемого груза минимальное, груз передается легче. Используют и шариковые конвейеры с выступающими над поверхностью шариками. Собираемые изделия на таких конвейерах легко поворачиваются.

*Подвесные* конвейеры подразделяют на грузонесущие, грузотолкающие и грузоведущие.

У *грузонесущего* конвейера (рис. 15, а) каретки с подвесками для грузов прикреплены к тяговой цепи и катятся по нижнему поясу двутавровой балки.

Подвески с грузом у *грузотолкающего* конвейера (рис. 15, б) не имеют постоянного взаимодействия с тяговой цепью: тележки и цепь движутся по разным путям.

*Грузоведущий* конвейер (рис. 15, в) устроен таким образом, что перемещаемый груз располагается на напольной тележке, движущейся вдоль подвесного пути под действием захвата, закрепленного на тяговой цепи. Грузоведущие конвейеры предназначены для перемещения и автоматического распределения штучных и тарных грузов по сложным горизонтальным трассам. Грузоподъемность тележек составляет 50, 125, 250, 500 кг и более. Скорость перемещения грузов 0,3 – 47,5 м/с, а преодолеваемые подъемы и спуски – до 15°. Преимущества грузоведущих конвейеров заключаются в отсутствии загибов в полу и в простоте изменения трассы. Однако тяговая цепь *целевого* напольного тележечного конвейера ШК-450 расположена ниже уровня пола, что позволяет осуществлять движение по полу любого транспорта. Грузоподъемность тележки конвейера 250 кг, скорость ее перемещения – 25 м/мин.

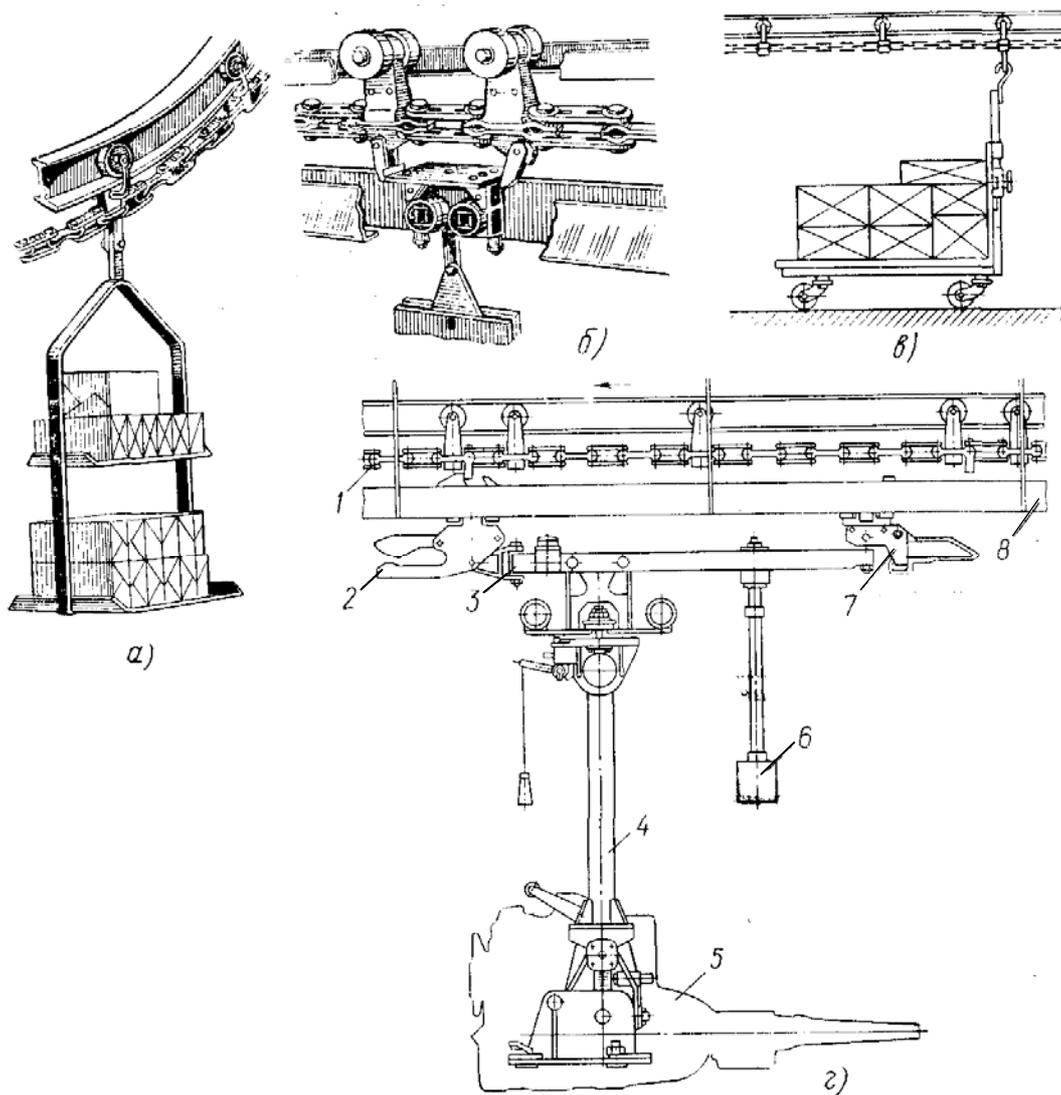


Рис. 15. Подвесные конвейеры: *а* – грузонесущий; *б* – грузотолкающий; *в* – грузозоведущий; *г* – грузотолкающий с автоматическим адресованием грузов: 1 – тяговая цепь; 2 – головная тележка сцепа с механизмом автостопа; 3 – спарник; 4 – грузовая подвеска; 5 – перемещаемое изделие; 6 – переключатель адреса; 7 – концевая тележка сцепа; 8 – трасса

*Подвесные грузонесущие конвейеры* ГН-80Р ГН-100Р, ГН-160 (табл. 6) и ГН-200Д-50 выпускаются Львовским производственным объединением «Конвейер». Конвейеры могут оснащаться, например, автоматическими погрузочно-разгрузочными устройствами АКП-125, АКП-320 грузоподъемностью, соответственно, 125 и 320 кг, для передачи грузов в стандартной таре с одного грузонесущего конвейера на другой. Автоматическую загрузку и разгрузку многополочных подвесок конвейеров для транспортировки однотипных грузов в виде тел вращения массой до 50 кг выполняют манипуляторы типа МАК-1 с гидравлическим приводом.

Характеристика грузонесущих подвесных конвейеров

Параметры	Марки		
	ГН-80Р	ГН-100Р	ГН-160Р
Тяговый орган: – разборная цепь – шаг, мм – разрушающая нагрузка, кН	P2-80-10,6 80 106	P2-100-22 100 220	P-160-40 160 400
Каретка: – наибольшая нагрузка, кН – диаметр катка, мм	2,0 65	5,0 80	8,0 125
Привод: – тип  – модель редуктора – максимальный крутящий момент, кНм – диапазон скоростей, м/мин – мощность электродвигателя, кВт	Угловой, для прямого участка, привод-натяжка КДВ-200М1  1,6 0,6 – 2,2 0,6 – 2,2	Угловой, гусеничный, привод-натяжка КДВ-250М1  4 1,2 – 23,6 0,8 – 5,5	Угловой  КДВ-350М1  10 1,2 – 23,6 1,5 – 13
Подвесной путь: – номер балки – радиус горизонтального поворота, мм – угол подъема, град	10  1000 15, 30, 40, 45, 50, 60, 90	14  1600 5, 10, 30, 40, 45, 50, 60	16 или 18  2000 5, 10, 15, 30, 40, 45
Натяжное устройство	С одной или двумя звездочками, с грузовой, винтовой или пружинно-винтовой натяжкой	С одной или двумя звездочками, с грузовой или винтовой натяжкой. С одной звездочкой и пружинно-винтовой натяжкой	С одной или двумя звездочками, с грузовой или винтовой натяжкой

*Подвесные толкающие конвейеры КТ-80 и КТ-100 отличаются наличием сцепа и тяговой цепи, разветвительных (встречных) и собирательных (попутных) стрелок (рис. 15, з).*

Системы подвесных толкающих конвейеров (рис. 16) позволяют перемещать грузы, сортировать и комплектовать их по заданной программе, останавливать грузы для выполнения различных операций, создавать системы конвейеров любой длины и полностью ликвидировать перегрузочные операции.

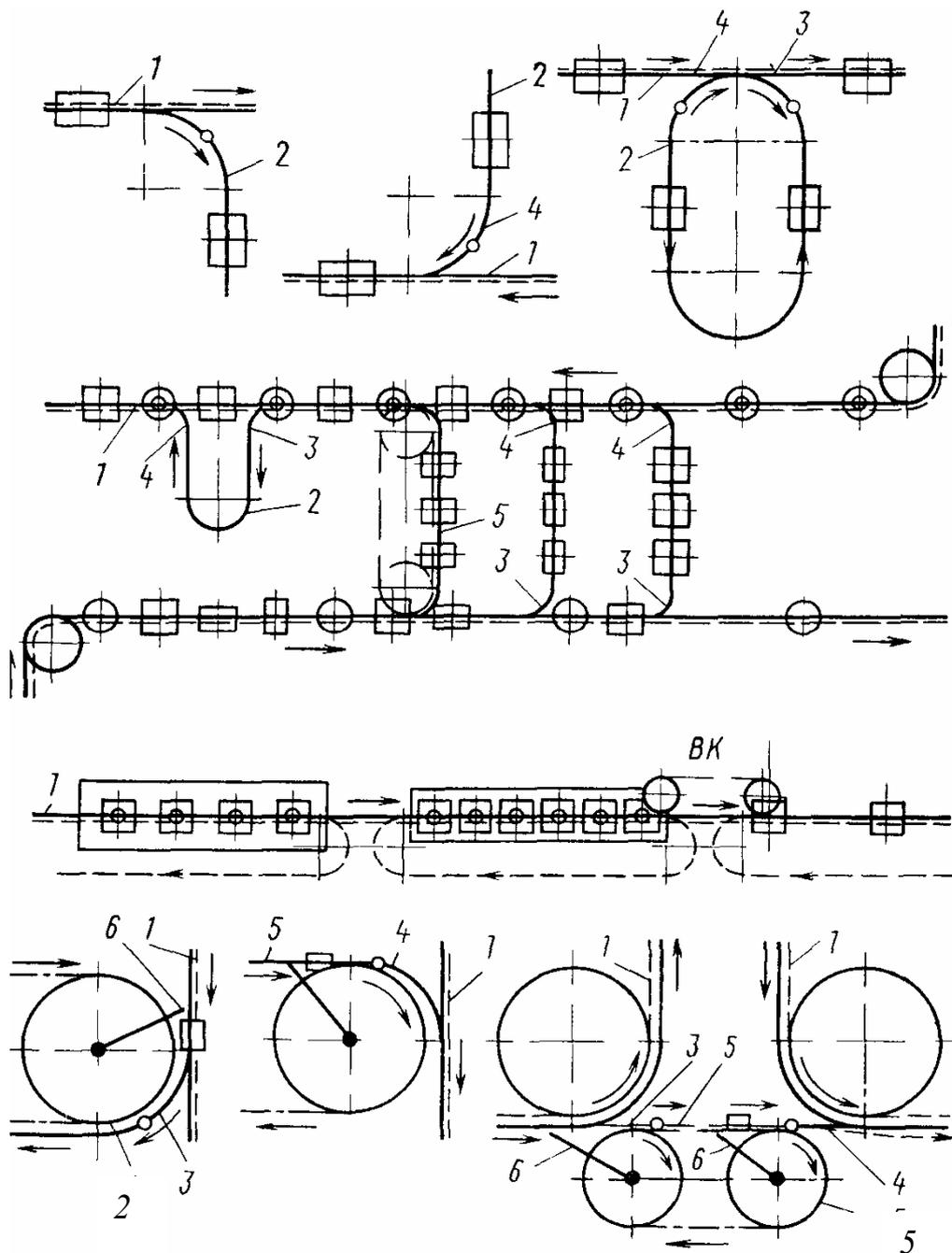


Рис. 16. Элементы подвесных толкающих конвейеров: 1 – приводной грузовой путь основного конвейера; 2 – неприводной путь; 3 – входная (встречная) стрелка; 4 – выходная (попутная) стрелка; 5 – приводной путь вспомогательного (передаточного) конвейера; 6 – лопастной проталкиватель; ВК – вспомогательный конвейер. Стрелками показано направление движения грузов

