

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

С.М. Горбатьюк,  
С.А. Иванов,  
Н.Л. Кириллова,  
Н.А. Чиченев

# **Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств**

Учебник

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2017

УДК 621.86/87:669.0  
И62

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *А.Г. Никитин*  
(Сибирский государственный индустриальный университет);  
д-р техн. наук, проф. *Р.Л. Шаталов*  
(Московский политехнический университет)

*Авторы:* С.М. Горбатюк, С.А. Иванов, Н.Л. Кириллова, Н.А. Чиченев

**Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств** : учеб. /  
И62 С.М. Горбатюк [и др.]. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2017. – 279 с.  
ISBN 978-5-906846-40-2

Приведены общие сведения о грузоподъемных машинах и устройствах общего назначения: классификация, основные виды, параметры, режимы работы, выбор запасов прочности и допускаемых напряжений, привод, технико-экономические показатели. Рассмотрены детали и узлы грузоподъемных машин и устройств: классификация грузозахватных устройств, гибкие грузоподъемные органы, полиспасты, блоки, барабаны, звездочки, тормозные и стопорные устройства. Изложены принцип действия, основы расчета и конструирования механизмов грузоподъемных машин и устройств: подъема, передвижения и поворота. Описаны принцип действия, назначение, области применения и конструкции основных видов грузоподъемных машин и устройств: домкратов, лебедок, талей, мостовых кранов общего назначения, специальных мостовых кранов и др.

Содержание учебника соответствует образовательному стандарту НИТУ «МИСиС» подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», и преподавателей, проводящих занятия по данной дисциплине. Может быть полезен студентам других направлений подготовки, в которых рассматриваются вопросы механизации погрузочно-разгрузочных работ.

**УДК 621.86/87:669.0**

ISBN 978-5-906846-40-2

© Коллектив авторов, 2017  
© НИТУ «МИСиС», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Введение.....	9
Условные обозначения.....	11
1. Общие сведения о грузоподъемных машинах и устройствах.....	13
1.1. Классификация грузоподъемных машин и устройств.....	13
1.2. Основные виды грузоподъемных машин и устройств.....	20
1.3. Основные параметры грузоподъемных машин и устройств.....	32
1.4. Режимы работы грузоподъемных машин и устройств.....	35
1.5. Расчетные нагрузки.....	41
1.6. Выбор запасов прочности и допускаемых напряжений.....	43
1.7. Привод грузоподъемных машин и устройств.....	45
1.8. Техничко-экономические показатели.....	49
Контрольные вопросы.....	51
2. Детали и узлы грузоподъемных машин и устройств.....	53
2.1. Классификация специальных узлов и деталей.....	53
2.2. Грузозахватные устройства.....	54
2.2.1. Основные виды грузозахватных устройств.....	54
2.2.2. Универсальные грузозахватные устройства.....	56
2.2.3. Грузозахватные устройства для штучных грузов.....	63
2.2.4. Грузозахватные устройства для сыпучих грузов.....	77
2.3. Гибкие грузоподъемные органы.....	85
2.3.1. Грузовые цепи.....	85
2.3.2. Стальные проволочные канаты.....	88
2.3.3. Соединения грузозахватных приспособлений с канатами.....	93
2.4. Полиспасты.....	95
2.4.1. Общие сведения.....	95
2.4.2. Потери на блоках.....	95
2.4.3. Схемы полиспастов.....	100
2.5. Блоки, звездочки и барабаны.....	102
2.5.1. Конструкции блоков.....	102
2.5.2. Звездочки для грузовых цепей.....	105
2.5.3. Назначение и конструкции барабанов.....	107
2.5.4. Крепление конца каната на барабане.....	111
2.5.5. Шпили.....	115
2.6. Тормозные и стопорные устройства.....	116
2.6.1. Классификация тормозных и стопорных устройств.....	116

2.6.2. Храповые остановы .....	118
2.6.3. Фрикционные остановы .....	120
2.6.4. Устройство и принцип действия колодочных тормозов ....	123
2.6.5. Колодочные тормоза с приводом от электромагнита ....	129
2.6.6. Колодочные тормоза с приводом от электрогидравлических толкателей .....	134
2.6.7. Колодочные тормоза с приводом от электромеханических толкателей .....	139
2.6.8. Ленточные тормоза.....	143
2.6.9. Тормоза осевого нажатия.....	150
2.6.10. Проверка тормозов на нагрев .....	152
Контрольные вопросы .....	154
3. Механизмы грузоподъемных машин и устройств.....	156
3.1. Механизм подъема .....	156
3.1.1. Общие сведения .....	156
3.1.2. Определение пускового и тормозного моментов .....	161
3.1.3. Расчет механизма подъема .....	167
3.2. Механизмы передвижения .....	169
3.2.1. Схемы механизмов передвижения.....	169
3.2.2. Ходовая часть механизма передвижения .....	172
3.2.3. Сопrotивление передвижению кранов и тележек.....	179
3.2.4. Определение пускового и тормозного моментов .....	182
3.2.5. Буферные устройства .....	189
3.3. Механизмы поворота .....	193
3.3.1. Схемы механизмов поворота.....	193
3.3.2. Нагрузки в опорах стационарных кранов.....	197
3.3.3. Определение пускового и тормозного моментов .....	202
Контрольные вопросы .....	205
4. Конструкции основных видов грузоподъемных машин и устройств.....	208
4.1. Простейшие грузоподъемные машины и устройства.....	208
4.1.1. Домкраты.....	208
4.1.2. Лебедки.....	213
4.1.3. Тали.....	217
4.2. Краны мостового типа .....	222
4.2.1. Общие сведения .....	222
4.2.2. Однобалочные мостовые краны .....	227
4.2.3. Двухбалочные мостовые краны .....	229
4.2.4. Крановые тележки .....	231

