

УЧЕБНИКИ КУЗГТУ

**Н. Р. МАСЛЕННИКОВ
Н. В. ЕРОФЕЕВА**

**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ
ПРАКТИКУМ**



КЕМЕРОВО 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования

«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»

**Н. Р. МАСЛЕННИКОВ
Н. В. ЕРОФЕЕВА**

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ ПРАКТИКУМ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) «Горное дело», по специальности «Горные машины и оборудование» направления подготовки «Технологические машины и оборудование» и по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

Кемерово 2013

УДК 621.86 (075.8)

Рецензенты:

Ректор Кемеровского регионального института повышения квалификации (ФГОАУ КемРИПК), кандидат технических наук Ю. А. Федченко

Заведующий лабораторией геомеханики угольных месторождений Института угля Сибирского отделения Российской Академии наук (ИУ СО РАН), доцент, доктор технических наук Н. В. Черданцев

Масленников, Н. Р. Подъемно-транспортные машины. Практикум : учеб. пособие / Н. Р. Масленников, Н. В. Ерофеева / Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2013. – 192 с.

ISBN 978-5-89070-893-9

Содержит краткое описание конструкций, области применения, устройства и принципа действия основных элементов грузоподъемных машин и механизмов, используемых на поверхности и в подземных условиях угольных шахт, разрезах, на машиностроительных заводах и заводах строительных материалов. Изложены методы проверочного расчета элементов грузоподъемных механизмов, машин и установок на прочность.

Предназначено для изучения дисциплин «Грузоподъемные установки», «Грузоподъемные машины и механизмы» и «Подъемно-транспортные машины» для студентов, обучающихся по специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование» и направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» профиля 190601.62 «Автомобили и автомобильное хозяйство» в соответствии с ФГОС ВПО, а также для изучения аналогичных дисциплин в соответствии со стандартом ГОС-2 ВПО.

УДК 621.86 (075.8)

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т. Ф. Горбачева, 2013

ISBN 978-5-89070-893-9

© Масленников Н. Р.,
Ерофеева Н. В., 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Грузоподъемные и транспортирующие машины являются существенной составной частью почти каждого производства и играют большую роль в механизации монтажно-демонтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Они используются в механосборочных цехах, ремонтных зонах различных предприятий, занимающихся не только добычей угля, но и эксплуатацией всего технологического оборудования шахт и разрезов.

Любое современное производство требует применения разнообразных типов подъемно-транспортных машин и механизмов. Именно поэтому подъемно-транспортные устройства перестают играть вспомогательную роль и превращаются в один из решающих факторов прогресса на производстве.

Практикум предназначен для изучения дисциплин «Грузоподъемные установки», «Грузоподъемные машины и механизмы» и «Подъемно-транспортные машины» при подготовке горных инженеров по специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование» и подготовке бакалавров по направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» профиля 190601.62 «Автомобили и автомобильное хозяйство» в соответствии со стандартом ФГОС ВПО, а также для изучения аналогичных дисциплин в соответствии со стандартом ГОС-2 ВПО.

Настоящий практикум содержит цикл работ по вышеперечисленным курсам. Его цель – дать студентам необходимые сведения об устройстве, принципах управления и расчете ряда устройств, машин и механизмов. Для изучения конкретной дисциплины из практикума выбираются те работы, которые соответствуют специфике той или иной специальности.

Выбор производится преподавателями на основании рабочей программы дисциплины и рекомендации учебно-методической комиссии соответствующего факультета (института).

Использование материалов практикума поможет студентам при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, а также дипломированным специалистам в их практической деятельности.

1. БЛОКИ, ПОЛИСПАСТЫ, БАРАБАНЫ И ЗВЕЗДОЧКИ

Цель работы: ознакомление с конструкциями блоков, барабанов и звездочек, применяемых в грузоподъемных машинах, измерение их основных параметров, определение коэффициента полезного действия блоков и полиспаста.

Блоки разделяются на неподвижные, или направляющие, и подвижные. Блоки с неподвижными осями называются направляющими потому, что они служат для изменения направления гибкого подъемного органа. Схемы неподвижных блоков приведены на рис. 1.1. Канат, проходящий через блок, на одном конце нагружен весом груза Q , а на другом – тяговым усилием Z . Путь тяговой силы равен пути, пройденному грузом. Тяговое усилие без учета сопротивлений в блоке $Z_0 = Q$. В действительности же вследствие сопротивлений в блоке (сопротивление гибких органов изгибу и сопротивление в подшипниках) тяговое усилие оказывается немного больше веса груза $Z > Q$.

Свойство жесткости в канатах при огибании блоков проявляется в том, что канат, набегая на блок, не сразу принимает его кривизну. Сначала отклоняется от него на величину e во внешнем направлении (рис. 1.1, в), а сбегая с блока, он примерно на такую же величину отклоняется во внутреннем направлении.

Коэффициент сопротивления в блоках $\varepsilon = Z/Q$ зависит как от жесткости канатов, так и от типа подшипников и рода смазки осей блоков. Для цепных и канатных блоков коэффициент сопротивления в среднем составляет $\varepsilon = 1/\eta = 1,05$, а КПД блока $\eta = 0,95$. Таким образом, чем больше жесткость каната и трение в опорах блока, тем меньше значение КПД блока и тем большее дополнительное усилие необходимо приложить к канату, чтобы обеспечить равномерное движение груза.

Конструкции блоков представлены на рис. 1.2. Блоки отливают из чугуна (модифицированного чугуна СЧ 28–48 или серого чугуна не ниже СЧ 15–32 по ГОСТ 1412–85) или из стали (не ниже марок 25Л по ГОСТ 977–88). Кроме того, блоки можно изготавливать штамповкой или сваркой из стали (не ниже ВСтЗсп по ГОСТ 380–2005).

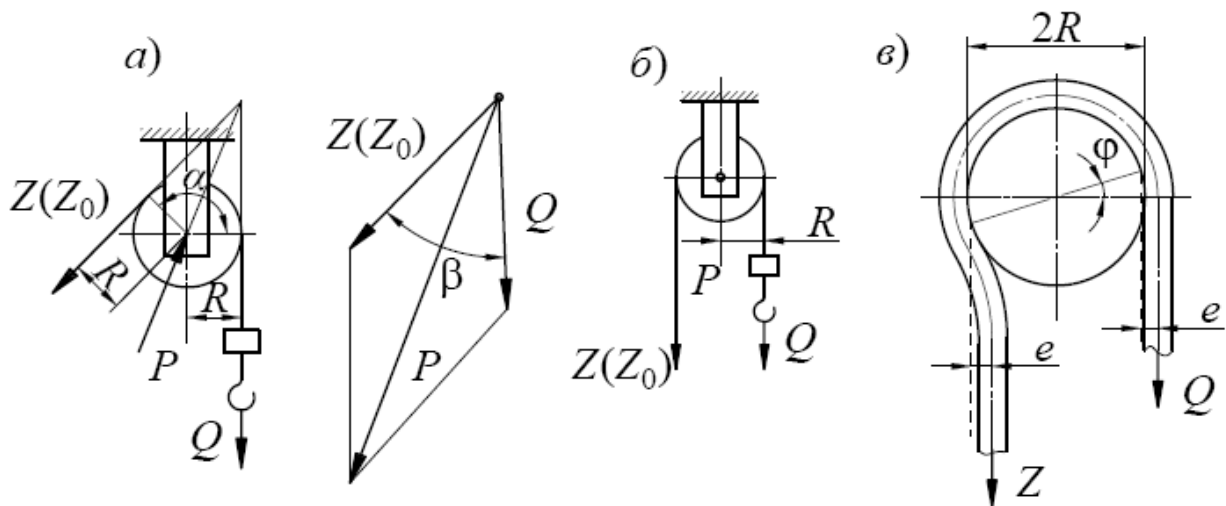


Рис. 1.1. Направляющие (неподвижные) блоки:
а, б, в – расчетные схемы действия сил при огибании
 канатом блока

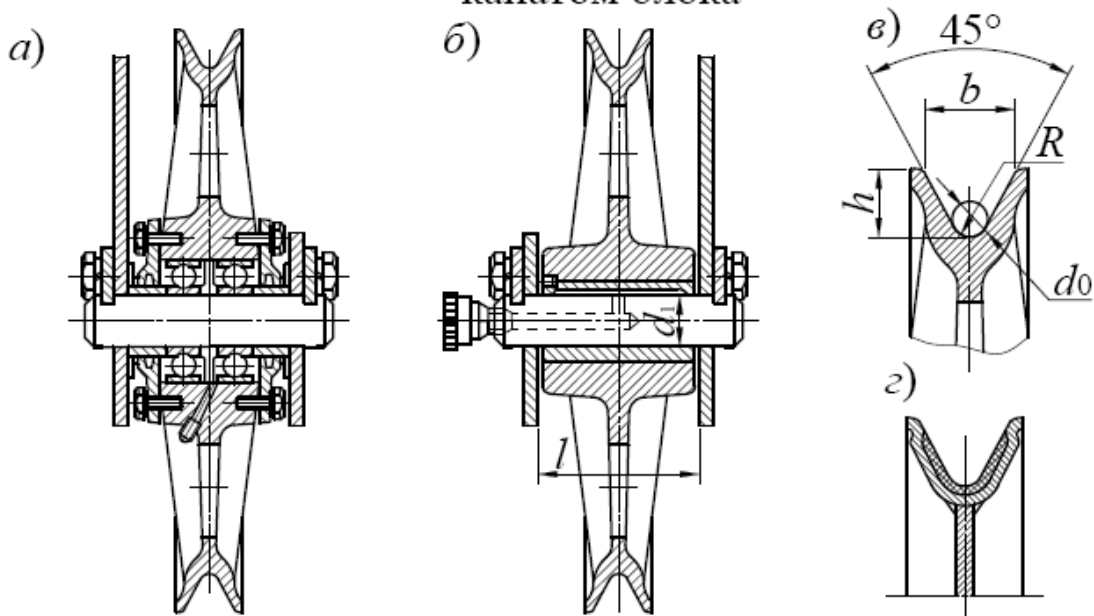


Рис. 1.2. Канатные блоки: *а* – на подшипниках качения;
б – с втулкой скольжения; *в* – профиль ручки;
z – футерованный ручей блока

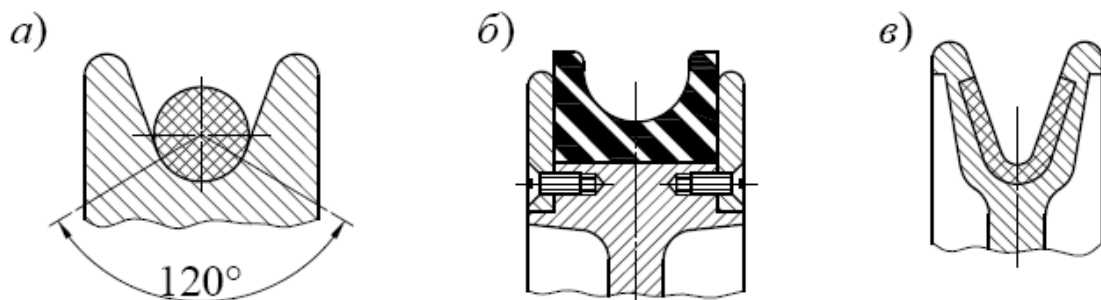


Рис. 1.3. Ручьи блоков: *а* – простого; *б* – футерованного
 пластмассой; *в* – футерованного прорезиненной лентой

Профиль ручья блока выполняют так, чтобы обеспечить беспрепятственный вход и выход каната, а также наибольшую площадь соприкосновения с ним ручья (рис. 1.3, *a*). Для повышения долговечности каната иногда применяют блоки с ручьем, футерованным алюминием, резиной, пластмассами (рис. 1.3, *б, в*).

В подвешенных блоках к оси может быть приложена сила веса груза Q или тяговая сила Z . Соответственно этому различают подвижные блоки для выигрыша в силе (рис. 1.4, *a*) и подвижные блоки для выигрыша в скорости (рис. 1.4, *б*). КПД подвижных блоков несколько выше, чем КПД неподвижных.

Система подвижных и неподвижных блоков, последовательно огибаемых гибким тяговым органом, называется полиспастом. В грузоподъемных машинах преимущественно применяются полиспасты для выигрыша в силе и только в редких случаях, например, в гидравлических или пневматических подъемниках, – полиспасты для выигрыша в скорости. Полиспасты вводятся в механизм подъема для уменьшения натяжения гибкого органа и момента на барабане. Конечной же целью применения полиспаста является уменьшение передаточного отношения механизма, а следовательно, его размеров, веса и стоимости. На рис. 1.5 приведены схемы полиспастов для выигрыша в силе.

Основной характеристикой полиспаста является его кратность i , представляющая собой отношение числа грузонесущих ветвей гибкого органа (на которых подвешивается поднимаемый груз) к числу тяговых ветвей.

При непосредственном подвешивании груза к концу каната он при подъеме получает горизонтальное перемещение, так как канат, наматываясь на барабан, должен передвигаться по всей его длине. Чтобы этого избежать, применяют сдвоенные полиспасты, обеспечивающие строго вертикальный подъем груза. В этих полиспастах на грузовой барабан с правой и левой нарезками наматываются две ветви каната. На рис. 1.6 приведены схемы сдвоенных полиспастов для выигрыша в силе. Для перехода каната с одной половины сдвоенного полиспаста на другую имеется уравнительный блок, который служит для выравнивания ветвей канатов по длине при неравномерной их намотке на барабан или вытяжке.

Сдвоенный полиспаст с четырьмя ветвями (рис. 1.6, *a*) применяется для подъема грузов весом до 25 т. Кратность этого полиспа-

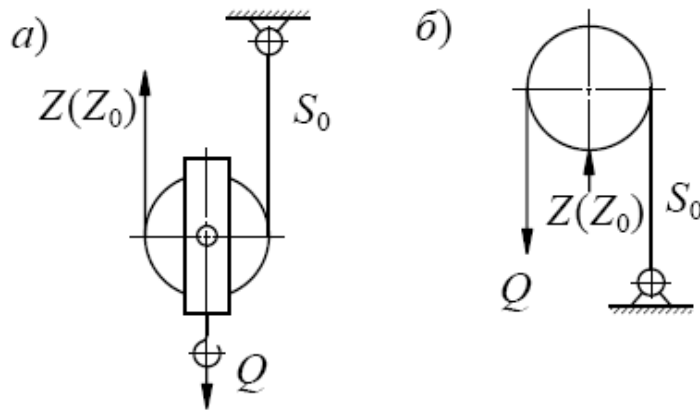


Рис. 1.4. Подвижные блоки: *а* – для выигрыша в силе; *б* – в скорости

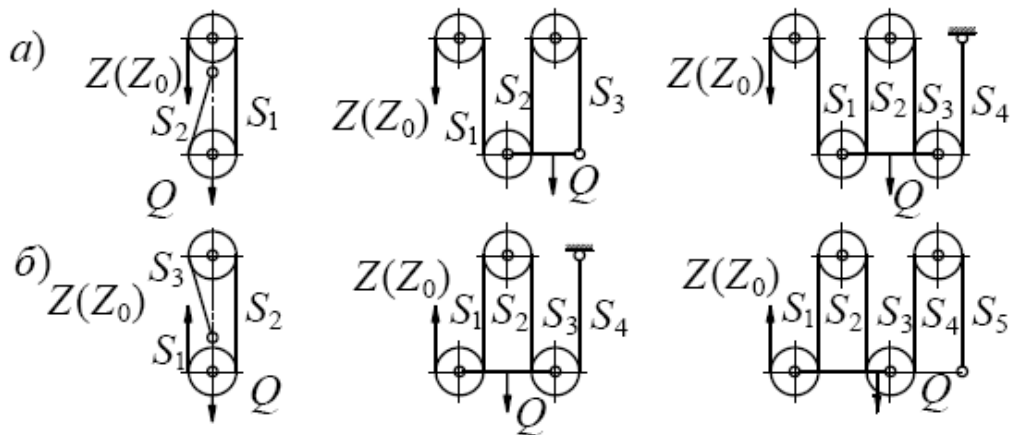


Рис. 1.5. Полиспасты для выигрыша в силе: *а* – сбегание каната с неподвижного блока; *б* – с подвижного блока

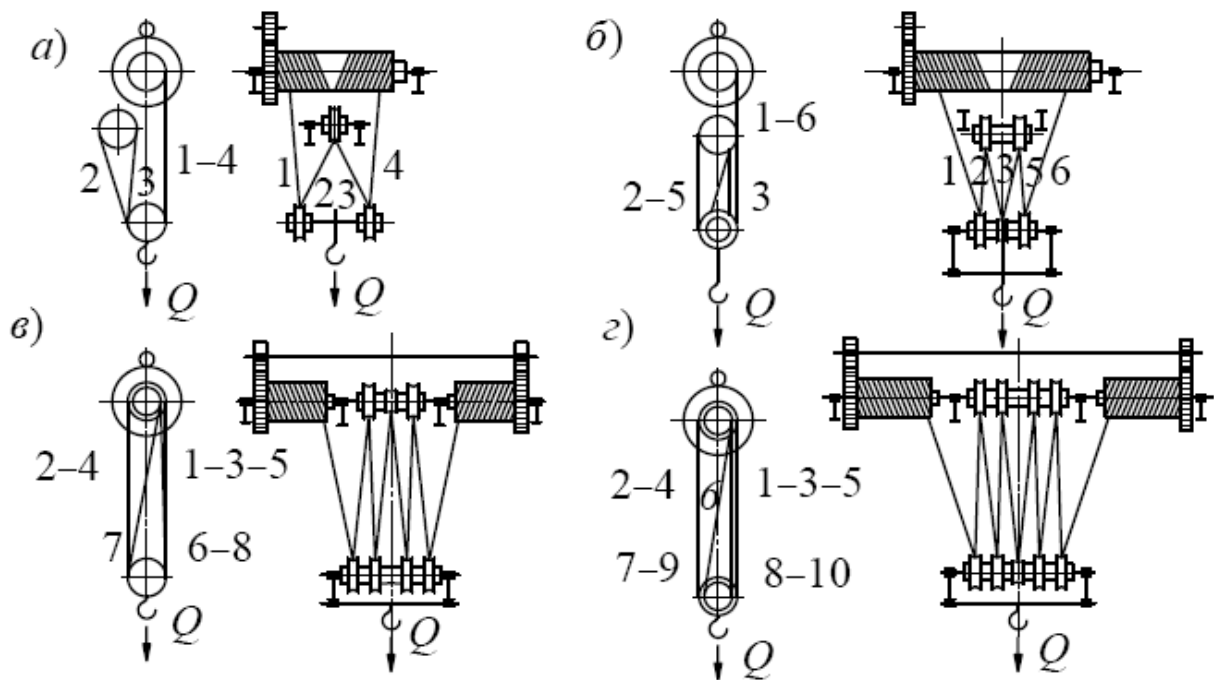


Рис. 1.6. Сдвоенные полиспасты для выигрыша в силе: *а, в* – четной кратности; *б, г* – нечетной кратности

ста $i = 2$. Длина наматываемого каната на каждой из половин барабана $L = 2h$ (h – высота подъема). Скорость навивки каната на барабан равна удвоенной скорости подъема груза $V_k = 2V_{гр}$. Сдвоенный полиспаст с шестью ветвями (рис. 1.6, б) имеет меньшее применение. У него соответственно $i = 3$, $L = 3h$, $V_k = 3V_{гр}$. Сдвоенные полиспасты с восемью ветвями (рис. 1.6, в) и с десятью ветвями (рис. 1.6, г) используются соответственно при грузоподъемности 75 т и 100 т. Для грузоподъемностей свыше 100 т используются полиспасты с двенадцатью несущими ветвями.

Скоростные полиспасты отличаются от силовых полиспастов тем, что в них рабочее усилие P , обычно развиваемое гидравлическим или пневматическим приводом, прикладывается к подвижной обойме, а груз подвешивается к свободному концу каната. Следовательно, они являются как бы обратными по отношению к силовым полиспастам. Схема скоростного полиспаста приведена на рис. 1.7.

Во избежание появления больших напряжений изгиба и для обеспечения долговечности каната диаметр блока по дну канавки должен быть

$$D \geq d(e - 1),$$

где e – коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима ее работы; d – диаметр каната.

Режим работы Л (при ПВ = 15 %), С (при ПВ = 25 %), Т (при ПВ = 40 %) и ВТ (при ПВ = 60 %) соответствует группе режима работы по ГОСТ 25835–83 «Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режиму работы» соответственно 1–3, 4, 5 и 6.

Для стреловых кранов при режимах работы Л (легкий), С (средний), Т (тяжелый) и ВТ (весьма тяжелый) величину e берут соответственно равной 16, 18, 20 и 25; для электроталей и лебедок с машинным приводом $e = 20$; для других грузоподъемных машин при Л, С, Т и ВТ коэффициент e берут равным соответственно 20, 25, 30 и 35 по нормам Ростехнадзора, а для всех остальных машин с ручным приводом $e = 16$.

Приведенная выше зависимость определения минимального диаметра справедлива и для канатных барабанов. Барабанами называют детали цилиндрической или конической формы, предназначенные для навивки каната в механизмах, называемых лебедками.

Поверхность барабана для укладки каната выполняют нарезной (рис. 1.8, а) или гладкой (рис. 1.8, б). Гладкие барабаны приме-

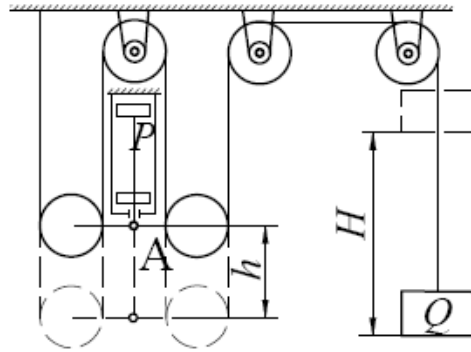


Рис.1.7. Схема скоростного полиспаста

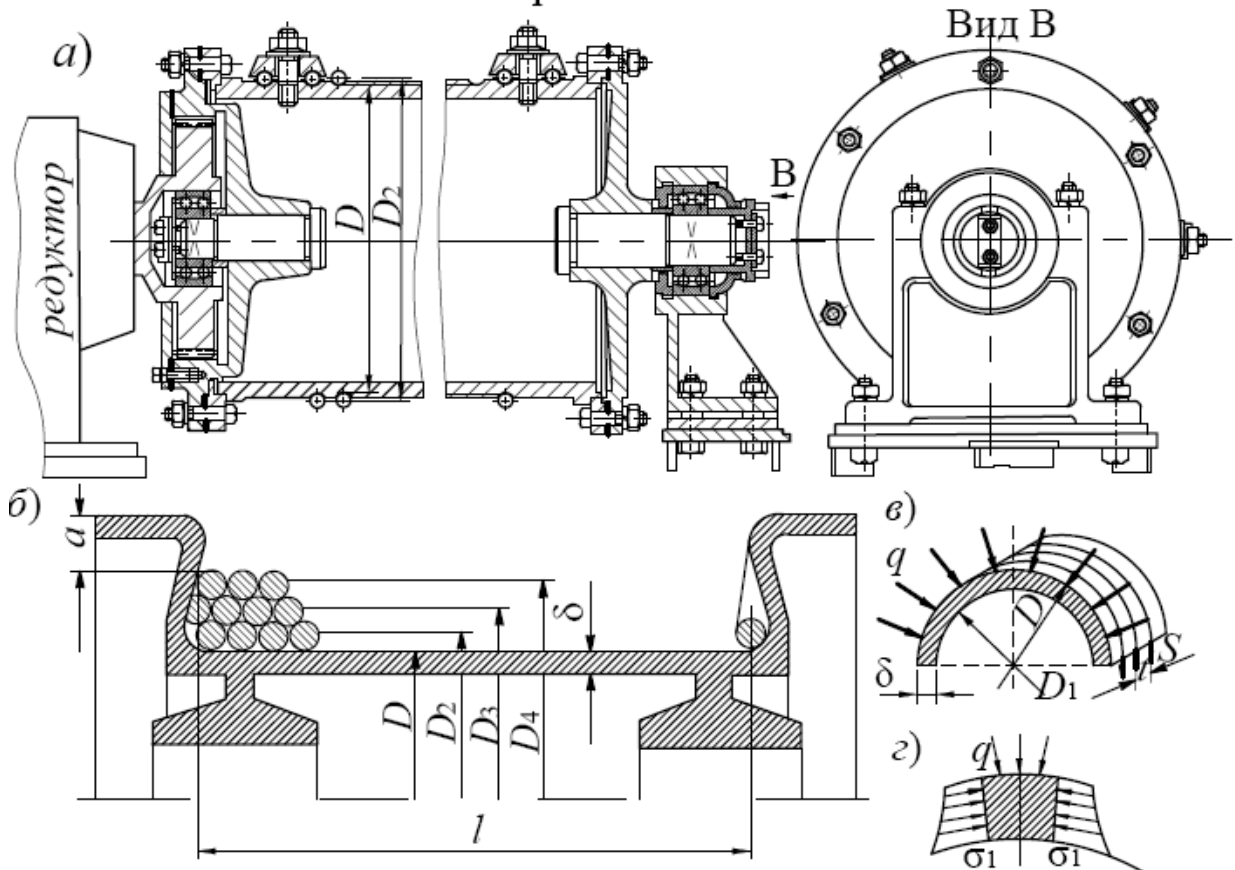


Рис. 1.8. Грузовые барабаны: а – нарезной; б – гладкий; в – схема приложения сил сжатия; г – распределение напряжения сжатия в стенке барабана

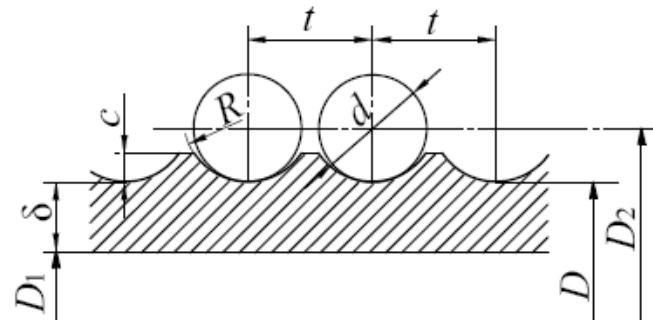


Рис. 1.9. Профиль канавки для каната при однослойной навивке

няют при многослойной навивке каната. В нижнем слое каната при этом возникают высокие контактные напряжения вследствие нагрузки от вышележащих слоев. Они суммируются с напряжениями растяжения каната. Кроме того, при наматывании каната на гладкий барабан происходит трение между соседними витками. Все это повышает износ каната, сокращая срок его службы. В большинстве случаев в грузоподъемных машинах применяют нарезные барабаны для однослойной навивки каната. Винтовые канавки (рис. 1.9), нарезанные на поверхности барабана, увеличивают поверхность соприкосновения, устраняют трение между соседними витками и уменьшают напряжение смятия и износ каната. Срок службы каната за счет этого увеличивается.

Размеры профиля нарезки канавок на барабане следующие:

$R = (0,6...0,7)d$ – радиус канавки; $c = (0,25...0,4)d$ (у грейферных кранов $c \geq 0,5d$) – глубина канавки; $t = d + (2...3)$ – шаг витков нарезки, мм.

Барабаны выполняются литыми из чугуна (не ниже марки СЧ 15–32) или из стали (не ниже марки 25Л) и сварными (не ниже ВСтЗсп).

Толщина стенки стального и чугунного барабана приблизительно определяется соответственно как (см)

$$\delta = 0,01D + 0,3 \quad \text{и} \quad \delta = 0,02D + (0,6...0,1).$$

При этом по условию изготовления литых барабанов толщина стенки принимается не менее 1,2 см и определяется из расчета на прочность.

Длина барабанов не нормируется, но при установке барабана учитывают, что крайние витки каната на пути до первого блока не должны отклоняться (рис. 1.10) более чем на 6° (при гладких барабанах – на 2°).

Для правильной укладки каната на барабан, а также для предохранения каната от его смещения и запутывания при ослаблении применяют канатоукладчики различных типов (рис. 1.11). В канатоукладчике (рис. 1.11, а) канат 2 проходит через блок 1, имеющий возможность перемещаться вдоль оси 3 под действием усилия каната. В этом случае канат набегает на блок канатоукладчика под углом 6° , а на барабан – перпендикулярно к оси барабана. Правильную укладку и невозможность смещения каната обеспечивает и канатоукладчик (рис. 1.11, б), в котором канат 2 проходит между дву-

мя подпружиненными гладкими роликами 4 или прижимается к барабану одним роликом 4 (рис. 1.11, в), установленным на подпружиненных рычагах 5. При многослойной навивке наибольшее применение имеет канатоукладчик (рис. 1.11, з), состоящий из каретки 7 с направляющими блоками, перемещающейся по направляющей 9 под действием винта 6, имеющей левую и правую нарезки. Винт 6 через цепную или зубчатую передачу 8 имеет привод от вала барабана. Каретка 7 перемещается вдоль оси барабана на один диаметр каната за каждый оборот барабана.

У барабанов, имеющих винтовую нарезку, для предотвращения выпадения каната из нарезки при его ослаблении применяются канатоукладчики (рис. 1.11, д), состоящие из кольца-гайки 10, перемещающейся при вращении барабана по его нарезке и по направляющей 9. Укладываемый канат проходит через окно 11 в гайке под пружину 12, которая прижимает его к канавке барабана.

Конструкция крепления каната на барабане должна быть надежной, доступной для осмотра, удобной для смены каната и достаточно простой в изготовлении. Нормами Ростехнадзора обусловлено крепление каната на барабане накладками (рис. 1.12, а), прижимными планками (рис. 1.12, б) или клиновыми зажимами (рис. 1.12, в), обеспечивающими надежность крепления. Наибольшее применение имеет крепление каната накладками с трапециевидными (рис. 1.12, з) или с полукруглыми (рис. 1.12, д) канавками, прижимающими канат к барабану. В этом случае при навивке канат из крайней канавки на барабане сразу переводят через одну канавку в третью, для чего частично срезают ручным электрическим инструментом или вырубают гребни нарезки, разделяющие канавки. При этом среднюю канавку используют для постановки крепежных болтов. Каждая накладка прижимает канат к барабану при помощи одного или двух болтов. Одноболтовых накладок согласно правилам Ростехнадзора устанавливают не менее двух. В случае крепления прижимных накладок двумя болтами устанавливают по одной накладке для каната диаметром до 31 мм (рис. 1.12, е) и по две наклейки при большем диаметре каната.

У лебедок с фрикционным барабаном (шпилем) канат, соединенный с грузом, не закрепляется жестко на барабане, а сцепляется с ним силой трения, возникающей между поверхностью барабана и несколькими витками каната, намотанными на него, и удерживает-

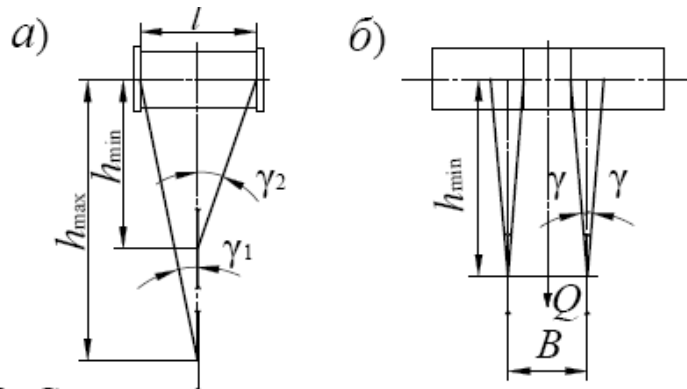


Рис. 1.10. Схема к определению допустимых углов набегания каната на барабан: *а* – простой полиспасть; *б* – сдвоенный полиспасть

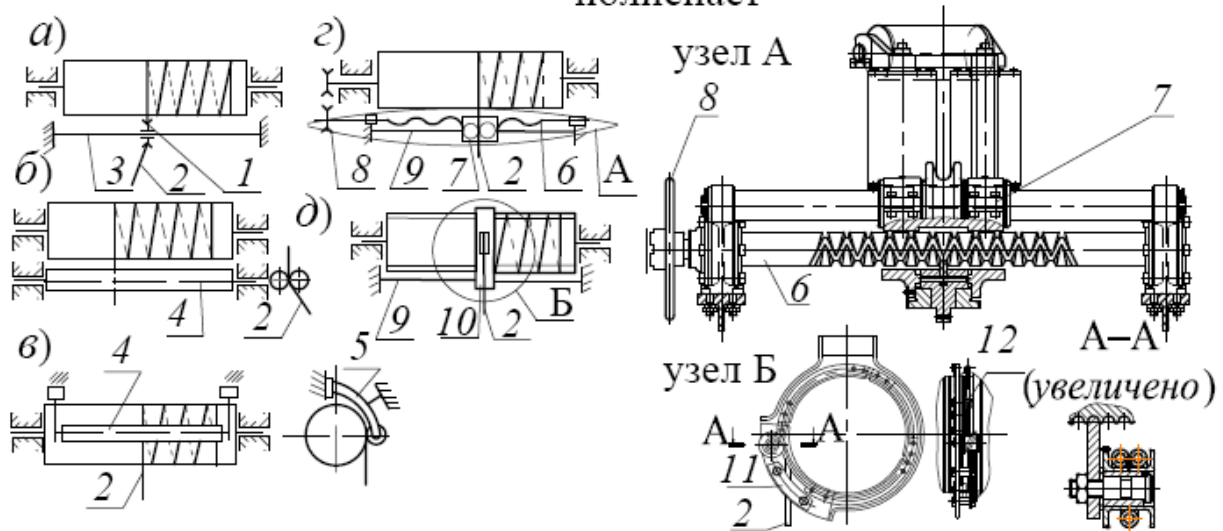


Рис. 1.11. Схемы канатоукладчиков: *а* – с направляющим блоком; *б, в* – с подпружиненными одним или двумя роликами; *z* – винтовой; *д* – с кольцом-гайкой

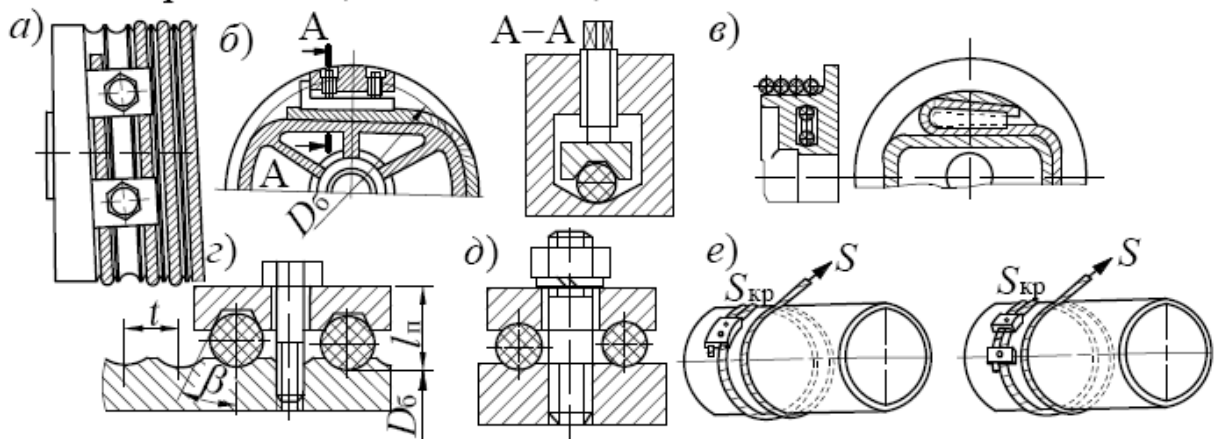


Рис. 1.12. Схемы крепления каната на барабане: *а* – накладкой; *б* – прижимной планкой; *в* – клиновым зажимом; *z, д* – одноболтовой накладкой с трапецидальной или полукруглой канавкой; *е* – схема крепления каната к барабану накладками

ся от проскальзывания относительно небольшим усилием рабочего $S_{сб}$, прикладываемого к сбегающей ветви (рис. 1.13). Обычно барабаны шпилей делают переменного диаметра, уменьшающегося от краев к середине, чтобы обеспечить постоянное сбежание каната к центру барабана. На рис. 1.13, в показана лебедка с универсальным шпилем для канатного и цепного органа.

Сварные цепи обычно крепят к барабану при помощи кованого крючкообразного зажима, присоединяемого одним или двумя болтами к телу барабана (рис. 1.14).

Звездочки для сварных цепей, как правило, выполняют литыми из чугуна или стали. Звенья сварной цепи ложатся на звездочке в специальные гнезда, выполненные по форме звена, вследствие этого звездочка получается многогранной. Звенья цепи, расположенные в плоскости, перпендикулярной к плоскости граней, входят в специальный круговой паз (рис. 1.15, а). Диаметр начальной окружности звездочки определяется по формуле

$$D_{н.о} = \sqrt{\left(\frac{t}{\sin 90^\circ/z}\right)^2 + \left(\frac{d}{\cos 90^\circ/z}\right)^2},$$

где t – внутренняя длина звена цепи (шаг цепи); d – диаметр прутка, из которого сварена цепь; z – число гнезд на звездочке.

При числе гнезд $z \geq 6$ и при $d \leq 16$ мм первый член под корнем значительно больше второго, и в этом случае можно пользоваться упрощенным уравнением

$$D_{н.о} = \frac{t}{\sin 90^\circ/z}.$$

Звездочки для пластинчатых цепей изготавливают из проката (стали марок Ст4, Ст5, 20) или литой стали, они представляют собой как бы зубчатые колеса, зубья которых входят между пластинами цепей, соприкасаясь с валиками шарниров. Диаметр начальной окружности звездочки (см. рис. 1.15, б) определяется как

$$D_{н.о} = \frac{t}{\sin 180^\circ/z},$$

где t – шаг цепи; z – число зубьев.

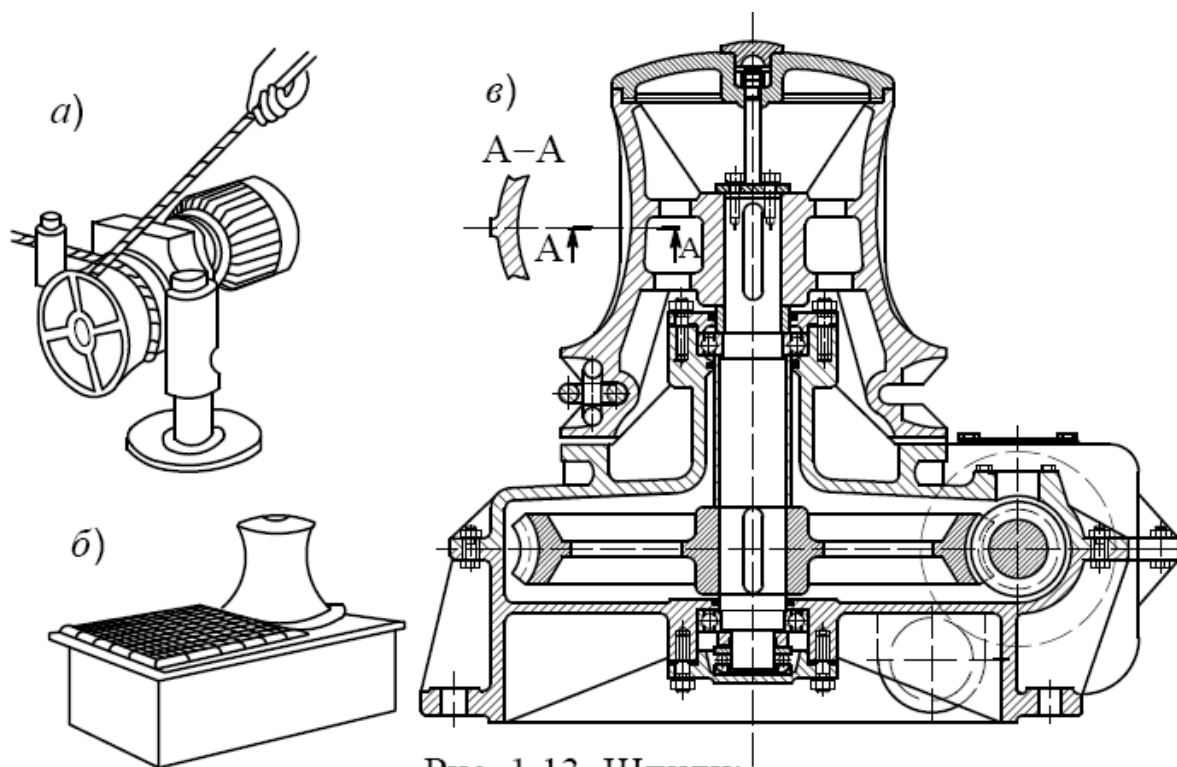


Рис. 1.13. Шпили:

a – с горизонтальным барабаном; *б* – с вертикальным барабаном;
в – для канатного и цепного органа

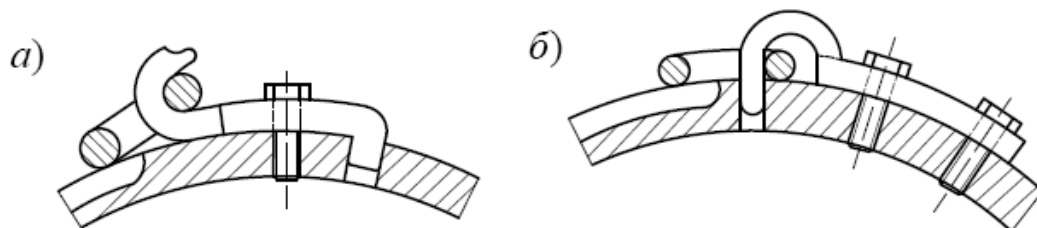


Рис. 1.14. Крепление сварной цепи к барабану:

a – кованым одноболтовым зажимом; *б* – двухболтовым зажимом

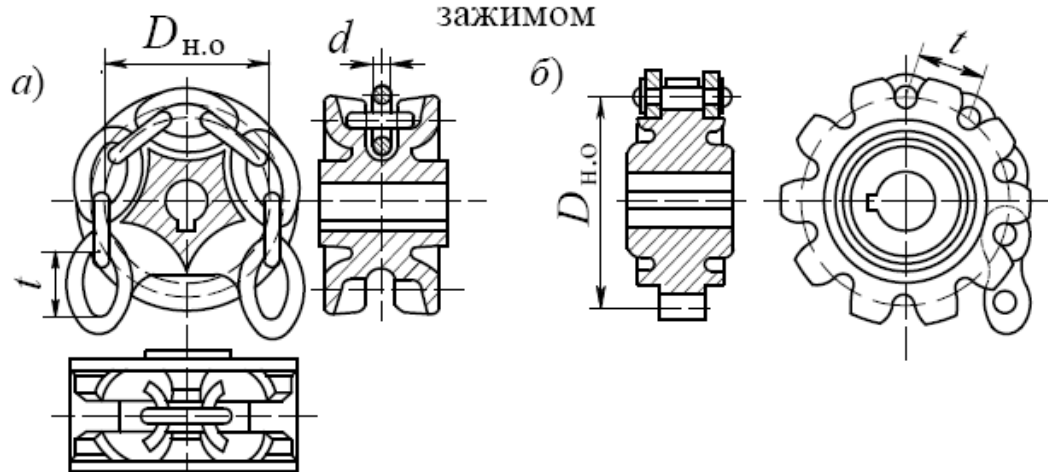


Рис. 1.15. Звездочки:

a – для сварной цепи; *б* – для пластинчатой цепи

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Из имеющихся блоков, полиспаста, груза, динамометра и гибкого органа (каната) собрать на испытательном стенде следующие схемы (рис. 1.16):

- a) неподвижный блок;
- б) подвижный блок для выигрыша в силе;
- в) подвижный блок для выигрыша в скорости;
- г) полиспаст.

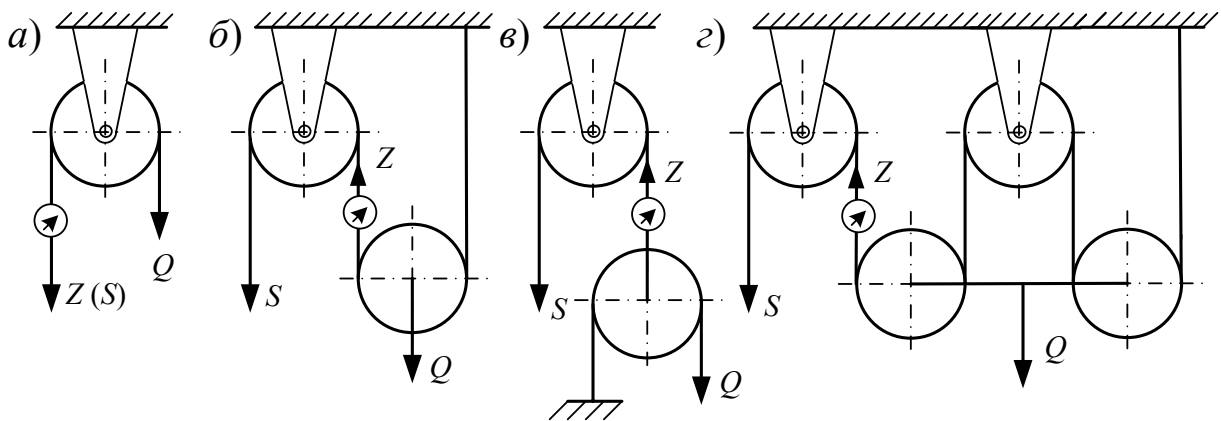


Рис. 1.16. Схемы блоков и полиспастов

Примечание: Для удобства усилие S , прикладываемое вручную, направлено вниз и в первом случае совпадает с измеряемым усилием Z .

2. Пользуясь измерительным инструментом, весами, динамометром, произвести необходимые замеры и заполнить табл. 1.1:

- 1) масса поднимаемого груза Q , кг;
- 2) радиус блока по центру наматываемого каната $R_б$, мм;
- 3) диаметр оси блока $d_б$, мм;
- 4) усилие на канате:
 - при подъеме груза $Z_{под}$, Н;
 - при спуске груза $Z_{сп}$, Н;
- 5) длина перемещения каната со стороны динамометра $L_к$, мм;
- 6) высота подъема груза $H_{гр}$, мм.

3. Определить:

- 1) сопротивление блока:

$$W = Q\mu \frac{d_б}{R_б},$$

где μ – коэффициент трения, для подшипников скольжения равен 0,08–0,1, а для подшипников качения – 0,01–0,02;

2) скорость подъема груза:

$$V_{\text{гр}} = kV_{\text{к}},$$

где k – коэффициент, зависящий от типа блока или полиспаста;
 $V_{\text{к}}$ – скорость каната;

3) коэффициент полезного действия:

○ неподвижного блока:

$$\eta_{\text{б.н}} = \frac{Q}{Z_{\text{под}}};$$

○ подвижного блока:

$$\eta_{\text{б.п}} = \frac{QH_{\text{гр}}}{Z_{\text{под}}L_{\text{к}}};$$

○ полиспаста:

$$\eta_{\text{п}} = \frac{Z_0}{Z_{\text{под}}},$$

где Z_0 – расчетное усилие на тяговом конце каната;

$$Z_0 = \frac{Q}{i},$$

где i – кратность полиспаста, определяемая в общем случае как

$$i = \frac{n_{\text{нес}}}{n_{\text{тяг}}},$$

где $n_{\text{нес}}$ – число несущих ветвей полиспаста; $n_{\text{тяг}}$ – число тяговых ветвей каната.

4. На имеющемся барабане определить параметры нарезки и заполнить табл. 1.2:

- 1) радиус канавки R , мм;
- 2) глубина канавки c , мм;
- 3) шаг нарезки t , мм.

5. Из формулы $R = (0,6...0,7)d$ определить диаметр каната d , мм.

6. Из формулы $D = d(e - 1)$, где D – диаметр барабана, найти величину коэффициента e и установить область применения данного барабана.

7. Измерить диаметры начальных окружностей звездочек для сварной и пластинчатой цепей и сравнить полученные величины с расчетными.

2. ГИБКИЕ ОРГАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Цель работы: изучение конструкций канатов, грузовых цепей и определение их основных характеристик.

Гибкими органами грузоподъемных машин служат стальные канаты, канаты из растительных и искусственных волокон, сварные и пластинчатые цепи.

Канаты из растительных и искусственных волокон (ГОСТ 30055–93) используют для обвязки и крепления грузов к крюкам, т. е. в качестве чалочных или строп. Канаты свивают из органических волокон – пеньковых, сизалевых, искусственных – полиамидных. Канат состоит из трех или четырех прядей эллиптического сечения, которые, в свою очередь, свиты из отдельных волокон или нитей (рис. 2.1, б). Для работы в сухих помещениях обычно используют простые несмоленые (бельные) пеньковые или хлопчатобумажные канаты. Для работы в условиях повышенной влажности можно использовать канаты, пропитанные горячей смолой (смольные). Пропитка смолой повышает сопротивляемость канатов воздействию влаги, но прочность смольных канатов на 10–15 % ниже прочности бельных канатов из-за ослабления волокон органическими кислотами, содержащимися в смоле.

Канаты из растительных волокон очень гибки, но обладают низкой прочностью, малым сроком службы и быстро разрушаются под воздействием различных механических факторов и влаги.

Канаты из синтетических волокон устойчивы к влаге.

Стальные проволочные канаты изготавливаются из стальной светлой или оцинкованной проволоки марок В, I и II по ГОСТ 3081–80 диаметром от 0,2 до 2-3 мм с расчетным пределом прочности проволоки при растяжении 1600–2000 МПа, полученной методом многократного холодного волочения с промежуточной термической и химической обработкой для обеспечения необходимой прочности, структуры, вида и качества поверхности.

На пряdevьющих машинах проволоки свивают относительно центральной проволоки в пряди (рис. 2.2, а). Затем на канатовьющих машинах пряди свивают относительно сердечника в канат тросовой конструкции (рис. 2.2, б). Далее возможна свивка отдельных канатов двойной свивки (стренгов) в канат кабельной конструкции.

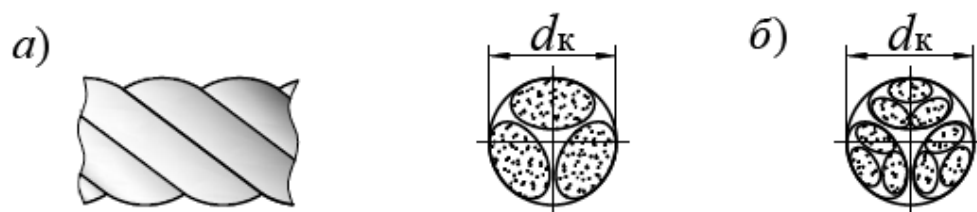


Рис. 2.1. Пеньковые канаты:
a – обыкновенный; *б* – двойной свивки

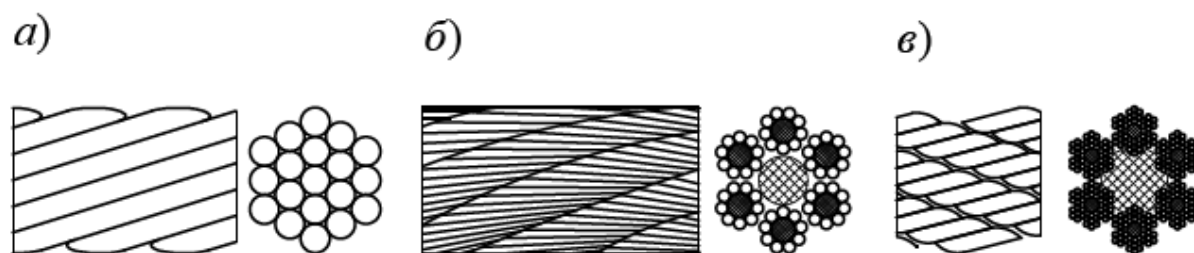


Рис. 2.2. Стальные канаты:
a – одинарной свивки; *б* – двойной свивки;
в – тройной свивки

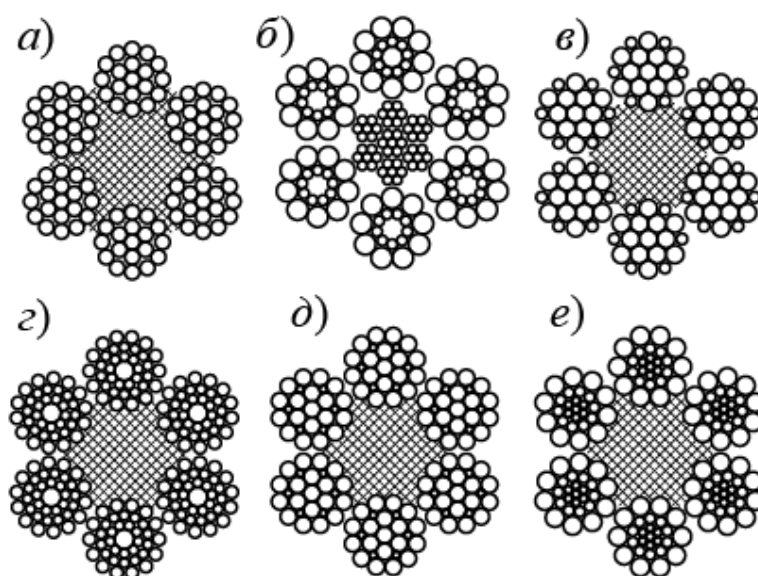


Рис. 2.3. Конструкции стальных канатов двойной свивки:

- a* – ТК 6×19 + 1 о.с. ГОСТ 3070–88;
- б* – ЛК-О 6×19 + 7×7 ГОСТ 3081–80;
- в* – ЛК-Р 6×19 + 1 о.с. ГОСТ 2688–88;
- г* – ЛК-РО 6×36 + 1 о.с. ГОСТ 7668–80;
- д* – ЛК-З 6×25 + 1 о.с. ГОСТ 7665–80;
- е* – ТЛК-О 6×27 + 1 о.с. ГОСТ 3078–69

В грузоподъемных машинах применяют преимущественно канаты двойной свивки (сначала проволоки свивают в пряди вокруг центральной проволоки, а затем пряди свивают в канат вокруг сердечника). Количество прядей обычно составляет шесть штук с числом проволок в пряди 19 и 37 (36). Восьмипрядные канаты используются в кранах и подъемниках в случае применения шкивов трения и барабанов малого диаметра. Сердечники канатов могут быть стальными или органическими волокнистыми, изготовленными из лубяных волокон (пенька) или из нейлоновой, капроновой, перлоновой, полиамидной пряжи. При работе в условиях повышенных температур или химически агрессивной среды используют сердечник из минеральных волокон – асбеста.

По роду свивки проволок в прядях канаты изготовляют типа ТК (рис. 2.3, а) с точечным контактом отдельных проволок между слоями прядей и типа ЛК – с линейным касанием проволок в пряди. Канаты типа ЛК имеют несколько разновидностей: ЛК-О (рис. 2.3, б) – проволоки отдельных слоев пряди имеют одинаковый диаметр; ЛК-Р (рис. 2.3, в) – проволоки в верхнем слое пряди двух разных диаметров; ЛК-РО (рис. 2.3, г) – проволоки разного и одинакового диаметра по отдельным слоям пряди; ЛК-З (рис. 2.3, д) – между двумя слоями проволок размещаются заполняющие проволоки малого диаметра. Кроме того, изготовляют канаты типа ТЛК (рис. 2.3, е) – с точечным и линейным касанием проволок в пряди. Канаты типа ТК применяются только для ненапряженных режимов работы. Канаты с линейным касанием имеют лучшее заполнение сечения, они более гибкие и износостойкие, выдерживают большее число переменных изгибов.

По виду свивки изготовляют следующие канаты:

а) обыкновенные (раскручивающиеся) канаты – в этих канатах проволоки и пряди не сохраняют своего положения после снятия перевязок концов, а стремятся выпрямиться;

б) нераскручивающиеся канаты – это канаты, свиваемые из заранее деформированных проволок и прядей, получающих перед свивкой форму, соответствующую их положению в канате. Проволоки таких канатов в ненагруженном состоянии не испытывают внутренних напряжений. Эти канаты обладают большей сопротивляемостью переменным изгибам;

в) некрутящиеся канаты – это многослойные канаты, которые имеют противоположное направление свивки прядей по отдельным слоям.

По направлению свивки прядей канаты изготавливают правого и левого направления.

Выбор каната по направлению свивки имеет большое значение для правильной его эксплуатации при навивке на гладкий барабан. За каждый оборот барабана канат смещается на размер своего диаметра. Необходимо подбирать направление навивки каната так, чтобы он в процессе работы дополнительно подкручивался (рис. 2.4). В случае закрепления обоих концов каната на барабане направление свивки каната можно принять любым.

По направлению свивки проволок в прядях канаты выпускают односторонней или параллельной свивки и канаты крестовой или обратной свивки. В канатах односторонней свивки направление навивки проволок в прядях и прядей в канате одно и то же; в канатах крестовой свивки эти направления противоположны (рис. 2.5).

Канаты односторонней свивки имеют более ровную поверхность, площадь сечения в них заполнена лучше, они более гибки и более долговечны, чем канаты крестовой свивки. Они меньше изнашиваются при работе на блоках и барабанах вследствие увеличенной поверхности соприкосновения проволок с поверхностью блока или барабана. Канаты односторонней свивки не пригодны к использованию в тех случаях, когда груз свободно подвешивают на одной ветви вследствие стремления к раскручиванию под действием растягивающей нагрузки. В этом случае применяют канаты крестовой свивки.

Конструкция канатов для грузоподъемных машин, изготовленных из круглых радиально-обжатых прядей (рис. 2.6), представляет собой модификацию стандартных канатов с линейным касанием проволок в прядях.

У таких канатов прядь, свитую из круглых проволок, подвергают круговому радиальному обжатию, в результате которого проволоки пряди приобретают фасонную форму. Линейный контакт между проволоками заменяется контактом по поверхности, увеличивается опорная поверхность пряди и степень заполнения ее поперечного сечения. Канаты с радиально-обжатыми прядями (ПК) отличаются высокой плотностью и однородностью, повышенным со-

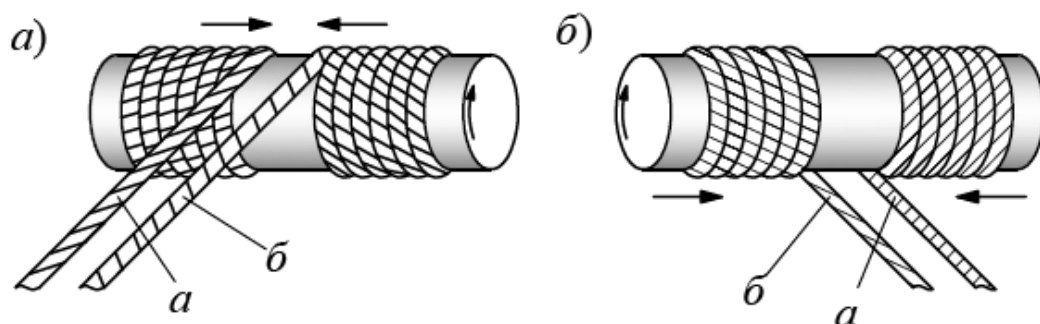


Рис. 2.4. Выбор каната по направлению свивки:
a – канат правой свивки; *б* – канат левой свивки

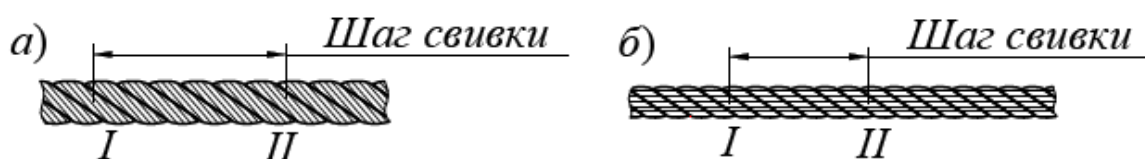


Рис. 2.5. Канаты: *a* – канат параллельной свивки;
б – канат крестовой свивки

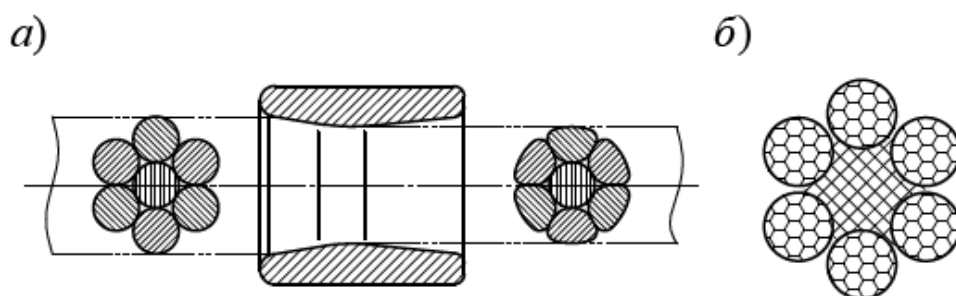


Рис. 2.6. Стальной канат из радиально-обжатых прядей:
a – прядь; *б* – канат

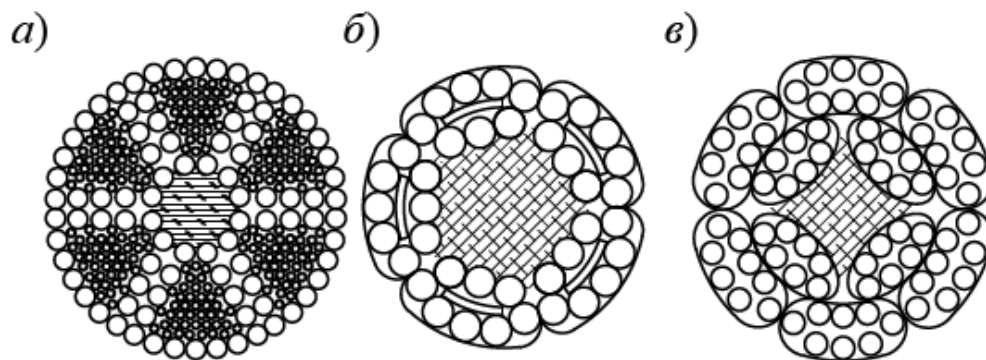


Рис. 2.7. Канаты:
a – трехграннопрядный; *б* – овальнопрядный;
в – плоскопрядный

противлением износу проволок, повышенной (на 15–18 %) разрывной прочностью и (на 30–50 %) работоспособностью.

По форме поперечного сечения пряди канаты подразделяются на круглопрядные, трехграннопрядные, овальнопрядные и плоскопрядные (см. рис. 2.7). В канатах фасонного сечения уменьшаются контактные напряжения в ручьях блоков и повышается их долговечность.

Закрытые проволочные канаты применяются на подвесных канатных дорогах и в кабельных кранах в качестве монорельса. Закрытый канат состоит из наружного кольца, образованного из проволок фасонного сечения, и внутреннего – спирального каната одинарной свивки (рис. 2.8, а, б, в). В полузакрытых канатах наружное кольцо получается путем комбинации профилированных и круглых проволок (рис. 2.8, г). Наружный вид полузакрытого каната показан на рис. 2.8, д.

Практикой эксплуатации установлены следующие наиболее рациональные конструкции канатов для их использования в кранах:

а) канаты с органическим сердечником: ЛК-Р 6×19 + 1 о.с. ГОСТ 2688–80, ТЛК-О 6×37 + 1 о.с. ГОСТ 3079-69, ЛК-РО 6×36 + 1 о.с. ГОСТ 7668–80;

б) канаты с металлическим сердечником: ЛК-О 6×19 + 7×7 ГОСТ 3081–80, ЛК-РО 6×36 + 7×7 ГОСТ 7669–80.

Наружный диаметр каната измеряется по линии описанной окружности (рис. 2.9).

Преимуществом стальных канатов, обеспечивающим их преобладающее применение в грузоподъемных машинах, является плавная и бесшумная работа при любых скоростях, гибкость и надежность в работе, относительно малый вес. Упругость стальных канатов приводит к существенному снижению динамических нагрузок в процессах пуска и торможения.

При выборе каната надо иметь в виду, что если он свит из толстых проволок, то имеет повышенную жесткость, но хорошо сопротивляется абразивному износу. С уменьшением диаметра проволок увеличивается гибкость каната, но одновременно возрастает и износ его проволок, уменьшается его структурная прочность, сокращается срок службы. Поэтому в грузоподъемных машинах не следует стремиться применять канаты, свитые из большого количества тонких проволок. Причинами преждевременного износа канатов могут яв-

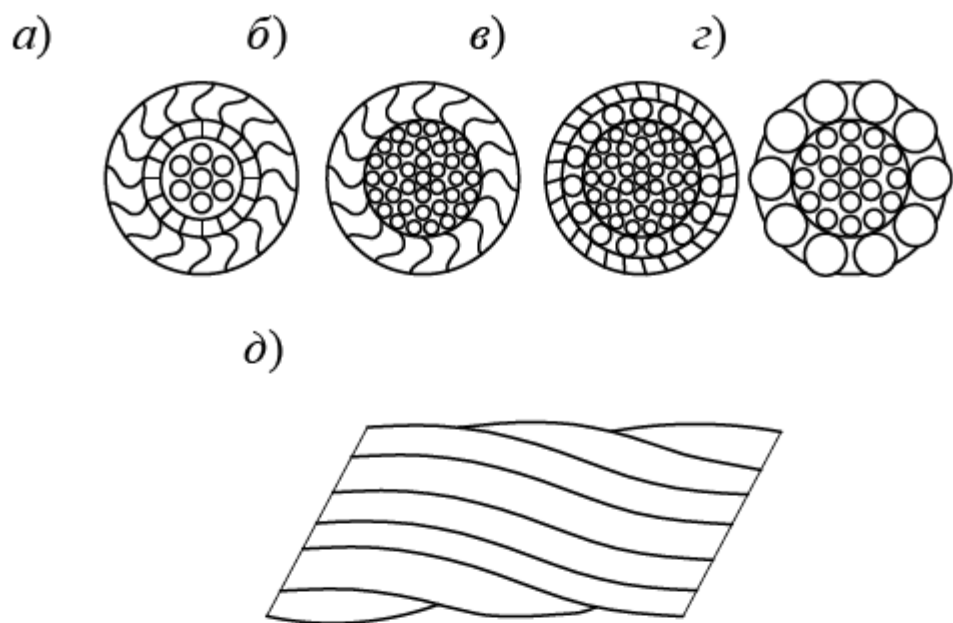


Рис. 2.8. Закрытые канаты:
 а, б, в – закрытый; г, д – полузакрытый

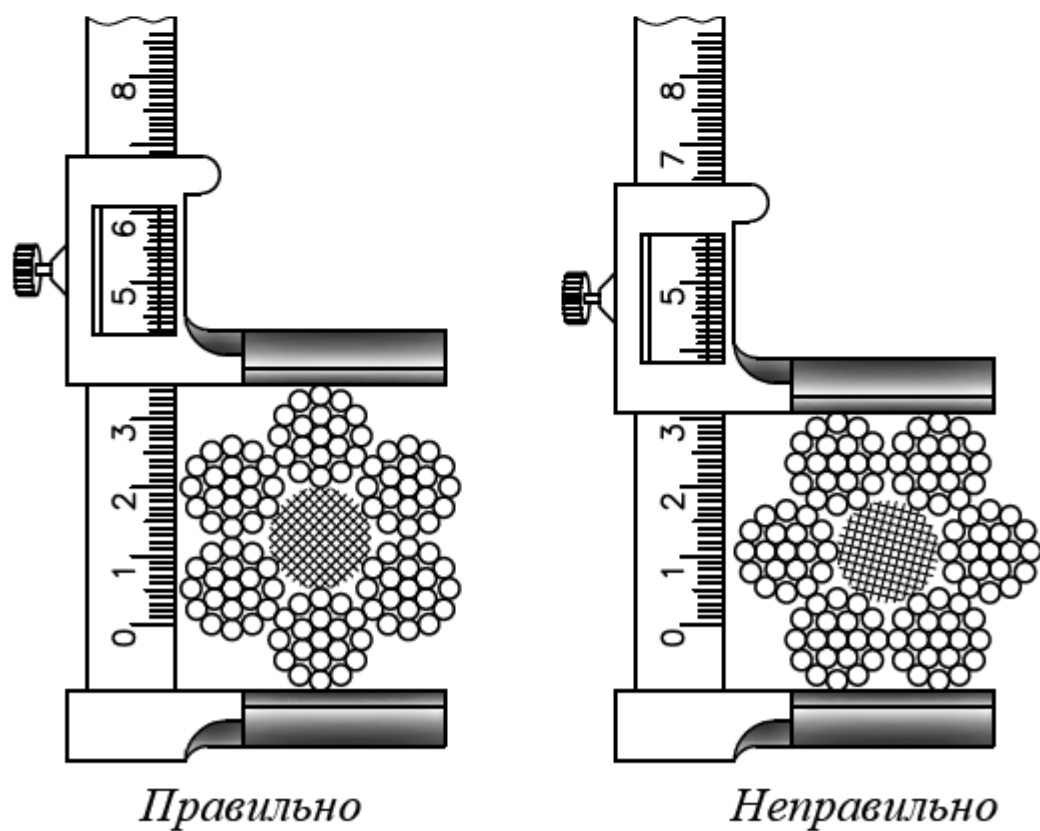


Рис. 2.9. Замер диаметра каната

ляться неправильный выбор конструкции каната, типа и направления свивки, неправильная навивка на барабан, неправильный выбор соотношения диаметров каната и барабана, нерегулярная или некачественная смазка, а также работа с возможными перегрузками. Для уменьшения износа каната и его повреждений в процессе эксплуатации один раз в 10 суток канаты покрывают защитной смазкой. В качестве смазки применяют технический вазелин, пушечную смазку, канатную мазь 39У, смазку Торсиол-35 по нормативно-технической документации (для особо ответственных случаев Торсиол-55 по ГОСТ 20458–89) и графитовые смазки. Перед нанесением необходимо удалить старый смазочный материал и грязь с каната. Канатные смазки тугоплавкие, поэтому их наносят на канат в расплавленном виде при температуре 85–100 °С.

Степень износа каната и необходимость его замены определяется по правилам Ростехнадзора по числу оборванных проволок в наружных слоях прядей на длине 6 и 30 диаметров каната (или на длине одного шага свивки). В зависимости от первоначально установленного запаса прочности для каждой конструкции каната правилами установлены нормы числа обрывов, при превышении которых канат должен быть забракован. Число оборванных проволок определяется либо методом ежедневного визуального контроля, либо с применением электромагнитных дефектоскопов. Проволоки, вышедшие из прядей в результате обрыва, откусывают (отрезают) на расстоянии 10 мм от каната, а оставшиеся концы заправляют внутрь прядей. Ежемесячно измеряют диаметр каната через 10–12 м, проверяют наличие обрывов проволок и их расположение на участках каната, определяют степень поверхностного износа каната, особое внимание при этом обращается на места крепления концов каната.

Концы стальных канатов закрепляют в сопряженных конструкциях грузоподъемных машин различными способами. Для канатов двойной свивки наиболее распространенным является крепление на коуше 1 (рис. 2.10, а) с «заплеткой» и последующей обвязкой стальной мягкой проволокой, на коуше 1 с винтовыми зажимами 2 (рис. 2.10, б) с числом зажимов не менее трех и стальным клином 4 в стальной втулке 5 (рис. 2.10, в). Для жестких (расчальных) канатов одинарной свивки применяют крепление в стальной втулке (рис. 2.10, г), при этом концы проволок загибают вдвое, их и гнездо

втулки подвергают лужению и заливают легкоплавким металлом (цинком, баббитом или свинцом).

Прочность соединения концов от прочности каната составляет: при соединении, показанном на рис. 2.10, *а*, не менее 75–90 %, на рис. 2.10, *б* и *в* – не менее 85 % и на рис. 2.10, *г* – 100 %.

Крепление пеньковых канатов обычно производится сращиванием или с помощью коушей.

Грузовые сварные цепи состоят из звеньев овальной формы (рис. 2.11, *а*), изготавливаемых из круглой горячекатаной стали по ГОСТ 2590–2006, а цепи с диаметром прутка менее 5 мм – из качественной холодноотянутой калиброванной стали по ГОСТ 7417–75. Материалом для сварных цепей является: сталь марки СтЗц по ГОСТ 924–65 ($\sigma_b = 370\text{--}450$ МПа), сталь марок Ст2 и Ст3 по ГОСТ 380–2005 ($\sigma_b = 340\text{--}420$ МПа) и сталь марки 10 по ГОСТ 1050–88 ($\sigma_b = 300$ МПа). Звенья цепи из стали марки СтЗц изготавливаются кузнечно-горновой или контактной сваркой, из остальных материалов – контактной электросваркой.

Основными размерами звеньев являются: шаг t , равный длине большей оси внутреннего овала, ширина звена B и диаметр d прутка. В зависимости от соотношения между размерами шага и диаметром прутка стали звена сварные цепи подразделяются на короткозвенные ($t = 2,8d$) и длиннозвенные ($t > 3,5d$).

По степени точности изготовления звеньев сварные цепи подразделяются на калиброванные с допускаемыми отклонениями от номинальных размеров шага $\pm 0,03d$ и ширины звена $\pm 0,05d$ и некалиброванные с допускаемыми отклонениями от номинала по шагу и ширине звена в пределах $\pm 0,1d$.

Цепь принято изготавливать в виде отрезков, из которых составляется цепь нужной длины. Соединение концов отрезков между собой производится с помощью соединительных звеньев (рис. 2.12).

Сварные цепи применяются в качестве основных подъемных органов в машинах небольшой грузоподъемности (тали, лебедки, краны с ручным приводом, тельферы). В большей мере они применяются в качестве чалочных приспособлений для подвешивания грузов к грузозахватным устройствам. Сварные калиброванные цепи применяются также в качестве ручных приводных цепей для тяговых колес ($d = 5\text{--}6$ мм при скорости $V = 0,6\text{--}0,75$ м/с).

Простая сварная цепь предназначена для работы только с гладкими блоками и барабанами; калиброванная – для работы со звездочкой, имеющей специальные гнезда.

Соотношение между диаметром барабана или блока, огибаемого сварной цепью, и диаметром d прутка стали, из которого изготовлена цепь, должно быть не менее 20-ти для ручных грузоподъемных машин и не менее 30-ти для грузоподъемных машин с машинным приводом.

Преимущества сварных цепей – гибкость, возможность работы с малыми диаметрами звездочек и барабанов, простота конструкции и изготовления. К недостаткам их относят большой вес (по сравнению с канатом), невозможность использования при высоких скоростях из-за опасности внезапного обрыва и большой износ звеньев в местах сопряжения.

Пластинчатые цепи применяются в подъемных и транспортирующих машинах для подвешивания грузов (грузовые цепи), для передачи движения в механизмах (приводные) и для передачи тягового усилия рабочим органом транспортирующих машин (тяговые).

Грузовые пластинчатые цепи состоят из стальных пластин, соединенных валиками (рис. 2.11, б, в). Число пластин в звене возрастает с увеличением разрывающей нагрузки и может достигать до 12. Элементы цепи – пластины и валики – изготавливаются из сталей марок 40, 45, 50 по ГОСТ 1050–88 ($\sigma_{\text{в}} = 570\text{--}600$ МПа) и подвергаются термообработке. Все цепи на заводе-изготовителе подвергаются испытанию под пробной нагрузкой, равной половине от разрушающей.

Приводные пластинчатые цепи отличаются от грузовых тем, что здесь во внутренние пластины 1 запрессовывают втулки 2, а наружные пластины 3 закрепляют на валиках 4 (рис. 2.11, г). Во втулочных цепях валик вращается во втулке, и нагрузка распределяется на всю поверхность касания втулки и валика, благодаря чему достигается небольшое удельное давление в шарнирах, а следовательно, и небольшой износ трущихся поверхностей. Для уменьшения износа зубьев звездочки на втулку втулочно-роликовой цепи свободно насаживают ролик 5 (рис. 2.11, д).