В машиностроении широко применяют организацию накопления, хранения и комплектования изделий на подвесных конвейерах на «технологическом потолке» здания с автоматическим адресованием грузов.

Повышение эффективности механизированных процессов достигают применением несинхронных линий, оснащенных «плавающими» устрой-

ствами-спутниками, которые не имеют жесткой связи с тяговыми элементами конвейера и могут останавливаться между рабочими позициями. При этом ритмичность производства достигается накапливанием изделий между рабочими позициями. Практика показала, что несинхронность операций повышает производительность труда на 10 – 20 % и снимает физическое и нервное напряжение рабочих, которое наблюдается при «жестком» ритме.

**Склизы.** Представляют собой транспортные пути из листового материала. По склизам изделия между рабочими местами перемещаются вручную на расстояние до 5 м. Изделия массой до 50 кг перемещаются по горизонтальным или наклонным (под углом до  $5^\circ$ ) рабочим поверхностям.

#### 4. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Для комбинированного перемещения грузов используют погрузчики и краны различных видов.

**Погрузчик** представляет собой самоходную машину с грузоподъемным механизмом. *Автопогрузчики* оснащены двигателями внутреннего сгорания, а *электропогрузчики* (рис. 17) – электродвигателями и аккумуляторными батареями. Грузоподъемность автопогрузчиков составляет 1 – 10 т, а электропогрузчиков – 0,35 – 5 т. Преодолеваемый уклон при движении с грузом на длине 10 – 15 м у электропогрузчиков грузоподъемностью до 0,5 т не превышает  $15^\circ$ , 1 т –  $10^\circ$ , 2 т и более –  $7 - 8^\circ$ . Автопогрузчики оснащаются пневматическими шинами, а электропогрузчики – как пневматическими, так и массивными шинами.

Рама погрузчика шарнирно крепится к передней его части. Грузовой привод погрузчиков гидравлический. Угол наклона рамы составляет: вперед  $3^\circ$ , назад  $8 - 10^\circ$ . На каретку грузоподъемного механизма могут быть установлены сменные устройства: вилы, штыревой захват,

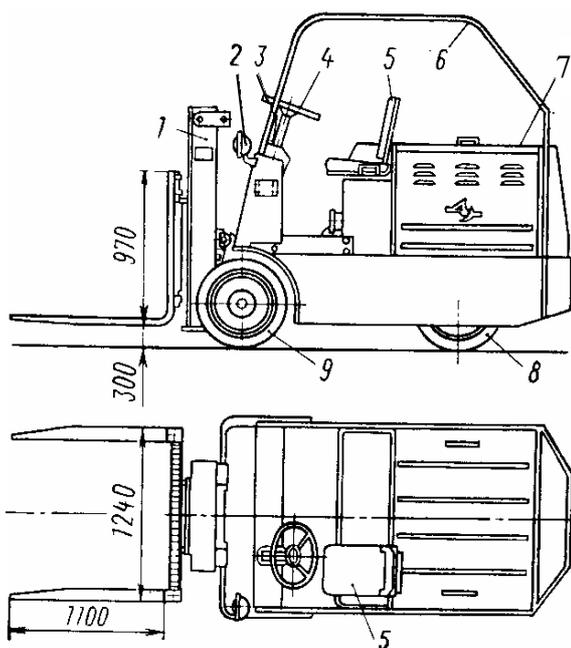


Рис. 17. Электропогрузчик ЭП-501-Н с вилочным захватом: 1 – рама подъемника; 2 – фара; 3 – рукоятка; 4 – рулевое управление; 5 – сидение; 6 – кожух кабины; 7 – батарейный ящик; 8 – ведущие колеса; 9 – управляемые колеса

боковой захват и стрела с крюком. Погрузчики способны поднимать груз и перевозить его (только на вилах). Чаще применяют погрузчики, оснащенные вилами. Длинавил у погрузчиков грузоподъемностью до 0,5 т составляет 600 – 700 мм, 1 т – 900 мм, большей грузоподъемностью – 1000 – 1050 мм.

Автопогрузчики (табл. 7) как средства большей грузоподъемности применяют во вспомогательном производстве для снятия, перевозки и монтажа оборудования в нерабочее время.

Таблица 7

Техническая характеристика автопогрузчиков

Параметры	Марки			
	4020	4022-01	4043	4075
Грузоподъемность, т	1	2	3,2	5
Высота подъема груза, м	4,5	4,5	4,5	4,5
Максимальная скорость подъема груза, м/мин	17	30	22	10
Максимальная скорость движения, км/ч	16	35	36	55
Высота при опущенных вилах, м	2,85	2,9	3,15	3,39
Наименьший радиус поворота, м	1,63	2,15	3,50	7,20
Длинавил, мм	750	1000	1100	1100
Габаритные размеры, мм:				
– длина с вилами	2590	3422	4820	5340
– ширина	964	1400	2164	2250
Мощность двигателя, кВт	22,1	33,1	51,5	84,7
Масса без груза, т	2,1	3,6	5,1	7,2

Электропогрузчики (табл. 8) грузоподъемностью 0,35 – 0,63 т широко применяют на складских работах. Однако их эксплуатация связана с использованием взрывоопасных участков для зарядки аккумуляторных батарей.

Таблица 8

Техническая характеристика электропогрузчиков

Параметры	Марки				
	ЭПУМ-350	ЭП-4015М	ЭП-0601	ЭПВ104/105	ЭП-1003
1	2	3	4	5	6
Грузоподъемность, кг	450	500	630	750	1000
Максимальная высота подъема груза, м	1,2	4,5	4,5	2,8	3,0
Скорость движения, км/ч:					
– с грузом	3	9	8,6	12	12
– без груза	5	10	9,4	16	12
Высота при опущенных вилах, мм	1300	1500	1960	1995	1960
Наименьший радиус поворота, м	1,1	1,2	1,1	1,7	1,3

1	2	3	4	5	6
Аккумуляторная батарея	Свинцовая 40 В 160 А-ч	Железоникелевая 24 В 300 А-ч	Железоникелевая 24 В 350 А-ч	Железоникелевая 24 В 300 А-ч	Железоникелевая 40 В 300 А-ч
Тип шин	Массивные	Пневматические	Массивные	Пневматические	Пневматические
Габаритные размеры, мм:					
– длина с вилами	1240	2250	1310	2560	2500
– ширина	580	900	8905	1000	975
Масса без груза, т	0,60	1,50	1,52	2,36	2,10

*Электроштабелер* (ричтрак) является видом электропогрузчика. С помощью электроштабелеров механизмируют погрузочно-разгрузочные работы в складах. Электроштабелеры имеют колеса малого диаметра, а грузоподъемник перемещается вдоль рамы штабелера. Характеристика электроштабелеров приведена в таблице 9.

Таблица 9

Техническая характеристика электроштабелеров

Параметры	Марки		
	ЭШПВ-0,5	ЭШВ-186	ЭШВ-283
Грузоподъемность, т	0,5	0,5	2,0
Максимальная высота подъема груза, м	2,8	3,7	3,45
Скорость движения, км/ч:			
– с грузом	4,4	5	6
– без груза	4,5	5	9
Высота при опущенных вилах, мм	2270	2090	2150
Наименьший радиус поворота, м	1,7	1,4	2,0
Аккумуляторная батарея	Железоникелевая 40 В 300 А-ч	Железоникелевая 24 В 400 А-ч	Железоникелевая 40 В 300 А-ч
Тип шин	Массивные	Массивные	Массивные
Габаритные размеры, мм:			
– длина с вилами	1820	2035	2350
– ширина	860	1200	1180
Масса без груза, т	1,84	2,30	3,08

**Краны.** На машиностроительных и ремонтных предприятиях применяют следующие виды кранов: мостовые (одно- и двухбалочные), краны-штабелеры и стреловые (консольно-поворотные, козловые, автомобильные, башенные и др.).

Краны *мостовые* являются одним из наиболее распространенных средств механизации основных и вспомогательных технологических процессов различных производств. Цикл работы крана включает перемещение гру-

зозахватного устройства к грузу, подъем и доставку последнего в заданное место, освобождение от груза и возвращение порожнего крана в исходное положение. С помощью этих кранов можно обслуживать все рабочие места, расположенные в цеховом пролете, и прибывающий туда транспорт.

Мостовой кран перемещается по опорному или подвесному крановому пути, а по мосту крана движется грузовая тележка или электротельфер. Опорные подкрановые пути устанавливаются на подкрановые балки, которые, в свою очередь, устанавливают на консоли колонн здания или другие конструкции. Подвесные пути крепят растяжками к несущим конструкциям перекрытия здания.

Мостовые подвесные краны имеют грузоподъемность до 5 т.

По способу управления различают краны с управлением с пола и из кабины. Краны с управлением с пола изготавливают грузоподъемностью до 10 т. Подвесными кранами управляют только с пола.

Скорость перемещения мостовых подвесных кранов (табл. 10) 30 м/мин, а опорных (табл. 11) – 26 или 40 м/мин.