4.3. Специальные мостовые краны и устройства .....	234
4.3.1. Мостовой магнитно-грейферный кран .....	234
4.3.2. Напольно-крышечный колодезный кран .....	236
4.3.3. Кран с подхватами .....	238
4.3.4. Кран магнитный с поворотной траверсой .....	242
4.3.5. Кран с механизмом вращения главного крюка .....	243
4.3.6. Разливочный (литейный) кран .....	245
4.4. Загрузочные машины .....	252
4.4.1. Скиповый подъемник .....	252
4.4.2. Загрузочная полупортальная машина .....	255
4.4.3. Мостовой завалочный кран .....	257
4.5. Перегрузочные механизмы и устройства .....	258
4.5.1. Перегрузатель бунтов .....	258
4.5.2. Перегрузатель рулонов .....	261
4.5.3. Перегрузатель-кантователь листов .....	263
4.5.4. Вагоноопрокидыватели .....	265
Контрольные вопросы .....	275
Библиографический список .....	277

## Предисловие

Дисциплина «Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств» относится к обязательным дисциплинам вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки бакалавров всех профилей направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Дисциплина имеет практико-ориентированную направленность и предназначена для приобретения студентами компетенций в области эксплуатации и ремонта технологического оборудования.

Дисциплина «Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств» находится в начале профессиональной подготовки бакалавров по данному направлению, а полученные при ее изучении знания, умения и навыки используются при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при изучении последующих профессиональных дисциплин (инжиниринг транспортирующих машин и устройств, надежность технологических машин, эксплуатация технологического оборудования и др.).

Для полноценного освоения учебного материала по данной дисциплине студент должен использовать знания, полученные при изучении следующих дисциплин: математика (дифференциальное и интегральное исчисление, теория вероятностей и математическая статистика), механика (теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин), технология машиностроения, взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, автоматизированное проектирование машин.

Цель – дать знания по принципам действия, режимам работы, конструкции, назначению и области применения грузоподъемных машин и устройств, используемых в различных отраслях промышленности для погрузки, разгрузки, перемещения, подачи, дозировки, хранения, складирования и других операций с сыпучими (магнитными и немагнитными) и штучными материалами.

Задачами дисциплины является научить:

- правильно определять режимы работы, назначение и основные параметры грузоподъемных машин и устройств;
- выполнять расчеты деталей и узлов грузоподъемных машин и устройств с учетом их режима работы и необходимого срока службы;
- выбирать необходимые машины и устройства для выполнения грузоподъемных операций на производстве.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих результатов обучения.

• **Знать:**

– назначение, область применения, режимы работы и методику определения основных параметров грузоподъемных машин и устройств;

– основные положения по конструированию и расчету механизмов и деталей грузоподъемных машин и устройств;

– устройство, принцип работы и конструктивные особенности грузоподъемных машин и устройств общего назначения;

– методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы.

• **Уметь:**

– выбирать тип и основные параметры грузоподъемных машин и устройств для выполнения грузоподъемных операций на производстве;

– выполнять расчеты деталей и механизмов грузоподъемных машин и устройств с использованием стандартных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования;

– осуществлять работы по проектированию и эксплуатации грузоподъемных машин и устройств общего назначения;

– использовать необходимую нормативно-техническую документацию, справочную литературу и методические рекомендации, касающиеся выполняемой работы

• **Владеть:**

– навыками определения типа и основных параметров грузоподъемных машин и устройств для выполнения грузоподъемных операций на производстве;

– методами расчета деталей и механизмов грузоподъемных машин и устройств с использованием стандартных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования;

– методикой проектирования грузоподъемных машин и устройств общего назначения;

– навыками подготовки отчетов по выполненным расчетно-графическим работам с использованием необходимой нормативно-технической документации, справочной литературы и методических рекомендаций.

В основу настоящего учебника положены лекции, которые в течение более 15 лет читались в НИТУ «МИСиС» на кафедре инжиниринга технологического оборудования для студентов, специализирующихся в области разработки и эксплуатации металлургического

оборудования. Содержание учебника соответствует образовательному стандарту НИТУ «МИСиС» подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», и преподавателей, ведущих занятия по данной дисциплине, а также студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 «Металлургия».



## ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности технологических процессов промышленного производства в существенной степени зависит от рационального использования различного подъемно-транспортного оборудования, начиная от подачи сырья и кончая выдачей и отправкой готовой продукции. В соответствии с функциями, выполняемыми подъемно-транспортными машинами, их разделяют на два основных класса: грузоподъемные и транспортирующие.

В данном учебнике описаны принцип действия, назначение, область применения, конструкции и основы расчета грузоподъемных машин и устройств, преимущественно общего назначения. Специальные грузоподъемные машины и устройства, такие как порталные краны, самоходные краны, экскаваторы, кабельные краны, подъемники и др., здесь не приводятся, так как они подробно рассматриваются в других специальных курсах. По этим же причинам опущены вопросы проектирования металлических конструкций и применения промышленных роботов и манипуляторов.

Грузоподъемные машины и устройства являются одним из важнейших средств механизации работ во всех отраслях народного хозяйства – в промышленности, в строительстве, на транспорте, в сельскохозяйственном производстве и пр. Они также применяются для перемещения грузов и людей в вертикальном, горизонтальном и наклонном направлениях.

Характер и специфические особенности производственного процесса, род и физико-механические свойства перемещаемых грузов определяют тип и конструкцию применяемых грузоподъемных машин и устройств. При этом необходимо учитывать комплексность механизации погрузочно-разгрузочных операций на всех этапах производственного процесса, условия сохранности перемещаемых грузов, соответствие производительностей грузоподъемных и технологических операций, создание благоприятных условий труда для обслуживающего персонала и др. Необходимость выполнения этих требований в различных отраслях производства привело к созданию разнообразных типов грузоподъемных машин и устройств.

Правильный выбор типа грузоподъемных машин и устройств является важным фактором нормальной работы и высокой производительности предприятия. Невозможно обеспечить его устойчивый ритм при современной интенсификации развития без согласованной

и безотказной работы средств механизации транспортирования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях обработки и складирования.

