



**Н. Р. Масленников  
Н. В. Ерофеева**

**ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ  
ПРАКТИКУМ**

**Учебное пособие**

Кемерово 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

**Н. Р. Масленников**  
**Н. В. Ерофеева**

## **ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**

### **ПРАКТИКУМ**

**Учебное пособие**

Кемерово 2019

УДК 621.86 (075.8)

Рецензенты:

Черданцев Н. В., главный начальник Института угля Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, доктор технических наук

Блащук М. Ю., доцент Юргинского технологического института (филиала) ФГАОУ ВО Национального исследовательского Томского политехнического университета, кандидат технических наук

Масленников, Н. Р. Грузоподъемные машины и механизмы. Практикум : учебное пособие / Н. Р. Масленников, Н. В. Ерофеева, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2019. – 115 с.

ISBN 978-5-00137-115-1

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.

Предназначено для изучения дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы» для обучающихся специальности 21.05.04 «Горное дело».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева

УДК 621.86 (075.8)

© Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2019

© Масленников Н. Р.,  
Ерофеева Н. В., 2019

ISBN 978-5-00137-115-1

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Грузоподъемные машины и механизмы играют большую роль в механизации монтажно-демонтажных, погрузочно-разгрузочных, ремонтно-восстановительных работ. Они используются в механо-сборочных цехах, ремонтных цехах предприятий, занимающихся не только добычей угля, но и эксплуатацией всего технологического оборудования шахт и разрезов.

Современное производство требует применения разнообразных типов грузоподъемных машин и механизмов.

Практикум предназначен для изучения дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы» для обучающихся специальности «Горное дело» и содержит цикл практических работ. Его цель – дать студентам необходимые сведения об устройстве, принципах действия грузоподъемных устройств, машин и механизмов.

При работе над учебным пособием использован материал из источников, указанных в списке литературы.

# 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  $Z_0 = Q$ . Однако 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.

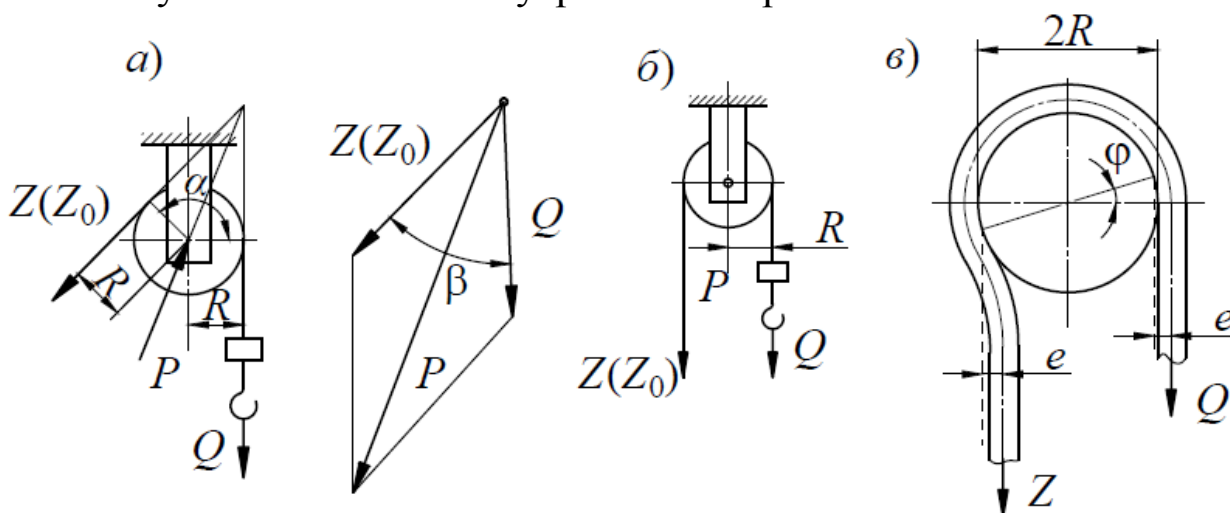


Рис. 1.1. Направляющие (неподвижные) блоки:  
а, б, в – расчетные схемы сил при огибании канатом блока

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  $\eta = 0,95$ . Та-

ким 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).

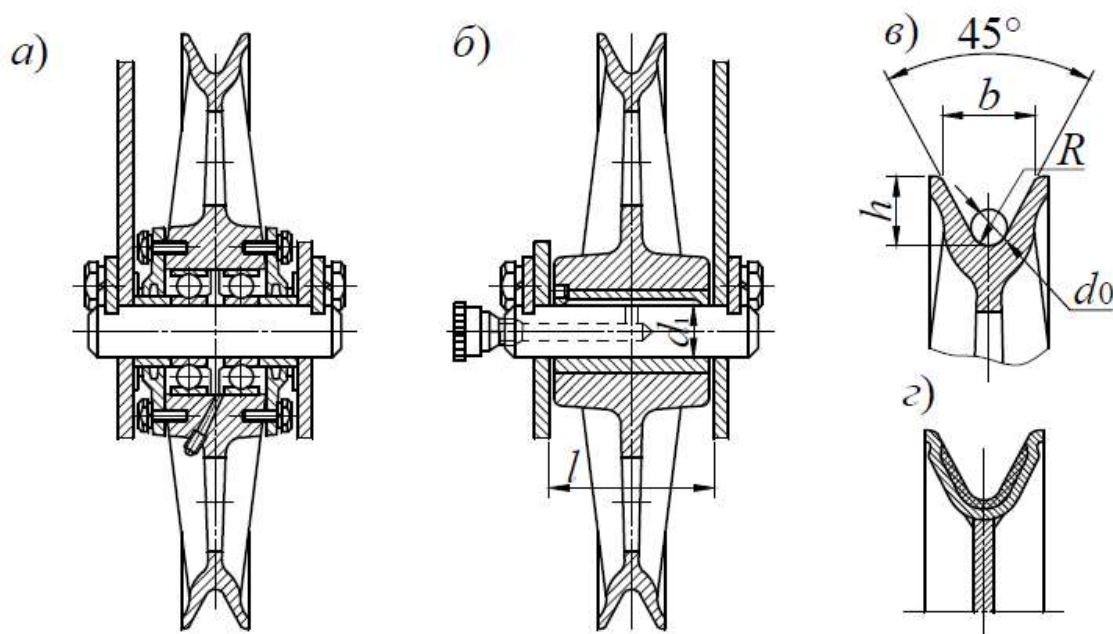


Рис. 1.2. Канатные блоки: *а* – на подшипниках качения; *б* – с втулкой скольжения; *в* – профиль ручья; *з* – футерованный ручей блока

Профиль ручья блока выполняют так, чтобы обеспечить беспрепятственный вход и выход каната, а также наибольшую площадь соприкосновения с ним ручья (рис. 1.3, *а*).

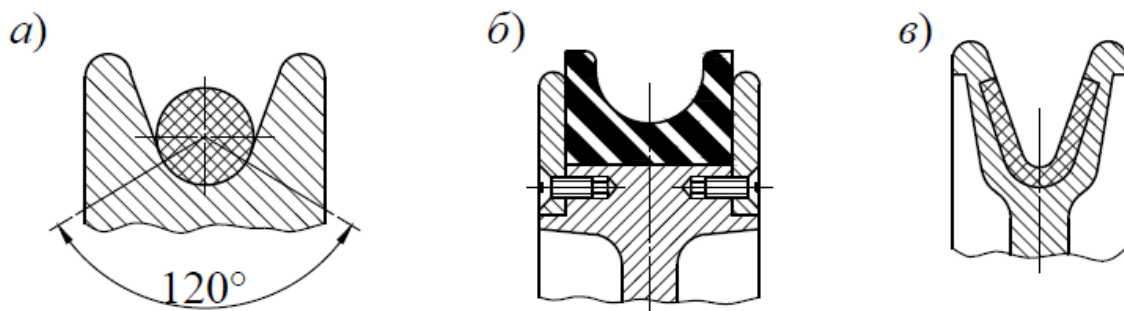


Рис. 1.3. Ручьи блоков: *а* – простого; *б* – футерованного пластмассой; *в* – футерованного прорезиненной лентой

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, а) и подвижные блоки для выигрыша в скорости (рис. 1.4, б). КПД подвижных блоков несколько выше, чем КПД неподвижных.