На цапфах пальцев пластины фиксируются различными способами. Первый способ – простая расклепка конца цапфы (рис. 2.13, а) – применяется в цепях, рассчитанных на малые нагрузки

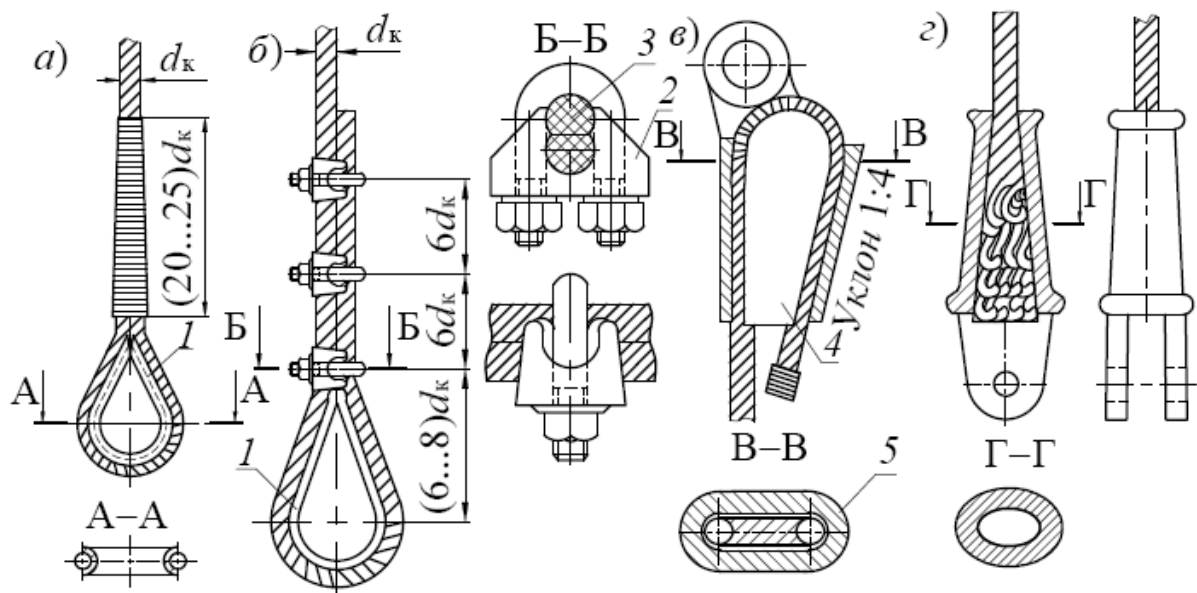


Рис. 2.10. Крепление концов стальных канатов: а, б – на коуше с «заплеткой» или зажимами; в – клиновым коушем; г – во втулке

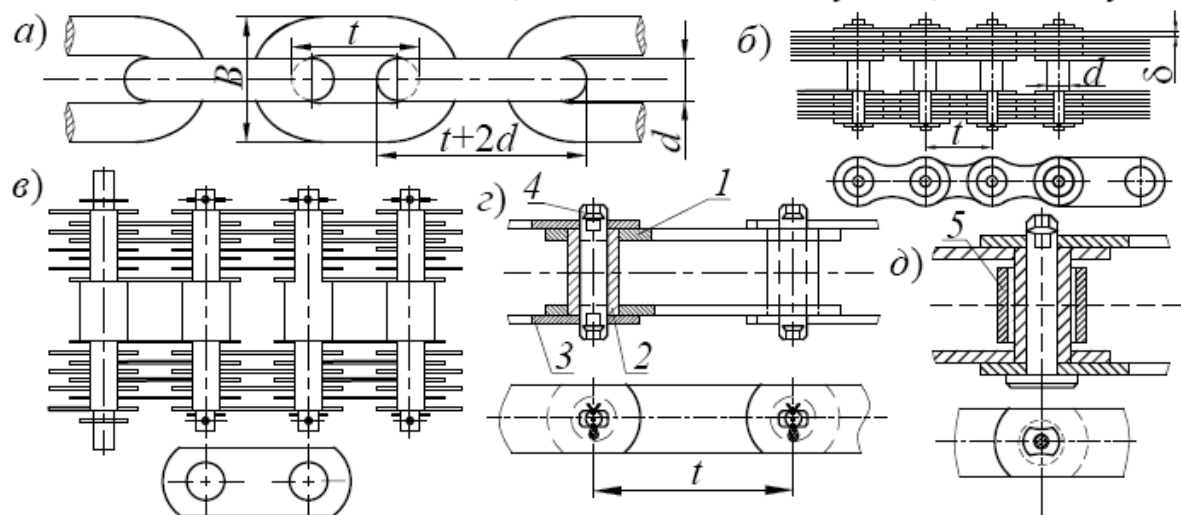


Рис. 2.11. Цепи: а – сварная; б – безвтулочная пластинчатая с фигурными звеньями; в – грузовая пластинчатая с простыми звеньями; г – втулочная пластинчатая; д – втулочно-роликовая

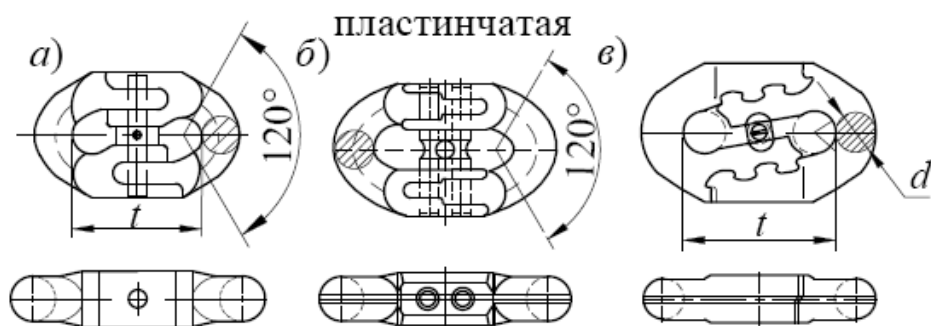


Рис. 2.12. Соединительное звено грузовой цепи типа ЗС1: а – исполнение 1; б – исполнение 2; в – исполнение 3

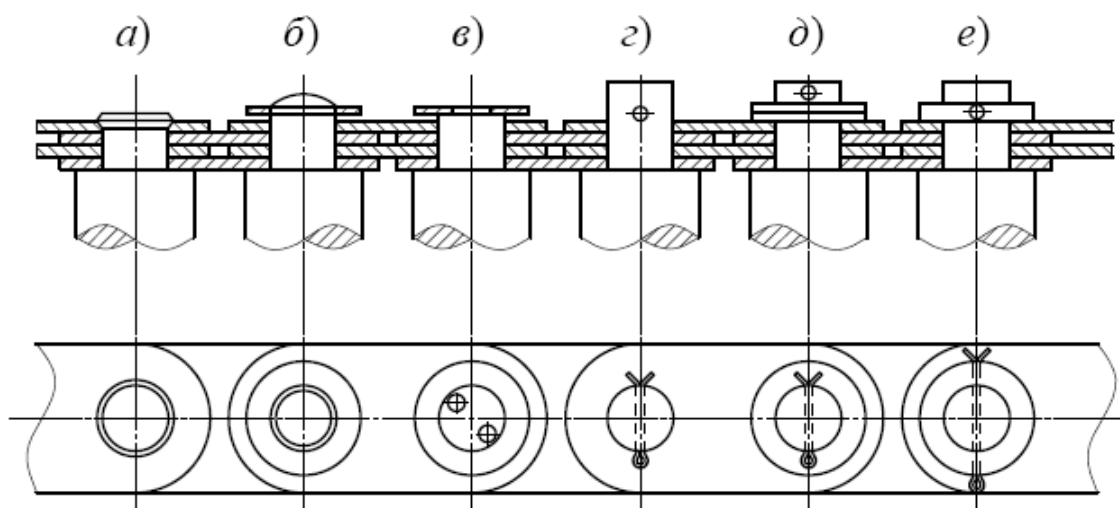


Рис. 2.13. Способы фиксирования пластин цепи на вальцах (валиках): *a* – простая расклепка; *б, в* – расклепка с шайбой; *г* – шпильками; *д, е* – шпильками с шайбой

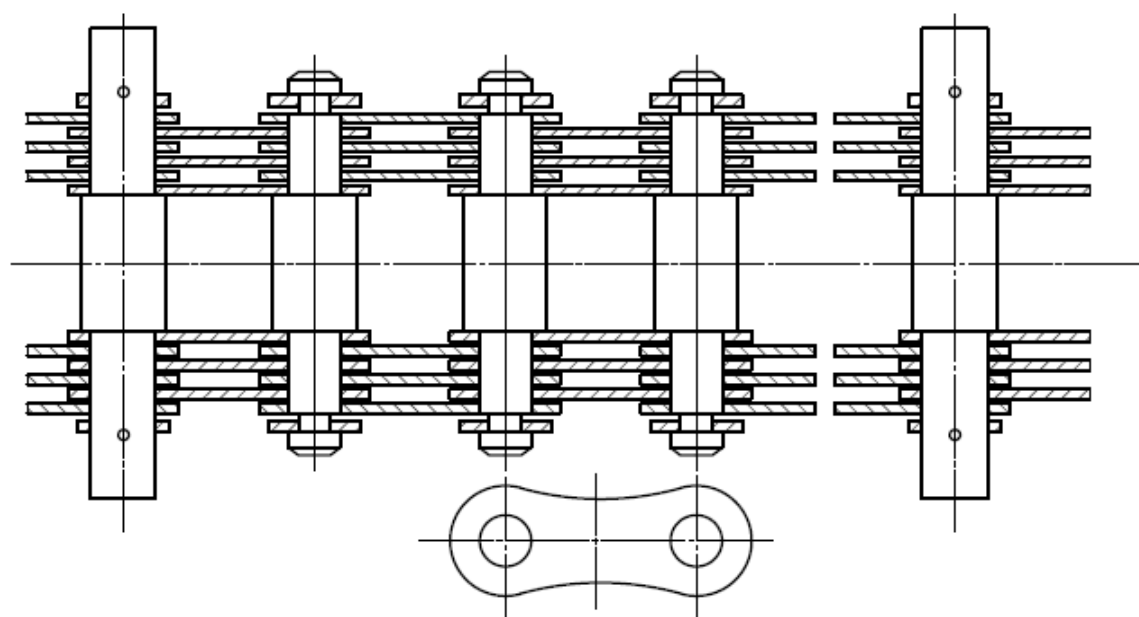


Рис. 2.14. Пластинчатые цепи с удлиненными пальцами

ки. В цепях, рассчитанных на большие нагрузки, под расклепанный конец цапфы подкладывают шайбы (рис. 2.13, б и в). Крепление со шплинтами и шайбами или только со шплинтами (рис. 2.13, г, д, е) применяется в цепях, которые приходится часто разъединять. Удлиненные пальцы (рис. 2.14), включаемые иногда в цепь, служат для складывания свободного конца цепи, чтобы он не мешал во время работы.

В качестве подъемных органов пластинчатые цепи применяются для ручных талей, а при машинном приводе – для лебедок и подъемных механизмов большой грузоподъемности с малыми скоростями движения цепи (до 0,25 м/с).

Благодаря отсутствию сварных стыков, надежность работы пластинчатых цепей выше, чем сварных цепей. Пластинчатые цепи обладают большей гибкостью, поэтому звездочки для них могут иметь небольшое число зубьев и небольшой диаметр.

Пластинчатые цепи нельзя применять в пыльных помещениях, следовательно, такие цепи не пригодны для лебедок и кранов, работающих в открытых местах.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Вычертить эскиз элементов гибкого органа.
2. Дать характеристику элементов тягового органа.
3. Пользуясь измерительным инструментом и весами, произвести необходимые замеры.
4. Определить площадь поперечного сечения элементов тягового органа; по площади поперечного сечения и пределу прочности определить разрывное усилие тягового органа, а с учетом коэффициента запаса прочности определить допустимую нагрузку на тяговый орган.

Стальные проволочные канаты

- 1) род свивки каната;
- 2) диаметр каната d_k , мм;
- 3) диаметры проволочек $d_{пр1}$, $d_{пр2}$, $d_{пр3}$, мм;
- 4) число прядей в канате $n_{пр}$;
- 5) число сердечников α ;
- 6) шаг свивки каната $l_{св}$, мм;

- 7) число проволок в канате i_k ;
 - 8) число проволок в пряди $i_{пр1}, i_{пр2}, i_{пр3}$ соответствующих диаметров;
 - 9) площадь поперечного сечения проволоочки F_1, F_2, F_3 , мм²;
 - 10) площадь поперечного сечения каната по металлу f_m , мм²;
 - 11) масса одного метра каната q_k , кг/м;
 - 12) разрывное усилие $P_{разр}$ (Н) при соответствующем пределе прочности проволоки (МПа) и допустимая нагрузка на канат $P_{доп}$ (Н) при коэффициенте запаса прочности $K_{п} = 6$.
- Данные занести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

$\sigma_{доп}$, МПа	1400	1600	1700	1800	2000
$P_{разр}$, Н					
$P_{доп}$, Н					

Примечание: разрывное усилие каната принять на 15–17 % меньше расчетного разрывного усилия.

Сварные цепи

- 1) способ изготовления цепи;
 - 2) калибровка цепи;
 - 3) диаметр прутка стали d , мм;
 - 4) площадь поперечного сечения звена f , мм²;
 - 5) предел прочности $\sigma_{доп} = 450$ МПа;
 - 6) разрывное усилие цепи $P_{разр}$, Н;
 - 7) масса одного погонного метра цепи $q_{ц}$, кг/м;
 - 8) допустимая нагрузка на цепь при коэффициентах запаса прочности $K_{п} = 3, 6, 8$.
- Данные занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Коэффициент запаса прочности $K_{п}$	3	6	8
Допустимая нагрузка на цепь $P_{доп}$, Н			

Пластинчатые цепи

- 1) число пластин в звене n ;
- 2) ширина пластины в опасном сечении b , мм;
- 3) диаметр пальца, соединяющего пластины $d_{п}$, мм;
- 4) толщина пластины δ , мм;

- 5) площадь поперечного сечения пластины в опасном сечении f , мм²;
- 6) шаг цепи t , мм;
- 7) предел прочности $\sigma_{\text{доп}} = 400$ МПа;
- 8) разрывное усилие $P_{\text{разр}}$, Н;
- 9) масса одного погонного метра цепи $q_{\text{ц}}$, кг/м;
- 10) допустимая нагрузка на цепь при коэффициентах запаса прочности $K_{\text{ц}} = 3, 5$.

Данные занести в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Коэффициент запаса прочности $K_{\text{ц}}$	3	5
Допустимая нагрузка на цепь $P_{\text{доп}}$, Н		

3. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкций универсальных и специальных грузозахватных приспособлений и областей их применения.

Грузозахватные приспособления служат для подвески транспортируемых грузов к гибкому органу подъемного механизма. Если кран по производственным условиям предназначается для переноса различных грузов, то он оборудуется универсальным грузозахватным приспособлением – крюком или петлей (скобой), к которым при помощи вспомогательных элементов (стропов, клещей, бадей, электромагнитов, эксцентриковых захватов) можно подвешивать самые различные грузы, как штучные, так и сосуды с сыпучими и жидкими материалами (рис. 3.1).

Если кран предназначается для транспортирования каких-либо определенных грузов, однородных по габаритам, весу и физическим свойствам, то для повышения производительности крана целесообразно оборудовать его специальным грузозахватным приспособлением, позволяющим значительно проще и быстрее осуществлять операции захвата и освобождения груза без применения стропов и других вспомогательных устройств. Материалом для изготовления грузозахватных приспособлений служат низкоуглеродистые стали. Применение высокоуглеродистых сталей и чугуна недопустимо из-за опасности внезапного их излома.

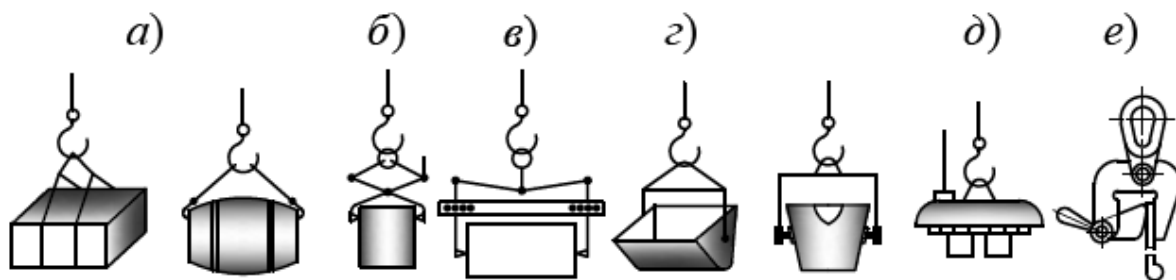


Рис. 3.1. Варианты подвески грузов:
a – крюковая; *б, в* – клещевая; *г* – бадья; *д* – подъемный
 электромагнит; *е* – эксцентриковый захват

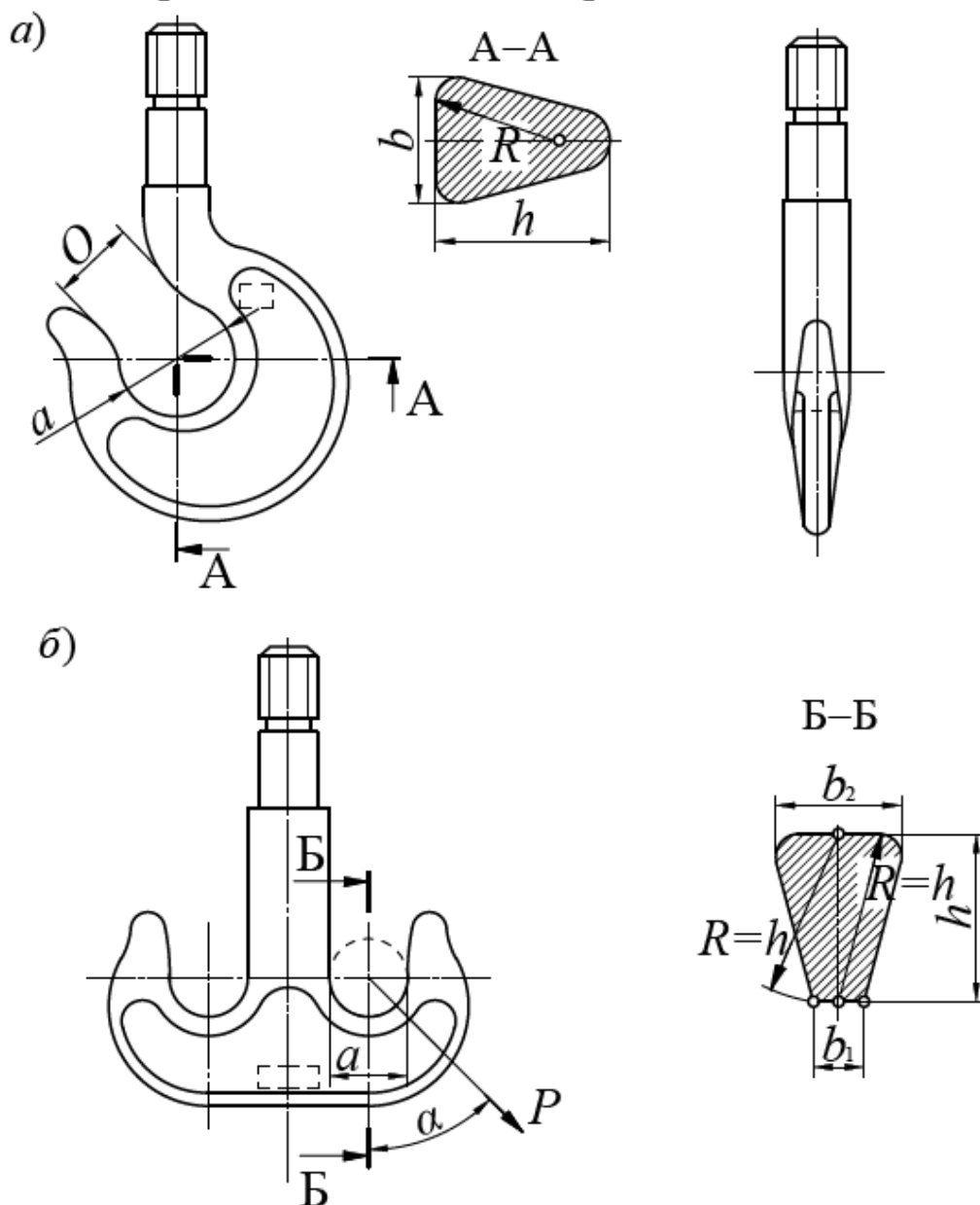


Рис. 3.2. Крюки:
a – однорогий; *б* – двурогий

Крюки и петли

Крюки применяются в грузоподъемных машинах для захватывания грузов, подвешиваемых к ним непосредственно или при помощи различных чалочных устройств. Размеры и форма крюка, а также требования к качеству их изготовления стандартизированы ГОСТами.

Однорогие крюки (рис. 3.2, *а*) предназначены для подъема грузов массой от 250 кг до 80–100 т, двурогие крюки (рис. 3.2, *б*) – для грузов от 5 т и выше. Для кранов грузоподъемностью свыше 50 т могут применяться пластинчатые однорогие и двурогие крюки (рис. 3.3, *а*, *б*), собираемые из отдельных элементов, вырезанных из мартеновской листовой стали спокойной плавки, соединенных между собой заклепками. Для равномерного распределения нагрузки между пластинами в зевах крюков помещаются вкладыши из мягкой стали, внешняя поверхность которых имеет форму, обеспечивающую укладку чалочного каната без резких перегибов. Эти крюки легче кованных и не требуют для изготовления мощного прессового оборудования.

В тех случаях, когда при опускании груза возможно выпадение из зева крюка чалочных цепей или канатов, крюк должен быть снабжен соответствующим замыкающим приспособлением, примером чего является конструкция, изображенная на рис. 3.4. Приспособление состоит из хомута 1, поставленного на шейке крюка 2, откидывающих пружин 3 и фиксирующей скобы 4, которая под давлением пружин удерживается в исходном положении, блокируя зев крюка от выпадения чалочных устройств.

Наряду с грузовыми крюками для подъема грузов применяются грузовые петли. Они могут быть выполнены цельноковаными (рис. 3.5, *а*) или составными (рис. 3.5, *б*). Петли имеют меньшие размеры и вес, чем крюки, рассчитанные на ту же грузоподъемность, так как в сечениях петли действуют меньшие изгибающие моменты. Но в эксплуатации петли менее удобны, поскольку их использование требует продевания строп через отверстия петли.

Форма и размер петель не стандартизованы, и поэтому требуется обязательное проведение расчета их прочности.

Крюки и петли соединяются с гибким грузовым органом грузоподъемной машины или непосредственно путем прикрепления грузового органа к проушине крюка (при подвесе груза на одной

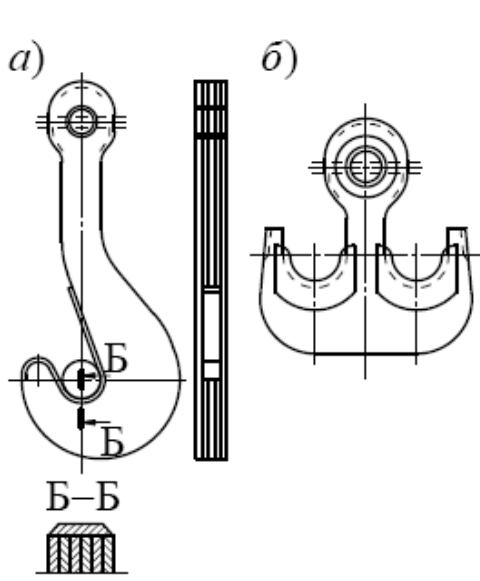


Рис. 3.3. Пластинчатые грузовые крюки:

a – однорогий; *б* – двурогий

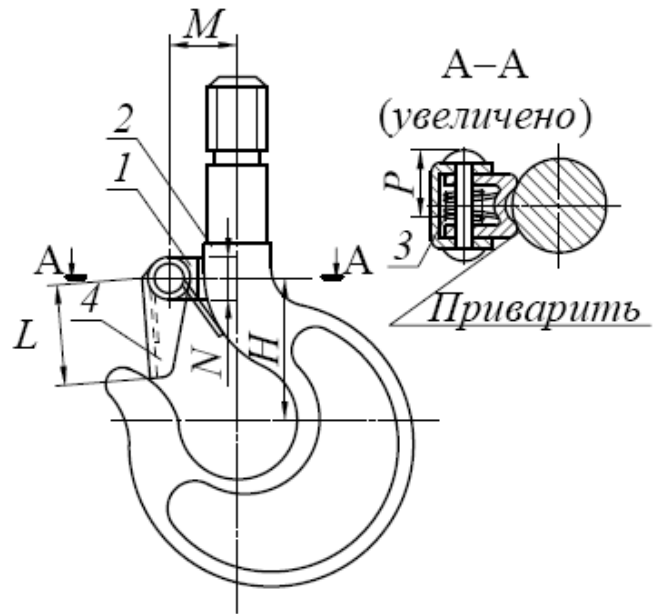


Рис. 3.4. Крюк с замком

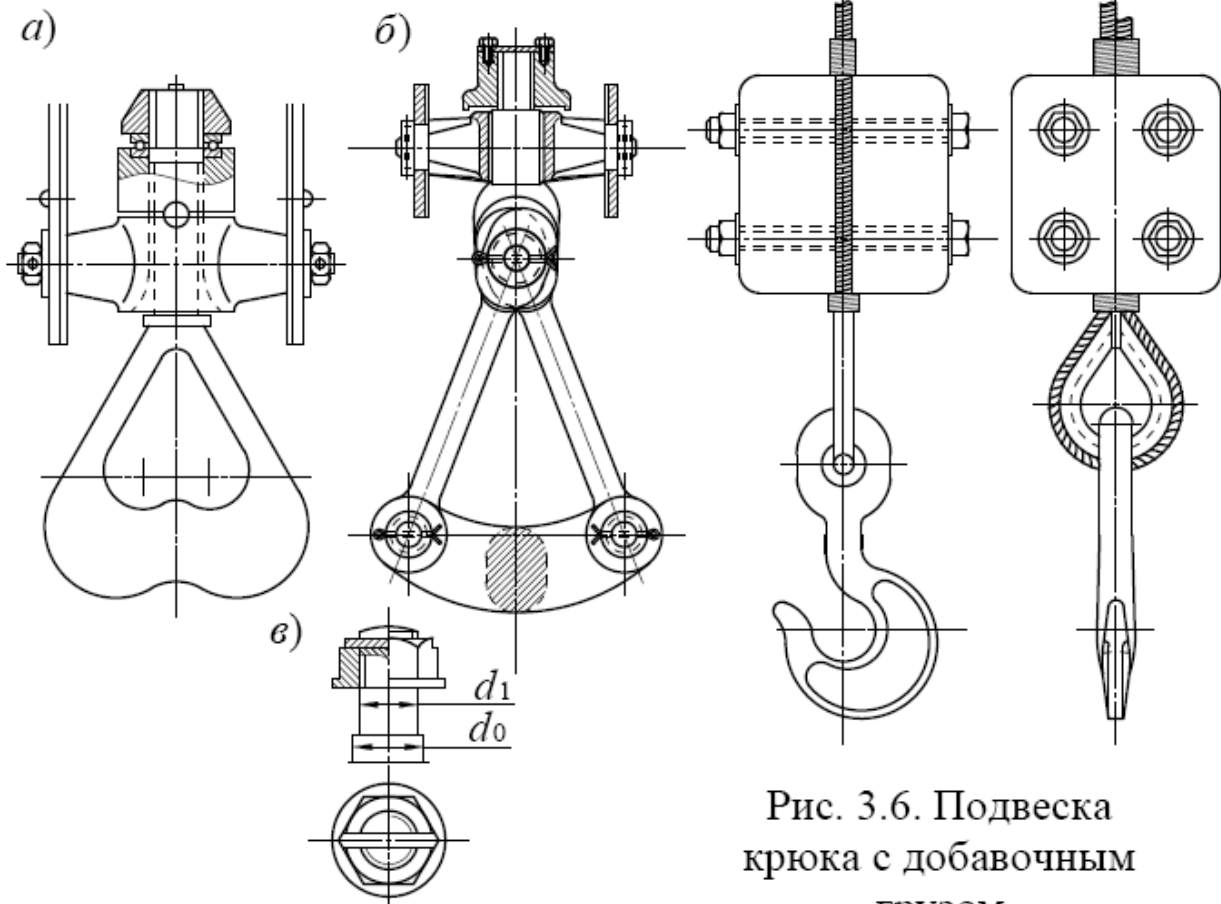


Рис. 3.5. Грузовые петли:

a – цельнокованая;
б – составная; *в* – фиксация гайки

Рис. 3.6. Подвеска крюка с добавочным грузом

ветви гибкого органа, см. рис. 3.6) или (при подвесе груза на нескольких ветвях гибкого органа) при помощи крюковых обойм. Для преодоления жесткости каната и потерь на трение в опорах блоков при относительно легкой подвеске вводят дополнительный груз (рис. 3.6), обеспечивающий нормальное опускание пустого крюка.

Различают два типа крюковых обойм: нормальные (рис. 3.7, *а, б, д*) и укороченные (рис. 3.7, *в*). В нормальных обоймах траверса 1, на которой укреплен крюк 2, соединяется с осью 3 канатных блоков 4 щеками 5 (серьгами). В укороченных обоймах блоки 6 размещаются на удлиненных цапфах 7 траверсы. Укороченная крюковая обойма позволяет осуществлять подъем груза на большую высоту, но ее можно применять только при четной кратности полиспаста. В обоих типах крюковых обойм хвостовик крюка либо петли проходит сквозь отверстие в траверсе и закрепляется гайкой, опирающейся либо на сферическую шайбу (при грузоподъемности до 3,3 т), либо на упорный шарикоподшипник (рис. 3.7, *а*). Сама траверса (рис. 3.7, *з*) имеет на концах канавки под стопорные накладки, препятствующие осевому перемещению, но дающие возможность свободного поворота траверсы вместе с крюком относительно горизонтальной оси, что облегчает манипулирование крюком при захвате груза.

В многоблочных обоймах (см. рис. 3.7, *б*) ось блоков сильно нагружена. Для ее разгрузки применяют разгрузочные листы, связывающие ось блоков с траверсой.

Для уменьшения кручения грузового полиспаста может быть применена обойма с развернутыми ветвями каната (см. рис. 3.7, *д*).

Количество блоков в обойме зависит от кратности полиспаста (рис. 3.8). На рис. 3.8, *б* приведена нормальная обойма с уравнительным блоком.

При подъеме громоздких грузов вращение крюка относительно вертикальной оси вручную затруднительно. При дистанционном и автоматизированном управлении кранами необходимо извне управлять поворотом устанавливаемого изделия. На рис. 3.9 показана конструкция крюковой укороченной подвески с крюком 1, принудительно вращаемым через зубчатую 2 и червячную 3 передачи специальным электродвигателем 4 небольшой мощности, управляемым с пульта управления краном.

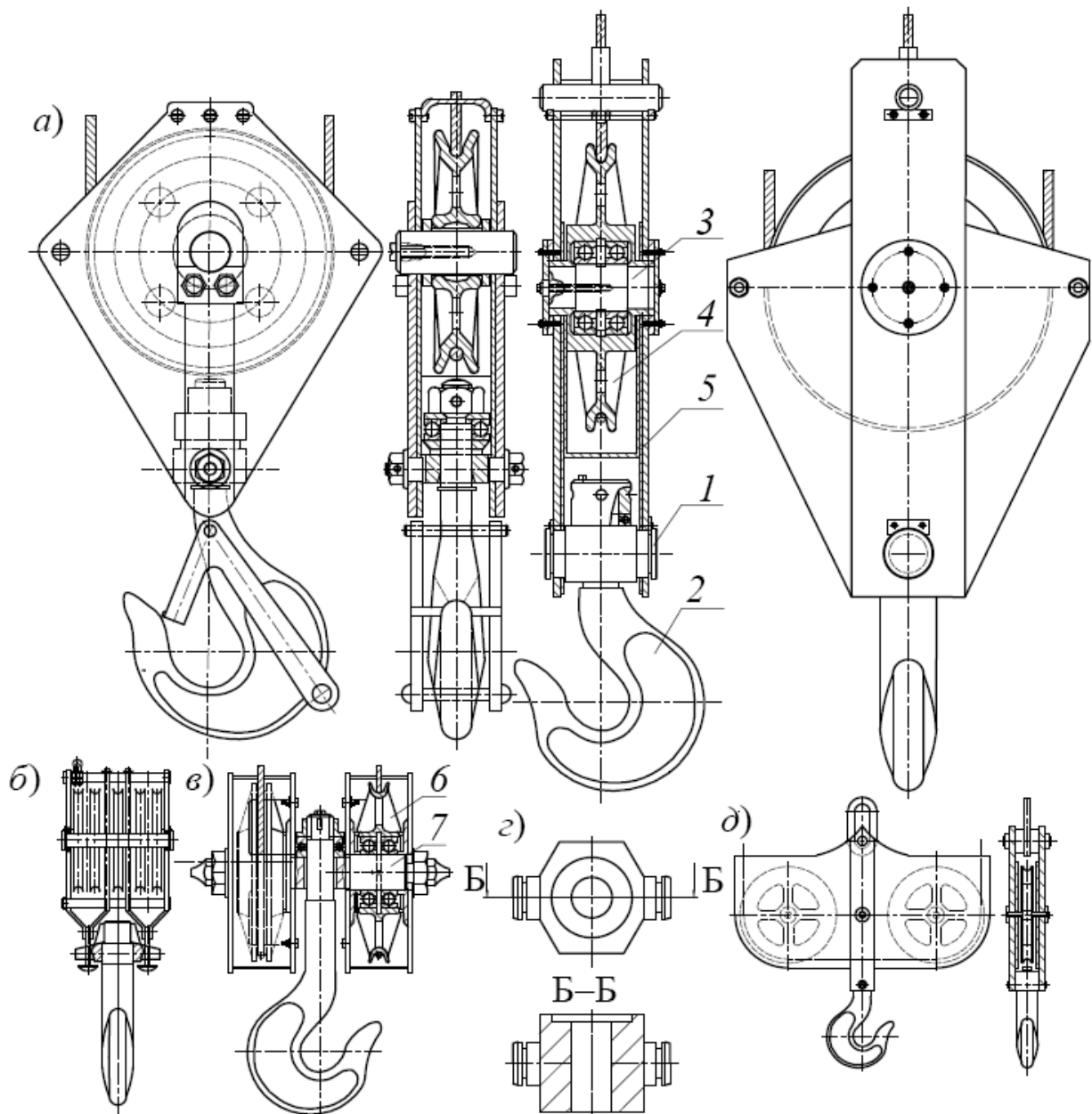


Рис. 3.7. Крюковые обоймы: *а* – нормальные одноблочные; *б* – с многоопорной осью блоков; *в* – укороченная двублочная; *г* – траверса; *д* – с разнесенными блоками

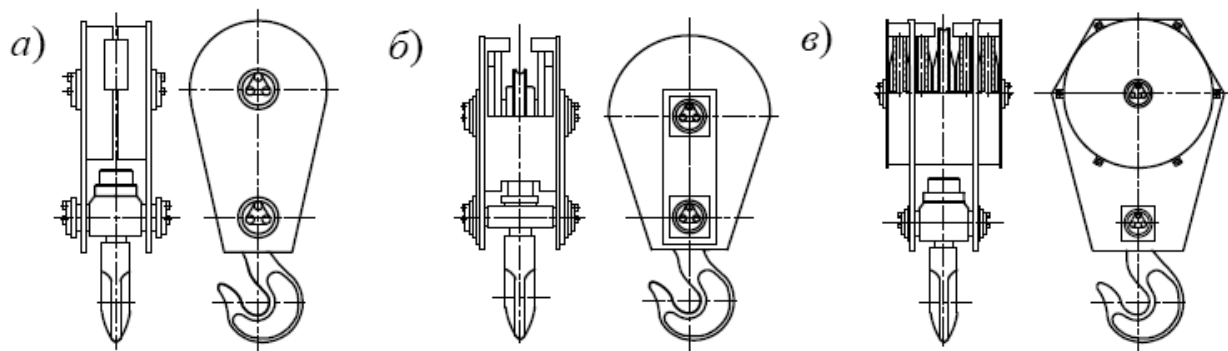


Рис. 3.8. Нормальные обоймы: *а* – одноблочная; *б* – трехблочная; *в* – пятиблочная

Для обвязки груза при его прикреплении к крюку применяются различные виды строп, изготовляемых из стальных или пеньковых канатов, сварных цепей и текстильных лент (рис. 10). Стропы накладываются на груз без узлов и петель: на острые ребра груза подкладывают специальные подкладки, предохраняющие стропы от повреждения. Согласно инструкции по зачаливанию грузов, канатные и цепные стропы выбирают такой длины, чтобы угол между их ветвями не был больше 90° ($\alpha \leq 45^\circ$), так как это ведет к значительному увеличению нагрузки на ветви стропа (рис. 3.10, в).

В некоторых случаях при погрузочно-разгрузочных работах требуется точное оперативное взвешивание поднимаемого груза (например, погрузочно-разгрузочные работы на самолетах и др.). Для этой цели может быть использована крюковая подвеска, оборудованная механизмом для измерения массы груза (рис. 3.11). Механизм включает пластинчатую пружину 1, один конец которой вильчатый болтом 2 прикреплен к корпусу 3 подвески, а другой – к втулке 4. Втулка эксцентрично посажена на ось 5 подвижного блока 6 и через мультипликатор связана со стрелкой 7 шкалы показаний 8. Зубчатое колесо 9 мультипликатора, прикрепленное к втулке 4, находится в зацеплении с зубчатым колесом 10. На одной оси с колесом 10 установлено зубчатое колесо 11, находящееся в зацеплении с зубчатым колесом 12, на оси которого закреплена стрелка 7. Шкала показаний 8 установлена между зубчатым колесом 12 и стрелкой 7 и прикреплена к корпусу 3 подвески. Другой подвижный блок 13 полиспаста закреплен на втулке 4.

В рабочем положении блоки 6 и 13 огибаются ветвями грузового троса грузоподъемного механизма. За счет эксцентриситета втулки 4 при подъеме груза создается момент сил, который поворачивает втулку на игольчатом подшипнике 14 вокруг оси 5 и закручивает пластинчатую пружину. Небольшой угол поворота втулки 4 увеличивается с помощью зубчатых пар 9–10 и 11–12, и стрелка 7 на шкале 8 поворачивается на значительный угол. Регулирование хода стрелки и небольшую предварительную натяжку осуществляют болтом 2.

Специальные захваты

Для захватывания и подвешивания к крюку однотипных грузов применяют разнообразные специализированные механические

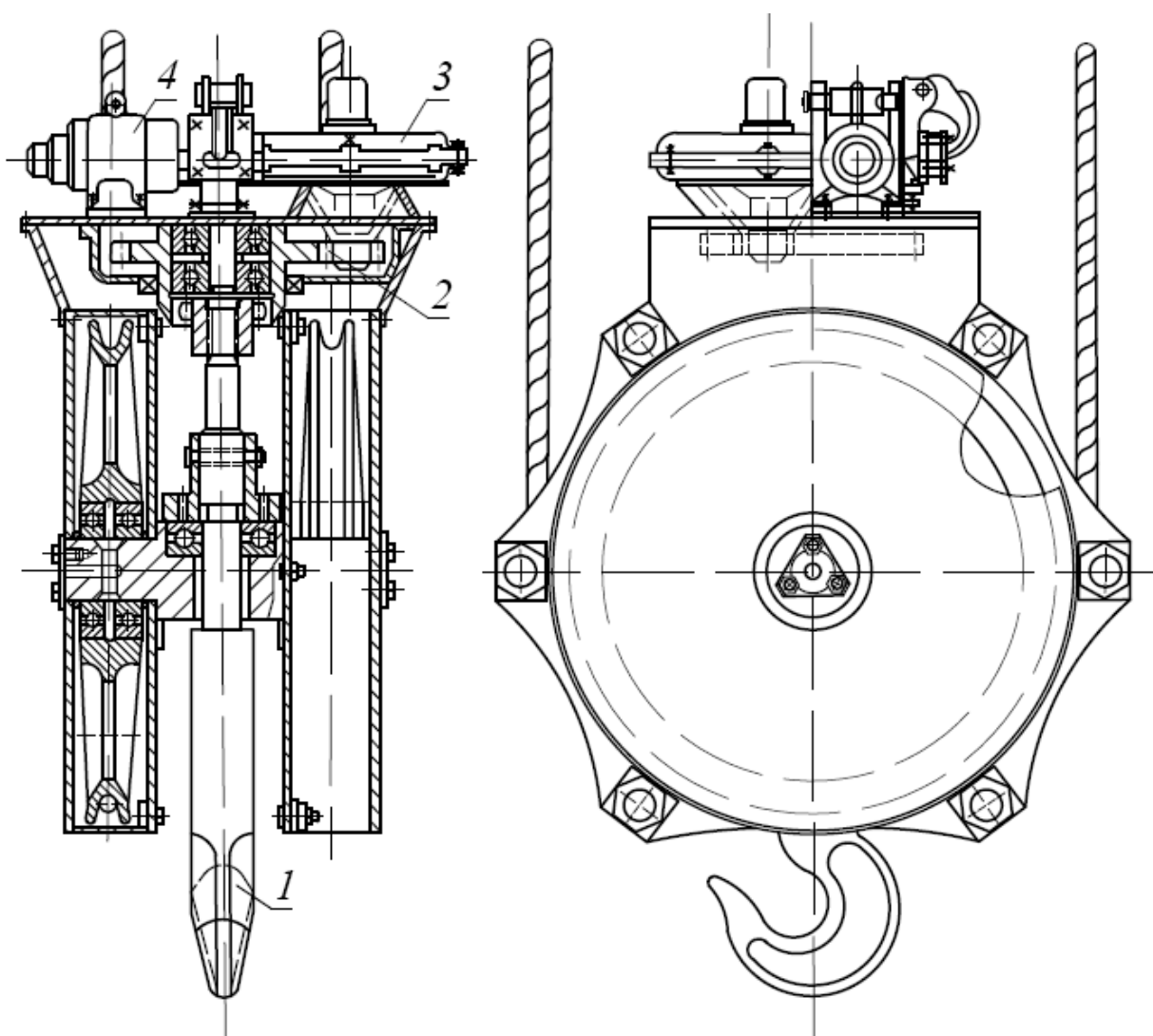


Рис. 3.9. Крюковая обойма с принудительно вращаемым крюком

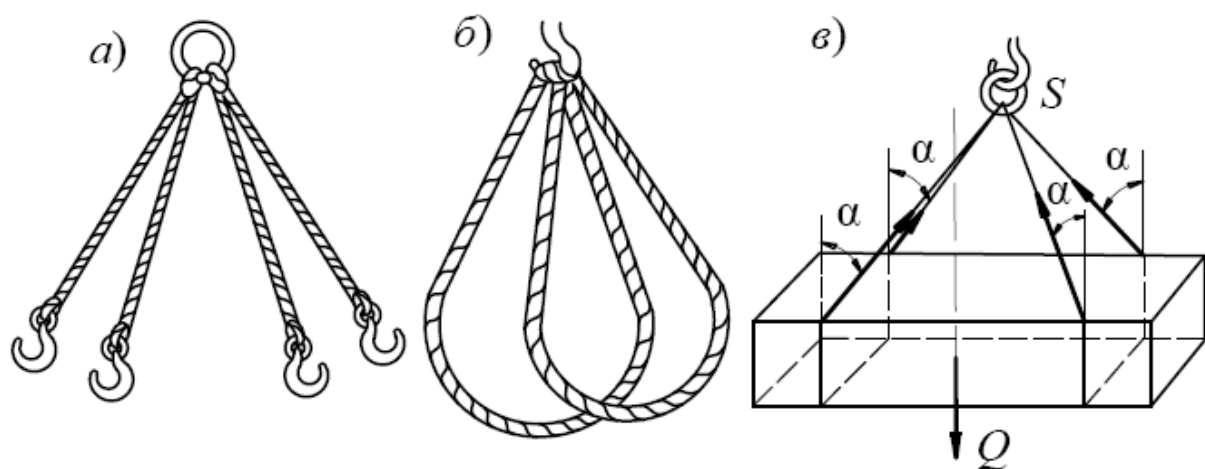


Рис. 3.10. Стропы:
а – крюковые; *б* – петлевые;
в – схема подвешивания груза

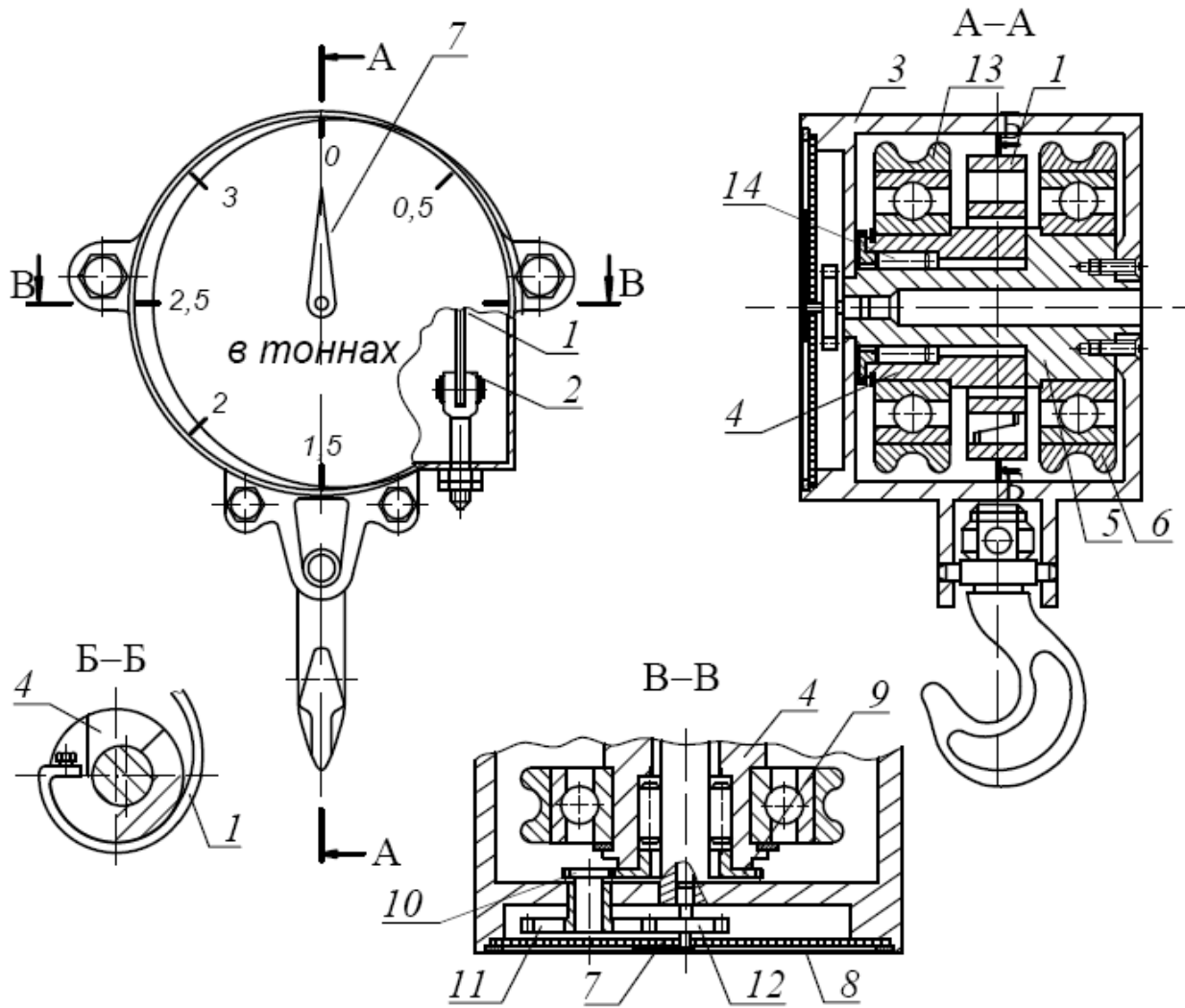


Рис. 3.11. Крюковая подвеска с механизмом измерения массы груза

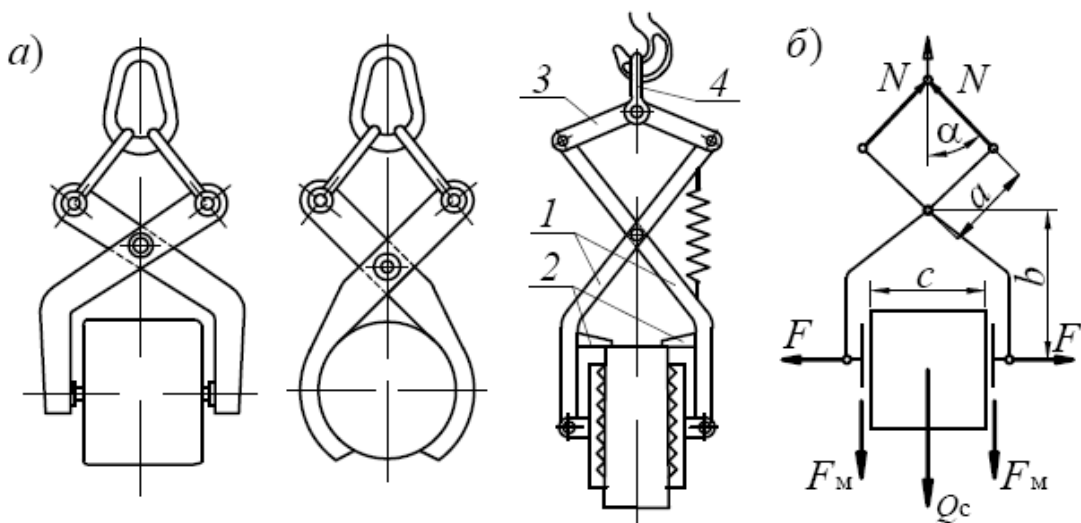


Рис. 3.12. Клецевой фрикционный захват со стягиваемой рычажной системой: *a* – захваты; *б* – схема действия сил

захваты. Наиболее широко используют зажимные фрикционные захваты: клещевые и эксцентрикковые. Клещевые фрикционные захваты представляют собой рычажные системы, зажимающие груз действием веса самого груза. Простейший клещевой захват (рис. 3.12, *а*) состоит из двух захватных рычагов 1 с ограничителями 2, двух тяговых рычагов 3 и серьги подвески 4. Схема действия сил в рычагах показана на рис. 3.12, *б*.

Для транспортирования листового металла в вертикальном положении применяются фрикционные эксцентрикковые захваты (рис. 3.13, *а*). Необходимая сила трения для удержания груза создается эксцентрикковым кулачковым зажимом. Схема действия сил при работе эксцентриккового фрикционного захвата показана на рис. 3.13, *б*.

Для перемещения металлолома, металлических листов, а также металла различного профиля применяют подъемные электромагниты, исключаяющие необходимость строповки. Электромагниты имеют цилиндрическую или прямоугольную форму. Диаметры серийно изготавливаемых электромагнитов не превышают 1600 мм. Размеры прямоугольных магнитов 730×1200 мм. Электромагниты навешивают на крюк крана и подключают к постоянному току напряжением 220 В, подаваемым к ним по гибкому кабелю 1 (рис. 3.14, *а*). Круглый грузоподъемный магнит серии М состоит из литого герметичного корпуса 3, изготовленного из стали с высокой магнитной проницаемостью, наружного 5 и внутреннего 6 полюсных башмаков. Внутри корпуса помещена секционная обмотка 4, причем каждая секция выполнена из медной ленты. Витки секции изолированы тонкой асбестовой бумагой, пропитанной изоляционным теплостойким лаком, или стекловолоконистой лентой. Полюсы 5 и 6 удерживают снизу через немагнитную шайбу 7 из высокомарганцовистой стали. С корпусом полюсы соединены болтами или сваркой. Электромагнит подвешивают на крюк крана с помощью цепной подвески 2 с тремя ветвями. Для подъема длинномерных грузов электромагниты размещают на траверсе (рис. 3.14, *б*). Грузоподъемность магнита зависит от воздушного зазора между грузом и полюсами электромагнита, а следовательно, от характера поднимаемого груза и изменяется в пределах 5–40 т. Так, например, относительная грузоподъемность при подъеме болванок, стружки и скрапа соответственно равна 1:0,08:0,035. Область применения

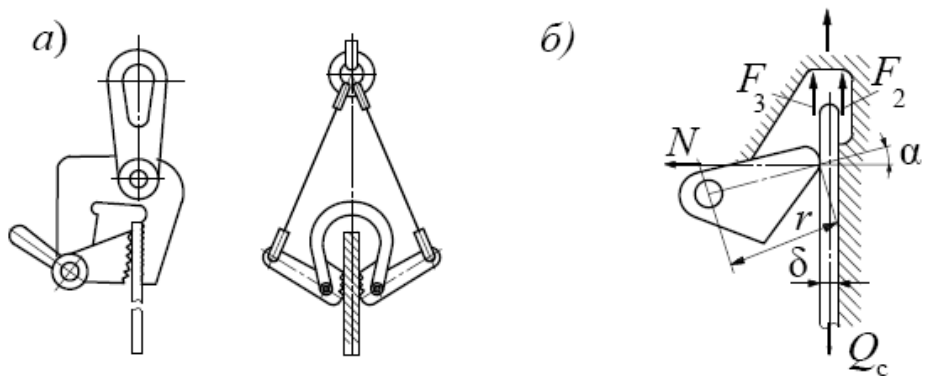


Рис. 3.13. Эксцентриковые захваты:
a – захват; *б* – схема действия сил

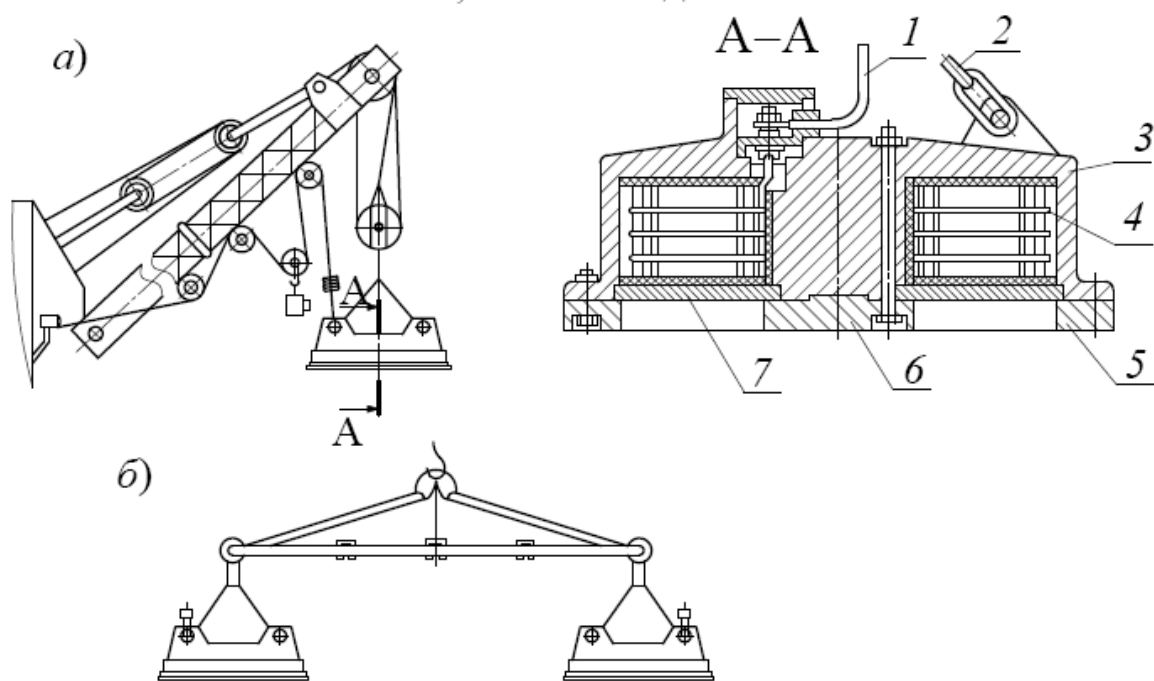


Рис. 3.14. Подъемные электромагниты:
a – одиночный; *б* – на траверсе

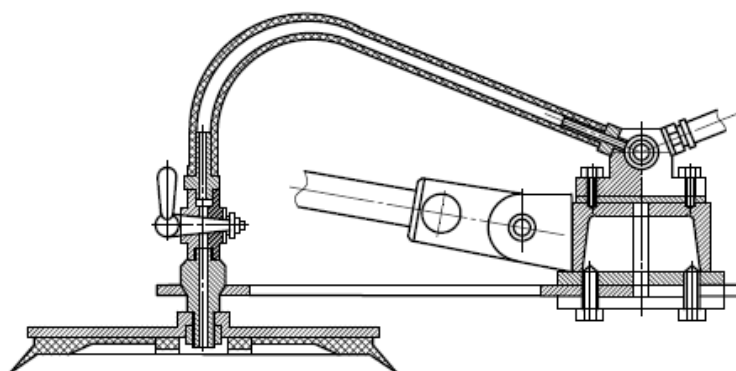


Рис. 3.15. Вакуумный захват

электромагнитных захватов ограничивается температурой транспортируемого материала до 400–500 °С.

Для подъема немагнитных листовых грузов, например перегородочных плит, фанеры, листового стекла, бетонных и других изделий, применяют вакуумные захваты (рис. 3.15), выполняемые в виде резиновых присосов диаметром до 400 мм, из полости которых вакуумными насосами удаляется воздух. Эти захваты используют для подъема небольших по площади грузов. При крупногабаритных грузах применяют несколько навешиваемых на траверсу захватов. Вакуумный насос и управляющая аппаратура располагаются в этом случае на траверсе и управляются дистанционно при помощи электромагнитных пускателей. Остаточное давление в камере находится в пределах $(0,05-0,2) \cdot 10^5$ Па.

Применение фрикционных, вакуумных и электромагнитных захватов категорически запрещено для транспортирования ядовитых и взрывоопасных грузов.

В горной промышленности подъемные магниты и вакуумные захваты не нашли своего применения.

Опрокидные и раскрывающиеся бадьи. Грейферы

Перемещение грузоподъемными машинами сыпучих (песок, щебень, гравий, мел и др.) и жидких (растворы, бетоны) материалов производится в опрокидных и раскрывающихся бадьях различных конструкций. На рис. 3.16 приведены наиболее распространенные из них. Короб бадьи 1 (рис. 3.16, а) подвешен к траверсе 2, надеваемой на крюк крана. Бадья устроена так, что центр сил тяжести порожнего короба располагается ниже и справа от поворотных цапф и благодаря чему порожний короб всегда занимает положение, фиксируемое упором 3. Центр силы тяжести груженого короба должен располагаться выше и левее поворотных цапф. При транспортировании груженный короб удерживается от опрокидывания запорным рычагом 4. Для разгрузки бадьи этот рычаг откидывают. Возвращение короба в исходное положение происходит автоматически. У бадьи с раскрывающимся днищем створки 9 (рис. 3.16, б) днища короба удерживаются запорными рычагами 7 и 8, переведенными за мертвую точку оси 6. Створки раскрывают и закрывают рычагом 5. Бадьи малоприспособны для массовой переброски сыпучих материалов, так как не приспособлены к автоматической загрузке мате-

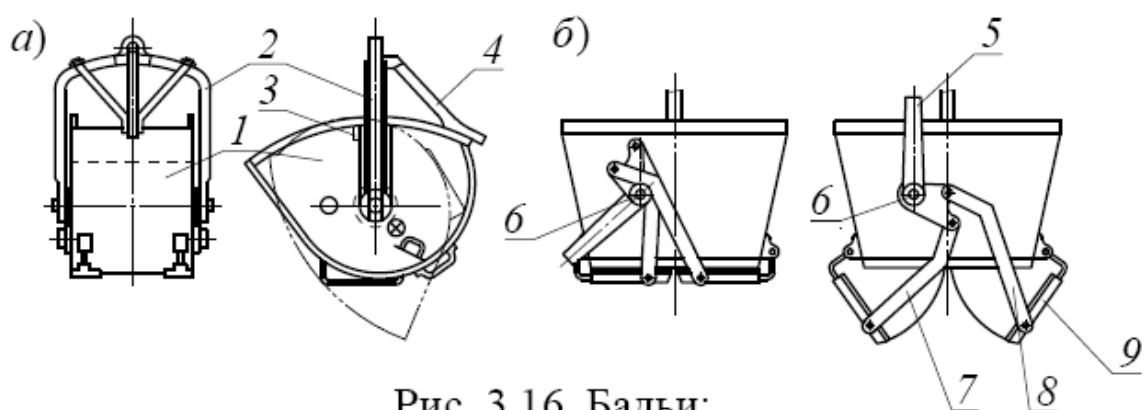


Рис. 3.16. Бадьи:
а – опрокидная; *б* – с раскрывающимся дном

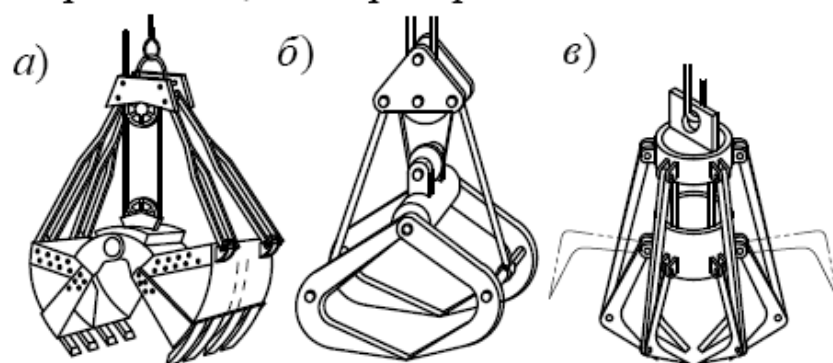


Рис. 3.17. Грейферы:
а – двухчелюстной для сыпучих грузов; *б* – двухчелюстной для штучных грузов; *в* – многочелюстной

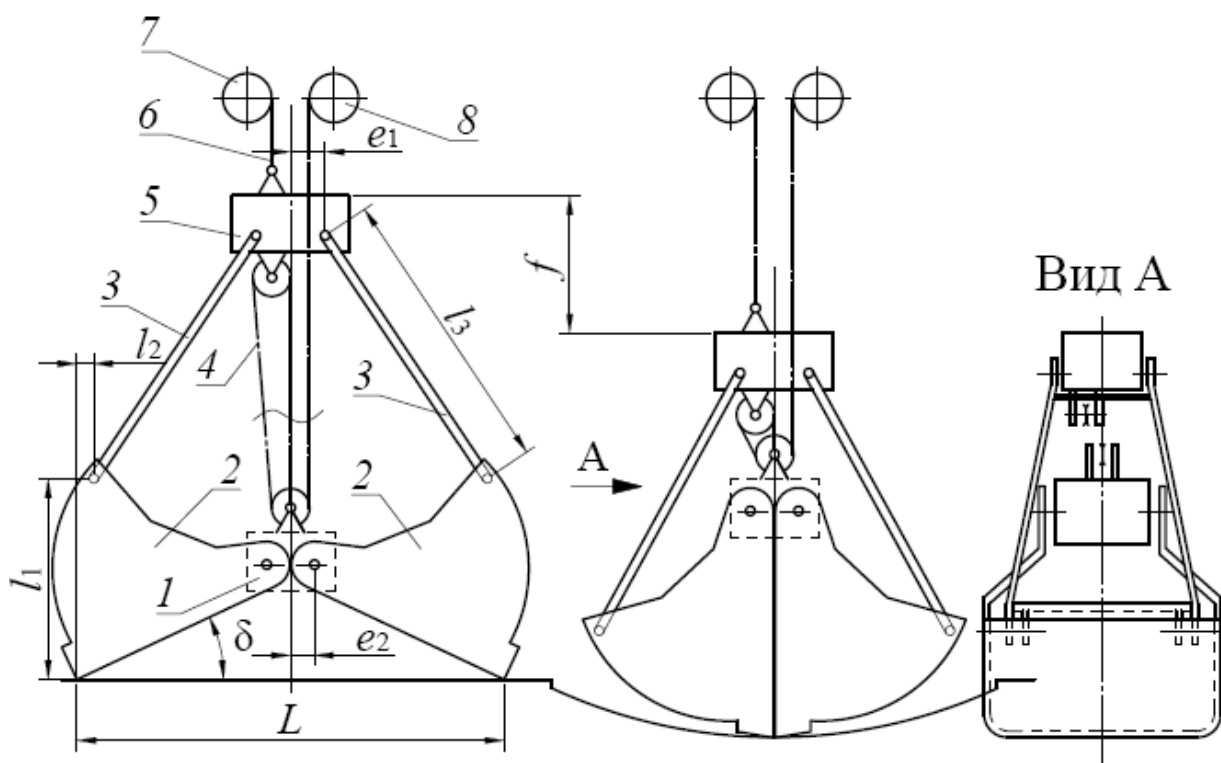


Рис. 3.18. Двухканатный грейфер

риалами и требуют ручного управления разгрузкой. Для таких операций применяют автоматически работающие челюстные ковши – грейферы. Некоторые типы грейферов приведены на рис. 3.17.

Наибольшее распространение имеют двухчелюстные грейферы для сыпучих материалов (рис. 3.17, *а*), которыми оборудованы почти все передвижные поворотные краны. Емкость двухчелюстных грейферов 0,4–10 м³.

Двухчелюстные грейферы с открытыми с торцов челюстями используют для перегрузки труб, бревен и других длинномерных грузов (рис. 3.17, *б*). Для захватывания крупнокусковых материалов, дров, металлической стружки и других материалов применяют многочелюстные (шести- и восьмичелюстные) грейферы (рис. 3.17, *в*).

По принципу действия различают двух-, одноканатные (крюковые), четырехканатные и моторные грейферы.

Двухканатный грейфер (рис. 3.18) подвешивают к двухбарабанной или к двум однобарабанным лебедкам 7 и 8 на подъемном 6 (поддерживающем) и замыкающем 4 канатах. Поддерживающий канат 6 закреплен на верхней траверсе 5, к которой посредством ттяг 3 присоединены челюсти 2 ковшовой формы. Внутренние концы челюстей связаны между собой шарнирами, которые находятся на нижней траверсе 1 грейфера с закрепленным в ней концом замыкающего каната 7. Замыкающий канат образует полиспаст между блоками траверс и наматывается на замыкающий барабан 8.

Когда грейфер висит на поддерживающем канате 6, а замыкающий канат 5 освобожден, челюсти 1 грейфера под действием собственного веса и веса нижней траверсы 4 раскрываются и содержимое ковша высыпается (рис. 3.19, *з*). При одновременном отпуске обоих канатов грейфер независимо от положения челюстей опускается и ложится на материал (рис. 3.19, *а*). При выборе замыкающего каната челюсти грейфера смыкаются, захватывая материал (рис. 3.19, *б*). Выбор замыкающего каната после полного замыкания челюстей приводит к подъему грейфера (рис. 3.19, *в*). При этом должен выбираться (во избежание провисания) и поддерживающий, который при достаточной опытности крановщика может принять на себя часть общей нагрузки.

При опускании грейфера на грунт замыкающий канат ослаблен, а натяжение поддерживающего каната снижается со значения S_1 до нуля (фаза А) (рис. 3.19, *д*). При замыкании челюстей натяже-

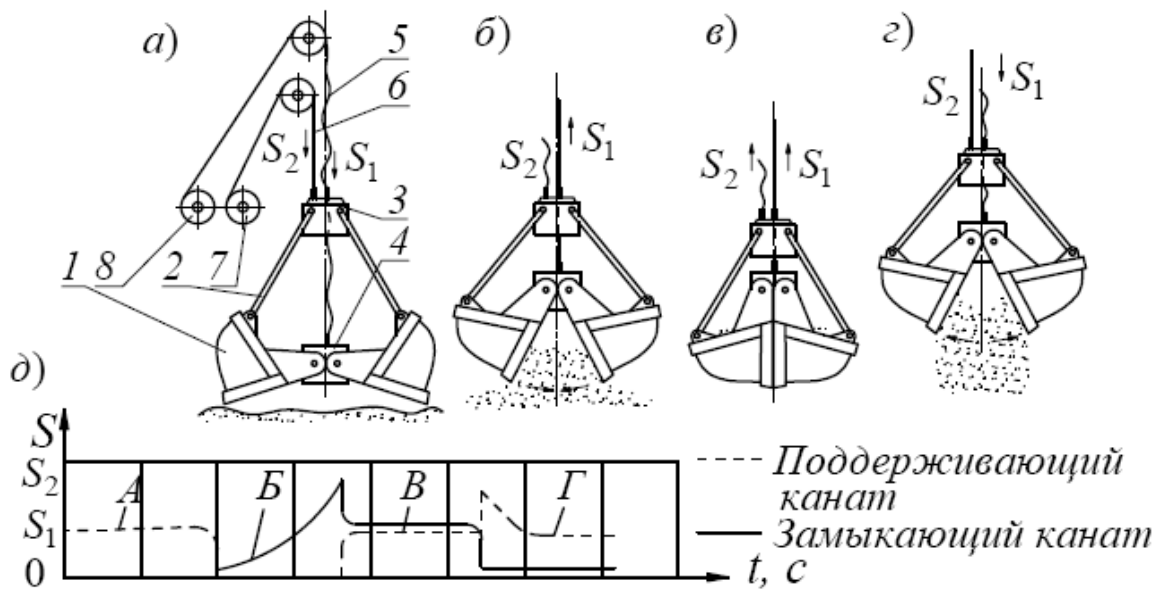


Рис. 3.19. Принцип работы грейфера: а – опускание на материал; б – захват груза; в – подъем грейфера; г – разгрузка; д – диаграмма натяжения канатов

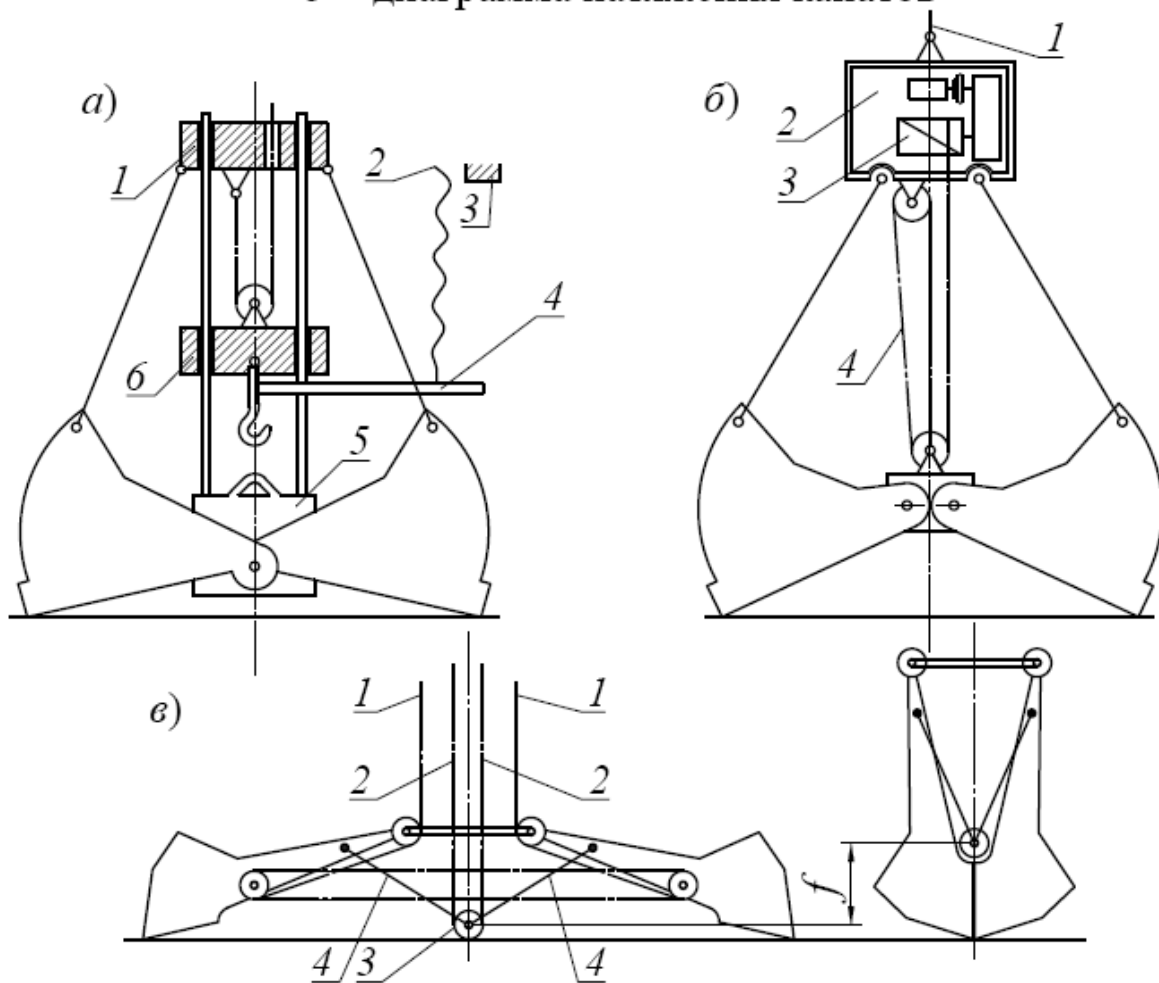


Рис. 3.20. Грейферы: а – одноканатный; б – моторный; в – подгребающий

ние замыкающего каната растет до величины S_2 (фаза Б). В специальных грейферных лебедках с электроприводом нагрузка между канатами автоматически распределяется поровну, так как включенный по окончании зачерпывания двигатель лебедки поддерживающего каната, будучи ненагруженным, быстро разгоняется до скорости двигателя лебедки замыкающих канатов и принимает на себя соответствующую часть нагрузки (фаза В). При разгрузке замыкающий канат ослаблен, натяжение подъемного каната резко увеличивается до S_2 с последующим снижением за счет высыпания груза до величины S_1 (фаза Г).

Крюковой (одноканатный) грейфер (рис. 3.20, а) навешивают на крюк крана петлей, связанной канатом с подвижной средней траверсой 6, которая при помощи крюка, управляемого ручкой 4, может сцепляться с нижней траверсой 5. Так же как у двухканатного, челюсти одноканатного грейфера связаны шарниром с нижней траверсой 5 и посредством тросов — с верхней траверсой 1. При подъеме закрытого грейфера крюк скреплен с нижней траверсой 5. На некоторой высоте ручка 4 упирается в специальный разгрузочный колокол 3 (или подвергается воздействию специального разгрузочного канатика 2, управляемого крановщиком из кабины), крюк поворачивается, разъединяется с нижней траверсой, и челюсти грейфера раскрываются. Далее грейфер отпускается на материал. При дальнейшем отпускании каната крюк под действием веса подвижной траверсы 6 опускается и сцепляется с нижней траверсой. При выборе каната челюсти постепенно замыкаются, захватывая материал, а после полного их смыкания грейфер поднимается.

Крюковой грейфер работает от однобарабанной лебедки. Его недостатком является невозможность автоматической разгрузки на любой высоте, а также сложность эксплуатации механизма сцепления подвижной траверсы с нижней. Кроме того, ввиду конструктивной сложности размещения внутреннего полиспаста он обычно не применяется, и усилие, развивающееся на кромках челюстей, невелико. Этим и объясняется сравнительно малое распространение таких грейферов в строительстве.

Моторный грейфер (рис. 3.20, б), так же как и крюковой, навешивают петлей 1 на крюк крана, но замыкание и размыкание челюстей производится электролебедкой (электроталью) 3, помещенной в верхней траверсе 2 грейфера. Для питания привода необходим

кабельный токопровод. Наличие лебедки в грейфере требует безударного опускания его на материал.

Моторные грейферы удобны в эксплуатации, однако они могут быть применены лишь в кранах с электроприводом и хорошо работают только на перегрузке сыпучих и мелкокусковых материалов.

Внедрение челюстей в материал происходит только под действием веса грейфера. Предварительное внедрение в сыпучие и мелкокусковые материалы происходит и за счет кинетической энергии падающего грейфера. Грейфер, вес которого меньше нормального для данного материала, скользит по нему и плохо заполняется. Грейфер, имеющий вес больше нормального, зарывается в материал. Так как иметь отдельный грейфер для каждого материала невозможно, вес грейфера можно изменять навеской или снятием специальных грузов, укрепляемых на нижней траверсе.

Подгребающие грейферы предназначены для зачерпывания материала, например, из вагонов и т. п. В четырехканатном подгребающем грейфере замыкающие канаты 1 образуют горизонтальный полиспаг (рис. 3.20, в). Поддерживающие канаты 2 обходят блоки на траверсе 3, связанной с челюстями посредством тяг. Замыкание грейфера производится при движении замыкающих канатов вверх, раскрытие грейфера в подвешенном состоянии – при остановленных замыкающих канатах и перемещающихся вверх поддерживающих. При горизонтальном замыкающем полиспаге кривая зачерпывания близка к горизонтальной линии. Размах челюстей в раскрытом состоянии достигает 8 м. Особенностью подгребающего грейфера является то, что при зачерпывании материала траверса с блоками поддерживающих канатов смещается вверх на величину f , а не вниз, как у обычных грейферов.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Грузовой крюк

1. Геометрические размеры крюка.

Для расчета рабочих напряжений в теле крюка необходимо определить геометрические размеры опытного образца с помощью штангенциркуля, согласно схеме, изображенной на рис. 3.21.