Наличие большого количества конструктивных типов грузоподъемных машин и устройств вызвано как разнообразием видов и свойств перемещаемых грузов (сыпучие материалы, штучные грузы, жидкости), способов их перемещения, так и различием технологических процессов. Многообразие моделей является помехой для организации их крупносерийного производства и усложняет техническое обслуживание и эксплуатацию. Поэтому число типоразмеров грузоподъемных машин и устройств ограничивают на основе стандартизации и нормализации отдельных элементов, что создает предпосылки для укрупнения и централизации их производства, а также для ускоренной разработки рядов машин различного назначения, собираемых из нормализованных деталей и узлов. Использование такого подхода привело к модульному принципу создания конструкций грузоподъемных машин и устройств.

В настоящее время производство грузоподъемных машин и устройств основано на принципе использования блочных унифицированных конструкций, состоящих из отдельных относительно самостоятельных узлов-блоков, собранных между собой посредством съемных соединений. К таким конструктивным блокам относятся унифицированные узлы металлоконструкций, двигатели, редукторы, блоки ходовых колес, крюковые подвески, барабаны, полиспасты, муфты, тормоза и др.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$\Pi$	производительность
$a$	кратность полиспада
$A$	площадь
$B, b$	ширина
$D, d$	диаметр
$e$	эксцентриситет
$E$	модуль упругости материала, энергия
$f$	коэффициент трения скольжения
$F$	сила
$g$	ускорение свободного падения
$G$	вес
$i$	передаточное число
$j$	ускорение, замедление
$J$	момент инерции
$H, h$	высота
$K, k$	коэффициент (общее обозначение)
$L, l$	длина
$m$	масса
$M$	момент
$n$	частота вращения
$p$	давление
$P$	мощность
$Q$	масса груза
$q$	Линейная (погонная) сила тяжести
$R, r$	радиус
$s$	расстояние, перемещение, ход
$S$	коэффициент запаса прочности
$T, t$	время, период
$T$	крутящий момент
$V$	объем, вместимость
$v$	скорость
$W$	сопротивление перемещению
$w$	коэффициент сопротивления движению
$x, y, z$	координаты
$z$	число (роликов, зубьев, резцов и др.)
$Z$	штучная производительность

$\alpha, \beta, \gamma$	угол
$\delta$	толщина (стенки, прокладки)
$\varepsilon$	относительная деформация
$\eta$	коэффициент полезного действия
$\mu$	коэффициент трения качения
$\rho$	плотность
$\sigma$	нормальное напряжение
$\tau$	касательное напряжение
$\varphi$	угол трения
$\psi$	коэффициент заполнения сосуда
$\omega$	угловая скорость

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИНАХ И УСТРОЙСТВАХ

## 1.1. Классификация грузоподъемных машин и устройств

Грузоподъемная машина – устройство для перемещения груза или людей в вертикальной или близкой к ней наклонной плоскости (грузовые и пассажирские лифты, краны, шахтные клетки, строительные подъемники и др.).

Под термином «грузоподъемные машины» понимают различные по конструкции и кинематическим схемам машины и устройства: простейшие устройства – домкраты и лебедки; сложные – краны и подъемники (рис. 1.1). В зависимости от назначения грузоподъемные машины и устройства могут быть стационарными или передвижными, прерывного или непрерывного действия, с электроприводом, с приводом от двигателя внутреннего сгорания и др.

Грузоподъемные машины и устройства (ГМУ) предназначены для обслуживания производственных процессов в цехах заводов и на строительных объектах, для погрузочно-разгрузочных работ на транспорте и складах, для механизации определенной части работ при монтаже технологических машин и оборудования, в производственных и ремонтных цехах предприятий.

Характерной особенностью ГМУ является цикличность их работы и подача груза порциями, соответствующими грузоподъемности рабочих органов, которые непосредственно несут транспортируемый груз по произвольной пространственной трассе. Работа ГМУ обычно осуществляется по принципу возвратно-переменных движений: в одном направлении – с грузом, в обратном – без груза; при этом процессы загрузки и разгрузки обычно происходят во время остановки ГМУ, но иногда рабочий орган разгружается во время движения.

**Домкрат** – механизм для подъема грузов на небольшую высоту. Домкраты бывают реечные, винтовые, гидравлические. Грузоподъемность – от нескольких килограммов до сотен тонн. Применяются при строительных, монтажных и ремонтных работах. Мощными гидравлическими домкратами можно приподнять целое здание или сооружение.