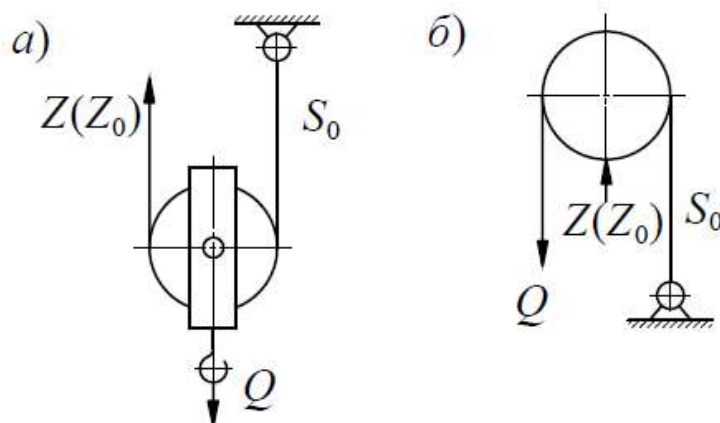


Рис. 1.4. Подвижные блоки для выигрыша: а – в силе; б – в скорости

Система подвижных и неподвижных блоков, последовательно огибаемых гибким тяговым органом, называется полиспастом. В грузоподъемных машинах преимущественно применяются полиспасты для выигрыша в силе (рис. 1.5) и только в редких случаях, например, в гидравлических или пневматических подъемниках, – полиспасты для выигрыша в скорости.

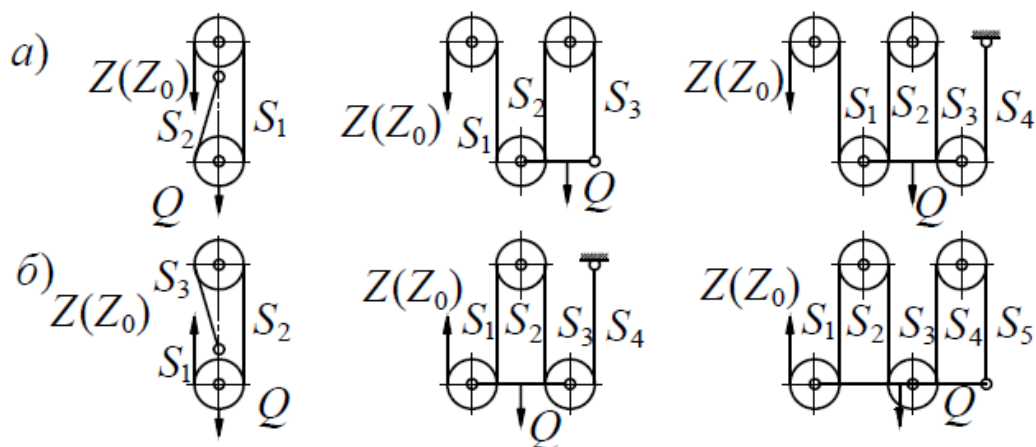


Рис. 1.5. Полиспасты для выигрыша в силе: а – сбегание каната с неподвижного блока; б – сбегание каната с подвижного блока

Полиспасты вводятся в механизм подъема для уменьшения натяжения гибкого органа и момента на барабане. Конечной целью

применения полиспаста является уменьшение передаточного отношения механизма, а следовательно, его размеров, веса и стоимости.

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, передвигается по всей его длине. Для строго вертикального подъема груза применяют сдвоенные полиспасты. 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 уравнивательный блок, который служит для выравнивания ветвей канатов по длине при неравномерной их намотке на барабан или вытяжке.

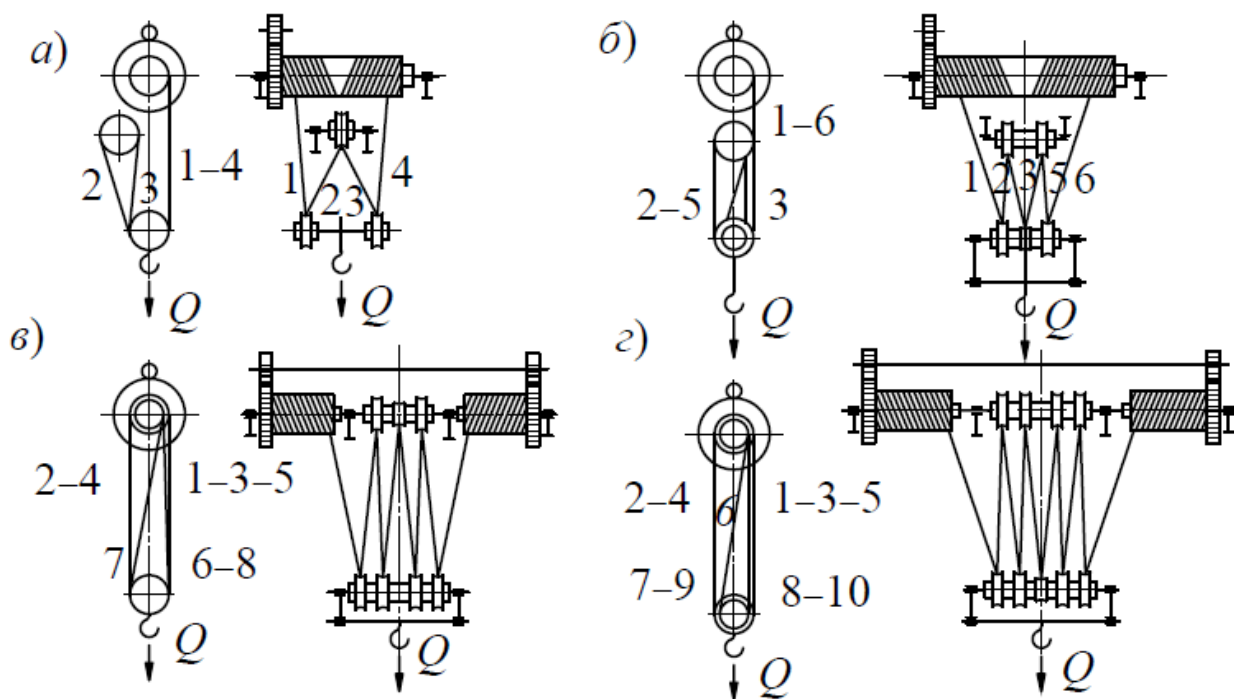


Рис. 1.6. Сдвоенные полиспасты для выигрыша в силе:  
 а, в – четной кратности; б, г – нечетной кратности

Сдвоенный полиспаст с четырьмя ветвями (рис. 1.6, а) применяется для подъема грузов весом до 25 т. Кратность этого полиспаста  $i = 2$ . 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, з) 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.

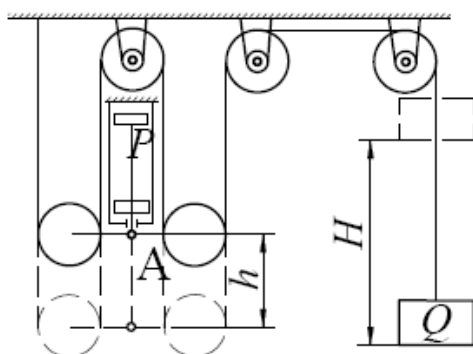


Рис. 1.7. Полиспаст для выигрыша в скорости

Во избежание появления больших напряжений изгиба и для обеспечения долговечности каната допускаемый диаметр (мм) блока или барабана по средней линии навиваемого стального каната должен быть

$$D \geq de,$$

где  $e$  – коэффициент выбора диаметров, зависящий от группы классификации (режима) работы механизма;  $d$  – диаметр каната, мм.