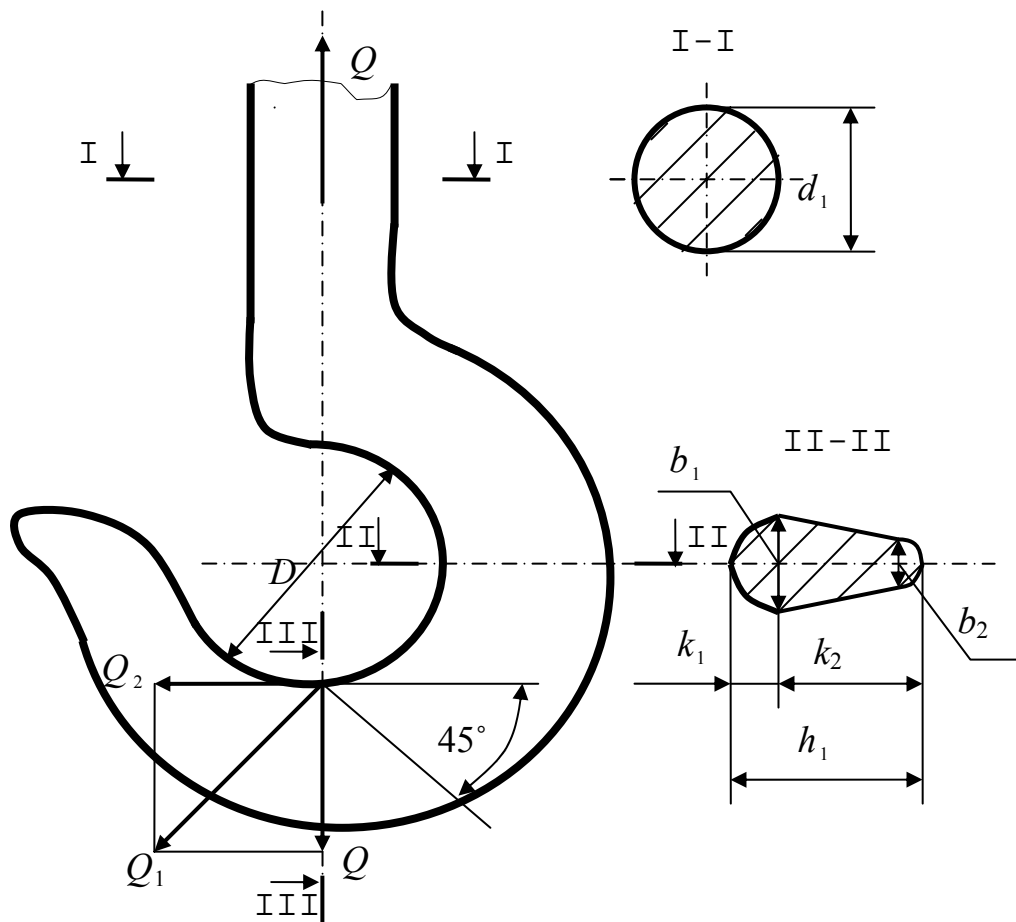


Рис. 3.21. Расчетная схема грузового крюка

Результаты замеров заносятся в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Размеры грузового крюка

Размеры, м	Результаты измерений					Среднее значение, м
	1	2	3	4	5	
Рис. 3.21						
d_1						
h_1						
b_1						
b_2						
k_1						
k_2						
Рис. 3.22						
d_0						
d_2						
d_3						
d_4						
S						

2. Расчет грузового крюка на прочность.

На прочность грузовой крюк проверяют определением напряжений в сечениях I–I; II–II и III–III (см. рис. 3.21).

В сечении I–I крюк рассчитывают на растяжение (МПа)

$$\sigma_I = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq [\sigma_p]. \quad (3.1)$$

В сечении II–II крюк рассчитывают как кривой брус, нагруженный эксцентрично приложенным усилием.

Наибольшее напряжение растяжения внутренних волокон сечения II–II (МПа):

$$\sigma_{II} = \frac{2Qk_2}{tF_1D} \leq [\sigma_p], \quad (3.2)$$

где F_1 – площадь сечения II–II, которая приближенно определяется как площадь трапеции (м²):

$$F_1 = \frac{b_1 + b_2}{2} h_1; \quad (3.3)$$

k_2 – расстояние (м) от центра тяжести сечения до внутренних волокон:

$$k_2 = \frac{2b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \frac{h_1}{3}; \quad (3.4)$$

t – коэффициент, зависящий от кривизны и формы сечения крюка:

$$t = \frac{2r}{(b_1 + b_2)h_1} \left\{ \left[b_1 + \frac{b_2 - b_1}{h_1} (r - k_1) \right] \ln \frac{r + k_1}{r - k_2} - (b_2 - b_1) \right\} - 1, \quad (3.5)$$

где r – расстояние от центра приложения нагрузки до центра тяжести сечения (м):

$$r = \frac{D}{2} + k_2; \quad (3.6)$$

D – диаметр зева крюка, м; k_1 – расстояние от центра тяжести сечения до наружных волокон крюка (м):

$$k_1 = h_1 - k_2. \quad (3.7)$$

Напряжение в сечении III–III определяют при условии, когда стропы расположены под углом $\alpha = 45^\circ$ к вертикали (см. рис. 3.10).

Усилие, разгибающее крюк, (Н):

$$Q_2 = \frac{Q}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.8)$$

где α – угол отклонения строп от вертикали.

Наибольшее напряжение растяжения внутренних волокон в сечении III–III (МПа):

$$\sigma_{\text{III}} = \frac{2Q_2 k_2}{t F_1 D}. \quad (3.9)$$

Значения параметров F_1 , D , k_2 , t сечения III–III могут быть приняты такими же, как для сечения II–II, если оба сечения примерно равны между собой.

Касательное напряжение (на срез) в сечении III–III (МПа):

$$\tau = \frac{Q}{F_1}. \quad (3.10)$$

Суммарное приведенное напряжение в сечении III–III, согласно третьей теории прочности (МПа):

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_{\text{III}}^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma_p]. \quad (3.11)$$

Хвостовик крюка может иметь различную конструкцию, в зависимости от способа крепления к подвеске. На рис. 3.22 изображены некоторые виды хвостовой части грузовых крюков.

Крепежный участок хвостовика грузового крюка можно рассчитывать на растяжение по формулам:

$$a) \quad \sigma_{\text{A-A}} = \frac{4Q}{\pi d_0^2} \leq [\sigma_p]; \quad (3.12)$$

$$б) \quad \sigma_{\text{Б-Б}} = \frac{Q}{S(d_3 - d_2)} \leq [\sigma_p]; \quad (3.13)$$

$$в) \quad \sigma_{\text{В-В}} = \frac{2Q}{\pi d_4^2} \leq [\sigma_p]. \quad (3.14)$$

Допускаемое напряжение на растяжение для стали марки 20, из которой изготовлен крюк, составляет $[\sigma_p] = 145$ МПа.

Величину Q при подстановке в расчетные формулы следует принимать на 25 % больше паспортной грузоподъемности грузового крюка.

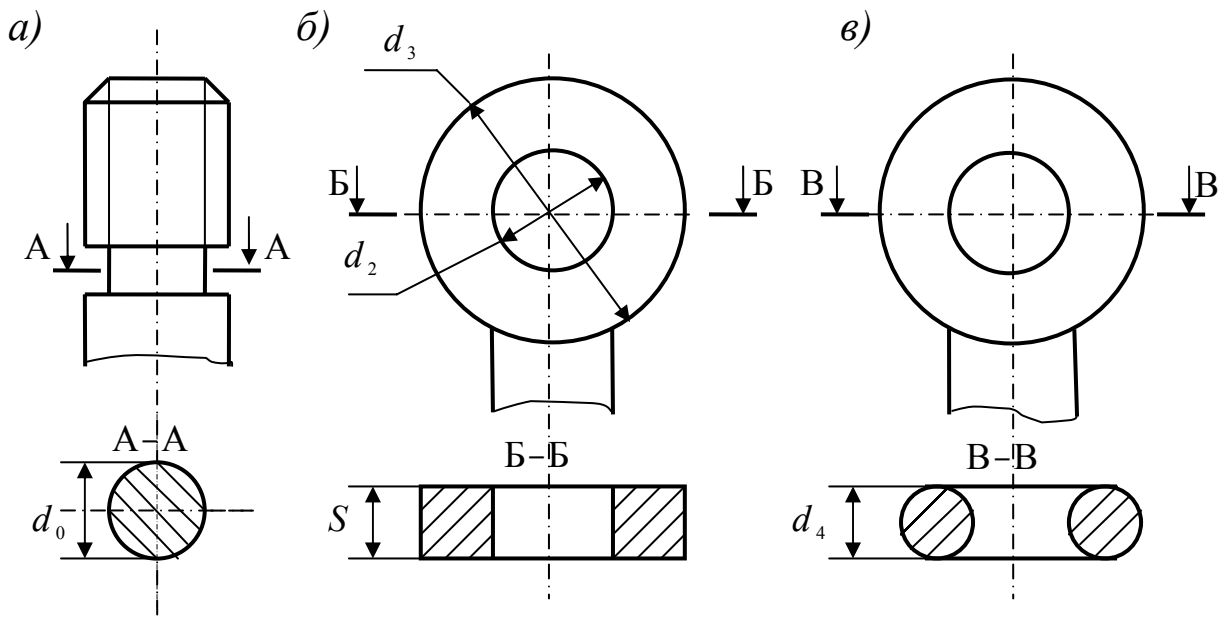


Рис. 3.22. Типы крепления хвостовика грузового крюка:
а – резьбовой; *б* – шарнирный; *в* – петельный

3. Сопоставление расчетных напряжений с паспортной грузоподъемностью крюка.

Испытание на прочность грузовых крюков производится с превышением веса поднимаемого груза на 25 %, следовательно, при этой нагрузке крюк должен обладать запасом прочности в пределах $n = 1,6-1,8$ (согласно правилам Ростехнадзора и ГОСТ 25835-83).

Учитывая эти нормативы, определяют коэффициенты запаса прочности по расчетным сечениям грузового крюка:

$$n_I = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_I} \geq 1,6 \div 1,8; \quad (3.15)$$

$$n_{II} = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_{II}} \geq 1,6 \div 1,8; \quad (3.16)$$

$$n_{III} = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_{III}} \geq 1,6 \div 1,8. \quad (3.17)$$

После подсчетов коэффициентов запаса прочности делают выводы о соответствии расчетных данных паспортной грузоподъемности крюка.

4. ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА

Цель работы: изучение конструкций тормозных устройств и их деталей.

Безопасность работы грузоподъемных машин во многом определяется надежностью работы тормозных устройств, входящих составной частью в каждый механизм.

Колодочные тормоза

Колодочные тормоза обычно выполняются нормально-замкнутыми, стопорными, автоматического действия.

Перемещение колодок у двухколодочных тормозов осуществляется через систему рычагов как при помощи груза, так и при помощи пружины.

При грузовом замыкании тормозов, вследствие значительной инерции груза, увеличивается время затормаживания, замыкание тормоза сопровождается ударами, возможно появление собственных колебаний рычажной системы, особенно при подвеске груза на рычаге большой длины.

Пружинное замыкание требует меньше времени для затормаживания, обеспечивает постоянство тормозного момента, позволяет осуществить более точную регулировку тормозного момента за счет изменения осадки рабочей пружины, создает возможность для компактного расположения механизмов.

По конструкции колодочные тормоза бывают с длинноходовым или короткоходовым электромагнитами, используемыми для размыкания тормоза. В современных крановых механизмах применяются в основном тормоза с короткоходовыми электромагнитами, т. к. они имеют минимальное число шарниров, что делает их работу более надежной.

Конструкция и схема двухколодочного тормоза с длинноходовым электромагнитом приведена на рис. 4.1. Тормозным шкивом 1 служит половина упругой втулочно-пальцевой муфты со стороны редуктора. Шкив охватывается двумя колодками 2 с приклепанными к ним фрикционными накладками 3.

Колодки шарнирно устанавливаются на середине двух вертикальных стальных рычагов 4, в свою очередь шарнирно установ-

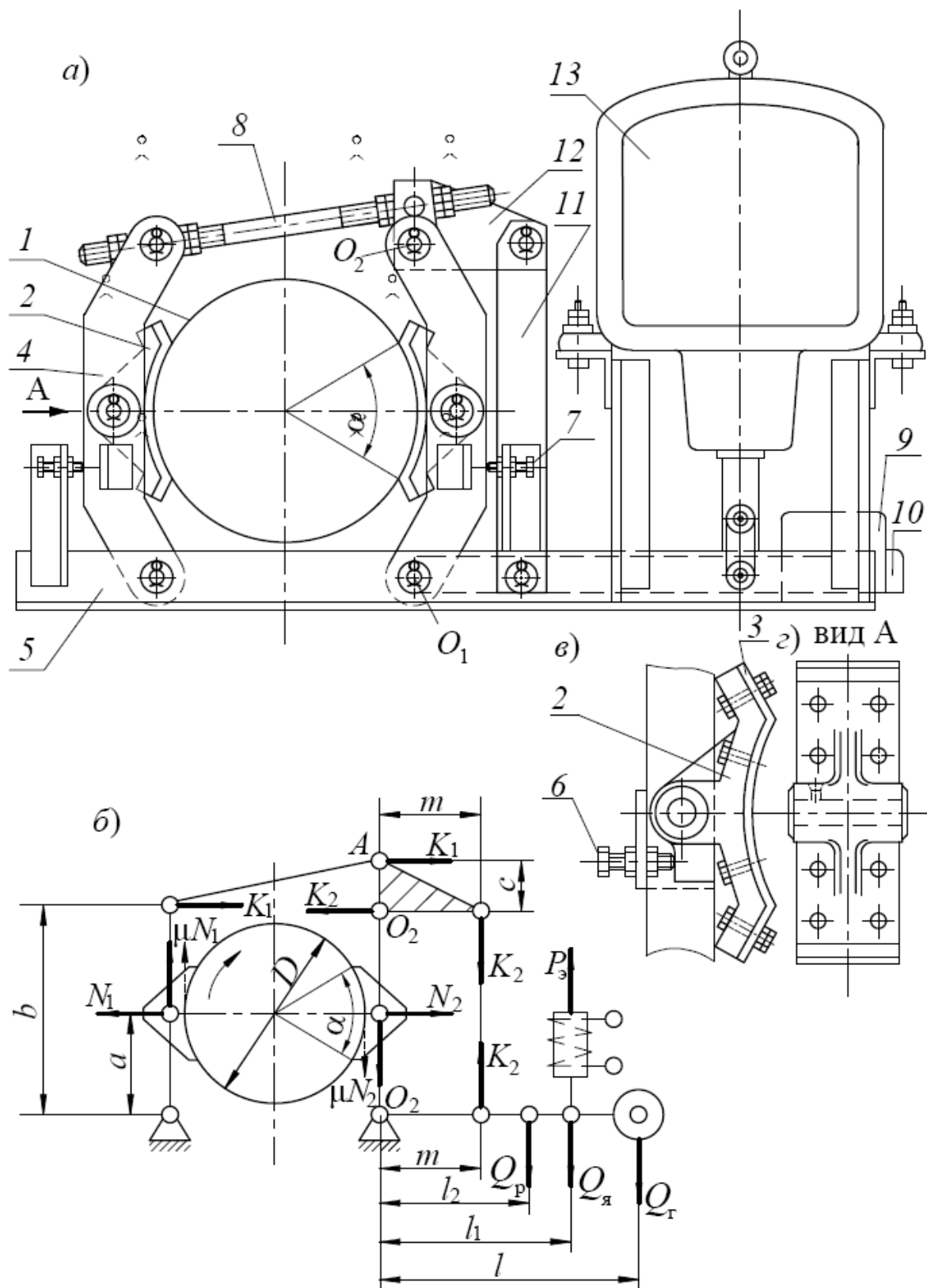


Рис. 4.1. Двухколодочный тормоз с длинноходовым электромагнитом: а – тормоз; б – схема действия сил; в – узел крепления колодки; з – тормозная колодка

ленных на общем основании 5. Поворот колодок относительно вертикальных рычагов 4 регулируется болтами 6, а вертикальных рычагов – относительно основания 5 болтами 7. Радиальный зазор между колодками и шкивом (1–2,5 мм) регулируют винтовой стяжкой 8.

Замыкается тормоз под действием веса груза 9, расположенного на грузовом рычаге 10. Рычаг 10 поворачивается относительно точки O_1 и через вертикальную тягу 11 поворачивает коромысло 12 относительно точки O_2 . Поскольку коромысло 12 винтовой стяжкой 8 связано с левым рычагом 4, то при повороте коромысла левый и правый рычаги 4 сближаются и посредством шарнирно закрепленных колодок 2 зажимают тормозной шкив. Механизм затормаживается. Размыкается тормоз с помощью плунжерного длинноходового электромагнита 13 (ход 20–40 мм), обмотки которого соединены параллельно с приводным электродвигателем. При пуске приводного электродвигателя якорь электромагнита перемещается вверх, поднимает рычаг 10 и держит его в таком положении во все время включения электродвигателя.

Конструкция и схема двухколодочного тормоза с короткоходовым электромагнитом представлена на рис. 4.2. Тормоз имеет стальные штампованные рычаги 1 и 2, укрепленные в коробке 3 пальцами 4, удерживающимися от выпадения вилками 5 (рис. 4.2, а). К коробке приварены пластины 6, в правую из которых упирается регулировочный болт 7. Фрикционные накладки прикреплены к колодкам 8. Пальцы 9, соединяющие колодки 8 с рычагами 1 и 2, закреплены винтами 10. Для удержания колодок в определенном положении служат упоры 12, помещенные в сквозных отверстиях рычагов (рис. 4.2, б). Упоры прижимаются пружиной 13 к внутренним поверхностям ребер колодок, чем создается их устойчивое положение.

Усилие, необходимое для прижатия колодок к тормозному шкиву, создается главной пружиной 14, стягивающей рычаги 1 и 2 (см. рис. 4.2, а). Пружина 14 помещена в стальную скобу 15, соединенную с рычагом 1 пальцем 11. На рычаг 2 усилие пружины передается через шток 16, проходящий через отверстия в скобе 15, рычагах 1, 2 и пальце 11. С одной стороны шток 16 имеет закаленную сферическую головку, упирающуюся в якорь электромагнита, а с другой квадратный хвостовик, позволяющий регулировать тормоз.

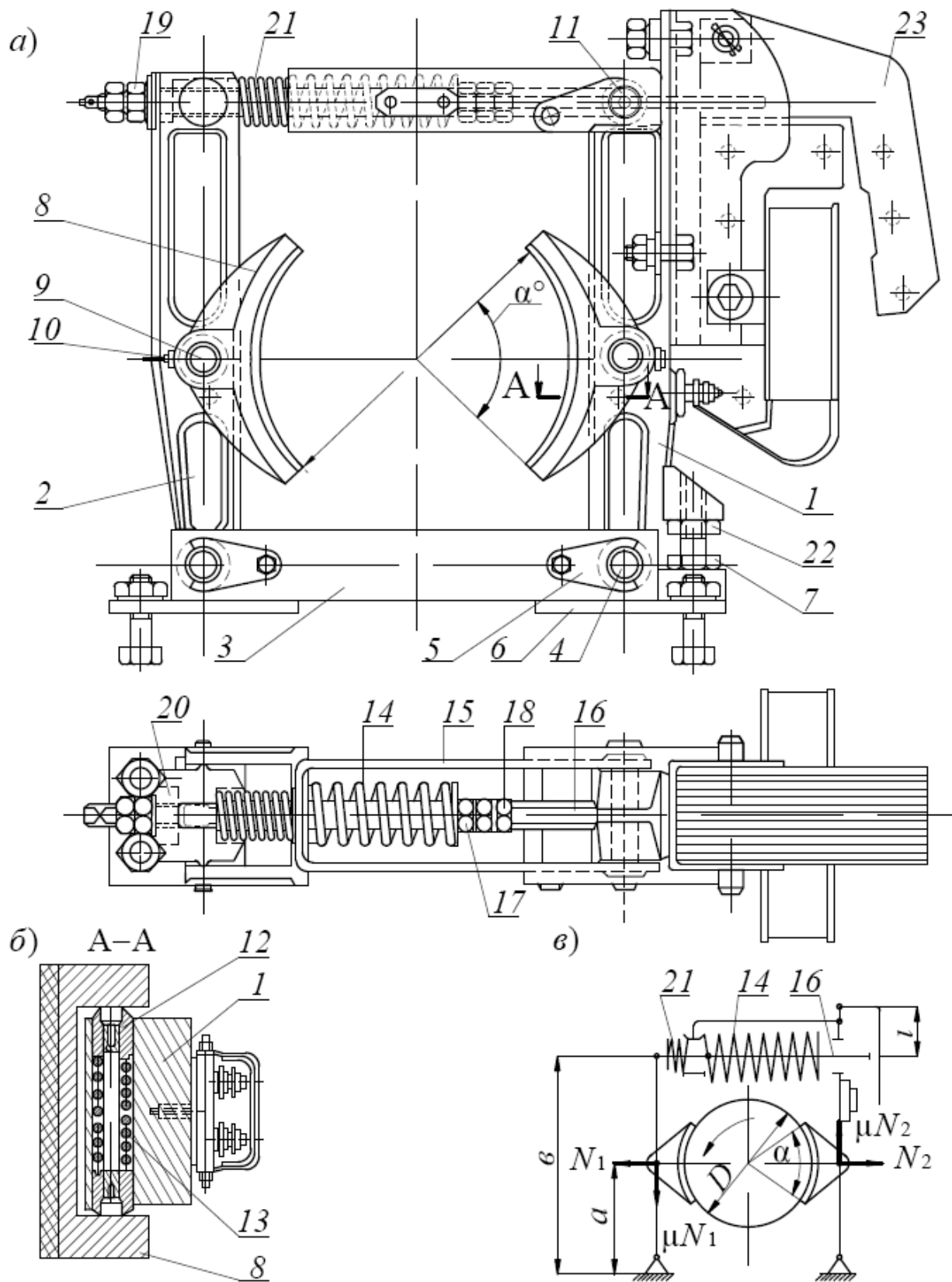


Рис. 4.2. Двухколодочный тормоз с короткоходовым электромагнитом: *а* – конструкция тормоза; *б* – фиксация колодки; *в* – схема

Установочная длина главной пружины 14 фиксируется двумя гайками 17, третья гайка 18 служит для разжимания рычагов при снятии колодок и регулировании пружины. Две гайки 19 у хвостовика предназначены для регулирования хода якоря и зазора между колодками и тормозным шкивом. Эти гайки опираются на рычаг 2 через сферическую и опорную шайбы 20, чем устраняется возможность изгиба штока 16. Для отвода рычага 2 при растормаживании служит помещенная между скобой 15 и рычагом 2 вспомогательная пружина 21, которая отодвигает рычаг 2 при подаче напряжения на электромагнитную катушку. Отход обеих колодок регулируется болтом 7 и фиксирующей контргайкой 22.

В заторможенном состоянии сжатая главная пружина 14 давит на скобу 15, соединенную пальцем с рычагом 1, и на гайки 17, сидящие на штоке 16. Под действием усилия главной пружины рычаги поворачиваются и прижимают колодки 8 к поверхности тормозного шкива, создавая необходимую силу трения.

В заторможенном положении якорь 23 магнита откинут, и между упорным ребром 6 и регулировочным болтом 7 имеется зазор. При подаче напряжения якорь 23 магнита притягивается к сердечнику и нажимает на шток 16, последний сдвигается и сжимает главную пружину 14, которая перестает стягивать рычаги. Рычаг 1 под действием веса электромагнита отодвигается от шкива до тех пор, пока регулировочный болт 7 не упрется в ребро 6, после чего под действием вспомогательной пружины 21 повернется рычаг 2. Растормаживание заканчивается, когда якорь магнита коснется сердечника.

Ленточные тормоза

Работа ленточных тормозов основана на трении тормозной ленты о тормозной шкив. С целью повышения коэффициента трения рабочая поверхность стальной ленты армируется фрикционными обкладками. Лента изготавливается из сталей марок 35, 45 и 35Г. Толщина ленты принимается от 3 до 10 мм в зависимости от ширины и диаметра шкива. При толщине ленты более 5 мм ее следует изготавливать из двух половин по дуге обхвата, соединенных в средней части шарниром или болтом с пружиной (рис. 4.3, в и г).

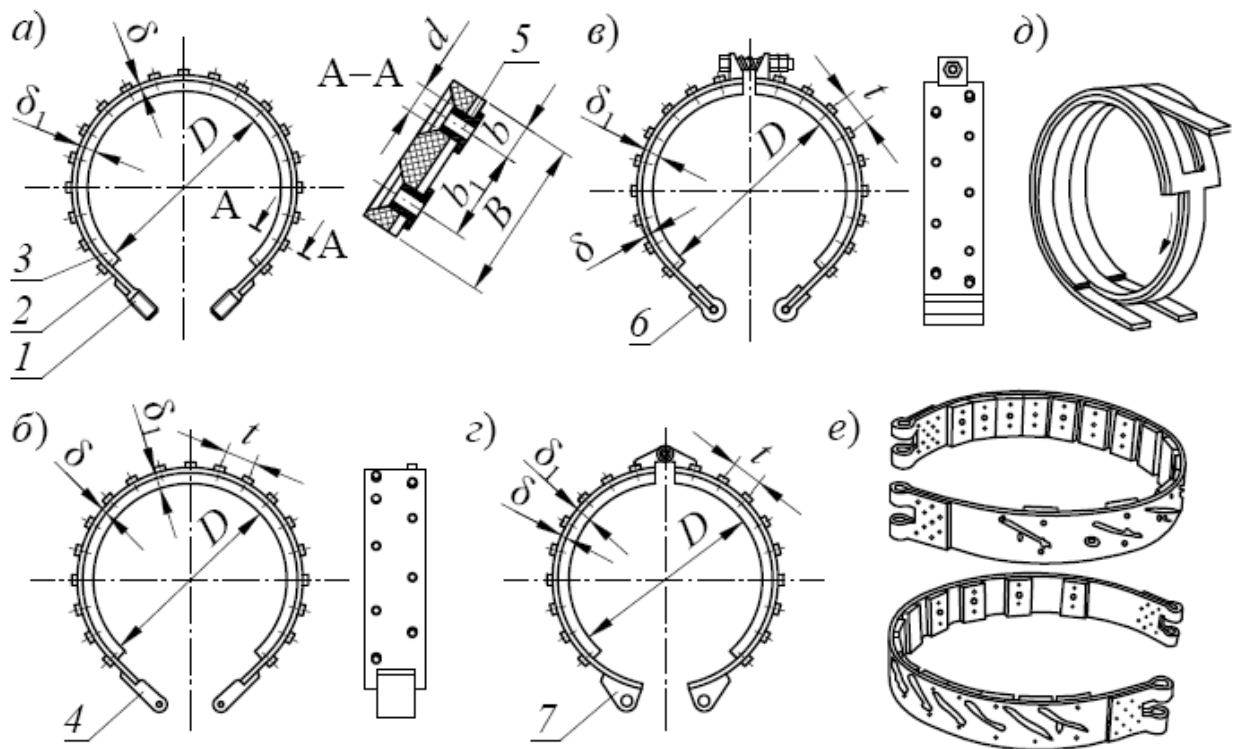


Рис. 4.3. Тормозная лента: *а* – со стяжками; *б* – с тягами; *в* – с петлями; *г* – с проушинами; *д* – с углом обхвата 590° ; *е* – с неравномерным шагом крепления колодок

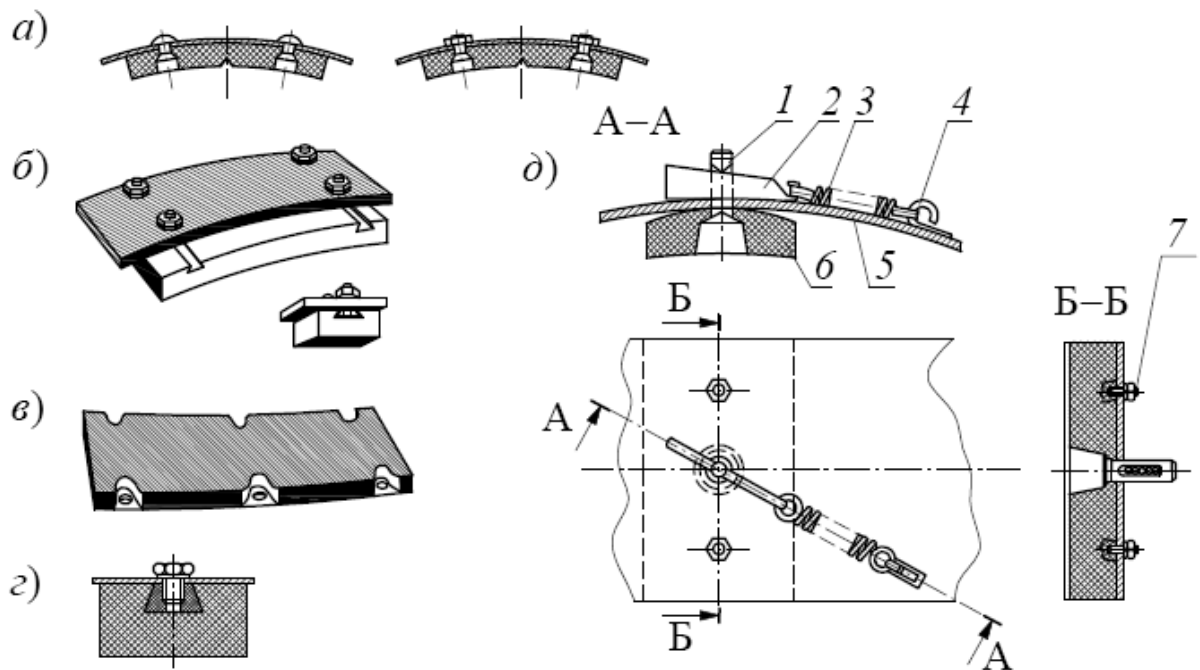


Рис. 4.4. Крепление фрикционных обкладок к колодкам: *а* – заклепками или болтами; *б* – в пазы «ласточкин хвост»; *в* – болтами, головки которых расположены в пазах колодки; *г* – болтами, ввернутыми в резьбовое отверстие колодки; *д* – шарнирно

Накладки крепятся к ленте клеем, медными (алюминиевыми) заклепками или болтами впотай со стороны трения (рис. 4.4, *а*). Крепление заклепками или болтами является жестким, снижает общую гибкость ленты, ухудшает условия приработки колодки к поверхности шкива. Также жестким является крепление колодок с устройством в них пазов типа «ласточкин хвост» (рис. 4.4, *б*), болтами, головки которых расположены в пазах колодки (рис. 4.4, *в*), болтами, ввернутыми в резьбовое отверстие колодки (рис. 4.4, *г*). При шарнирном креплении (рис. 4.4, *д*) колодку *б*, радиус кривизны наружной поверхности которой почти вдвое меньше радиуса кривизны поверхности трения колодки, соединяют с лентой *5* пальцем *1*. Этим обеспечивается линейный контакт колодки с лентой. С наружной стороны ленты в паз пальца устанавливают клин *2*, который прижимает колодку к ленте. От выпадения при вибрации и толчках клин удерживается пружиной *3*, закрепленной на крюке *4* ленты. Болты *7* воспринимают усилие, сдвигающее колодку по ленте.

Накладку приклепывают на согнутую стальную ленту.

Контакт между накладкой и шкивом должен осуществляться не менее чем на 80 % номинальной площади касания.

Концы ленты крепятся так, как это показано на рис. 4.5. Один конец прикрепляется без устройства для подтягивания ленты (рис. 4.5, *а*), а другой снабжается винтовой стяжкой (рис. 4.5, *б*) для регулирования зазора и подтягивания ленты по мере износа фрикционного материала. Радиальный установочный зазор между лентой и поверхностью трения тормозного шкива при разомкнутом тормозе принимается 0,8 мм при диаметре шкива до 200 мм, 1 мм – при диаметре до 320 мм, 1,25 мм – при диаметре до 500 мм и 1,5 мм – до 800 мм.

В зависимости от способа закрепления концов тормозной ленты тормоза делятся на простые (рис. 4.6, *а*), дифференциальные (рис. 4.6, *б*), суммирующие (рис. 4.6, *в*) и двухстороннего действия (рис. 4.6, *г*).

В простом ленточном тормозе усилие конца ленты с наибольшим натяжением воспринимается какой-либо неподвижной точкой, чаще всего осью вращения рычага. Простой ленточный тормоз является тормозом одностороннего действия, так как при изменении направления вращения шкива при том же замыкающем усилии величина тормозного момента изменится. Поэтому этот тормоз не

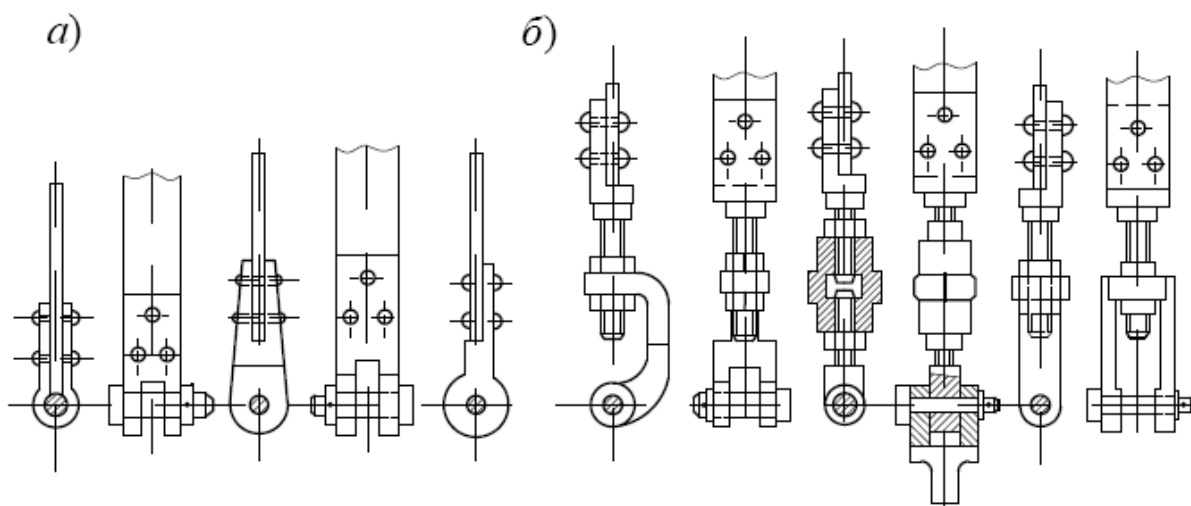


Рис. 4.5. Закрепление конца тормозной ленты:
a – заклепочное; *б* – винтовой стяжкой

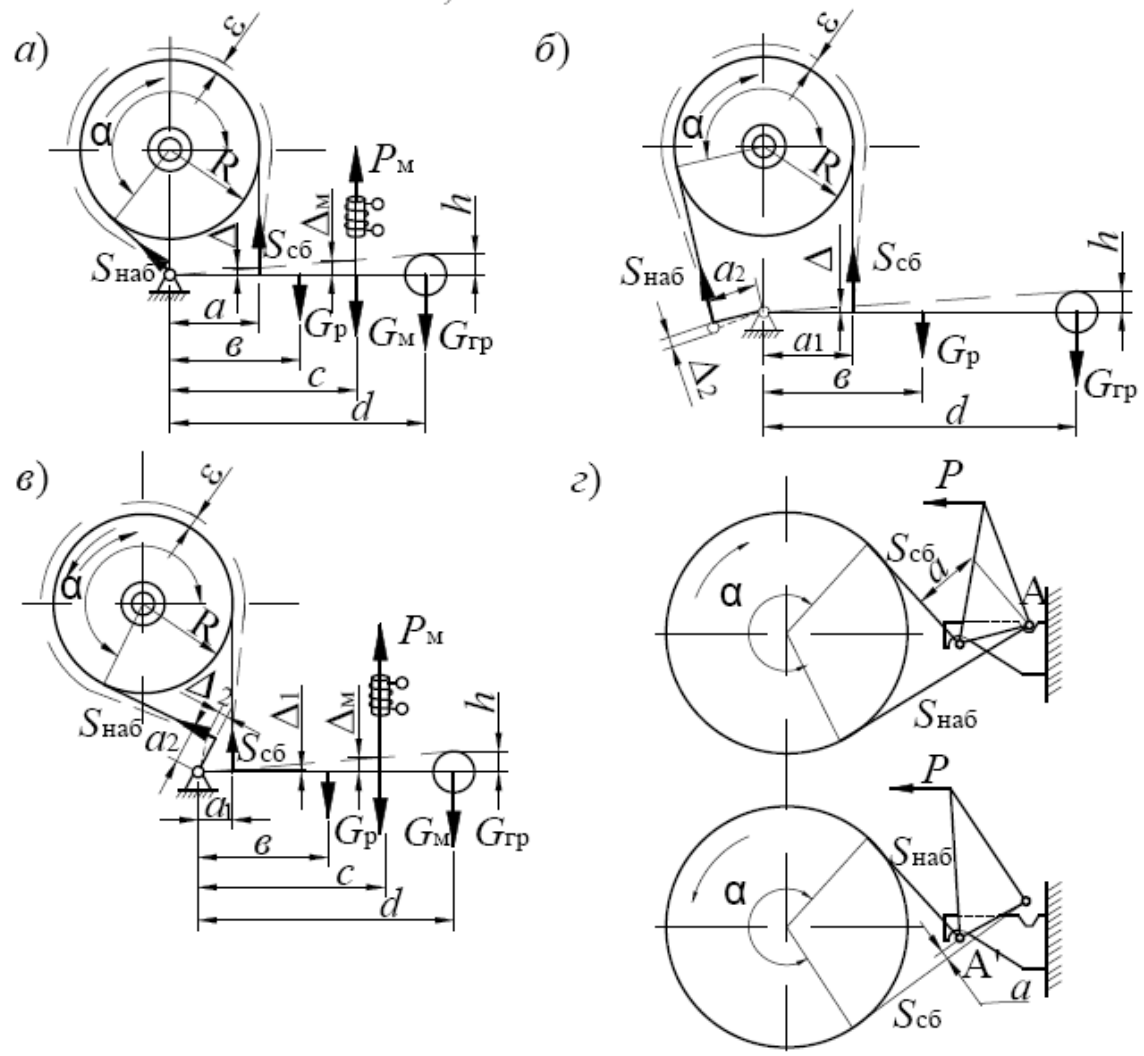


Рис. 4.6. Расчетные схемы ленточных тормозов:
a – простого; *б* – дифференциального;
в – суммирующего; *г* – двухстороннего действия

применяют в тех механизмах, где требуется работа тормоза с одинаковым моментом при вращении шкива в обе стороны.

В дифференциальном ленточном тормозе оба конца ленты закреплены на тормозном рычаге по обе стороны от оси его вращения, причем, плечи действия сил относительно оси вращения рычага не равны между собой. В этом тормозе можно при малой величине замыкающей силы получить большую величину тормозного момента. Вследствие значительного изменения величины тормозного момента при изменении направления вращения тормозного шкива этот тормоз не может быть применен при реверсивных вращениях. Кроме того, недостатком дифференциального тормоза является резкость торможения, в результате чего возникают большие динамические нагрузки, и поэтому эти тормоза применяются весьма редко и только при ручном управлении.

В суммирующем ленточном тормозе оба конца ленты прикреплены к тормозному рычагу с одной стороны от оси его вращения. При одинаковых плечах действия сил относительно оси вращения тормозного рычага ($a_1 = a_2$) величина тормозного момента не зависит от направления вращения шкива. Суммирующий ленточный тормоз применяют преимущественно в тех механизмах, где требуется постоянство тормозного момента независимо от направления вращения шкива.

В ленточных тормозах двухстороннего действия (рис. 4.6, з) неподвижная опорная точка крепления ленты в зависимости от направления вращения тормозного шкива при торможении перемещается от одного конца ленты к другому. При этом набегающий конец ленты, имеющий максимальное натяжение, всегда оказывается закрепленным жестко. Приведенная схема позволяет получить независимость величины тормозного момента от направления вращения при сохранении замыкающего усилия.

Ленточные тормоза могут выполняться как с длинноходовыми, так и с короткоходовыми электромагнитами, а также с пневмо- и гидроприводом.

Одним из недостатков ленточных тормозов, управляемых длинноходовыми электромагнитами, являются большие габаритные размеры, зависящие от больших размеров тормозного рычага (рис. 4.7, а). Механизм с гидроприводом более компактен (рис. 4.7, б).

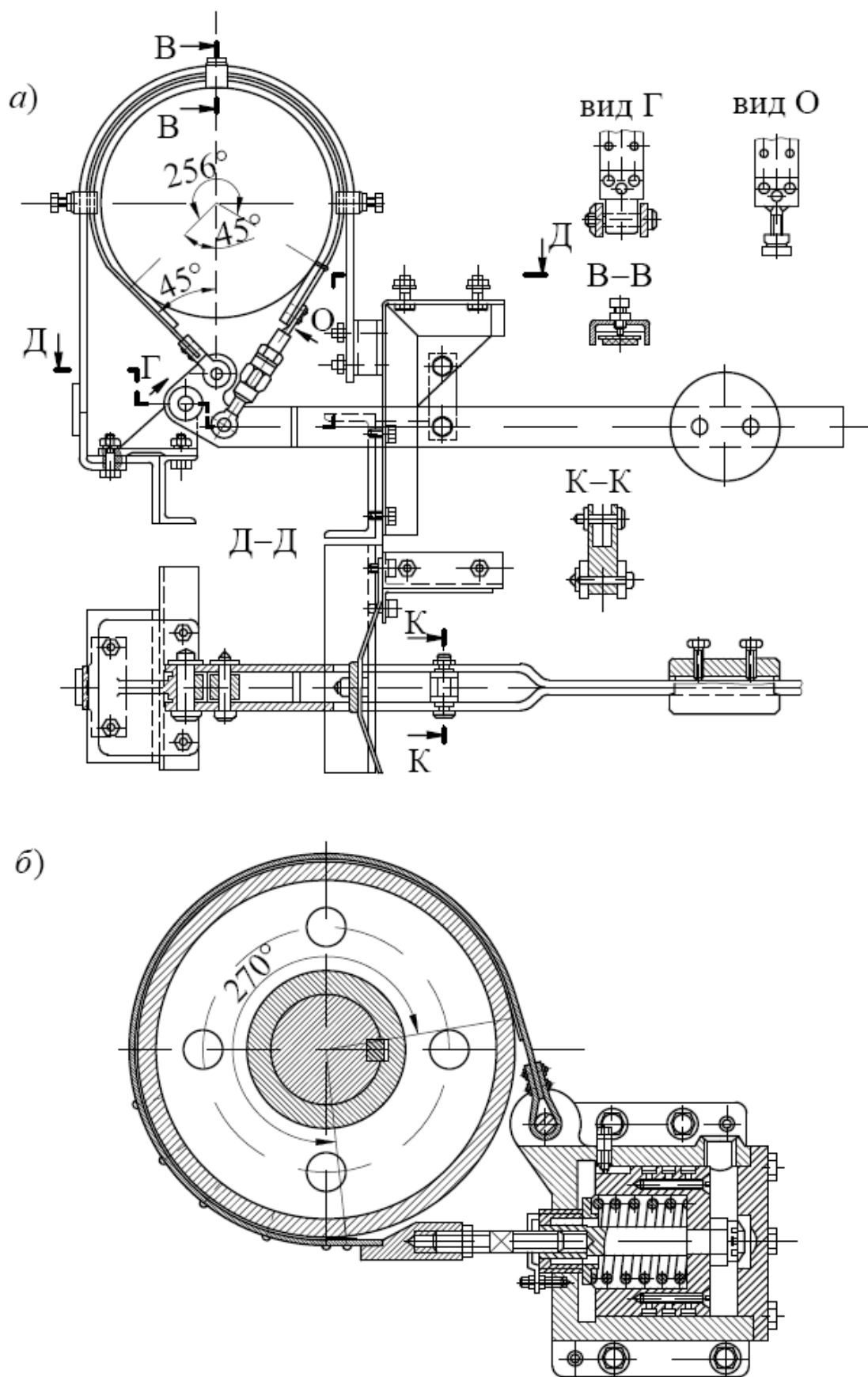


Рис. 4.7. Ленточный тормоз: а – с длинноходовым электромагнитом; б – с гидроприводом

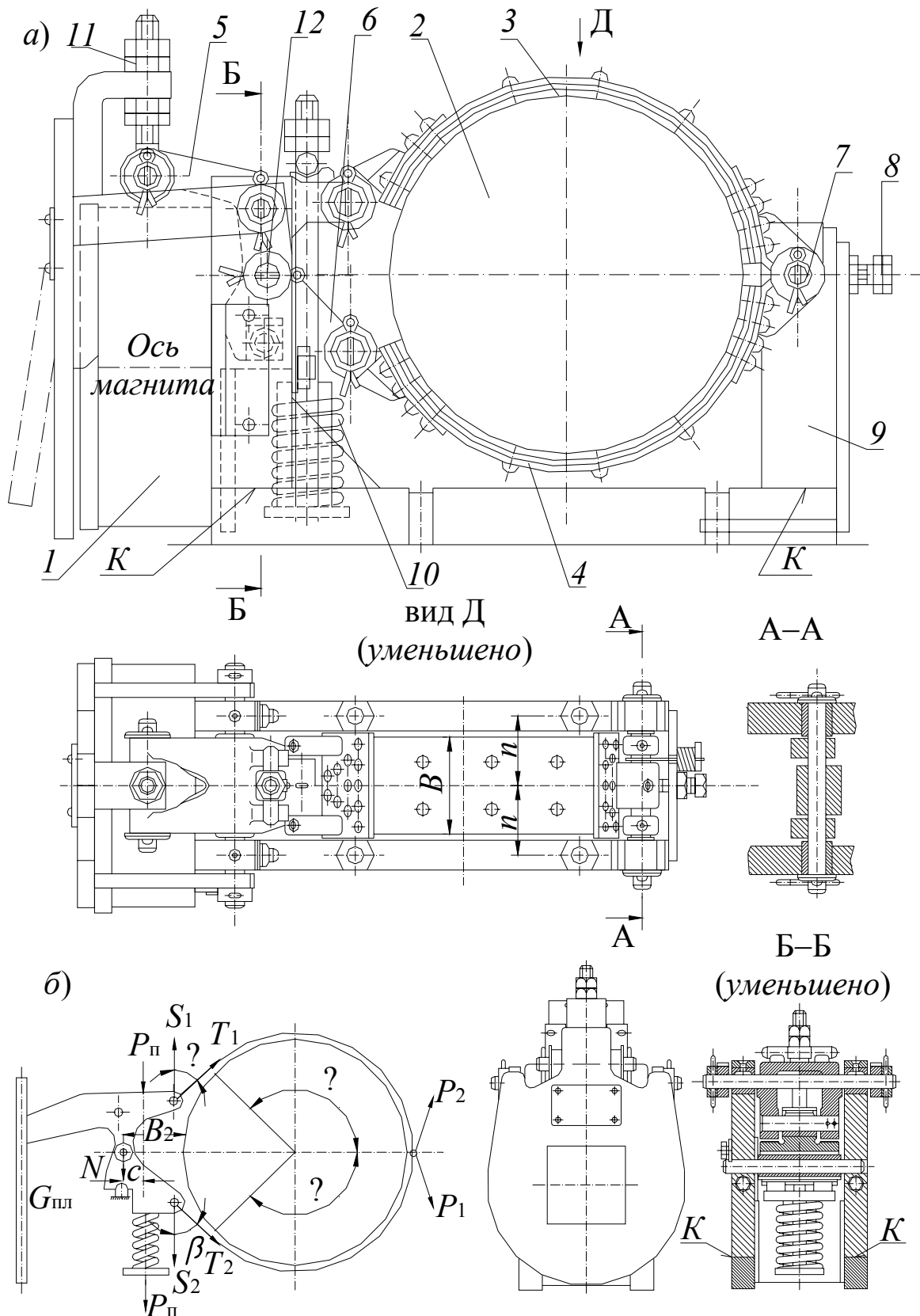


Рис. 4.8. Короткоходовой ленточный тормоз серии ТЛП:
 а – тормоз; б – схема действия сил

Этого недостатка лишены и так называемые короткоходовые ленточные тормоза (рис. 4.8). В них магнит представляет собой обычную соленоидную катушку, помещенную в корпусе 1.

Тормозной шкив 2 охватывается лентами 3 и 4, концы которых связаны балансиром 5 и серьгой 6. Неподвижные концы лент 3 и 4 соединены шарнирно на оси 7, которая размещается в стойке 9. Ход оси регулируется болтом 8. Подвижные концы лент через балансир и серьгу соединены с общей осью 12. Затягивание тормоза осуществляется пружиной 10. При подаче тока в катушку тормоз растормаживается. Ход якоря, который жестко соединен с балансиром 5 и поворачивается относительно неподвижной оси, регулируется гайками 11.

Достоинства этого тормоза – независимость тормозного момента от направления вращения тормозного шкива, относительно большой угол обхвата (около 320°), обеспечивающий малые величины удельных давлений и, соответственно, повышенный срок службы, быстрота действия, меньшие изгибающие усилия, действующие на валы тормозных шкивов по сравнению с обычными ленточными тормозами. Недостатком этих тормозов является повышенный износ тормозной ленты у ее концов.

Детали тормозов

Тормозные шкивы бывают кованные (штампованные) и литые. Кованные шкивы изготавливаются из стали марки не ниже 45 (ГОСТ 1050–88), литые – не ниже стали марки 55Л (ГОСТ 977–88).

Для механизмов передвижения и поворота легкого и среднего режимов работы допускаются шкивы из чугуна марки не ниже СЧ 28–48 (ГОСТ 1412–85).

Рабочая поверхность шкивов должна иметь параметры шероховатости не выше 3,2, качество точности 7, биение, овальность и конусность – не более $0,0005D$.

Тормозные шкивы должны быть динамически отбалансированы. Ширина шкивов должна быть на 5–10 мм больше ширины колодки. Для лучшей теплоотдачи тормозные шкивы должны снабжаться ребрами.

В качестве тормозных накладок наиболее широко применяются вальцованные ленты, изготовленные из нетекстильного сорта асбеста и каучука с добавлением серы для последующей вулкани-

зации. Эти ленты имеют высокий и устойчивый коэффициент трения (0,42–0,53), выдерживают температуру до 220 °С, допускают удельные давления до 1–1,2 МПа.

Крепятся тормозные накладки термостойким клеем или заклепками. Торец головки заклепки заглубляется на половину толщины накладки от поверхности трения. Рычаги и тяги тормозов изготавливаются из углеродистых конструкционных сталей.

В качестве размыкающего устройства тормозов подъемно-транспортных машин наибольшее применение в настоящее время имеют тормозные электромагниты, включаемые в цепь питания двигателя так, что размыкание тормоза и освобождение механизма происходит одновременно с включением двигателя. При перерыве в подаче электроэнергии электромагнит выключается, тормоз замыкается и производит остановку механизма.

В отечественном подъемно-транспортном машиностроении применяются длинноходовые электромагниты постоянного тока типа МП, ТКП, КПМ и ВМ (водозащищенного исполнения) и переменного тока типа КМТ, а также однофазные переменного тока типа МО-Б (в короткоходовых колодочных тормозах), МИС-Е (в тормозах электроталей).

Длинноходовой магнит переменного тока (рис. 4.9) состоит из стального или чугунного корпуса 1, внутри которого помещаются катушки 2 и Ш-образный подвижный якорь 3. Для присоединения магнита к рычажной системе тормоза на конце штока 4, соединенного с якорем, предусмотрено отверстие 5. Подвод тока к катушке магнита производится посредством клеммовой доски 6, расположенной в выводной коробке. У магнитов больших размеров в нижней части корпуса расположен воздушный демпфер 7, смягчающий удары при включении и выключении магнита.

Короткоходовые магниты отличаются малым ходом якоря и предназначены для установки непосредственно на тормозном рычаге. Якоря этих магнитов соприкасаются со штоком тормоза. Короткоходовой электромагнит постоянного тока типа МП (рис. 4.10, а) состоит из стального корпуса 1, внутри которого помещена катушка. Внутри катушки перемещается штырь 3, связанный с якорем 4, имеющим форму плоского диска. В штыре 3 имеется упор 2, в который упирается шток тормоза. Ход таких магнитов составляет 2–4 мм.

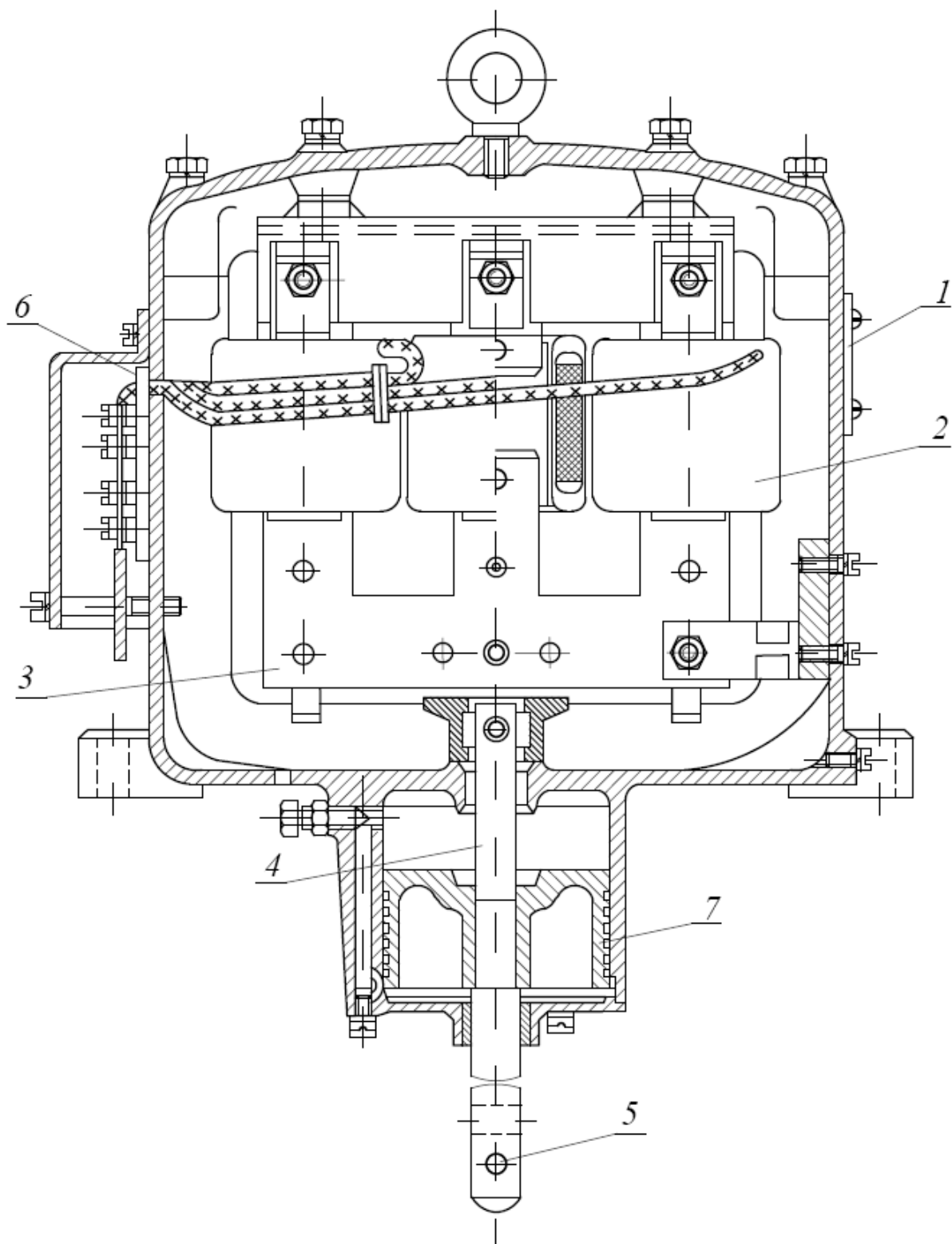


Рис. 4.9. Длинноходовой тормозной электромагнит переменного тока типа КМТ

Короткоходовой электромагнит переменного тока типа МО-Б (рис. 4.10, б) представляет собой клапанный электромагнит, якорь которого 6, поворачиваясь на оси 7, укрепленной в неподвижных щеках 8, упором 9 надавливает на шток, производя размыкание тормоза. Катушка электромагнита 5 укреплена на его неподвижной части 10. Для устранения вибраций якоря в конструкции электромагнита предусмотрен экранирующий короткозамкнутый виток, закрепленный на ярме. Он представляет собой вторичную обмотку, которая создает магнитный поток, равный трети основного потока и смещенный по фазе на некоторый угол. Этот магнитный поток способствует удержанию якоря у сердечника при проходе через нулевое значение. Основными характеристиками тормозных электромагнитов являются: тяговое усилие и ход или момент магнита и угол поворота. Ход якоря или угол поворота, приведенные в каталоге, являются максимально допустимыми величинами, при которых гарантируются указанные тяговые усилия или моменты. Загрязнение или неплотное прилегание контактных поверхностей якоря и ярма приводят к повышенному «гудению» и нагреву их катушек.

К недостаткам тормозных электромагнитов следует отнести резкое включение магнита, сопровождающееся ударом якоря о сердечник, и практическую невозможность регулирования скорости движения якоря, вследствие чего не представляется возможным осуществить плавное изменение величины тормозного момента в процессе торможения. В связи с этим в подъемно-транспортном машиностроении получают все большее применение электрогидравлический и электромеханический приводы тормозов, осуществляемые при помощи электрогидравлических и центробежных толкателей. Электрогидравлические толкатели выпускаются двух типов: одноштоковые серии ТЭГ и ТГМ с рабочими усилиями 160–800 Н и двухштоковые серии Т с усилием 1600 Н.

В кранах наибольшее распространение получили электрогидравлические толкатели типа Т с золотниковым устройством, позволяющие регулировать время подъема и опускания траверсы. В электрогидравлическом толкателе (рис. 4.11) при подаче напряжения на электродвигатель лопастное колесо 1 центробежного насоса, укрепленного в нижней части цилиндра 2, начинает вращаться и создает избыточное давление в золотниковой коробке 3,

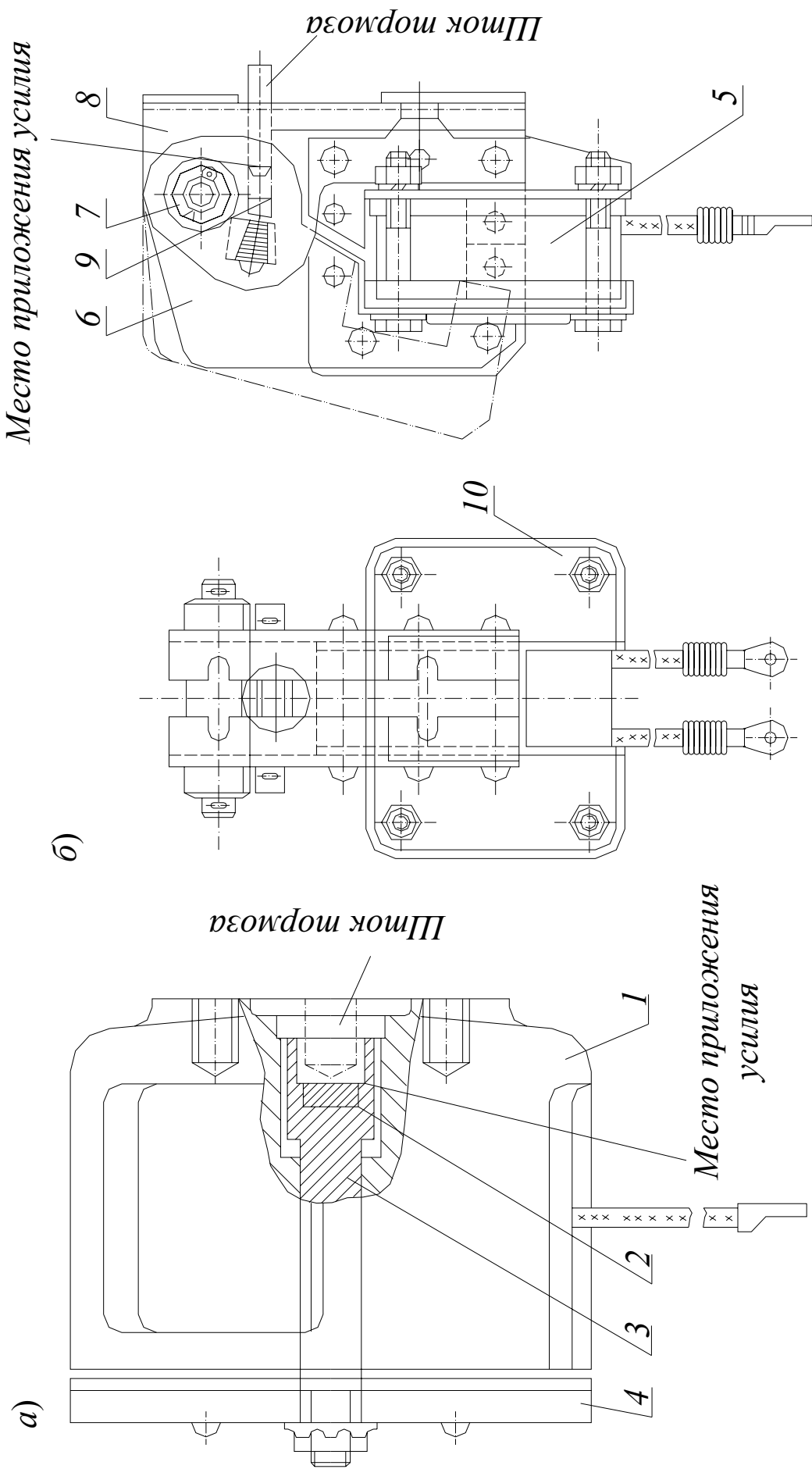


Рис. 4.10. Короткоходовые электромагниты:

a – постоянного тока типа МП; *б* – переменного тока типа МО-Б

под влиянием которого золотник 4 поднимается, сжимает пружину 5 и открывает доступ жидкости через нижние золотниковые отверстия в цилиндр под поршень 6. При этом происходит перекачивание жидкости из пространства над поршнем в пространство под поршнем, и поршень 6 под влиянием избыточного давления начинает подниматься, преодолевая сопротивление внешней нагрузки. При отключении тока лопастное колесо 1 останавливается, давление под поршнем падает, золотник 4 под действием пружины 5 опускается и открывает верхние окна золотниковой коробки. Поршень 1 под действием внешней нагрузки и собственного веса опускается вниз, заставляя жидкость перетекать в пространство над поршнем. Лопастные колеса насоса выполнены радиальными, что делает насос, а следовательно, и толкатель независимыми от направления вращения двигателя толкателя. Скорость подъема и опускания поршня регулируется болтами, выведенными на крышку толкателя. Болты ограничивают ход золотника, в результате изменяются размеры окна для перепуска масла.

В центробежном толкателе серии MD (рис. 4.12) необходимое рабочее усилие развивается под воздействием центробежных сил. Центробежный толкатель состоит из цилиндра 2, внутри которого расположен вал 4 с грузами 3, прикрепленными к нему на шарнирных рычагах. Вал 4 соединен с валом электродвигателя 1, установленного на нижней крышке толкателя. При включении двигателя грузы 3 под действием центробежных сил отходят от оси и, смещая вал 4 вдоль его оси, заставляют перемещаться шток 6, связанный с рычажной системой тормоза. При этом шток сжимает замыкающие пружины 5, размыкая тормоз. При выключении двигателя грузы 3 под воздействием пружин 5 возвращаются в исходное положение и тормоз замыкается. Для получения большей компактности и упрощения рычажной системы тормоза замыкающие пружины встраиваются внутрь толкателя.

Общими недостатками центробежных толкателей рычажного типа являются наличие большого количества труднодоступных для смазывания шарниров и нерациональная передача центробежных усилий от рычагов штоку, в результате чего максимальное подъемное усилие штока развивается примерно при трети максимального хода.

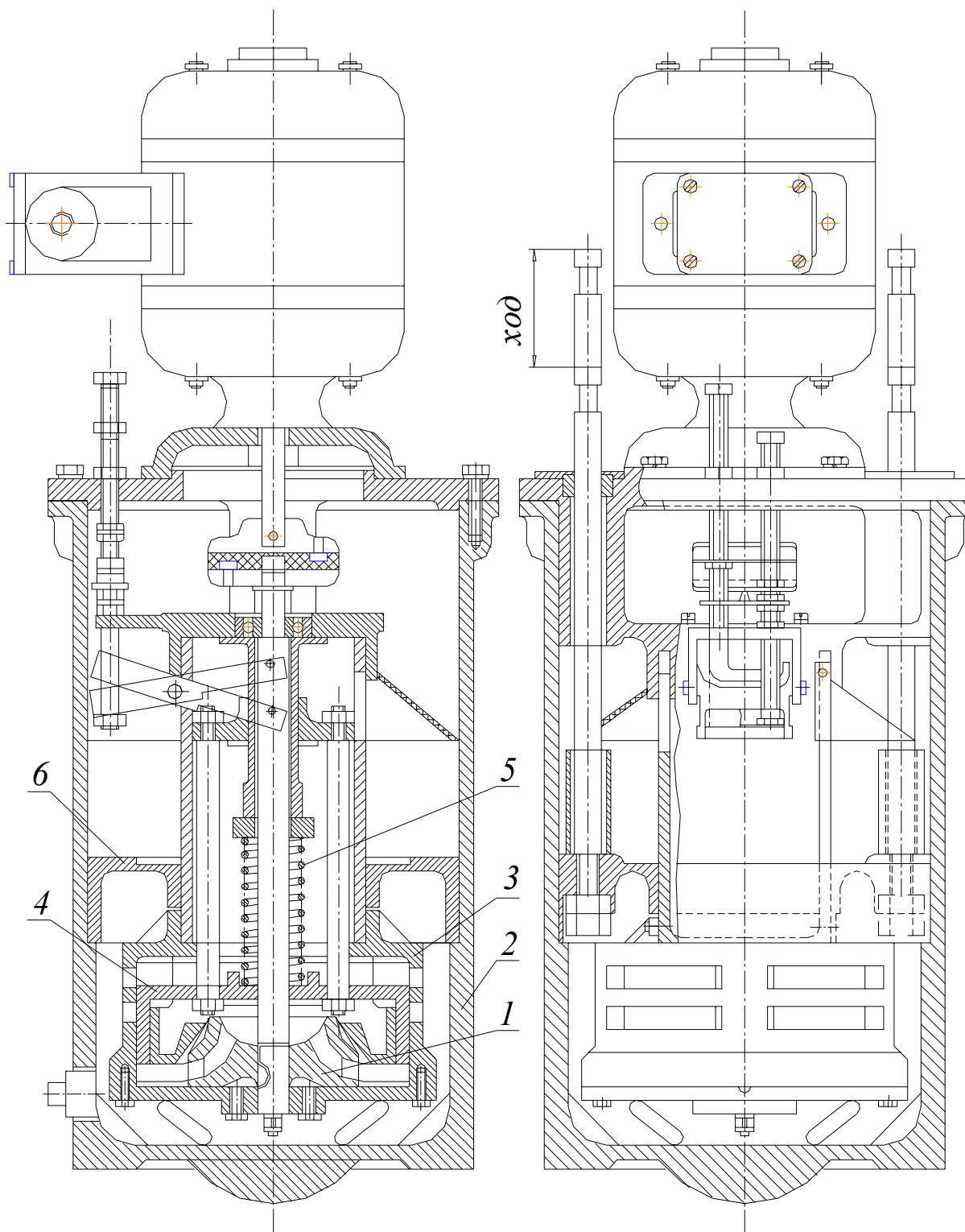


Рис. 4.11. Электрогидравлический двухштоковый толкатель

Центробежный толкатель типа ЭМТ-2 (рис. 4.13) состоит из ведущей чаши 1, закрепленной с помощью шпонки на валу 2 электродвигателя 3 и опирающейся на подшипник 4. Опорами ведомой чаши 5 служат подшипники 6 и 7. Между чашами находятся два груза 8, состоящие из оси 9 с втулкой 10 подшипника скольжения, опирающейся на каток 11. Каток 11 контактирует с дорожкой качения ведущей чаши 1, катки 12 – ведомой чаши 5. Грузы удерживаются бортами чаш 1 и 5, благодаря которым происходит совместное вращение грузов и чашек. Перемещение штока 13 ограничивается кольцом 14 с резиновой диафрагмой 15. При включении двигателя 3 грузы удаляются от оси вращения, перекатываясь по дорожкам чаш 5 и 1 катками 12 и 11, ведомая чаша 5 удаляется от ведущей 1, перемещая шток 13 и сжимая пружину 16, в результате тормоз размыкается. При выключении двигателя пружина 16, воздействуя на шток 13, сближает чаши 5 и 1 и тормоз замыкается. Толкатель может устанавливаться в любом положении.

Толкатели нечувствительны к механическим перегрузкам, так как если внешняя нагрузка превышает подъемную силу толкателя, то шток его остается в крайнем нижнем положении, а двигатель продолжает работать, создавая нормальное рабочее усилие на штоке. Преимущество толкателя заключается еще и в том, что ход его может быть ограничен произвольно как в сторону подъема, так и в сторону спуска без изменения величины подъемного усилия.

Дисковые тормоза, замыкаемые весом груза, с размыкающимися поверхностями трения (грузоупорные) (рис. 4.14) находят широкое применение в ручных таях и лебедках, а также в качестве дублирующего тормоза в электротаях и стрелоподъемных лебедках. При наличии машинного привода тормоз обычно устанавливается на втором от двигателя валу, т. к. при этом на работу тормоза меньше влияет инерция его вращающихся частей. При ручном приводе его обычно устанавливают на наиболее быстроходном валу.

Принцип работы тормоза при машинном приводе следующий. Вал 1 получает вращение от двигателя и передает крутящий момент через шестерню 5 грузовому барабану. На валу 1 закреплен на шпонке диск 2. Второй диск 4, представляющий собой одно целое с ведущей шестерней 5, посажен на резьбу вала 1. Между этими дисками находится храповое колесо 3, свободно сидящее на валу 1. Направление резьбы на валу 1 выбирается таким, чтобы под влия-

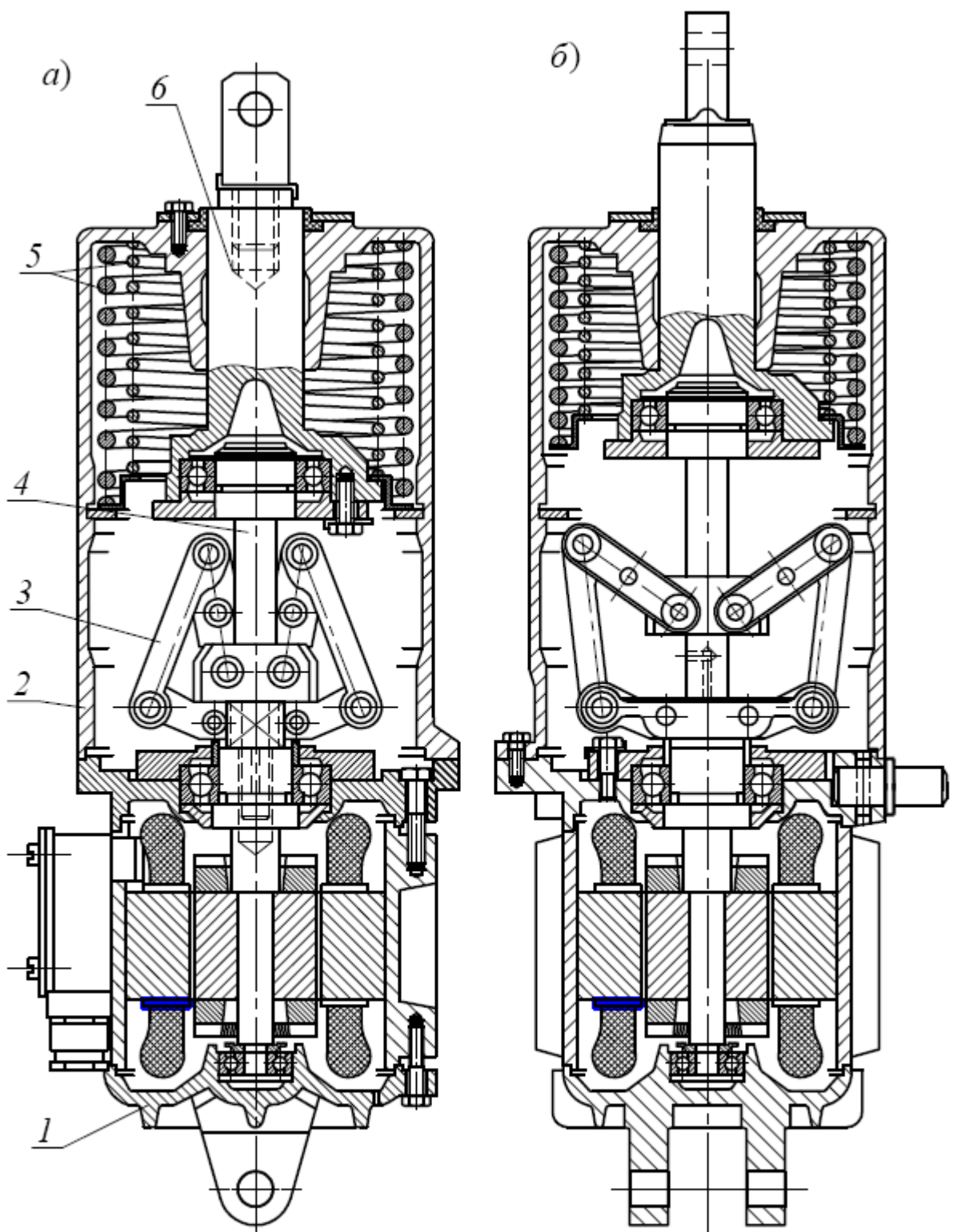


Рис. 4.12. Центробежный толкатель: *a* – положение покоя; *б* – положение при включенном двигателе толкателя

нием момента от груза, действующего на шестерню 5, эта шестерня перемещалась по резьбе и зажимала храповое колесо между дисками 2 и 4.

При вращении вала 1 в сторону подъема груза, вследствие соответствующего направления зубьев храпового колеса, диски и храповое колесо получают возможность свободно вращаться в сторону подъема. По окончании подъема груз останавливается, так как храповое колесо 3 удерживается от обратного вращения собачкой 6, а диски 2 и 4 сцеплены с храповым колесом силой трения (момент от груза как при подъеме, так и при спуске и при неподвижно висящем грузе направлен в одну и ту же сторону).

Для спуска груза необходимо вращать вал 1 в сторону спуска. Вал 1 закреплен от осевого смещения, и поэтому шестерня 5 перемещается по резьбе до тех пор, пока давление на храповое колесо не уменьшится настолько, что момент трения между дисками и храповым колесом станет недостаточным для удержания шестерни 5 от вращения под давлением силы тяжести груза. При этом груз опускается. Свободное опускание груза продолжается до тех пор, пока угловая скорость диска 4 не превысит угловой скорости вала: тогда шестерня опять начинает навертываться по резьбе вала и перемещается влево, увеличивая момент трения между дисками и храповым колесом и прекращая их относительное перемещение.

При хорошей регулировке тормоза это относительное перемещение переходит в непрерывное скольжение дисков 2 и 4 по храповому колесу 3, в результате чего наступает состояние относительного равновесия, при котором груз опускается со скоростью, не превышающей скорость вращения ведущего вала.

В грузоупорных тормозах с червячной передачей осевым усилием на червяке храповое колесо 1 зажато коническим тормозом 2 (рис. 4.15). При подъеме груза храповое колесо вращается вместе с коническим тормозом, и собачка свободно проскальзывает по его зубьям. При прекращении подъема собачка 3 стопорит колесо, препятствуя вращению червяка 4 и произвольному опусканию груза. Для опускания груза необходимо принудительно вращать червяк в направлении опускания груза и преодолевать трение в коническом тормозе.