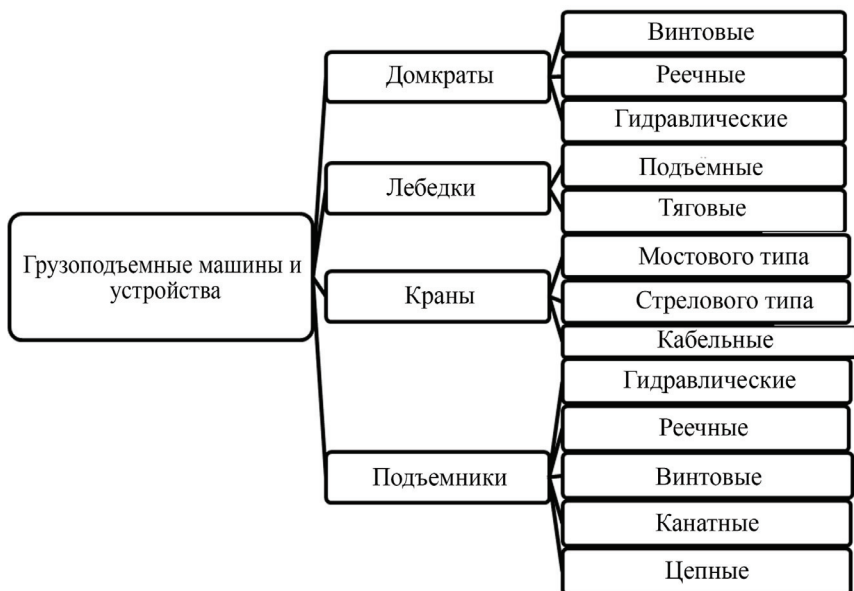


Рис. 1.1. Классификация грузоподъемных машин и устройств

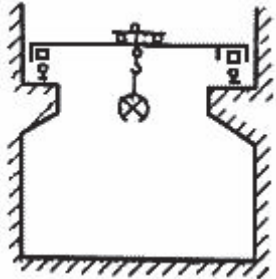
**Лебедка** – грузоподъемная машина для перемещения грузов посредством движущегося гибкого элемента – каната или цепи. Простейшим вариантом лебедки является **ворот** – простейшее грузоподъемное устройство, состоящее из вращаемого рукояткой вала, на который наматывается канат, несущий на свободном конце поднимаемый груз. Различают лебедки стационарные, устанавливаемые на постоянных или временных основаниях, либо прикрепляемые к стенам и потолочным перекрытиям; передвижные, монтируемые на рельсовых или безрельсовых тележках. Лебедки могут быть с ручным или машинным приводом (от электродвигателей или двигателей внутреннего сгорания, реже – от паровых, гидравлических и пневматических двигателей). Лебедку с вертикально расположенным фрикционным барабаном называют шпилем или кабестаном. Тяговые усилия (подъемная сила) лебедок регламентирована стандартами и находятся в пределах 2,5...200 кН. Лебедки применяют как самостоятельные машины при производстве погрузочно-разгрузочных, строительных, монтажных, ремонтных и других видов работ и как часть дорожно-транспортных машин, подъемных кранов, канатных дорог и др.

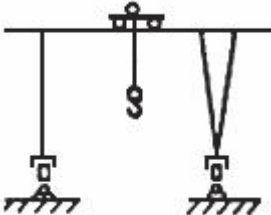
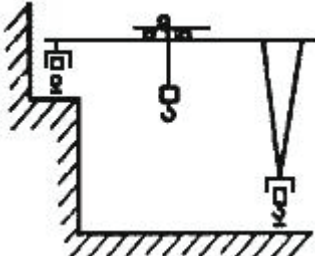
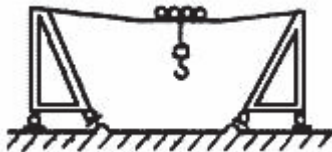
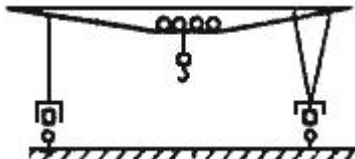
**Подъемный кран** – машина циклического действия, предназначенная для подъема и перемещения в пространстве груза, подвешенного с помощью крюка или удерживаемого другим грузозахватным органом. Применяется в цехах промышленных предприятий, на строительстве, транспорте и других отраслях народного хозяйства. Состоит из несущих конструкций (мост, башня, фермы, мачта, стрела), главного подъемного механизма (лебедка, тельфера), направляющих и поддерживающих элементов (канаты, цепи), силовой установки, электрооборудования, грузозахватных устройств. Классификация кранов по конструктивным признакам приведена в табл. 1.1. По виду грузозахватного органа подъемные краны бывают крюковые, грейферные, магнитные и др.; по возможности перемещения – стационарные и передвижные (на колесном, гусеничном или железнодорожном ходу, плавучие); по виду привода – ручные, электрические и гидравлические; по степени поворота – поворотные и неповоротные; по способу опирания – опорные и подвесные.

Основными узлами подъемных кранов являются механизм подъема, механизмы передвижения крана и тележки, механизм поворота, лебедка, таль, ходовое устройство, портал, мост, тележка грузовая, башня, колонна, стрела, тормоз, полиспаст, грузозахватный орган и др.

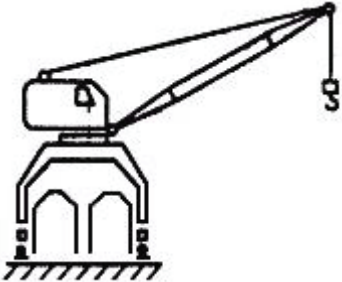
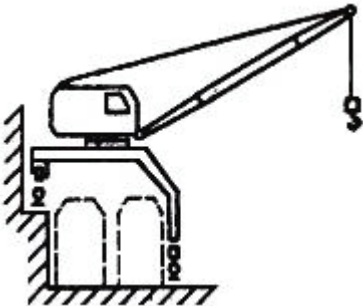
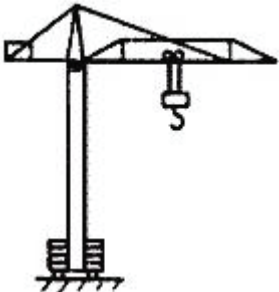
Таблица 1.1

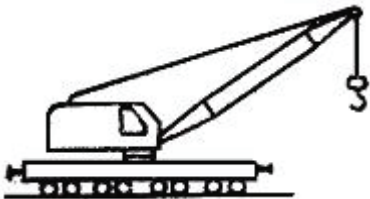
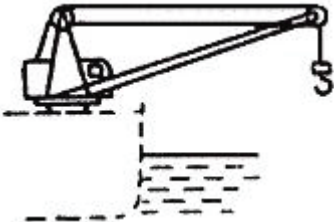
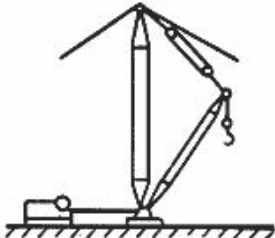
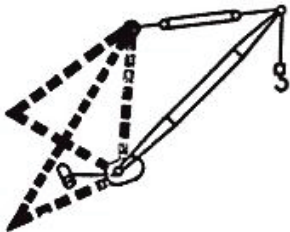
**Классификация кранов по конструкции (ГОСТ 27555–87)**