Для группы классификации (режима) работы М1; М2; М3; М4; М5; М6; М7 и М8 коэффициент выбора диаметра барабана принимают соответственно равным 11,2; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,4 и 25,0, а коэффициент выбора диаметра блока берут соответственно равным 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,4; 25,0 и 28,0. Коэффициент выбора диаметра уравнивательных блоков для указанных выше групп – соответственно равным 11,2; 12,5; 12,5; 14,0; 14,0; 16,0; 16,0 и 18,0.

Допускаемый диаметр (мм) блока или барабана по дну канавки должен быть

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

Барабанами называют детали цилиндрической или конической формы, предназначенные для навивки каната в механизмах (лебедках, электроталях).

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

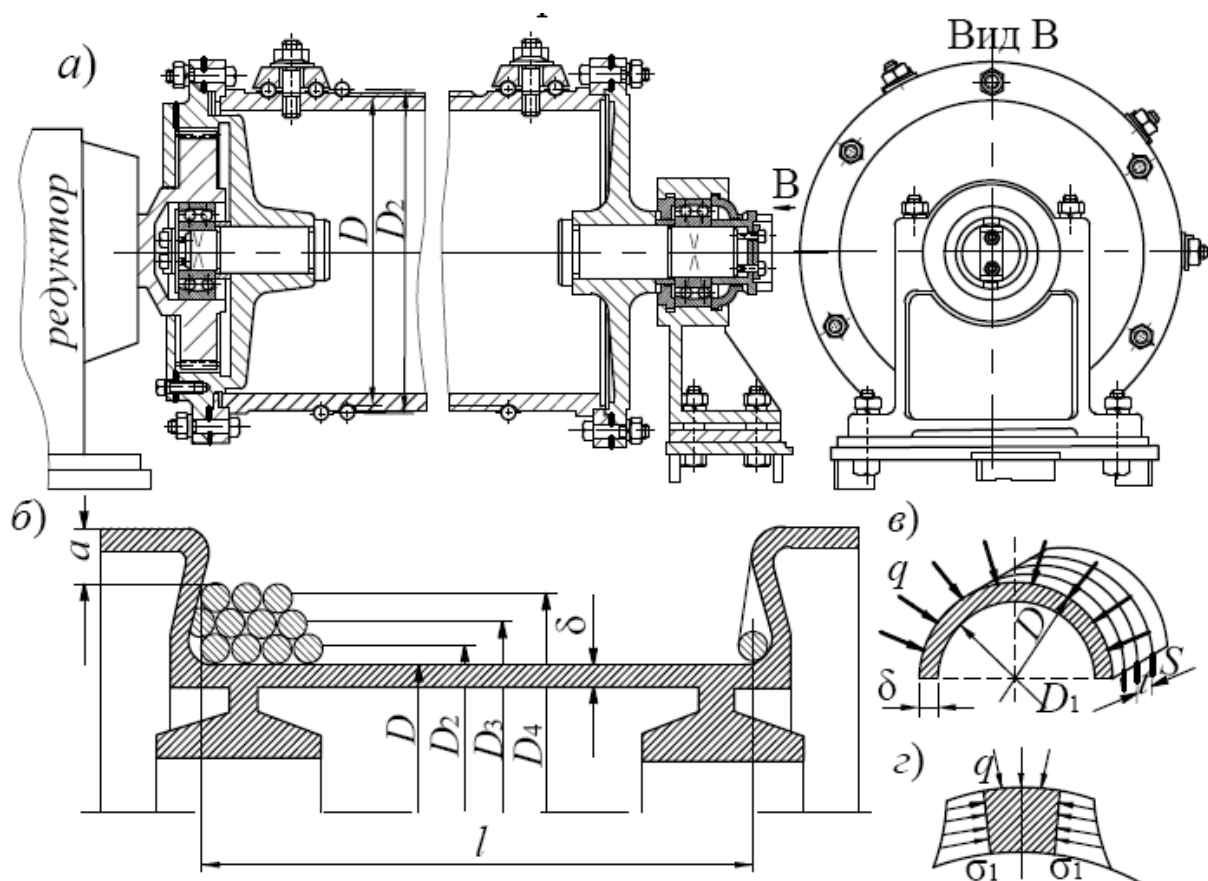


Рис. 1.8. Грузовые барабаны: *а* – нарезной; *б* – гладкий; *в* – схема приложения сил сжатия; *г* – распределение напряжения сжатия в стенке барабана

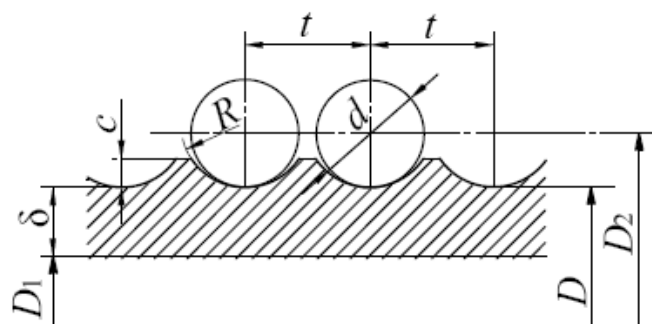


Рис. 1.9. Профиль канавки для каната при однослойной навивке

Размеры профиля нарезки канавок на барабане следующие:

$R = (0,6...0,7)d$  – радиус канавки, мм;  $c = (0,25...0,4)d$  (у грейферных кранов  $c \geq 0,5d$ ) – глубина канавки, мм;  $t = d + (2...3)$  – 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 (мм) стенки стального или чугунного барабана диаметром  $D$  (мм) приблизительно определяется соответственно как

$$\delta = 0,01D + 3 \quad \text{или} \quad \delta = 0,02D + (6...10).$$

При этом по условию изготовления литых барабанов толщина стенки принимается не менее 12 мм 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  $6^\circ$  (при гладких барабанах – на  $2^\circ$ ).

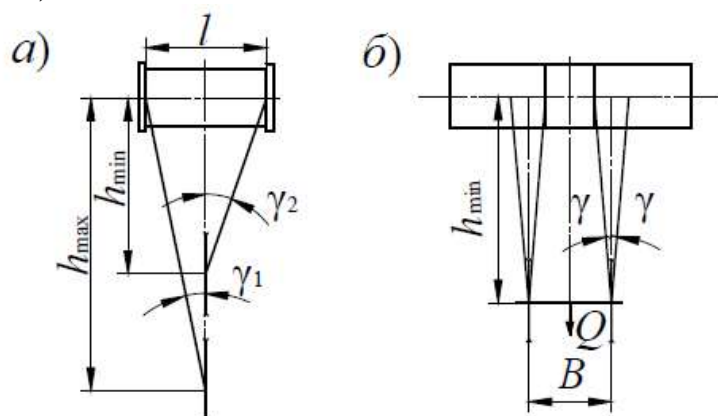


Рис. 1.10. Схема к определению допустимых углов набегания каната на барабан: а – простой полиспаст; б – сдвоенный полиспаст

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  $6^\circ$ , 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 двумя 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, *г*), 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.