Таблица 10

Характеристика однобалочных мостовых подвесных кранов

Грузоподъемность, т	Длина моста, м	Пролет крана, м	Расстояние от подвесных путей до крюка, мм	Покрановый путь	Масса крана, т
1	5,1	4,5	1390	Двухтавровые балки № 18М, 24М, 26М, 30М	0,69
	5,7	4,5	1390		0,72
	10,2	9,0	1390		1,02
	10,8	9,0	1390		1,04
	11,4	9,0	1390		1,07
	16,2	15,0	1630		1,72
	16,8	15,0	1630		1,75
	17,4	15,0	1630		1,79
2	5,1	4,5	1650	Двухтавровые балки № 24М, 30М, 36М	0,89
	5,7	4,5	1650		0,93
	10,2	9,0	1810		1,39
	10,8	9,0	1810		1,42
	11,4	9,0	1810		1,45
	16,2	15,0	2060		2,35
	16,8	15,0	2060		2,40
	17,4	15,0	2060		2,45
3	5,1	4,5	1980	Двухтавровые балки № 30М, 36М, 45М	1,09
	5,7	4,5	1980		1,18
	10,2	9,0	2280		1,87
	10,8	9,0	2280		1,94
	11,4	9,0	2280		1,99
	16,2	15,0	2580		2,98
	16,8	15,0	2580		3,05
	17,4	15,0	1580		3,11

Характеристика однобалочных мостовых кранов  
опорного типа

Грузоподъемность, т	Пролет крана, м	Расстояние от подкрановых путей до крюка, мм	Масса крана, т
1	5,1 – 6,0	415	1,57
	8,1 – 11,5	415	2,11
	13,6 – 16,5	415	3,11
2	5,1 – 6,0	640	1,89
	8,1 – 11,5	640	2,60
	13,6 – 16,5	415	3,28
3,2	5,1 – 6,0	890	2,34
	8,1 – 11,5	890	3,05
	13,6 – 16,5	840	3,91

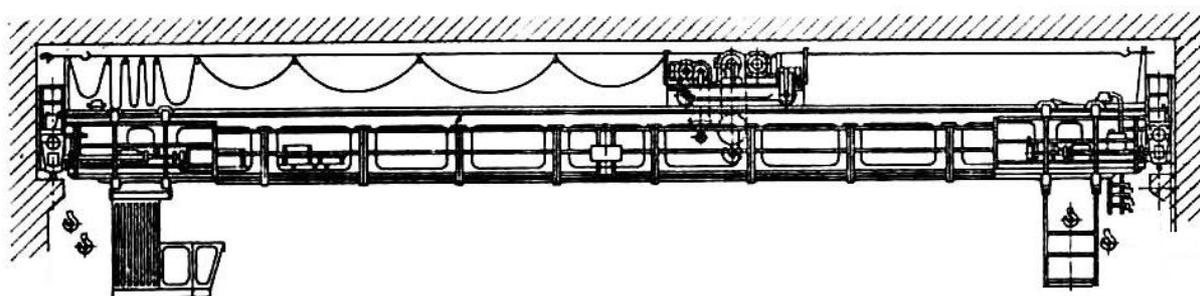
Конструкция двухбалочного мостового крана опорного типа показана на рисунке 18.

Этот кран оборудован электрическими приводами механизмов подъема и перемещения груза и передвижения самого крана. Кран имеет мост, состоящий из двух пролетных балок 2 и соединенных с ними двух концевых балок 1. На последних установлены ходовые колеса 14, которыми кран опирается на крановые рельсы 13.

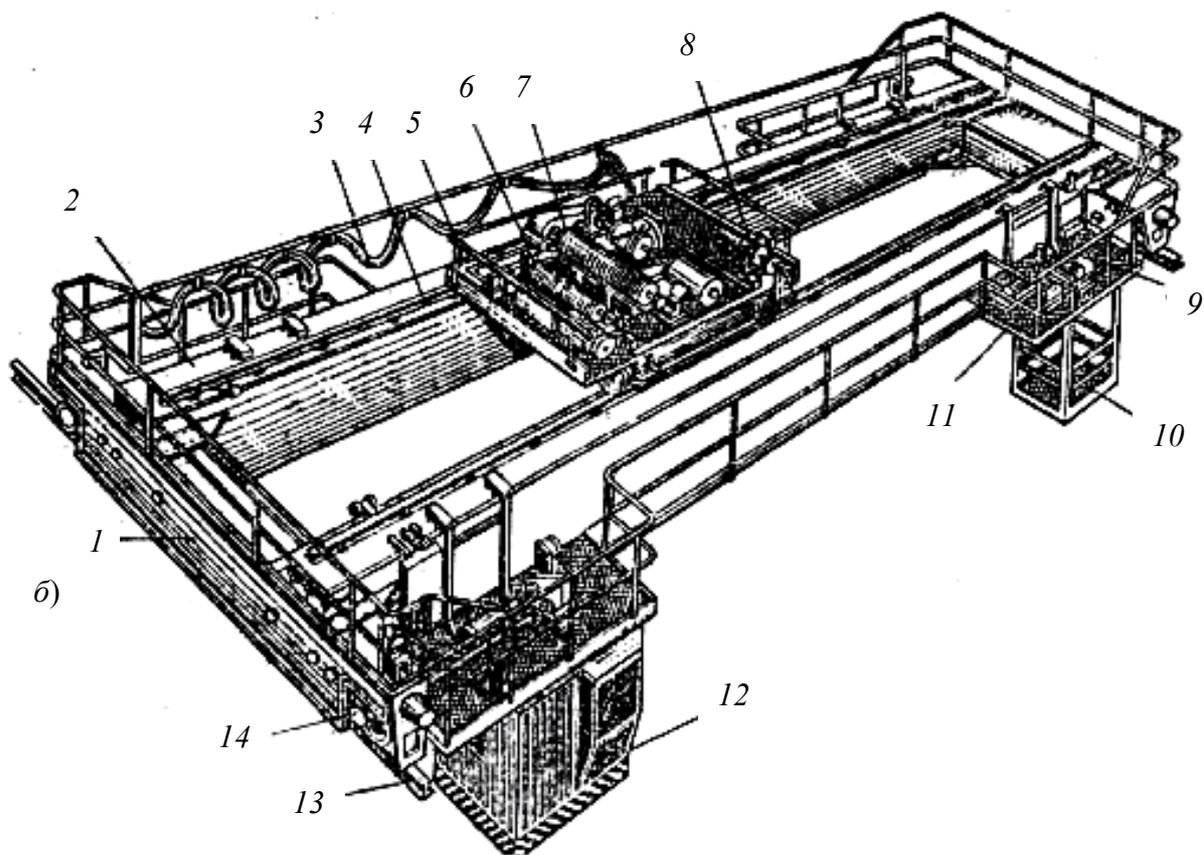
На верхней части пролетных балок расположены тележечные рельсы 4, по которым перемещается крановая тележка 5 в направлении, перпендикулярном движению крана. Тележка снабжена механизмами главного 7 и вспомогательного 6 подъемов, а также механизмом 8 собственного перемещения по мостовым рельсам крана.

Передвижение крана по рельсам вдоль цеха обеспечивают отдельные приводы 9 каждого из четырех ведущих колес. Электродвигатели питаются от контактных проводов (троллей), прикрепленных на изоляторах к стене здания. По троллеям скользят башмаки токосъемников крана.

Токопровод к электродвигателям тележки выполнен в виде гибкого кабеля 3. Крановщик управляет всеми механизмами крана из кабины 12.



a)



б)

Рис. 18. Двухбалочный мостовой кран опорного типа: *а* – вид спереди; *б* – вид в плане; 1 – концевая балка; 2 – пролетная балка; 3 – кабель; 4 – тележечный рельс; 5 – тележка; 6 и 7 – механизмы главного и вспомогательного подъема; 8 – механизм передвижения тележки; 9 – привод механизма передвижения крана; 10 – люлька; 11 – площадка; 12 – кабина; 13 – крановый рельс, 14 – ходовое колесо

Площадка 11 служит для нахождения там рабочих, обслуживающих или ремонтирующих неподвижный кран, а также токосъемники и троллеи. На площадку 11 рабочие попадают через прикрепленную к мосту крана вспомогательную кабину 10 (люльку).



Кран-штабелер (рис. 20) предназначен для складирования грузов, уложенных в специальную тару или на поддонах в складах различных предприятий. Кран-штабелер представляет собой мостовой кран с тележкой, оборудованный вращающейся вертикальной колонной, по которой перемещается грузовой захват вилочного типа. Кран-штабелер выполнен двухопорным и перемещается по подкрановым или подвесным путям. Двухбалочный мост имеет длину до 11 м. Перемещают кран-штабелер и поднимают груз с помощью электроприводов, которые питаются электроэнергией, подводимой с помощью гибкого кабеля. Все механизмы крана, кроме механизма поворота, имеют две скорости.

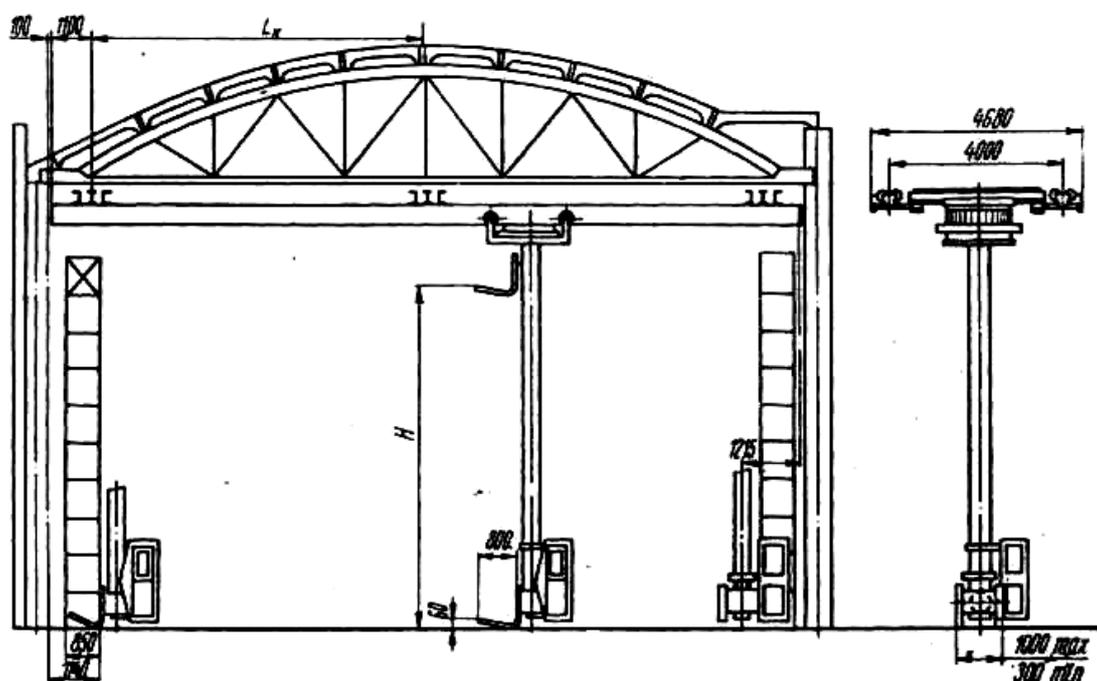


Рис. 20. Кран-штабелер для укладки грузов в стеллаж или штабель

Краны-штабелеры опорного типа (табл. 12) при их грузоподъемности до 1 т перемещаются по подкрановым путям, которые могут устанавливаться непосредственно на стеллажах.