В механических тормозных устройствах для ограничения и регулирования скорости используется принцип перемещения отдель-

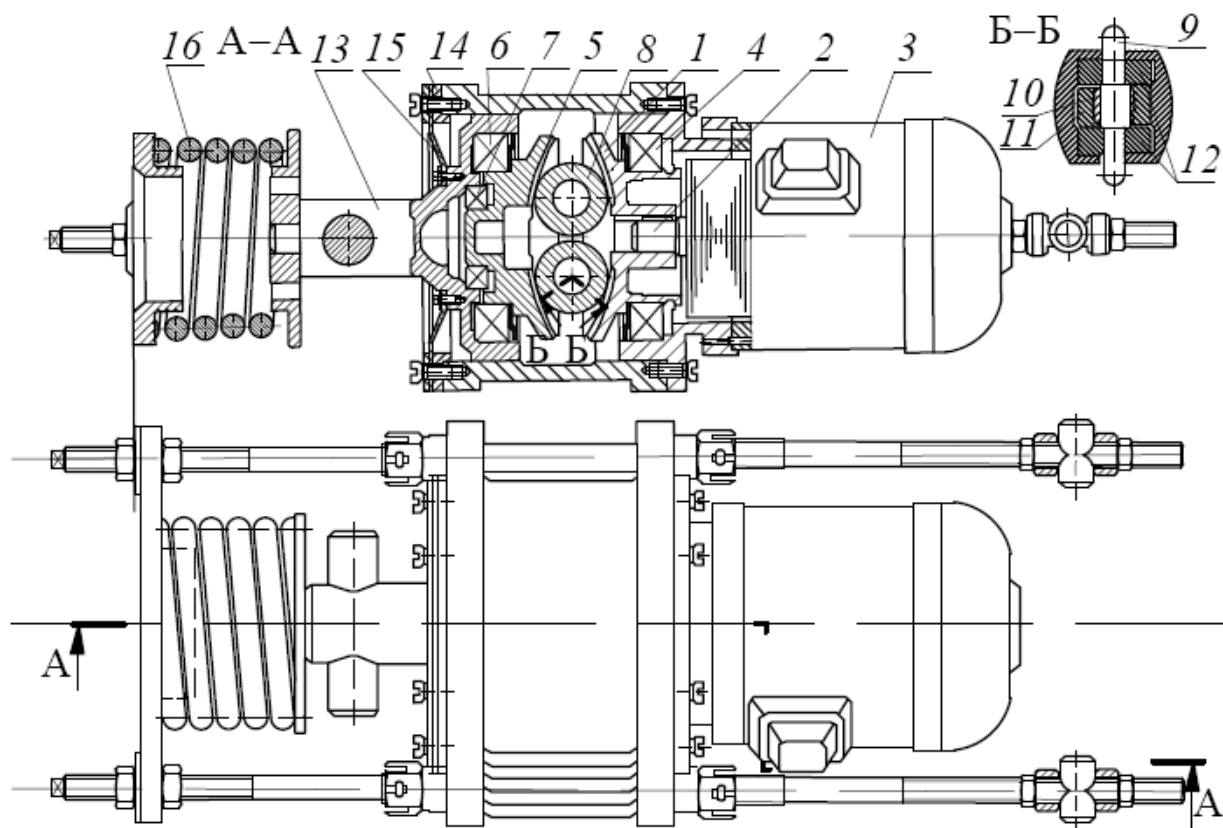


Рис. 4.13. Центробежный толкатель ЭМТ-2

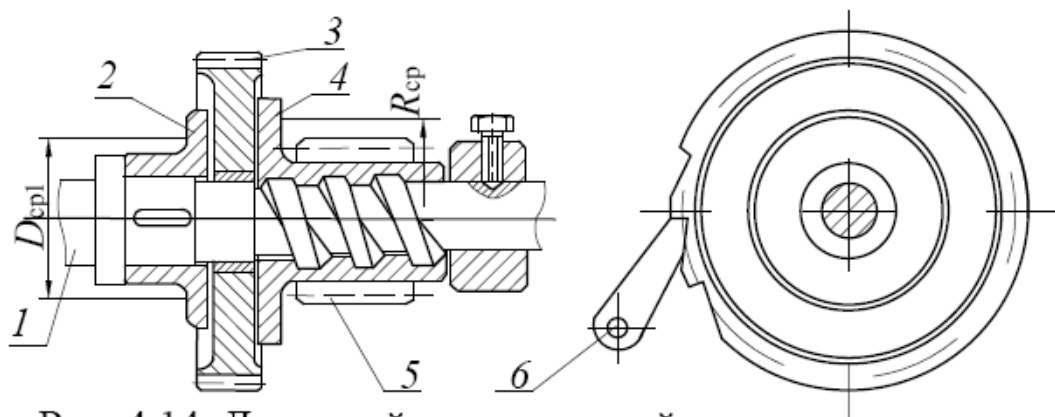


Рис. 4.14. Дисковый грузоупорный тормоз

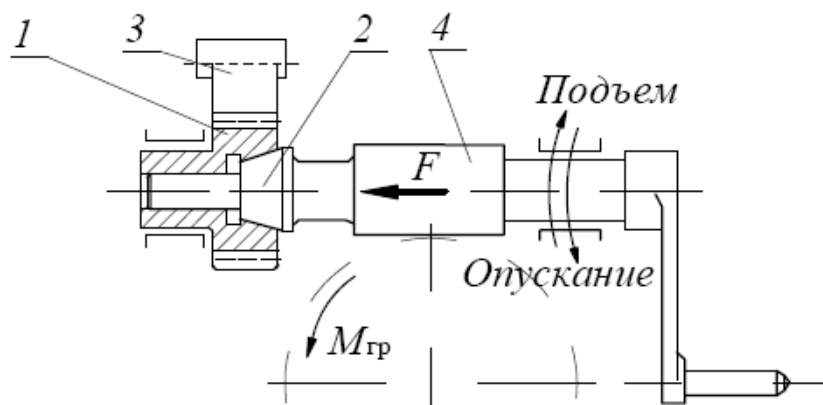


Рис. 4.15. Грузоупорный тормоз с червячной передачей

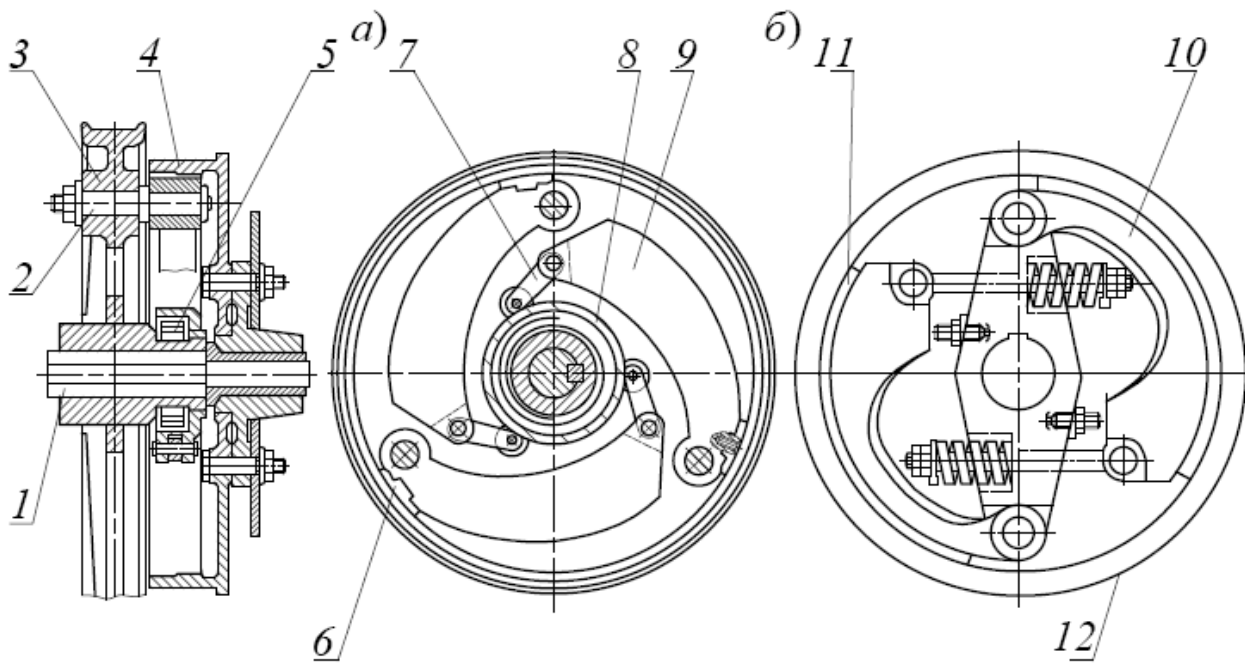


Рис. 4.16. Нормально открытое тормозное устройство для регулирования скорости одностороннего направления действия: *а* – с вкладышами трения; *б* – с колодками трения

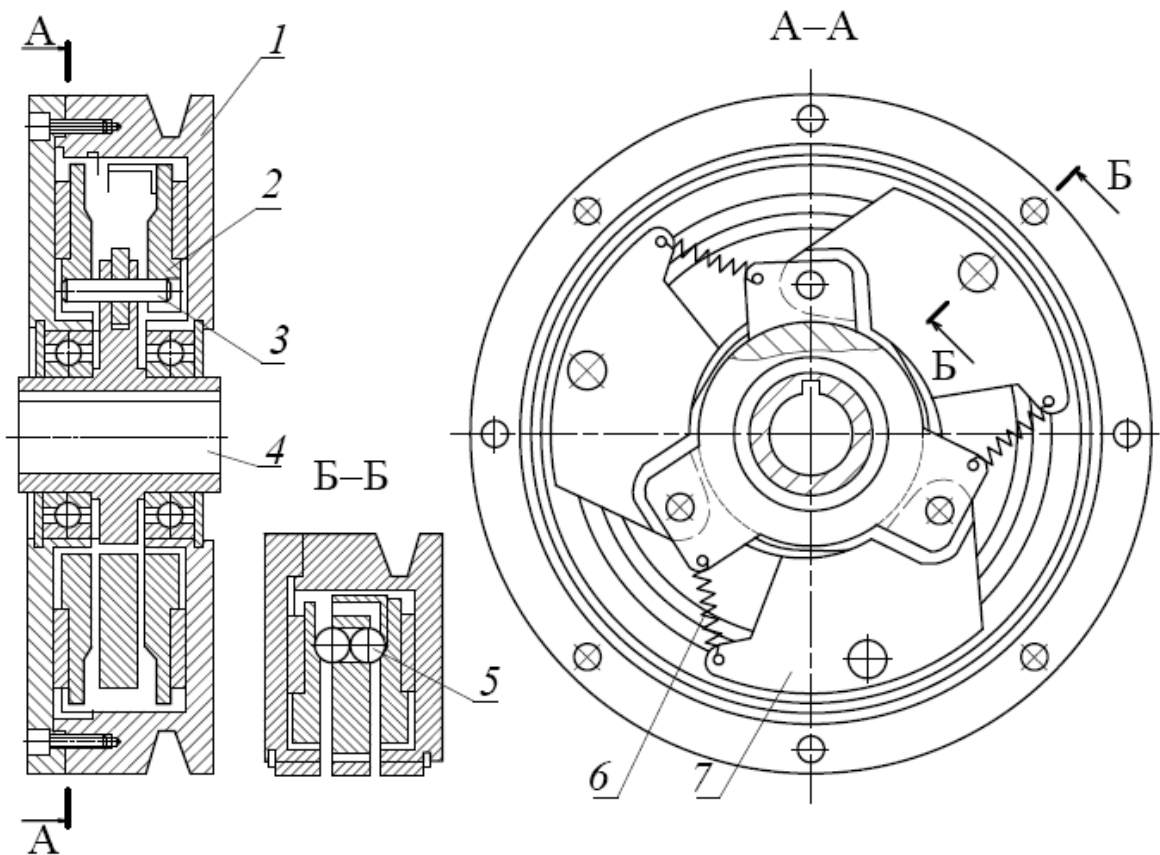


Рис. 4.17. Нормально замкнутое тормозное устройство для регулирования скорости

ных их частей под действием центробежных сил и связанного с этим увеличения или уменьшения давления между фрикционными парами.

Нормально открытое тормозное устройство для регулирования скорости (рис. 4.16, а) состоит из диска 3 с цапфами 2, закрепленного на валу 1 механизма. На цапфах свободно размещены центробежные грузы 9 с фрикционными вкладышами 6, шарнирно связанные тягами 7 с проушинами втулки 8. Последняя установлена на ступице диска 3 и соединена с ней спиральной пружиной 5. При определенной частоте вращения вала 1 по часовой стрелке грузы под действием центробежной силы поворачиваются на цапфах и прижимаются вкладышами к неподвижному корпусу барабана 4. При уменьшении частоты вращения грузы под действием пружины отводятся от корпуса.

В тормозе (рис. 4.16, б) сила трения создается между неподвижным корпусом 12 и цилиндрической поверхностью груза 10, снабженного фрикционной накладкой 11. Поскольку давление на накладки в этом случае меньше, тормоз работает более плавно, с повышенным сроком службы.

Нормально замкнутое тормозное устройство (рис. 4.17) содержит неподвижный корпус 1, заполненный смазывающим материалом, и приводную ступицу 4. К ступице на пальцах 3 присоединены с возможностью осевого перемещения диски 2 с фрикционными накладками и массивные рычаги 7. В отверстиях рычагов, которые удерживаются пружинами 6 с заданным усилием, расположены попарно шарики 5. Взаимодействуя с коническими поверхностями дисков, шарики прижимают фрикционные накладки к стенкам корпуса. При вращении против часовой стрелки под действием центробежной силы рычаги, преодолевая усилие пружин, поворачиваются и смещают шарики в радиальном направлении, ослабляя силу прижатия накладок к стенкам корпуса.

5. ТАЛИ, ЛЕБЕДКИ С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ И ЭЛЕКТРОТАЛИ

Цель работы: ознакомление с конструкциями двух видов ручных талей, ручных лебедок и электротали, определение грузоподъ-

емности талей (по прочности гибкого органа), определение усилий в канате механизма подъема электротали.

Талями называют подъемные лебедки с небольшой высотой подъема, поскольку они применяются для подъема и подтягивания груза при ремонтных и монтажных работах. Ручные тали по виду основных передач делят на червячные и шестеренчатые.

Ручные тали

Ручные червячные тали изготавливают с одной червячной передачей (рис. 5.1). Для увеличения КПД червяк делают двухзаходным. Чугунное червячное колесо 1 выполняют заодно с грузовой звездочкой 2. Оба конца грузовой пластинчатой цепи 3, огибающей звездочку 2 и блок 4 у крюковой подвески 5 закрепляют на корпусе тали. Поскольку в таких таях применяют не самотормозящую передачу, то на конце червяка устанавливают грузоупорный тормоз с фрикционной накладкой 6, храповиком 7 и собачкой 8.

Осевое усилие, создаваемое на червяке поднимаемым грузом (грузовой цепью 3), стремится сдвинуть червяк (на чертеже – влево). Червяк прижимается к храповику 7, и, следовательно, между ними возникает сила трения (увеличенная за счет наличия фрикционной накладки 8), которая исключает проворачивание червяка, т. е. предотвращает самопроизвольное опускание груза.

При подъеме груза рабочий тянет за соответствующую ветвь тяговой цепи 11, перекинутой через тяговое колесо 12. При этом от червяка, вращающегося вместе с храповиком (собачка при этом проскальзывает по зубьям последнего), приводится во вращение червячное колесо 1 и звездочка 2.

При опускании груза храповик упирается зубом в собачку и не вращается, следовательно, рабочий должен, вращая червяк, преодолеть силу трения между червяком и храповиком.

Ручные шестеренчатые тали отличаются от червячных установкой планетарной зубчатой передачи вместо червячной. Благодаря этому повышается КПД тали при сохранении большого передаточного числа.

На валу солнечного (зубчатого) колеса 1 (рис. 5.2) планетарной передачи свободно посажена грузовая звездочка 2 с водилом 3, а на шпонке – втулка 4 с прямоугольной резьбой. На втулке свободно посажен храповик 5 грузоупорного тормоза и на резьбе – тя-

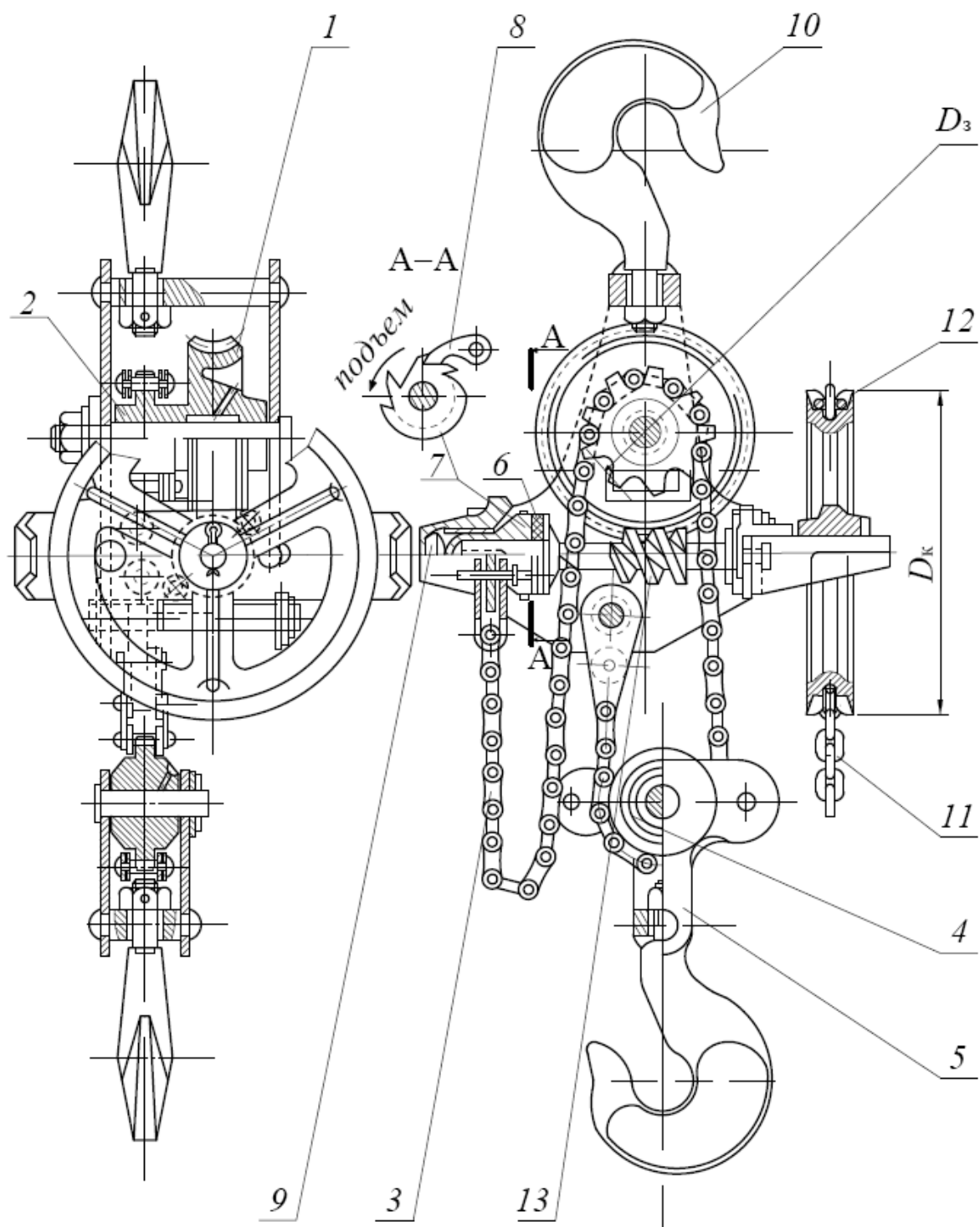


Рис. 5.1. Ручная червячная таль

№ поз	обозначение	z
1	z_1	12
9	z_2	14
10	z_3	12
11	z_4	54

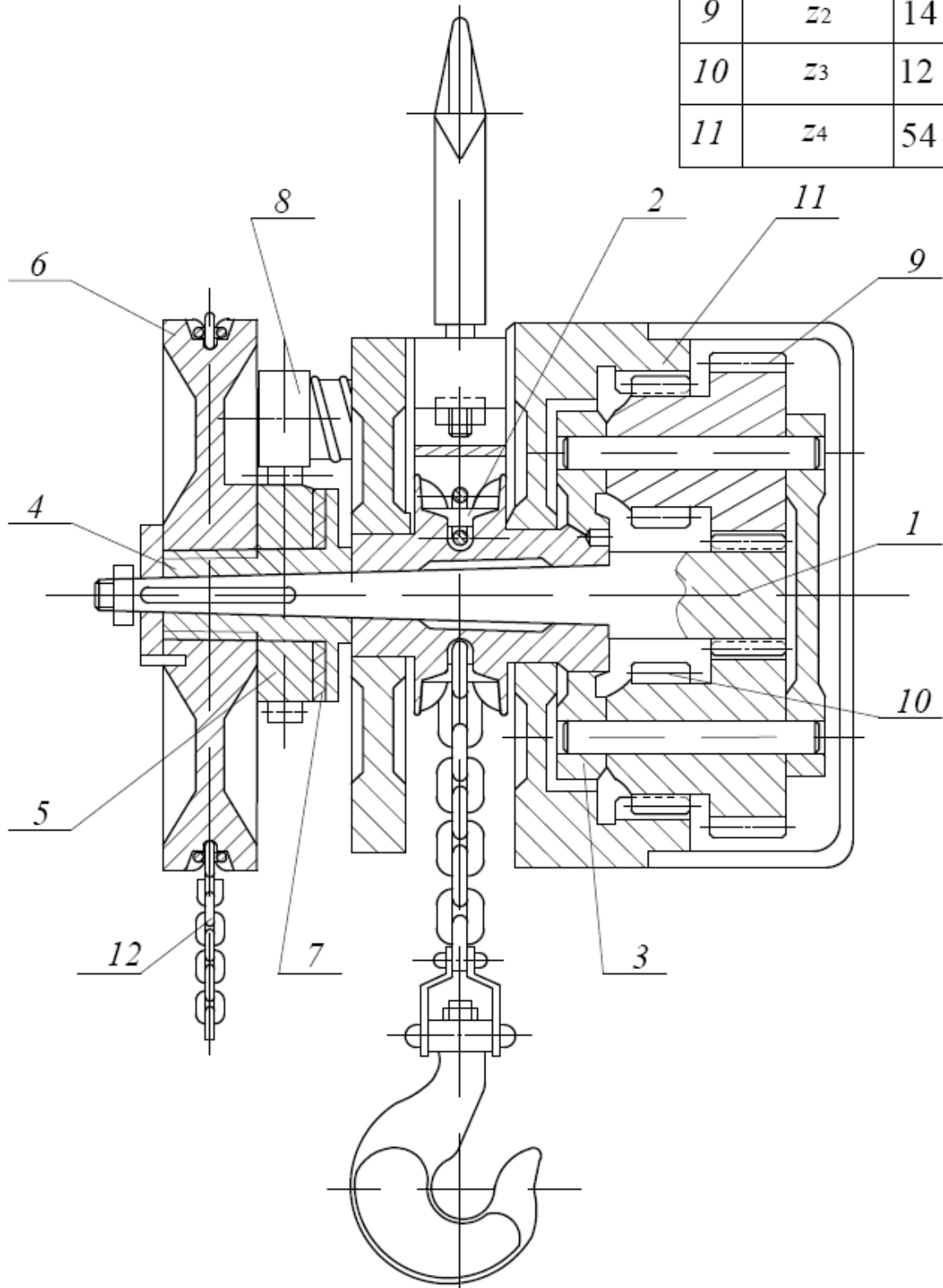


Рис. 5.2. Ручная шестеренчатая таль

говое колесо 6. Между торцом храповика 5 и фланцем втулки 4 установлена фрикционная прокладка в виде диска 7. Храповая собачка 8 посажена на отдельной цапфе, укрепленной на корпусе тали. Зубчатое колесо 1 входит в зацепление с двумя колесами 9, выполненными заодно с сателлитами 10. Сателлиты 10, обкатываясь по зубьям неподвижного зубчатого венца 11, приводят во вращение водило 3 и от него грузовую звездочку 2.

При подъеме груза рабочий тянет за тяговую цепь 12, и при этом храповик 5 зажимается торцом ступицы тягового колеса 6, а собачка 8 проскальзывает по зубьям храповика. При спуске груза тяговое колесо отходит влево и позволяет проскальзывать фрикционной прокладке по торцу храповика, и груз опускается.

Передвижная электрическая таль

Передвижная электрическая таль (тельфер) представляет собой подъемно-транспортный механизм общего применения, предназначенный для вертикального подъема, опускания, а также для горизонтального перемещения подвешенного на крюк тали груза. Горизонтальное перемещение груза производится только вдоль подвешенного однорельсового пути, по которому движется таль.

Благодаря простоте конструкции, малым габаритам, малому весу и простоте управления таль нашла широкое применение при механизации погрузочно-разгрузочных, вспомогательных работ и производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства.

Таль (рис. 5.3) состоит из механизма подъема груза 1, механизма передвижения 2 тали по подвесному монорельсу (двухтавру), нормальной крюковой обоймы 3 и кнопочного пульта управления 4.

Техническая характеристика электротали ТЭ1-511:

Грузоподъемность, т	1
Высота подъема, м	6
Скорость подъема, м/мин	8
Скорость передвижения, м/мин	20
Режим работы	средний
Продолжительность включения (ПВ), %	25
Наименьший радиус закругления пути, м	1
Общий вес, кг	195
Канат типа	ТК 6×37 + 1о.с.
Диаметр каната, мм	8
Наименьшее допустимое разрывное усилие, Н	31 400

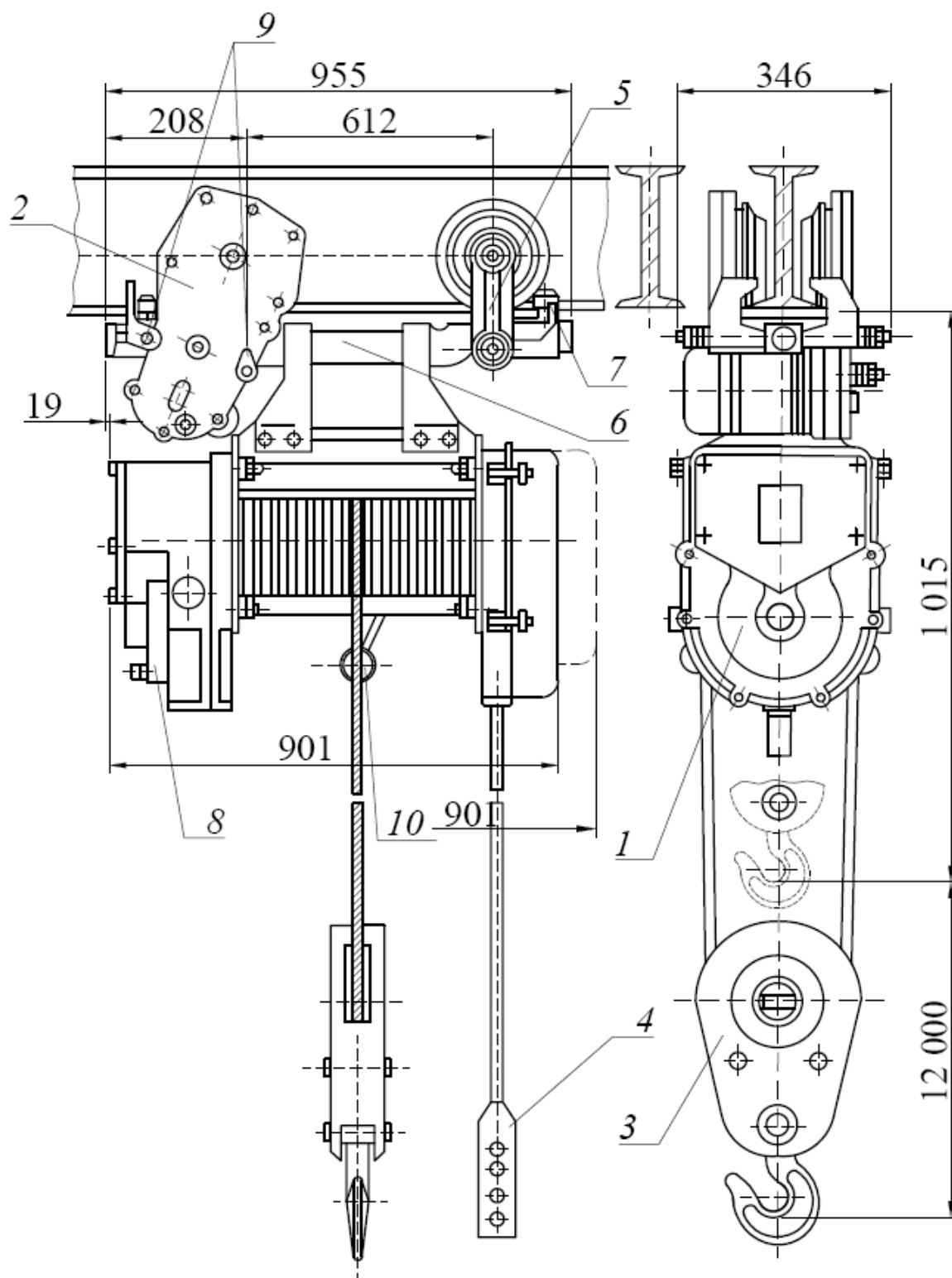


Рис. 5.3. Таль электрическая ТЭ1-511

Механизм подъема электротали (рис. 5.4) состоит из электродвигателя 1 (типа АО-41-4), статор которого запрессован в нарезной барабан 2. Через двухступенчатый соосный редуктор крутящий момент ротора двигателя передается на барабан. Таль оборудована двумя тормозами: стопорным – колодочным электромагнитным тормозом 3 и автоматическим спускным (грузоупорным) дисковым тормозом 4, замыкаемым весом транспортируемого груза. Тормозной шкив 5 стопорного тормоза 3, снабженный лопастями 6, укреплен на консоли быстроходного вала редуктора и выполняет роль вентилятора, охлаждающего таль. Для улучшения охлаждения корпус редуктора снабжен охлаждающими ребрами (см. поз. 8, рис. 5.3). Контроль уровня масла в редукторе производится с помощью контрольных пробок 7, для слива масла предусмотрена пробка 8. Соединение барабана со ступицей, на которой сидит прямозубое зубчатое колесо 9, осуществлено с помощью зубчатой муфты 10, компенсирующей неточности монтажа. Смазка подшипников вала ротора и барабана производится с помощью шприц-масленок 11. Со стороны, противоположной редуктору, расположен шкаф электроаппаратуры 12, в котором располагаются пускатели механизма передвижения 13 и механизма подъема 14, кольцевой токосъемник 15 и концевые выключатели. Механизм подъема снабжен ограничителем (выключателем) подъема крюка 10 (см. рис. 5.3), срабатывающим от воздействия крюковой подвески, и ограничителем ВК (концевым выключателем) спуска крюка, срабатывающим благодаря счетчику числа оборотов 16. Редуктор и шкаф аппаратуры соединены между собой сварным корпусом.

Кинематическая схема механизма подъема представлена на рис. 5.5. Крутящий момент от ротора 1 двигателя через резьбовую муфту 2 передается на быстроходный вал, далее через двухступенчатую зубчатую передачу 3 посредством зубчатой муфты 4 – на барабан 5.

Устройство грузоупорного тормоза показано на рис. 5.6. На вале-шестерне 1 имеется резьба, на которую навинчена шестерня 2 с опорной поверхностью для тормозной прокладки. На вал-шестерню посажен упорный диск 3. Между опорной поверхностью шестерни и упорным диском помещен свободно сидящий храповик 4 с тормозными прокладками 5. На палец, параллельный валу-шестерне, посажена собачка 6. При выключенном электродвигателе

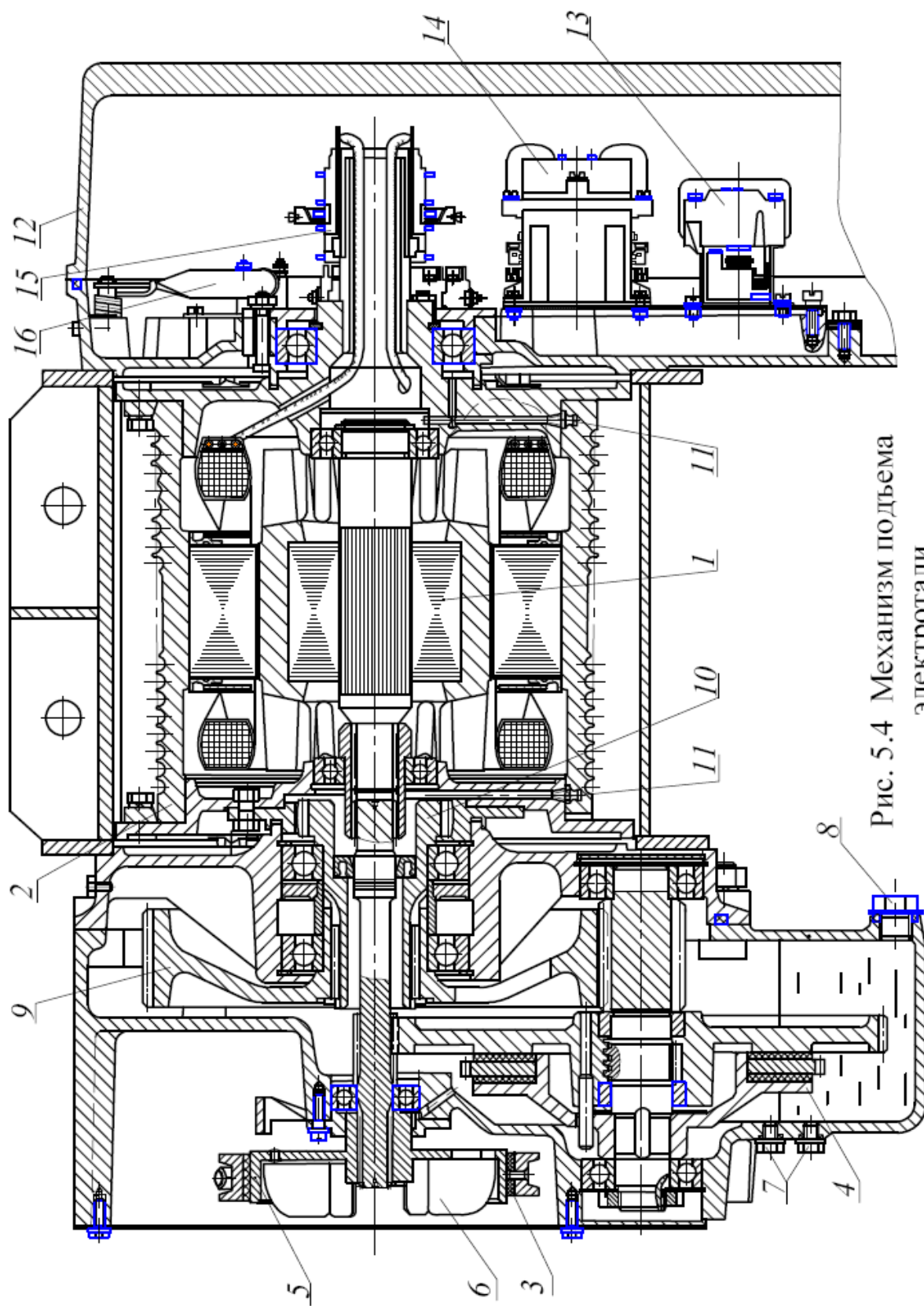


Рис. 5.4 Механизм подъема электродов

шестерня 2 под действием веса груза навинчивается на вал-шестерню, прокладки с храповиком зажимаются упорными поверхностями, а собачка, упираясь в зубцы храповика, стопорит всю систему, удерживая груз на весу.

При подъеме груза тормоз, находясь в затянутом состоянии, вращается по часовой стрелке и передает вращающий момент барабану.

При работе электродвигателя на спуск груза шестерня 2 свинчивается с вала на величину, ограниченную ходом пальца 7 в пазу 8 и размыкает тормоз, но не совсем, а до степени такого притормаживания всей системы, которое не дает валу-шестерне под действием веса груза вращаться с ускорением и обгонять навинчивающуюся на него шестерню. Этим обеспечивается равномерный спуск груза, при этом двигатель мало нагружен, что уменьшает его нагрев и позволяет назначить более тяжелый общий режим работы механизма подъема.

На поверхности барабана 2 (см. рис. 5.4) имеется винтовая канавка для навивки каната. Длина барабана рассчитана так, что при спуске груза на полную номинальную высоту на барабане остается еще 1,5–2 несматываемых витка каната.

Крепление каната к барабану осуществляется с помощью специальных закладочных втулок, в которых канат крепится клином. Втулка вместе с канатом вкладывается в предусмотренный для этой цели паз барабана и удерживается от выпадения планкой.

В качестве грузоподъемного органа на тали применена крюковая обойма с закрепленным на ней однорогим крюком. Крюк вращается вокруг вертикальной оси, опираясь на траверсу через шариковый подпятник.

В верхней части механизма подъема имеются проушины для подвески его к механизму передвижения. Механизм передвижения (см. рис. 5.3) состоит из приводной тележки 2 и холостой тележки 5 с боковыми направляющими роликами 7. Приводная и холостая тележки шарнирно соединяются между собой несущей траверсой 6, к которой производится подвеска механизма подъема.

Тележки присоединены к траверсе на шарнирных пальцах, что позволяет тали проходить по кривым участкам пути с небольшим радиусом кривизны.

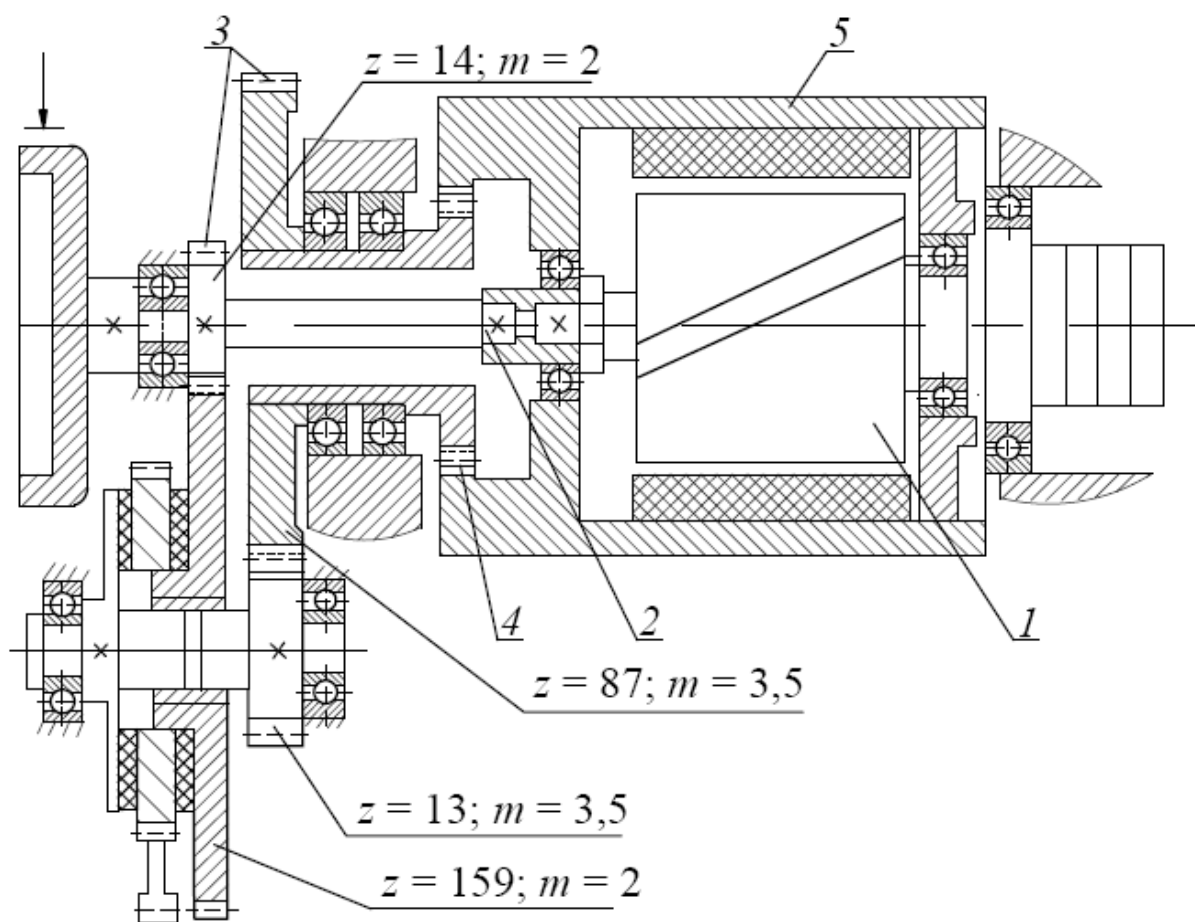


Рис. 5.5. Кинематическая схема механизма подъема

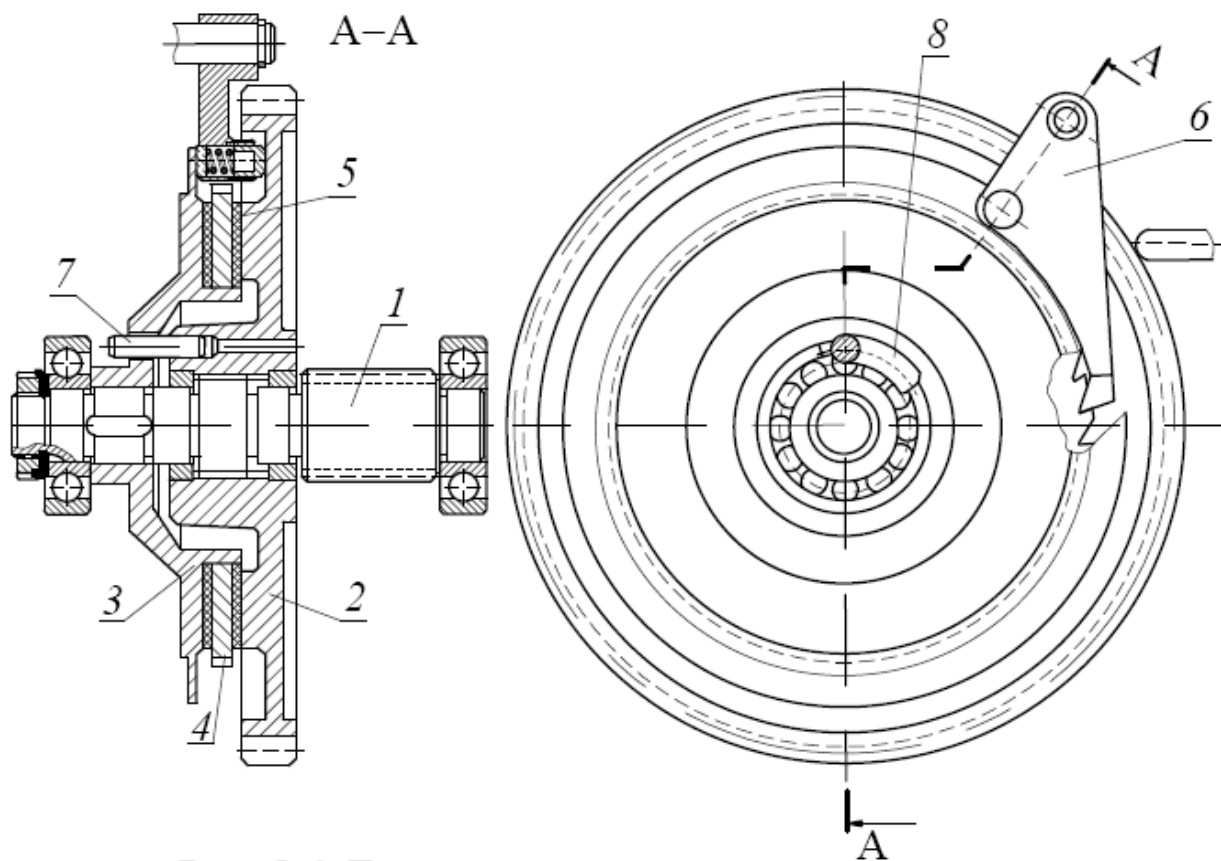


Рис. 5.6. Грузопорный тормоз

Приводная тележка (рис. 5.7) имеет два приводных катка 7 с ребордами и бочкообразными поверхностями катания. Катки перемещаются по ездovому пути (монорельсу), выполненному из двутаврового проката, и приводятся во вращение фланцевым электродвигателем 1, расположенным под нижней полкой двутавра на корпусе правого редуктора 6. Правый 6 и левый 5 редукторы соединены между собой тремя стяжками 8 (на рис. 5.3 они обозначены поз. 9). На стяжки надевается специальная проставка (на рис. 5.7 не показана) для соединения тележки с траверсой.

Для перемещения по двутавровому профилю с различной шириной полки редукторы тележки могут раздвигаться на необходимую ширину путем установки (перестановки) регулировочных шайб 4 различной толщины. Изменение этого размера не влияет на работу зубчатых передач, так как шестерня 2 левого редуктора 5 приводится во вращение от шлицевого валика 3, который допускает осевое перемещение редуктора 5.

Ручная лебедка

Лебедка представляет собой машину для перемещения груза, в которой тяговый орган (канат) навивается на барабан или свивается с него.

Наиболее популярные виды ручных рычажных лебедок – лебедки рычажные марки ЛР и монтажно-тяговые механизмы марки МТМ. Лебедка ручная рычажная (ЛР и МТМ) зачастую используется как автомобильная лебедка по причине ее компактности, универсальности крепления и надежности механизма подъема. Лебедки ручные рычажные (ЛР и МТМ) выбираются по двум основным параметрам: грузоподъемность и длина троса.

Лебедка ручная рычажная – ручной грузоподъемный механизм, который предназначен для подъема и горизонтального перемещения тяжелых предметов. В качестве гибкого органа в лебедках типа ЛР используют канат, в лебедках типа ЛРЦ – сварную цепь.

Лебедка тяговая ручная ЛР состоит из барабана 4, стального каната, рычага 3, двух крюков для фиксации лебедки 1 и груза 2, храпового 9 и трещеточного 6 механизмов (рис. 5.8). Канат лебедки ЛР при работе наматывается на барабан, с целью предотвращения на барабане ослабления каната последний удерживается подпружиненной пластиной 10. Данный механизм управляется вручную

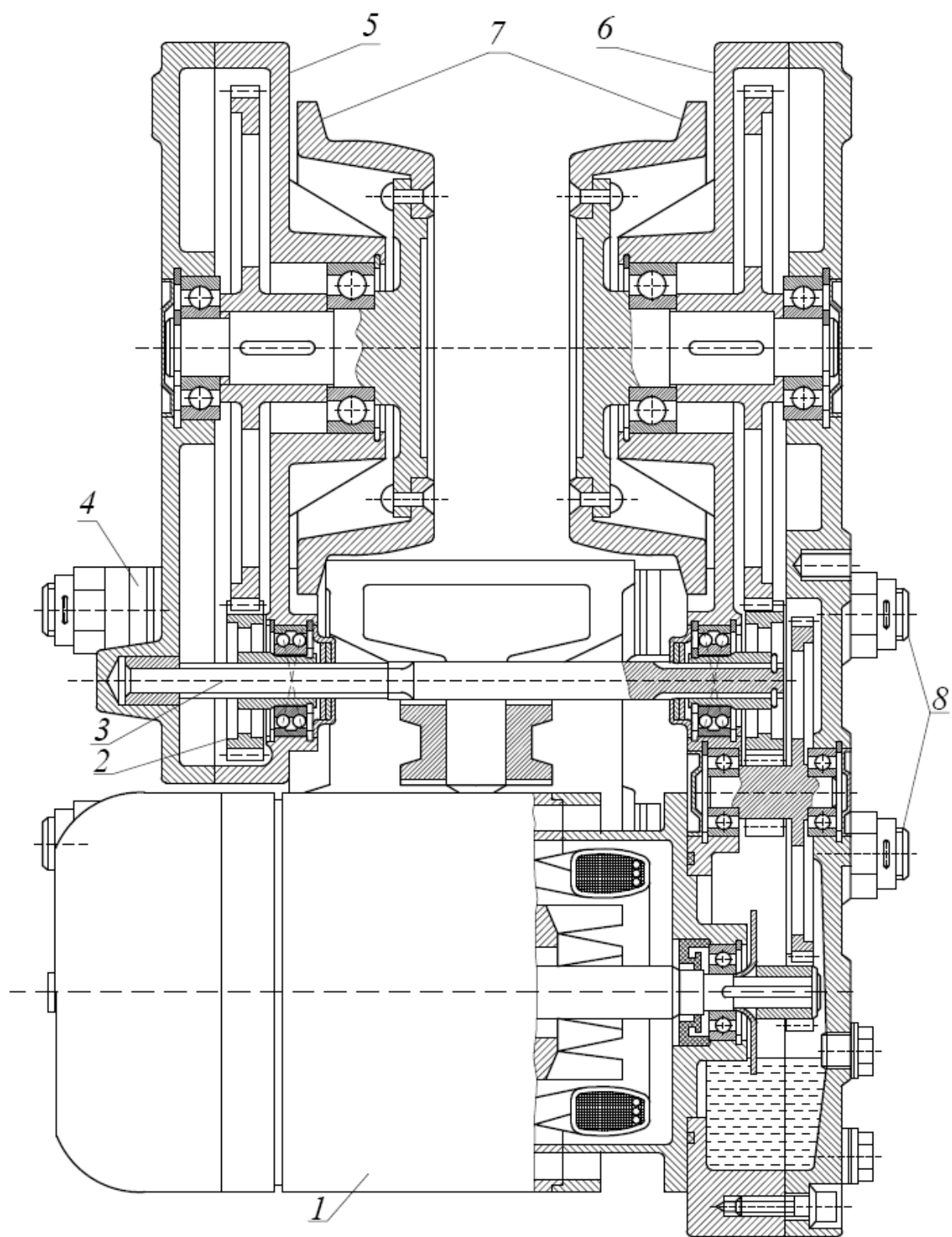


Рис. 5.7. Приводная тележка электротали ГЭ

маятниковым движением рычага 3. Для подъема груза кольцо, выполненное заодно с собачкой 8, устанавливается в положение, соответствующее подъему груза.

По конструкции и принципу действия лебедка ЛРЦ практически не отличается от вышеизложенной (рис. 5.9).

Если поднимаемый груз и лебедка расположены на одном уровне, то для его подъема лебедку необходимо доукомплектовать блоком, который крепится сверху над механизмом.

Монтажно-тяговые механизмы МТМ применяются для осуществления подъемно-транспортных операций при проведении строительных, монтажных и прочих работ этого вида.

Монтажно-тяговый механизм МТМ обладает преимуществом в универсальности использования, так как он, в отличие от ручных барабанных лебедок, не требует специально подготовленной поверхности или громоздких конструкций для крепления. Грузоподъемность таких лебедок от 0,8 до 5,4 т.

Лебедка тяговая МТМ состоит из корпуса, стального каната и телескопического рычага (рис. 5.10). Лебедка тяговая МТМ не имеет барабана, так как ее механизм пропускает канат через корпус лебедки посредством специальных сжимов, создающих тяговое усилие. Лебедка ручная рычажная МТМ управляется вручную с помощью рычага, совершающего маятниковые движения.

Рукояткой переднего хода и рукояткой заднего хода трос перемещается по прямой линии для реализации подъема груза, перемещения по горизонтальной или наклонной плоскости и удерживания в затянутом состоянии тяжеловесного груза, затрачивая на это минимальное количество ручной силы.

Захватывающий трещеточный механизм МТМ лебедки поочередно то натягивает, то отпускает трос в переднем и заднем блоке внутри корпуса лебедки, при этом, двигая вперед-назад рычагом переднего или заднего хода, можно передвигать груз. После того как стальной трос будет вставлен в верхний зубчатый захват, а затем он пройдет в нижний зубчатый захват, он будет постоянно находиться в зажатом состоянии между зубцами с помощью имеющейся для этих целей пружины. Благодаря тому, что зубчатая поверхность захватов механизма создает увеличенную силу трения между собой, эта сила удерживает прочно трос при перемещении груза (рычаг захватного механизма лебедки наклонен назад от груза).

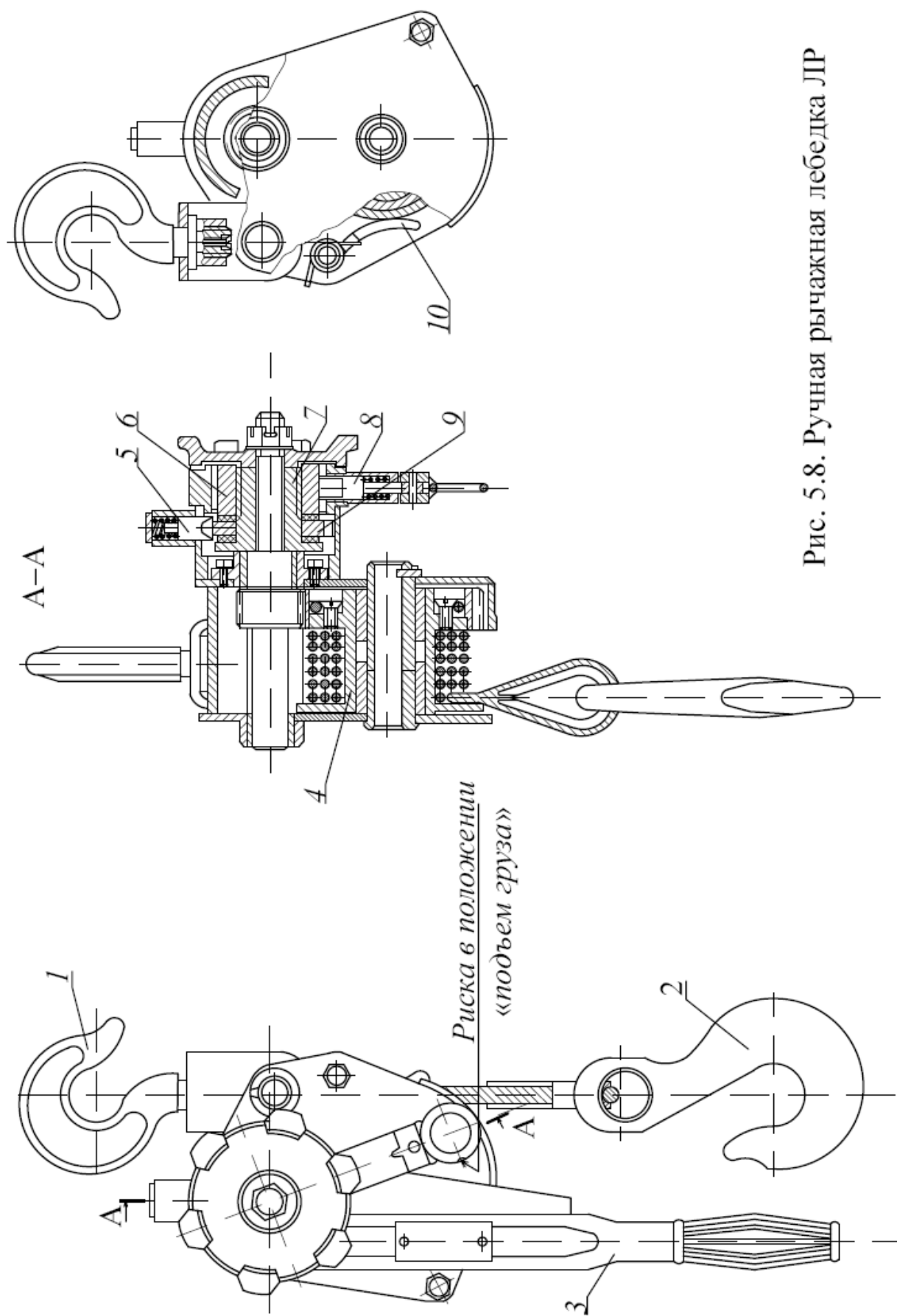


Рис. 5.8. Ручная рычажная лебедка ЛР

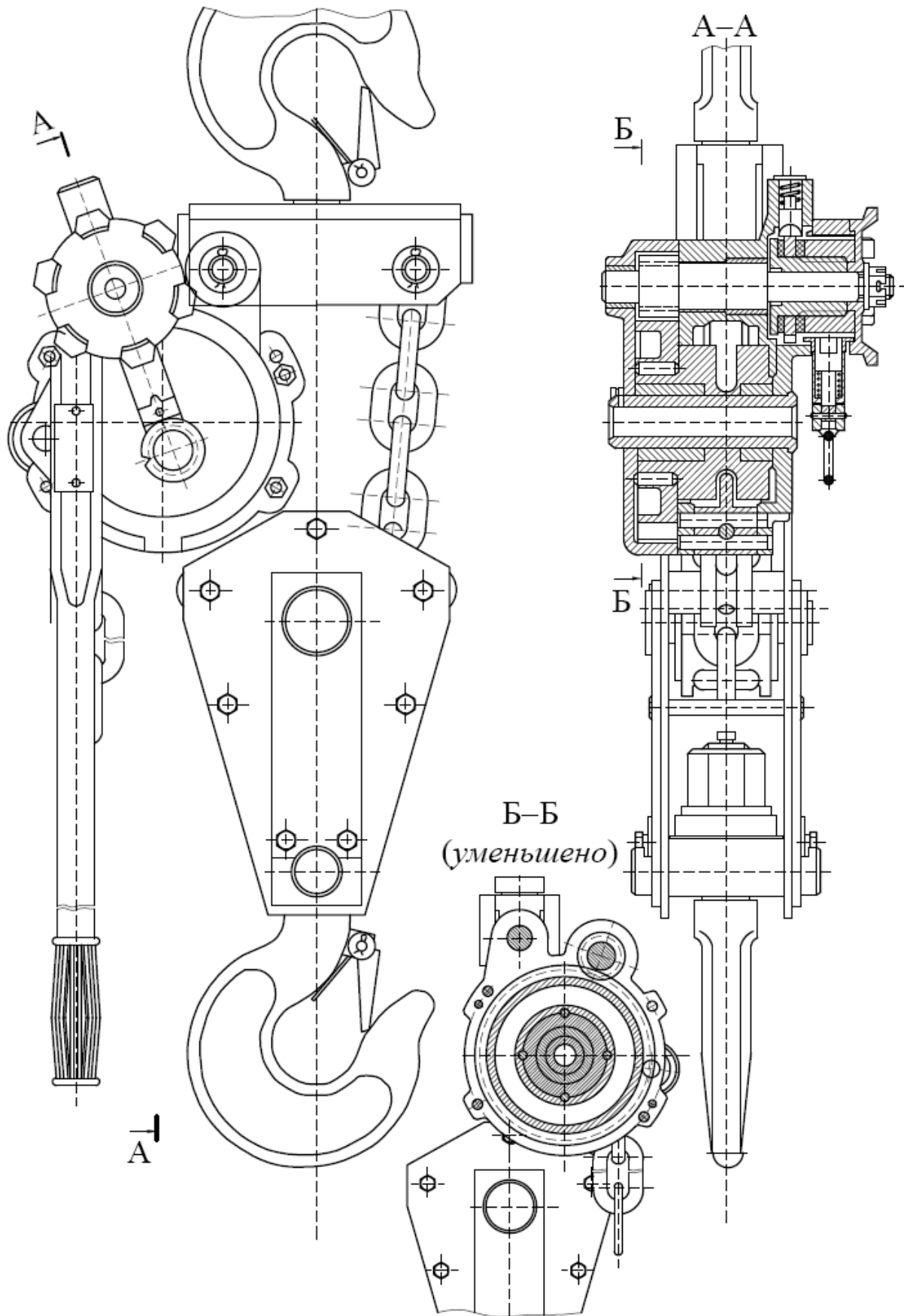


Рис. 5.9. Ручная рычажная лебедка ЛРЦ

Предохранительный штифт лебедки автоматически остановит рычаг, если допустимый вес груза будет превышен в 1,25 раза от установленной нормы.

Для поднятия груза (натягивания каната) нажимают на рычаг переднего хода 3. При движении рычага 3 против часовой стрелки зажим 1 отпускает, зажим 2 захватывает канат (рис. 5.11, а). При движении по часовой стрелке зажим 1 захватывает, зажим 2 отпускает (рис. 5.11, б).

Для опускания груза (или перемещения его назад) нажимают на рычаг заднего хода 4. При движении рычага 4 против часовой стрелки зажим 1 захватывает, зажим 2 отпускает канат (рис. 5.11, в). При движении по часовой стрелке зажим 1 отпускает, зажим 2 захватывает канат (рис. 5.11, г).

Для вытаскивания каната из лебедки необходимо нажать на освобождающий рычаг 5, при этом зубцы захватов 1 и 2 раскроются и трос выйдет из нижнего отверстия лебедки (рис. 5.12).

Достоинства монтажно-тягового механизма заключаются в следующем:

- Оригинальность конструкции заключается в отсутствии барабана, на который должен наматываться трос. Вместо этого получается механизм с непосредственным воздействием на канат, проходящий через лебедку.

- Небольшой вес механизма обеспечивает удобную его транспортировку. Этому свойству устройство обязано применением в его корпусе алюминиевых сплавов. Вместе с тем, тяговое усилие, развиваемое лебедкой МТМ грузоподъемностью 3,2 т, достигает до 5 т.

- Износоустойчивые колодки позволяют предотвратить преждевременный износ каната за счет равномерного распределения усилия по его охватываемой поверхности.

- Оборудование позволяет не только приподнять груз, но и на время оставить его в подвешенном состоянии. Таким образом, правильнее было бы называть это устройство «канатным домкратом».

- Крепеж лебедки осуществляется к любой поверхности благодаря наличию в ее комплекте серьги и крюка. Крюк или серьга позволяют зацепиться за основание, после чего трос дотягивается до предмета, который необходимо переместить. Возвратно-поступательные движения ручки обеспечивают протягивание троса

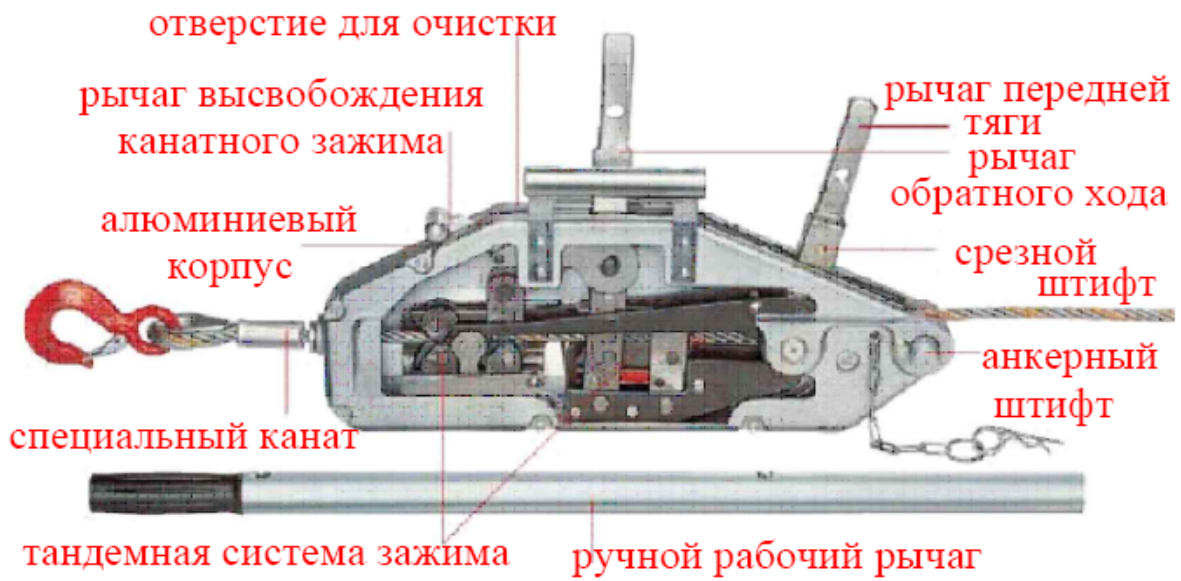


Рис. 5.10. Монтажно-тяговый механизм

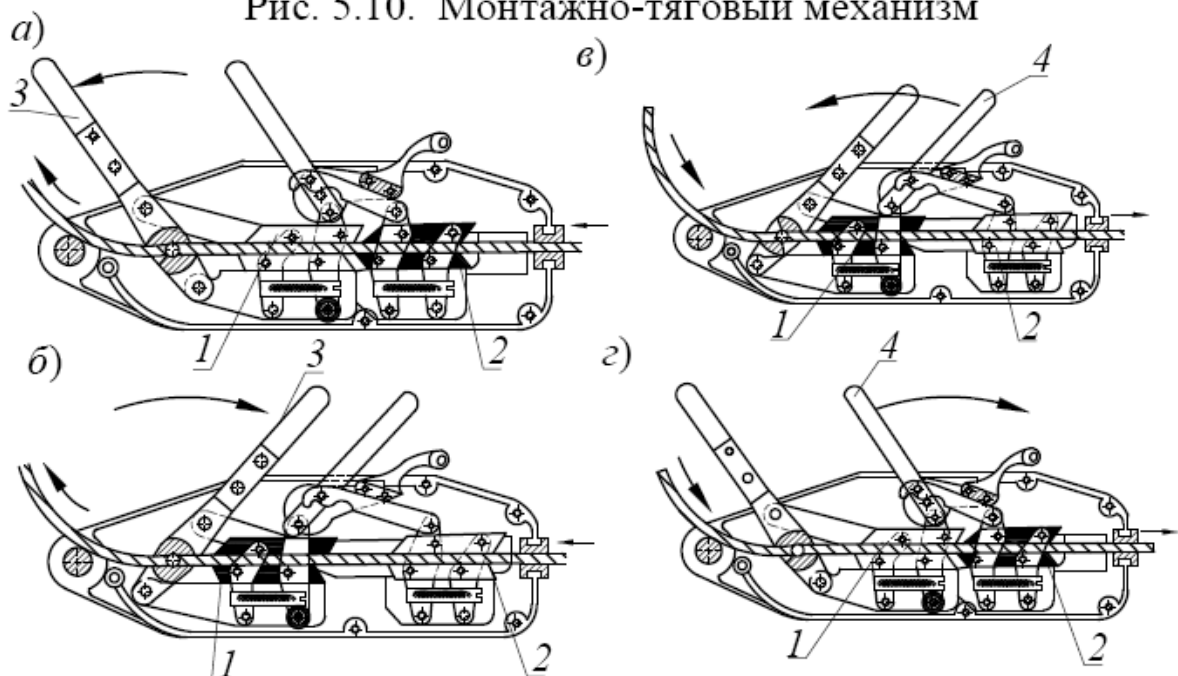


Рис. 5.11. Принцип действия монтажно-тягового механизма: а, б – при подъеме груза; в, г – при спуске

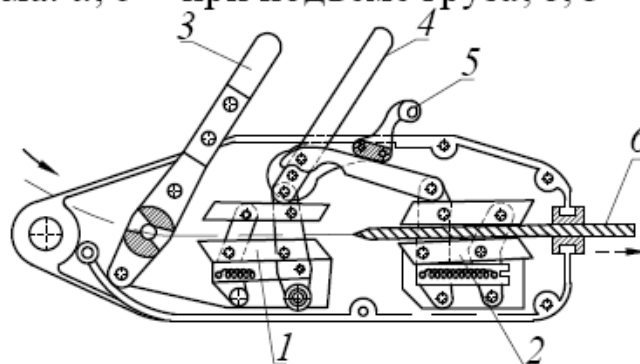


Рис. 5.12. Освобождение каната

через механизм, постепенно перемещая в нужном направлении предмет.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Ручная червячная таль

1. Площадь поперечного сечения всех пластин в одном звене в опасном сечении (мм^2):

$$F = (b - d)\delta n, \quad (5.1)$$

где b – ширина пластины, мм; d – диаметр пальца, соединяющего пластины, мм; δ – толщина пластины, мм; n – число пластин в звене, шт.

2. Грузоподъемность тали (кг):

$$G = \frac{F\sigma i_{\text{п}}}{K}, \quad (5.2)$$

где σ – предел прочности материала цепи на разрыв (см. табл. 5.1); $i_{\text{п}}$ – кратность полиспаста; K – коэффициент запаса прочности цепи (см. табл. 5.1).

Ручная шестеренчатая таль

1. Площадь поперечного сечения стали звена (мм^2):

$$F = 2 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi d^2}{2}, \quad (5.3)$$

где d – диаметр стали звена, мм.

2. Грузоподъемность тали определяется по формуле (5.2).

Электроталь ТЭ1–511

1. Площадь поперечного сечения стали каната (мм^2):

$$F = \frac{\pi d^2}{4} K_3, \quad (5.4)$$

где d – диаметр каната, мм; $K_3 = 0,35$ – коэффициент заполнения сталью сечения каната.

2. Грузоподъемность электротали определяется по формуле (5.2).

По результатам расчетов заполняется табл. 5.1.

Таблица 5.1

Таль	F , мм ²	σ , МПа	$i_{\text{п}}$	K	G , кг
Червячная		400		3	
Шестеренчатая		450		3	
Электроталь ТЭ1–511		1600		5,5	

Определение усилий в канате механизма подъема электротали

Механизмы грузоподъемных машин характеризуются циклическостью, прерывистостью работы. Полный цикл работы каждого механизма, в том числе и механизма подъема, состоит из периода пуска (разгона) $t_{\text{п}}$, периода установившегося движения $t_{\text{у}}$ и периода остановки (торможения) $t_{\text{т}}$. Полный цикл работы механизма графически изображен на рис. 5.13 и рис. 5.14 для подъема и опускания груза соответственно. Графики усилий в канате построены без учета упругости каната и элементов механизма подъема.

Усилие в канате при прямом подвесе равно весу груза и не изменяется, если он неподвижен или равномерно движется. Усилие в канате изменяется при пуске и торможении из-за преодоления инерции покоя или равномерного и прямолинейного движения массы груза.

На практике без большой погрешности величину возникающего динамического усилия на канате определяют в предположении равноускоренного (при пуске) и равнозамедленного (при торможении) движений груза. В этом случае характер изменения скорости на графике выглядит в виде прямой линии, наклонной к оси абсцисс под углом $\text{tg}\alpha$, и ускорение

$$a = \frac{dv}{dt} = \text{tg}\alpha = \text{const} \quad (5.5)$$

будет величиной постоянной. Продолжительности периодов пуска и остановки различны, поэтому абсолютная величина ускорения $a_{\text{п}}$ при пуске может быть не равна абсолютной величине замедления $a_{\text{т}}$ при торможении $|a_{\text{п}}| \neq |a_{\text{т}}|$.

В периоды неустановившегося движения величина динамического усилия в канате равна

$$P_{\text{д}} = m \frac{dv}{dt} = ma. \quad (5.6)$$

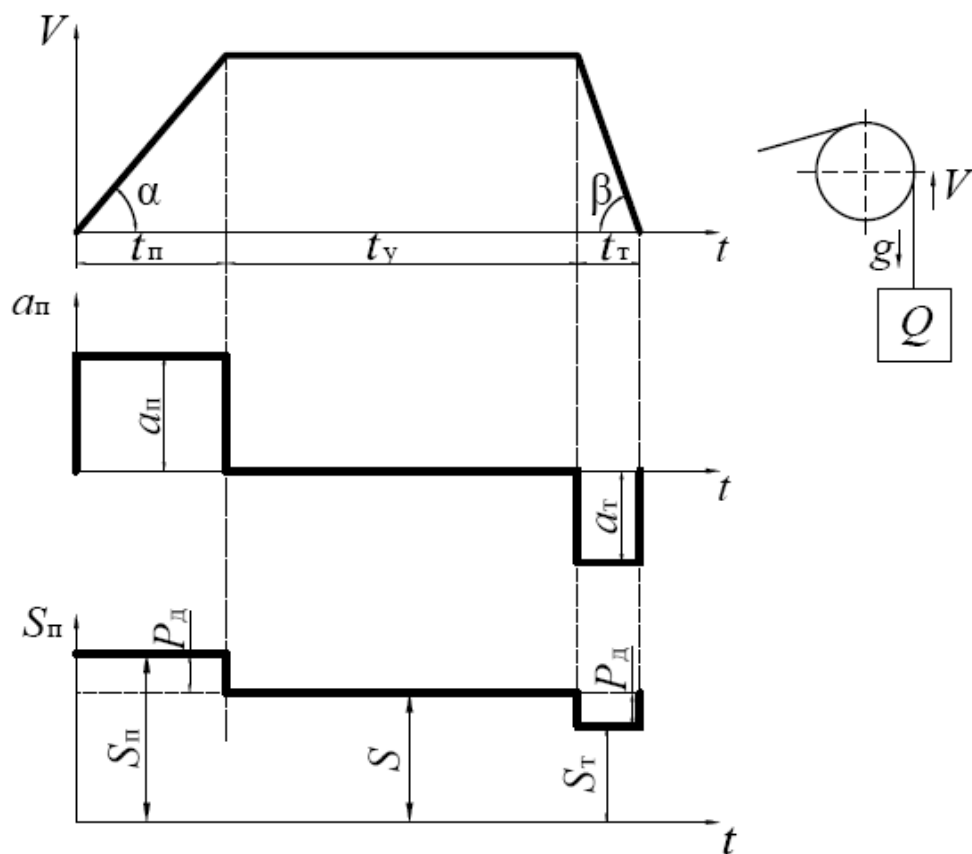


Рис. 5.13. Диаграммы перемещений, скорости и ускорения при подъеме груза

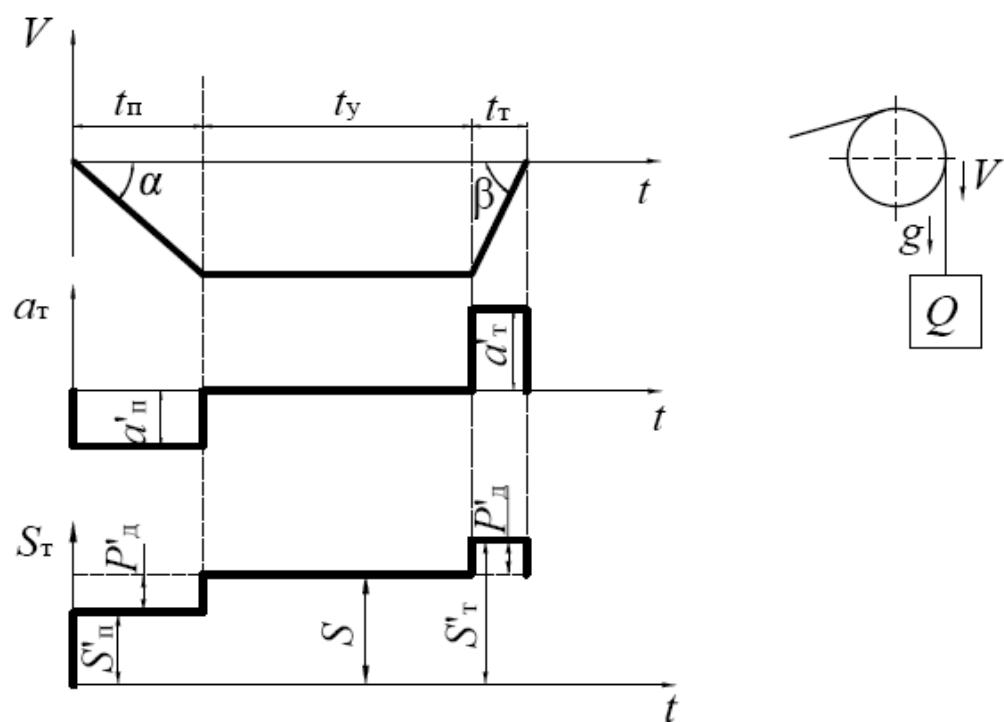


Рис. 5.14. Диаграммы перемещений, скорости и ускорения при опускании груза

Направление действия динамической силы P_d определяется знаком ускорения (замедления) и направлением движения груза.

Величина полного усилия в канате при пуске и остановке в общем случае определяется по формуле

$$S = Q + ma = mg + ma = m(g + a) = Q \left(1 + \frac{a}{g} \right), \quad (5.7)$$

где $Q = G/i_{\text{п}}$ – усилие в канате, создаваемое весом груза; m – масса груза; g – ускорение свободного падения.

Для случая подъема груза усилия в канате равны:

$$\begin{array}{ll} \text{при пуске} & \text{при остановке} \\ S_{\text{п}} = Q \left(1 + \frac{a_{\text{п}}}{g} \right); & S_{\text{т}} = Q \left(1 - \frac{a_{\text{т}}}{g} \right). \end{array} \quad (5.8)$$

Отчет по данной работе должен содержать определение вышеуказанных величин.

6. ДОМКРАТЫ

Цель работы: изучение конструкции и принципа действия домкратов; определение максимального усилия, развиваемого домкратом; определение необходимого усилия, прикладываемого к рукоятке; определение коэффициента полезного действия домкрата.

Домкрат – грузоподъемное устройство с жестким выдвижным органом, предназначенное для подъема, опускания, перемещения груза на небольшие расстояния (обычно до 0,5–0,6 м). Такие операции часто приходится выполнять при монтаже и ремонте оборудования и конструкций, например при укладке под оборудование подкладок, для выверки положений осей машин и т. д.

По своей принципиальной конструкции различают домкраты реечные, винтовые, гидравлические, пневматические, параллелограммные и клиновые. Клиновые домкраты в свою очередь могут быть винтовые и гидравлические. Существуют также комбинированные гидровинтовые домкраты. Подъем такими домкратами производится двумя ступенями за один цикл: первая ступень подъема осуществляется гидравлическим способом, вторая – винтом, встроенным в корпус домкрата. Однако такие домкраты очень громоздки, тяжелы и неудобны в работе.

Винтовые домкраты

Винтовые домкраты изготавливают грузоподъемностью 2–50 т, высота подъема до 350 мм, масса 17–60 кг. При грузоподъемности, превышающей 20 т, вращение винта осуществляется через червячную передачу. Некоторые типы домкратов выпускают на салазках, горизонтальный винт которых позволяет перемещать груз на небольшие расстояния – 200–250 мм. Винтовые домкраты работают по принципу использования наклонной плоскости и ворота.

Винтовой домкрат состоит из корпуса 1 (сталь марки 25Л или чугун СЧ 15-32), стального винта 2 (сталь марки 35) с прямоугольной или трапецеидальной резьбой, бронзовой гайки 3 и приводной рукоятки 4 (рис. 6.1, а). На верхнем конце винта свободно укреплена грузовая головка 5, которая, упираясь в поднимаемый груз, остается во время вращения винта неподвижной.

Для удобства вращения приводная рукоятка часто снабжается трещоткой. В этом случае на квадратной части b винта закрепляется храповое колесо с зубьями 7. Рукоятка, свободно надетая на круглую часть винта, при возвратно-поступательных движениях цепляет концом двусторонней собачки 8 за зубья колеса и поворачивает его вместе с винтом. В зависимости от направления вращения винта собачку поворачивают на оси 9 в одно из крайних положений, где она удерживается стопором 10 с пружиной 11.

Винтовые домкраты выполняются самотормозящими и не требуют никаких дополнительных устройств для удержания груза. Поэтому угол подъема винтовой линии (обычно $\alpha = 4^\circ$) в винтовых домкратах принят меньше угла трения (обычно $\rho = 6^\circ$), т. е. меньше того угла, при котором груз, положенный на наклонную плоскость, начинает скользить по ней под влиянием собственной массы.

Преимущества домкратов – это надежность и безопасность в работе. Недостатком винтовых домкратов является низкий КПД (0,3–0,4) и малые скорости подъема (15–35 мм/мин).

Для компактности в некоторых домкратах винт устраивают телескопическим (рис. 6.1, б). При подъеме сначала выдвигается внутренний винт 12, сопротивление вращению которого меньше, чем наружного. Когда винт 12 дойдет до упора, начнет выдвигаться винт 13. Храповой механизм состоит из храповика 7, двухсторонней собачки 8, насаженной на ось 9, и рукоятки 4. Для опускания груза нужно перекинуть собачку по другую сторону рукоятки.