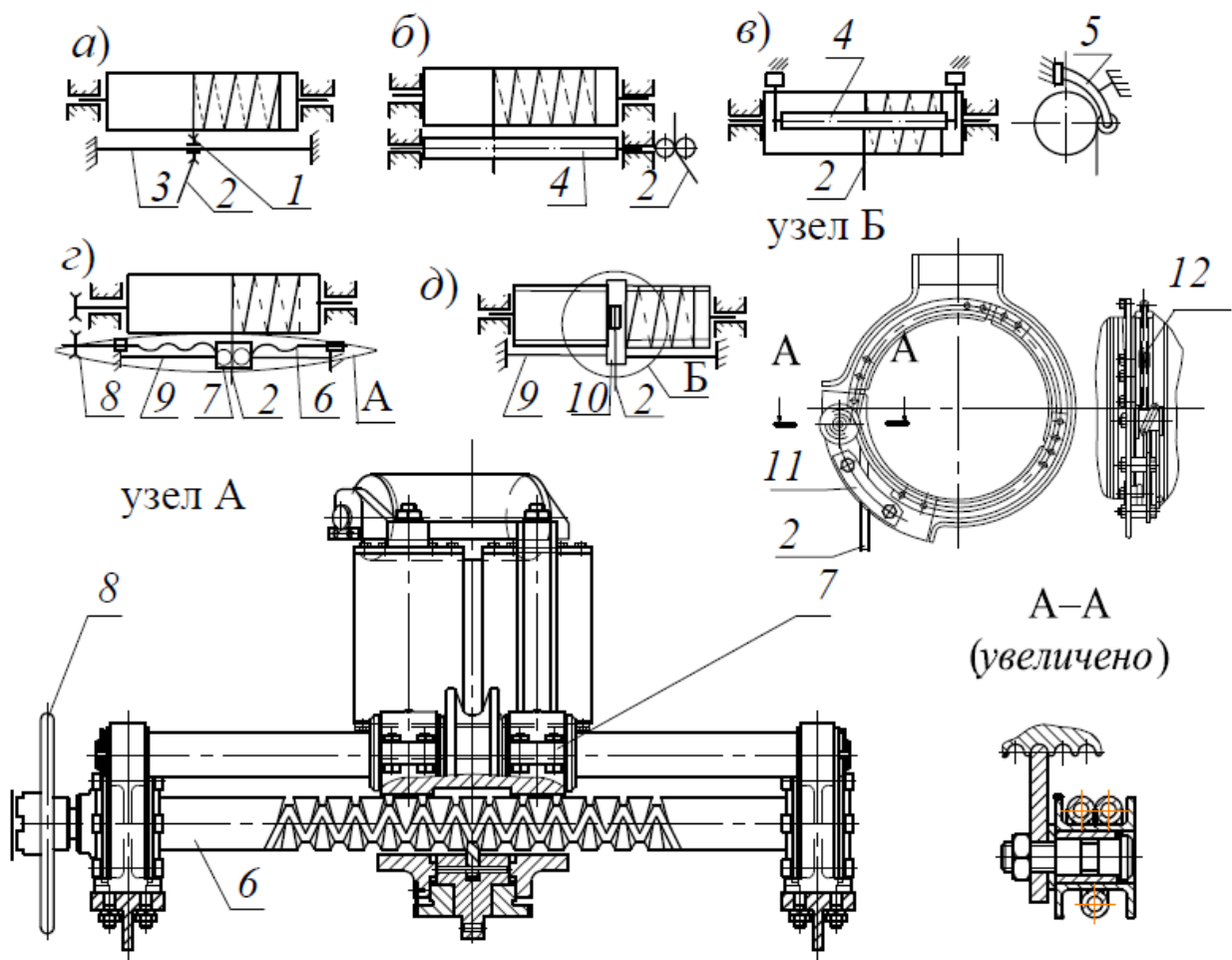


Рис. 1.11. Схемы канатоукладчиков: *а* – с направляющим блоком; *б*, *в* – с подпружиненными одним или двумя роликами; *г* – винтовой; *д* – с кольцом-гайкой

У барабанов, имеющих винтовую нарезку, для предотвращения выпадения каната из нарезки при его ослаблении применяются канатоукладчики (рис. 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 трапециевидальными (рис. 1.12, *г*) 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 накладки при большем диаметре каната.

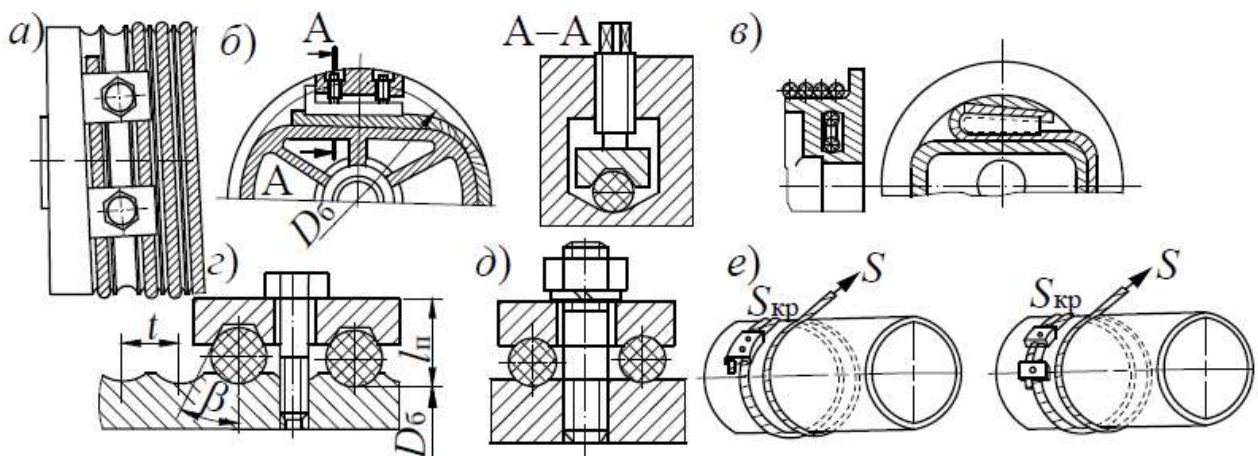


Рис. 1.12. Схемы крепления каната на барабане: *а* – накладкой; *б* – прижимной планкой; *в* – клиновым зажимом; *г*, *д* – одноболтовой накладкой с трапециевидальной или полукруглой канавкой; *е* – схема крепления каната к барабану накладками

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 удерживается от проскальзывания относительно небольшим усилием рабочего  $S_{сб}$ , прикладываемого к сбегаящей ветви (рис. 1.13).