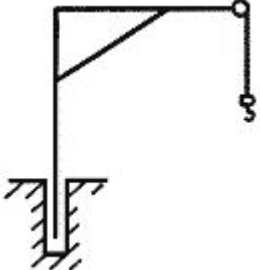
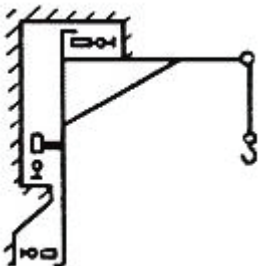
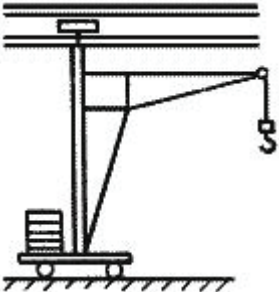
Термин	Определение	Схема
Кран мостового типа	Кран, у которого грузозахватный орган подвешен к грузовой тележке, тали или стреловому крану, перемещающимся по мосту	—
Кран мостовой	Кран мостового типа, несущие элементы конструкции которого опираются непосредственно на подкрановый путь	

Термин	Определение	Схема
Кран козловый	Кран мостового типа, несущие элементы конструкции которого опираются на подкрановый путь с помощью двух опорных стоек	
Кран полукозловый	Кран мостового типа, несущие элементы конструкции которого опираются на подкрановый путь с одной стороны, а с другой – с помощью опорной стойки	
Кран кабельного типа	Кран, у которого грузозахватный орган подвешен к грузовой тележке, перемещающейся по несущим канатам, закрепленным на двух опорах	-
Кран кабельный	Кран, несущими элементами которого являются канаты, закрепленные в верхней части опорных мачт	
Кран кабельный мостовой	Кран, несущими элементами которого являются канаты, закрепленные на концах моста, установленного на опорных стойках	
Кран стрелового типа	Кран, у которого грузозахватный орган подвешен к стреле или тележке, перемещающейся по стреле	-



Термин	Определение	Схема
Кран порталный	Кран стрелового типа передвижной, поворотный на портале, предназначенном для пропуска железнодорожного или автомобильного транспорта	
Кран полупортальный	Кран стрелового типа передвижной, поворотный, на полупортале, предназначенном для пропуска железнодорожного или автомобильного транспорта	
Кран стреловой самоходный	Кран стрелового типа, который может быть снабжен башенно-стреловым оборудованием и может перемещаться с грузом или без груза, не требуя специальных путей, и устойчивость которого обеспечивается за счет силы тяжести	-
Кран башенный	Кран стрелового типа поворотный со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни	

Термин	Определение	Схема
Кран железнодорожный	Кран стрелового типа, смонтированный на платформе, передвигающейся по железнодорожному пути	
Кран плавучий	Кран стрелового типа на самоходном или несамоходном понтоне, предназначенном для его установки и передвижения	-
Кран стреловой судовой	Кран стрелового типа поворотный, установленный на борту судна и предназначенный для его загрузки и разгрузки	
Кран мачтовый	Кран стрелового типа поворотный со стрелой, закрепленной шарнирно на мачте, имеющей нижнюю и верхнюю опоры	-
Кран мачтовый вантовый	Кран мачтовый с закреплением верха мачты посредством канатных оттяжек-вантов	
Кран мачтовый жестконогий	Кран мачтовый с закреплением верха мачты посредством жестких тяг	

Термин	Определение	Схема
Кран консольный	Кран стрелового типа, грузозахватный орган которого подвешен к жестко закрепленной консоли (стреле) или тележке, перемещающейся по консоли (стреле)	-
Кран консольный на колонне	Кран консольный, вращающийся на колонне, основание которой прикреплено к фундаменту, либо прикрепленный к колонне, которая может вращаться в подпятнике, размещенном в фундаменте	
Кран настенный	Кран консольный стационарный, прикрепленный к стене либо перемещающийся по надземному крановому пути, закрепленному на стене или несущей конструкции	
Кран велосипедный	Кран консольный, перемещающийся по наземному однорельсовому пути и удерживаемый верхней направляющей	

**Подъемник** – грузоподъемная машина прерывного (циклического) или непрерывного действия для подъема грузов и людей в специальных грузонесущих устройствах (вагоны, кабины, клетки, ковши, платформы, скипы, тележки и др.), движущихся по жестким верти-

кальным (иногда наклонным) направляющим или рельсовому пути. По способу передачи воздействия от привода к грузонесущим устройствам различают канатные, цепные, реечные, винтовые и плунжерные подъемники. Преимущественное распространение получили канатные подъемники, в которых грузонесущие устройства подвешиваются на стальных канатах, огибающих канатоведущие шкивы или навиваемых на барабаны подъемных лебедок. Подъемники, как правило, имеют электрический привод или, реже, гидравлический привод. К подъемникам относятся лифты, эскалаторы, скиповые подъемники, шахтные клетки, строительные подъемники и др.

**Полиспа́ст** – грузоподъемное устройство из нескольких подвижных и неподвижных блоков, огибаемых канатом или тросом. Служит для подъема тяжелых грузов. Вес поднимаемого груза распределяется на несколько ветвей каната, число которых зависит от числа блоков, поэтому к тяговому концу каната прикладывается сравнительно малое усилие. Давая выигрыш в силе, полиспа́ст соответственно уменьшает скорость подъема груза. Полиспа́ст используют в качестве рабочего органа грузоподъемных машин (кранов, лебедок, талей), а также самостоятельно при строительных и монтажных работах.