Таблица 12

Характеристика кран-штабелеров опорного типа, управляемых с пола

Параметры	Марки	
	ОП-0,25	ОП-0,5
1	2	3
Грузоподъемность, т	0,25	0,5
Высота подъема груза, м:		
– максимальная	5,4; 5,5	5,4
– минимальная	3,0	3,0
Пролет, м	5,1; 8,1; 11,1	

1	2	3
Полная длина моста, м: – максимальная – минимальная	5,4; 8,4; 11,4 5,0; 5,5; 8,5	
Максимальное расстояние от головки рельса до пола, м	5500	6550
Расстояние от уровня пола до колонны, мм	150	
Длина вил, мм	800	
Расстояние между вилами, мм: – минимальное – максимальное	230 1000	300 1000
Максимальная ширина груза, мм	1200	
Минимальная ширина, мм – прохода – площадки для штабеля	1400 1230	1400 1300
Скорость, м/мин – движения моста – движения тележки – подъема груза	12,5; 50 10; 20 6,2; 12,5	12,5; 50 10; 20 5,3; 12,5
Угловая частота вращения колонны, мин <sup>-1</sup>	4	
Установленная мощность, кВт	3,06	5,28
Масса, кг	3105, 3596, 4110	3865, 4370, 4847

Крановая четырехколесная тележка крана-штабелера подвесного типа перемещается по нижнему поясу моста. Она снабжена вертикальной поворотной колонной. По ней в вертикальном направлении движутся: вилочный захват и кабина управления.

Размещение складских стеллажей при обслуживании средствами различных видов показано на рисунке 21. С помощью этих средств возможна полная автоматизация складских работ с максимальным использованием объема помещения.

Краны-штабелеры с высотой подъема груза до 4 м управляются оператором с пола, а при больших высотах подъема груза – из кабины. Средства предназначены для работы как в помещениях, так и под навесами при температуре воздуха до минус 35 °С.

*Консольно-поворотные* краны чаще всего используют в цехах машиностроительных заводов (рис. 22). В зависимости от конструкции кранов и расположения обслуживаемой зоны они подразделяются на напольные, настенные, подвесные и подвижные. Напольный кран поворачивается на угол 270 – 300 ° вокруг неподвижной колонны, закрепленной на фундаменте (рис. 22, а). Колонна крана несет поворотную консольную балку, по которой перемещается грузовая таль. Поворот консольной балки может быть механизирован. Настенный кран поворачивается на угол ~150 ° относительно колонны, которая закреплена на стене или колонне здания (кран-укосина) (рис. 22, в). Колонна подвесного крана закреплена на потолке или на мосту мостового крана. Подвижный полноповоротный кран смонтиро-

ван на подвижной тележке (рис. 22, б). Этот кран имеет вылет стрелы до 4 м, а грузоподъемность до 1 т. Поворотные устройства большинства кранов выполняют с ручным приводом.

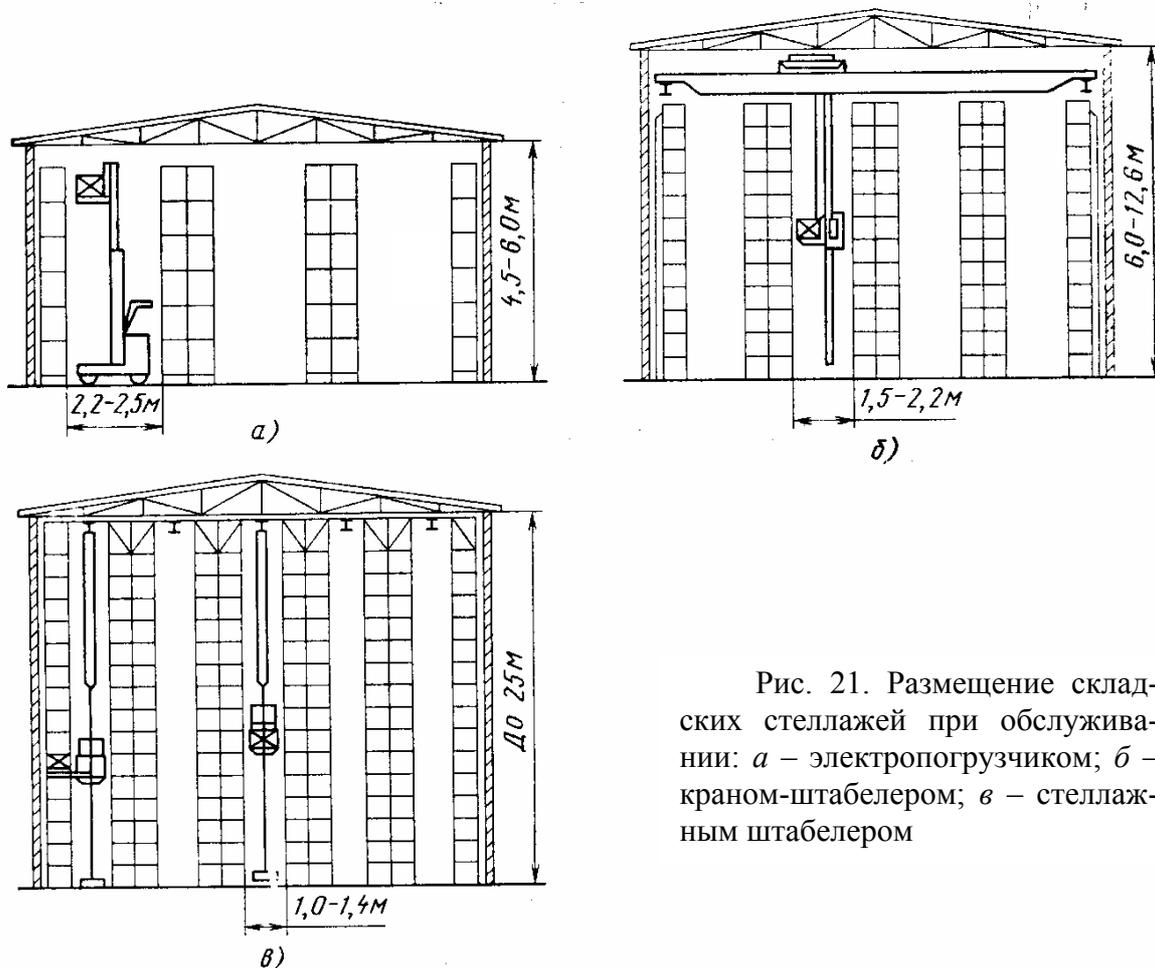


Рис. 21. Размещение складских стеллажей при обслуживании: а – электропогрузчиком; б – краном-штабелером; в – стеллажным штабелером

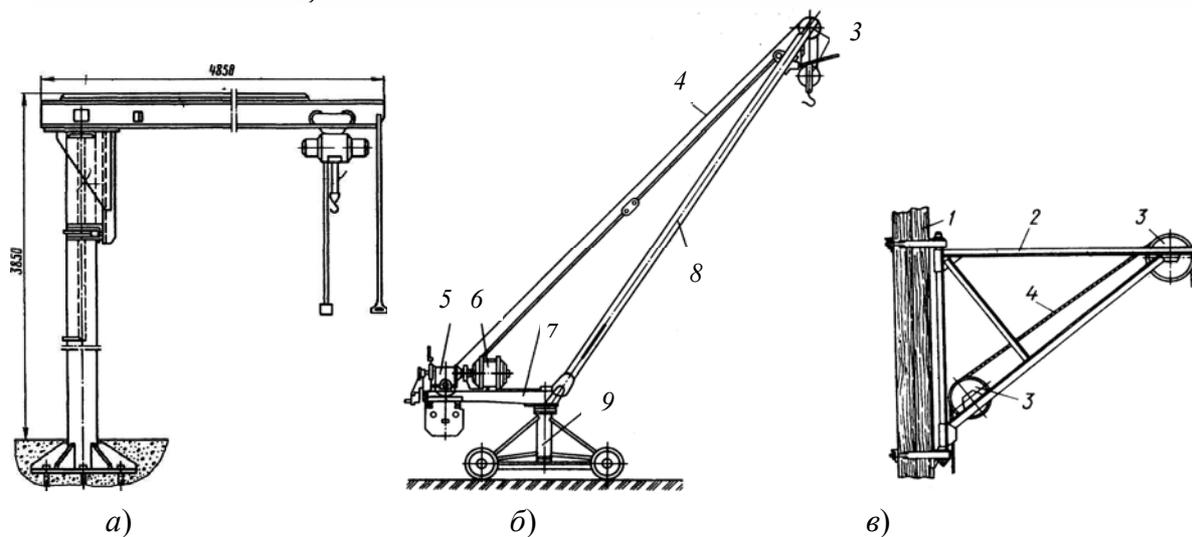


Рис. 22. Консольно-поворотные краны: а – напольный; б – полноповоротный передвижной; в – настенный (кран-укосина): 1 – строительная конструкция; 2 – несущая ферма; 3 – блоки; 4 – канат; 5 – червячный редуктор; 6 – электродвигатель; 7 – платформа; 8 – стрела; 9 – тележка

Консольно-поворотные краны обслуживают небольшую круговую площадь. Они эффективны при обслуживании рабочих мест, расположенных у конвейеров, когда изделие перемещается между конвейером и другим оборудованием. У кранов грузоподъемностью 0,25 – 0,50 т вылет стрелы составляет 3 – 6 м, грузоподъемностью 1 – 2 т – 3,0 – 4,5 м и грузоподъемностью 3 – 5 т – 3,0 – 3,5 м. В зависимости от вида привода краны делятся на электромеханические и пневматические (рис. 23).