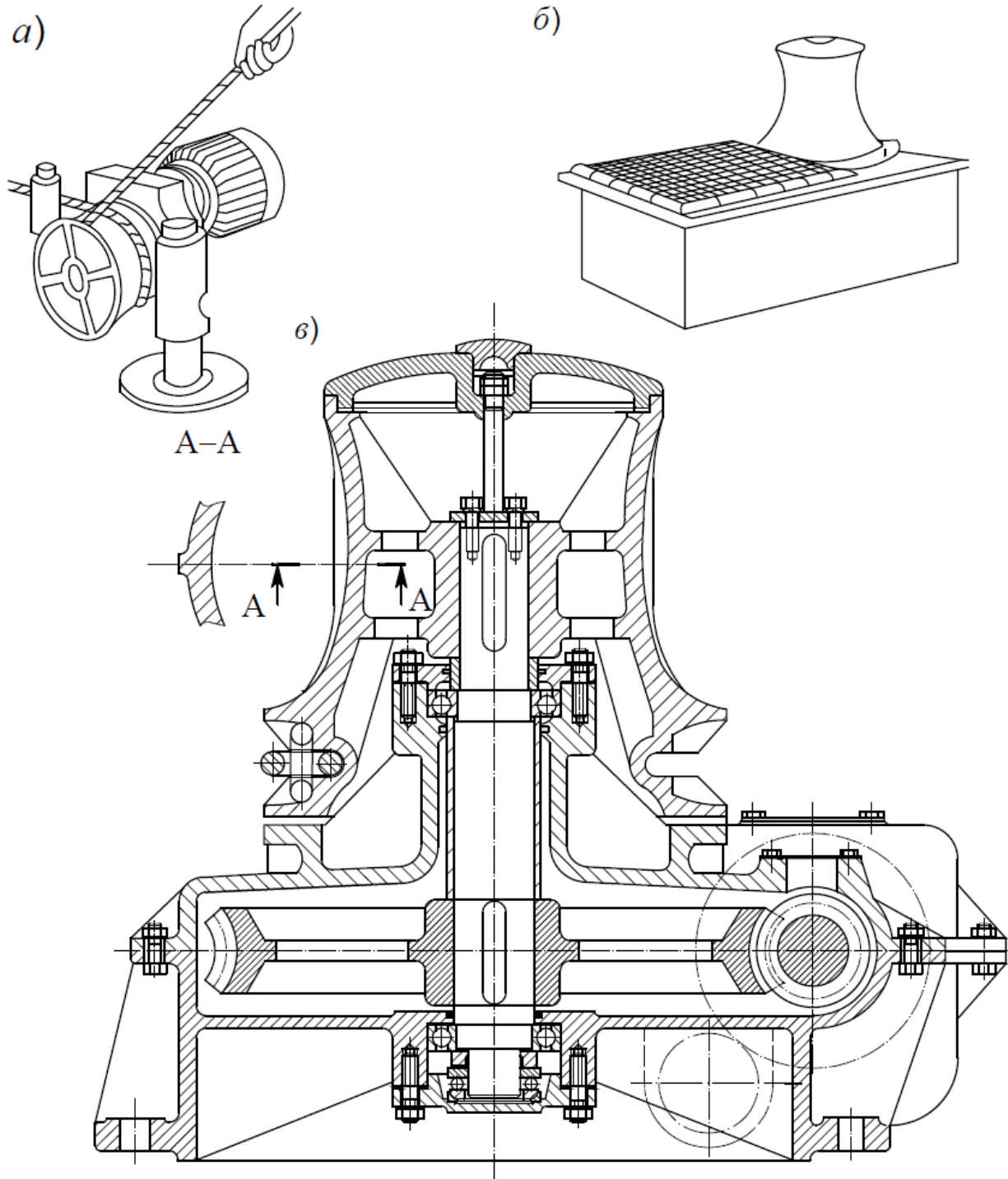


Рис. 1.13. Шпили: *а* – с горизонтальным барабаном; *б* – с вертикальным барабаном; *в* – для канатного и цепного органа



Обычно барабаны шпилей делают переменного диаметра, уменьшающегося от краев к середине, чтобы обеспечить постоянное сбегание 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).

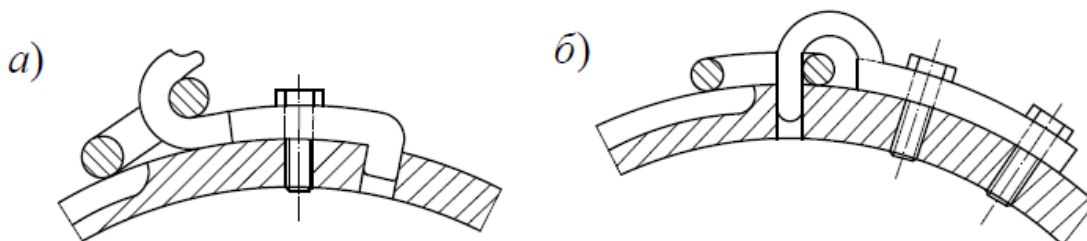


Рис. 1.14. Крепление сварной цепи к барабану: *а* – кованым одноболтовым зажимом; *б* – двухболтовым зажимом

Звездочки для сварных цепей, как правило, выполняют литыми из чугуна или стали. Звенья сварной цепи укладываются 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*).

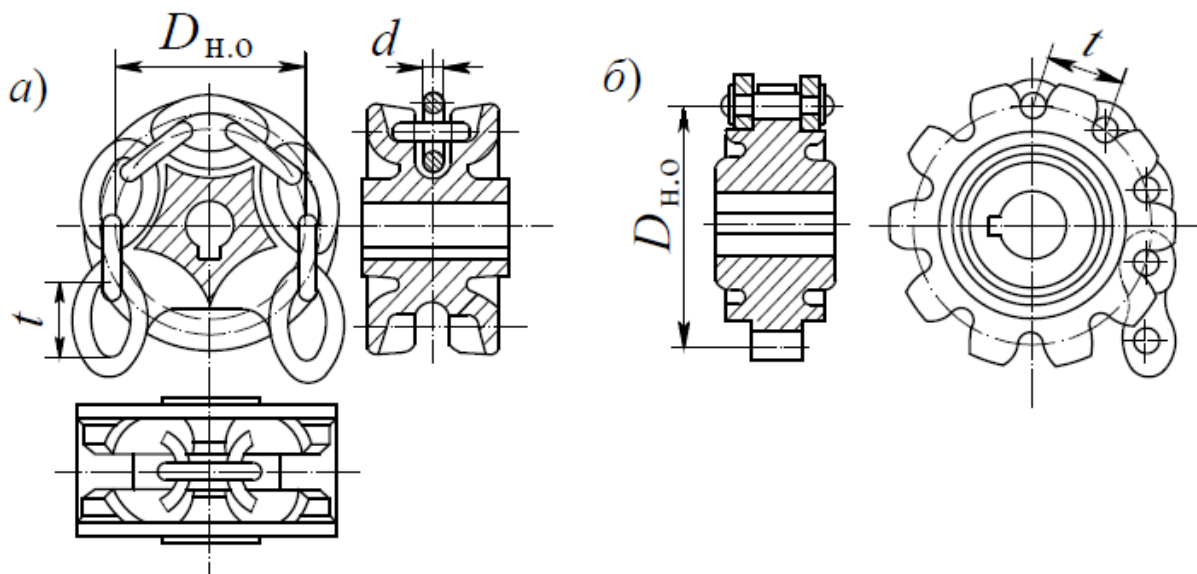


Рис. 1.15. Звездочки: *а* – для сварной цепи; *б* – для пластинчатой цепи

Диаметр (мм) начальной окружности звездочки определяется по формуле

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

где  $t$  – внутренняя длина звена цепи (шаг цепи), мм;  $d$  – диаметр прутка, из которого сварена цепь, мм;  $z$  – 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

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

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

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

где  $t$  – шаг цепи, мм;  $z$  – число зубьев.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определить тяговое усилие  $Z$  ( $Z_0$ ), если вес груза составляет 100 Н (см. рис. 1.4).
2. Определить кратность полиспастов (см. рис. 1.5).
3. На рис. 1.6 указать уравнительные блоки.
4. Чему равно соотношение  $H/h$  (см. рис. 1.7)?
5. Назначение поз. 9 на рис. 1.11, д.
6. Изобразить конструктивно кольцо-гайку, указанную на рис. 1.11, д, поз. 10.
7. Зачем рабочий удерживает канат, сбегаящий с барабана шпиля (см. рис. 1.13, а)?



## 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 (рис. 2.1). 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.

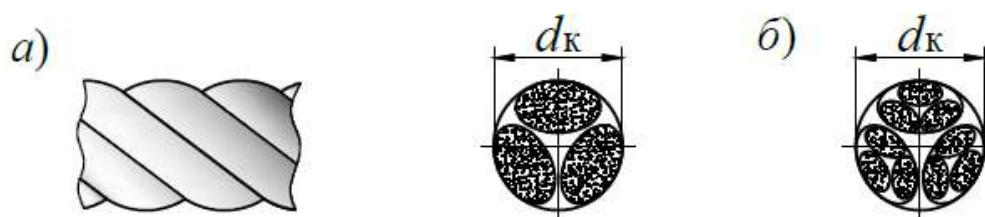


Рис. 2.1. Пеньковые канаты: а – обыкновенный; б – двойной свивки

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 прядевьющих 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.

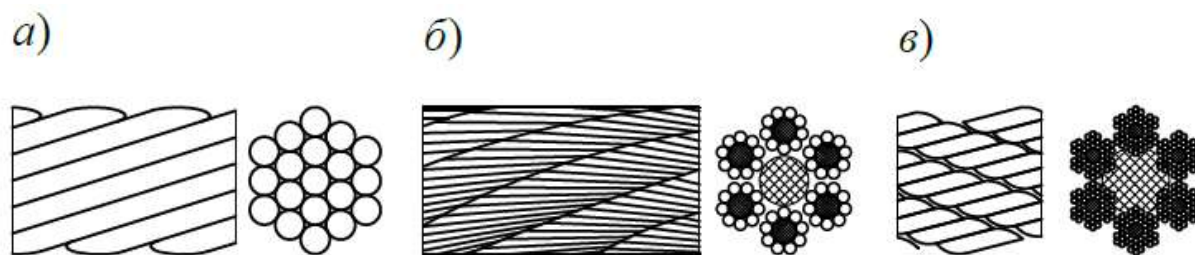


Рис. 2.2. Стальные канаты: *а* – одинарной свивки; *б* – двойной свивки; *в* – тройной свивки

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 изготавливают 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, изготавливают 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.