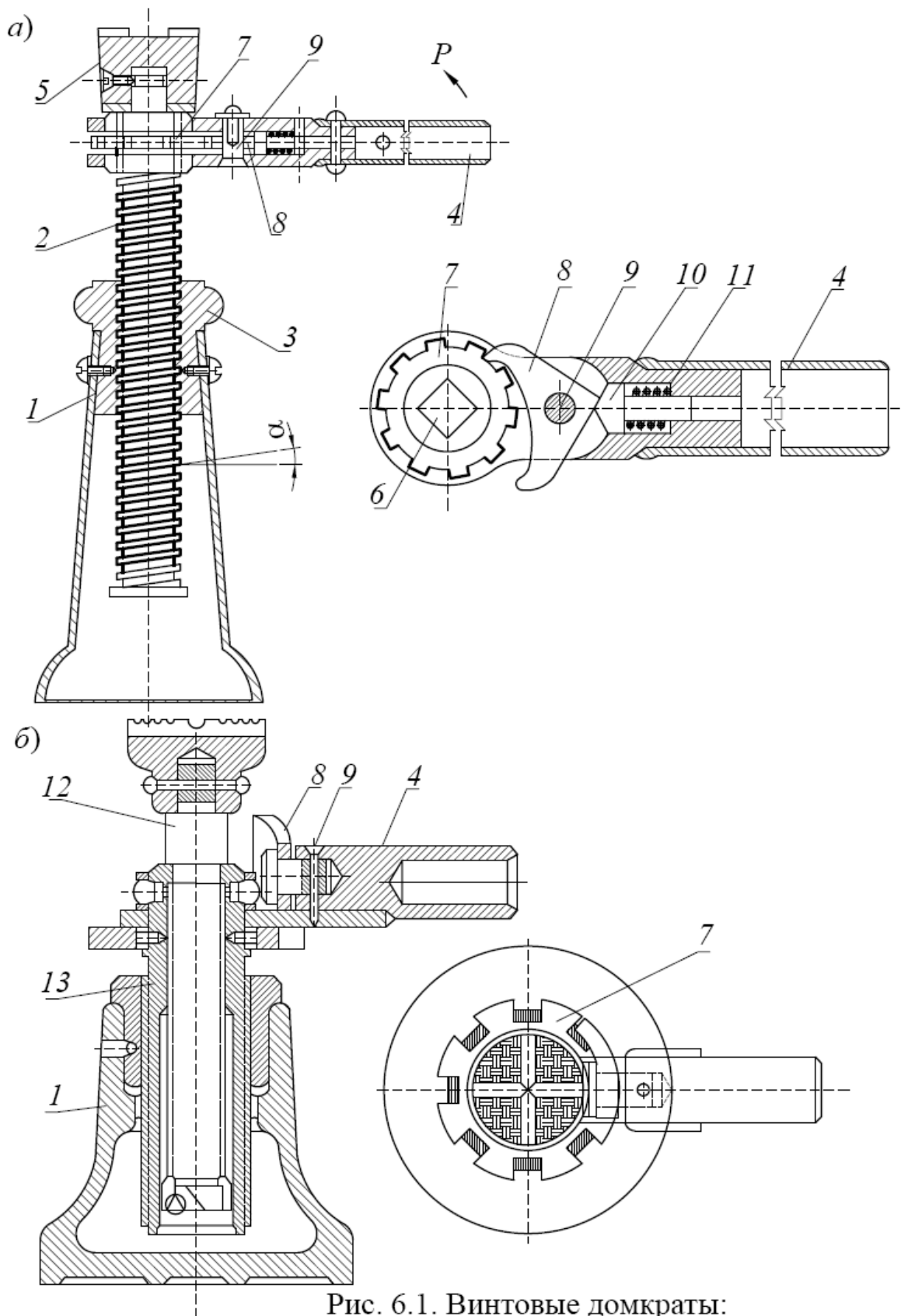


Рис. 6.1. Винтовые домкраты:
a – с трещоткой; *б* – с телескопическим винтом

При работе винтовыми домкратами различных видов необходимо устанавливать домкрат строго центрально под грузом, так как его винт рассчитан только на сжатие и при неправильной установке может согнуться; не увеличивать чрезмерно длину рукоятки домкрата, чтобы не развивать силу большую, чем могут выдержать гайка и винт; периодически очищать винт и гайку от грязи и смазывать их консистентной смазкой.

Реечные домкраты

Реечные домкраты применяют для правки стальных конструкций и подъема грузов при погрузочно-разгрузочных, монтажных и ремонтных работах.

Грузоподъемность реечных домкратов составляет 3–6 т, на лапе грузоподъемность в 2 раза меньше. Высота подъема достигает до 380 мм, масса домкрата в зависимости от грузоподъемности находится в пределах 35–70 кг.

Рабочим органом реечного домкрата является зубчатая рейка, перемещаемая вверх или вниз, вручную, через систему зубчатых передач с помощью рычага или рукоятки. В первом случае домкрат называют рычажно-реечным, а во втором – реечным с зубчатой передачей. Рычажно-реечные домкраты имеют ограниченное применение в связи с малой грузоподъемностью, поскольку вес поднимаемого груза преодолевается усилием руки рабочего, создаваемого на рычаге с учетом передаточного отношения рычажного механизма (соотношения плеч рычага). При конструировании реечных домкратов с целью компактности приводного механизма плечо рукоятки принимают в пределах 200–250 мм, количество зубьев малых шестерен 4–5, а передаточные числа каждой ступени выбирают не более 4–6. КПД домкрата составляет 0,65–0,85. Реечный домкрат с зубчатой передачей (рис. 6.2, а) состоит из корпуса 1, в направляющих параллелях которого может перемещаться зубчатая рейка 2 (сталь 45 с термообработкой), имеющая наверху грузовую поворотную головку 3, а внизу лапу (башмак) 4 для подъема низко расположенных тяжелых грузов. Рейка перемещается в корпусе с помощью реечной шестерни (сталь марок 15, 20 с цементацией), получающей вращение от рукоятки 5 посредством одной или двух зубчатых передач. Для удержания поднятого груза на валу приводной рукоятки устанавливают храповик 6 с собачкой 7.

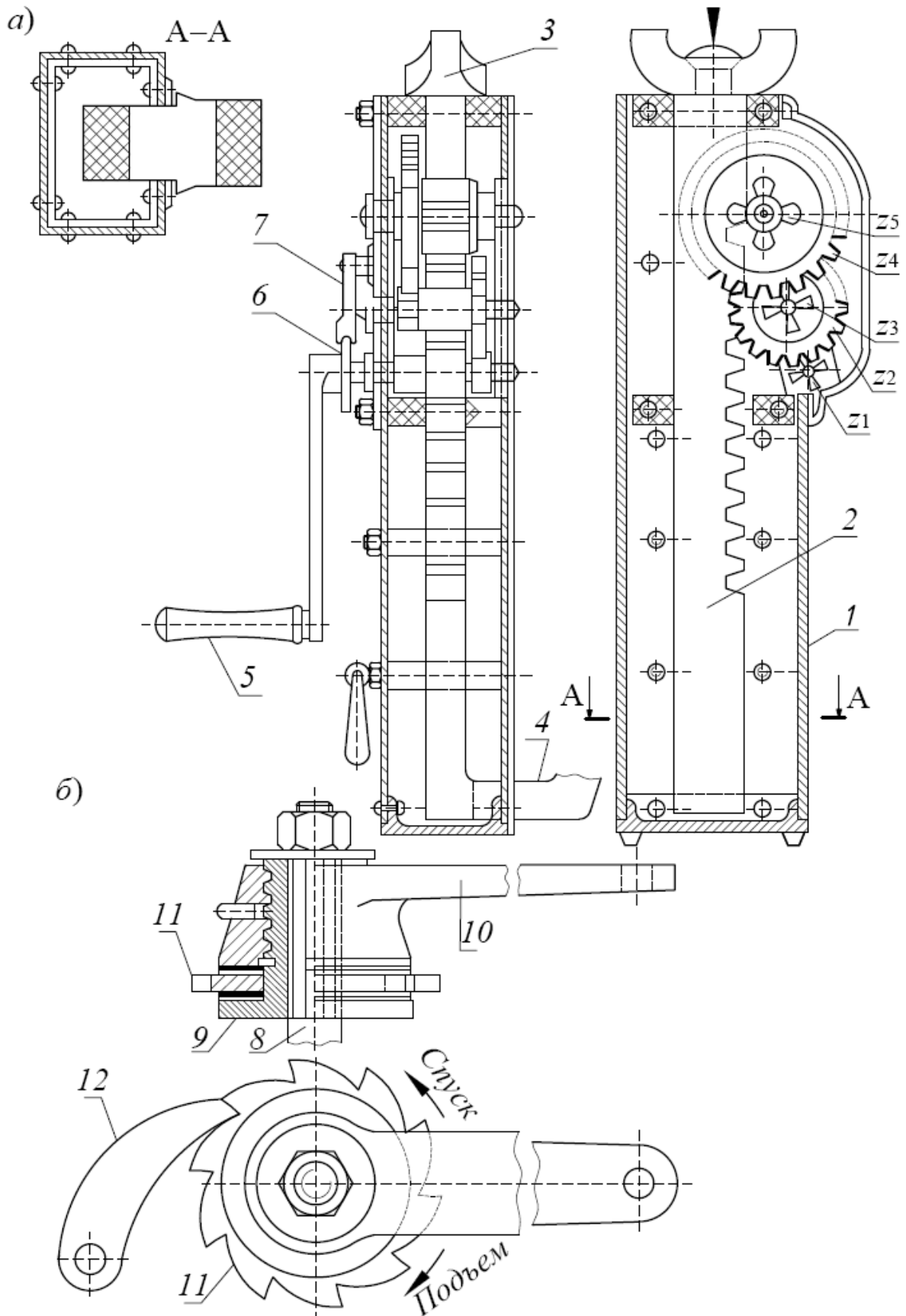


Рис. 6.2. Реечный домкрат с зубчатой передачей:
 а – домкрат; б – безопасная рукоятка

На приводном валу 8 механизма закреплена шпонкой втулка 9 с винтовой нарезкой, на которую навинчена рукоятка 10 (рис. 6.2, б). Между заплечиками втулки и рукояткой свободно посажено храповое колесо 11, входящее в зацепление с собачкой 12. При вращении рукоятки в сторону подъема груза она навинчивается на втулку и зажимает храповик между дисками втулки и рукоятки. Возникающая на дисках сила трения используется для передачи крутящего момента валу 8. При подъеме груза собачка свободно проскальзывает по зубцам храповика. По прекращении подъема собачка упирается в зубец храповика и застопоривает груз. Для опускания груза необходимо вращать рукоятку в обратную сторону. Смещаясь по резьбе вправо, рукоятка ослабляет зажим храпового колеса и втулка 9 вместе с валом 8 под действием крутящего момента от груза начинает вращаться. Как только скорость вращения вала 8 превысит скорость вращения рукоятки, последняя снова станет навинчиваться на втулку 9 и зажмет храповик, т. е. работа такой рукоятки аналогична винтовому тормозу.

Конструкция реечного домкрата не позволяет регулировать с большой точностью степень подъема, т. к. подъем или опускание груза увеличиваются только на величину зуба рейки домкрата. Это ограничивает применение речных домкратов.

Гидравлические домкраты

Гидравлические домкраты применяют при монтаже оборудования. Грузоподъемность гидравлических домкратов 5–100 т и более, высота подъема 75–150 мм, масса 3–80 кг. Принцип устройства гидравлических домкратов различных типов примерно одинаковый. Под давлением жидкости, подаваемой в цилиндр ручным или приводным насосом, поршень домкрата выдвигается и поднимает груз.

Гидравлический домкрат с ручным приводом состоит из корпуса 1, в котором размещены цилиндр с поршнем 2, плунжерный насос с рукояткой 5, всасывающий 7 и нагнетательный 8 клапаны, резервуар для рабочей жидкости 6 и спускной клапан 3 (рис. 6.3). Поршень в цилиндре уплотняется манжетами. Качанием рукоятки влево цилиндр 4 насоса через всасывающий клапан из резервуара заполняется рабочей жидкостью. При ходе рукоятки вправо поршень насоса через нагнетательный клапан подает жидкость в рабочий цилиндр, и поршень с грузом поднимается. Для опускания гру-

за открывают сливной клапан, и жидкость из рабочего цилиндра перетекает в резервуар; изменением отверстия клапана регулируют скорость опускания груза. Поршень без груза опускается под действием силы, прикладываемой рабочим, который нажимает на головку поршня при открытом клапане 3.

В качестве рабочей жидкости применяют минеральные масла – индустриальные (ГОСТ 20799–88), а в зимнее время смесь глицерина с водой. Рабочее давление жидкости – 40 МПа.

В приводных домкратах устанавливают на отдельной раме шестеренчатый насос с приводом от электродвигателя. При подъеме очень тяжелого груза 1 (массой 1000 т) устанавливают несколько домкратов 2, которые соединяют шлангами и стальными трубопроводами 3 с общим приводным насосом 4 (рис. 6.4).

Клиновые домкраты

Часто при монтаже оборудования для подъема груза на незначительную высоту применяют клиновые домкраты. Наиболее простой по конструкции является домкрат типа ДКМ. При вращении винта 1 клин 2 передвигается и скользит по наклонной плоскости плиты 3, которая при этом поднимается вместе с лежащим на ней грузом (рис. 6.5, а). Опускают груз, вращая винт в противоположную сторону. Для установки и крепления всех частей домкрата служит корпус.

Верхняя плоскость подъемной плиты в любой стадии ее подъема или опускания остается горизонтальной. Для уменьшения силы трения наклонные рабочие плоскости клина и подъемной плиты покрывают смазкой типа «солидол» или «литол-24».

Клиновые домкраты ДКМ благодаря незначительной массе и малой высоте (100–150 мм) широко применяют при выверочных работах, особенно в случаях, когда подвести под поднимаемое оборудование другие домкраты невозможно. Они выпускаются грузоподъемностью 5, 10 и 15 т. Минимальная высота подъема такими домкратами 10–15 мм, что вполне достаточно для выверки.

Клиновые домкраты не боятся коррозии, так как трущиеся части покрыты антикоррозионной и антифрикционной смазкой. Они не требуют подвода электричества, гидравлики или сжатого воздуха, могут применяться как в помещениях, так и в полевых условиях. Также могут служить в качестве жесткой опоры поднятого груза.

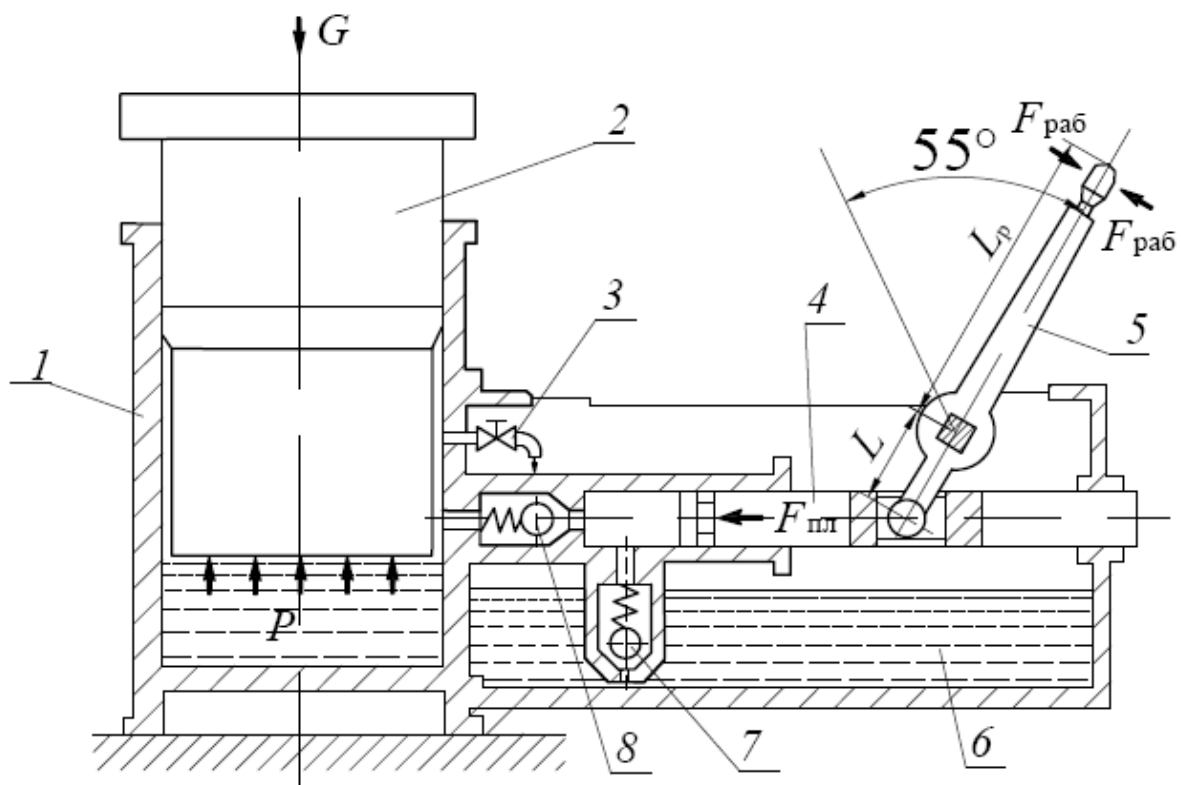


Рис. 6.3. Гидравлический домкрат

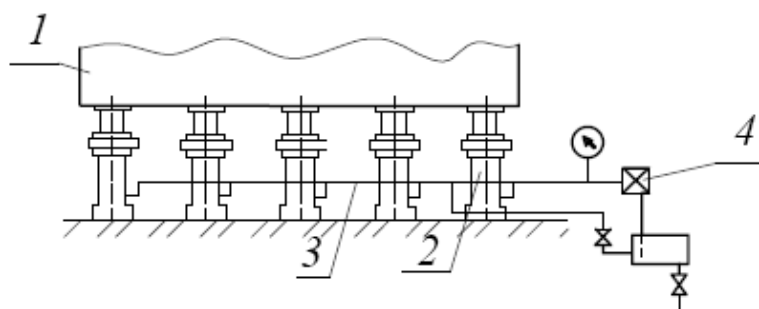


Рис. 6.4. Схема соединения гидравлических домкратов

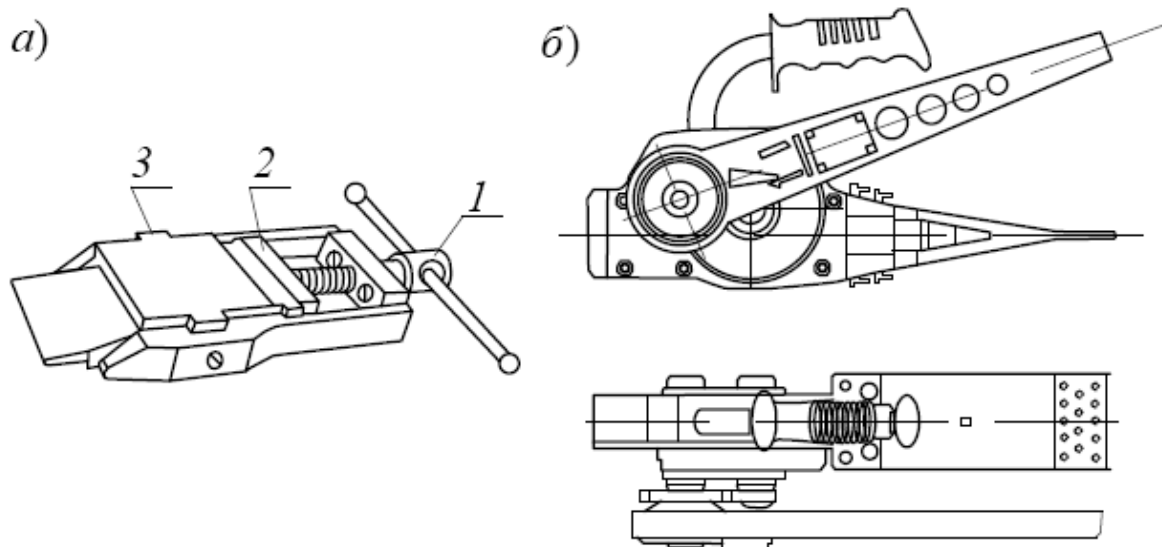


Рис. 6.5. Клиновые домкраты: а – ДКМ; б – МК

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Винтовой домкрат

После изучения конструкции винтового домкрата вычерчивается его кинематическая схема и производятся все необходимые измерения:

1. Шаг резьбы винта $t_{\text{в}}$, м.
2. Длина плеча приводной рукоятки, l , м.
3. Средний радиус винтовой резьбы $r_{\text{ср}}$, м.
4. Средний радиус пяты опорной головки домкрата r , м.

При работе домкрата на подъем преодолевается момент (Н·м) от веса груза и трения в резьбе:

$$M_1 = Qr_{\text{ср}} \operatorname{tg}(\alpha + \rho),$$

где Q – вес поднимаемого груза, Н; ρ – угол трения, $\rho = 6\text{--}9^\circ$; α – угол подъема винтовой линии.

Угол подъема винтовой линии определяется из выражения

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{t_{\text{в}}}{2\pi r_{\text{ср}}}.$$

Кроме того, преодолевается момент трения (Н·м), возникающий на опорной поверхности винта от трения по нижнему торцу опорной головки:

$$M_2 = Qr\mu,$$

где μ – коэффициент трения ($\mu = 0,08\text{--}0,15$).

Крутящий момент M (Н·м), создаваемый усилием рабочего P на плече рукоятки l , должен быть равен:

$$M = M_1 + M_2.$$

Откуда усилие рабочего (Н) на рукоятке составит:

$$P = Q \left[\frac{r_{\text{ср}}}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \frac{r}{l} \mu \right].$$

Полученные значения усилий рабочего P для различных значений поднимаемого груза заносим в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Поднимаемый груз Q , Н	10 000	20 000	40 000	60 000	80 000	100 000
Усилие на приводной рукоятке P , Н						

Коэффициент полезного действия винтового домкрата:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \frac{r}{r_{\text{cp}}} \mu}$$

КПД винтовых домкратов составляет $\eta = 0,3-0,4$.

Реечный домкрат

Вычертить кинематическую схему домкрата и произвести следующие измерения:

1. Шаг зубьев рейки t , м.
2. Ширину зуба рейки b , м.
3. Число зубьев шестерен зубчатой передачи, данные занести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

z_1	z_2	z_3	z_4	z_5

4. Средний радиус малого зубчатого колеса последней передачи r , м.

5. Длина плеча приводной рукоятки l , м.

Необходимое усилие (Н), которое должен приложить рабочий к приводной рукоятке, определяется по формуле

$$P = \frac{r}{\eta l} \left(\frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} \right) Q,$$

где Q – вес поднимаемого груза, Н; η – коэффициент полезного действия зубчатой передачи домкрата, $\eta = 0,65-0,85$.

Полученные значения P для различных значений поднимаемого груза заносим в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Поднимаемый груз Q , Н	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000
Усилие на приводной рукоятке P , Н					

Максимальный поднимаемый домкратом груз (Н) из условия прочности зубьев рейки определится как

$$Q_{\max} = \frac{[\sigma] \cdot \psi \cdot t^2}{4,1^2},$$

где $[\sigma]$ – предел прочности стали, $[\sigma] = 250$ МПа;

$\psi = \frac{b}{t}$ – относительный коэффициент.

Гидравлический домкрат

Вычертить схему домкрата и произвести следующие измерения:

1. Диаметр поднимаемого плунжера D , м.
2. Диаметр поршня малого насоса d , м.
3. Длина большего плеча приводного рычага L , м.
4. Длина меньшего плеча рычага l , м.

Необходимое усилие (Н) на рукоятке, которое должен приложить рабочий, определяется по выражению

$$P = 1,1 \frac{1}{\eta} \frac{l}{L} \frac{d^2}{D^2} Q,$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери в уплотнениях цилиндра; η – КПД гидравлического домкрата, $\eta = 0,78-0,9$.

Давление масла под рабочим плунжером составит (МПа):

$$P_p = \frac{4Q}{\pi D^2 \eta}.$$

Усилие, прикладываемое к поршню насоса для подъема груза, (Н):

$$P_{\text{пор}} = 1,1 \frac{d^2}{D^2} Q.$$

Результаты расчетов занести в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Поднимаемый груз Q , Н	Усилие, прикладываемое		Необходимое давление рабочей жидкости P_p , МПа
	к рычагу домкрата P , Н	к поршню насоса $P_{\text{пор}}$, Н	
100 000			
150 000			
200 000			
250 000			

7. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ

Цель работы: изучение устройства основных типов грузоподъемных кранов.

В цехах машиностроительных, механосборочных и ремонтных предприятий неизменным условием механизации производственных процессов является наличие каких-либо грузоподъемных машин и устройств. Основными типами грузоподъемных машин являются мостовые краны, кран-балки, велосипедные, козловые и консольные краны.

Велосипедный кран

Велосипедными называются передвижные краны на колонне, смонтированные на узких двухколесных ходовых тележках, движущихся по монорельсовым путям.

Велосипедные краны применяются главным образом в цехах и в складах с узкими проходами, где по условиям расположения оборудования затруднена или невозможна работа других передвижных кранов. Для придания устойчивости в поперечном направлении вверху фермы имеется опорная рама 1 с двумя или четырьмя горизонтальными опорными ходовыми колесами 2 (рис. 7.1). Колеса перемещаются по горизонтальным направляющим балкам 3, прикрепленным к потолочной конструкции здания или к настенным кронштейнам 4.

В первом случае краны могут быть полноповоротными; во втором случае угол поворота кранов ограничивается $180\text{--}250^\circ$.

Велосипедные краны имеют грузоподъемность до 10 т при вылете стрелы до 7 м. Скорости для таких кранов принимаются: подъема грузов – 8–12 м/мин, передвижения – 40–80 м/мин, поворота – $1\text{--}3 \text{ мин}^{-1}$.

Механизм подъема велосипедного крана, работающего посередине пролета цеха, обычно устанавливают на ферме, на стороне, противоположной крюковой подвеске, и используют в качестве противовеса. У кранов, движущихся вдоль стены, противовесов не делается. Механизм подъема состоит из двигателя 5, редуктора 6, тормоза нормально замкнутого типа с электромагнитным управлением, устанавливаемого на муфте 7, соединяющей двигатель с ре-

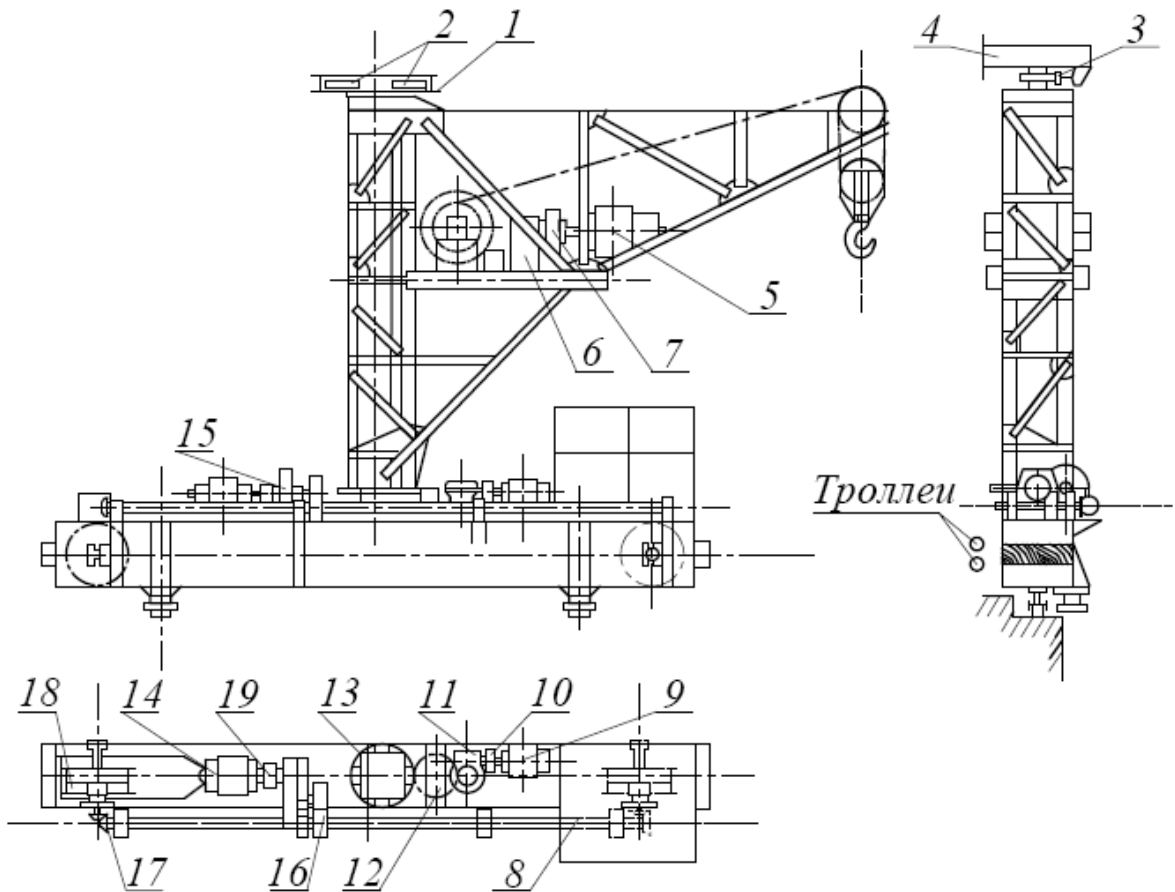
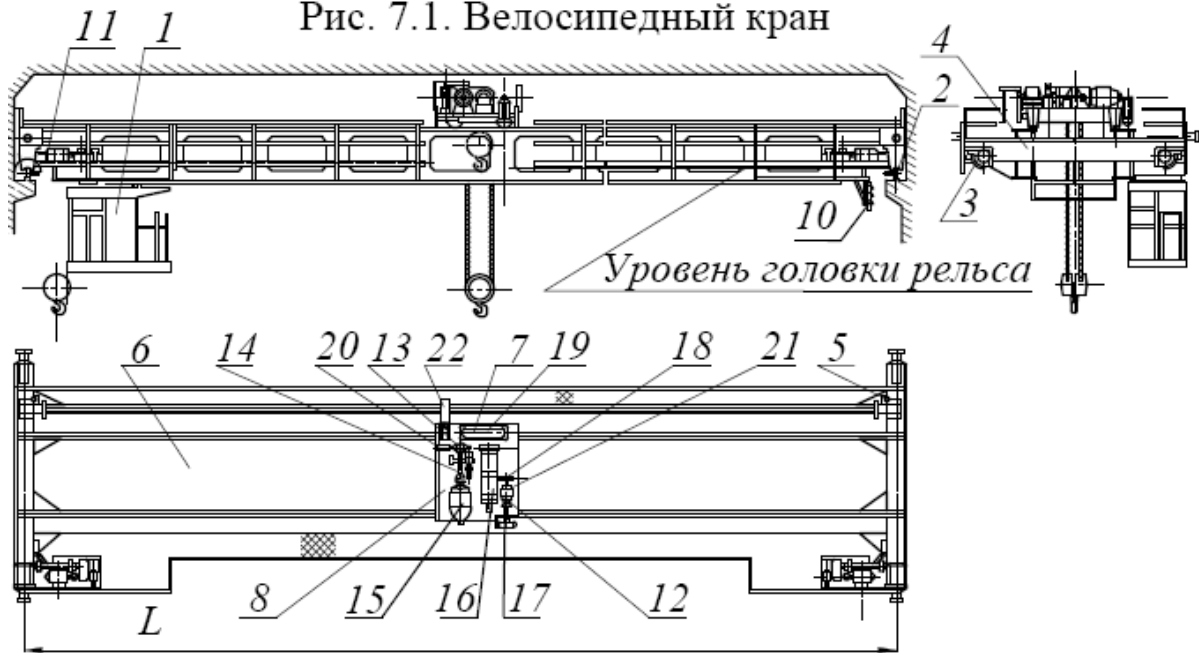


Рис. 7.1. Велосипедный кран



Кинематические схемы механизмов

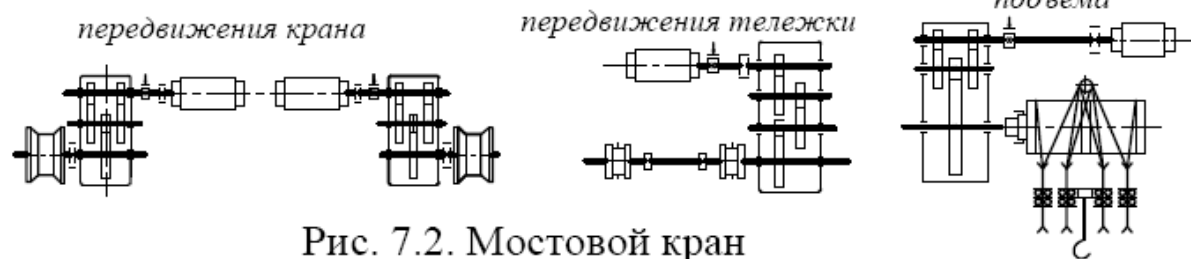


Рис. 7.2. Мостовой кран

дуктором, крюковой подвески и каната, проходящего через головные блоки.

Механизм поворота велосипедного крана находится на ходовой тележке 8 и состоит из двигателя 9, муфты с тормозом 10, червячного редуктора 11 и зубчатой передачи 12, ведомого колеса 13, которое закреплено на поворотной крановой ферме.

Механизм передвижения ходовой тележки состоит из двигателя 14, редуктора 15, открытых зубчатых передач 16 и 17, передающих крутящий момент ходовым колесам 18, тормоза с тормозной муфтой 19, соединяющей вал двигателя с валом редуктора. Цилиндрические двухребордные ходовые колеса 18 установлены между балками тележки на неподвижных осях.

Велосипедные краны выполняют с постоянным и переменным вылетами стрелы. На рис. 7.1 изображен кран с постоянным вылетом. В кранах с переменным вылетом применяют передвижные грузовые тележки. При этом механизмы передвижения тележек устанавливаются вне грузовых тележек.

Двухбалочный опорный мостовой кран

Мостовые краны являются основным видом грузоподъемных машин промышленных предприятий. Мостовые краны изготавливаются в соответствии с техническими требованиями, указанными в ГОСТ 27584–88.

Мостовые краны, используемые на машиностроительных заводах, изготавливаются грузоподъемностью до 50 т с пролетом от 10 до 32 м. Встречаются двухбалочные опорные мостовые краны грузоподъемностью до 630–800 т, пролет их достигает 60 м, а высота подъема – до 50 м и более.

Мостовой кран (рис. 7.2) состоит из моста б и перемещающейся по верхнему (а в некоторых конструкциях по нижнему) поясу балок моста крановой тележки с установленными на них механизмами.

Мост б состоит из двух продольных сварных балок коробчатого сечения (или решетчатых ферм), соединенных между собой двумя поперечными концевыми балками 4.

Стенки коробчатой балки могут быть выполнены из листов с периодическими гофрами (правая сторона) или с гладкими листами (левая сторона) с продольными ребрами (рис. 7.3, а). В обоих

случаях концевые участки балок изготовлены из гладких листов. Листы стенок и верхних и нижних поясов соединены между собой сплошными сварными швами. Пролетные балки имеют строительный подъем ($1/1000$ пролета крана), получаемый при соответствующей обрезке кромок свариваемых стальных листов стенок.

В концевых балках 4 (см. рис. 7.2) установлены ходовые колеса 3, при помощи которых кран перемещается по подкрановым путям 2, уложенным на уступе верхней части стены или колонн цеха.

Концевая балка выполнена в виде двух частей, соединенных болтовыми накладками 8 (рис. 7.3, б). Для точной фиксации частей балки часть болтов устанавливают с плотной посадкой. Нижний пояс 9 имеет наклонные выпуски 6 для подсоединения пролетных балок.

В местах крепления букс стенки 10 окаймлены изогнутыми листами 5, подкрепленными также внутренними стенками. На лист 5 приварены механически обработанные плиты 4 с отверстиями для крепежных болтов. Для доступа к болтам имеются окна 3. В верхнем пояском листе 11 предусмотрен вырез 12 для пропуска ходового колеса, перекрытый корытным профилем 2, на котором закреплена опорная коробка 1 буфера. Усиление надбуксовой части внутренними стенками и профилем 2 обусловлено недостаточной прочностью конструкции узла.

Механизм передвижения крана 11 установлен на мосту крана и состоит из двигателя, тормоза, редуктора и ходовых колес (см. рис. 7.2). В данной конструкции применен механизм передвижения с отдельным приводом.

Также могут использоваться следующие схемы механизмов передвижения:

а) с быстроходным трансмиссионным валом, с тем же числом оборотов, что у двигателя (рис. 7.4, а), и с двумя редукторами по концам, передающими движение ходовым колесам крана;

б) с тихоходным валом, связанным с двигателем через редуктор и передающим движение ходовым колесам через зубчатую передачу (рис. 7.4, б). Механизмы, выполненные по второй схеме, имеют большую массу.

Скорость передвижения двухбалочных кранов – 0,4–2,0 м/с.

Тележка крана состоит из рамы 8 (см. рис. 7.2), на которой размещены механизм подъема 7 и механизм передвижения 12.

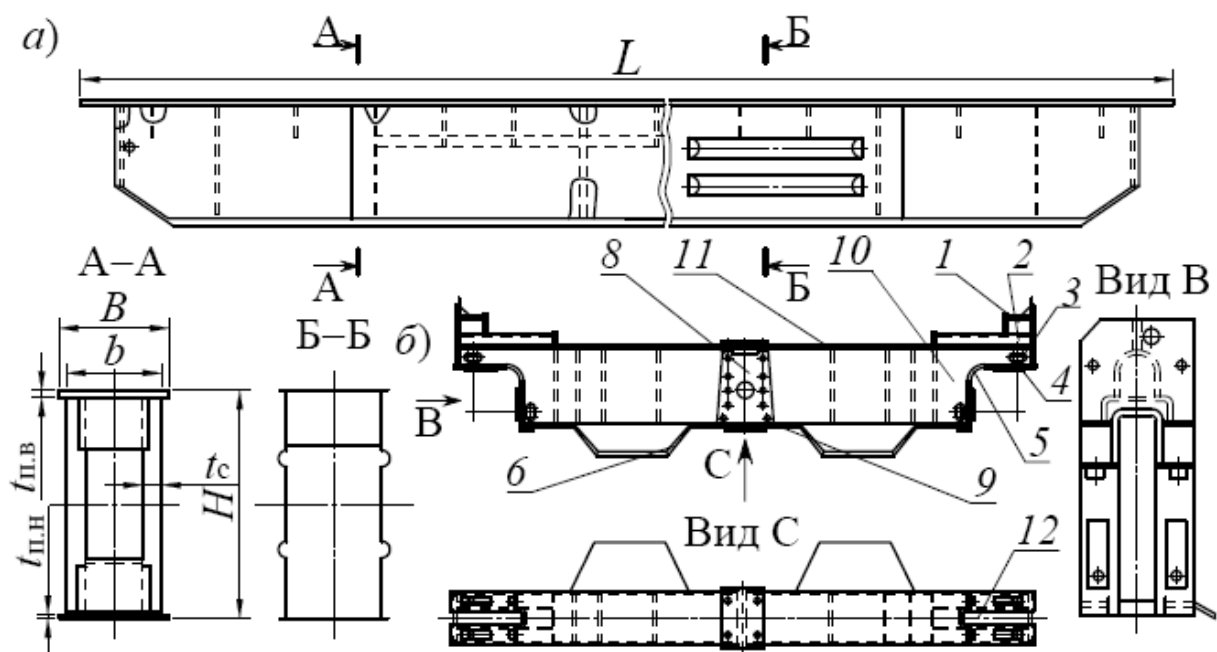


Рис. 7.3. Балки: *a* – коробчатая пролетная; *б* – концевая

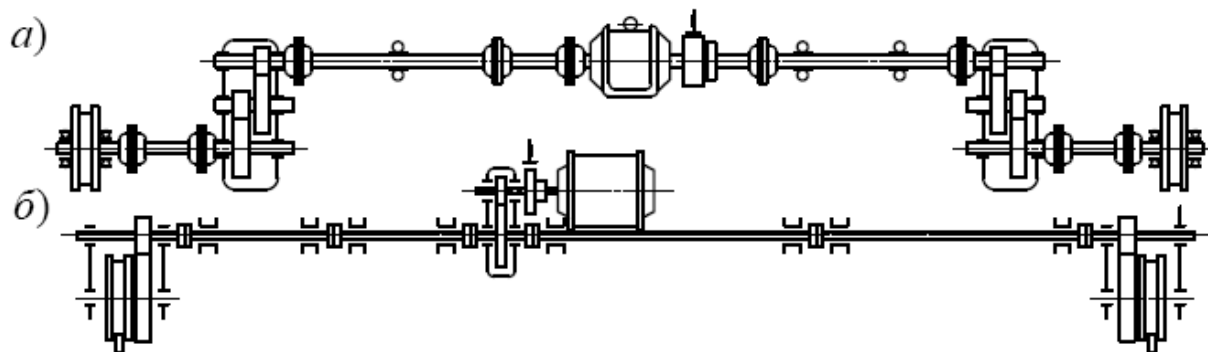


Рис. 7.4. Кинематическая схема механизма передвижения моста: *a* – с быстроходным; *б* – с тихоходным трансмиссионным валом

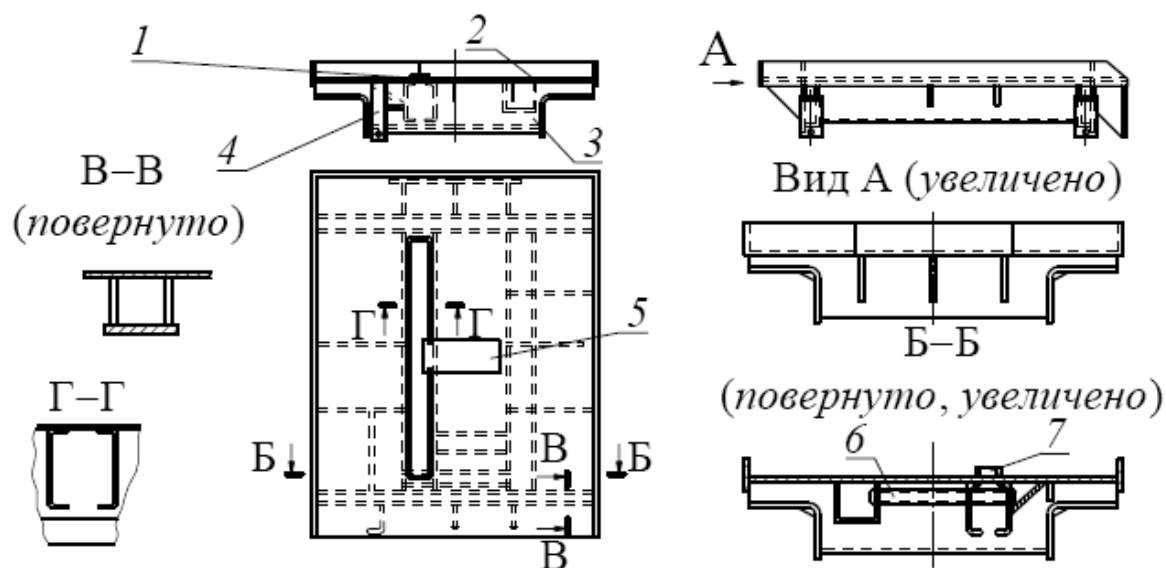


Рис. 7.5. Рама тележки

Рама тележки выполнена из двух продольных балок 3 (см. рис. 7.5), опирающихся на буксы ходовых колес, и двух поперечных балок, одна из которых 2 расположена под двигателем, а вторая 1 – вдоль окантованного проема для каната. Тележка закрыта настилом. В центре настила имеется окно для размещения верхней блочной обоймы грузового полиспаста. Окно 7 и труба 6 предназначены для электропроводов питания двигателей. Настил поддерживается системой ребер. С трех сторон настил огражден бортом, к которому крепят стойки ограждения. Узлы механизмов и двигатели монтируют на подставках, привариваемых к настилу. Для правильного положения узлов используют дистанционные подкладки. Кронштейн 4 предназначен для крепления вертикального редуктора механизма передвижения. Рама снабжена упорами для буферов, установленных на мосту, а также кронштейнами, взаимодействующими с рельсами в случае поломки осей ходовых колес.

На тележке могут быть размещены два механизма подъема, один из которых является главным, а второй, меньшей грузоподъемности, вспомогательным.

Механизм подъема состоит из электродвигателя 15 (см. рис. 7.2), редуктора 19, тормоза 20, барабана 16 и канатного полиспаста с крюковой обоймой. Муфта 13, соединяющая вал-вставку 14 с валом редуктора, используется в качестве тормозного шкива.

Скорость подъема груза двухбалочными кранами составляет 0,04–0,2 м/с в зависимости от грузоподъемности и режима работы.

Механизм передвижения тележки 12 (см. рис. 7.2) состоит из двигателя 21, тормоза 18, вертикального зубчатого редуктора 17, двух ведущих и двух холостых ходовых колес. Скорость передвижения тележки двухбалочных кранов – 0,4–0,8 м/с.

Электрическое питание крана производится при помощи троллей 10, изготовленных из прокатной стали углового профиля, прикрепленных к стене здания через изоляторы, и токосъемника скользящего типа. Для осуществления токоподвода к двигателям, расположенным на тележке, обычно также используются троллеи 5 с токосъемником 22. В некоторых конструкциях мостовых кранов токоподвод к тележке осуществляется с помощью гибкого кабеля. В этом случае между двумя стойками, установленными около концевых балок, натягивается проволока, к которой подвешен по спирали гибкий кабель. Применение гибкого токопровода упрощает конст-

рукцию, повышает надежность эксплуатации и снижает вес крана, так как позволяет отказаться от стоек и площадки для размещения и обслуживания троллеев.

Управление всеми механизмами производится из кабины 1, прикрепленной к балке моста. Кабины выполняются открытыми или закрытыми. Они изготавливаются рамной конструкции, причем закрытые кабины имеют остекление, обеспечивающее хороший обзор. Для улучшения обзорности в некоторых конструкциях кабин предусматривается выполнение настила пола из толстого (20 мм) оргстекла, через который просматривается вся зона под кабиной. Сидение крановщика, регулируемое по высоте, обычно имеет высоту 400–500 мм и может переставляться в продольном направлении.

Для обеспечения безопасности работы все механизмы снабжены концевыми выключателями, производящими отключение соответствующих механизмов в крайних их положениях.

Кран-балка (однобалочный мостовой кран)

Кран-балки предназначены для подъема и перемещения грузов в цехах и на складах (ГОСТ 7890–93) и подразделяются на опорные и подвесные. Опорные кран-балки грузоподъемностью 1–2 т имеют пролеты от 5 до 22,5 м и грузоподъемностью 3–5 т – от 5 до 28,5 м. Вместо тележек используют тельферы (тали).

Высота подъема груза для кран-балок в нормальном исполнении принята равной 6 м. Возможно изменение высоты подъема груза от 3 до 30 м путем применения соответствующих электроталей без каких-либо конструктивных изменений кран-балок.

Скорости передвижения кран-балок с управлением с пола приняты 40 и 26 м/мин в зависимости от проходимости путей. Скорости передвижения кран-балок при управлении из кабины – 58 и 38 м/мин.

Участки передвижения кран-балок невелики и колеблются в пределах 10–30 м.

Питание кран-балки осуществляется от сети трехфазного тока напряжением 380 В.

Кран-балки по конструкции разделяются на кран-балки:

малых пролетов от 5 до 11 м

больших пролетов от 11 до 28,5 м

Конструкция кран-балок с управлением из кабины показана на

рис. 7.6. У кран-балок с управлением из кабины пролетное строение моста состоит из несущей ездовой двутавровой балки 1, опирающейся на концевые балки 2. Концевые балки соединяется с балкой болтами или сваркой. На кран-балке имеется вертикальная вспомогательная ферма 4. Кабина 11 подвешивается под площадкой обслуживания 10. По нижним полкам несущего двутавра перемещается электроталь 9. Питание кран-балок осуществляется от цеховых троллеев через токоприемники 7, а питание электротали – через троллеи 5.

Краны с пролетами до 7,5 м имеют центральные механизмы передвижения. Механизм передвижения кран-балок имеет один привод 12, укрепленный на площадке обслуживания. Приводные ходовые колеса 13 соединены с приводом трансмиссионными валами 8 с промежуточными опорами 6. На концевой балке со стороны, противоположной главным троллеям, размещены конечные выключатели 3 механизма передвижения кран-балки. У данного типа кран-балки имеется верхний шпренгель 14 над ездовым двутавром, который служит для большей жесткости кран-балки. К несущим двутаврам крепятся упоры, ограничивающие перемещение электротали. На торцах концевых балок крепятся защитные щитки 16, предохраняющие от попадания случайных предметов под ходовые колеса. Применение двухскоростных электродвигателей в механизме передвижения крана-балки вызвано тем, что при управлении с пола в случае перемещения крановщика по затрудненным участкам скорость перемещения кран-балки не может быть больше 30 м/мин. С другой стороны, при удобном прямом проходе возможность перемещения крана с одной малой скоростью снижает его производительность.

Консольный настенный кран

Консольные настенные передвижные краны передвигаются по рельсовым путям, установленным вдоль стен цеха на некотором расстоянии от пола. Эти краны предназначены для обслуживания площадей, расположенных непосредственно около стен цехов, вдоль которых совершается перемещение, и часто устанавливаются под мостовыми кранами. Различают краны с неподвижными и с поворотными консолями. Грузоподъемность этих кранов достигает

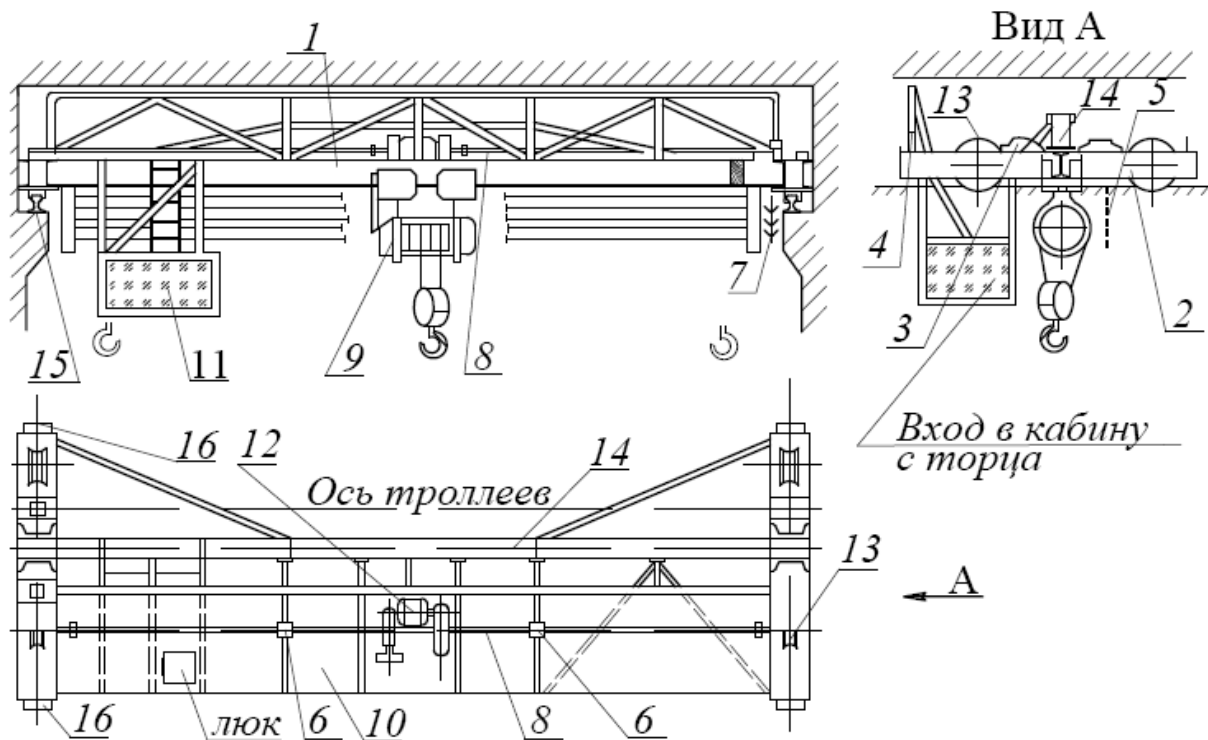


Рис. 7.6. Кран-балка

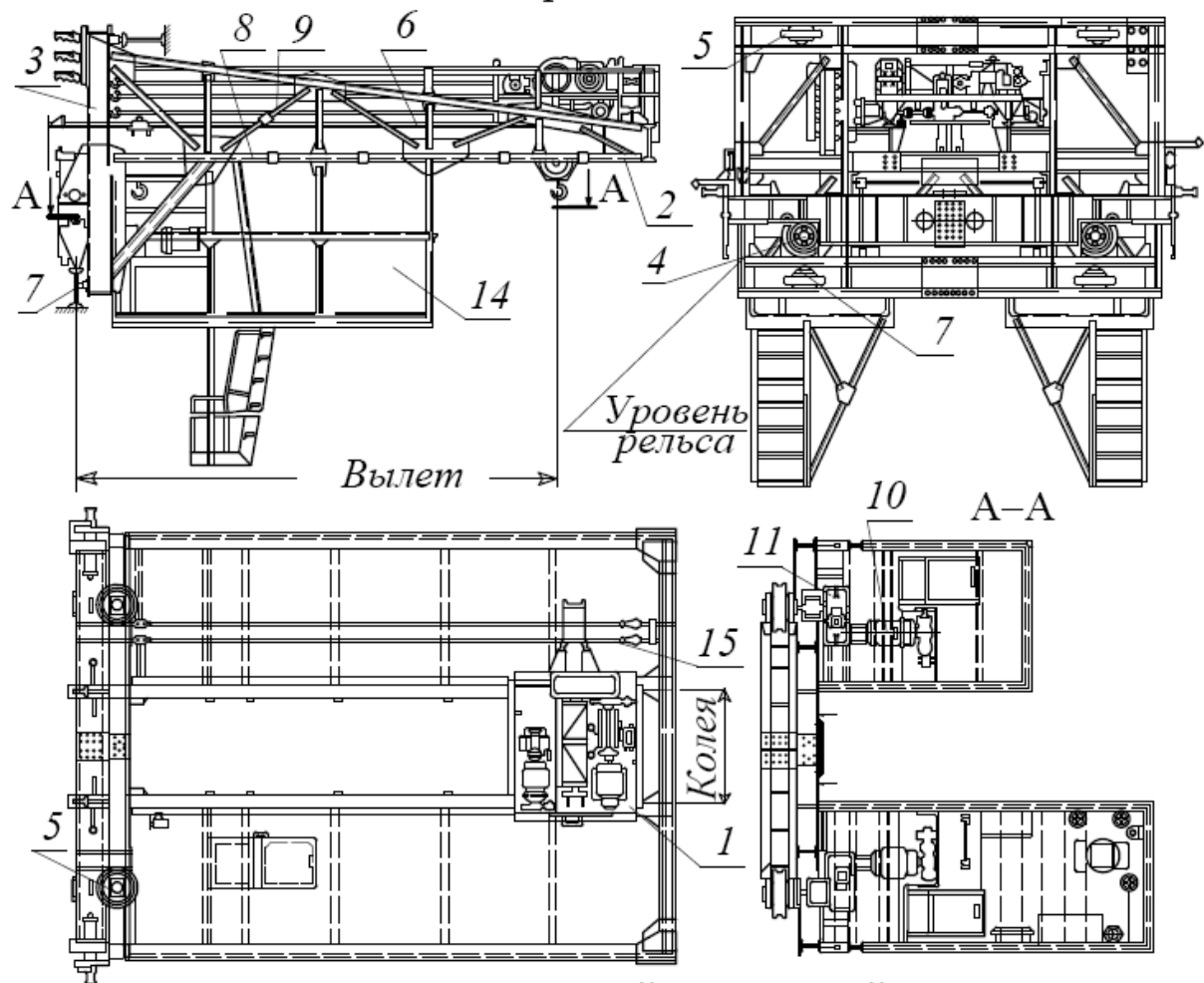


Рис. 7.7. Кран настенный консольный

8–20 т при вылетах 4–10 м, высота подъема – 6–18 м. Консольные краны грузоподъемностью до 3,2–5 т обычно изготавливают с электроталью.

Грузовая тележка *1* передвигается по рельсовым путям *6*, уложенным по поясам консолей *2*, каждая из которых состоит из двух главных балок (рис. 7.7). Для обеспечения жесткости консоли в направлении движения крана вдоль нее устанавливают одну или две вспомогательные фермы *8*, соединенные с консолью связями *9*. Консоли связаны с жесткими вертикальными рамами *3*, несущими вертикальные ходовые колеса *4* и горизонтальные опорные ролики *5* и *7*. Вертикальные ходовые колеса передают вертикальные давления на рельс, а горизонтальные ролики служат для передачи горизонтальных усилий на специальные опорные рельсы-балки, укрепленные на кронштейнах. Одна пара горизонтальных роликов *5* установлена в верхней части вертикальной рамы, а вторая пара *7* – в ее нижней части. Вертикальные ходовые колеса *4* выполняют двухребордными, а горизонтальные ролики – без реборды с небольшой выпуклостью обода.

Привод механизма передвижения консольного крана осуществляется на два вертикальных колеса. Если привод является индивидуальным для каждого колеса, то двигатели *10* и редукторы *11* размещают около своего колеса. Если же привод является групповым на оба ходовых колеса, то двигатель и редуктор передают вращение колесам с помощью двух валов и конических передач.

Механизм подъема груза и передвижение тележки устанавливают непосредственно на тележке *1*. Конструкция тележек и механизмов на них такая же, как и у мостовых кранов. Скорость передвижения тележки вследствие сравнительно малых путей перемещения принимается обычно 10–30 м/мин.

Управление краном осуществляется из кабины *14*. Подвод электроэнергии к механизмам тележки осуществляется через троллей *15* со скользящими токосъемниками.

Козловой кран

Козловые краны применяются в основном на складах при погрузке штучных и длинномерных грузов, но могут быть использованы на монтажных площадках угольных разрезов и промышленных и гражданских сооружений для их обслуживания.

Козловые краны с тележками изготавливаются грузоподъемностью от 1 до 500 т с пролетом от 4 до 40 м и имеют скорость передвижения от 20 до 100 м/мин. Козловые краны с электротальями имеют грузоподъемность до 5 т и пролет до 20–25 м.

Козловые краны общего назначения (ГОСТ 7352–81) изготавливают двух типов: ККТ – с электрической талью грузоподъемностью 3,2 и 5 т и КК – с грузовой тележкой грузоподъемностью 8; 12,5; 20 и 32 т. Мост крана может быть выполнен с консолями (рис. 7.8, б), длина которых составляет 20–30 % от пролета крана.

Достоинства козловых кранов – возможность погрузки длинномерных грузов, простота конструкции, малая стоимость подкрановых путей, т. к. они укладываются на шпальном основании. Недостатком является громоздкость конструкции.

Козловой кран состоит из двух несущих балок сварной конструкции 1 (мост), выполненных в виде двутаврового профиля из листовой стали, усиленного ребрами жесткости. Балки моста переходят в жесткие опоры 2, образуя Г-образную конструкцию, опирающуюся концом на шарнирную опору 3. По несущим балкам передвигается тележка 4 с главным 5 и вспомогательным 6 механизмами подъема (рис. 7.9).

Перемещение крана осуществляется двумя механизмами 8, расположенными на тележках ходовых колес крана.

Питание крана осуществляется через кабель или троллейный токосъем 7.

Отечественная промышленность также изготавливает краны с решетчатой металлоконструкцией из прокатных профилей (уголки, тавры, двутавры).

Соединение элементов металлических конструкций выполняется, как правило, с применением шовной сварки. В последнее время начинает внедряться контактная и точечная сварка.

Вес моста крана составляет 60–75 % от общего веса металлоконструкции. Ввиду значительных габаритов ветровая нагрузка на мост доходит до 75–85 % от общей ветровой нагрузки на кран, поэтому при проектировании выбирается самая рациональная конструкция моста.

В качестве направляющих для ходовых колес грузовой тележки используют железнодорожные узкоколейные рельсы 10 (см. рис. 7.9) типов Р18 или Р24.

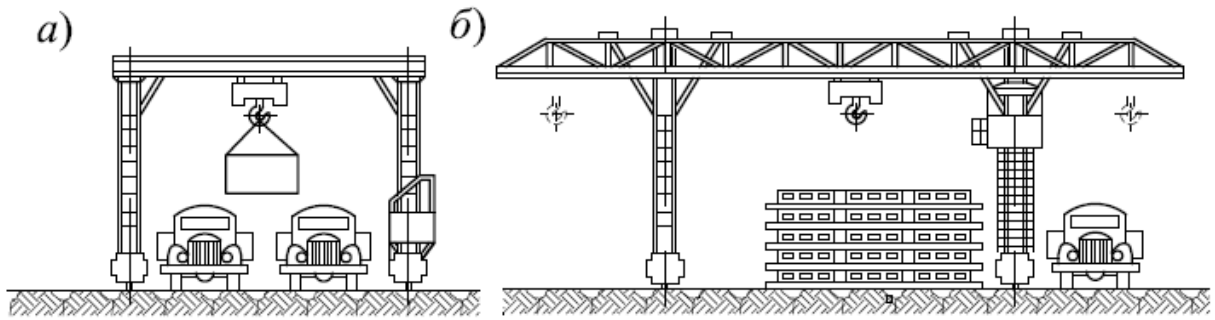


Рис. 7.8. Козловые краны: *а* – бесконсольные;
б – консольные

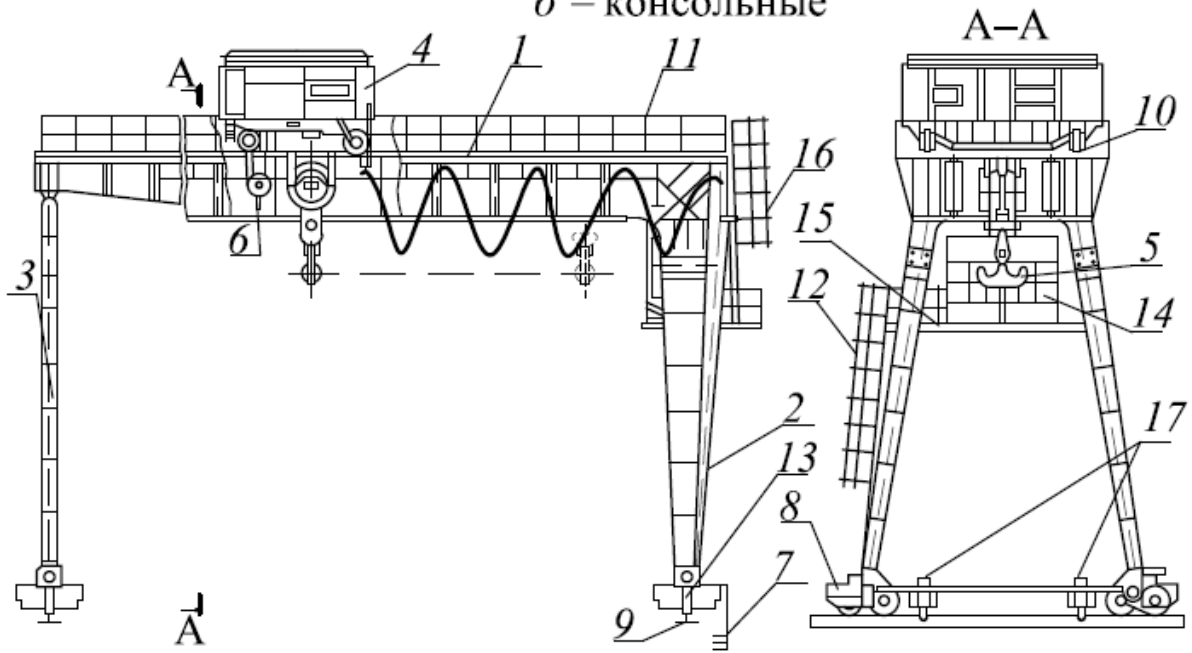


Рис. 7.9. Козловой кран с шарнирной опорой

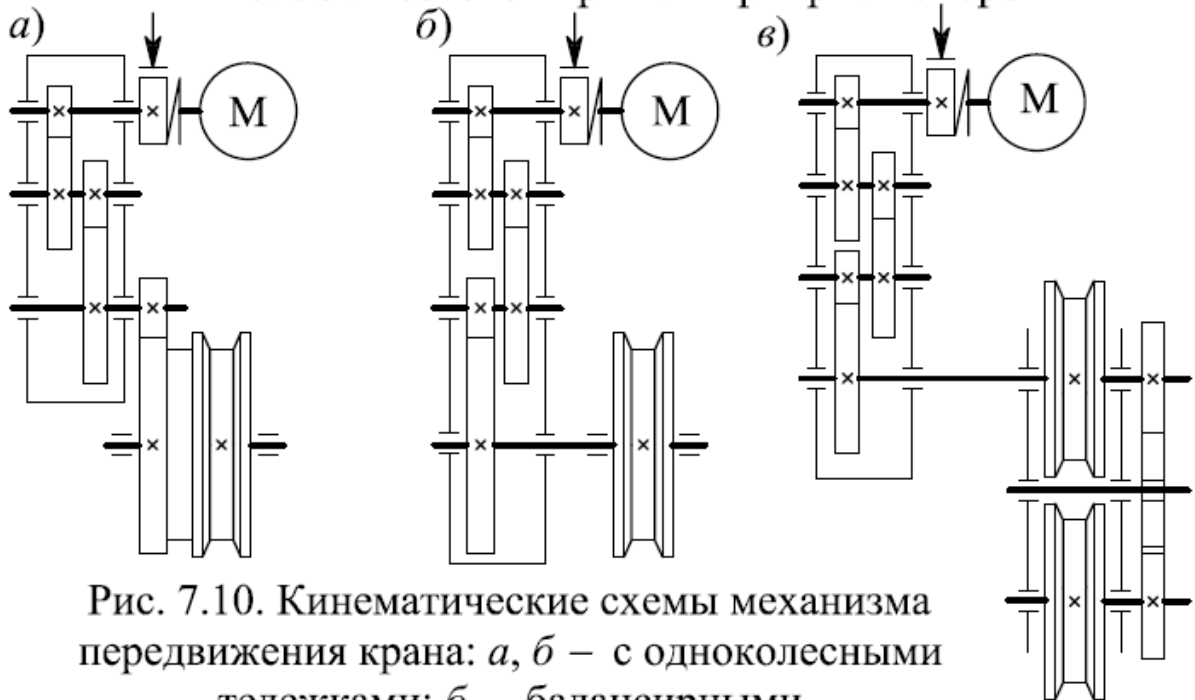


Рис. 7.10. Кинематические схемы механизма передвижения крана: *а, б* – с одноколесными тележками; *в* – балансирными

В соответствии с правилами Ростехнадзора кран оборудован системой площадок и лестниц для доступа к механизмам. Вдоль всего моста настил идет с перилами 11, предназначенный для обслуживания механизмов грузовой тележки. Вдоль жесткой опоры предусмотрена лестница 12 для подъема в кабину.

Грузовая тележка двухрельсовая, самоходная.

Механизмы передвижения крана 8, которые устанавливаются на опорах 2 и 3, выполняются с отдельным электроприводом от асинхронных двигателей. Конструктивно механизмы передвижения выполняются в виде скрепляемых с основанием стоек двухколесных тележек, на которые попарно опираются две стойки. Тележки скрепляются с основанием стоек опор с помощью болтовых фланцев. Механизмы передвижения комплектуются зубчатыми цилиндрическими редукторами. Они выполняются в виде одноколесных или балансирных тележек, соединяемых с основанием стоек опор или ходовых балок по схеме, показанной на рис. 7.10, а. На выходном валу редуктора установлено колесо, сцепляющееся с зубчатым венцом ходового колеса (или с зубчатым колесом, посаженным на консольный конец вала колеса). Такие механизмы применяются при мощности двигателя 3–5 кВт. В механизмах передвижения с навесным редуктором отсутствует консольная нагрузка на вал, приводящая к ослаблению крепления редуктора (рис. 7.10, б). В балансирных тележках используют механизм, показанный на рис. 7.10, в.

Управление механизмами крана осуществляется из кабины 14 (см. рис. 7.9), расположенной неподвижно у жесткой опоры. Сбоку кабины приварена площадка 15 с рифленным настилом и ограждением. В середине кабины установлен вращающийся стул крановщика. Для выхода на мост по аварийной причине площадка кабины снабжена лестницей 16 с верхним ограждением.

Для удержания крана на месте при действии ветра, по силе превосходящего предельный рабочий (с давлением $P = 150\text{--}250 \text{ Н/м}^2$), или при ремонтах, когда тормоза механизмов передвижения бездействуют, краны имеют противоугонные устройства 17. Основным элементом противоугонных устройств является комплект противоугонных рельсовых захватов. Помимо этого, в противоугонное устройство входит приспособление (анемометр), замеряющее силу ветра, включающее звуковую и световую сигнализацию и приводя-

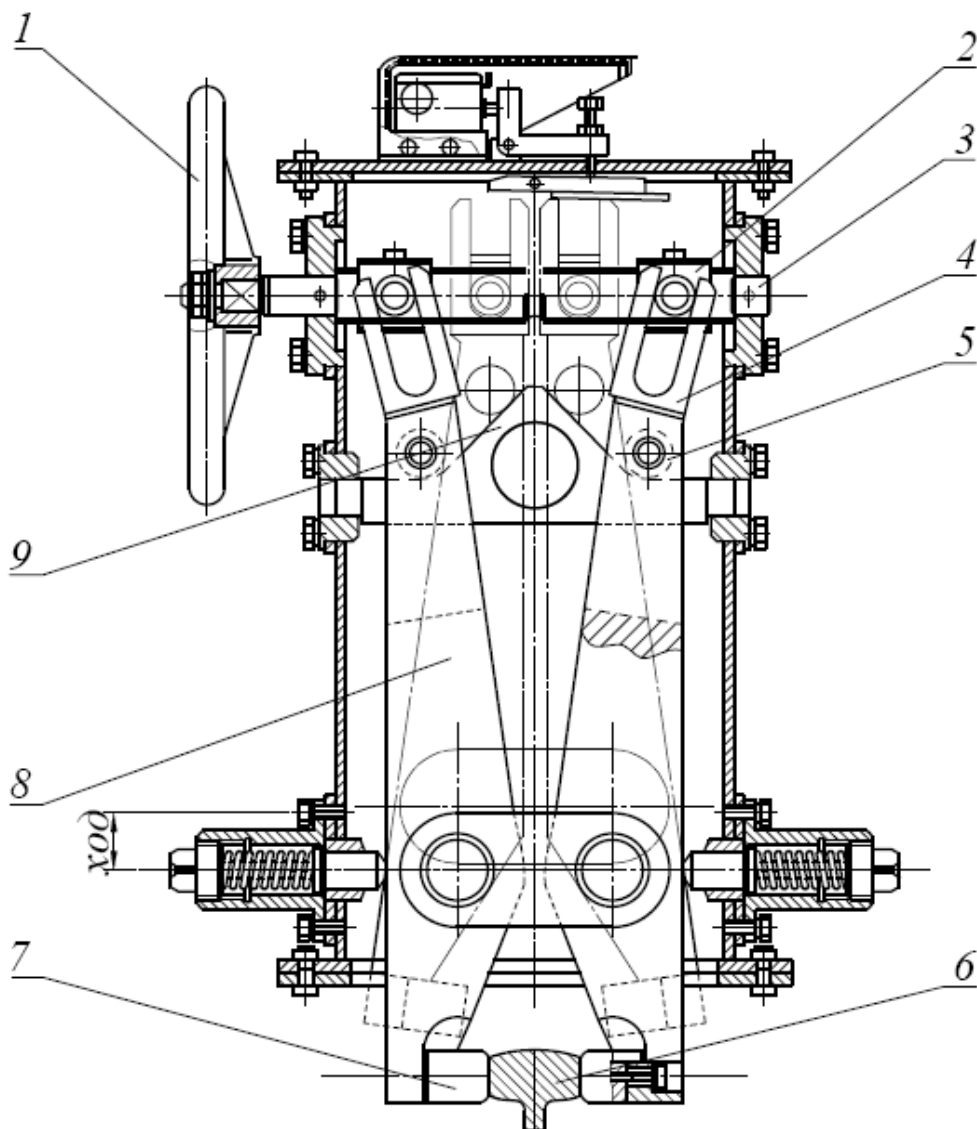


Рис. 7.11. Противоугонное устройство

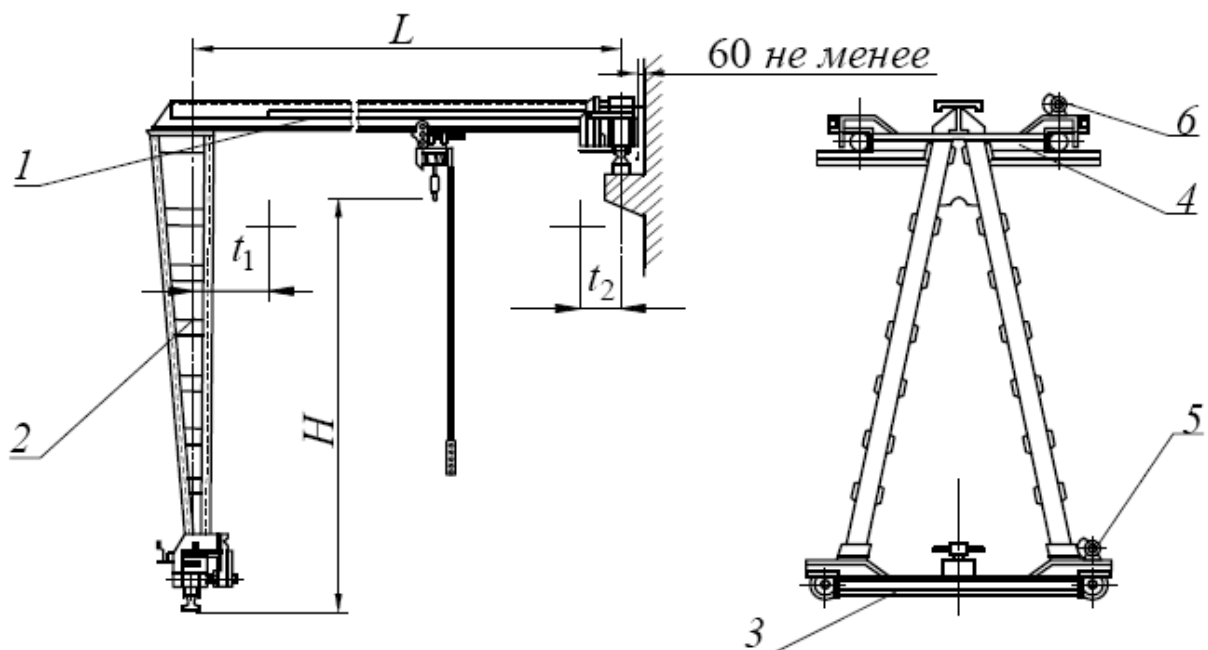


Рис. 7.12. Кран полукозловой

щее в действие рельсовые захваты. Захваты бывают механические и ручные. После получения сигнала крановщик должен прекратить работу, обесточить кран и застопорить его противоугонным устройством.

Для кранов мостового типа рекомендуется применять захваты клещевого типа (рис. 7.11). При вращении рукоятки 1 вал 3 приводит в движение гайки 2, которые перемещаются в направляющих 4, заставляя ролики 5 обкатываться по криволинейной поверхности 9. При сближении роликов короткие плечи рычагов 8 расходятся, освобождая головку рельса 6. Благодаря тому, что губки 7 клещей находятся выше уровня головки рельса (на 50 мм), исключается возможность случайного захвата рельса при передвижении крана. При вращении рукоятки в обратную сторону происходит зажатие губками головки рельса.

Для подкрановых путей используют, как правило, железнодорожные рельсы типов Р38, Р43, Р50 (иногда Р65). Рельсы крепятся на плоских подкладках. Рельсовые скрепления обычного железнодорожного типа.

Полукозловой кран

Полукозловые краны изготавливают по индивидуальным заказам или ограниченными партиями с использованием типовых одно- или двухбалочных мостовых кранов. Краны, как правило, имеют бесконсольные мосты и устанавливаются в помещении.

Грузоподъемность этих кранов доходит до 16–20 т, пролет составляет 12–20 м, скорости – как у мостовых кранов.

Несущая конструкция крана представляет собой балку 1, которая одной стороной опирается на концевую балку 4, а другой на две трубчатые или коробчатые стойки 2, смонтированные на ходовой балке 3 (рис. 7.12). Приводные механизмы передвижения 5 и 6 имеются на концевой и ходовой балках.