**Таль** – подвесное грузоподъемное устройство с ручным, электрическим или пневматическим приводом; состоит из лебедки и тележки. Ручные тали грузоподъемностью 0,1...10 т бывают стационарные и передвижные. Электрические тали обычно имеют грузоподъемность 0,25...10 т, высоту подъема груза 4...30 м, скорость подъема 8...20 м/мин, скорость передвижения 20...30 м/мин. Подвесные пути для передвижения электротали могут иметь один или два рельса, стрелки и закругления. Электротали с однорельсовыми тележками называют *тельферами*. Тельферы применяют как средство внутрицехового транспорта; наиболее распространены электрические тельферы грузоподъемностью 1...5 т. Пневматические тали грузоподъемностью до 0,1 т применяют в тех случаях, когда наличие электрического тока недопустимо по условиям производства; длина путей передвижения ограничивается возможностями подачи сжатого воздуха.

## 1.2. Основные виды грузоподъемных машин и устройств

**Домкрат** – простейшее грузоподъемное устройство в виде толкателя (реечного, винтового, гидравлического), поднимающего груз на небольшую высоту (обычно до 1 м). Домкраты служат для подъема и

опускания грузов при ремонтно-монтажных работах на территории и в цехах промышленных предприятий, в строительных организациях. Основным требованием, предъявляемым к домкратам, является небольшая масса и габаритные размеры, поскольку большинство домкратов изготавливаются переносными. По конструкции домкраты можно разделить на реечные, винтовые и гидравлические. Домкраты, как правило, приводятся в действие вручную.

**Реечный домкрат** (рис. 1.2) имеет зубчатую рейку 4, в зацеплении с которой находится приводная шестерня 3. Между приводной рукояткой 1 и шестерней 3 размещается промежуточная одно- или двухступенчатая зубчатая передача. В реечном домкрате под действием усилия на рукоятку 1 вращается шестерня 3 и рейка 4 поднимает или опускает груз. Для предотвращения самопроизвольного опускания груза домкрат имеет храповой механизм 2.

**Винтовой домкрат** (рис. 1.3) состоит из корпуса 1, винта 2 с жестко закрепленным храповым колесом 7, головки 3, гайки 4, траверсы 5 и рукоятки 6 с закрепленной на ней двухсторонней собачкой 8. Фиксирование собачки происходит с помощью пружины 9. На верхнюю часть винта насаживается специальная рифленая головка, которая опирается на него (винт) сферической опорой. Рукоятка, с помощью которой винт приводится во вращение, вставляется в просверленное в винте отверстие.

При качательных движениях рукоятки зуб собачки входит в зацепление с храповым колесом и винт поднимается или опускается в зависимости от положения собачки. При этом резьба винтовых домкратов всегда выполняется самотормозящей, т.е. угол подъема винтовой линии должен быть меньше угла трения в резьбе. Поэтому в винтовых домкратах отсутствуют тормозные устройства, используемые для удержания груза.

Грузоподъемность реечных и винтовых домкратов не превышает 20 т.

**Гидравлический домкрат** (рис. 1.4) состоит из гидроцилиндра 2, плунжера 1, ручного поршневого насоса 4 с приводной рукояткой 5 и бака с маслом 6. При качании рукоятки 5 масло из бака перекачивается в полость гидроцилиндра под плунжер, осуществляя его подъем вместе с грузом. Для опускания груза открывается кран 3, в результате чего полость гидроцилиндра сообщается с баком и плунжер опускается под действием собственного веса и (или) груза. Скорость опускания регулируется степенью открытия крана.

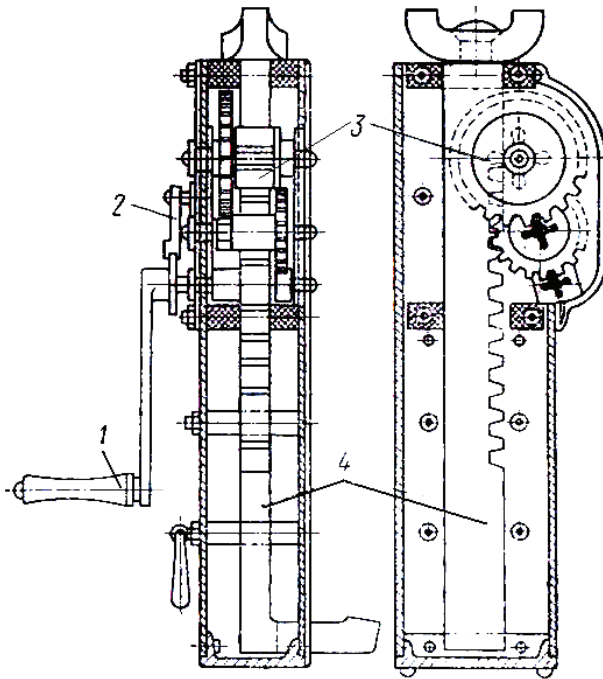


Рис. 1.2. Реечный домкрат:  
 1 – рукоятка; 2 – храповой механизм; 3 – шестерня; 4 – зубчатая рейка

Гидравлические домкраты имеют малые габаритные размеры и массу по сравнению с реечными и винтовыми домкратами при одинаковой грузоподъемности. Они обеспечивают плавный подъем и опускание груза при точной его остановке в необходимом положении. По сравнению с реечными и винтовыми домкратами гидравлические домкраты имеют значительно большую грузоподъемность, которая достигает 750 т.

**Лебедка** – грузоподъемная машина, в конструкцию которой входит приводной барабан с гибким тяговым органом (как правило, стальным канатом), осуществляющая прямолинейное перемещение грузов. Лебедки могут использоваться как самостоятельные механизмы для ремонтных и монтажных работ, так и в качестве силового оборудования при комплектации различных грузоподъемных и транспортирующих машин и устройств.