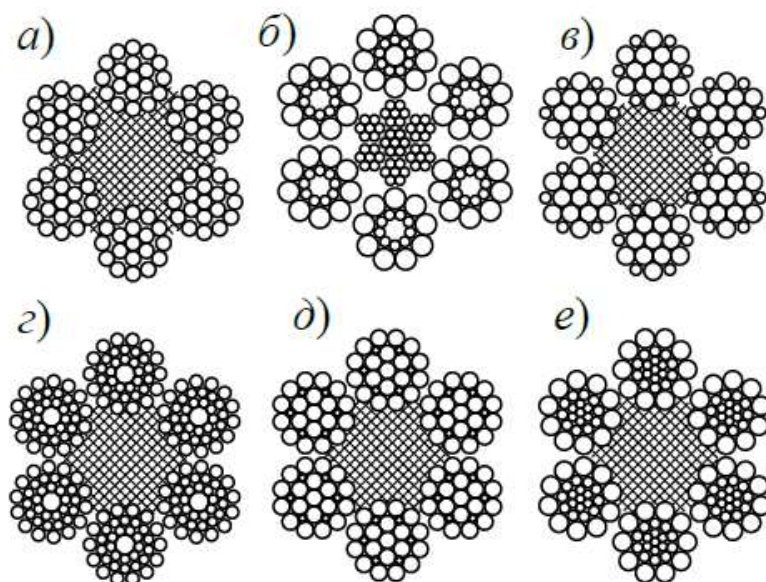


Рис. 2.3. Конструкции стальных канатов двойной свивки:

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

По виду свивки изготавливают 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.

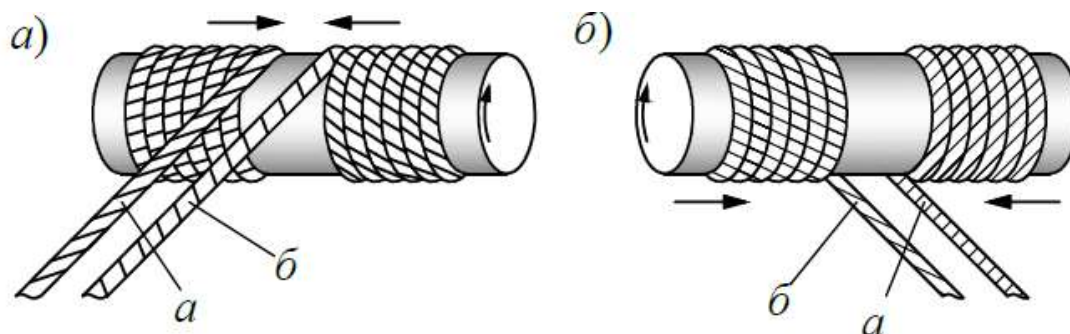


Рис. 2.4. Выбор каната по направлению свивки:  
*a* – канат правой свивки; *б* – канат левой свивки

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).

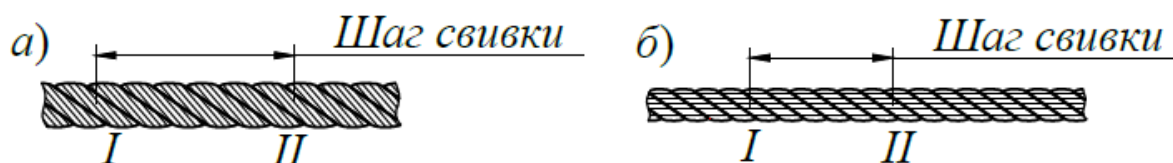


Рис. 2.5. Канаты: *a* – канат параллельной (односторонней) свивки;  
*б* – канат крестовой (обратной) свивки

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.



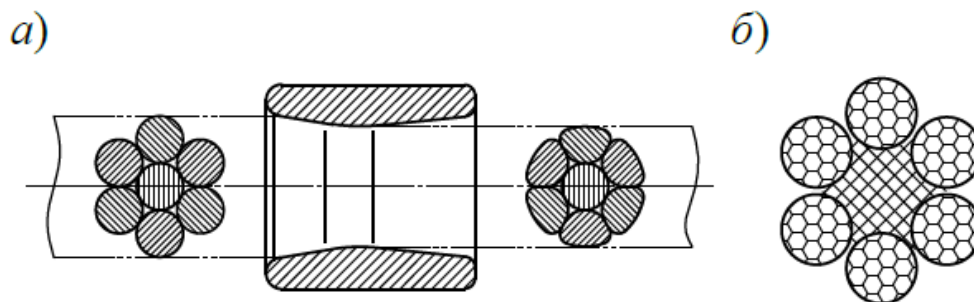


Рис. 2.6. Стальной канат из радиально-обжатых прядей:  
*а* – прядь; *б* – канат

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 сопротивлением 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.

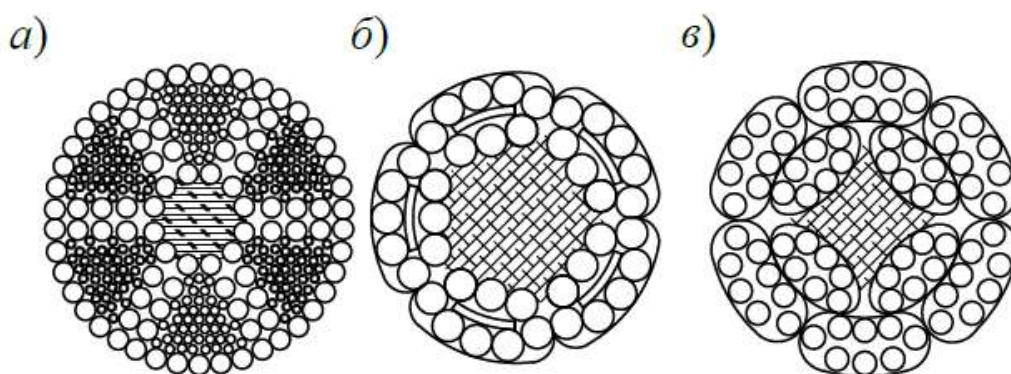


Рис. 2.7. Канаты: *а* – трехграннопрядный;  
*б* – овальнопрядный; *в* – плоскопрядный

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, *з*). Наружный вид полужакрытого каната показан на рис. 2.8, *д*.