Поворотный кран

В соответствии с ГОСТ 19811–82 грузоподъемность поворотных кранов – 0,5–2,0 т, вылет – 2,5–5 м. Частота вращения стрелы – 1–3,5 мин⁻¹. Кран состоит из двух металлоконструкций двутаврового сечения 1, грузовой тележки 2, верхней 3 и нижней 4 опор, механизмов передвижения тележки 5, подъема груза 6, поворота крана 7

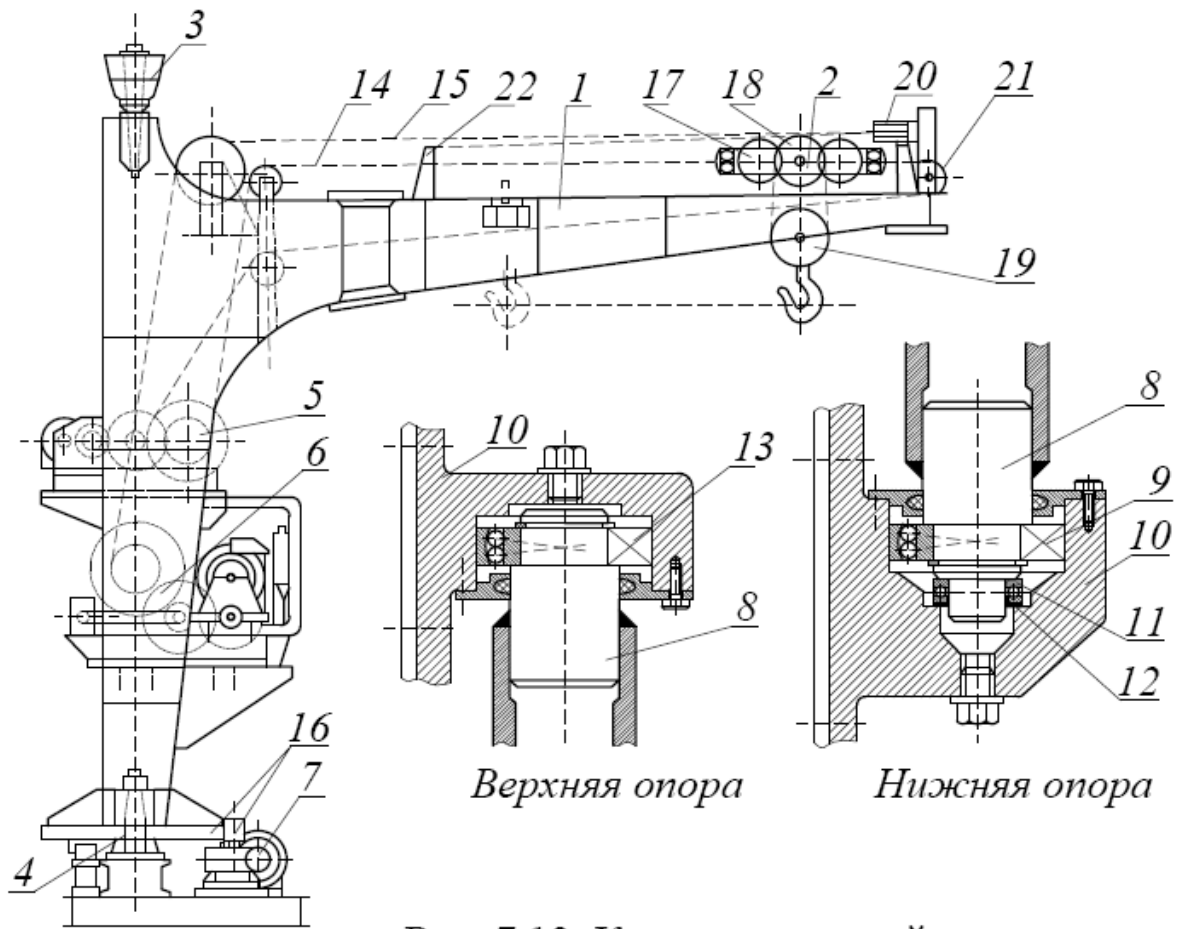


Рис. 7.13. Кран поворотный

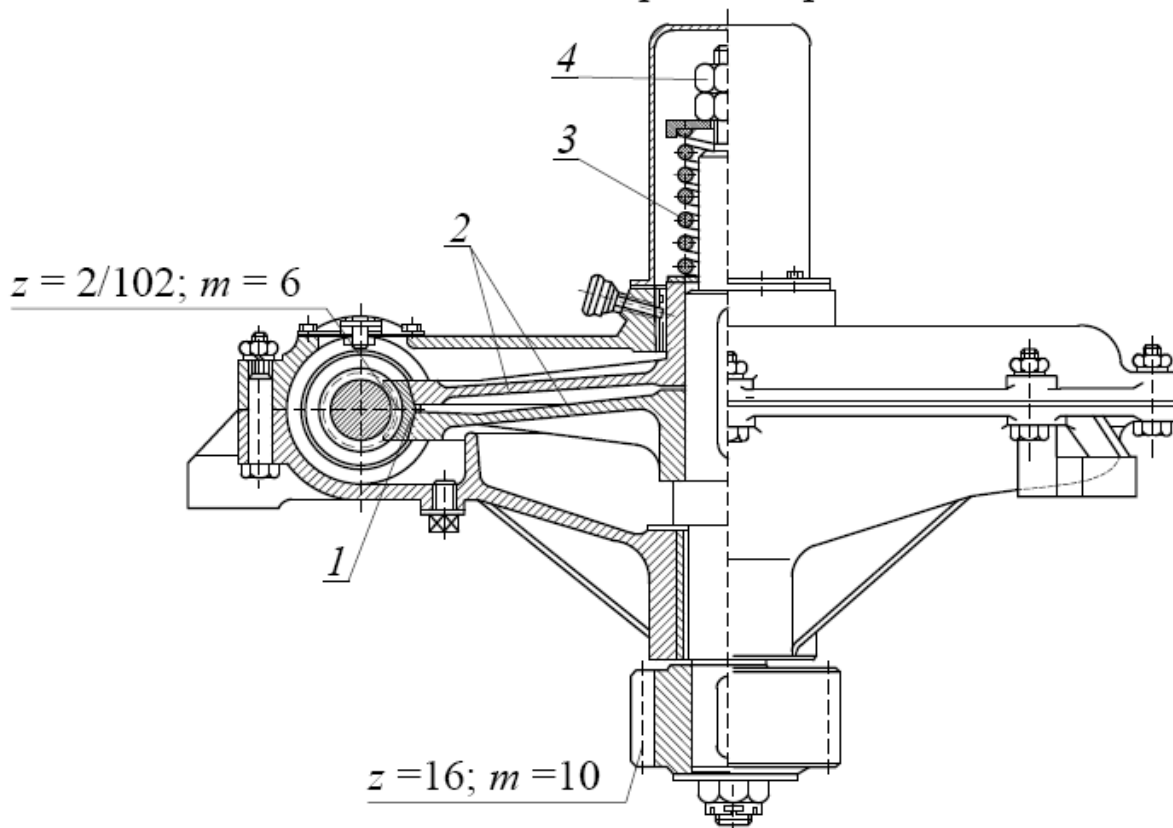


Рис. 7.14. Фрикционная муфта предельного момента

(рис. 7.13). Стойка крана имеет на концах стальные цапфы 8, входящие в подшипниковые опоры 10 подшипников 9 и 13. Верхняя цапфа нагружена горизонтальной, а нижняя – горизонтальной и вертикальной силами.

Корпус 10 нижней опоры объединяет в своем узле радиальный подшипник 9 и упорный подшипник 11 с подпятником. Для равномерного распределения нагрузок в опорах иногда под подпятник подкладывают свинцовые прокладки 12 или сферические шайбы.

Нижняя подшипниковая опора крепится к фундаменту или опорным балкам с помощью болтов. Верхняя опора крана прикрепляется к потолку, стене или колонне здания.

Механизм подъема 6 и механизм передвижения тележки 5 расположены вне тележки, что значительно уменьшает инерционные массы при повороте крана.

Механизм подъема груза состоит из двигателя, тормоза, редуктора, барабана, каната 15, закрепленного концами на барабане и упоре 22, неподвижных 18 и подвижных 19 блоков крюковой обоймы. Канат подъемного механизма огибает блок 20, закрепленный на конце стрелы, что позволяет удерживать груз на одной и той же высоте при передвижении тележки.

Механизм передвижения тележки состоит из двигателя, тормоза, редуктора, приводной звездочки, концевой звездочки 21 и цепи 14, прикрепленной обоими концами к тележке.

Механизм поворота крана состоит из электродвигателя, червячного редуктора и пары зубчатых колес 16. Червячный редуктор выполняется с фрикционной муфтой предельного момента, обеспечивающего при этом большие передаточные отношения ($u = 30-50$).

Фрикционная муфта выполняет функции предохранительного устройства в периоды пуска и торможения вследствие больших динамических усилий в элементах механизма поворота, возникающих в эти периоды. Это устройство (муфта) ограничивает величину напряжений в элементах механизма в период неустановившегося движения, а также предупреждает поломку элементов механизма при случайном задевании поворачивающейся части металлоконструкции за внешние препятствия.

Крутящий момент от венца 1 (рис. 7.14) к конусам 2 обода передается через фрикционную связь, сила трения в которой создается пружиной 3. Момент трения муфты регулируется силой сжатия

пружины с помощью гаек 4. При недопустимых перегрузках происходит проскальзывание венца, что исключает аварию.

8. САМОХОДНЫЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Цель работы: ознакомление с конструкцией автопогрузчика БВ2705.6.

Самоходными подъемно-транспортными устройствами, используемыми в основном как средства внутрицехового и межцехового транспорта, а также для обслуживания гаражей большегрузных карьерных автомобилей, складов, железнодорожных станций, являются автопогрузчики.

Автопогрузчики

Автопогрузчики являются универсальными самоходными подъемно-транспортными машинами, предназначенными для механизации погрузочно-разгрузочных работ и штабелировании грузов до 5 т.

Автопогрузчик типа БВ 2705.6 – четырехопорный универсальный погрузчик грузоподъемностью до 20 кН и высотой подъема 3300 мм.

Основой автопогрузчика (рис. 8.1, а) служит тележка на пневматических шинах, которую собирают из узлов автомобилей. Автомобильный двигатель и управляемые колеса 17 расположены в задней части погрузчика, а ведущие колеса 18 – в передней. Подъемная часть погрузчика состоит из основной неподвижной рамы 19, внутри которой перемещается подвижная рама 20, а по ней передвигается каретка 21 с вилочным захватом 22.

Шасси 1 (рис. 8.1, б) представляет собой несущую конструкцию, выполненную из стальных листов и профилей, сваренных между собой. На ней монтируются все элементы и механизмы автопогрузчика. Передний ведущий мост 2 и задний управляемый мост 3 подвешены к шасси.

Автопогрузчик приводится в движение бензиновым двигателем внутреннего сгорания 4 типа «М21АЕ» мощностью 55 кВт

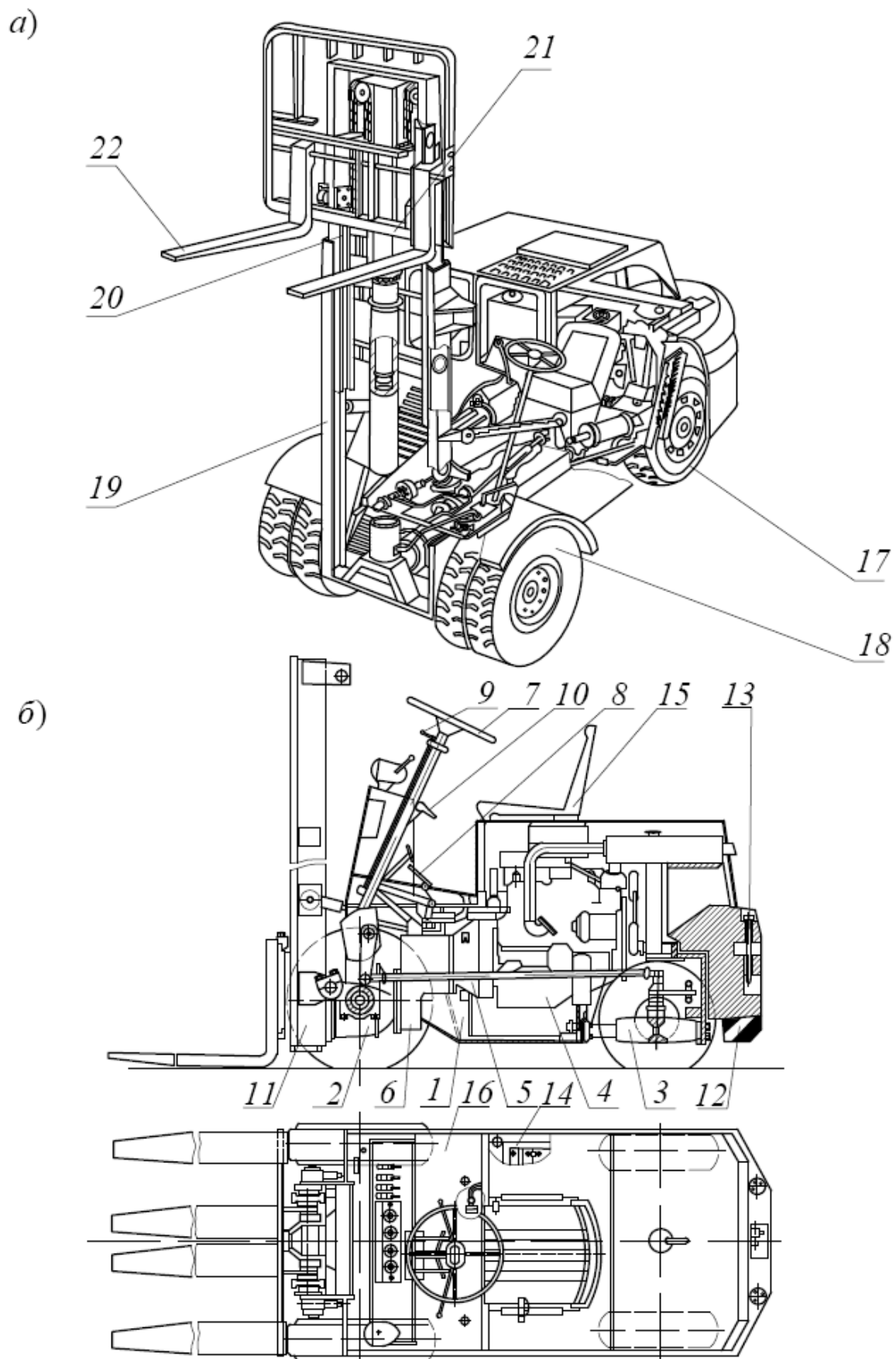


Рис. 8.1. Вилочный автопогрузчик БВ 2705.6

(75 л. с.) при 4000 мин⁻¹. Он снабжен генератором (мощностью 2200 Вт) и электрическим стартером (мощностью 1,2 кВт). Посредством однодискового сухого сцепления 5 крутящий момент от двигателя передается к двухступенчатой коробке передач 6, присоединенной к переднему ведущему мосту.

Расположение всех механизмов управления – рулевого колеса 7, педали газа 8, педалей сцепления и тормоза, а также рычагов переключения скоростей и изменения направления движения 9 – способствует удобному и легкому управлению автопогрузчиком.

Машина снабжена двумя тормозами – ножным гидравлическим и ручным механическим. Ножной гидравлический тормоз приводится в действие педалью, а ручной механический – рукояткой 10, переводом ее рывком в верхнее положение.

Основным грузозахватным приспособлением автопогрузчика, входящим в комплект поставки, являются вилочные подхваты. Грузоподъемное устройство 11 приводится в действие гидравлической системой и может наклоняться вперед и назад.

Автопогрузчик уравновешен чугунным противовесом 12. Прицепное приспособление 13 служит для присоединения прицепа или другого транспортного средства. Автопогрузчик не следует использовать в качестве тягача, кроме как в исключительных случаях.

Аккумуляторная батарея 14 с напряжением 12 В и емкостью 55 А·ч обеспечивает запуск двигателя и питание электрических устройств и приборов.

Сиденье 15 водителя посредством ползунов и рукояток может перемещаться вперед и назад по продольной оси автопогрузчика.

На щитке управления 16 расположены контрольные приборы и часть органов управления.

Техническая характеристика автопогрузчика БВ 2705.6

Грузоподъемность, кН	20
Высота подъема, мм	3300
Габаритные размеры, мм	
длина до стенки ви	2280
ширина	2220
максим. высота без груза	3950
Радиус поворота внешний, мм	2050±62
Скорость движения, км/ч	24±2,4
Скорость подъема, м/с	4,775
с грузом	
без груза	5,075

Наклон грузоподъемного устройства	
вперед	4°30'
назад	10°
Максимальный преодолеваемый уклон при движении с грузом, %	20
Двигатель: тип	M21AE
мощность, кВт (л. с.)	55(75)
обороты, об/мин	4000
Масса автопогрузчика, кг	2400±100

Трансмиссия (рис. 8.2) служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса автопогрузчика. Она состоит из коробки передач *1*, ведущего моста с дифференциалом *2* и колес *3* и *4*.

Ведущий мост жестко подвешен к шасси и состоит из дифференциала, балки с рукавами, ступиц с тормозными барабанами и полуосей.

Дифференциал – конический, симметричный, с четырьмя сателлитными шестернями *5*, установленными на крестовине *6* и зацепленными с двумя планетарными шестернями *7*, установленными в двух полукартерах *8*. Посредством заклепок к правому (по направлению движения) полукартеру присоединена конусная коронная шестерня *9*, которая зацеплена с конической ведущей шестерней *10*. Опорный болт *11* предохраняет коронную шестерню от смещений и деформаций при сильных и резких нагрузках. Посредством двух подшипников с коническими роликами *12*, насаженных на полукартеры, дифференциал крепится в корпусе.

Расширенная средняя часть балки с рукавами *2* закрывается корпусом *13* с крышкой *14* и образует картер, в котором помещается дифференциал. К втулкам рукавов посредством болтов закреплены сервотормоза *15*. На концы рукавов насажены подшипники с коническими роликами *16* и *17*, на которых установлены ступицы колес *18*. Посредством винтов к ступицам закреплены тормозные барабаны *19*, а с помощью болтов и гаек *20* – ободья *21* колес *3* и *4*.

Полуоси *22* свободно проходят через рукава и полностью разгружены от изгибающих нагрузок. Шлицевые концы полуосей вхо-

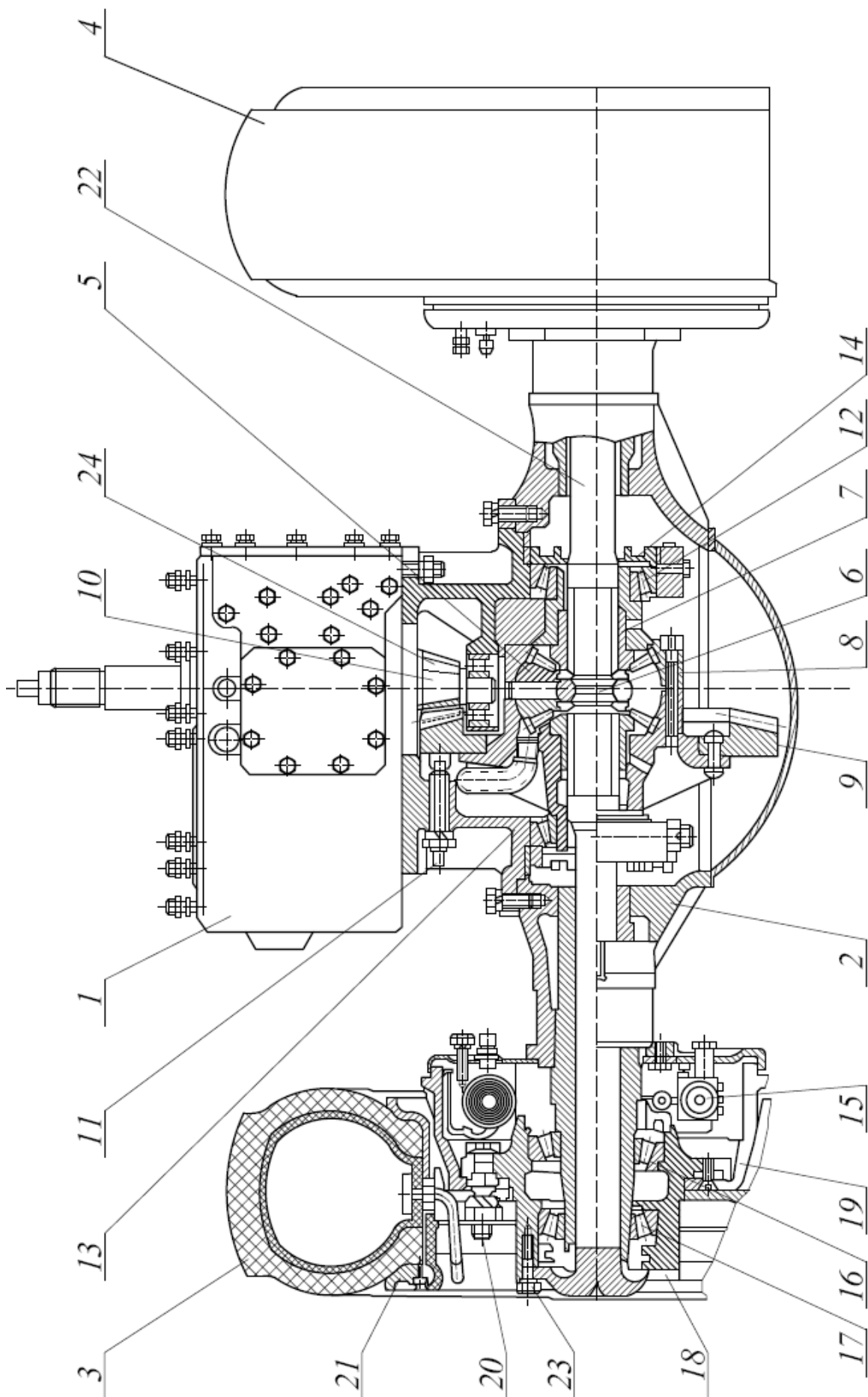


Рис. 8.2. Трансмиссия

дят в зацепление с планетарными шестернями, а их фланцы связаны посредством шпилек 23 со ступицами 18.

Колеса снабжены симметричными ободьями $5.00 \times 12''$, а шины – $7.00 \times 12''$.

Управляемый мост (рис. 8.3) состоит из опоры 1, балки 2, передаточного рычага 3, поперечных тяг 4, поворотных цапф 5, ступиц и колес.

Опора 1 прикреплена к задней несущей балке и к задней стенке шасси. На ней крепится балка 2 с насаженными на ее концах полиамидными втулками. На вертикальной оси 6, приваренной сверху в середине балки, надеты игольчатые подшипники передаточного рычага 3. С отверстиями его трех плечей посредством шаровых опор 7 соединены поперечные тяги 4 и продольная тяга рулевого управления. Другие концы поперечных тяг связаны также посредством шаровых опор 7 с поворотными цапфами колес с помощью левого рычага 8 и правого рычага 9.

На рис. 8.4 представлена схема рулевой части управляемого моста, где 1 – ограничительный болт; 2 и 4 – поперечные тяги; 3 – передаточный рычаг; 5 – балка.

Рулевое управление (рис. 8.5) состоит из рулевого колеса 1, рулевого механизма 2, рычага с шлицевым отверстием 4 и продольной тяги 6, соединенной шаровым соединением 7 с передаточным рычагом управляемого моста.

Грузоподъемное устройство (рис. 8.6) состоит из неподвижной рамы 1, подвижной рамы 2, несущей балки 3, вертикальной каретки и подъемных цепей 4.

Неподвижная рама 1 направляет движение подвижной рамы 2. Состоит из двух параллельных П-образных профилей, соединенных в верхнем своем конце с балкой 5, а в нижнем – с основанием 6. В верхнем конце каждого профиля смонтированы совместно малый ролик 7 и большой ролик 8.

Подвижная рама состоит из двух двутавровых профилей, соединенных с поперечными балками. В нижнем конце профилей приварены цапфы 9, на которых установлены малый ролик 7 и большой ролик 8. Вертикальная каретка состоит из плиты 10, к задней стороне которой приварены две вертикальные параллельные боковины 11 и ребра 12 с отверстиями для специальных болтов 13 подъемных цепей.

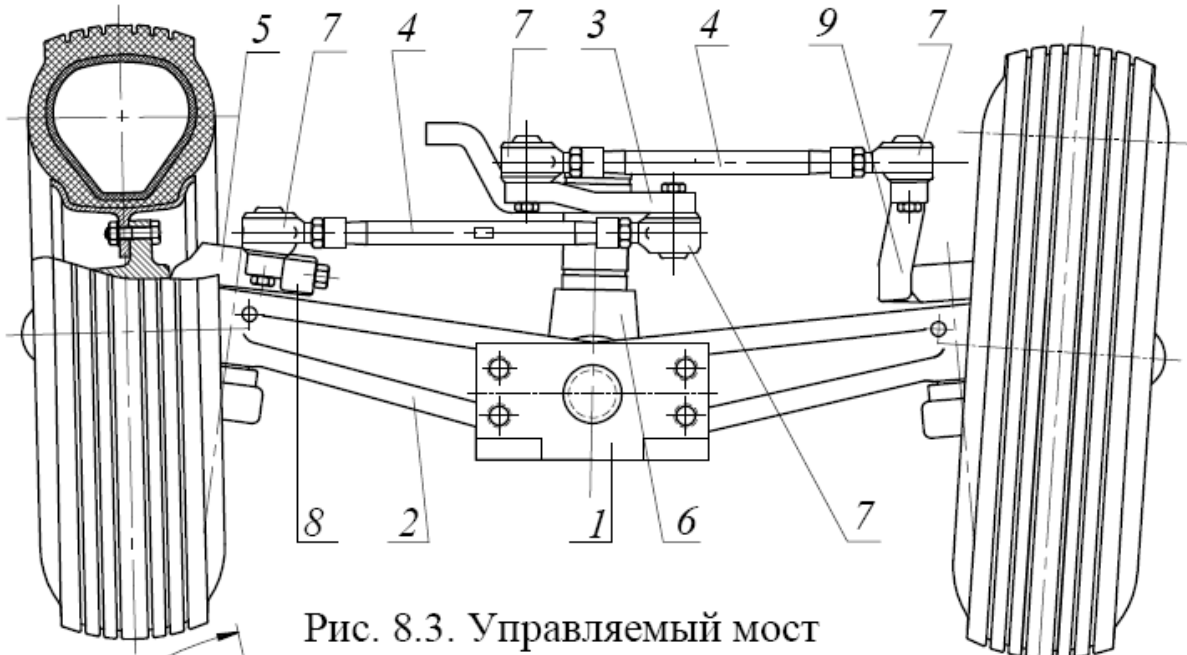


Рис. 8.3. Управляемый мост

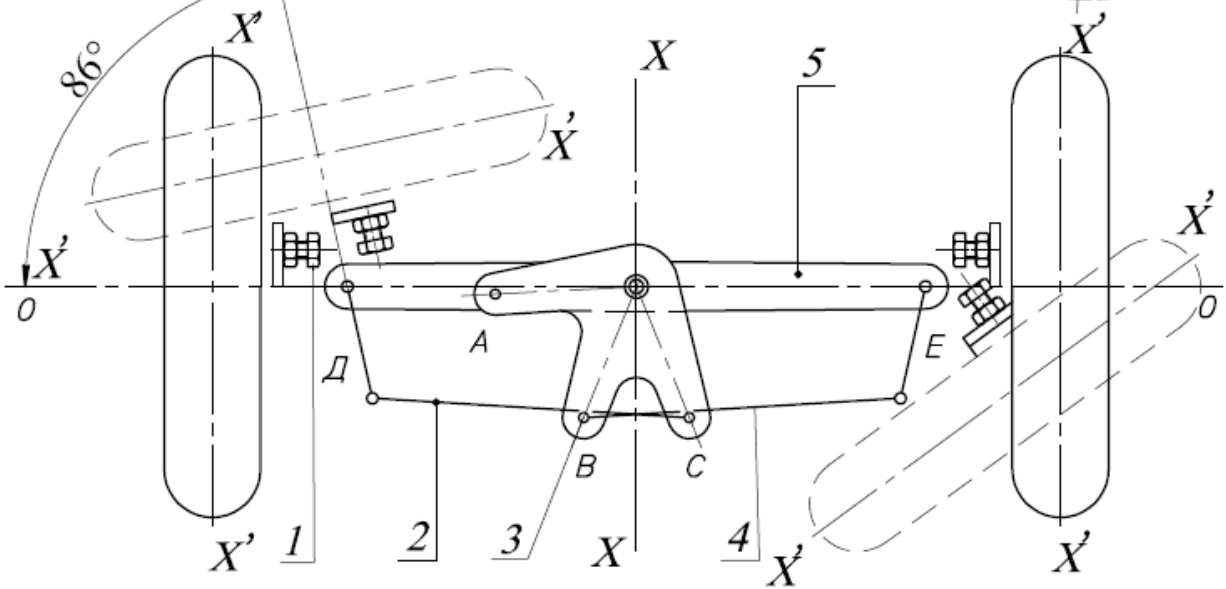


Рис. 8.4. Схема рулевого управления

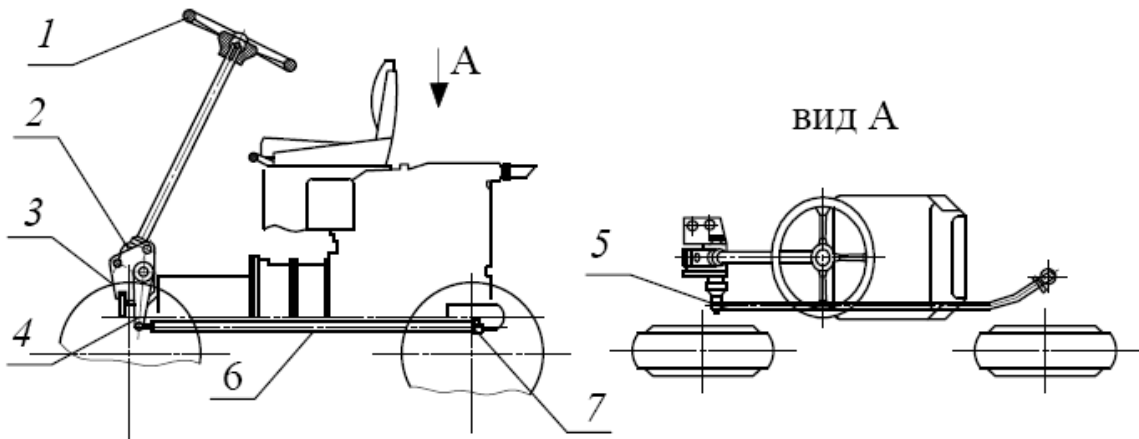


Рис. 8.5. Рулевое управление

Сверху на плите 10 имеются прорези для фиксаторов 14 клыков вил 15 или сменных приспособлений, а с двух сторон плиты находятся резьбовые отверстия 16 для крепления сменных рабочих приспособлений.

В середине основания б установлена сферическая пята 17, на которую устанавливается силовой подъемный цилиндр. Шарнирное крепление неподвижной рамы к передней части шасси позволяет грузоподъемному устройству наклоняться вперед и назад с помощью цилиндров наклона, связанных с проушинами 18.

Несущая балка 3 присоединена к верхнему концу штока силового подъемного цилиндра. На обоих ее концах установлены ролики 19 подъемных цепей 4. При подъеме несущей балки силовым подъемным цилиндром, после прохождения вертикальной кареткой свободного хода, равного 240 мм, несущая балка упирается в верхнее основание балки 20 и начинает поднимать подвижную раму.

На задней планке 21 балки 20 со стороны подвижной рамы установлен крюк 22, который задерживает подвижную раму в неподвижной и предотвращает ее подъем вместе с вертикальной кареткой. После прохождения свободного хода посредством болта 23 несущая балка нажимает на крюк 22, который освобождает подвижную раму и позволяет свободное ее выдвижение.

При достижении подвижной рамой крайнего нижнего положения, в обратном порядке, крюк упирается в неподвижную раму и освобождает подвижную раму от несущей балки, которая вместе с плунжером и вертикальной кареткой продолжает опускаться вниз, проходя свободный ход.

Клыки вил с кронштейнами 24 и 25 обхватывают плиту вертикальной каретки и могут смещаться по мере необходимости влево и вправо, устанавливаясь с помощью пружинных фиксаторов 14.

Подъемные цепи 4 пластинчатые. Одним концом они связаны посредством специальных болтов 13 с ребрами 12 вертикальной каретки, а другим – посредством специальных болтов 26 с кронштейнами 27 несущей планки неподвижной рамы. В своем движении цепи направляются роликами 19 несущей балки 3.

Гидравлическая система (рис. 8.7) приводит в действие грузоподъемное устройство. Состоит из масляного резервуара 1, шестеренчатого насоса 2, устройства управления с гидравлическими распределителями 4, нерегулируемого дросселя 5, подъемного цилиндра

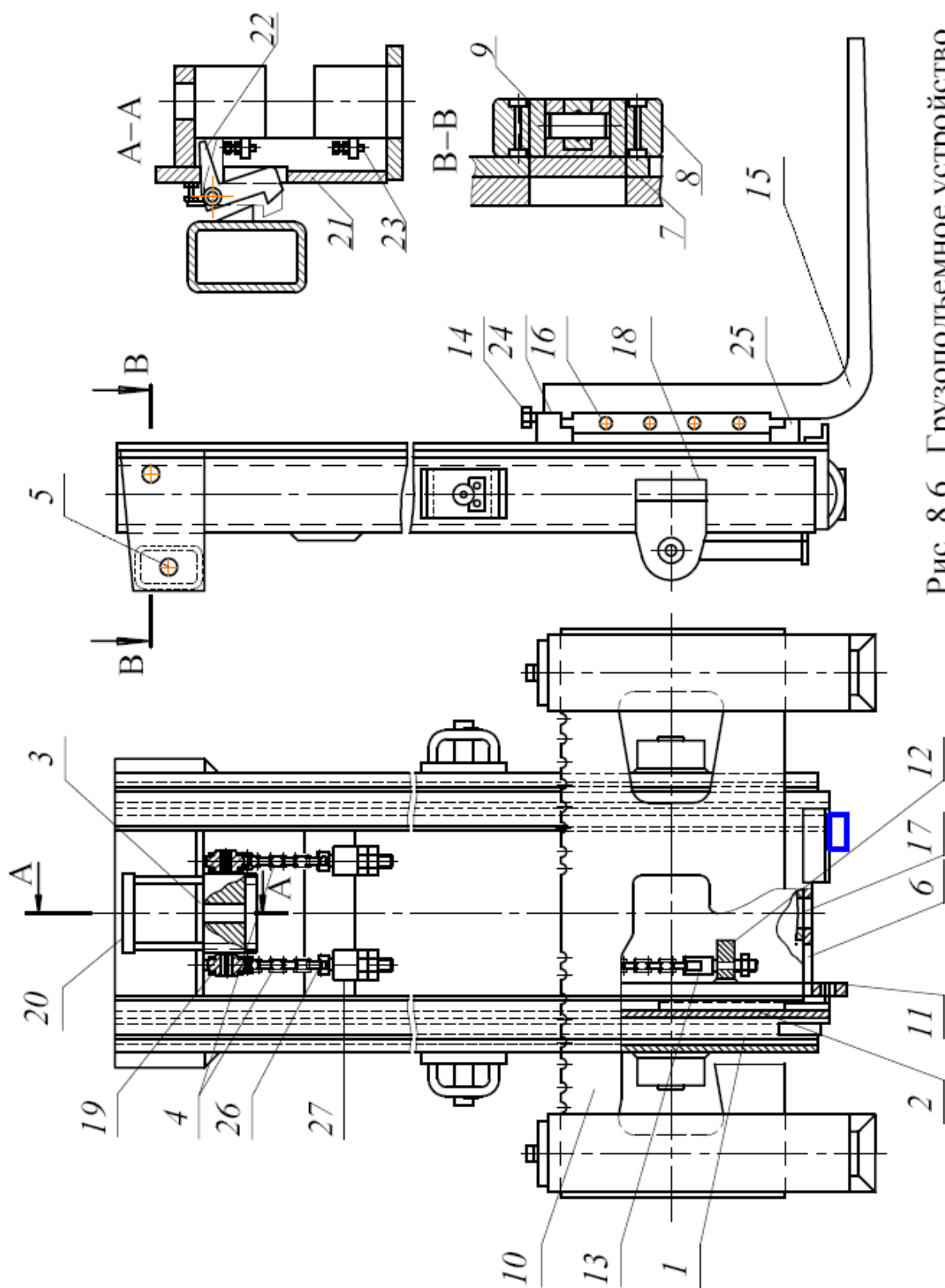


Рис. 8.6. Грузоподъемное устройство

ра 6, регулируемых дросселей 7 и 10, цилиндров наклона 8 и 9, регулятора давления 11, предохранительного клапана 12 и маслопроводов 13.

Во время работы водитель автопогрузчика пользуется органами управления, показанными на рис. 8.8: 1 – педаль сцепления; 2 – выключатель фар; 3 – розетка для переносной лампы; 4 – амперметр; 5, 6, 7 – указатели уровня топлива, давления масла в двигателе, температуры антифриза; 8 – рычаг реверса; 9 – рулевое колесо; 10 – кнопка звукового сигнала; 11 – рычаг переключения передач; 12, 13 – рычаги подъема и наклона вил; 14, 15 – рычаги управления сменными приспособлениями; 16 – регулятор давления масла в гидросистеме; 17 – рукоятка воздушной заслонки карбюратора; 18 – замок зажигания; 19 – рычаг стояночного тормоза; 20 – педаль тормоза; 21 – педаль подачи топлива (педаль «газа»).

В зависимости от вида груза и его упаковки поднимаемые и транспортируемые автопогрузчиком грузы должны быть установлены на поддоны, специальные подставки или (для больших грузов) на бруски, обеспечивающие необходимый просвет под ними для ввода и вывода клыков вилок.

Клыки вилок должны быть установлены симметрично относительно плиты вертикальной каретки, а груз равномерно расположен на них. Подъем грузов одним клыком вилок воспрещается. Если эта операция неизбежна, необходимо клыки вилок собрать в центре каретки.

Водитель с повышенным вниманием выполняет операции по погрузке и разгрузке в последовательности, указанной на рис. 8.9 и 8.10.

Для безопасной транспортировки груза водитель должен:

1. Проверить расположение груза, чтобы не произошло смещения или возможного выпадения груза во время движения. Транспортировка грузов весом больше допустимой грузоподъемности автопогрузчика воспрещается.

2. Двигаться на машине плавно, избегая неровного пути, резких поворотов и торможения.

3. При спуске под уклон двигаться только задним ходом.

4. Не выполнять сложных маневров с грузом, который мешает хорошей видимости, без помощи руководителя, управляющего маневрами.

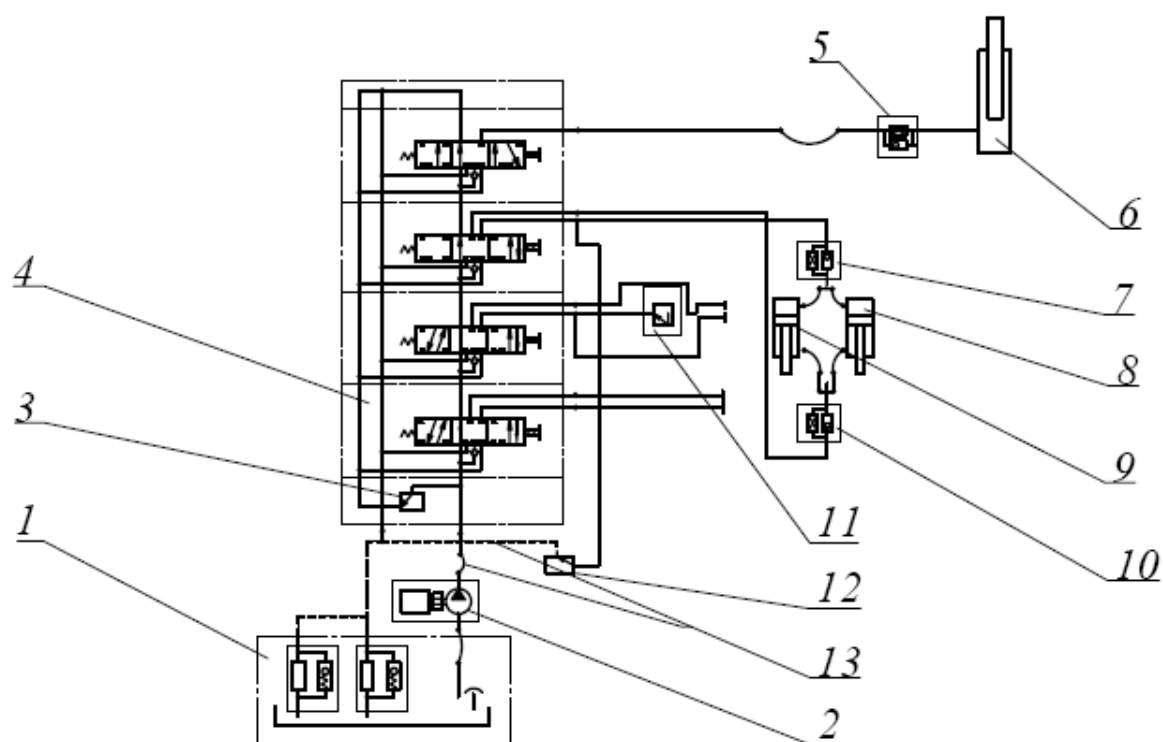


Рис. 8.7. Гидравлическая схема автопогрузчика

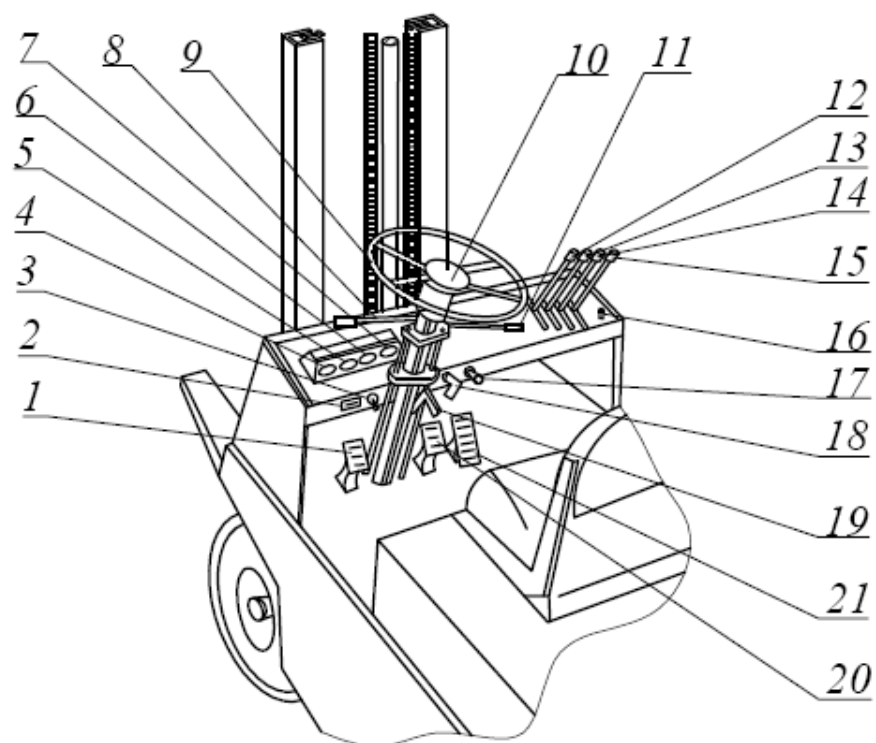


Рис. 8.8. Органы управления

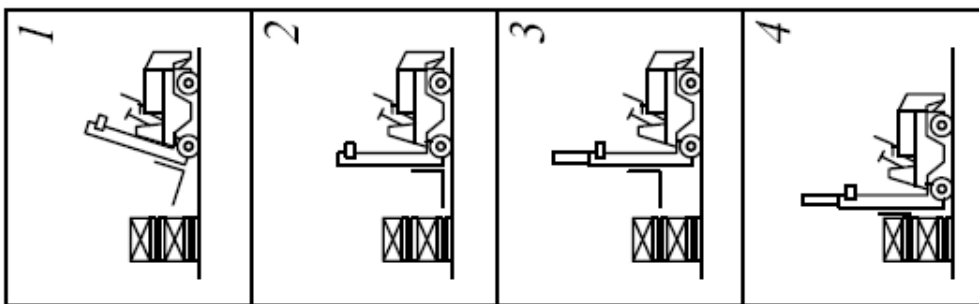
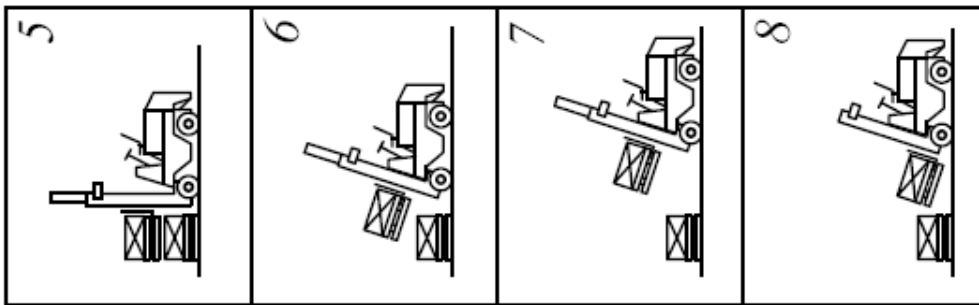
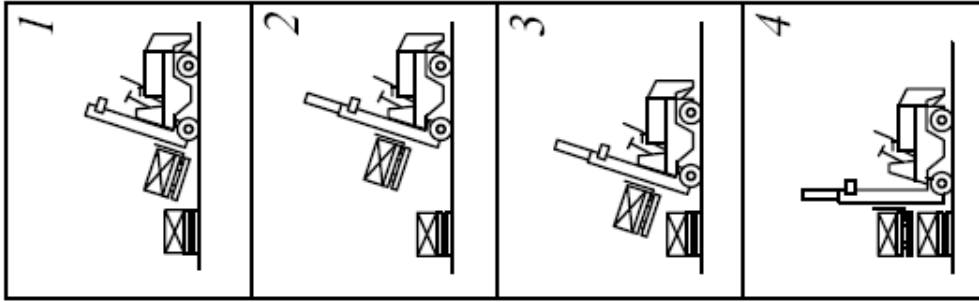
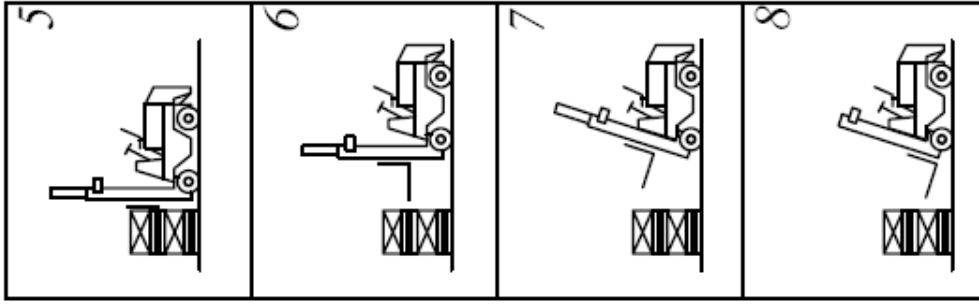


Рис. 8.10. Порядок действий при разгрузке

Рис. 8.9. Порядок действий при погрузке

9. ЛЕНТОЧНЫЕ И ЦЕПНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Цель работы: изучение конструкций общепромышленных ленточных и цепных конвейеров.

Ленточные конвейеры

Ленточными конвейерами называются машины непрерывного действия, предназначенные для транспортирования разнородных насыпных и штучных грузов. Ленточные конвейеры для насыпных грузов характеризуются чрезвычайно широким диапазоном производительности – от нескольких тонн до нескольких тысяч тонн в час. Длина конвейеров в одном ставе может достигать сотен и тысяч метров.

Ленточные общепромышленные конвейеры классифицируются по назначению на распределительные, сборочные и передаточные, по возможности передвижения – на стационарные, передвижные и переносные.

Наибольшее распространение получили конвейеры, у которых лента выполняет функции несущего и тягового органа. К специальным типам конвейеров относятся ленточно-канатные и ленточно-цепные конвейеры, у которых лента выполняет функции лишь грузонесущего органа, а канаты или цепи, соединенные с лентой, являются тяговыми органами.

Рабочим органом ленточного конвейера является лента 5 несущая на себе транспортируемый груз (рис. 9.1). Лента огибает два концевых барабана, один из которых является приводным 7, а второй – натяжным 1. Тяговое усилие на ленту передается посредством сил трения между лентой и барабаном, а необходимое прижатие ленты к барабану – натяжным устройством.

Лента по всей длине опирается на роlikоопоры 4 на верхней ветви и на роlikоопоры 10 на нижней ветви. Кроме того, в состав конвейера могут входить: загрузочное устройство 2, разгрузочная воронка 8 при разгрузке в конце конвейера, или разгрузочные тележки 3 и плужковые сбрасыватели при разгрузке между концевыми барабанами. Привод конвейера осуществляется от электродвигателя через втулочно-пальцевую муфту, редуктор 11 и зубчатую муфту. Привод наклонного конвейера дополнительно оснащен стопорным устройством 12, предохраняющим ленту от самопроиз-

вольного обратного движения под действием лежащего на ней груза в случае выключения приводного двигателя. Под приводным барабаном располагается очистительное устройство 9 для очистки наружной, а иногда и внутренней поверхности ленты.

В общепромышленных конвейерах применяют различные конвейерные ленты: текстильные прорезиненные, ткань которых изготовлена из хлопчатобумажного или синтетического волокна, стальные ленты – цельнокатаные или изготовленные из проволоки, и, наконец, прорезиненные ленты с завулканизированными в них стальными тросами – резиנותросовые.

К конвейерным лентам предъявляются следующие требования: высокая продольная прочность, гибкость в продольном (на барабане) и поперечном (на роликоопорах) направлениях, высокая сопротивляемость к изнашиванию и расслаиванию при многократных перегибах, малая гигроскопичность и высокая влагостойкость.

Наибольшее распространение в конвейерах имеют прорезиненные ленты различных типов. Тканевые хлопчатобумажные ленты вследствие недостаточной их прочности быстро повреждаются транспортируемым материалом, а при попадании на них влаги и грязи гниют и рвутся. Поэтому ленты данного типа применяются в коротких конвейерах, работающих в сухих помещениях.

Прорезиненные ленты (ГОСТ 20–85) состоят из нескольких слоев полос ткани простого плетения 1 (рис. 9.2), связанных между собой тонкими (толщина 0,2–0,3 мм) слоями резины (сквиджами) и резиновых обкладок – верхней 2 и нижней 3. Посредством тканевых прокладок ленты передают тяговое усилие, а резиновые обкладки предохраняют ее от механических повреждений и воздействий влаги. Тканевые прокладки изготовляют из нитей хлопчатобумажных, синтетических (капроновых, нейлоновых и др.), вискозного шелка, стекловолокна, асбеста. Для повышения сопротивления ленты пробойю падающими тяжелыми кусками транспортируемого материала тканевый каркас иногда сверху и с боков покрывают защитной разреженной брекерной тканью 4. Толщина резиновых обкладок в зависимости от типа транспортируемого материала принимается от 1,5 до 6 мм. Конвейерные ленты имеют ширину от 300 до 2000 мм; число слоев ткани от 3 до 12.

На мощных конвейерах, лента которых испытывает значительные тяговые усилия, применяется каркас из стальных канатов 5.

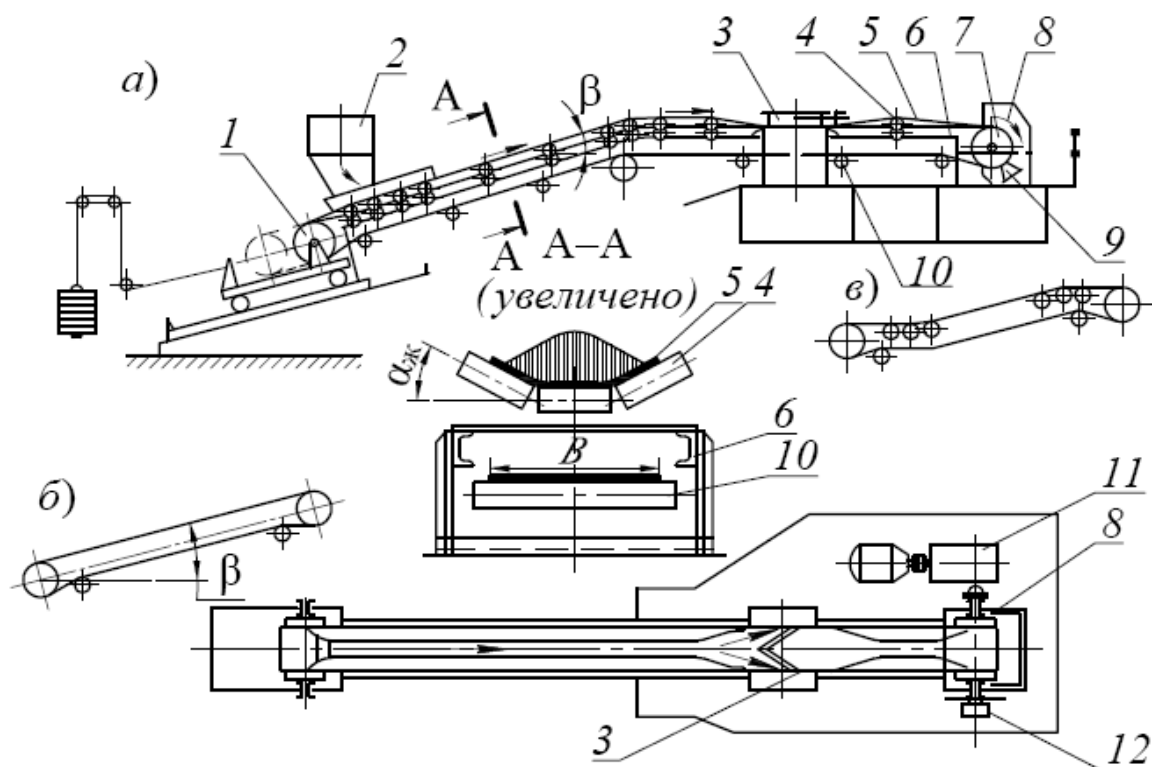


Рис. 9.1. Схемы ленточных конвейеров:
а, в – комбинированного; *б* – наклонного

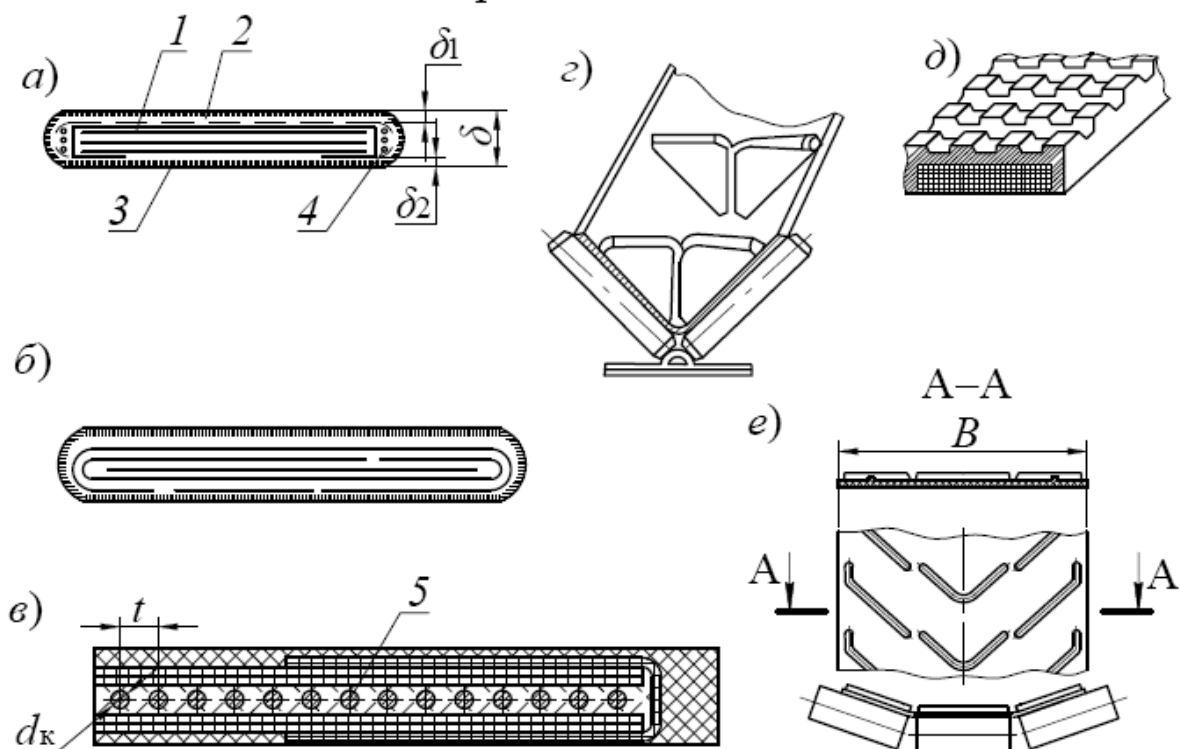


Рис. 9.2. Прорезиненные ленты: *а, б* – с послойно нарезанными и послойно завернутыми прокладками; *в* – с основой из стальных канатиков; *г* – лотковые; *д, е* – ребристые плоские

При одинаковой толщине лента, армированная стальными канатами, прочнее обычных прорезиненных лент в 15–20 раз. К преимуществам таких лент следует отнести также их способность хорошо образовывать желобчатую форму.

Прорезиненные ленты применяют при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. При более высоких температурах применяют теплостойкие (до $130\text{ }^{\circ}\text{C}$) ленты, а при более низких температурах (до $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$) – морозостойкие. Стальные ленты имеют ряд преимуществ перед прорезиненными: они меньше изнашиваются при транспортировании кусковых и абразивных материалов; почти не имеют остаточных деформаций, а следовательно, незначительно вытягиваются; допускают транспортирование материалов с температурой до $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ при неравномерном нагреве и до $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ при равномерном по ширине ленты нагреве.

Соединения концов конвейерных лент выполняются разъемными и неразъемными (рис. 9.3). Разъемные соединения применяют при передвижных или переносных конвейерах, а также при частом изменении длины конвейера. Наиболее надежным способом соединения концов ленты является соединение склейкой с последующей вулканизацией.

Для поддержания верхней (рабочей) и нижней (холостой) ветвей ленты применяют роликовые опоры. В зависимости от назначения различают основные, амортизирующие, центрирующие и очистные роликоопоры (рис. 9.4).

Центрирующие роликоопоры (рис. 9.4, *д*) применяют для того, чтобы предотвратить сбегание рабочей и холостой ветви ленты в поперечном направлении вследствие неточной стыковки концов ленты, при неравномерной вытяжке ее по ширине и несимметричном расположении груза. При отклонении в сторону лента кромкой нажимает на дефлекторный ролик, что приводит к повороту роликоопоры. Возникающее при этом усилие между опорными роликами и лентой возвращает последнюю в центральное положение. После того как лента возвратится в центральное положение движением ленты роликоопора автоматически устанавливается в нормальное положение.

Для выравнивания хода верхней (рабочей) ветви используют желобчатую, а нижней – плоскую центрирующую роликоопоры. Для поддержания рабочей ветви стальной ленты роликоопоры вы-

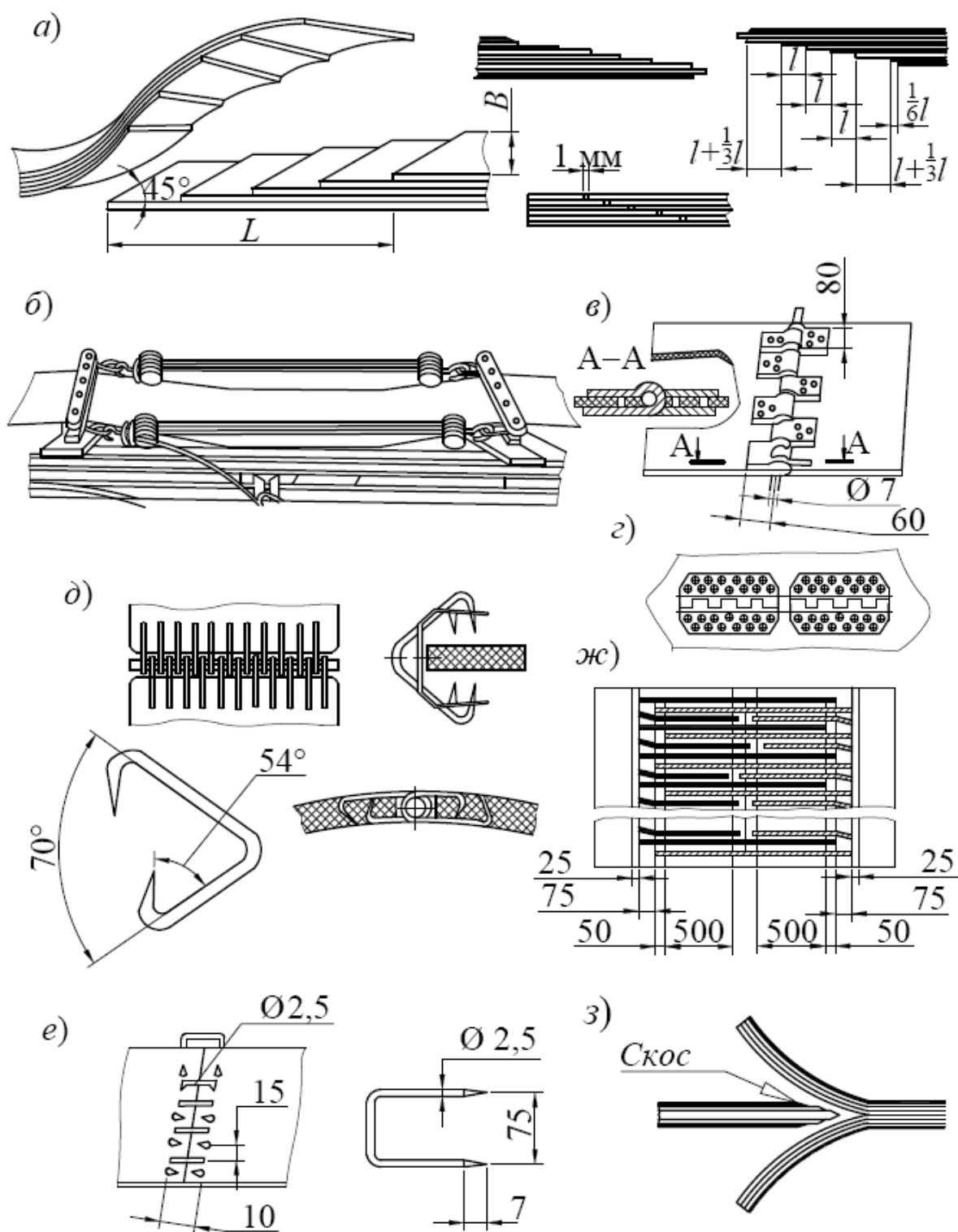


Рис. 9.3. Соединения концов лент: *а* – неразъемное соединение склейкой с последующей вулканизацией; *б* – приспособление для стягивания концов лент; *в, г, д, е* – разъемные соединения; *ж* – разделка резинокросовой ленты; *з* – разделка резиноканевой ленты

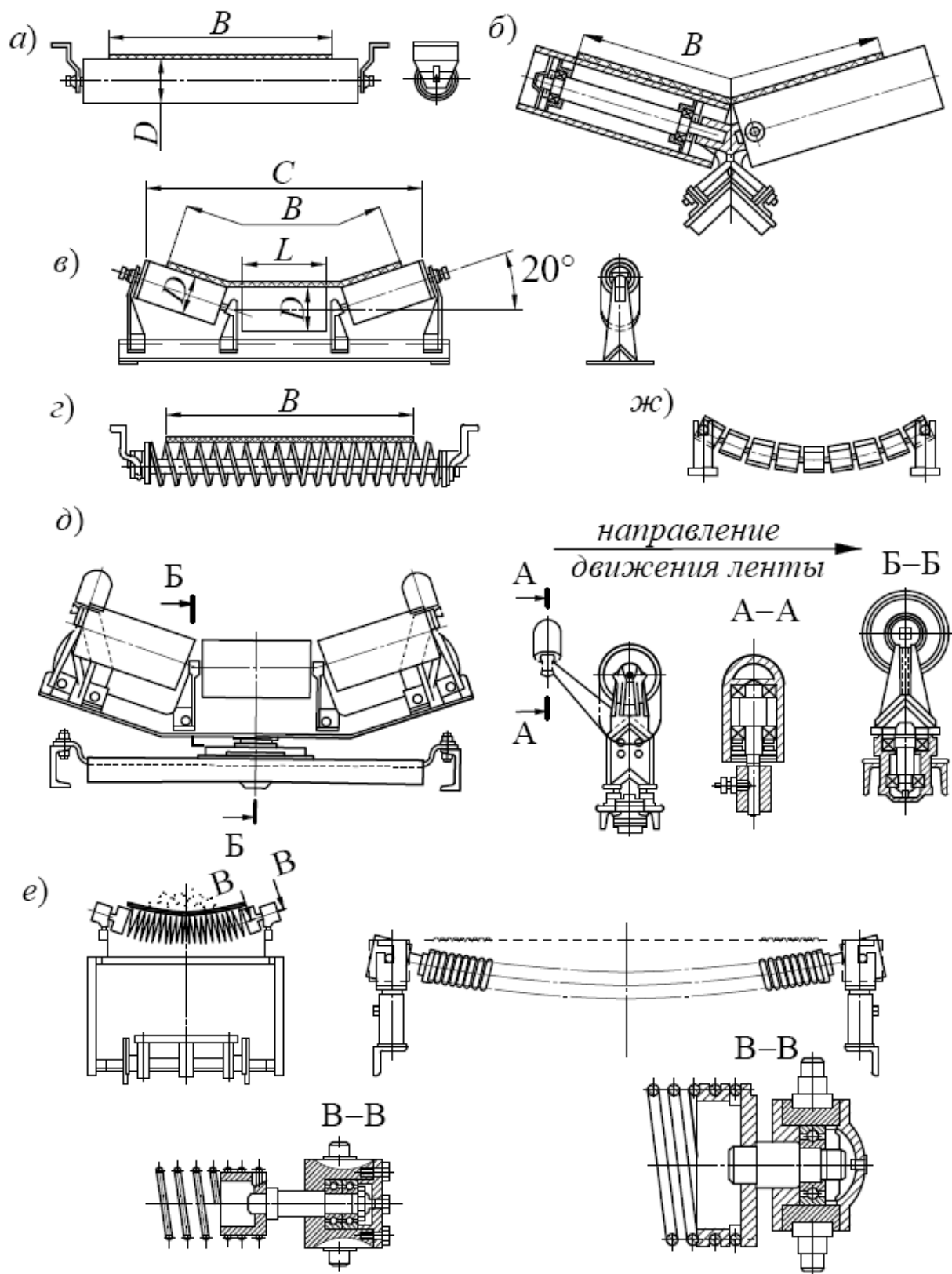


Рис. 9.4. Поддерживающие роlikоопоры: *а* – прямые; *б, в* – желобчатые (двух- и трехроликовые); *г* – винтовые самоочищающиеся; *д* – самоцентрирующие; *е* – желобчатые в виде пружины; *ж* – провисающие на гибком канате

полняются желобчатыми в виде цилиндрических пружин (рис. 9.4, *е*), оканчивающихся цапфами на шарикоподшипниках. Для обратной ветви применяют опору с тремя дисками. Применяют также провисающие опоры (рис. 9.4, *ж*) в виде ряда резиновых или пластмассовых роликов, укрепленных на гибком обрешиненном стальном канате. Канат свободно подвешивается между двумя двухрядными шарикоподшипниками. Эти ролики лучше, чем стальные, сопротивляются абразивному износу и поэтому более долговечны, а также хорошо центрируют ленту.

Стальные ролики состоят из трубы *1*, расточенной по концам, в которую вставляются штампованные (литые) ступицы *2* (рис. 9.5). Концы трубы завальцовываются. Ролики устанавливаются либо на подшипниках качения *4*, либо на подшипниках скольжения и вращаются на неподвижных осях *1* (с лысками от проворачивания), укрепленных в кронштейнах роликовых опор. Уплотнение подшипников выполняют в виде упругих пластиковых колец *5*, зажимаемых фасонными шайбами и пружинными кольцами в виде штампованных металлических или пластмассовых колец, образующих лабиринт.

Представляет интерес конструкция роликов без вкладных ступиц, конец трубы которых закатан в полуоси *8*, вращающиеся в выносных подшипниках (рис. 9.5, *д*). На наружном кольце *6* подшипника имеются прорези *7* для установки в кронштейны роликоопоры.

Диаметры роликов D_p выбирают в зависимости от ширины ленты, насыпной плотности груза и скорости движения ленты, а длину – в зависимости от ширины ленты. Стоимость роликов составляет 25–30 % от общей стоимости конвейера. От их работы во многом зависит долговечность ленты и потребление энергии приводом конвейера. Срок службы роликов до первого ремонта не менее 18 000 ч.

Приводные станции ленточных конвейеров, как правило, состоят из электродвигателя *1*, редуктора с цилиндрической или червячной передачей *3*, барабана *5*, а также муфт *2* и *4*, соединяющих двигатель с редуктором и редуктор с валом барабана (рис. 9.6, *а*). В некоторых случаях барабаны конвейеров приводятся от электродвигателей через открытую цилиндрическую (рис. 9.6, *б*) или даже ременную передачу.

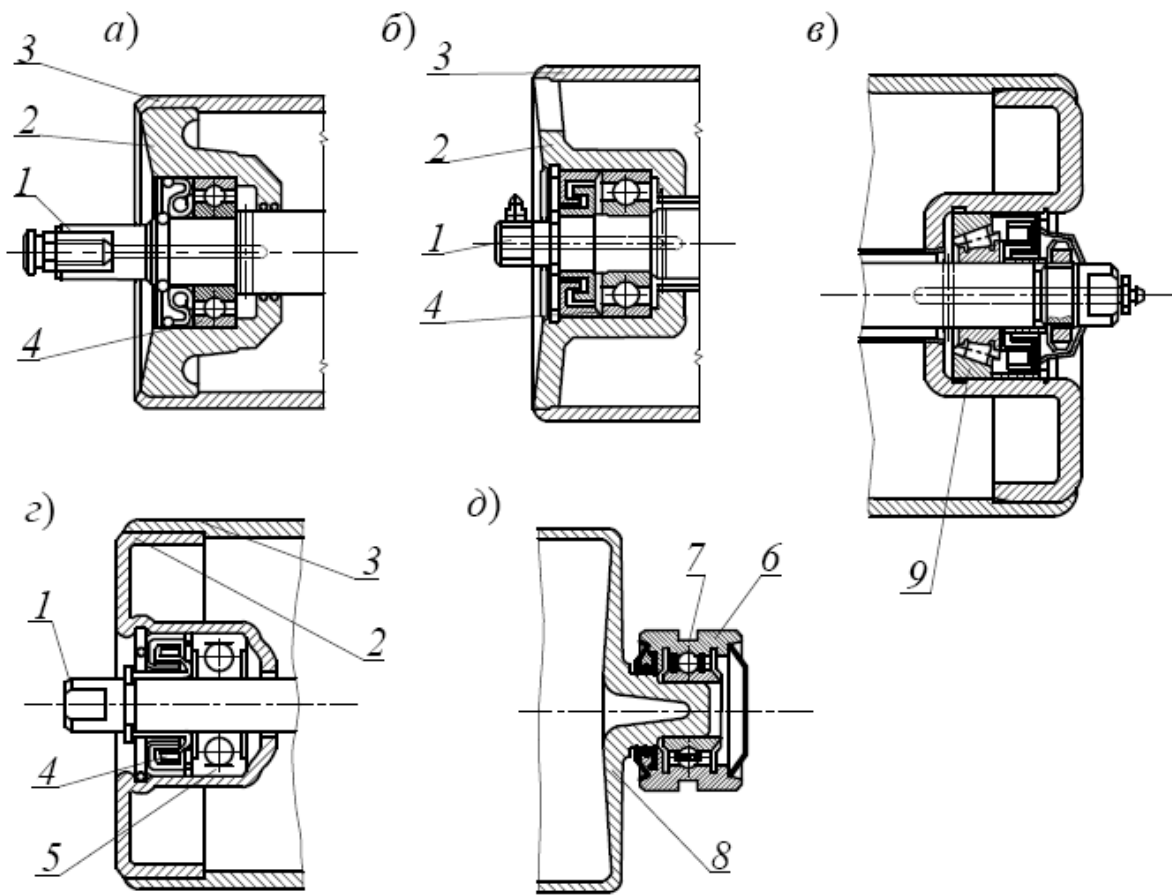


Рис. 9.5. Ролики:

a, б, г – среднего типа; *в* – тяжелого типа; *д* – без вкладыша

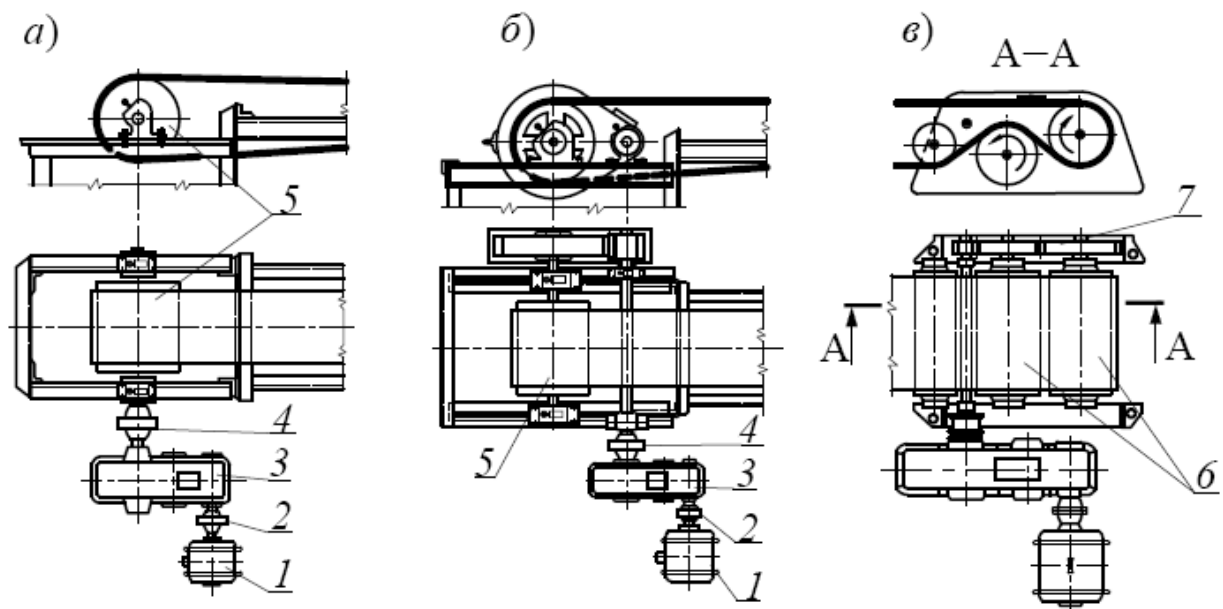


Рис. 9.6. Приводные станции ленточных конвейеров:

a – с редуктором; *б* – с редуктором и открытой цилиндрической передачей; *в* – двоянный

Для увеличения угла обхвата лентой привода применяют двух- и реже трехбарабанные приводы (рис. 9.6, в). Барабаны *б* в этом случае вращаются в противоположных направлениях, что достигается связью между ними при помощи зубчатых колес *7*.

При необходимости создать компактное приводное устройство двигатель и зубчатые передачи устанавливают внутрь приводного барабана (рис. 9.7). Электродвигатель *1* размещают в неподвижном цилиндрическом корпусе *2*, в котором устанавливают двухступенчатый редуктор *3*, передающий вращение барабану *4* (рис. 9.7, а). Цапфы *5* корпуса *2* закрепляют на раме конвейера. Электродвигатель снабжается вентилятором для наружного обдува.

Приводные барабаны для уменьшения проскальзывания ленты очень часто футеруются резиной (рис. 9.8), алюминиевыми лентами, а иногда их обшивают деревянными рейками.

Барабаны отливают из чугуна марки СЧ 12-28 или свариваются из стали марки Ст3. По форме рабочей поверхности барабаны бывают цилиндрические и бочкообразные с выпуклостью $\delta = 0,005 B$, но не менее 4 мм. Их применяют для улучшения центрирования ленты.

Для прорезиненных лент применяют цилиндрические и бочкообразные барабаны, для стальных лент – только бочкообразные. Длина барабана на 100 мм больше ширины ленты.

Для обеспечения требуемого сцепления ленты с приводным барабаном в ленточных общепромышленных конвейерах применяют следующие конструкции натяжных устройств:

1. Винтовые натяжные устройства (рис. 9.9, а), которые применяют при длине конвейера до 50 м. Ход натяжного устройства 1–1,5 % от полной длины конвейера. Винтовое натяжное устройство устанавливается в конце конвейера. Оси концевых барабанов устанавливают в гнездах ползунов *1*, размещенных в направляющих *2*. При регулировании натяжения ползуны перемещают с помощью двух винтов *3*.