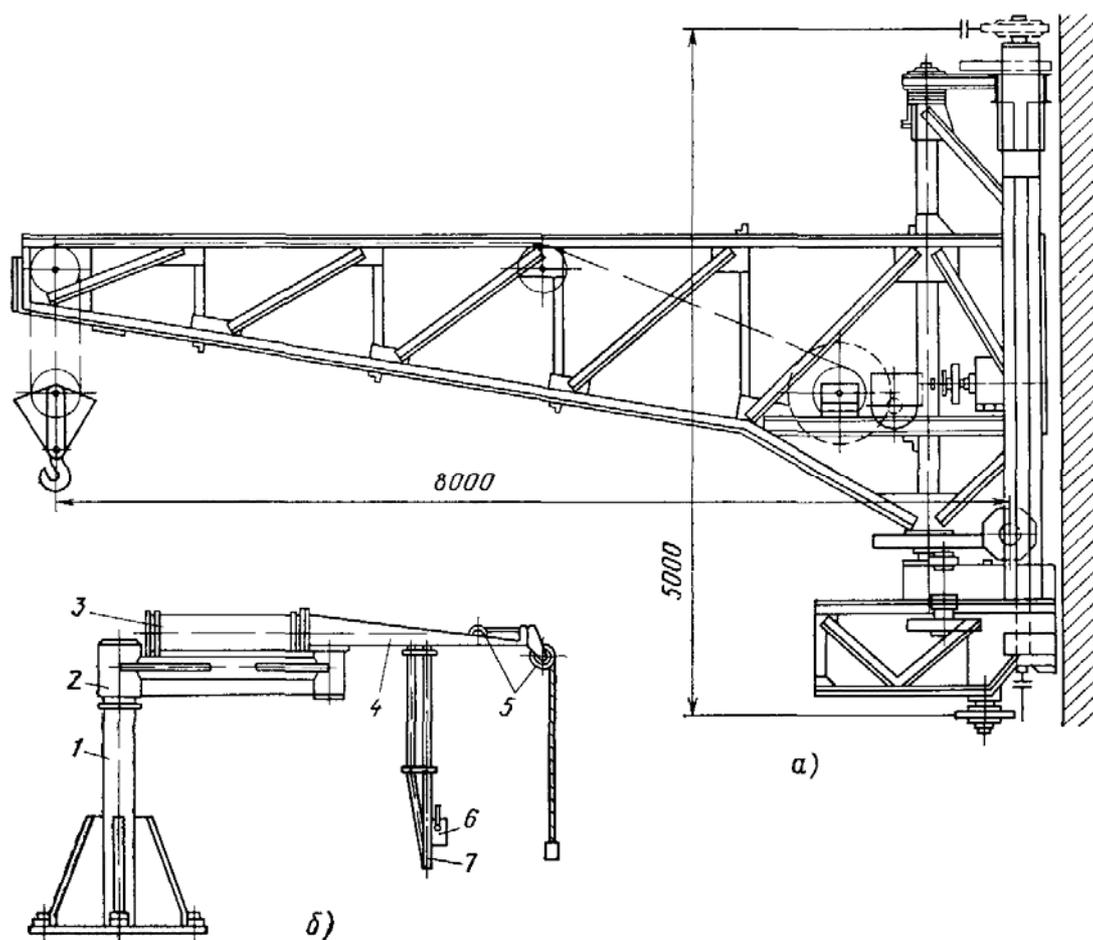


Рис. 23. Краны консольные поворотные: а – электромеханический; б – пневматический; 1 – колонна; 2 – поворотная консоль; 3 – пневмоцилиндр; 4 – стрела; 5 – блоки; 6 – пневматический кран; 7 – ручка

Консольно-поворотные краны проектируют специалисты предприятий, на этих же предприятиях эти краны и изготавливают. Особенностью применения свободно стоящих кранов является превышение удерживающего момента над опрокидывающим не менее чем в 1,4 раза. Вес фундамента  $Q_{\phi}$  в этом случае определяют из выражения

$$Q_{\phi} = \frac{2,8[Q_z(l - b) + Q_k(b - a)]}{b}, \text{ тс}, \quad (1)$$

где  $Q_z$  – вес груза, тс;  $l$  – максимальный вылет груза, м;  $b$  – ширина подошвы фундамента, м;  $Q_k$  – вес крана, тс;  $a$  – расстояние от оси колонны до центра тяжести крана, м.

Размеры опорной поверхности фундамента  $S$  определяют из условия допустимого давления на грунт

$$\frac{Q_z + Q_k + Q_\phi}{S} + \frac{6(Q_z l + Q_k a)}{bS} \leq P_{\text{дон}}, \text{ М}^2, \quad (2)$$

где  $P_{\text{дон}}$  – допустимое давление на грунт, для плотно слежавшегося гравия – 50 – 80 тс/м<sup>2</sup>, плотно-слежавшегося песка – 30 – 50 тс/м<sup>2</sup> и сухой глины – 30 – 40 тс/м<sup>2</sup>.

Козловые краны (рис. 24) используют для обслуживания складов ремонтного фонда машин, лесоматериалов, металлов и готовой продукции на открытых площадках.

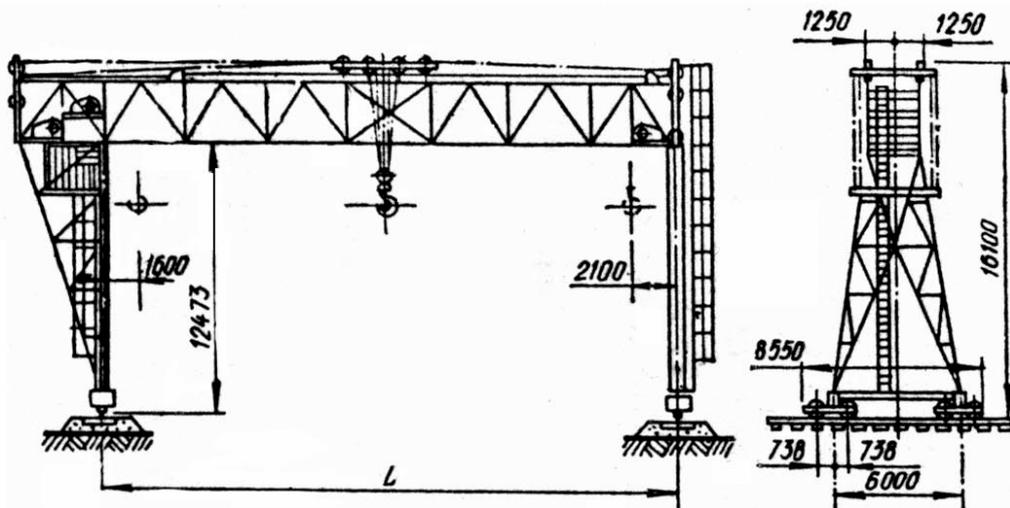


Рис. 24. Козловой кран

Конструктивно козловой кран представляет собой двухопорный мост. На вертикальных стойках крана смонтированы четыре ходовые тележки по две с каждой стороны. Они перемещаются по наземному рельсовому пути. Две ходовые тележки крана приводные, они установлены на разных нитках рельсового пути. Стойки связаны между собой ригелем, длина которого превышает расстояние  $L$  между рельсами кранового пути. Ригель, состоящий из сменных секций, выполнен в виде двух ферм, по верхнему поясу которых уложены рельсы для грузовой тележки. Лебедка передвижения, а также грузовые лебедки, размещены на ригеле у опор крана. Кран может иметь одну или две грузовые тележки: основную и дополнительную. Дополнительная тележка передвигается по ригелю тяговой

лебедкой основной тележки. Грузовая тележка или электроталь несет грузовой крюк.

Кабина управления расположена под ригелем на жестко закрепленной опоре. Имеются лестницы для доступа в кабину и к лебедкам.

Козловые краны обладают грузоподъемностью от 3 до 50 т при высоте подъема до 30 м. Пролеты кранов составляют от 4 до 40 м. При грузоподъемности кранов до 5 т в качестве грузоподъемного механизма применяют электрические тали, а при большей грузоподъемности – крановые тележки. Питание электроэнергией кранов троллейное или кабельное.

Козловые краны бывают бесконсольные, одно- и двухконсольные (табл. 13). Эффективность консольных кранов повышается в том случае, когда в зоне их действия имеется железнодорожный путь, по которому поступают на завод грузы или отправляется товарная продукция.

Таблица 13

Характеристика двухконсольных козловых кранов

Параметры	Марки		
	09-ТД-02	ККУ-10	ККС-10
Грузоподъемность, т	5	10	10
Пролет, м	16	20	20; 32
Длина моста, м	26,5	43,7	42; 58
Высота подъема, м	6,8	10	10
Ширина крана, м	7,8	17,5	16,3
Скорости, м/мин			
– подъема груза	8	14	15
– перемещения тележки	20	40	40
– перемещения крана	60	30	36
Установленная мощность электродвигателей, кВт	23,2	42	42
Масса крана, т	17,6	36,2	37,8; 42,2
Наибольшее давление на ходовое колесо, тс	8	18	20

*Самоходные стреловые краны* (рис. 25) широко применяют при выполнении самых разнообразных грузоподъемных работ во время технического перевооружения и реконструкции производства. Они выполняются на гусеничном (рис. 25, а) и колесном шасси (рис. 25, б) и автомобилях (рис. 25, в).

Краны на гусеничном ходу (см. рис. 25, а) поднимают грузы массой до 250 т на высоту до 100 м. Краны на колесном ходу (см. рис. 25, б) оборудованы стрелами, позволяющими поднимать груз массой до 250 т на высоту до 130 м.

*Автомобильный кран* (рис. 25, в) установлен на шасси автомобиля. Поворотная платформа и поворотные части крана составляют опорно-поворотное устройство. В качестве стрелового оборудования в этих кранах

применяют: телескопическую стрелу и жесткий подвес, а также стрелы с гуськами. Чаще автомобильные краны оснащены одномоторным приводом, в этом случае все механизмы крана приводятся в действие от одного двигателя внутреннего сгорания, реже – многомоторным приводом, в котором каждый механизм приводится в действие своим индивидуальным двигателем.

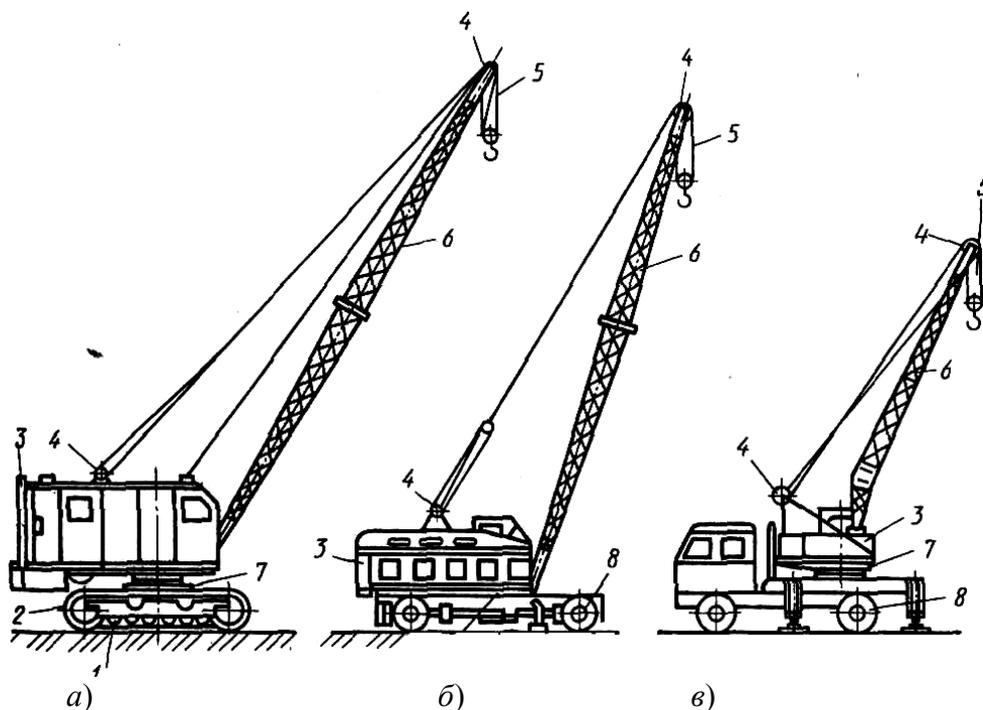


Рис. 25. Самоходные стреловые краны: *а* – на гусеничном ходу; *б* – на пневмоколесном ходу; *в* – автомобильный; 1 – опорный каток; 2 – гусеница; 3 – поворотная платформа; 4 – блок; 5 – канат; 6 – стрела; 7 – поворотное устройство; 8 – пневматическая шина

Тип привода может быть механический, электрический или гидравлический. В механический привод крана входят: силовая установка автомобиля; коробки передач: основная, дополнительная и отбора мощности; редукторы лебедок с канатными барабанами. Электрический и гидравлический приводы имеют соответствующие силовые установки (базового шасси или отдельные), коробки отбора мощности, карданные валы, генератор или гидронасос соответственно. Генератор питает электрическим током электродвигатели независимых механизмов крана. В системах с гидроприводом гидронасос приводит в движение рабочую жидкость, поступающую к гидродвигателям и гидроцилиндрам рабочих механизмов подъемного оборудования.