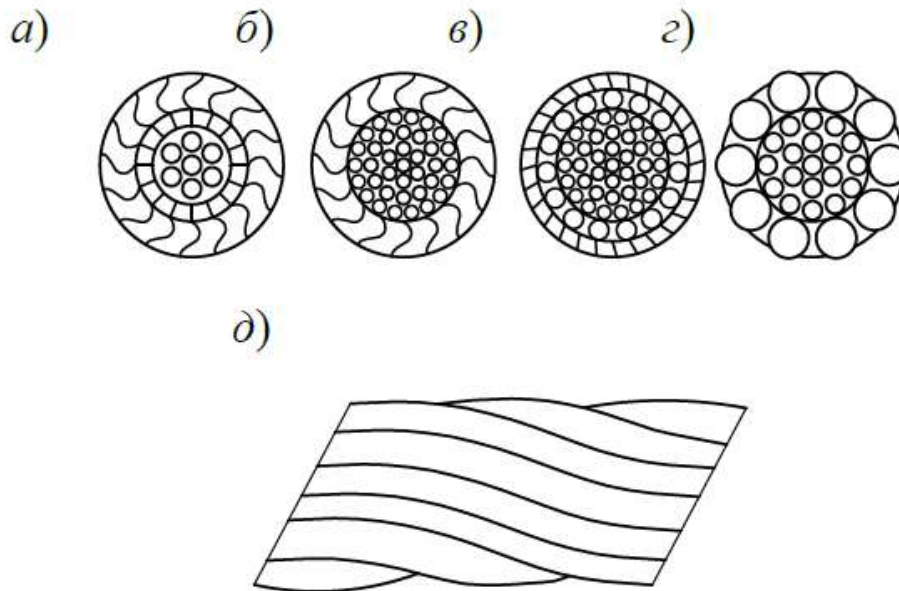


Рис. 2.8. Закрытые канаты: *а, б, в* – закрытый; *з, д* – полужакрытый

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

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

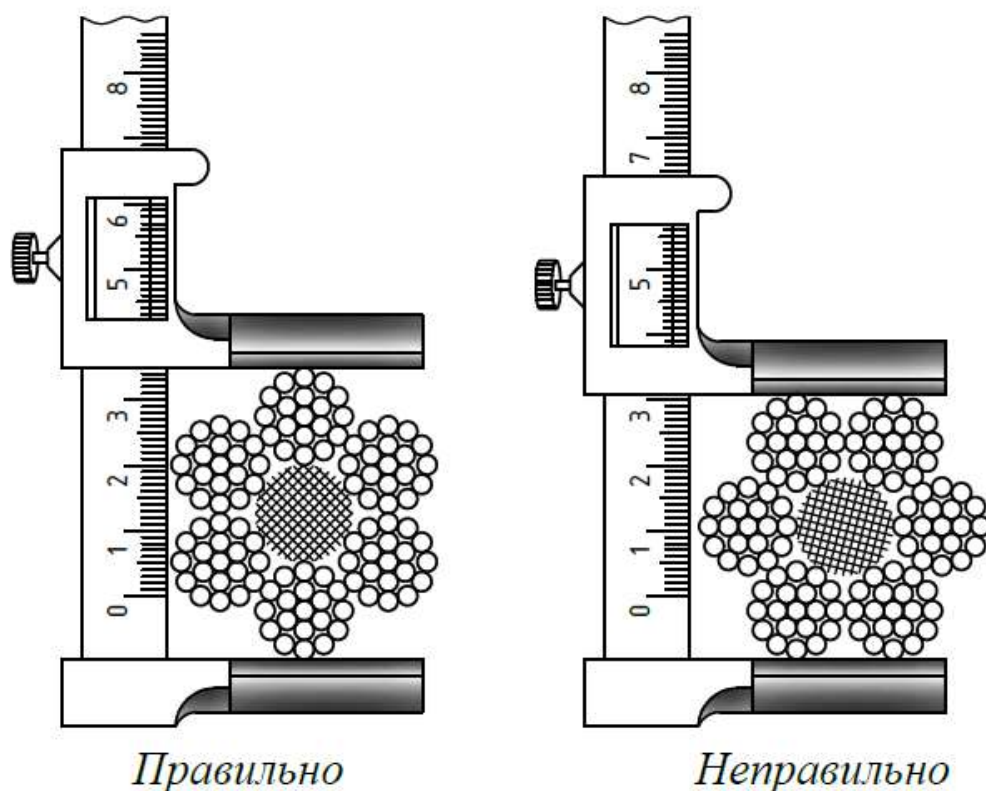


Рис. 2.9. Измерение диаметра каната

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 кото-

рых канат должен быть забракован. Число оборванных проволок определяется или методом ежедневного визуального контроля, или 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).

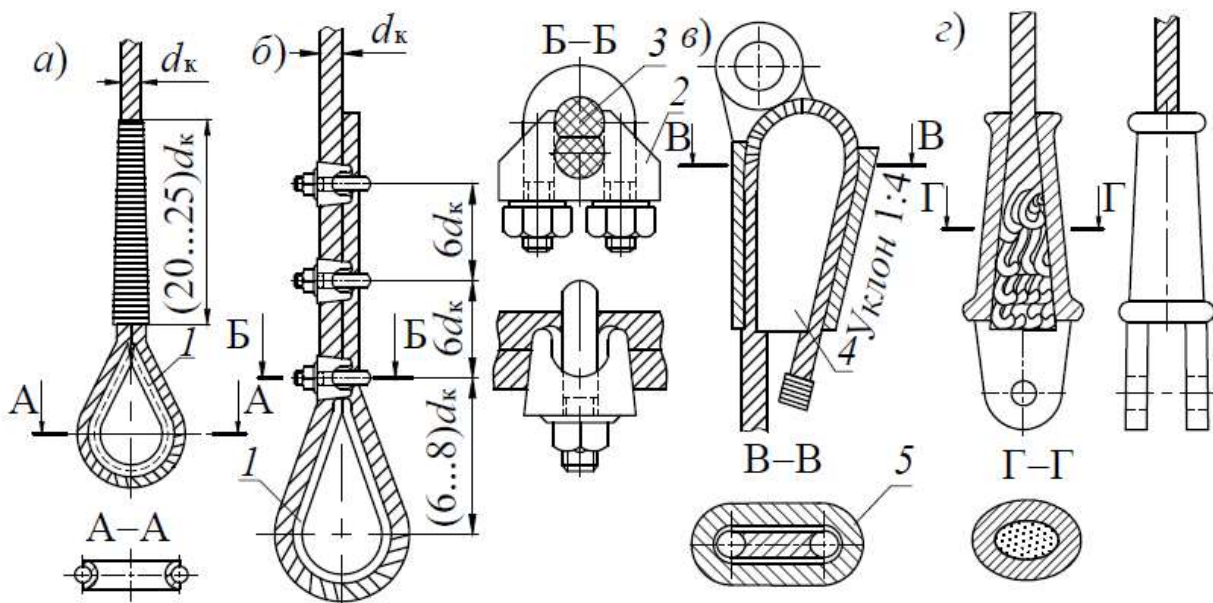


Рис. 2.10. Крепление концов стальных канатов: а, б – на коуше «заплеткой» или зажимами; в – клиновым коушем; г – в стальной втулке



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*), изготовляемых 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 ( $\sigma_B = 370–450$  МПа), сталь марок Ст2 и Ст3 по ГОСТ 380–2005 ( $\sigma_B = 340–420$  МПа) и сталь марки 10 по ГОСТ 1050–88 ( $\sigma_B = 300$  МПа). Звенья цепи из стали марки СтЗц изготовляются кузнечно-горновой или контактной сваркой, из остальных материалов – контактной электросваркой.

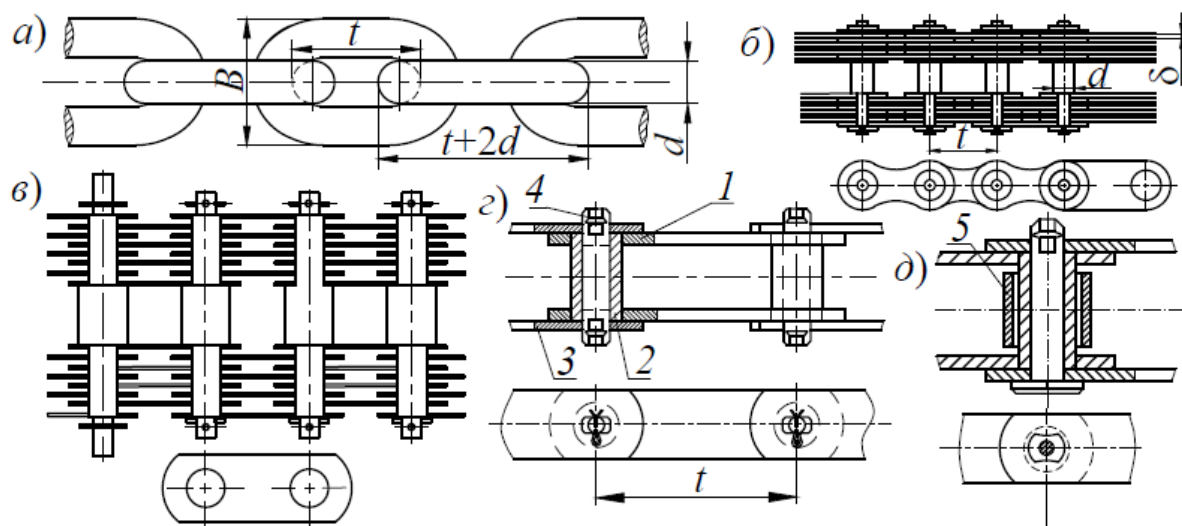


Рис. 2.11. Цепи: *а* – сварная; *б* – безвтулочная пластинчатая с фигурными звеньями; *в* – грузовая пластинчатая с простыми звеньями; *г* – втулочная пластинчатая; *д* – втулочно-роликовая пластинчатая

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 нека-

либрованные 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).