2. Грузовые натяжные устройства, натяжной барабан которых устанавливают на тележке, перемещаемой грузом (рис. 9.9, б). Применяется также промежуточный барабан с подвешенным к нему, иногда через полиспаст, грузом (рис. 9.9, в). В длинных конвейерах с большим усилием натяжения ленты для уменьшения массы груза применяют канатный полиспаст, связывающий тележку барабана

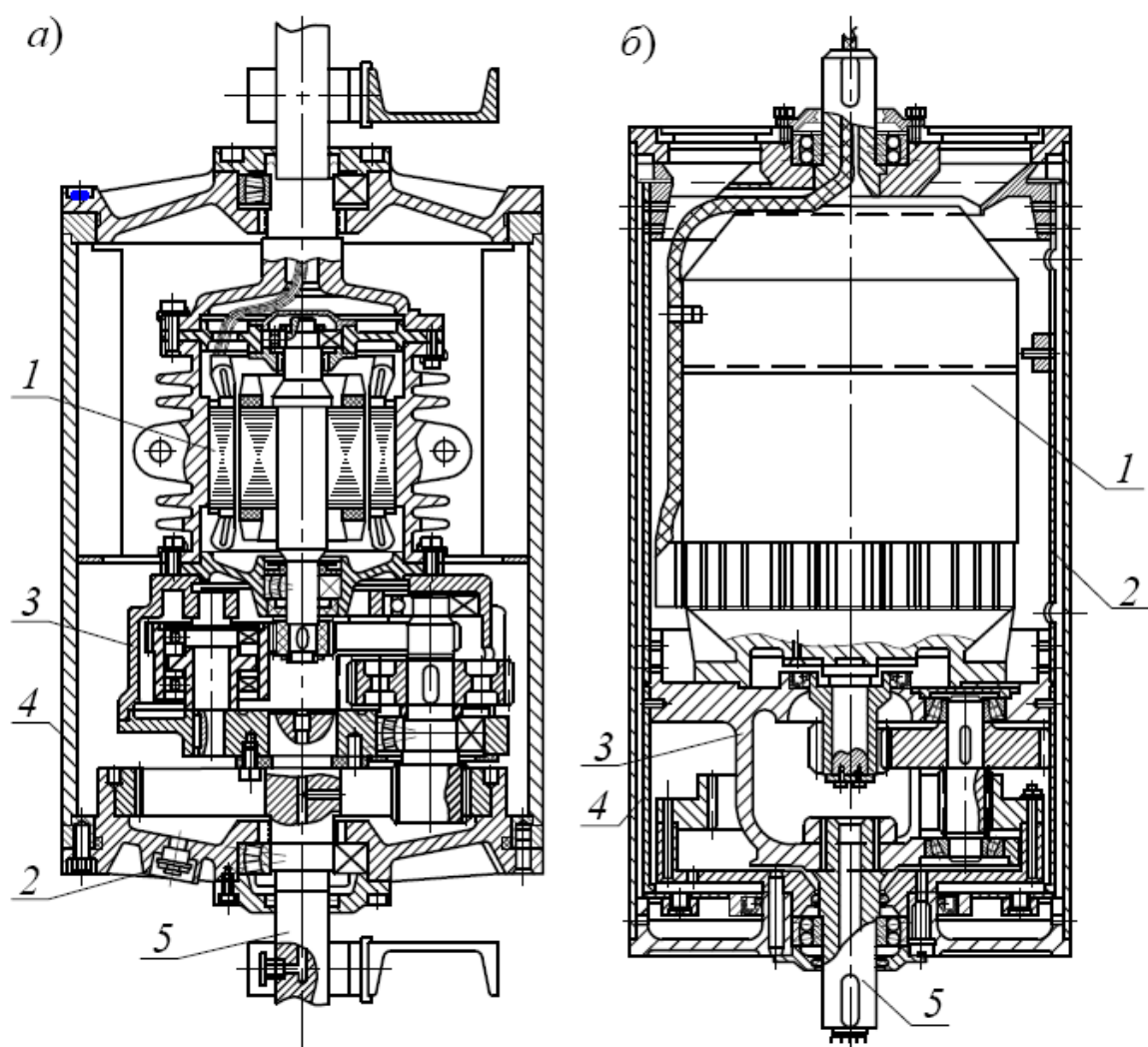


Рис. 9.7. Мотор-бараны

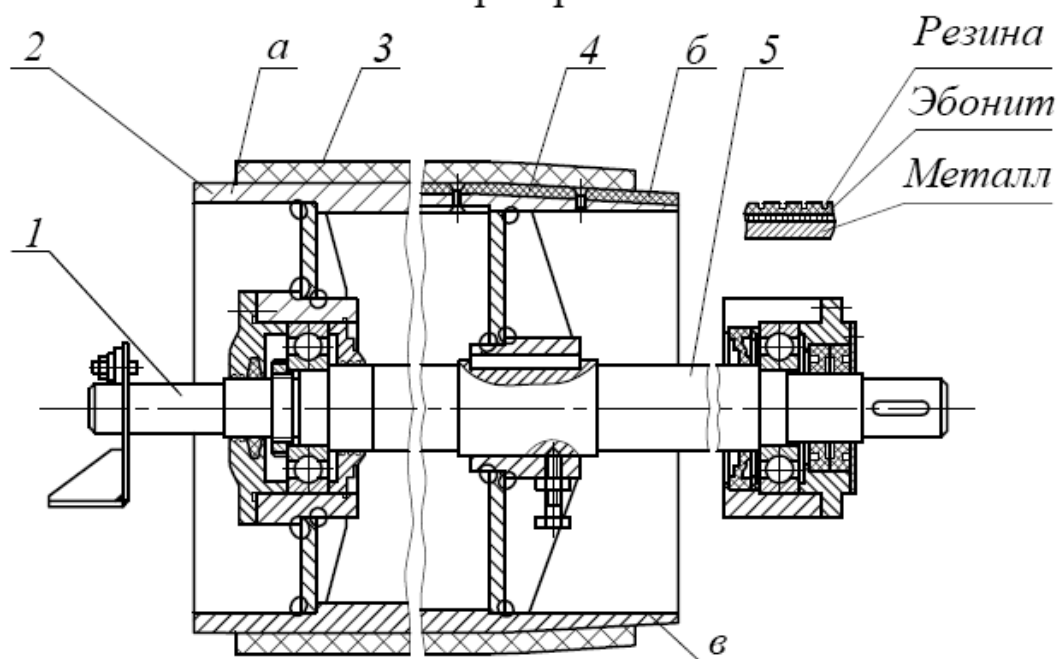


Рис. 9.8. Схема установки барабана на оси или валу:
а – неприводного; *б* – приводного футерованного;
в – приводного нефутерованного

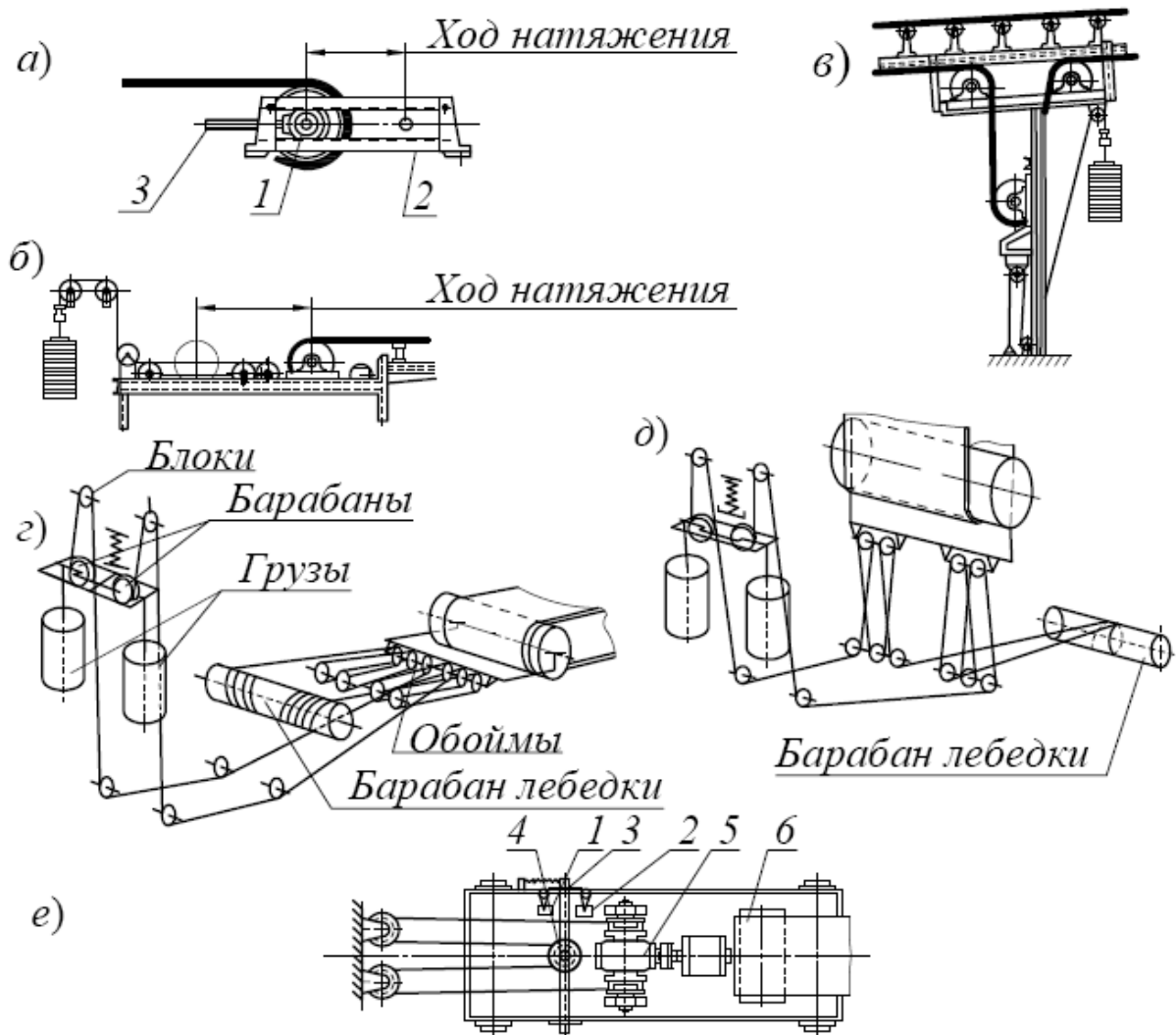


Рис. 9.9. Натяжные устройства ленточных конвейеров: а – винтовое; б, в – грузовое; г, д – грузовое с полиспастом; е – лебедочное автоматизированное

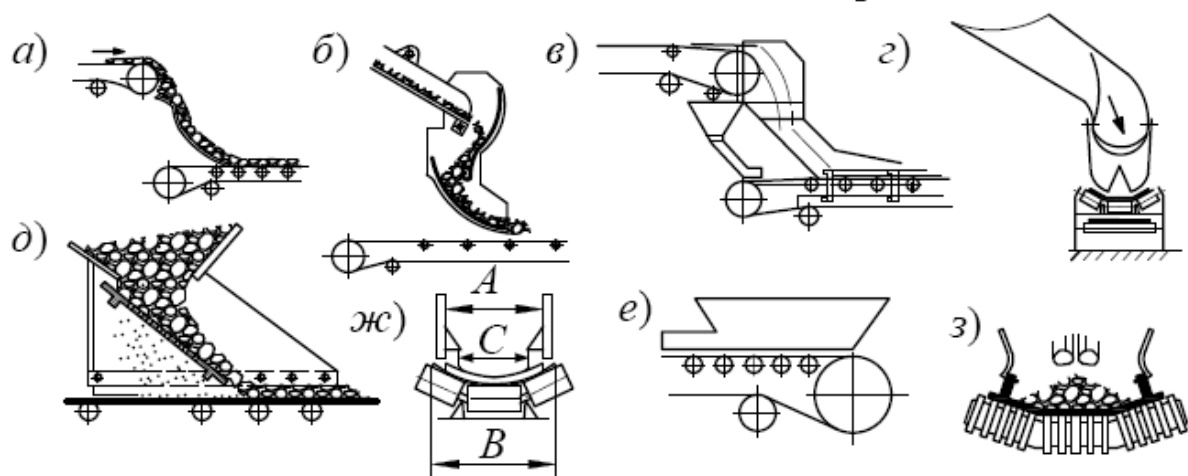


Рис. 9.10. Загрузочные устройства: а – сплошной лоток; б – с амортизирующими резиновыми лентами; в – с воронкой; г – с вырезом; д – с колосниковыми решетками; е, ж, з – лотки

с грузом. Такие натяжные устройства применяют как в горизонтальном (рис. 9.9, *з*), так и в вертикальном (рис. 9.9, *д*) исполнениях.

3. Натяжные устройства с постоянно поддерживаемым натяжением ленты при помощи расположенного между концевыми выключателями 1 и 2 (рис. 9.9, *е*) рычага 3, нагруженного подвижным блоком полиспаста 4, неподвижные блоки которого закреплены, а подвижные совместно с лебедкой 5 размещены на подвижной тележке, несущей натяжной барабан 6.

Ленточные конвейеры загружают через загрузочные лотки и воронки (рис. 9.10). При перемещении кусковых материалов их острые ребра повреждают ленту тем больше, чем больше их кинетическая энергия. Для уменьшения износа ленты при падении насыпных грузов при загрузке загрузочный лоток делают с днищем, имеющим отверстия или вырез, через которые на ленту вначале падают мелкие фракции, а затем крупные (рис. 9.10, *в*, *з*, *д*).

Загрузка конвейера может производиться в любой точке по его длине. Выходное отверстие лотка делают значительно уже ширины ленты ($C = 0,6-0,7B$), чтобы обеспечить равномерное и центральное распределение груза на ленте (рис. 9.10, *ж*).

Разгрузка материала с ленты может производиться тремя способами: через барабан (рис. 9.11, *а*), с помощью одно- или двухсторонних плужковых сбрасывателей (рис. 9.11, *б*, *в*), которые могут отсекают также часть общего потока материалов. Обычно плужок устанавливают под углом $30-40^\circ$ относительно продольной оси конвейера, но при условии, что этот угол будет меньше или равен $(90^\circ - f)$, где f – угол трения груза о плужок. Для разгрузки ленточных конвейеров применяются сбрасывающие тележки, несущие барабаны и перемещающиеся вдоль всего конвейера (рис. 9.11, *г*). Сбрасывающие тележки применяют только в стационарных конвейерах для сухих сыпучих грузов. Плужковый двухсторонний сбрасыватель проще по конструкции, чем барабанный, но сильнее изнашивает ленту вследствие скольжения материала. Барабанный меньше изнашивает ленту, но непригоден для работы со штучными грузами.

Плужковые и барабанные сбрасыватели, смонтированные на тележках, можно перемещать вдоль конвейера вручную или с помощью механического привода 1 (рис. 9.12). В разгрузочной тележке 2 установлены два направляющих барабана 3, на которых лента 4 изменяет направление движения, а насыпной груз под действием

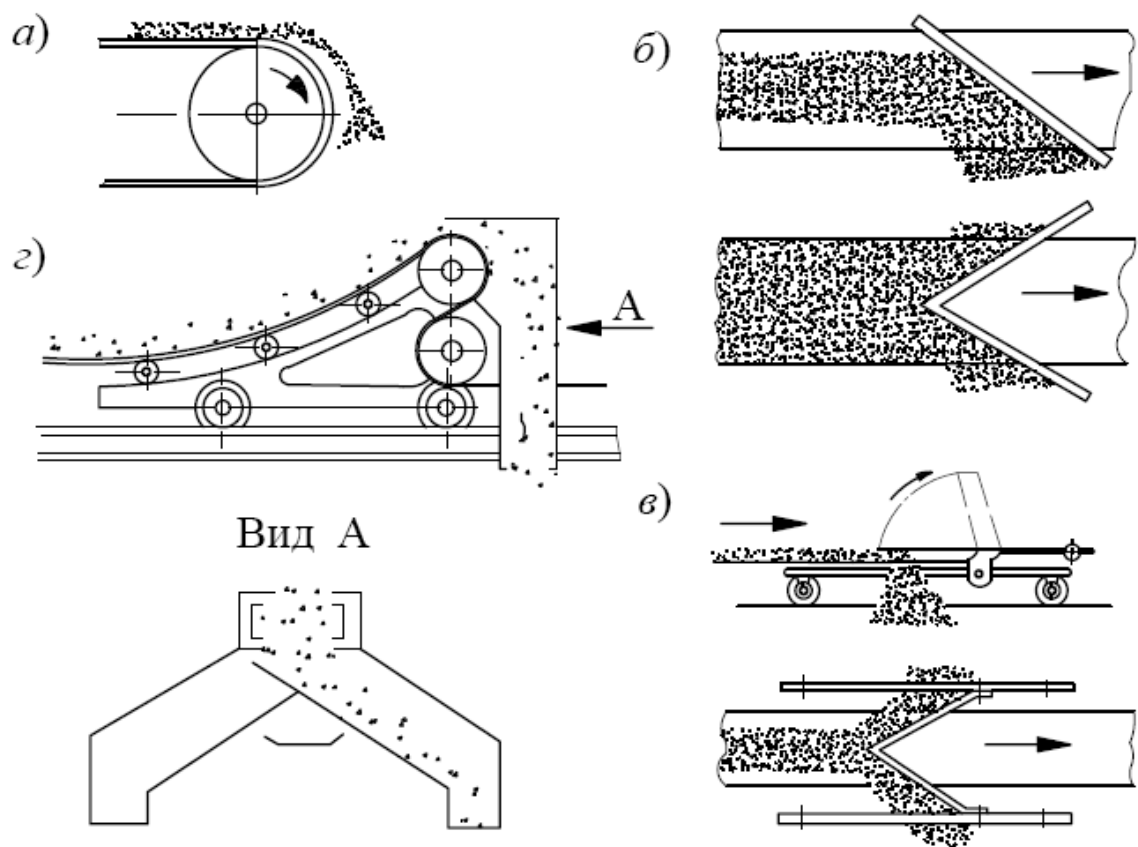


Рис. 9.11. Разгрузка ленточного конвейера: *а* – через приводной барабан; *б, в* – путем сбрасывания груза с ленты три помощи плужкового сбрасывателя; *з* – путем сбрасывания груза с ленты при помощи барабанного сбрасывателя

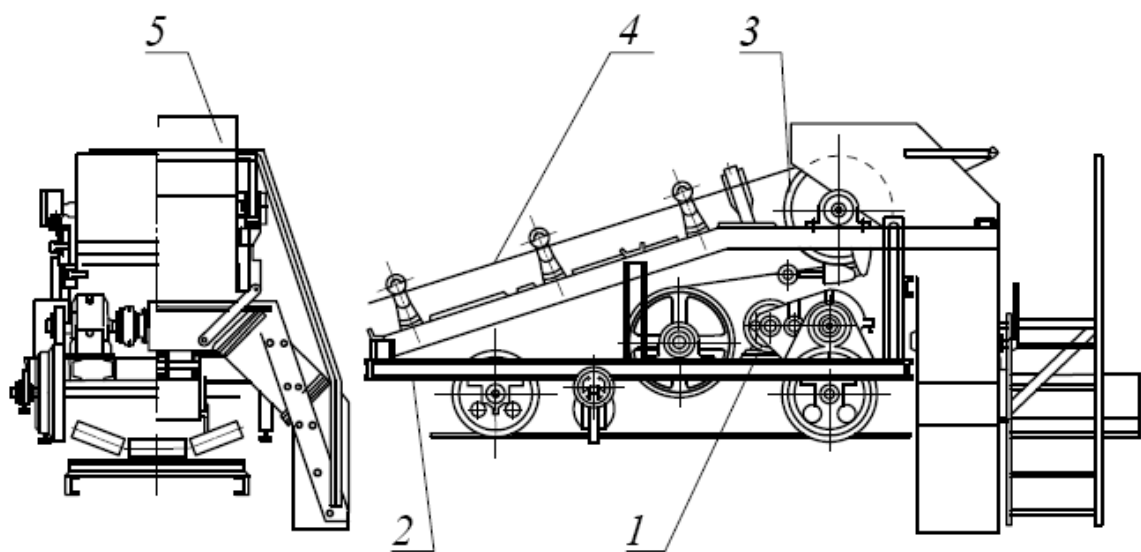


Рис. 9.12. Самоходная двухбарабанная разгрузочная тележка

сил инерции сбрасывается с ленты и попадает в отводящие трубы 5. Длина тележки составляет около 5 м.

Мокрые и вязкие материалы при транспортировании частично налипают на рабочую поверхность ленты, мешают прохождению холостой ветви через роlikоопоры и вспомогательные барабаны, к которым лента прилегает своей рабочей стороной. Кроме того, налипший материал увеличивает сопротивление движению ленты и снижает производительность. Для очистки налипшего материала применяют скребки и щетки (рис. 9.13).

При больших углах наклона конвейера и значительной длине наклонных участков для удержания ленты от самопроизвольного движения вниз на приводном валу устанавливают ленточный останов (рис. 9.14, а), в котором при обратном ходе основной ленты 1 вспомогательная стопорная лента 2, укрепленная на раме 3, затягивается между барабаном и основной лентой и останавливает ее возникающей при этом силой трения.

Более надежен в работе валиковый останов. Между приводным барабаном 4 (рис. 9.14, б) и расположенным за ним швеллером 6 с наклонной стенкой помещен валик 8 на поворотном рычаге 7. При работе конвейера валик под действием силы трения свободно вращается. При ходе ленты назад, а следовательно, и вращении барабана в обратном направлении валик 8 заклинивается между барабаном и наклонной плоскостью швеллера 6 и стопорит барабан. Предохранительный щиток 5 предотвращает загрязнение рабочей зоны валика.

В некоторых случаях используют храповые или роликовые остановы (рис. 9.14, в), а также колодочные и ленточные тормоза.

Цепные конвейеры

К цепным конвейерам относятся пластинчатые, скребковые, ковшовые, люлечные, подвесные и тележечные конвейеры, а также цепные элеваторы и эскалаторы.

В цепных конвейерах находят применение в качестве тягового органа как цепи пластинчатые (ГОСТ 588–81), так и сварные (ГОСТ 2919–70). Наибольшее распространение получили пластинчатые втулочно-роликовые цепи.

Цепной тяговый орган дает возможность удобного и надежного крепления грузонесущих и ходовых элементов конвейера, обес-

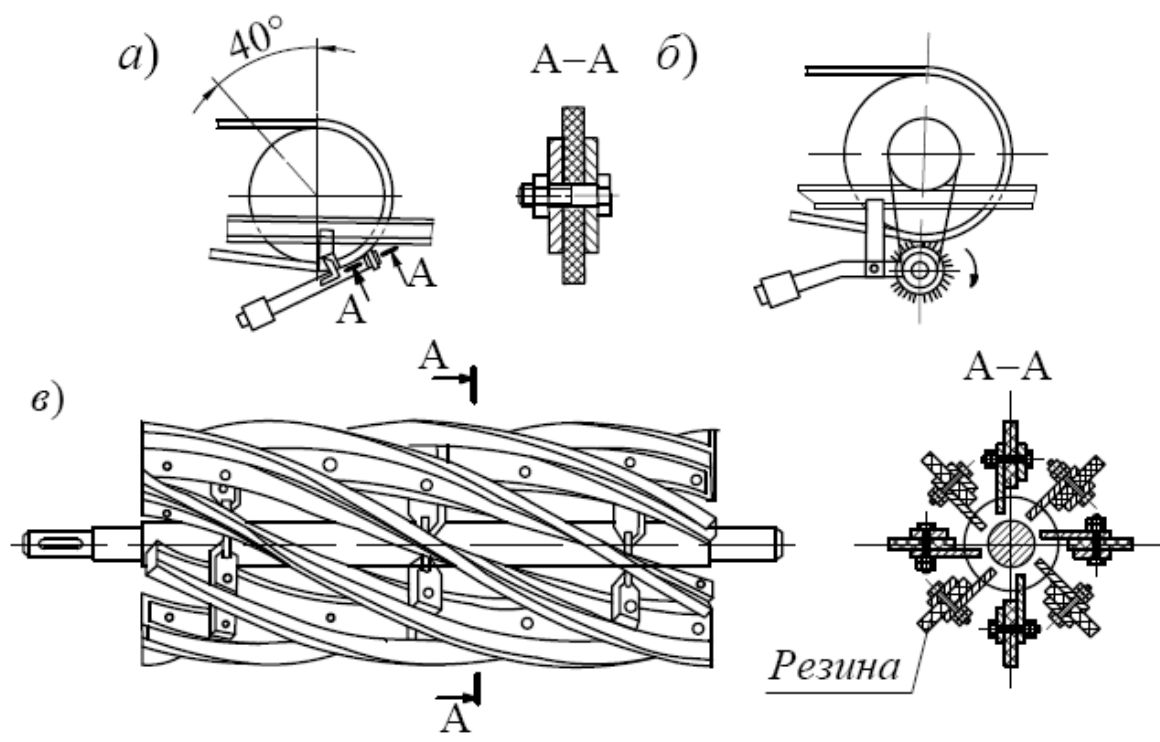
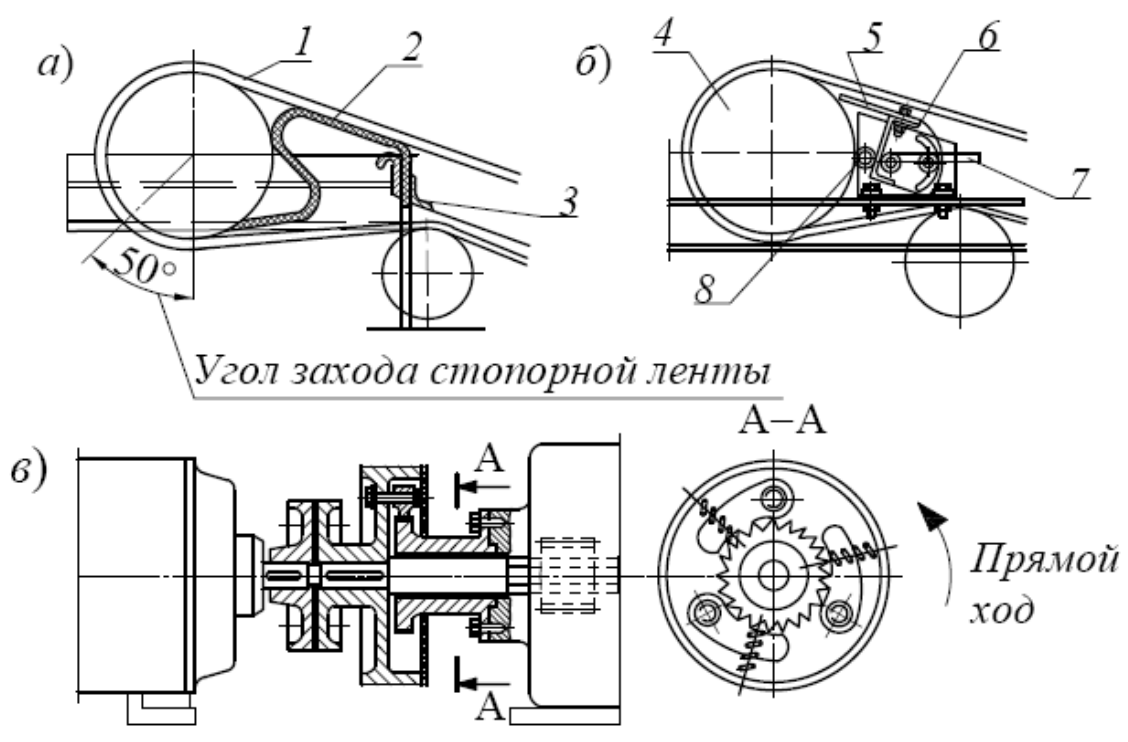


Рис. 9.13. Очистительные устройства: а – скребки; б – проволочные щетки; в – щетки с резиновыми пластинами



печивает надежную передачу тягового усилия зацеплением цепи со звездочкой и имеет малую вытяжку под нагрузкой.

Недостатком цепного тягового органа является наличие большого количества шарниров, требующих регулярного наблюдения и периодической смазки, а также интенсивный износ цепи при высоких скоростях, вследствие наличия динамических усилий. Обычно скорость цепного конвейера не превышает 0,6–1,0 м/с.

Пластинчатые конвейеры

Пластинчатые конвейеры служат для перемещения горячих и острокромочных штучных грузов большого веса в горизонтальном и наклонном направлениях.

Устройство пластинчатого конвейера показано на рис. 9.15. Бесконечная, замкнутая в вертикальной плоскости ходовая часть конвейера состоит из несущего на себе груз пластинчатого настила, прикрепленного к тяговому органу, в виде одной или двух цепей. Транспортируемый груз перемещается верхней ветвью конвейера; нижняя ветвь – холостая.

Ходовая часть конвейера *1* огибает натяжные *б* и приводные 2 звездочки, в средней части она поддерживается направляющими шинами *8*. В некоторых конструкциях конвейеров вместо направляющих шин установлены стационарные ролики, на которые опирается ходовая часть. Привод пластинчатого конвейера осуществляется от электродвигателя *3* через редуктор *4*, втулочно-пальцевые муфты *10* и в ряде случаев через открытые зубчатые (или цепные) передачи *5*. Натяжные звездочки *б* имеют возможность прямолинейного перемещения с помощью натяжного, как правило, винтового устройства *7*. Производительность пластинчатых конвейеров может достигать 1000 т/ч и более. Ширина настила составляет 400–1400 мм; длина при одноприводном исполнении $L_k = 200$ м, при многоприводном исполнении – практически не ограничена.

Загрузку конвейера производят в хвостовой или в средней части – при нескольких погрузочных пунктах.

В зависимости от назначения пластинчатые конвейеры изготавливаются с различными видами настилов (рис. 9.16). Плоские бортовые пластины часто называют коробчатыми. Плоские безбортовые пластины применяют для транспортирования штучных грузов, а плоские с неподвижными бортами – для насыпных грузов. Пло-

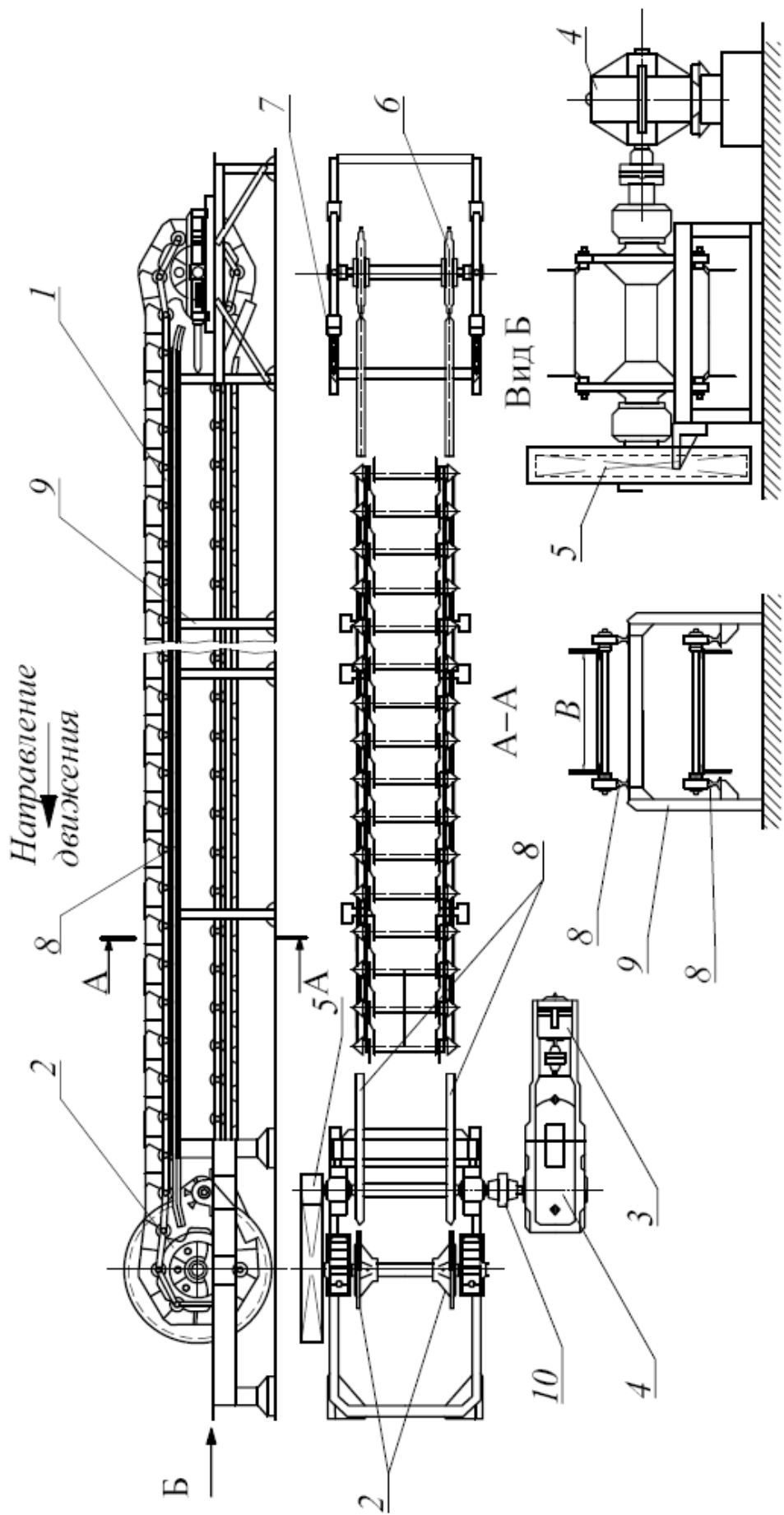


Рис. 9.15. Пластинчатый конвейер: 1 – ходовая часть конвейера с двумя тяговыми цепями; 2 – приводные звездочки; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор; 5 – открытая зубчатая передача; 6 – хвостовые звездочки; 7 – натяжное устройство; 8 – направляющие шины; 9 – станина конвейера; 10 – втулочно-пальцевая муфта

ские и волнистые бортовые настилы используют для транспортирования как насыпных, так и штучных грузов (холодных и горячих).

Волнистые настилы применяют для транспортирования насыпных грузов при больших углах наклона и высокой производительности конвейеров.

Настилы изготавливают штамповкой из стальных листов толщиной 4–10 мм, а иногда литыми из чугуна (для горячих материалов) или из дерева. Настилы крепят к угольникам, закрепленным на пластинах тяговых цепей болтами, заклепками или сваркой.

Для увеличения длины пластинчатых конвейеров и возможностей бесперегрузочного транспортирования на них материалов применяют установку промежуточных приводов: гусеничного типа (рис. 9.17, *а, б*), где усилие тяговому органу цепи передается через кулаки приводной (гусеничной) цепи; со звездочками (рис. 9.17, *в*), имеющими цевочное зацепление с тяговой цепью. Звездочки в приводе установлены с взаимным смещением зубьев на половину шага.

В наклонных конвейерах для устранения обратного хода настила при перерыве в подаче электроэнергии или при вынужденной остановке конвейера применяют обычно храповые остановы.

Скребковые конвейеры

Скребковые конвейеры являются разновидностью машин непрерывного транспорта, в которых перемещение пылевидных, зернистых и мелкозернистых грузов осуществляется волочением по неподвижному основанию. Конвейеры применяют тогда, когда необходимо распределить груз между несколькими технологическими агрегатами либо для перемещения груза под большим углом наклона, если не могут быть использованы конвейеры других типов. Рабочим органом скребковых конвейеров служит цепь со скребками, которые размещаются поперек тягового органа с определенным шагом.

Скребковые конвейеры подразделяются на конвейеры, волочащие материал отдельными порциями, называемые конвейерами порционного волочения (рис. 9.18, *а*), и конвейеры сплошного волочения, называемые конвейерами с погруженными скребками (рис. 9.18, *б*). В этих конвейерах транспортируемый материал перемещается не отдельными порциями перед каждым скребком, а сплошной массой, заполняющей все рабочее сечение желоба.

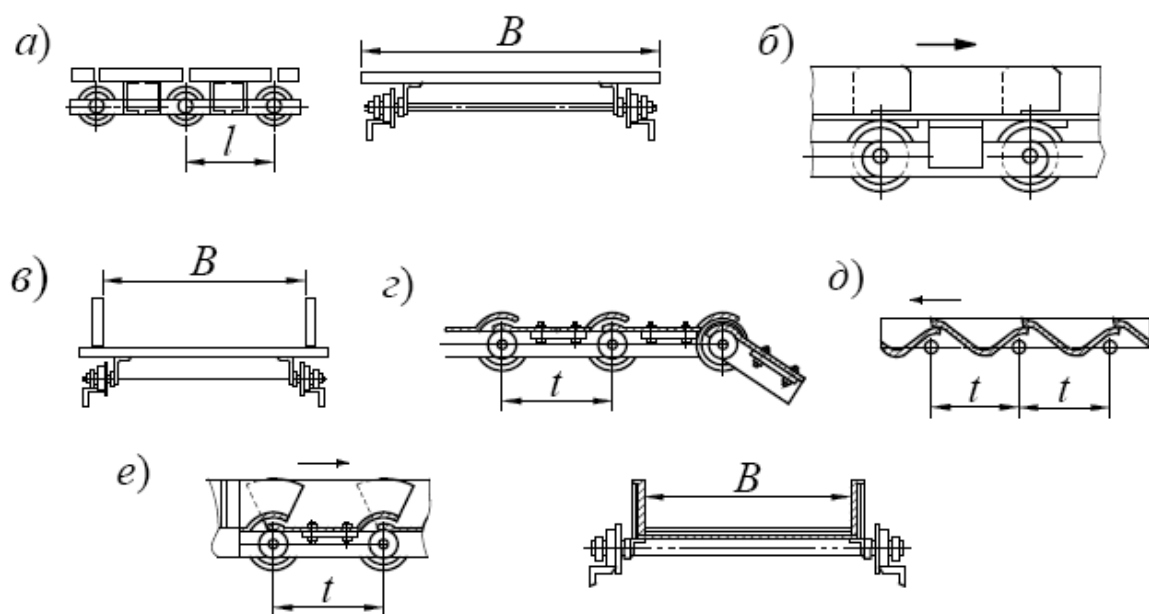


Рис. 9.16. Настилы: *а* – плоские (гладкие) безбортовые; *б* – бортовые с подвижными бортами; *в* – бортовые с неподвижными бортами; *г* – волнистые безбортовые; *д* – бортовые мелкие; *е* – бортовые глубокие

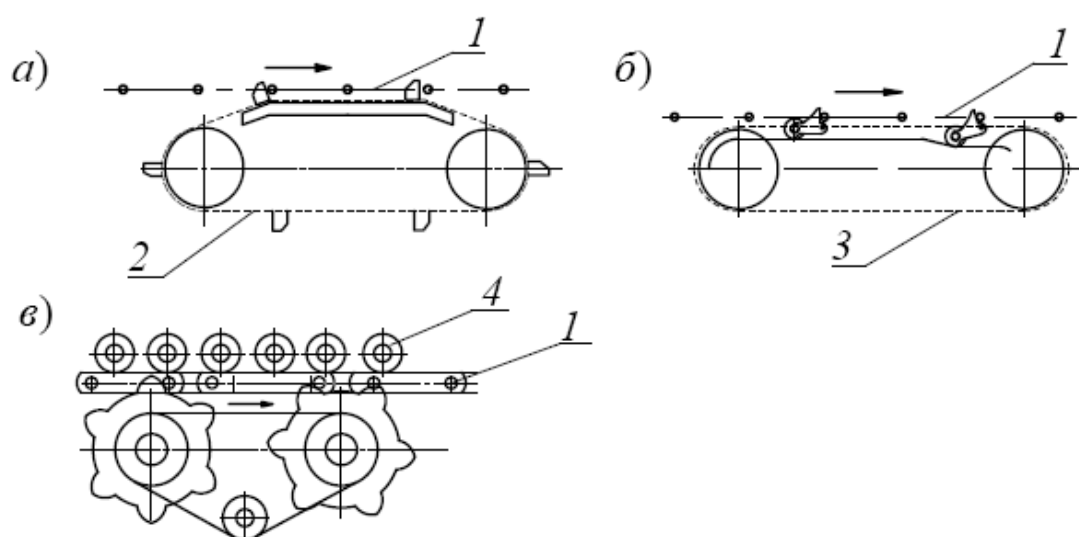


Рис. 9.17. Схемы промежуточных приводов пластинчатых конвейеров: *а* – привод гусеничного типа с жесткими ведущими кулаками и поджимной шиной; *б* – привод гусеничного типа с управляемыми ведущими кулаками и профильной шиной; *в* – привод со звездочками с цевочным зацеплением с тяговой цепью; *1* – тяговая цепь конвейера; *2* – приводная цепь с ведущими кулаками; *3* – приводная цепь с ведущими управляемыми кулаками; *4* – прижимные ролики

Производительность конвейеров «порционного волочения» составляет порядка 300–600 т/ч, ширина скребков – 120–200 мм, скорость – 0,1–1,0 м/с. Производительность конвейеров с погруженными скребками составляет до 700 т/ч, ширина желоба – 125–1000 мм, скорость цепи – 0,1–0,4 м/с. Возможно транспортирование грузов, нагретых до температуры 700 °С.

Скребковый конвейер прерывного волочения состоит из станины 7 с направляющими путями 8 и желоба 6 (рис. 9.18, а). На станине смонтированы приводная 4 и натяжная 1 звездочки, охватываемые цепью 2 со скребками 3. Загрузку производят сверху в любом месте трассы, а разгрузку – через отверстия в дне желоба, перекрываемые шиберными задвижками 5. Рабочей ветвью скребкового конвейера может быть как нижняя, так и верхняя в зависимости от того, как скребки присоединены к цепи конвейера.

Скребки изготавливают из стальных листов толщиной 3–8 мм прямоугольной, трапецеидальной или полукруглой формы, соответствующей форме желоба (рис. 9.19). Однако в желобе, изображенном на рис. 9.19, а, материал может забиваться в углы, увеличивая сопротивление перемещению. Поэтому формы желоба, изображенные на рис. 9.19, б, в, предпочтительнее.

Конструкция тягового органа конвейера определяется в основном характером трассы конвейера. Звенья цепи могут быть штампованными, литыми и в отдельных случаях сварными. Форма звена чаще всего вильчатая (рис. 9.20). Такая форма способствует наилучшему осыпанию с цепи транспортируемого груза в местах разгрузки и сводит до минимума возможность «натаскивания» груза на зубья приводной звездочки.

Привод конвейеров, как правило, от электродвигателя. В приводных механизмах предусматривают муфты предельного момента, предохранительные пальцы или штифты, исключающие поломку конвейера в случае его перегрузки или заклинивания цепи. Натяжные устройства – винтовые с синхронным вращением винтов, исключающим перекося натяжной звездочки. Ход натяжного устройства не менее 1,5 шага цепи.

Конвейер сплошного волочения применяют для транспортирования сухой глины, мелкого гравия, цемента, песка и др. Тяговая цепь со скребками проходит внутри желоба и огибает концевые звездочки. Нижняя ветвь цепи перемещает груз, а верхняя распола-

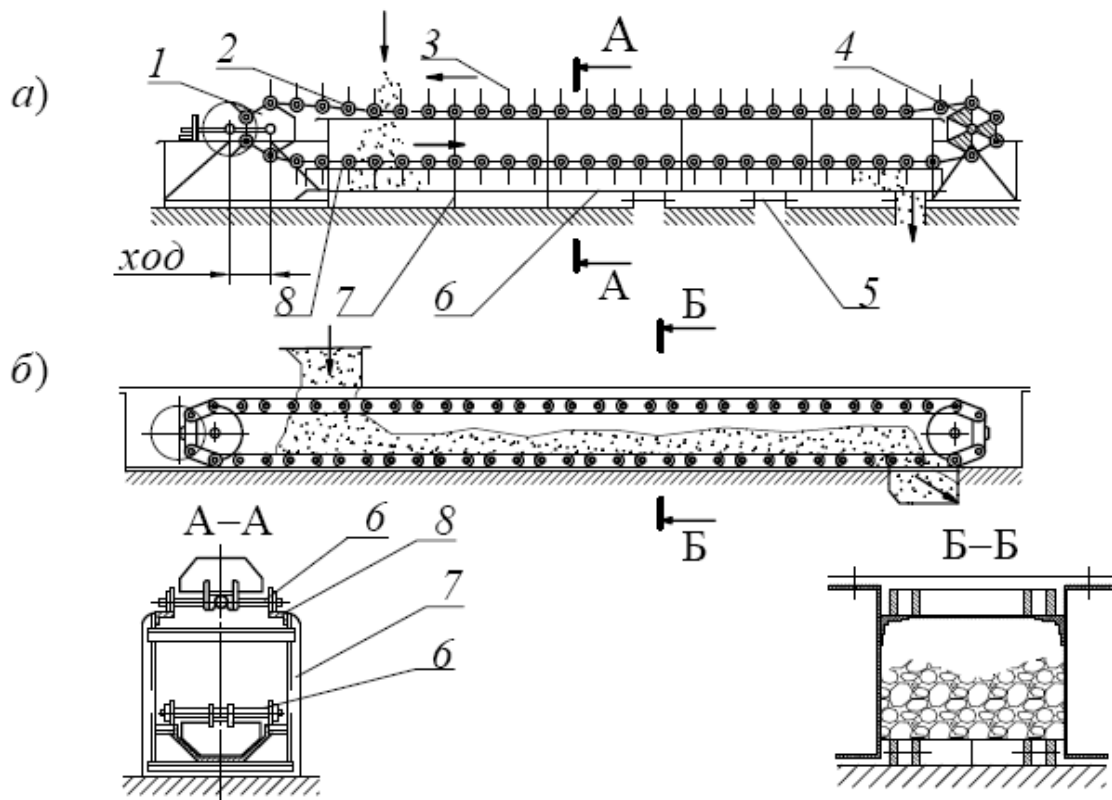


Рис. 9.18. Скреповый конвейер: *а* – прерывного волочения с высокими скребками; *б* – сплошного волочения с низкими сплошными скребками

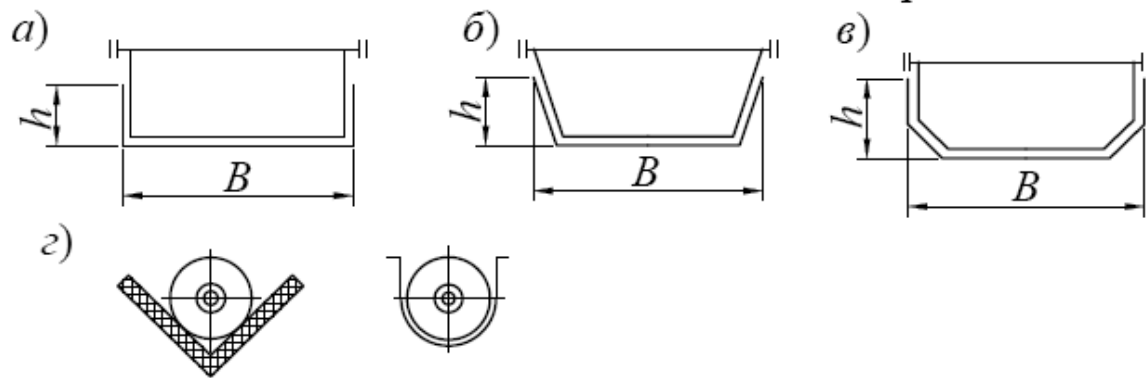


Рис. 9.19. Форма желобов и скребков скрепового конвейера: *а* – прямоугольная; *б* – трапециевидальная; *в* – со срезанными углами; *г* – желоб для круглых скребков

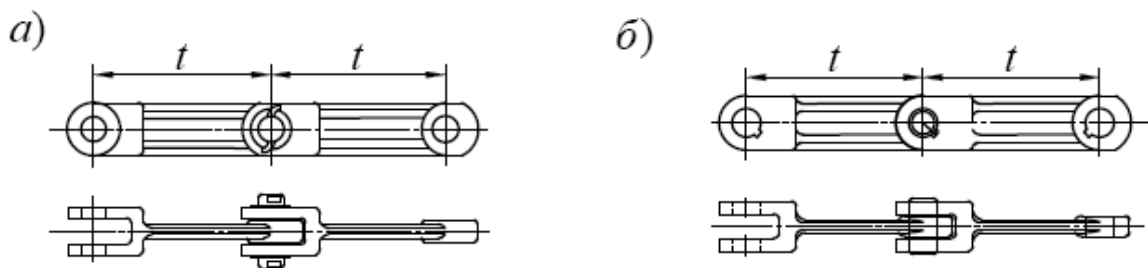


Рис. 9.20. Вильчатые тяговые цепи: *а* – обычная; *б* – разборная

гается в верхней части желоба и движется по направляющим путям или роликам. Желоб выполнен в виде единого сварного каркаса из листовой стали, подкрепленного профильным прокатом. Наиболее изнашиваемые части желоба выполнены из сменных пластин легированной стали и футерованными.

Достоинством скребковых конвейеров является простота конструкции, возможность размещения загрузочных и разгрузочных устройств в различных точках по трассе конвейера. Недостатками являются измельчение транспортируемого материала, большой расход энергии, быстрый износ желоба и рабочих органов при перемещении абразивных материалов, а также возможность «всплывания» скребков над грузом.

Ковшовые конвейеры

Ковшовыми называют конвейеры, у которых к пластинчатым тяговым цепям шарнирно прикреплены ковши и перемещение груза происходит по сложной трассе с горизонтальными и вертикальными участками, расположенными в вертикальной плоскости. Эти конвейеры применяют для транспортирования пылевидных, зернистых и кусковых грузов (в том числе цемента) в вертикальном и горизонтальном направлениях без перегрузки.

Производительность конвейеров до 400 т/ч, скорость – 0,3 м/с, ширина ковша – 250–1000 мм, вместимость ковша менее 300 л.

Ковшовый конвейер (рис. 9.21) состоит из металлической опорной конструкции с горизонтальными и вертикальными участками, на которой закреплены направляющие шины 2 и звездочки – приводные 5, натяжные 1 и отклоняющие. Две вертикально-замкнутые втулочно-катковые цепи 3 типа ПВКГ с шарнирно подвешенными ковшами 4 огибают звездочки и движутся опорными катками по направляющим шинам. Ковши сварные, корытообразные с закругленными днищами. На их боковых стенках имеются ролики или упоры, воздействием на которые обеспечивается их опрокидывание и разгрузка. Загрузка ковшей производится в любом месте нижнего горизонтального участка. Благодаря шарнирной подвеске перемещение ковшей по трассе плоскопараллельное.

Ковши могут разгружаться в любом месте верхней ветви конвейера при помощи подвижного разгрузочного устройства 6. Ковши конвейера шарнирно подвешиваются к двум пластинчатым тяговым

цепям, а центр тяжести ковша располагается всегда ниже оси подвеса, чем обеспечивается устойчивое положение ковша при его движении и автоматическое возвращение в исходное положение после опрокидывания при разгрузке.

Ковши обычно расположены почти вплотную друг к другу, при этом зазор между ними перекрывается боковыми планками-kozyрьками (рис. 9.22, б). Такая конструкция ковшей позволяет загружать их при непрерывной подаче материала. Расставленные ковши (рис. 9.22, а) применяют тогда, когда по гранулометрическому составу груза требуются большие ковши, а по производительности нет необходимости уменьшения их шага.

Разгрузка ковшей осуществляется при помощи установки упоров (рис. 9.23, б) или специальных разгрузочных шин (рис. 9.23, а) около места разгрузки.

Приводной механизм ковшовых конвейеров состоит из электродвигателя, редуктора и, в большинстве случаев, открытых зубчатых передач. Перемещением звездочек 1 (см. рис. 9.21) достигается необходимое для нормальной работы натяжение тяговых цепей.

К достоинствам этих конвейеров относятся малые габариты поперечного сечения, возможность подачи груза на высоту до 30–50 м и большой диапазон производительности, простота и удобство разгрузки конвейера в любой точке трассы, возможность транспортирования горячих грузов, а также отсутствие дополнительного измельчения груза при транспортировании.

Недостатками ковшовых конвейеров являются большой вес ходовой части и высокая стоимость конвейера. Ковшовые конвейеры работают обычно со скоростями движения 0,15–0,4 м/с, причем большие значения принимают для цепей малого шага, когда динамическая нагрузка на цепь уменьшается.

Тележечные конвейеры

Тележечные конвейеры (рис. 9.24), изгибающиеся в вертикальной и горизонтальной плоскостях, находят применение для транспортирования штучных и массовых грузов, а также для автоматических и поточных линий и линий сборки. В этих конвейерах цепи 2 соединяются с тележками 4, передвигающимися на катках 5 по рельсам 6. У конвейера на рис. 9.24 плиты, лежащие на тележках, для уменьшения рассыпания груза на поворотах трассы конвейера

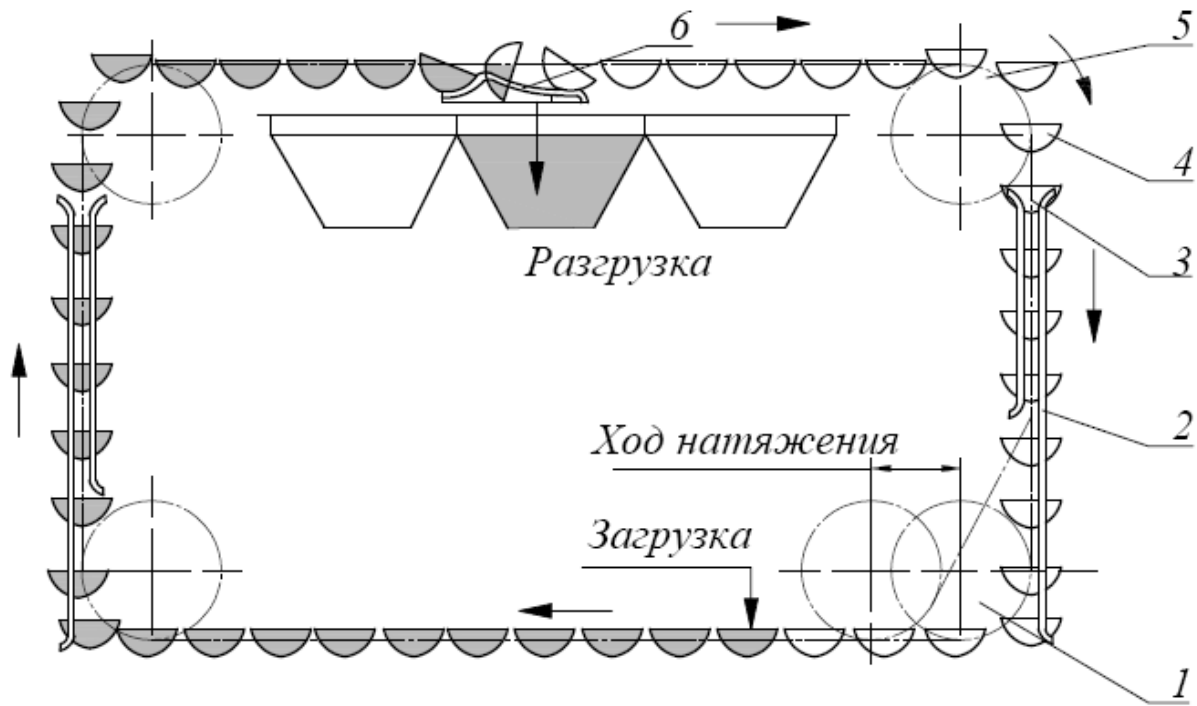


Рис. 9.21. Схема ковшового конвейера: 1 – натяжная звездочка; 2 – направляющая шина; 3 – тяговый орган; 4 – ковш; 5 – приводная звездочка; 6 – разгрузочная шина

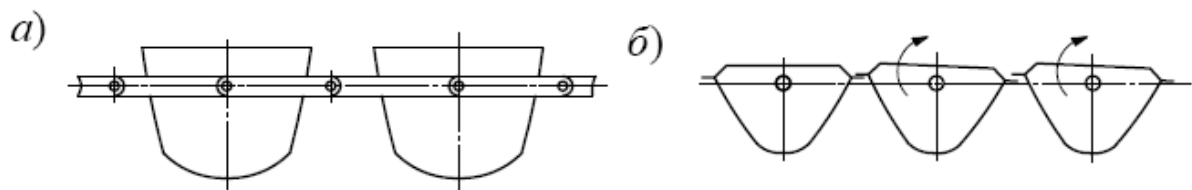


Рис. 9.22. Ковши конвейера: а – расставленные; б – сомкнутые

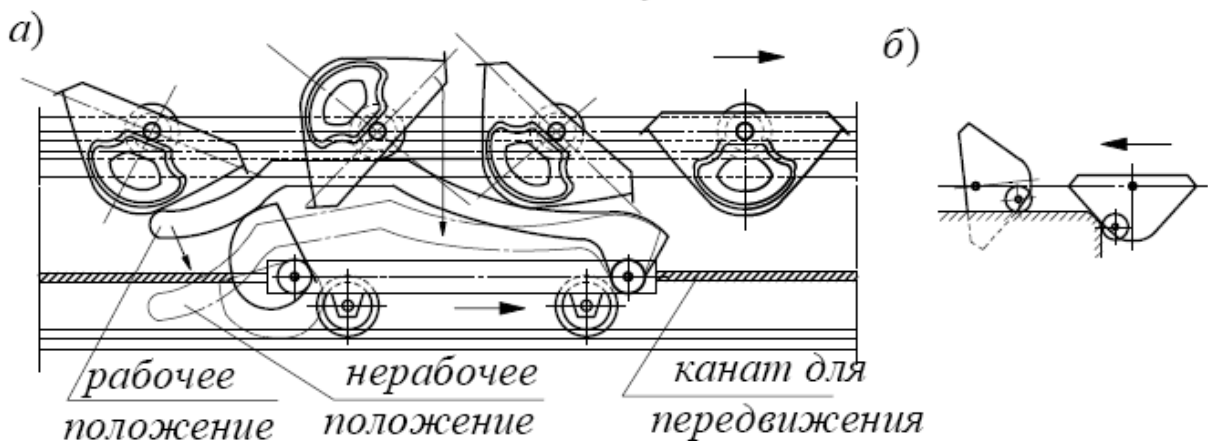


Рис. 9.23. Разгрузка ковшей: а – при помощи разгрузочных шин; б – при помощи упоров

сделаны шарнирно-сочлененными, что создает непрерывность полотна.

Подвесные цепные конвейеры

Подвесные цепные конвейеры применяют для непрерывного или периодического транспортирования различных штучных или массовых грузов по замкнутому контуру сложной пространственной трассы. Широкое применение подвесные конвейеры нашли в поточном производстве для межоперационных передач изделий, причем грузы, перемещаемые подвесными конвейерами, по пути транспортирования могут подвергаться различным технологическим операциям: очистке в пескоструйных и наклепу в дробеструйных камерах, травлению или пропитке в химических ваннах, покрытию лаком, сушке и т. п.

Скорость перемещения грузов на подвесных конвейерах зависит от его назначения и колеблется в широких пределах – от 0,05 до 25,00 м/мин. Обычно она принимается в пределах 0,10–3,00 м/мин.

Подвесной конвейер (рис. 9.25) состоит из замкнутого тягового органа 3 с каретками 2, служащими для поддержки тягового органа и прикрепления подвески 4. Катки кареток при помощи тягового органа перемещают по замкнутому подвесному пути 1. Рельс конвейера обычно располагается в верхней части здания, и подвесной конвейер не загромождает производственной площади цеха.

По характеру соединения тягового органа с транспортируемым грузом различают следующие типы подвесных конвейеров: грузонесущий конвейер (рис. 9.25, а) – каретки с подвесом для груза постоянно соединены с тяговым органом и перемещаются по подвесному пути, вдоль которого движется тяговый орган; толкающие конвейеры (рис. 9.25, б) – тележки с подвесками для грузов не имеют постоянного соединения с тяговым органом и движутся при помощи закрепленных на нем кулаков; грузоведущие конвейеры (рис. 9.25, в) – каретки, постоянно соединенные с тяговым органом, имеют специальные захваты, которые зацепляются за вертикальные штанги тележек, передвигающихся по полу.

Каретки подвесного грузонесущего конвейера состоят из катков, кронштейна, вилки для крепления подвески. Они движутся по подвесному пути, изготовленному из двутавра, уголка или полосовой стали.

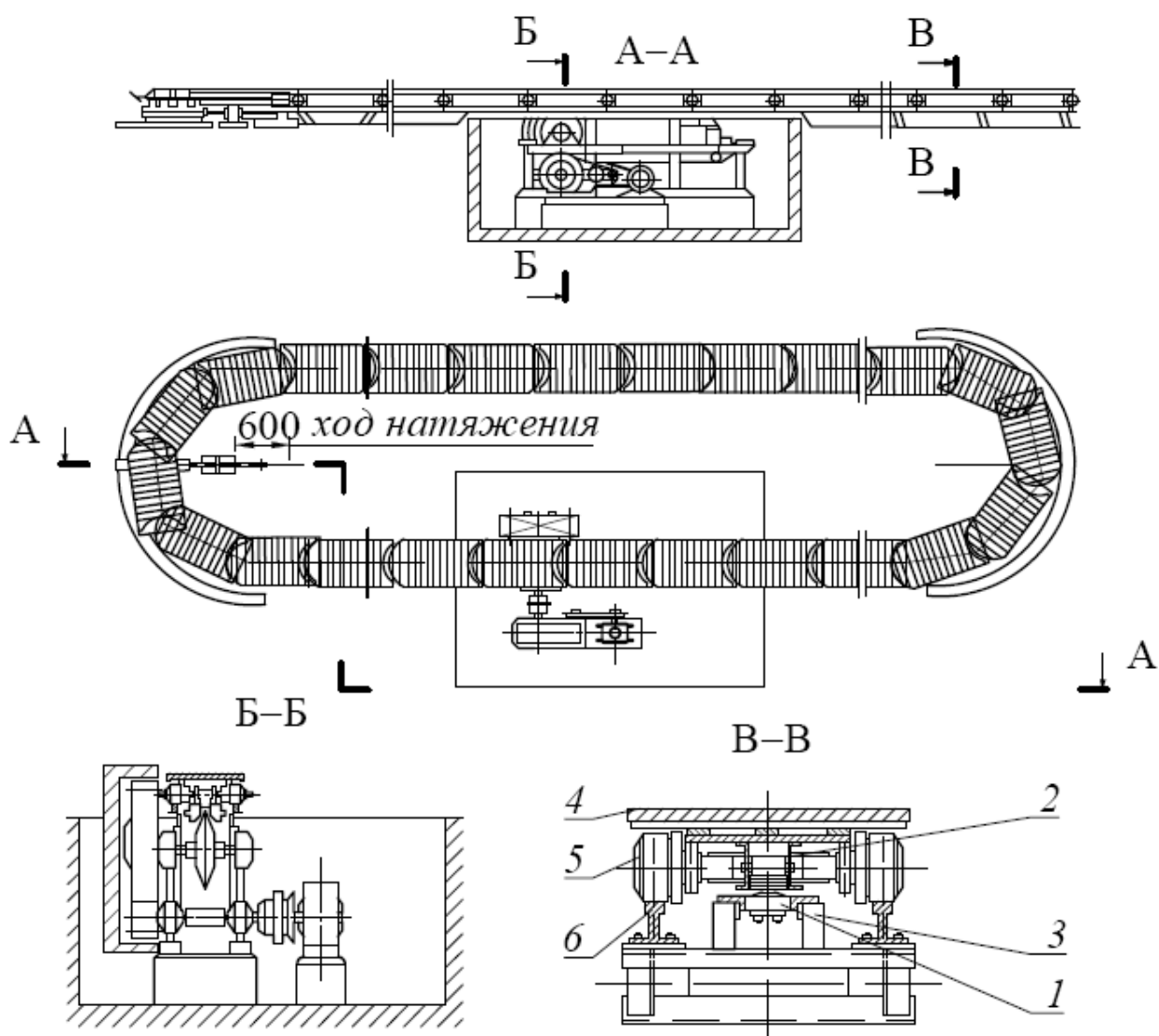


Рис. 9.24. Литейный тележечный конвейер со сплошными экранирующими плитами: 1 – ролики; 2 – цепь; 3 – направляющие; 4 – тележка; 5 – каток; 6 – рельс

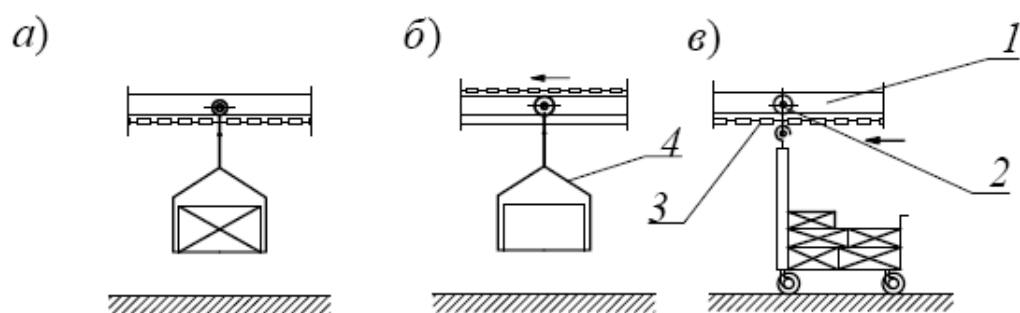


Рис. 9.25. Схемы различных типов подвесных конвейеров: а – грузонесущий; б – толкающий; в – грузоведущий; 1 – подвесной путь; 2 – каретка; 3 – тяговый орган; 4 – подвеска

В качестве тягового органа можно принимать цепи всех типов (пластинчатые, сварные), а также стальные канаты. В подвесных конвейерах широкое применение получили штампованные разборные цепи 1 по ГОСТ 589–85 (рис. 9.26, а). Приняты два размера разборных конвейерных цепей с шагом 100 мм и разрывным усилием 150 кН и соответственно 160 мм и 290 кН. Недостатком штампованных разборных цепей является меньшая, чем у сварных цепей 2 (рис. 9.26, б), гибкость в боковом направлении. Стальные канаты 3 редко используют в подвесных конвейерах из-за конструктивной сложности крепления к ним подвесок (рис. 9.26, в).

Загрузку и разгрузку подвесных конвейеров можно производить на ходу конвейера в любых точках их трассы вручную (при массе груза до 8 кг) или автоматически при помощи специальных приспособлений.

Автоматическая загрузка состоит из следующих операций: грузы в заданном порядке подаются передаточным конвейером 3 к месту загрузки подвесного конвейера 1; проходящие каретки с подвесками 2 захватывают груз 4 и транспортируют к месту разгрузки (рис. 9.27).

Толкающие конвейеры (рис. 9.28) отличаются от грузонесущих тем, что у них каретки 2 с тяговой цепью 3 движутся по отдельному тяговому пути 8, а грузовые тележки 6 с подвесками 5 – по другому пути 10, расположенному под тяговым путем. Оба пути соединены между собой хомутами 9. Тележка к тяговой цепи не прикреплена, но на ее корпусе установлены передний 7 и задний 4 упоры, с помощью которых тележка входит в зацепление с толкателем 1, закрепленным на каретке цепи. Один из упоров взаимодействует с толкателем 1 при движении по горизонтальному пути и на подъемах, а второй упор – на спусках. В остановочных пунктах тяговый путь поднимается над грузовым путем, толкатель выходит из зацепления с упором, и тележка останавливается.

Грузоподъемность тележек составляет 50–1250 кг, максимальный угол наклона путей – 60°, максимальная скорость передвижения – 0,065–0,300 м/с.

Отсутствие крепления тяговой цепи к тележкам и наличие двух отдельных путей позволяет свободно включать и отключать тележки от тяговой цепи, переводить их на ответвления путей при помощи автоматически управляемых передаточных устройств и ос-

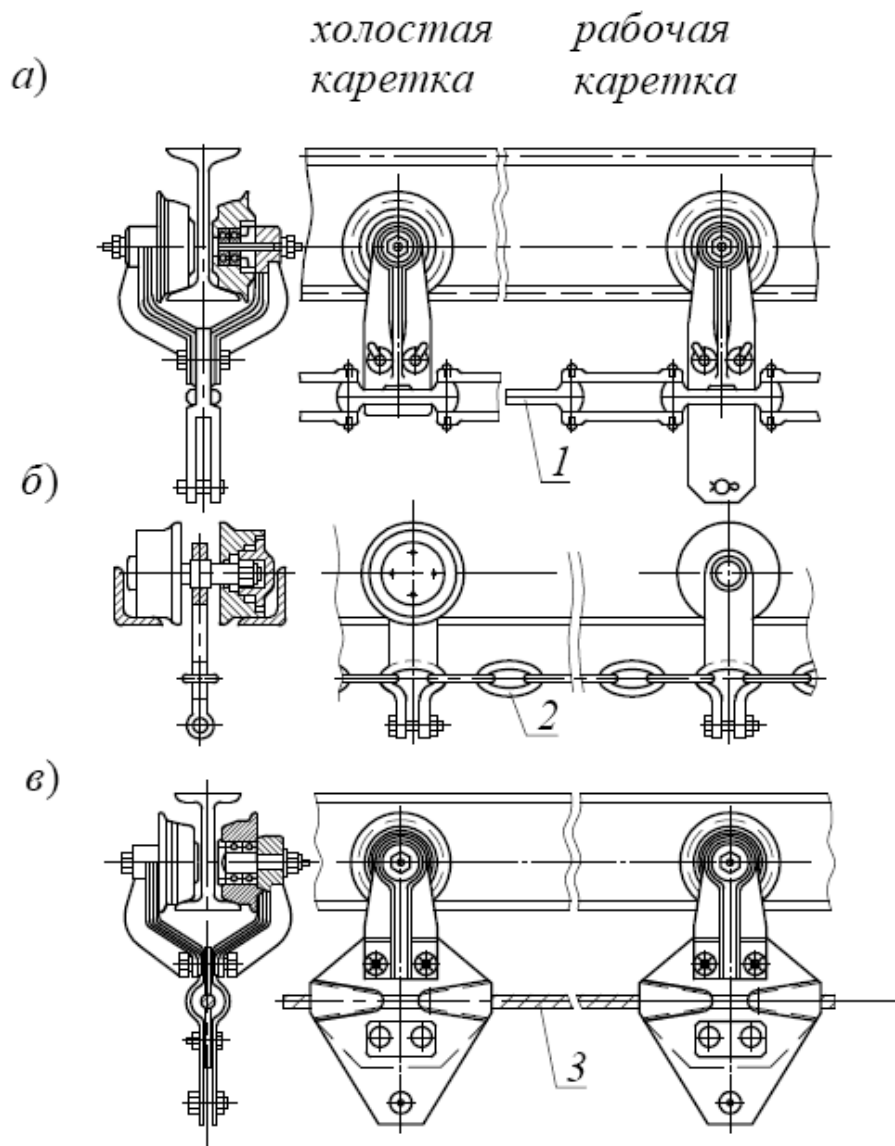


Рис. 9.26. Крепление кареток грузонесущих конвейеров к тяговым органам: *а* – штампованными разборными цепями; *б* – сварными цепями; *в* – канатами

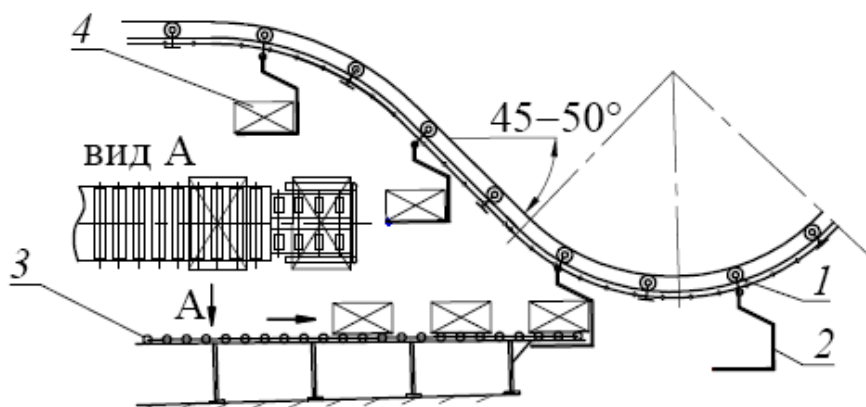


Рис. 9.27. Схема автоматической загрузки подвешного грузонесущего конвейера

танавливать на ходу конвейеры при помощи специальных остановов.

Приводные устройства выполняют двух типов: угловые и гусеничные. Угловые устанавливают в местах горизонтальных поворотов трассы. Цепь приводится в движение посредством звездочки 1, получающей вращение от коническо-цилиндрического редуктора 3 (рис. 9.29). На выходном валу редуктора устанавливается предохранительное устройство 2. Для предупреждения от поломок предусмотрены предохранительные штифты, которые срезаются в случае превышения расчетного момента в 1,5–2 раза, и концевые выключатели для остановки конвейера.

Гусеничный привод (рис. 9.30, а), располагаемый на прямолинейном участке трассы, состоит из приводной 1 и натяжной 2 звездочек, соединенных приводной (гусеничной) цепью 3 с упорами 4, упорного (направляющего) рельса 5 и роликовой батареи 6. При вращении приводной звездочки 1 упоры приводной цепи 3 входят в зацепление с валиками или втулками цепи 7 конвейера, чем и приводят конвейер в движение. Наличие упорного рельса 5 и роликовой батареи 6 обеспечивает цепям прямолинейное движение и не допускает их отклонения друг от друга. В качестве гусеничной приводной цепи применяют обычную тяговую цепь конвейера или специальную пластинчатую цепь.

Натяжение цепи гусеничного привода может производиться и пружинно-винтовым устройством 8, воздействующим ползуном 9 непосредственно на цепь 3 (рис. 9.30, б).

Преимуществом гусеничного привода является малый диаметр приводной звездочки и, следовательно, меньший крутящий момент, меньшие размеры механизма привода и возможность его установки на любом горизонтальном участке трассы. Недостатками, обуславливающими относительно малое применение гусеничного привода, является его более высокая стоимость и быстрый износ упоров.

Люлочные конвейеры

Люлочные конвейеры применяются для транспортирования крупногабаритных и тяжелых штучных грузов, укладываемых на полки (люльки), шарнирно прикрепленные к тяговому органу, при значительной напряженности грузопотоков и вертикально-замкнутой трассе (рис. 9.31).