Механизм подъема стрелы оснащен тормозами. Поворот платформы обеспечивает коническо-цилиндрический редуктор. Грузы в рабочую зону крана подтягивают лебедкой.

Работой крана управляют из кабины, расположенной на поворотной платформе. Движения всех механизмов – независимы. Система управления предусматривает выполнение следующих рабочих движений: подъем (опускание) стрелы и груза, вращение платформы. Направление движения меняется реверсивным механизмом. Барабаны механизма подъема груза и подъема стрелы имеют выступающие торцовые диски (реборды) и механизмы укладки канатов, обеспечивающие их многослойную навивку. Скорости рабочих движений крана с механическим приводом регулируются за счет изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя и передаточного числа привода. Устойчивость крана обеспечивают выносные опоры откидного типа с винтовыми домкратами, увеличивающие опорный контур.

Автомобильные краны выпускаются грузоподъемностью до 16 т, а на специальном шасси автомобильного типа – до 100 т, высота подъема – до 50 м.

Башенные краны (рис. 26) могут поднимать груз массой до 10 т при вылете стрелы до 25 м и высоте подъема до 50 м. На предприятиях краны этого вида применяют при техническом перевооружении и реконструкции производства, а также при погрузке товарной продукции на железнодорожные платформы или автомобили.

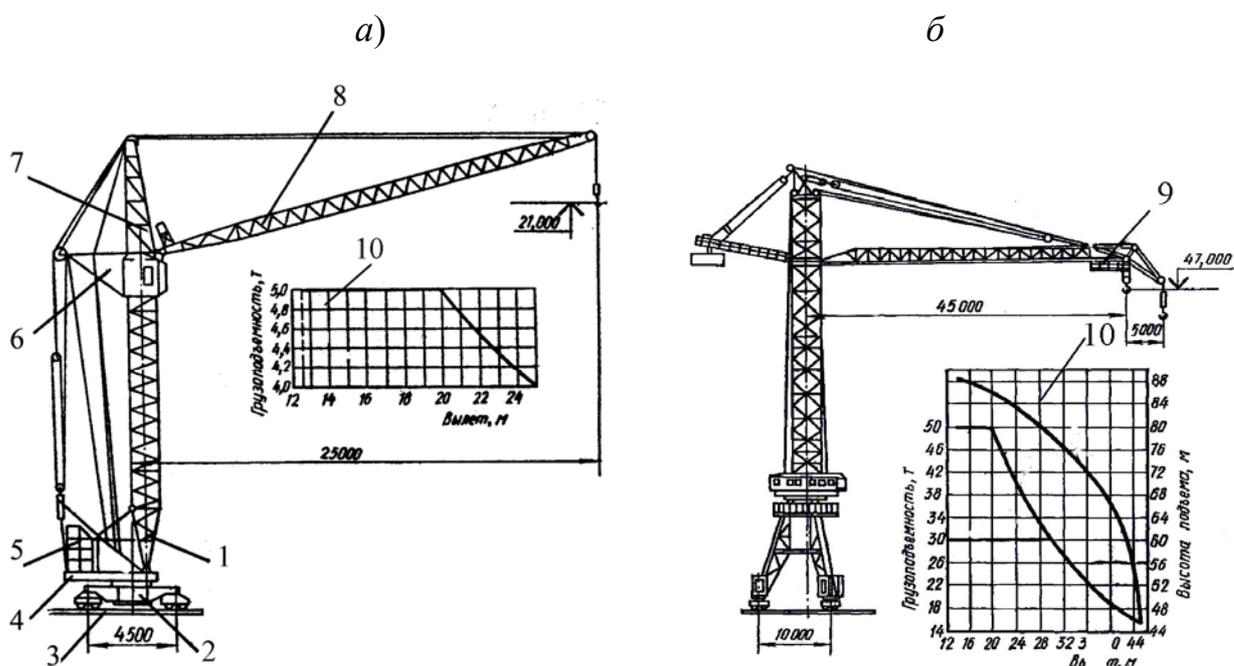


Рис. 26. Башенные краны: а – с поворотной платформой: 1 – башня; 2 – ходовое устройство; 3 – рельсовый путь; 4 – поворотная платформа; 5 – балласт (контргруз); 6 – стрела контргруза; 7 – оголовок, 8 – грузовая стрела; б – с поворотной башней: 9 – грузовая тележка; 10 – грузовые и высотные характеристики кранов

К основным узлам башенного крана относят: башню (колонну), стрелу, опорную часть, нижнюю платформу, кабину машиниста, механизмы подъема груза и поворота стрелы, изменения ее вылета и устройства безопасности. Всеми механизмами крана управляет машинист из кабины, в которой размещена аппаратура управления. Достоинство башенных кранов – хороший обзор крановщиком рабочей зоны.

Опорная часть передвижных башенных кранов включает четыре ходовые тележки, прикрепленные к нижней раме, которые ходовыми колесами перемещаются по рельсовому крановому пути с помощью механизма передвижения крана.

Изменение вылета стрелы башенных кранов осуществляется двумя способами. В первом – изменением угла наклона стрелы посредством стреловой лебедки и стрелового полиспаста (рис. 26, *а*), а во втором – за счет перемещения грузовой тележки по стреле с помощью тяговой лебедки (рис. 26, *б*). Тележка может иметь несколько скоростей движения.

Башенные краны имеют многодвигательный электрический привод с питанием от внешней электросети через кабель и токоприемник. Состав движений крана включает: подъем (опускание) груза, изменение вылета (передвижение грузовой тележки), поворот, движение крана по рельсам. Сочетание этих движений позволяет перемещать груз в любую точку рабочей зоны крана.

Для обеспечения устойчивости передвижных башенных кранов на поворотной платформе или в нижней части неповоротной башни укладывают балласт.

По конструкции различают башенные краны с поворотной платформой или башней. В зависимости от возможности перемещения краны имеют несколько разновидностей: приставные, стационарные, самоподъемные, самоходные.

Башенные краны с поворотной платформой (см. рис. 26, *а*) отличаются между собой количеством секций в башне и наклонной стреле, крюковыми подвесками и системой управления. Грузовая и стреловая лебедки, механизм поворота размещаются на поворотной платформе. Грузовая лебедка приводится в движение от электродвигателя постоянного тока. Это дает возможность плавно регулировать скорость подъема и опускания груза, уменьшает динамические нагрузки на кран. Подъемная стрела крана позволяет изменять вылет с грузом на крюке. При изменении вылета стрелы груз движется по траектории, близкой к горизонтальной, что обеспечивается кинематической связью грузовой и стреловой лебедок.

Ходовые тележки крана трехколесные. Привод их осуществляется от двигателей с короткозамкнутым ротором. Плавность хода обеспечивают установленные на валах роторов маховики. Основание башни сдвинуто наружу относительно поворотной платформы. Это позволяет устанавливать промежуточные секции непосредственно на земле в вертикальном положении и вести подращивание башни собственными механизмами крана, а также использовать вспомогательные стреловые краны грузоподъемностью 16 т.

Балласт на поворотной платформе обеспечивает устойчивость крана в рабочем положении.

Кабина машиниста выполнена навесной. Она оборудована подрессорным сидением, системами отопления и вентиляции, шкафчиком для хранения документации.

У кранов с поворотной башней (см. рис. 26, б) рабочие механизмы установлены на ней. Кроме основных узлов кран имеет поворотный оголовок, к которому для уравнивания стрелы с грузом крепится стрелаконсоль, соединенная тросами с противовесом. Грузовая и стреловая лебедки устанавливаются на противовесной консоли.

К устройствам безопасности крана относят прибор для измерения скорости ветра и ограничители: грузоподъемности, высоты подъема крюка, изменения вылета, высоты подъема башни, поворота и передвижения.

## 5. ТАРА, ПОДДОНЫ, КОНТЕЙНЕРЫ

Исключение ненужных переключений материалов и изделий требует применения средств для их хранения и перемещения. Некоторые материалы и несложные изделия типа болтов, гаек и шайб допускают хранение «навалом» в таре. Обработанные детали и сборочные единицы требуют своего перемещения в ориентированном положении на опорах поддонов. Агрегаты можно перемещать на большие расстояния только в контейнерах с ориентированием на опорах.

**Тара.** Организация перемещения грузов требует применения различных типоразмеров многооборотной тары, удовлетворяющей следующим требованиям:

- тип тары должен соответствовать виду груза;
- емкость тары должна быть согласована с размерами партии груза;

– тара должна обеспечить возможность многоярусного хранения в штабелях или стеллажах с использованием вилочных и крюковых погрузчиков для ее перемещения;

– масса тары не должна превышать 0,12 массы ее с грузом.

Многооборотная производственная тара пригодна как для штабельного, так и стеллажного хранения грузов, она может перевозиться всеми видами транспорта; допускается возможность подъема крюками, вилами и чалками. Типовая конструкция производственной тары для механизированного перемещения и многоярусного хранения грузов определена межгосударственными стандартами ГОСТ 20184-74 и ГОСТ 16141-75. Наибольшее применение нашла тара с размерами в плане 800×600 мм.

**Поддоны.** Представляют собой жесткое основание с площадкой и ячейками для укладки изделий и элементами для взаимодействия с крюками или вилами.

**Контейнеры.** Для хранения агрегатов применяют специальные контейнеры, которые можно перевозить в кузове грузового автомобиля на внешних перевозках.

## 6. РАЦИОНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

С точки зрения лучшей организации перемещения изделий каждый отдельный производственный участок стремятся разместить на площади одного пролета здания. Изделия перемещаются вдоль пролета от одной единицы оборудования к другой прямолинейно или зигзагообразно через проход. Передача изделий из одного пролета в другой затруднительна и допускается в случае крайней необходимости, например, при наличии в соседнем проеме недогруженного или специального оборудования. Передачу изделий из пролета в пролет выполняют в этом случае следующими средствами: ручной или приводной тележкой, поворотным консольным краном, рольгангом, тельфером на монорельсовом подвесном пути, вращающейся укосиной на мостовом кране.