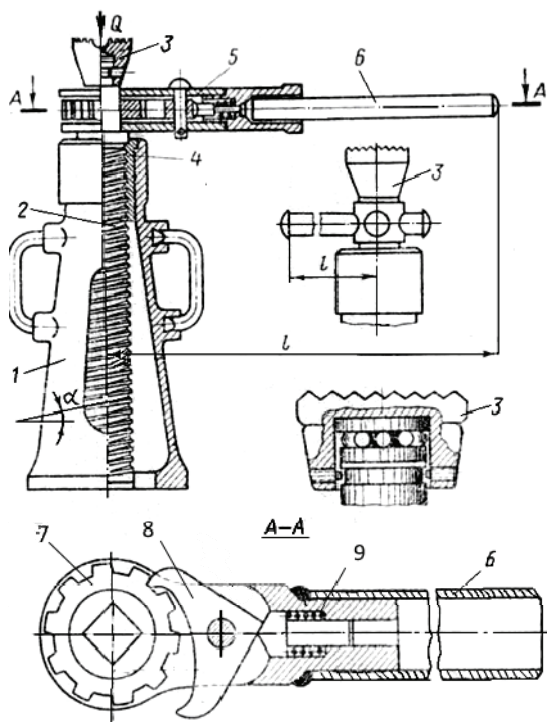


Рис. 1.3. Винтовой домкрат:

1 – корпус; 2 – винт; 3 – головка; 4 – гайка; 5 – траверса; 6 – рукоятка;  
7 – храповое колесо; 8 – собачка; 9 – пружина

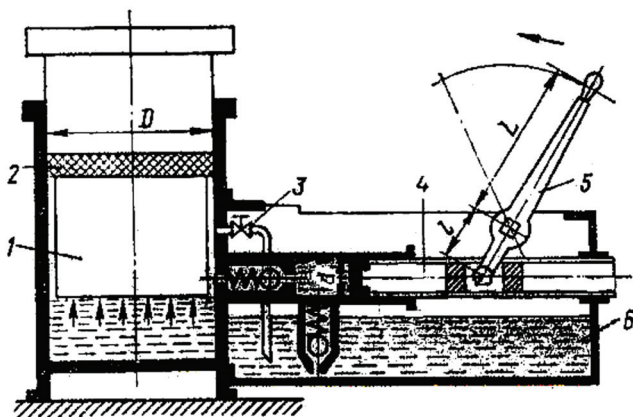


Рис. 1.4. Схема гидравлического домкрата:

1 – плунжер; 2 – гидроцилиндр; 3 – кран; 4 – насос; 5 – рукоятка; 6 – бак

Конструкции лебедок можно подразделить следующим образом: *по типу привода* – на лебедки с ручным и машинным приводом; *по типу тягового элемента* – на канатные и цепные; *по типу установки* – неподвижные и передвижные; *по количеству барабанов* – на одно-, двух- и многобарабанные; *по типу барабана* – на нарезные и гладкие.

Лебедки можно разделить на два основных типа.

1. *Подъемные лебедки*, предназначенные для вертикального (или близкого к нему) подъема-опускания свободно подвешенного грузозахватного устройства с грузом или без него. Их разновидностью являются подвесные лебедки, называемые таями.

2. *Тяговые лебедки*, которые предназначены для перемещения (подтягивания) грузов (или тележек) по горизонтальным или наклонным направляющим (рельсам).

На рис. 1.5 изображена лебедка с приводом от фланцевого электродвигателя 2, установленного на корпусе редуктора 3. На свободном конце вала двигателя установлен шкив 1 колодочного тормоза. На тихоходном валу редуктора установлен барабан 5 с закрепленным на нем концом каната.

При вращении барабана канат, к которому прикрепляется груз, наматывается на барабан или сматывается с него, производя подъем или опускание груза. Направление вращения барабана изменяют реверсированием электродвигателя. На втором конце быстроходного вала редуктора установлен электроиндукционный (вихревой) тормоз 4, предназначенный для плавного регулирования скорости опускания груза.

При малой грузоподъемности и скорости подъема груза применяют лебедки с ручным приводом, в которых барабан вращается с помощью приводной рукоятки.

В конструкциях лебедок, называемых *шпилями*, используются фрикционные барабаны с вертикальной осью вращения. Канат, на конце которого приложена рабочая нагрузка, не закреплен на барабане, а сцепляется с ним силой трения, возникающей между поверхностью барабана и несколькими витками каната, намотанными на него. Это позволяет работать с канатом большой длины при малом размере барабана.



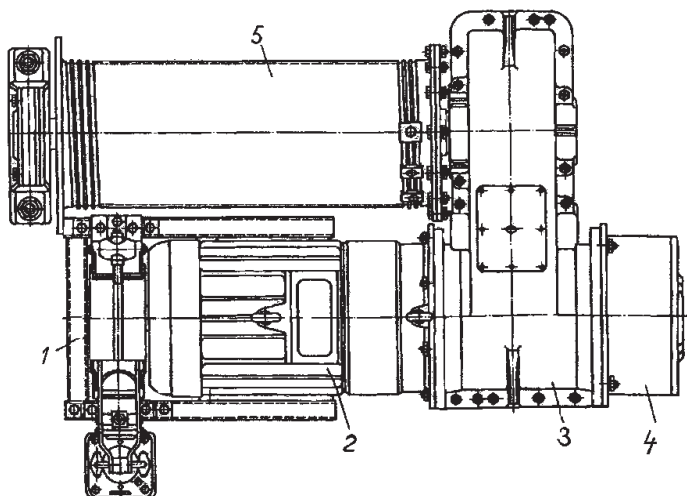


Рис. 1.5. Барабанная лебедка с электроприводом:  
 1 – шкив тормоза; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – тормоз;  
 5 – барабан

На рис. 1.6 представлен шпиль со встроенным вспомогательным барабаном 6, который предназначен для натяжения сбегающей ветви каната 1 с фрикционного (тягового) барабана 2. Несколько витков тягового каната 1 обвивают фрикционный барабан 2, через отклоняющий блок 4 канат подается на вспомогательный барабан 6, который приводится во вращение вспомогательным электродвигателем 7 небольшой мощности. Вращение фрикционного барабана осуществляется с помощью основного электродвигателя 8 через зубчатый редуктор 9. Двигателями управляют с помощью рукоятки 3 контроллера 5.