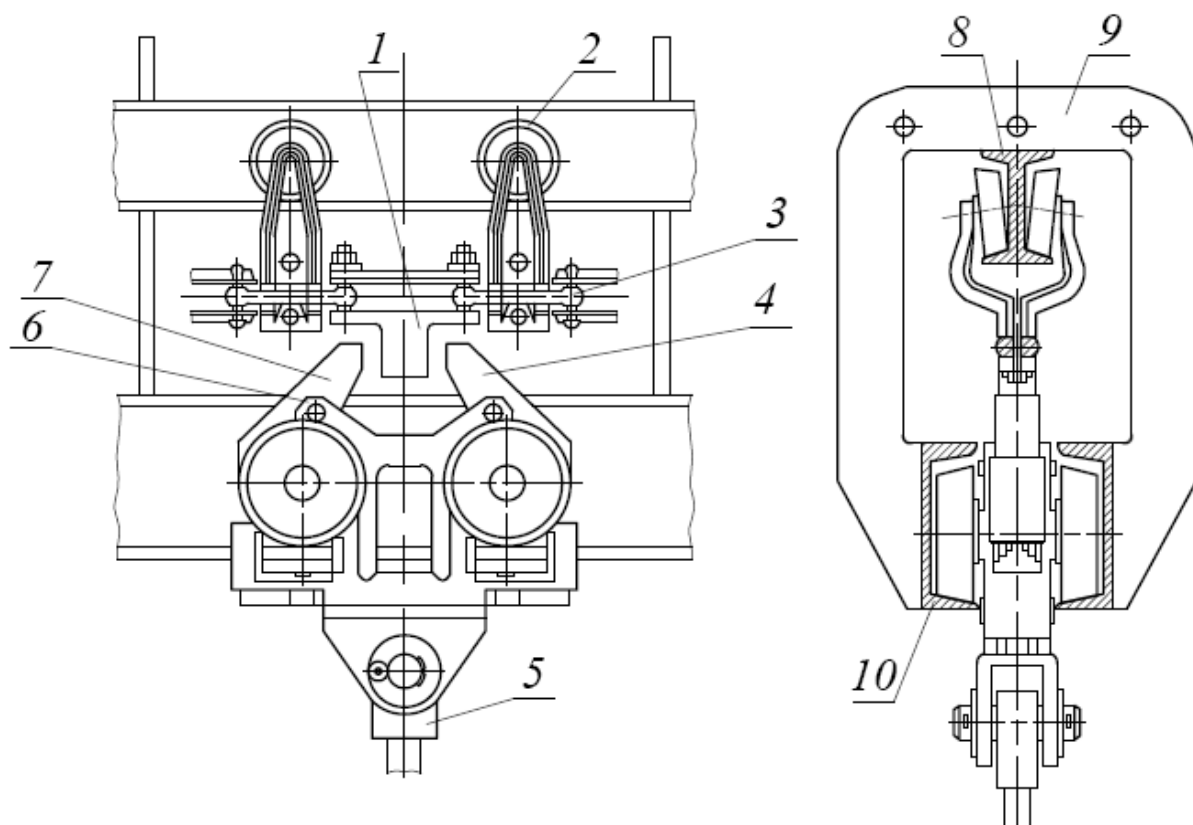


Рис. 9.28. Ходовая часть толкающего конвейера

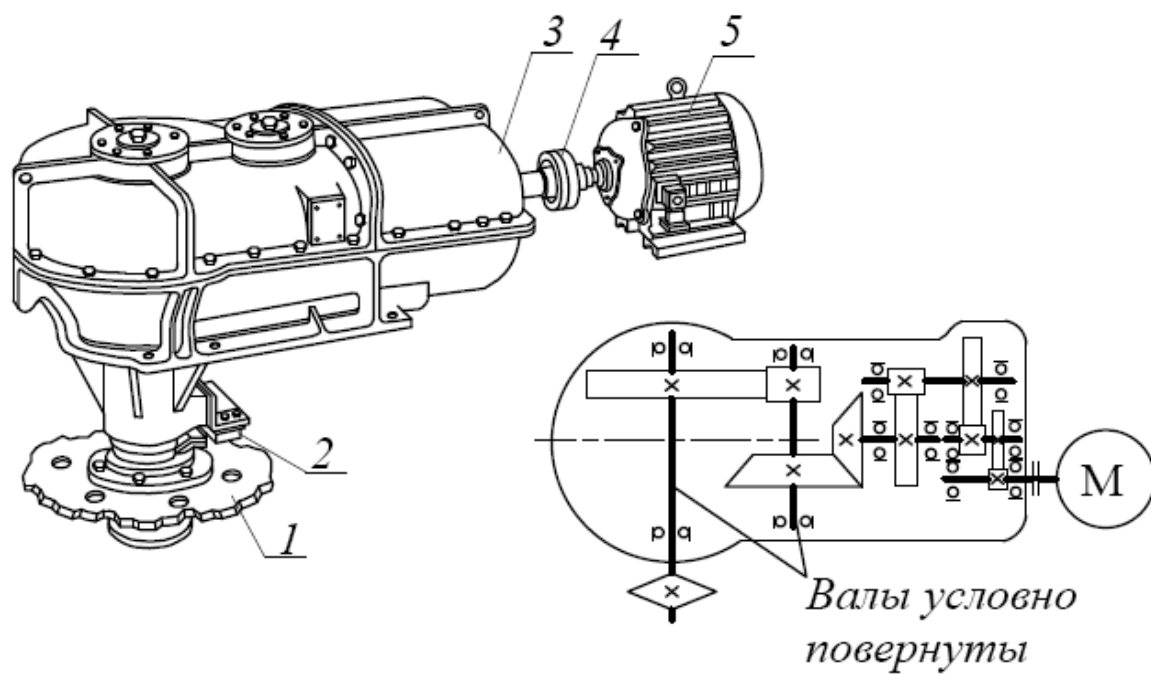


Рис. 9.29. Угловой редукторный привод

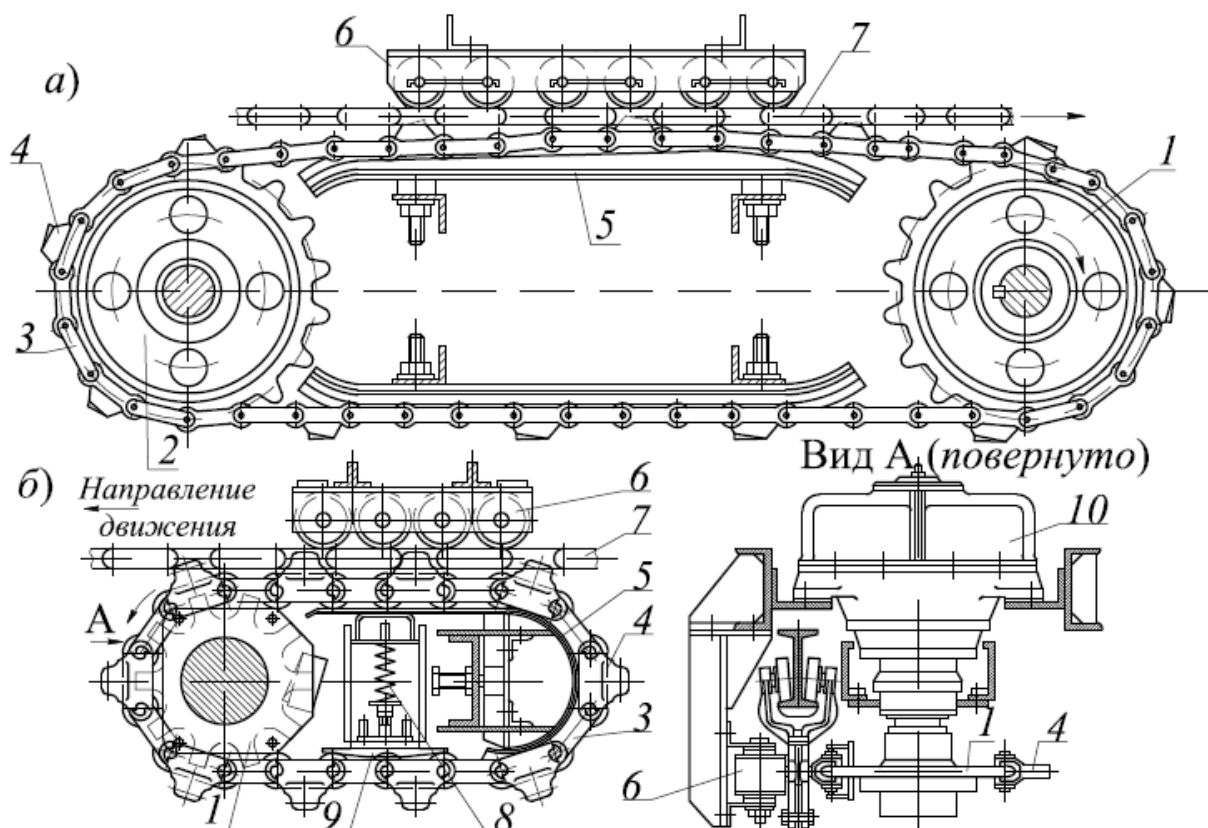


Рис. 9.30. Гусеничный привод цепного конвейера:
 1 – приводная звездочка; 2 – натяжная звездочка;
 3 – приводная гусеничная цепь; 4 – упор; 5 – упорный (направляющий) рельс; 6 – роликовая батарея; 7 – цепь;
 8 – натяжное устройство; 9 – ползун; 10 – привод

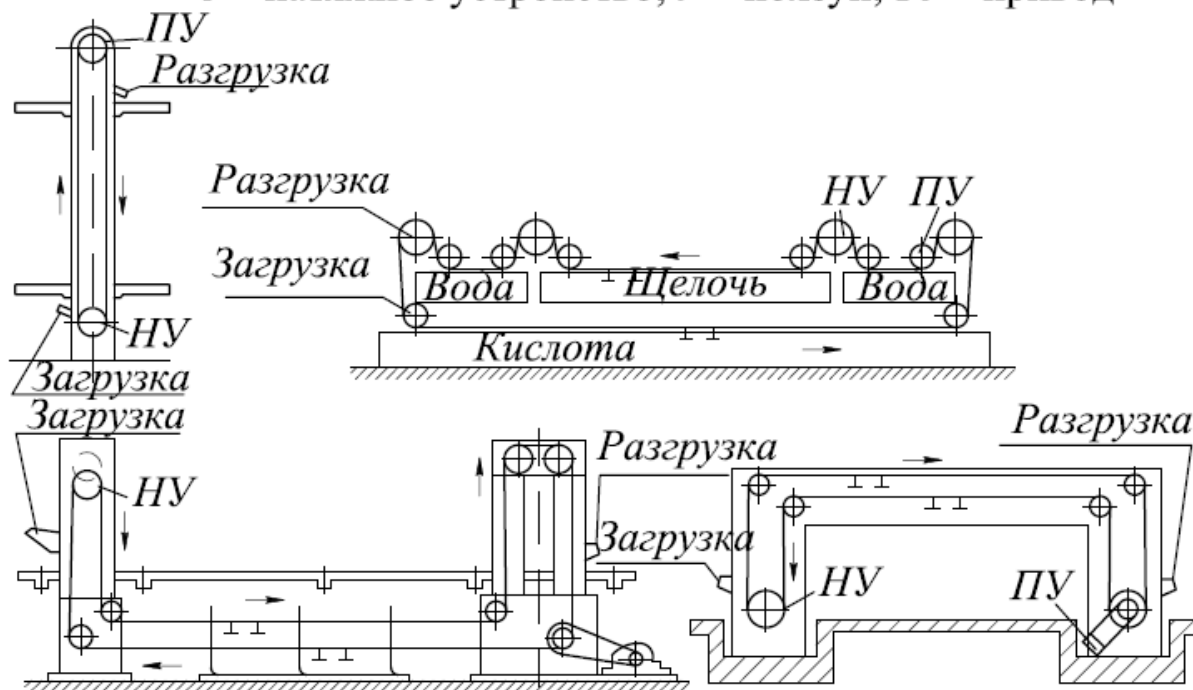


Рис. 9.31. Характерные схемы люлечных конвейеров:
 ПУ – приводное устройство; НУ – натяжное устройство

Люлочные конвейеры бывают одноцепные и двухцепные; первые – только вертикальные, вторые – вертикально-горизонтальные. Длина конвейеров доходит до 150 м при высоте вертикальных участков до 30 м. Скорость движения тягового органа принимается в пределах 0,1–0,3 м/с, но не более 0,6 м/с.

Конвейеры оснащаются как ручными, так и автоматическими устройствами загрузки и разгрузки. На рис. 9.32 представлен общий вид двухцепного люлочного конвейера, предназначенного для непрерывной передачи изделий с одного пункта в другой в пределах двух этажей в условиях сложной вертикально-замкнутой трассы с горизонтальными и вертикальными участками.

Ковшовые элеваторы

Конвейер для транспортирования грузов в ковшах, жестко прикрепленных к тяговому элементу, в вертикальной или крутонаклонной (наклон 70–75°) плоскости называют элеватором. Ковшовые элеваторы применяют для транспортирования насыпных грузов. Для штучных грузов применяют люлочные элеваторы. Производительность современных элеваторов достигает 500 м³/мин, высота подъема до 50–55 м.

Ковшовый элеватор (рис. 9.33) состоит из укрепленных на металлоконструкции верхней 1 и нижней 2 звездочек, одна из которых (чаще верхняя) является приводной, другая – натяжной, огибающего их цепного тягового органа 3 с укрепленными на нем ковшами 4, стопорного устройства (останова).

Загрузка ковшей производится в нижней части элеватора. При огибании верхней звездочки ковшами материал высыпается и отводится разгрузочным патрубком.

В зависимости от типа транспортируемого материала и его склонности к слеживанию применяют различные виды ковшей (рис. 9.34). Форма ковшей зависит от характера разгрузки их (центробежной ли самотечной), а также от степени подвижности материала. Ковши изготавливают из листовой стали и передние кромки их усиливают козырьком, а иногда наплавляют твердым сплавом.

Для стационарных вертикальных ковшовых элеваторов применяют ковши трех типов: глубокие, мелкие с цилиндрическим днищем и остроугольные с бортовыми направляющими.

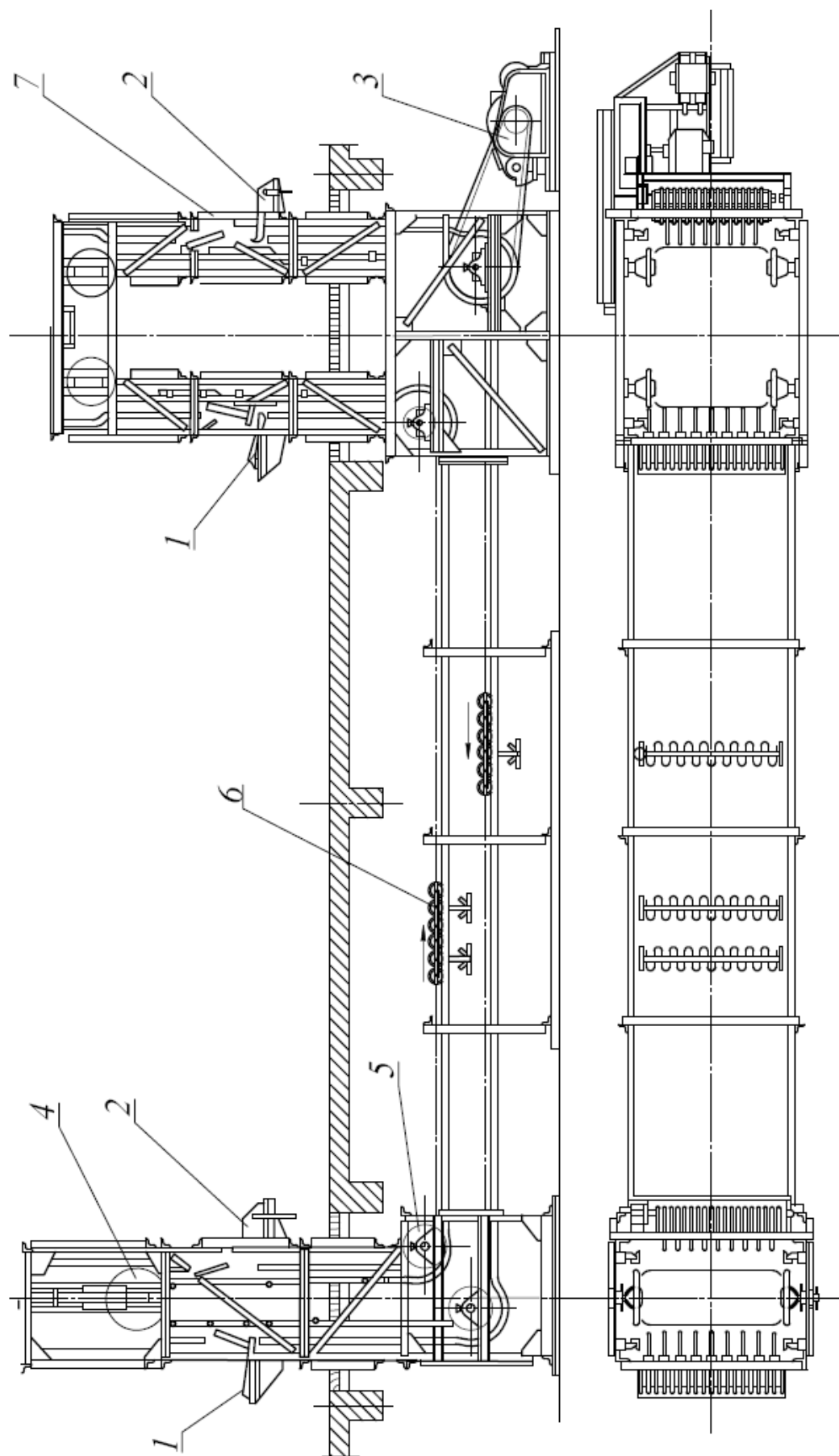


Рис. 9.32. Двухцепной конвейер со сложной вертикально-замкнутой трассой:

1 – стол загрузки; 2 – разгрузки; 3 – привод; 4 – натяжное устройство;
 5 – направляющие звездочки; 6 – ходовая часть с льялками; 7 – кожух конвейера

Глубокие ковши применяют для сухих легкосыпучих материалов (песок, цемент, мелкий уголь) (рис. 9.34, б). Мелкие ковши, имеющие крутой обрез верхней кромки, используют для транспортирования влажных и слеживающихся материалов (рис. 9.34, а). Емкость таких ковшей определена по ГОСТ 2036–77 и составляет 0,65–15 л, шаг расстановки ковшей 300–600 мм.

Остроугольные ковши с сомкнутым расположением ковшей используют для транспортирования тяжелых кусковых грузов (рис. 9.34, в). Емкость ковшей – 1,6–130 л.

В качестве тяговых органов применяют прорезиненные ремни или ленты, а также цепи пластинчатые втулочные и втулочно-роликовые, реже сварные. Существенным недостатком элеваторов со сварными цепями является проскальзывание цепей на барабанах, вследствие чего получается перекося ковшей, уменьшается производительность и нарушается нормальный режим работы. Вместе с тем сварные цепи лучше противостоят износу и им отдается предпочтение в элеваторах, перемещающих сильно истирающие материалы.

К лентам 2 ковши прикрепляют болтами 3, причем в местах установки последних в ковшах делают углубления 1, в которых утапливаются головки болтов, благодаря чему лента, обращенная в сторону барабанов, имеет гладкую поверхность (рис. 9.35, а).

Пластинчатые цепи 5 крепят к задним или к боковым стенкам ковшей также при помощи болтов 4 (рис. 9.35, в).

Приводная головка элеватора состоит из ведущего барабана (для ленточных элеваторов типа ЛГ, ЛМ) или цепных звездочек (для цепных элеваторов типа ЦГ, ЦМ, 2ЦО), редуктора и электродвигателя.

Для предупреждения обратного движения тягового органа под действием веса груза при остановке элеватора на валу 2 барабана 1 нарезаны зубья храпового колеса 3 с собачкой 4 (рис. 9.36).

Натяжные устройства – винтовые, пружинно-винтовые, рычажно-грузовые, последние обеспечивают автоматическое натяжение ленты. Натяжное устройство 1 размещено на оси 2 нижнего барабана 3, диаметр которого обычно равен диаметру приводного барабана (рис. 9.37). Для устранения налипания натяжной барабан выполнен решетчатым.

Загрузочные патрубки нижней секции выполнены с наклонным днищем (угол наклона 45 или 60°) для обеспечения самотеч-

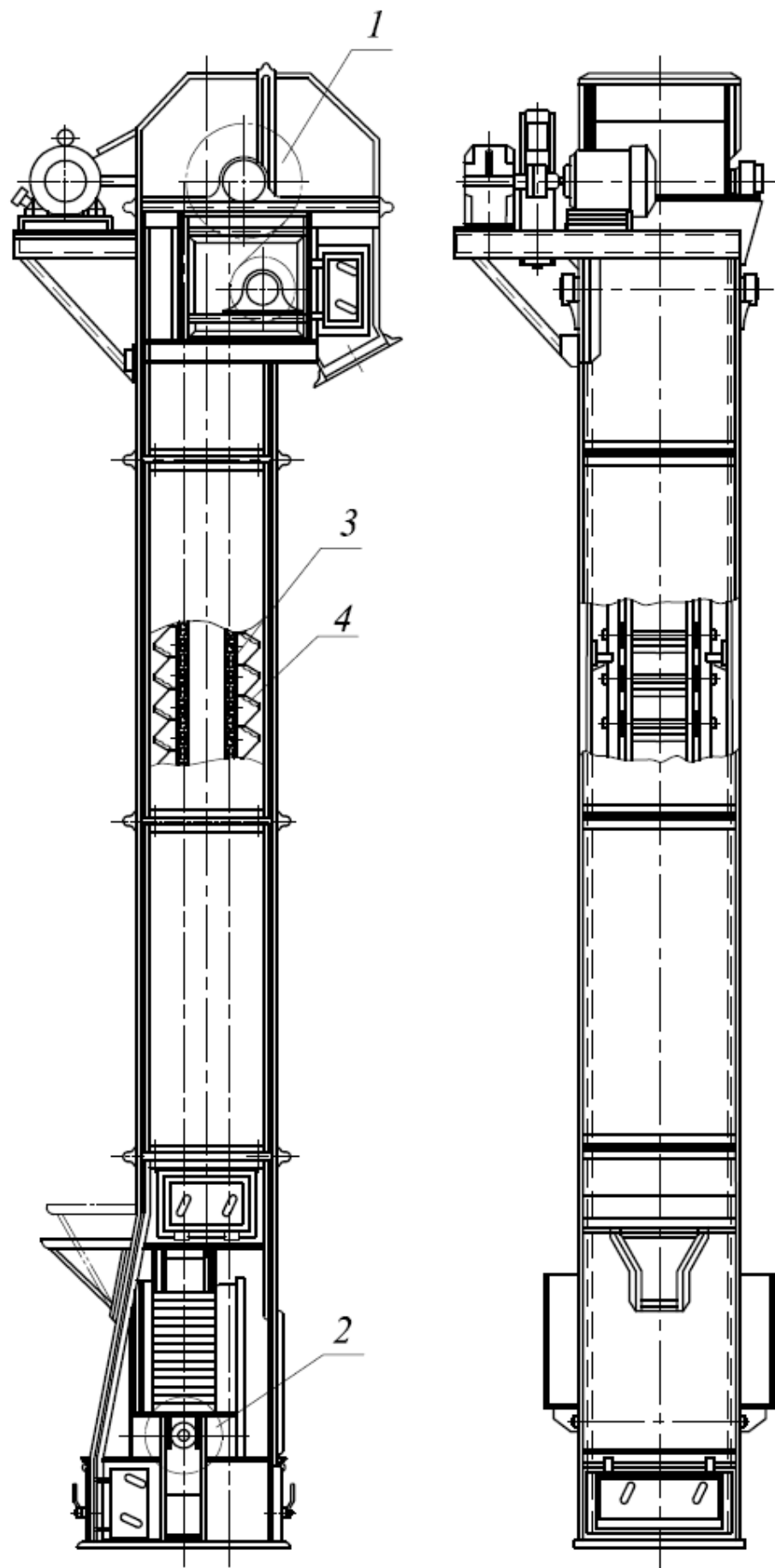


Рис. 9.33. Элеватор ЦС-320

ного движения груза к ковшам. Ковши могут загружаться зачерпыванием груза из нижней секции элеватора или засыпанием груза непосредственно в ковши. Наполнение ковшей зачерпыванием применяют при транспортировании пылевидных малоабразивных грузов, черпание которых не вызывает значительных сопротивлений. Зачерпывание такого груза может происходить при повышенной скорости движения ковшей (0,8–8 м/с). Крупнокусковые абразивные грузы зачерпывать ковшом со дна затруднительно, так как вследствие больших сопротивлений при черпании возможен отрыв ковшей и даже обрыв тягового органа. Поэтому при крупнокусковых и абразивных грузах наполнение ковшей производится непосредственным засыпанием груза в ковш. Применение этого способа возможно только при непрерывном, сомкнутом расположении ковшей и пониженных скоростях движения ковшей (не более 1 м/с), так как при большой скорости ковши плохо заполняются и отбрасывают груз.

Разгрузка ковшей бывает центробежная (скорость более 1 м/с) и самотечная свободная под действием силы тяжести (гравитационная) при пониженной скорости движения ковшей (скорость менее 0,6–0,8 м/с). В тихоходных элеваторах материал при выпадении из ковша падает почти вертикально, поэтому для улавливания материала необходимо устраивать отклоняющие звездочки или монтировать ковши вплотную друг к другу, чтобы предыдущий ковш являлся направляющим лотком для последующего. Разгрузочные патрубки снабжены боковыми люками для осмотра и очистки барабана и звездочек.

В кожухе закреплены направляющие шины для ограничения поперечного раскачивания ленты или цепей с ковшами. Для предохранения ходовой части элеватора от падения при случайном обрыве цепи или ленты предусматриваются на цепных элеваторах – ловитель цепи, на ленточных – соединение ковшей по боковым стенкам стальными канатами, которые без натяжения свободно располагаются вдоль ленты, а при обрыве ее исключают падение ходовой части. На натяжных барабанах (или звездочках) устанавливают реле скорости, которые при обрыве выключают электродвигатель привода.

Полочные и люлочные элеваторы предназначены для транспортирования штучных грузов (ящиков, люков, бочек).

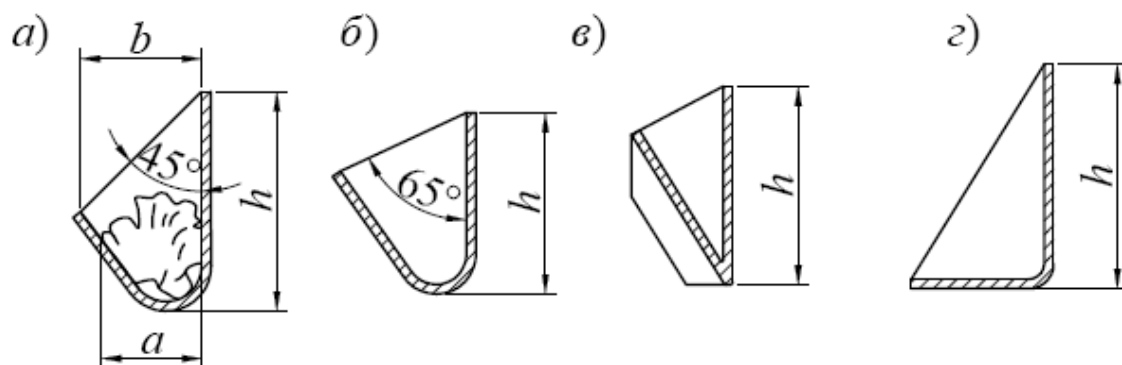


Рис. 9.34. Типы элеваторных ковшей: *а* – полукруглый мелкий (типа М); *б* – полукруглый глубокий (типа Г); *в* – остроугольный с бортовыми направляющими (типа О); *г* – чешуйчатый

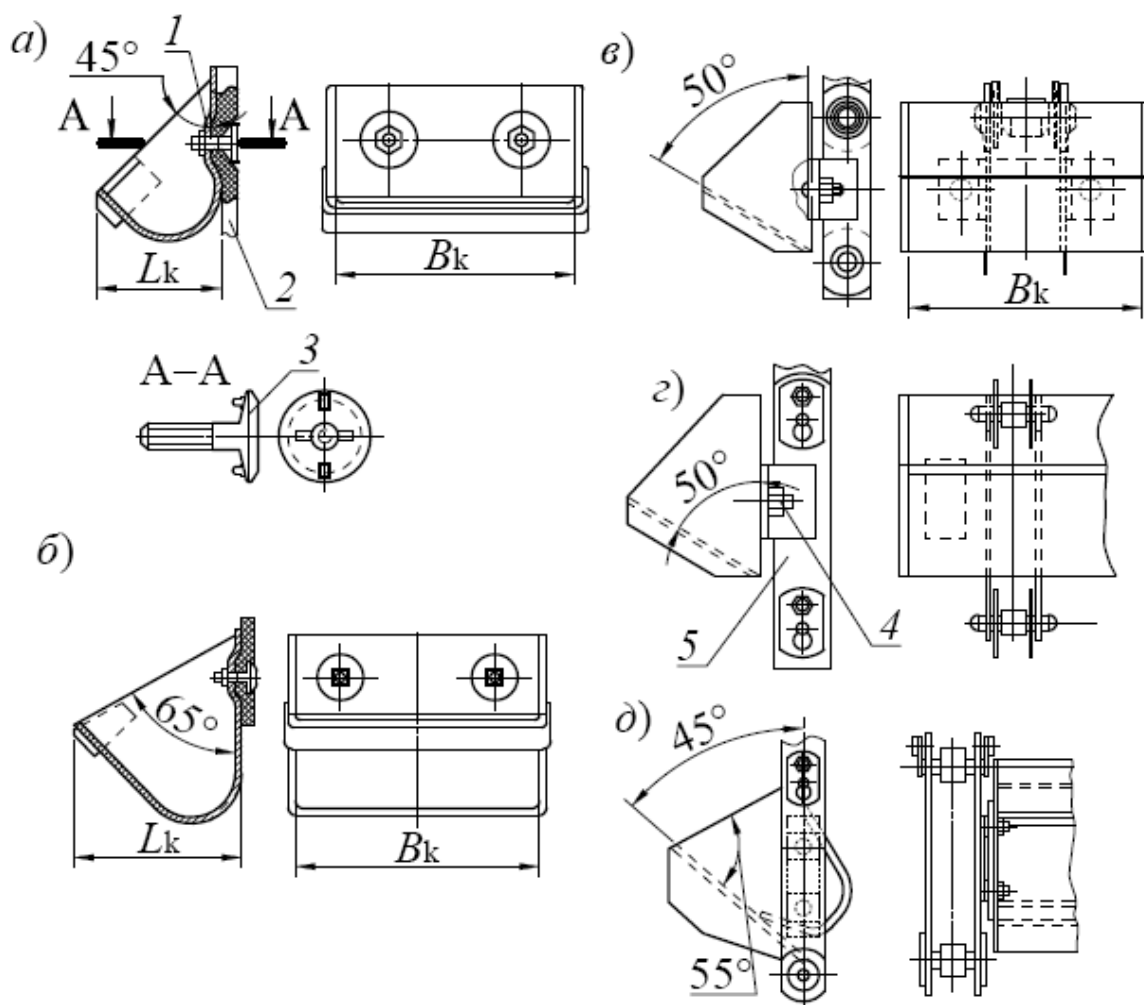


Рис. 9.35. Крепление ковшей элеватора: *а, б* – к ленте; *в, г, д* – к пластинчатым цепям

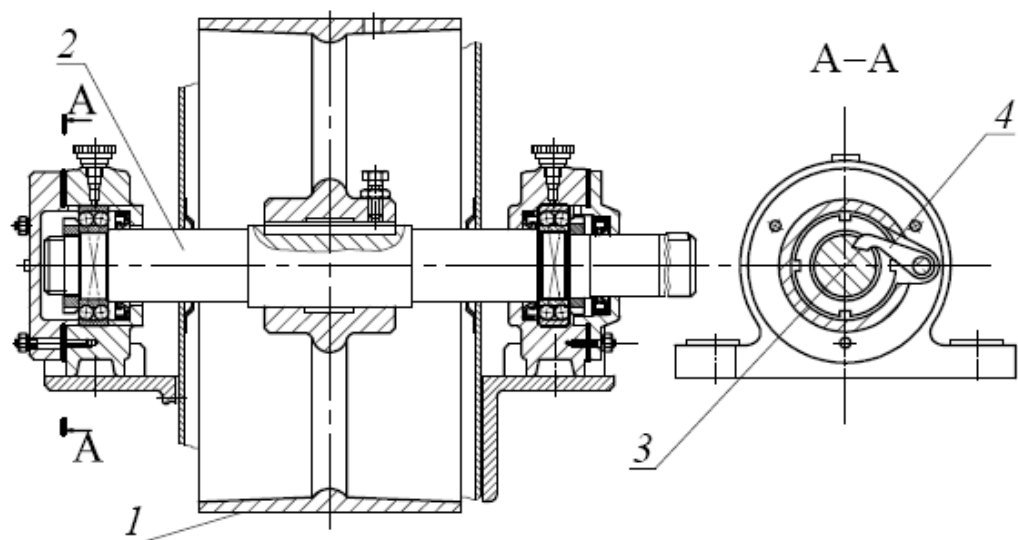


Рис. 9.36. Приводной барабан

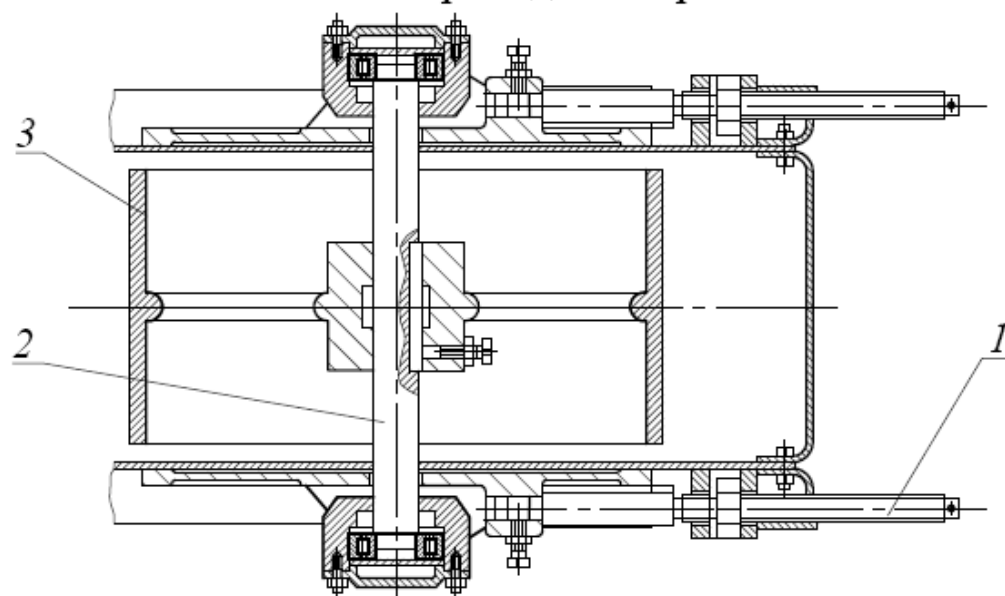


Рис. 9.37. Натяжной барабан

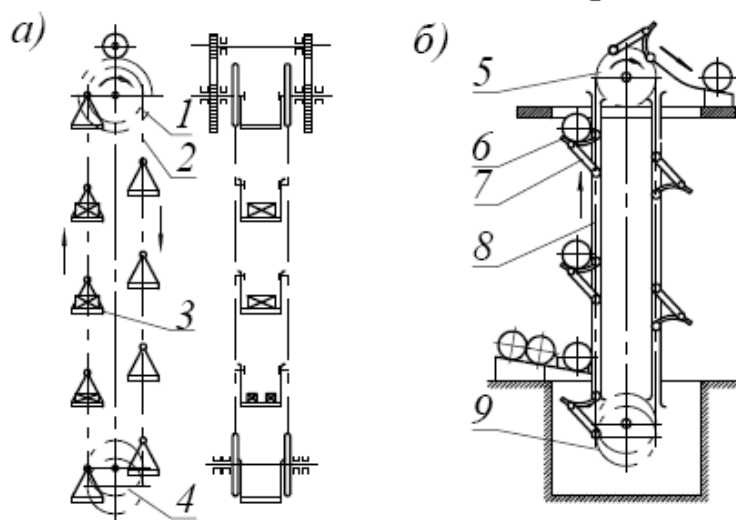


Рис. 9.38. Элеваторы для штучных грузов:
а – люлочный; б – полочный

Люлочные элеваторы (рис. 9.38, *а*) состоят из вертикально-замкнутых цепей 2, огибающих верхние 1 и нижние 4 звездочки. К цепям с определенным шагом шарнирно прикреплены люльки 3. Такая конструкция позволяет производить загрузку на восходящей ветви и разгрузку нисходящей ветви в любом месте. Скорость движения люлек 0,2–0,3 м/с.

Полочные элеваторы (рис. 9.38, *б*) состоят из цепей 8, огибающих звездочки 5 и 9. К цепям на определенном расстоянии друг от друга жестко прикреплены полки 6 (захваты). Кронштейны полок опираются на подкосы 7, что позволяет цепям беспрепятственно огибать звездочки.

10. КОНВЕЙЕРЫ БЕЗ ТЯГОВОГО ОРГАНА

Цель работы: изучение конструкций винтовых конвейеров, транспортирующих труб, вибрационных, роликовых конвейеров, гравитационных, пневмотранспортных и гидротранспортных устройств.

Винтовые конвейеры

Винтовыми называют конвейеры, у которых транспортирование груза осуществляется вращающимся винтом (шнеком). Применяют для транспортирования сыпучих пылевидных, зернистых и мелкокусковых грузов (цемента, извести, гравия, песка, шлака, угольной пыли и т. д.), а иногда для влажных, липких и слеживающихся грузов.

Производительность конвейеров составляет 2–150 м³/ч.

Винтовые конвейеры наряду с транспортными функциями часто выполняют и технологические (например, транспортирование и одновременное перемешивание материалов). Их можно использовать в качестве питателей.

Винтовой конвейер (рис. 10.1) состоит из неподвижного желоба 1, внутри которого установлен винт 2. Вал поддерживается подвесными подшипниками 3. При вращении лопастей материал продвигается вдоль оси желоба подобно тому, как удерживаемая от вращения гайка движется по винту. В данном случае роль гайки выполняет материал. Последний трением о стенки желоба удерживается от вращения вместе с лопастями винта.

Желоб конвейера состоит из отдельных секций стандартной длины 2000 и 4000 мм. Секции выполняются из стальных листов толщиной 3–6 мм, к концам которых приварены фланцы из уголников, увеличивающих жесткость желоба и служащие для соединения отдельных секций между собой.

Загрузка производится через люк *д*, а разгрузка конвейера – через люки *б* или *в*, снабженные затворами.

Винт конвейера выполняют с правым или левым направлением спирали, одно-, двух- или трехзаходным. Поверхность винта может быть сплошной (рис. 10.2, *а*) для транспортирования несслеживающихся порошковых и мелкозернистых грузов (цемента, мела, золы), ленточной (рис. 10.2, *б*) – для мелкокусковых грузов (гравия, песка, известняка), фасонной (рис. 10.2, *в*) – для тестообразных грузов (глины, бетона, цементного раствора) и с лопастями (рис. 10.2, *г*) – для тестообразных грузов с одновременным их перемешиванием.

Сплошной винт состоит из трубчатого вала, к которому приварены лопасти из листовой стали, образующие винтовую поверхность. Лопасти штампуют из листовой стали толщиной 3–8 мм в виде разрезанных круглых шайб, которые затем выгибают по винтовой поверхности. Шаг винта принимают $0,8 D$ (D – наружный диаметр винта). Ленточные винты изготавливаются пропусканием разогретых стальных полосок заготовок между коническими валками.

Вал винта для удобства сборки выполнен из отдельных секций длиной 1500–3000 мм. Причем для придания установке большей жесткости длина секций желоба и винта должна быть разной, чтобы места их соединения не совпадали.

Преимуществами винтовых конвейеров, по сравнению с другими типами конвейеров, являются небольшие габаритные размеры и возможность транспортирования грузов в закрытых желобах при незначительном пылеобразовании и минимальных потерях материала.

К недостаткам относят частичное дробление хрупких материалов при транспортировании и несколько больший расход энергии. Поэтому их применяют при транспортировании на небольшие расстояния (до 30–40 м).

Транспортирующие трубы

Для транспортирования горячих материалов, а также материалов, выделяющих вредные пары, применяют транспортирующие трубы. Транспортирование грузов часто применяют в сочетании с технологическим процессом, например, промывкой, обжигом, гашением извести и т. д.

Винтовая транспортирующая труба (рис. 10.3) представляет собой полый цилиндр 4, внутри которого на стенках закреплены винтовые витки 3. С наружной стороны труба охватывается стальными кольцами 1 (бандажами), опирающимися на парные ролики 5, закрепленные на станине 7. К станине прикреплены два упорных ролика 6, расположенных по обе стороны от колец и удерживающих трубу от осевого смещения.

Вращение трубе передается от привода 2 с зубчатым редуктором, причем колесо последней открытой зубчатой пары надето подобно кольцу на корпус трубы. При вращении трубы груз, поданный к ней с одного конца, постепенно пересыпаясь под действием силы тяжести по образуемому винтовому желобу, продвигается вдоль оси трубы и высыпается с другого конца. Трубы устанавливают горизонтально или с небольшим наклоном. Труба имеет такую частоту вращения, при которой транспортируемый груз не увлекался бы центробежной силой во вращение вместе с трубой.

Вибрационные конвейеры

Вибрационные конвейеры, получающие все большее применение как технологические и транспортирующие машины, основаны на принципе сотрясательных движений желоба конвейера, в результате которых груз перемещается микробросками. Из-за большого числа колебаний (до 50 Гц) и небольшой амплитуды (доли миллиметра) при движении слоя материала создается впечатление, что материал течет как жидкость. Ввиду незначительной амплитуды крошение груза и пыление при перемещении почти отсутствуют.

Производительность конвейеров составляет 50–150 т/ч.

Для приведения в движение вибрационного конвейера применяют механические и электрические приводы – вибраторы. Грузо-несущий элемент (желоб или труба) 4 подвешен на упругих связях-амортизаторах 1 к неподвижным опорным конструкциям и связан с колеблющейся частью 3 вибратора (рис. 10.4).

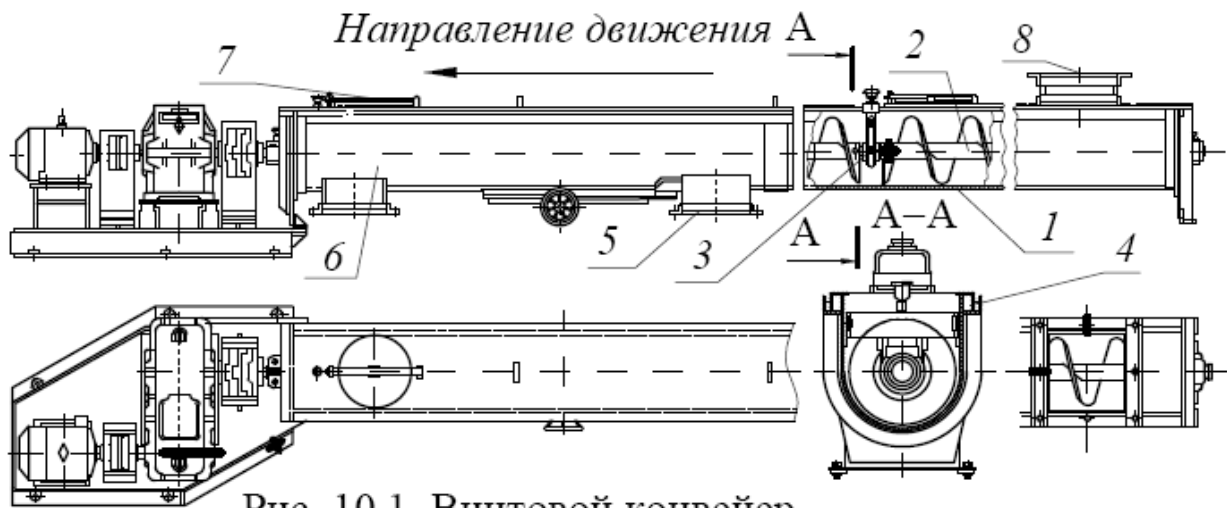


Рис. 10.1. Винтовой конвейер

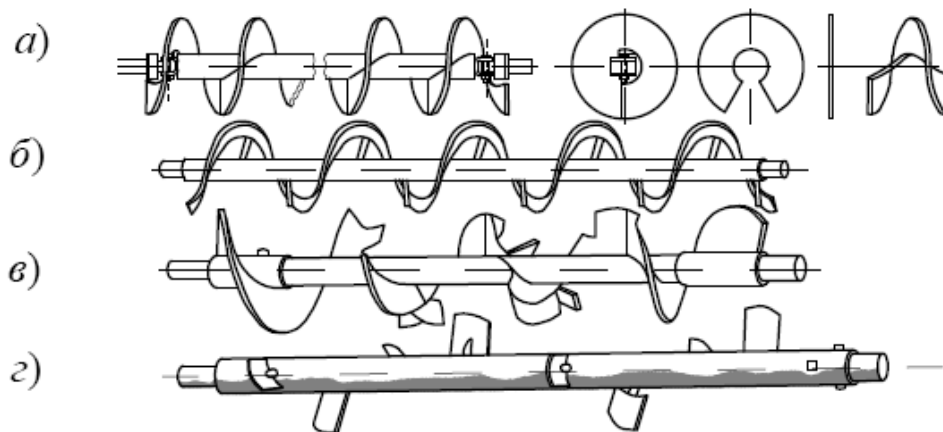


Рис. 10.2. Винты: а – сплошной;
б – ленточный; в – фасонный; г – лопастной

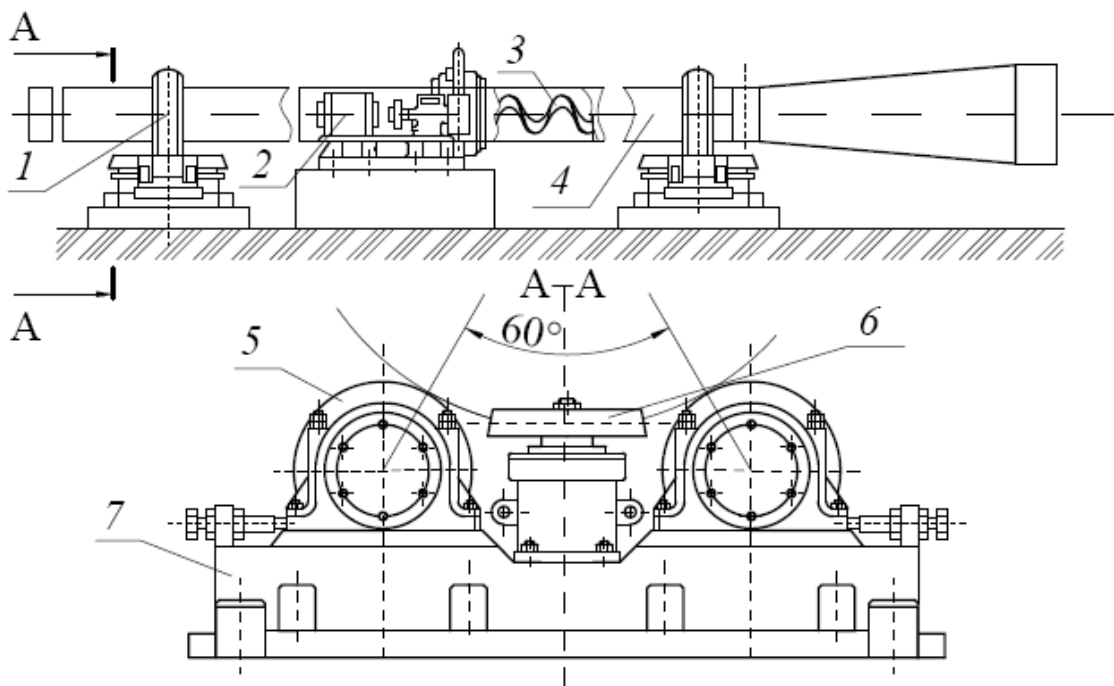


Рис. 10.3. Транспортирующая труба

Для перемещения груза в заданном направлении привод устанавливается так, что линия действия его вынуждающей силы составляет с продольной осью конвейера угол $20\text{--}30^\circ$, называемый углом направления колебаний.

Загрузочные и разгрузочные патрубки соединены с неподвижными конструкциями бункеров или пересыпных воронок при помощи гибких гофрированных патрубков 2 из прочной ткани, резины или пластмассы, которые, обеспечивая герметичность соединения, не препятствуют колебательному движению трубы.

Роликовые конвейеры

Для перемещения тяжелых штучных грузов в горизонтальном или слегка наклонном направлении применяют роликовые конвейеры (рольганги). Применяя рольганги можно легко передавать тяжелые детали от одного рабочего места к другому в соответствии с принятой разбивкой технологического процесса по операциям и с установленным ритмом производства.

По способу действия роликовые конвейеры подразделяют на приводные и не приводные.

На не приводных роликовых конвейерах (рис. 10.5, б) грузы 2 перемещаются тяговой цепью, штанговым толкателем или вручную. Для облегчения проталкивания грузов конвейеру придают небольшой уклон $1\text{--}1,5\%$. При уклоне более $1,5\text{--}3\%$ груз под действием составляющей веса движется самокатом.

В приводных конвейерах (рис. 10.5, а) ролики 1 приводятся во вращение от двигателя через коническую передачу 3 и трением сообщают поступательное движение лежащим на них грузам. Если необходимо обеспечить накопление грузов на конвейере (накопительные конвейеры), то крутящий момент передается через муфту предельного момента. Накапливаемые грузы и ролики, расположенные под ними, останавливаются, а привод конвейера продолжает работать. Груз должен опираться не менее чем на два ролика, поэтому шаг между роликами составляет $1/3\text{--}1/4$ длины груза. Рабочую ширину рольганга принимают близкой к ширине груза.

Основной частью рольганга является ролик, монтируемый на раме. Ролики изготавливают металлическими на подшипниках качения (конструкция практически аналогична роликам ленточных конвейеров) (рис. 10.6). Ролики подразделяются на цилиндрические

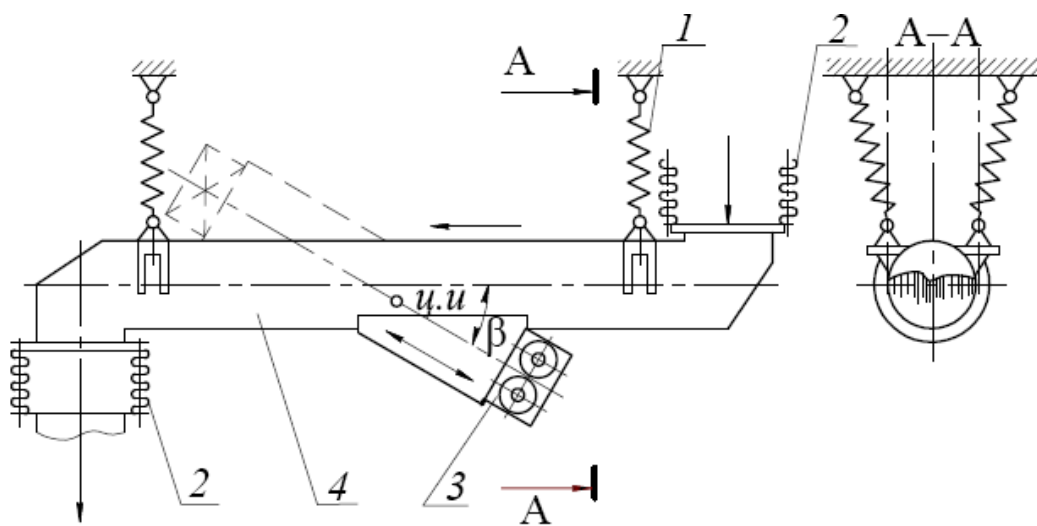


Рис. 10.4. Схема вибративного конвейера

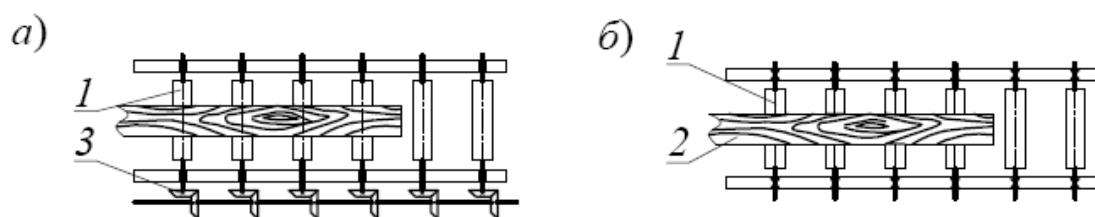


Рис. 10.5. Схема рольганга: а – приводного; б – не приводного

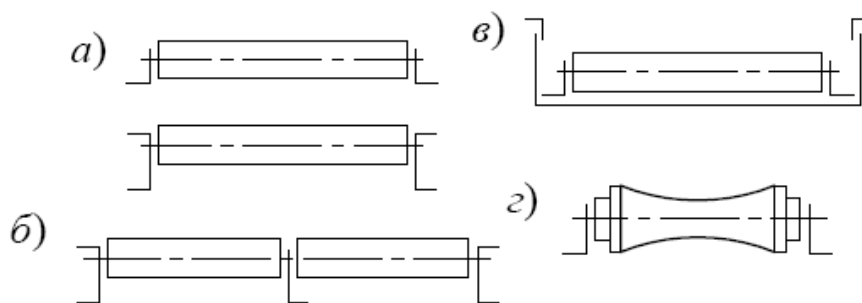


Рис. 10.6. Схемы роликов: а, б – цилиндрические на прямолинейных участках; в – цилиндрические на криволинейных участках; г – параболические

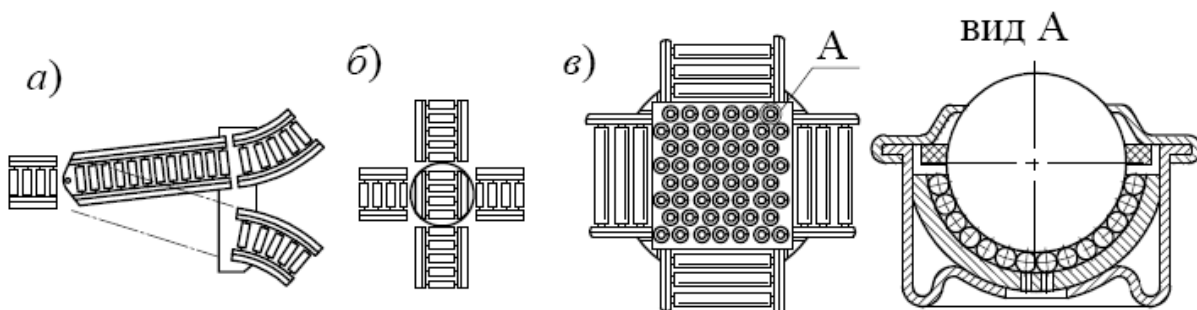


Рис. 10.7. Схемы разветвлений роликового конвейера: а – стрелочного; б – с поворотным кругом; в – на шарах

(см. рис. 10.6, *а, в*) и параболические (см. рис. 10.6, *г*). Параболические ролики применяют для транспортирования легких грузов с небольшой опорной поверхностью. На криволинейных участках устанавливают два ряда роликов (рис. 10.6, *б*).

Роликовые конвейеры могут иметь узлы пересечения и разветвления, в которых переходные секции выполнены как стрелки рельсовых путей (рис. 10.7, *а*). На таких конвейерах также используют ролики на поворотных кругах (рис. 10.7, *б*) и шаровые опоры (рис. 10.7, *в*), допускающие движение грузов в любую сторону.

Гравитационные устройства

Гравитационными называются устройства, в которых грузы перемещаются под действием их силы тяжести. К ним относятся гладкие и роликовые спуски.

Гладкие спуски выполняют в виде наклонной плоскости, желоба или трубы. Для тарно-штучных грузов в основном используют открытые спуски прямоугольной формы с бортами (рис. 10.8, *а*). Для перегрузки насыпных грузов применяют открытые и закрытые гладкие желоба. Первые могут быть овальной, прямоугольной и треугольной формы. Закрытые желоба для сильно пылящих грузов имеют форму круглых или прямоугольных труб. Рабочие поверхности обычно выполняют из стального листа или проката, реже применяются текстолит и дерево. Спуски могут быть использованы как перегрузочные устройства в различных транспортно-складских системах, осуществляя при этом передачу груза с одного рабочего органа на другой, расположенный на более низкой отметке. Одновременно спуски могут выполнять операции по накоплению грузов, а затем выдаче их в соответствии с заданной программой.

Угол наклона плоскости (желоба) определяют в зависимости от коэффициента трения между его опорной поверхностью и грузом и углом естественного откоса груза. Для начала движения грузов необходимо, чтобы угол наклона был больше угла трения на $5\text{--}10^\circ$.

Скорость движения груза по спуску зависит от угла наклона, коэффициента трения, длины пути и характера груза. Конечная скорость на выходе с гравитационного устройства, как правило, ограничивается рядом факторов: прочностью груза и тары, условиями перегрузки. Для снижения скорости штучных грузов l при сходе их

со спуска 3 применяют различные виды торможения: торможение тормозными створками 2 с пружинами (рис. 10.9, а) (при перегрузке грузов почти одинаковых размеров); кратковременная остановка (до 2 с) с помощью выдвижных упоров; уменьшение угла наклона желоба.

Роликовые спуски применяют для перемещения различных штучных грузов, а также грузов в различной таре, на поддонах, в контейнерах. Рабочая поверхность роликовых спусков образована роликами (рис. 10.8, б), конструкция которых аналогична приводным роликовым конвейерам. Их собирают из отдельных секций длиной 2–3 м. Для устойчивого движения груза шаг роликов принимают равным $1/3$ – $1/4$ длины перемещаемого груза.

Снижение скорости груза осуществляется путем его кратковременной остановки с помощью выдвижного упора и торможением опорных роликов. Простой способ торможения основан на объединении нескольких роликов 5 (рис. 10.9, б) с помощью конвейерной ленты (цепи) 6. Время разгона объединенных роликов 5 больше времени разгона единичных роликов 4, что и создает тормозной эффект.

Пневмотранспортные устройства

Пневматическим называют транспорт, в котором перемещение грузов осуществляется по трубам или желобам сжатым или разреженным воздухом. Пневматические транспортные устройства применяют для перемещения насыпных грузов (пылевидных, порошкообразных, зернистых, мелкокусковых) и единичных грузов, упакованных в патроны, капсулы. В промышленности строительных материалов пневмотранспорт широко используют для транспортирования цемента, извести, гипса, соды, мела, глинозема и других подобных грузов. Достоинствами пневмотранспорта являются высокая производительность (до 400 т/ч) за счет механизации загрузки и разгрузки, герметичность трассы перемещения груза, что уменьшает загрязнение среды, возможность совмещения технологических операций с транспортными.

Среди недостатков пневмотранспорта следует отметить быстрое изнашивание элементов установки, соприкасающихся с транспортируемым грузом, необходимость тщательной очистки

воздуха, выбрасываемого в атмосферу, большой расход энергии (в 8–14 раз больше, чем при механическом транспорте).

Пневматический транспорт бывает всасывающего, нагнетающего и смешанного типов.

Вакуумный насос 9 (рис. 10.10, *а*) всасывающего пневматического транспорта создает разрежение в системе. Атмосферный воздух затягивается в сопло 2 (рис. 10.10, *б*) и увлекает материал 1. Из сопла материал, увлекаемый воздухом через гибкий шланг 3 и трубопровод 4, поступает в отделитель 5 (рис. 10.10, *в*). В отделителе скорость воздуха резко уменьшается и изменяется его направление, поэтому материал осаждается из воздуха на дно отделителя, откуда непрерывно выводится через шлюзовой затвор 6 (рис. 10.10, *г*). Фильтр 7 очищает воздух от оставшейся в нем мелкой пыли. Если пыль не представляет ценности, то очистка воздуха от пыли производится водой, если пыль является ценной, ее отделяют от воздуха с помощью матерчатых фильтров и выводят из фильтра через шлюзовой затвор 8. Очищенный воздух через вакуумный насос удаляется в атмосферу.

Из компрессора 1 (рис. 10.11) нагнетающего пневматического транспорта воздух подается в ресивер 2, а затем поступает в трубопровод, в который из шлюзового затвора 3 поступает материал. Воздух с материалом по трубопроводам проходит в отделитель 4, в котором материал отделяется от воздуха. Назначение фильтра 5 и шлюзовых затворов 6 и 7 такое же, как у всасывающего транспорта.

Смешанный пневматический транспорт представляет собой комбинацию всасывающего и нагнетающего устройства: из отделителя всасывающего устройства материал через шлюзовой затвор поступает в воронку нагнетательного устройства.

Гидротранспортные устройства

Гидравлическим транспортом называют транспорт, в котором перемещение грузов осуществляется вместе с жидкостью (водой) по трубам, лоткам и другим искусственным руслам. Гидравлический транспорт применяют для гидромеханизации горных работ при добыче сырья на карьерах, а также для транспортирования цементного сырья на заводе.

Смесь жидкости с частицами груза называют гидросмесью или пульпой.

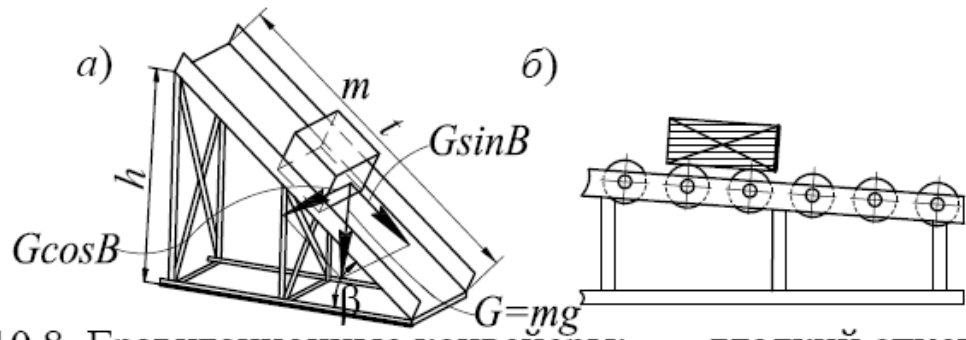


Рис. 10.8. Гравитационные конвейеры: *а* – гладкий спуск; *б* – роликовый спуск

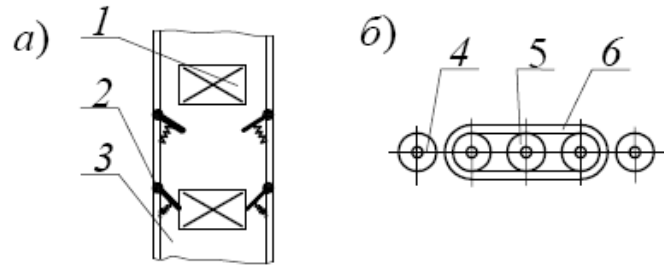


Рис. 10.9. Тормозные устройства: *а* – торможение тормозными створками; *б* – объединением роликов лентой

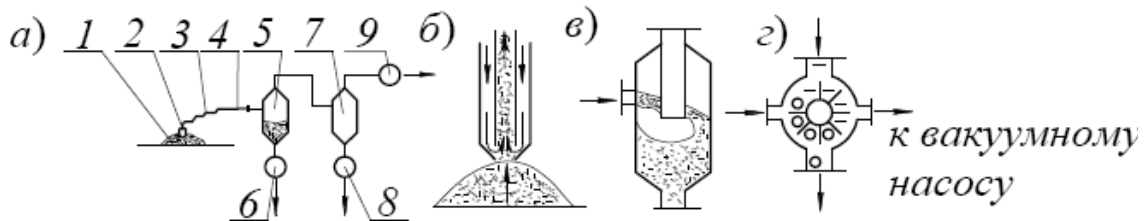


Рис. 10.10. Схема всасывающего пневмотранспорта: *а* – схема; *б* – сопло; *в* – отделитель; *з* – затвор

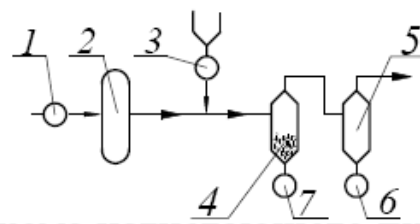


Рис. 10.11. Схема нагнетающего пневмотранспорта

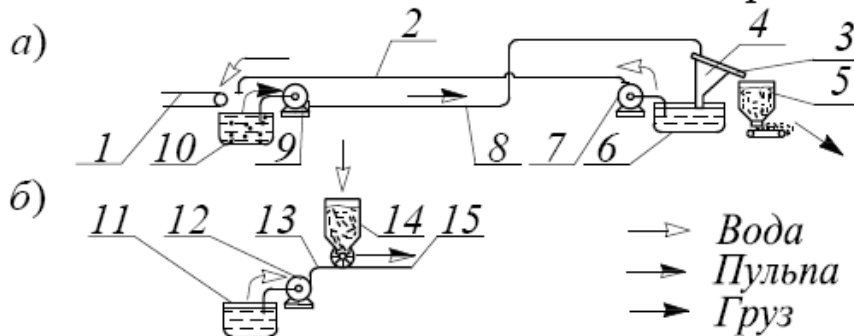


Рис. 10.12. Схема гидравлического транспорта: *а* – с пульпонасосом; *б* – подача материала из бункера

Гидравлический транспорт может быть самотечным по желобам или напорным трубам. Последний по способу ввода груза в трубопровод разделяют на установки с пульпонасосами и питателями.

Гидротранспортная установка с пульпонасосом показана на рис. 10.12. Транспортируемый груз подается ленточным конвейером 1 в резервуар 10 с водой, где в результате перемешивания образуется пульпа. Далее пульпонасосом 9 пульпа подается по пульпопроводу 8 на грохот 3. Здесь груз отделяется от воды и по наклонным решеткам поступает в приемный бункер 5. Вода, освободившаяся от частиц груза, через воронку 4 стекает в резервуар 6, а оттуда насосом 7 подается по водоводу 2 в резервуар 10, где снова смешивается с насыпным грузом, образуя пульпу. Достоинством рассмотренной установки является простота ее устройства, а недостатком – ускоренное изнашивание пульпонасоса под абразивным воздействием частиц перемещаемого груза.

В гидротранспортной установке с подачей груза из бункера насос 12 подает в трубопровод воду из резервуара 11. Насыпной груз подается в этот же трубопровод из бункера 14, оборудованного питателем. Частицы груза, попадая в поток быстро движущейся воды, увлекаются в направлении транспортирования по пульпопроводу 15.

К преимуществам гидротранспорта относятся высокая производительность и большая длина транспортирования без перегрузок по сложной трассе с подъемами под любым углом и по вертикали, отсутствие механического оборудования на трассе и, следовательно, несложное техническое обслуживание, возможность совмещения транспортирования с некоторыми технологическими процессами (гашением и гранулированием шлаков, сортированием по крупности), возможность полной автоматизации.

Недостатками гидравлического транспорта являются ограничение по виду и характеристикам перемещаемых грузов, например, по крупности, что вызывает нередко необходимость предварительного дробления груза, повышенное изнашивание пульпопровода, увеличенный расход энергии, потребность в больших количествах воды, опасность замерзания в зимних условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Закреплению знаний при изучении перечисленных в предисловии данного учебного пособия дисциплин способствует понимание конструкций подъемно-транспортных машин.

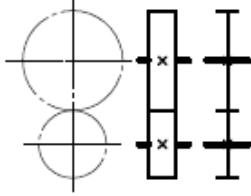
Разумеется, что в одном лабораторном практикуме ограниченного объема невозможно полно осветить все конструкции механизмов и сборочных единиц грузоподъемных и транспортирующих машин, эксплуатируемых на территории Российской Федерации. Однако будем считать свою задачу выполненной, если при этом нам удалось донести до студентов понимание устройства, принципа действия представленных в практикуме машин, механизмов и их узлов. Опираясь на знания, полученные в результате изучения дисциплины, в последующей работе дипломированному специалисту будет легче понять принцип действия новых конструкций узлов, механизмов грузоподъемных машин, выпускаемых ведущими мировыми и отечественными фирмами-изготовителями.

Авторы хотят обратить внимание студентов на то, что для безопасной эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов необходимо не только знать их конструкцию и принцип действия, но и уметь на практике оценивать целесообразность применения, а также пригодность изделия к дальнейшей эксплуатации. Поэтому в практикуме наряду с изучением конструкций представлен порядок проведения замеров при экспериментальном обследовании какого-либо изделия.

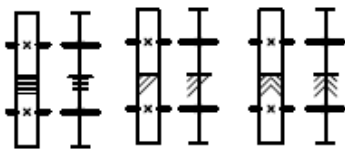
Передачи зубчатые:

1) цилиндрические

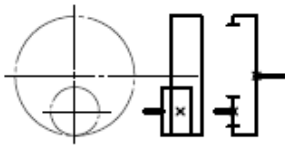
а) внешнее зацепление



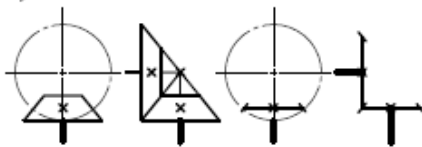
б) с прямыми, косыми и шевронными зубьями



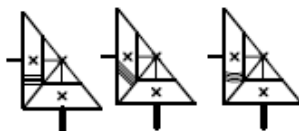
в) внутреннее зацепление



г) конические

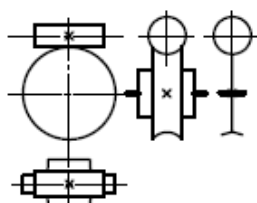


д) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями

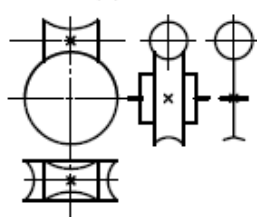


2) червячные

а) с цилиндрическим червяком

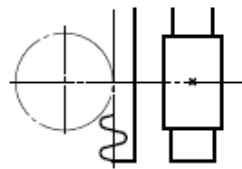


б) глобоидные

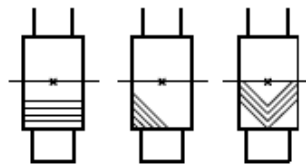


Передачи зубчатые:

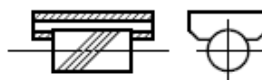
а) реечные



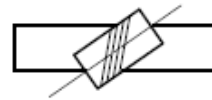
б) с прямыми, косыми, шевронными зубьями



в) с червячной рейкой и червяком

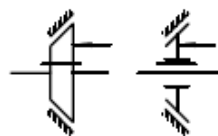


г) с зубчатой рейкой и червяком

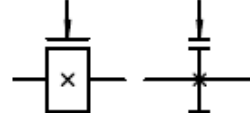


Тормоза:

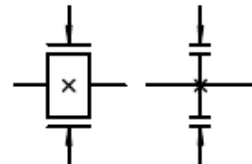
а) конусные



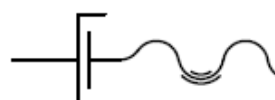
б) колодочные



в) ленточные



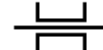
г) винтовые грузоупорные



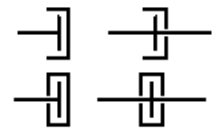
Подшипники:

1) скольжения

а) радиальный



б) упорные



2) качения

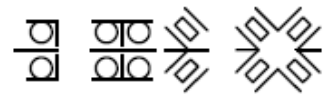
а) радиальные



б) самоустанавливающийся



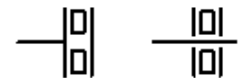
в) радиально-упорные



г) упорные

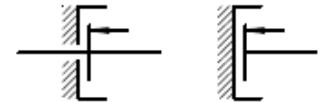


д) упорно-роликовые

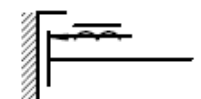


Тормоза:

а) дисковые



б) дисковые электромагнитные



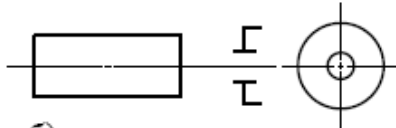
д) дисковые гидравлические



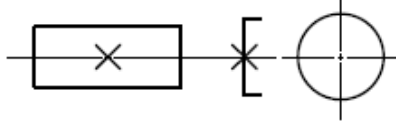
**Условные обозначения на кинематических
схемах (извлечение из ГОСТ 2.770–68)**

Соединение детали
с валом:

а) свободное при
вращении

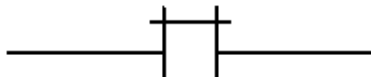


б) глухое



Соединение двух
валов:

а) глухое



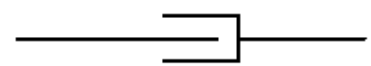
б) эластичное



в) шарнирное



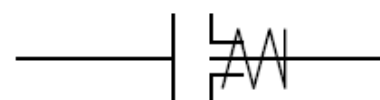
г) телескопическое



д) зубчатой муфтой



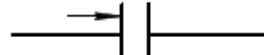
е) предохранитель-
ной муфтой



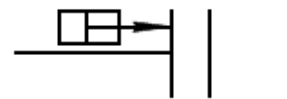
Муфты сцепления:

1) фрикционные

а) односторонние



б) односторонние
гидравлические



в) двусторонние

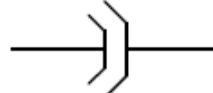


г) двусторонние
гидравлические

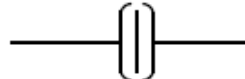


2) конусные

а) односторонние

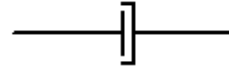


б) двусторонние

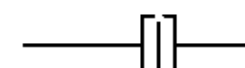


3) дисковые

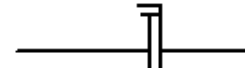
а) односторонние



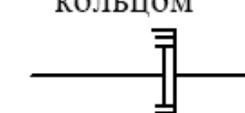
б) двусторонние



в) с колодками



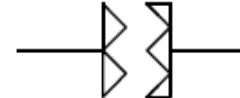
г) с разжимным
кольцом



Муфты сцепления:

1) кулачковые

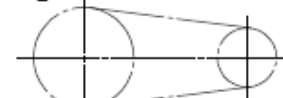
а) односторонняя



б) двусторонняя



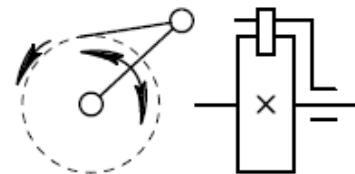
Передача с цепью



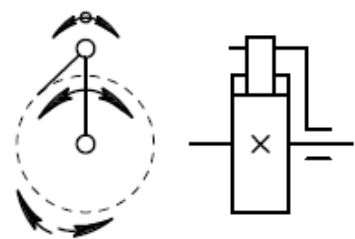
Храповые зубчатые
механизмы:

1) наружные

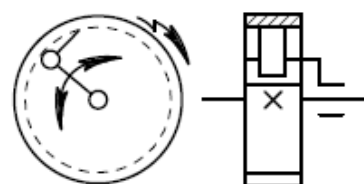
а) односторонние



б) двусторонние



2) внутренние
односторонние



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Масленников, Н. Р. Грузоподъемные установки : учеб. пособие [Электронный ресурс] / КузГТУ. – Кемерово, 2011. – 102 Мб.

Дополнительная литература

2. Балашов, В. П. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов : учеб. для техникумов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 384 с.

3. Руденко, Н. Ф. Грузоподъемные машины. Атлас конструкций : учеб. пособие для вузов / Н. Ф. Руденко, В. Н. Руденко. – 2-е изд., переработ. и доп. – Москва : Машиностроение, 1970. – 116 с.

4. Курсовое проектирование грузоподъемных машин : учеб. пособие для студентов машиностр. спец. вузов / С. А. Казак, В. Е. Дусье, Е. С. Кузнецов [и др.] : под ред. С. А. Казака. – Москва : Высш. шк., 1989. – 319 с.

5. Вайнсон, А. А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций: учеб. пособие для техн. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1976. – 150 с.

6. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины: учеб. пособие для студентов машиностр. спец. вузов. – 6-е изд., перераб. – Москва : Высш. шк., 1985. – 520 с.

7. Тормозные устройства : Справочник / М. П. Александров, А. Г. Лысяков, В. Н. Федосеев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1984. – 312 с.

8. Вайнсон, А. А. Крановые грузозахватные устройства : справочник / А. А. Вайнсон, А. Ф. Андреев. – Москва : Машиностроение, 1982. – 304 с.

9. Додонов, Б. П. Грузоподъемные и транспортные устройства: учеб. для средн. спец. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. / Б. П. Додонов, В. А. Лифанов. – Москва : Машиностроение, 1990. – 248 с.

10. Евневич, А. В. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов : учеб. для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1968. – 350 с.

11. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник / И. А. Абрамович, В. Н. Березин, А. Г. Яуре. – Москва : Машиностроение, 1989. – 360 с.
12. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин / Ф. К. Иванченко [и др.]. – Киев : Вища школа, 1978. – 360 с.
13. Специальные краны : учеб. пособие для машиностроительных вузов / П. З. Петухов, Г. П. Ксюнин, Л. Г. Сердин. – Москва : Машиностроение, 1985. – 248 с.
14. Фиделев, А. С. Подъемно-транспортные машины. – Киев: Вища школа, 1975. – 220 с.
15. Проектирование крановых механизмов : учеб. пособие / М. Н. Хальфин [и др.]. – Новочеркасск, 2006. – 223 с.
16. Наварский, Ю. В. Грузоподъемные машины : учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург, 2003. – 100 с.
17. Осипенко, А. И. Транспортное перегрузочное оборудование.– Красноярск, 2011. –10 с.

Нормативные документы

1. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. –7 с.
2. ГОСТ 1412–85. Отливки стальные. Общие технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 37 с.
3. ГОСТ 380–2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Москва : Стандартиформ, 2007 – 8 с.
4. ГОСТ 25835–83. Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режиму работы. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. –7 с.
5. ГОСТ 30055–93. Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия. – Минск, 2003. – 38 с.
6. ГОСТ 3081–80. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции $6 \times 19(1+9+9)+7 \times 7(1+6)$. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.
7. ГОСТ 3070–88. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ТК конструкции $6 \times 19(1+6+12)+1$ о.с. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. –2 с.
8. ГОСТ 2688–80. Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции $6 \times 19(1+6+6/6)+1$ о.с. Сортамент. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
9. ГОСТ 7668–80. Канаты стальные. Сортамент. Канат

двойной свивки типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1+7+7/7+14)+1$ о.с. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.

10. ГОСТ 7665–80. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-З конструкции $6 \times 25 (1+6; 6+12)+1$ о.с. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.

11. ГОСТ 7669–80. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1+7+7/7+14)+7 \times 7 (1+6)$. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.

12. ГОСТ 20458–89. Смазка Торсиол-55. Технические условия. – Москва, 1991. – 7 с.

13. ГОСТ 2590–2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – Москва : Стандартиформ, 2010. – 10 с.

14. ГОСТ 1050–88. Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь. Ч. 1. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 10 с.

15. ГОСТ 977–88. Отливки стальные. Общие технические. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 33 с.

16. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 3 с.

17. ГОСТ 20799–88. Масла индустриальные. Технические условия. – Москва : Стандартиформ, 2005. – 5 с.

18. ГОСТ 27584–88. Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2003. – 16 с.

19. ГОСТ 20–85. Ленты конвейерные резиноканевые. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 34 с.

20. ГОСТ 589–85. Цепи тяговые разборные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.

21. ГОСТ 588–81. Цепи тяговые пластинчатые. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 17 с.

22. ГОСТ 2.770–68. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 13 с.

23. ГОСТ 2036–77. Элеваторы ковшовые вертикальные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1977. – 12 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Блоки, полиспасты, барабаны и звездочки	4
2. Гибкие органы грузоподъемных машин	18
3. Грузозахватные приспособления	32
4. Тормозные устройства	53
5. Тали, лебедки с ручным приводом и электротали	76
6. Домкраты	96
7. Грузоподъемные краны	107
8. Самоходные подъемно-транспортные устройства	124
9. Ленточные и цепные конвейеры	135
10. Конвейеры без тягового органа	174
Заключение	185
Приложение	186
Список использованной литературы	188

Масленников Николай Ростиславович
Ерофеева Наталья Валерьевна

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ
ПРАКТИКУМ

Редактор З. М. Савина

Подписано в печать 28.05.2013. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе
Уч.-изд. л. 20,00. Тираж 500 экз. Заказ №

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а