Если принять затраты на транспортную работу в 1 т-км на перемещение грузов с помощью подвесного конвейера за единицу, то затраты на такую работу электрокарами, автомобилями и вручную составляют 3,3, 4,2 и 75 единиц соответственно.

Основное оборудование для перемещения ремонтируемых объектов и область его применения приведены в таблице 14.

Таблица 14

## Область применения основных подъемно-транспортных средств

Назначение	Вид	Грузоподъемность, т						Длина транспортно-го пути, м
		до 0,125	0,125 – 0,5	0,5 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 5	
Подъем	Подъемники	+	+	–	–	–	–	1–24
	Стационарные тали	+	+	+	+	+	+	1 – 12
	Лебедки	–	–	–	+	+	+	1 – 12
Горизонтальное перемещение	Конвейеры	+	+	–	–	–	–	20 – 70
	Кары	+	+	+	–	–	–	70 – 150
	Автомобили	–	+	+	+	+	+	180 – 600
Горизонтальное перемещение с выполнением технологических операций	Поточно-механизированные линии	+	+	+	–	–	–	8 – 30
	Эстакады с тележками	+	+	–	–	–	–	8 – 30
	Конвейеры: – подвесные	+	+	+	–	–	–	20 – 70
	– тележечные	–	+	+	+	+	–	20 – 70
Подъем и горизонтальное перемещение	Монорельсовый путь с талью	+	+	+	–	–	–	5 – 20
	Краны: – мостовые	+	+	+	+	+	+	1 – 100
	– штабелеры	+	+	+	–	–	–	1 – 20
	– консольные	+	+	+	+	+	–	1 – 4,5
	– козловые	–	–	–	–	–	+	1 – 500
Погрузчики	–	–	+	+	+	+	150 – 200	
Поворот	Кантователи	+	+	+	–	–	–	–
Горизонтальное перемещение и хранение	Стеллажи: – наклонные	+	+	–	–	–	–	–
	– вращающиеся	+	–	–	–	–	–	–
	Склизы	+	+	–	–	–	–	10 – 20
	Специальные тележки	+	+	+	+	–	–	6 – 60
	Монорельсы с крюками	+	+	+	–	–	–	–
Подвесной конвейер	+	+	+	–	–	–	20 – 70	
Подъем и хранение	Стеллажи элеваторные	+	+	–	–	–	–	1 – 10
	Накопители вертикальные	+	+	–	–	–	–	1 – 6

## 7. ВЫБОР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор вида внутривозовского транспорта обусловлен типом производства. На участках массового и крупносерийного производства с поточной организацией труда ремонтируемые объекты перемещаются конвейерным транспортом. На участках серийного производства с циклическим характером производства более рационально применение транспортного оборудования циклического действия.

При выборе вида подъемно-транспортного оборудования учитывают:

- массу перемещаемых отдельных изделий и массу их комплектов в таре;
- годовой объем перемещаемых грузов;
- ритмичность и частоту их подачи;
- расстояния и условия перемещения, погрузки и разгрузки изделий, значение транспортной партии;
- характеристику транспортных средств;
- требования к сохранности грузов, санитарно-гигиенические условия, безопасность выполнения работы.

Производительность  $q$  безрельсовых подъемно-транспортных средств определяют по формуле

$$q = \frac{60Pk_zk_g}{t_{on}}, \text{ Т/ч}, \quad (3)$$

где  $P$  – номинальная грузоподъемность, т;  $k_z$  – коэффициент использования грузоподъемности средства, 0,8 – 0,9;  $k_g$  – коэффициент использования средства по времени, 0,75 – 0,90;  $t_{on}$  – время транспортной операции с учетом погрузки, перемещения и разгрузки изделий, мин.

Для погрузчиков время транспортной операции определяют по формуле

$$t_{on} = \frac{2,1h}{v_{zp}} + \frac{2l}{v_{cp}} + 4t_1 + t_2, \text{ мин}, \quad (4)$$

где  $h$  – средняя высота подъема груза, м;  $v_{zp}$  – скорость подъема груза, м/мин;  $l$  – длина горизонтального перемещения погрузчика, м;  $v_{cp}$  – средняя скорость движения погрузчика, м/мин;  $t_1$  – время наклона рамы в загрузочное, транспортное и разгрузочное положения, равно 0,25 мин;  $t_2$  – время на маневры, связанные с ориентированием погрузчика относительно груза, равняется 0,8 – 1,2 мин для погрузчиков, оборудованных вилами.

Необходимое число автомобилей или погрузчиков  $n$  определяют отдельно по каждому грузопотоку по формуле

$$n = \frac{Qk_n}{\Phi_{д.о}q}, \quad (5)$$

где  $Q$  – масса перемещаемых грузов за год, т/год;  $k_n$  – коэффициент неравномерности: 1,1 – 1,2 – для массовых однородных грузов, 1,4 – 1,5 – для прочих грузов;  $\Phi_{д.о}$  – действительный годовой фонд времени подъемно-транспортного оборудования, ч/год.

Средняя продолжительность одной операции для мостового крана (кранбалки)  $t_{кр}$  равна

$$t_{кр} = 2 \left[ \frac{l_k}{v_k} + k_c \left( \frac{l_m}{v_m} + \frac{h}{v_g} \right) \right] + t_{cmp}, \text{ мин}, \quad (6)$$

где  $l_k$  – средняя длина перемещения груза вдоль пролета, м;  $v_k$  – скорость перемещения крана, м/мин;  $k_c$  – коэффициент совмещения движений, 0,7;  $l_m$  – средняя длина пути перемещения тележки мостового и однобалочного крана, равная половине длины крана, м;  $v_m$  – скорость передвижения тележки мостового крана, м/мин;  $h$  – средняя высота подъема груза, м;  $v_g$  – скорость вертикального перемещения груза, м/мин;  $t_{cmp}$  – среднее время строповки груза, мин.

Необходимое количество мостовых кранов (кран-балок)  $n_{кр}$  в пролете здания рассчитывают по формуле

$$n_{кр} = \frac{n_{он}t_{кр}}{60\Phi_{д.о}k_p}, \quad (7)$$

где  $n_{он}$  – число крановых операций в час;  $k_p$  – коэффициент, учитывающий простой крана в ремонте, 0,95 – 0,97.

При укрупненных расчетах считают, например, что один мостовой кран может обслужить:

- участок разборочно-очистной или сборки машин, или ремонта кабин и кузовов;
- участок ремонта и сборки агрегатов длиной 25 – 30 м;
- участок регулировки машин и устранения дефектов длиной 40 – 50 м;
- слесарно-механический участок длиной 45 – 55 м;
- сварочный, кузнечно-рессорный и термический участки длиной по 20 – 30 м;
- склады ремонтного фонда и готовой продукции (агрегатов) длиной 50 – 60 м.

При выборе конвейера в составе поточного производства определяют количество и массу изделий на нем, по усилию в тяговом органе выбирают его размеры, по производительности участка рассчитывают скорость перемещения тягового органа, а затем мощность привода. Приводную станцию конвейера располагают вблизи позиций его разгрузки.

Скорость движения ветви подвешенного конвейера  $v_k$  определяют на примере его применения в окрасочно-сушильном комплексе исходя из обеспечения установленной производительности окрашивания (рис. 27)

$$v_k = \frac{l_{o.u} N}{\Phi_{o.o}}, \text{ м/ч}, \quad (8)$$

где  $l_{o.u}$  – длина конвейера, на котором размещены окрашиваемые части одного изделия, м;  $N$  – количество изделий, окрашиваемых в течение года, 1/год.

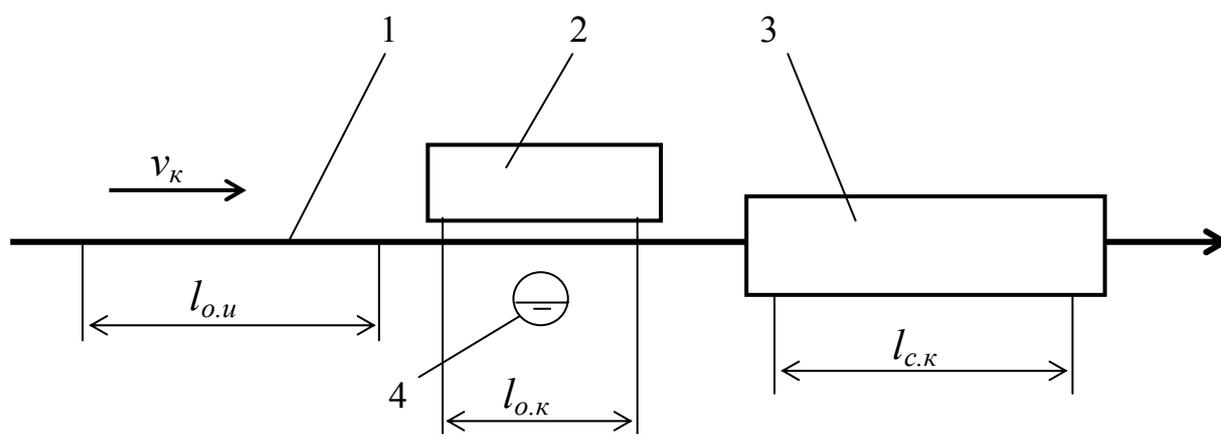


Рис. 27. Схема расположения рабочего места нанесения лакокрасочных покрытий и их сушки: 1 – ветвь подвешенного конвейера; 2 – окрасочная камера; 3 – сушильная камера; 4 – рабочий

Длину окрасочной камеры  $l_{o.k}$  конвейерного (проходного) типа определяют исходя из времени пребывания окрашиваемых изделий в ней, достаточного для нанесения лакокрасочного материала:

$$l_{o.k} = v_k \frac{S_u}{n_p s_{\text{ч}}}, \text{ м}. \quad (9)$$

где  $S_u$  – площадь поверхности окрашиваемого изделия,  $\text{м}^2$ ;  $n_p$  – численность рабочих-маляров;  $s_{\text{ч}}$  – производительность окрашивания,  $\text{м}^2/\text{час}$ .

Длину сушильной камеры  $l_{c.k}$  конвейерного (проходного) типа определяют, исходя из времени пребывания окрашиваемых изделий в ней, достаточного для полного высыхания ЛКМ:

$$l_{c.k} = v_k t_c, \text{ м}. \quad (10)$$

где  $t_c$  – время сушки лакокрасочного материала, мин.

## 8. ОПТИМИЗАЦИЯ ВНУТРИЗАВОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК

В зависимости от организации перевозок грузов используют маятниковую, лучевую, кольцевую или цикловую схему их маршрутов (рис. 28).