При перемещении груза (*режим навивки* каната на фрикционный барабан) оба двигателя вращаются одновременно. Частота вращения вспомогательного двигателя устанавливается автоматически и соответствует частоте вращения фрикционного барабана. При *режиме сматывания* основной двигатель вращается в обратном направлении, а вспомогательный двигатель продолжает вращаться в прежнем направлении, поддерживая канат в натянутом состоянии.

**Таль** представляет собой подъемную лебедку, подвешенную к монорельсовой тележке, имеющей ручной или электрический привод. Тележка перемещается по нижнему поясу подвесной двутавровой балки. Тали обеспечивают как подъем и опускание груза, так и его перемещение по прямолинейному или криволинейному пути.

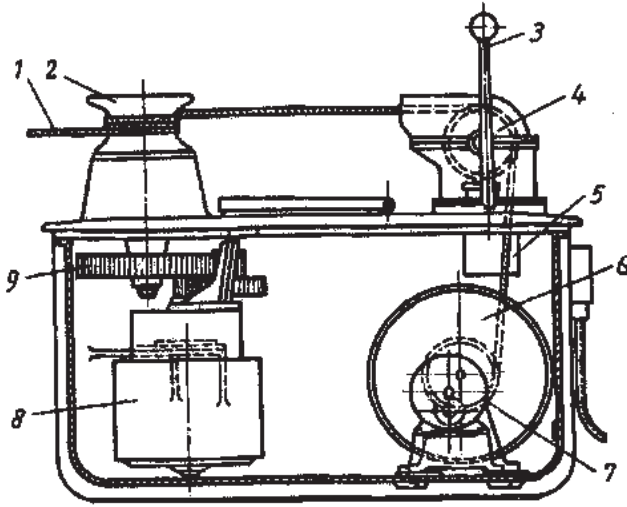


Рис. 1.6. Электрощиль со встроенным вспомогательным барабаном:  
 1 – канат; 2 – фрикционный (тяговый) барабан; 3 – рукоятка;  
 4 – отклоняющий блок; 5 – контроллер; 6 – вспомогательный барабан;  
 7 – вспомогательный электродвигатель; 8 – основной  
 электродвигатель; 9 – зубчатый редуктор

На рис. 1.7 показана двухскоростная электроталь, которая управляется оператором с пола цеха. Барабан 2 размещен между фланцевым электродвигателем 1 и планетарным редуктором 3. Основная скорость подъема равна 12 м/мин. Для получения меньшей скорости подъема (7,5 м/мин) электроталь снабжена дополнительным электродвигателем 4 с редуктором, устанавливаемым на торце основного редуктора 3.

При работе на малой скорости электродвигатель 4 передает вращение на редуктор основного подъема 3. При работе на основной скорости подъема включаются одновременно оба двигателя. В двухскоростных телях между редуктором основного подъема и редуктором малой скорости устанавливается тормоз, включаемый в работу только при спуске груза на малой скорости.

При малых расстояниях транспортировки груза и скорости передвижения до 32 м/мин таль управляется с пола, при большей скорости – из кабины управления.

**Подъемные краны** – универсальные грузоподъемные машины, которые состоят из остова в виде металлоконструкции и нескольких установленных на нем крановых механизмов (подъема, перемещения и др.).

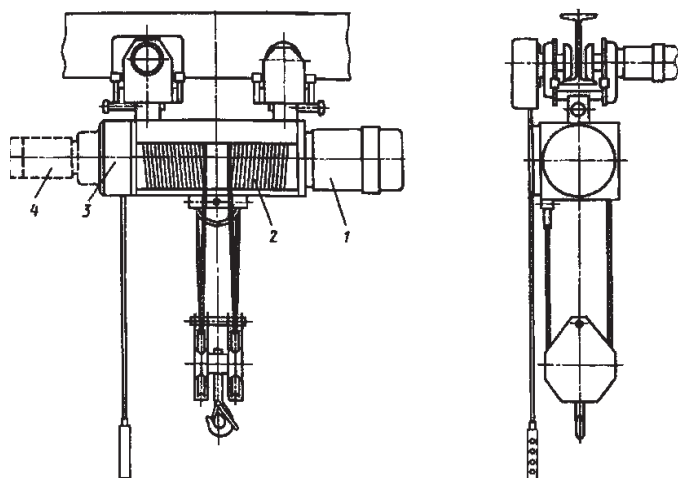


Рис. 1.7. Двухскоростная электроталь, управляемая с помощью пульта: 1 – основной электродвигатель; 2 – барабан; 3 – планетарный редуктор; 4 – вспомогательный электродвигатель

Краны применяют для перемещения штучных и сыпучих грузов по пространственной траектории произвольной конфигурации и изготавливают в виде консольных или пролетных конструкций.

Подъемные краны имеют разнообразное назначение и устройство. По конструктивному исполнению их подразделяют на краны поворотные со стрелой на платформе или колонне, мостовые, козловые, башенные, порталные и полупортальные краны, консольные настенные краны и др.

**Поворотные краны** отличаются тем, что опоры крана выполняются в виде двух подшипников, жестко укрепленных на фундаменте и (или) на элементах здания. В целях экономии производственных площадей часто обе опоры размещаются на стене или на неподвижных колоннах здания. Краны выполняются как с постоянным, так и с переменным вылетом. При постоянном вылете кран обслуживает дугу окружности с радиусом, равным длине вылета, и с центральным углом, равным углу поворота крана (рис. 1.8).

В кранах с переменным вылетом стрелы (рис. 1.9) изменение вылета осуществляется посредством грузовой тележки, перемещающейся по стреле крана. Краны с переменным вылетом обслуживают площадь кольца, ограничиваемого радиусами, соответствующими наибольшему и наименьшему вылетам крана).