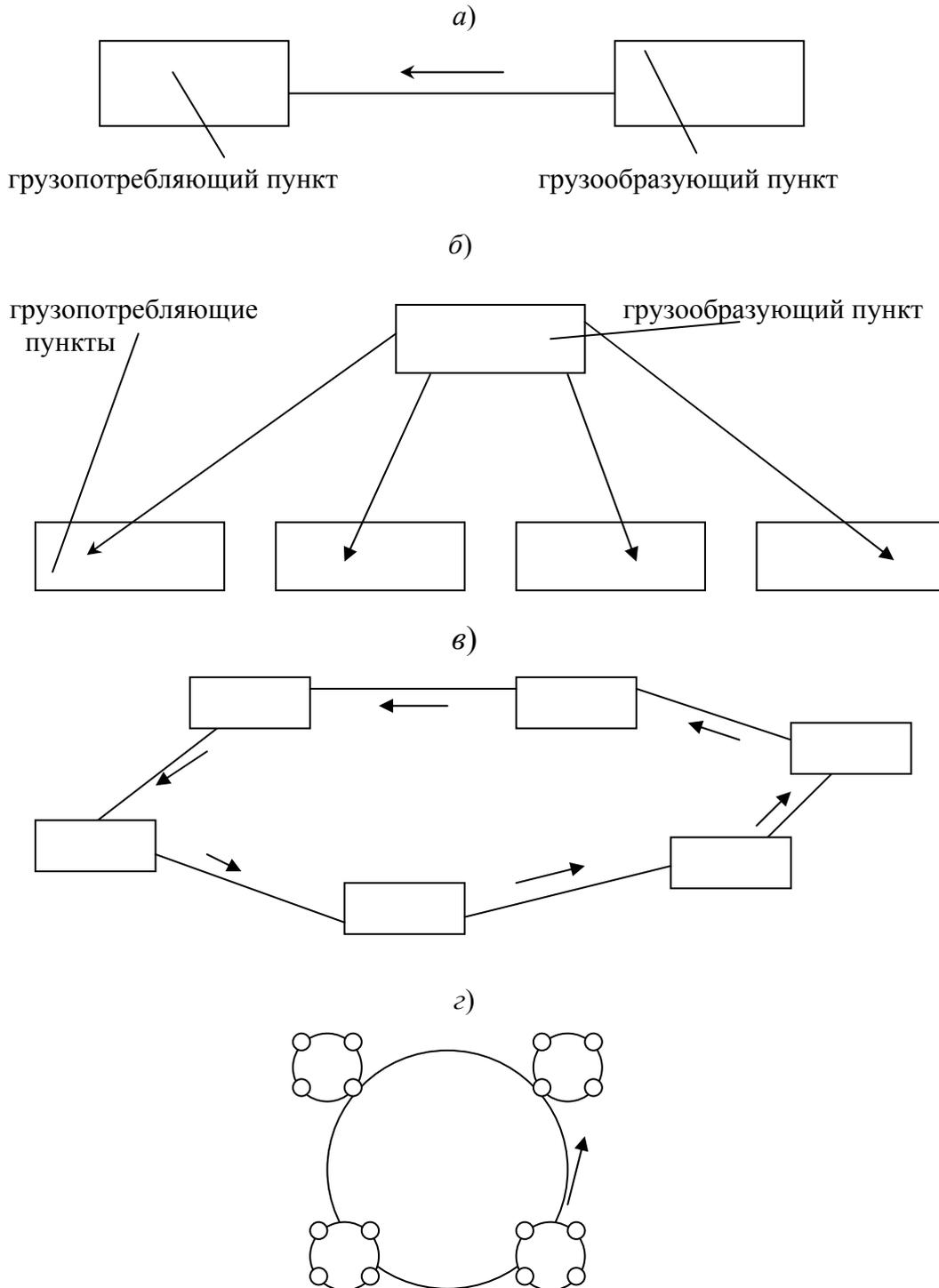


Рис. 28. Схемы внутризаводских перевозок: *a* – маятниковой; *б* – лучевой; *в* – кольцевой; *з* – цикловой

При маятниковой схеме транспортные операции выполняются между двумя пунктами (рис. 28, а). Один из них является грузообразующим, а другой – грузопотребляющим. При лучевой схеме грузы перемещаются между одним грузообразующим и несколькими грузопотребляющими пунктами (рис. 28, б). При кольцевой схеме грузы перемещаются между грузообразующими и грузопотребляющими пунктами по кругу (рис. 28, в). Цикловая схема является разновидностью кольцевой (рис. 28, г).

При маятниковой и лучевой схемах внутризаводских перевозок рейсы в одну сторону совершаются с грузом, а в обратную – без груза. Рационально используется только половина пробега транспортных средств. При кольцевой и цикловой схемах повышается использование транспортных средств со снижением затрат на их эксплуатацию.

Внутризаводское перемещение грузов оптимизируют методом линейного программирования транспортной задачи.

Полагают, что на предприятии имеется  $n$  подразделений – отправителей груза (их количество равно  $i$ ) и  $m$  подразделений – его получателей (их количество равно  $j$ ). Обозначим через  $a_i$  массу груза, отправляемого  $i$ -тым отправителем, а через  $b_j$  – массу груза, получаемого  $j$ -тым получателем. Расстояние между  $i$ -тым и  $j$ -тым пунктами равно  $l_{ij}$ , транспортная работа по перемещению груза между этими пунктами –  $m_{ij}$ , количество единиц подъемно-транспортного оборудования, перемещающего груз между этими пунктами, –  $x_{ij}$ , а стоимость перевозки единицы груза –  $c_{ij}$ . Требуется составить такой план перевозок, при котором или общий грузооборот, или общая стоимость транспортной работы будут минимальными при полном удовлетворении спроса на перемещение груза и соблюдение графика перевозок.

Экономико-математическая модель этой задачи может быть составлена в виде системы уравнений

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = a_i, \quad (11)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ,

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j;$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j;$$

$$c_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min.$$

Условие задачи записывают в матричной форме (табл. 15).

Матрица задачи оптимизации внутризаводского транспорта

	$b_1$	$b_2$	...	$b_m$
$a_1$	$c_{11}$ $x_{11}$	$c_{12}$ $x_{12}$	...	$c_{1m}$ $x_{1m}$
$a_2$	$c_{21}$ $x_{21}$	$c_{22}$ $x_{22}$	...	$c_{2m}$ $x_{2m}$
...	...	...	...	...
$a_n$	$c_{n1}$ $x_{n1}$	$c_{n2}$ $x_{n2}$	...	$c_{nm}$ $x_{nm}$

Для нахождения оптимального решения рассматриваем последовательность основных решений в виде  $(m + n - 1)$  значений неизвестных  $x_{ij} \geq 0$ , расположенных в таких клетках, которые не образуют между собой ни одной замкнутой цепи, т.е. последовательно переходим к решениям с меньшим значением выражения

$$C_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}, \quad (12)$$

и через конечное число шагов находим оптимальное решение.

Оптимизация перемещений грузов при минимальных транспортных затратах обеспечивает минимальную протяженность порожних пробегов, простоев оборудования в ожидании погрузки или разгрузки и самого времени погрузочно-разгрузочных работ. Оптимизация транспортного процесса может потребовать изменения планировки участка или компоновки производственного корпуса.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем обусловлена необходимость совершенствования оборудования, процессов и организации грузоподъемных и транспортных работ?
2. Какие основные задачи необходимо решить в области совершенствования грузоподъемных и транспортных работ, выполняемых в цехах и на складах?
3. Приведите классификацию заводских перевозок с указанием признака классификации.
4. Определите грузопоток и грузооборот перевозок с указанием их размерности.
5. Как составляют эпюру грузооборота? Какое значение имеет она для оптимизации планировки производственного участка?
6. Приведите классификацию перемещений изделий внутри производственных участков с указанием признака классификации.
7. Для чего предназначены домкраты?
8. Как устроены тали и в каких устройствах они применяются?
9. Чем отличаются подвесные тали от передвижных?
10. Когда целесообразно использовать лебедки и полиспасты?
11. В каких случаях применяют подъемники и подъемные столы?
12. Для каких целей используют кантователи?
13. Перечислите средства горизонтального (транспортного) перемещения грузов.
14. Определите область применения автомобилей и автокаров при перевозке цеховых грузов.
15. Каковы преимущества и недостатки применения электрокаров по сравнению с автокарами?
16. Приведите область применения приводных тележек.
17. Что такое эстакада? В каких случаях ее применяют?
18. Приведите устройство монорельсового пути. В каких случаях его применяют?
19. Какие виды конвейеров Вы знаете?
20. Какая разница между пластинчатыми и тележечными конвейерами?
21. Каковы преимущества роликовых конвейеров (рольгангов)?
22. Приведите виды и области применения подвесных конвейеров.

23. Каким образом организуют автоматическое перемещение грузов к рабочим местам с помощью подвесных толкающих конвейеров?

24. Как организуют с помощью подвесных толкающих конвейеров свободный трудовой ритм отдельных рабочих в условиях массового производства?

25. С помощью каких средств можно обеспечить автоматическую загрузку и разгрузку подвесного конвейера?

26. Что такое склиз и в каких случаях его применяют?

27. Какие работы выполняют с помощью погрузчиков?

28. Краны каких видов применяют на машиностроительном предприятии?

29. Из каких частей состоит мостовой кран?

30. Какова роль кран-штабелеров в автоматизации складских работ?

31. Приведите область применения консольно-поворотных кранов.

32. Для каких целей применяют на предприятии козловые и башенные краны?

33. Какова роль тары, поддонов и контейнеров в организации современного производства?

34. Каким образом рассчитывают необходимое количество подъемно-транспортного оборудования?

35. В чем заключается суть оптимизации внутризаводских перевозок?

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
1. Классификация и область применения средств для транспортного и технологического перемещения изделий .....	2
2. Средства для подъема или вращения изделий .....	4
3. Средства для транспортного перемещения грузов .....	14
4. Подъемно-транспортные средства .....	25
5. Тара, поддоны, контейнеры.....	41
6. Рациональная область применения подъемно-транспортных средств .....	42
7. Выбор и определение необходимого количества подъемно-транспортного оборудования .....	44
8. Оптимизация внутризаводских перевозок.....	47
Вопросы для самопроверки.....	50
Литература .....	52

*Учебное издание*

ИВАНОВ Владимир Петрович

### ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор *А. Э. Цибульская*

---

Подписано в печать 08.12.09. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Ризография. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,14. Тираж 40 экз. Заказ 2160.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009

ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины: учеб. для вузов / М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1979. – 1979. – 558 с.
2. Бобров, В.П. Транспортные и загрузочные устройства автоматических линий. / В.П. Бобров, Л.И. Чеканов. – М.: Машиностроение, 1980. – 119 с.
3. Замятин, В.К. Механизация и автоматизация подъемно-транспортных и складских работ в сборочном производстве: учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 1983. – 45 с.
4. Конвейеры: справочник / Р.Л. Зенков [и др.]; под общ. ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 367 с.
5. Оборудование для ремонта автомобилей: справочник / П.С. Григорченко [и др.]; под ред. М.М. Шахнеса. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1978. – 384 с.
6. Савич, А.С. Технология и оборудование ремонта автомобилей: учеб. пособие / А.С. Савич, В.П. Иванов, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009. – 464 с.