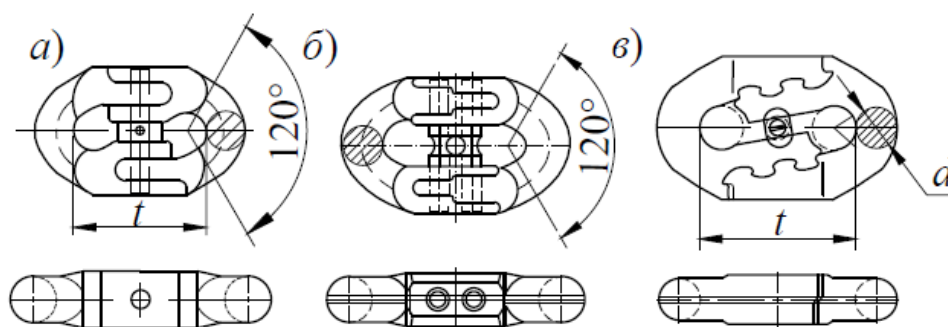


Рис. 2.12. Соединительное звено грузовой цепи:  
а – исполнение 1; б – исполнение 2; в – исполнение 3

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 ( $d = 5-6$  мм при скорости  $V = 0,6-0,75$  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 тяго-

вого 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 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.

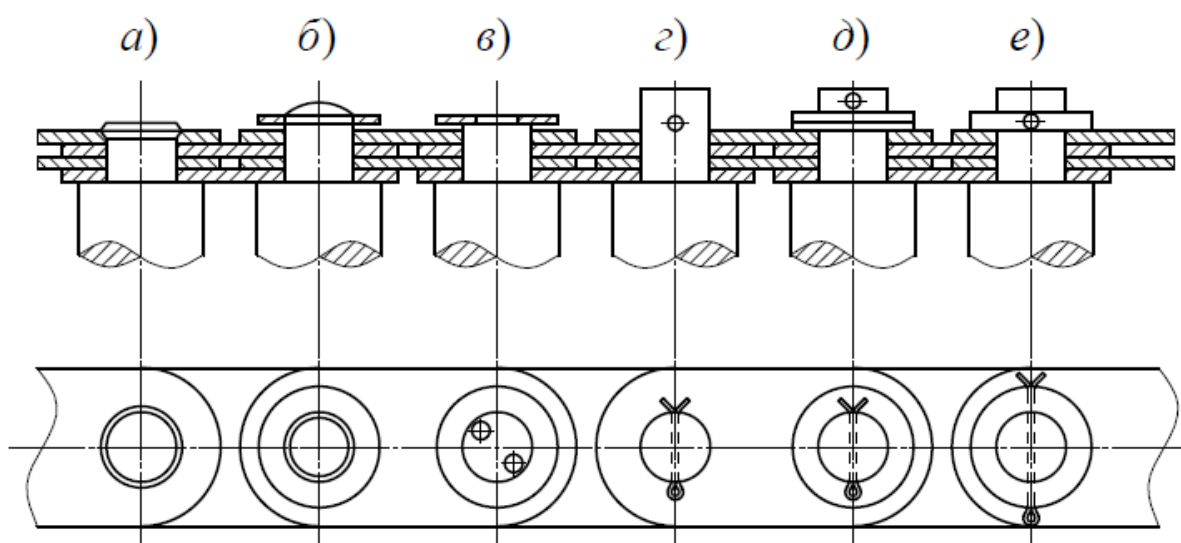


Рис. 2.13. Способы фиксирования пластин цепи на валиках (вальцах):  
а – простая расклепка; б, в – расклепка с шайбой;  
г – шплинтами; д, е – шплинтами с шайбой

В цепях, рассчитанных на большие нагрузки, под расклепанный конец цапфы подкладывают шайбы (рис. 2.13, б, 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.

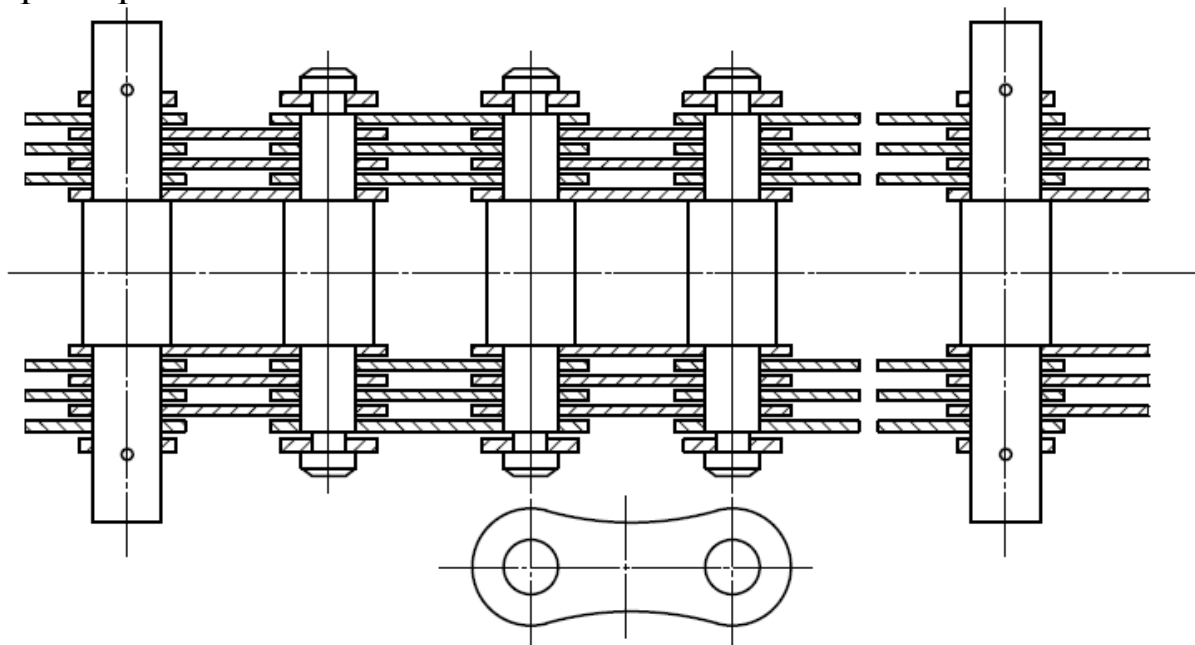


Рис. 2.14. Пластинчатая цепь с удлиненными пальцами

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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что означает ЛК-О в обозначении прядей стальных канатов?
2. Перечислить способы крепления концов каната.

### 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).

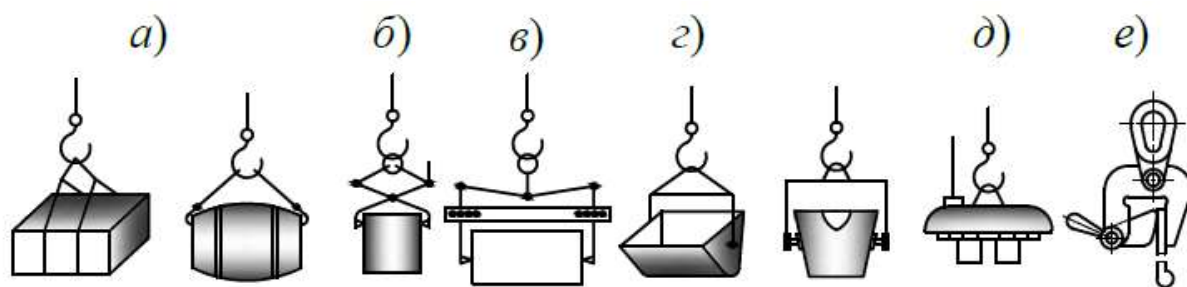


Рис. 3.1. Варианты подвески грузов: а – крюковая; б, в – клещевая; г – в бадье; д – подъемным электромагнитом; е – эксцентриковым захватом

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.

#### Крюки и петли

Крюки применяются в грузоподъемных машинах для захвата груза, 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, *a*) 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.

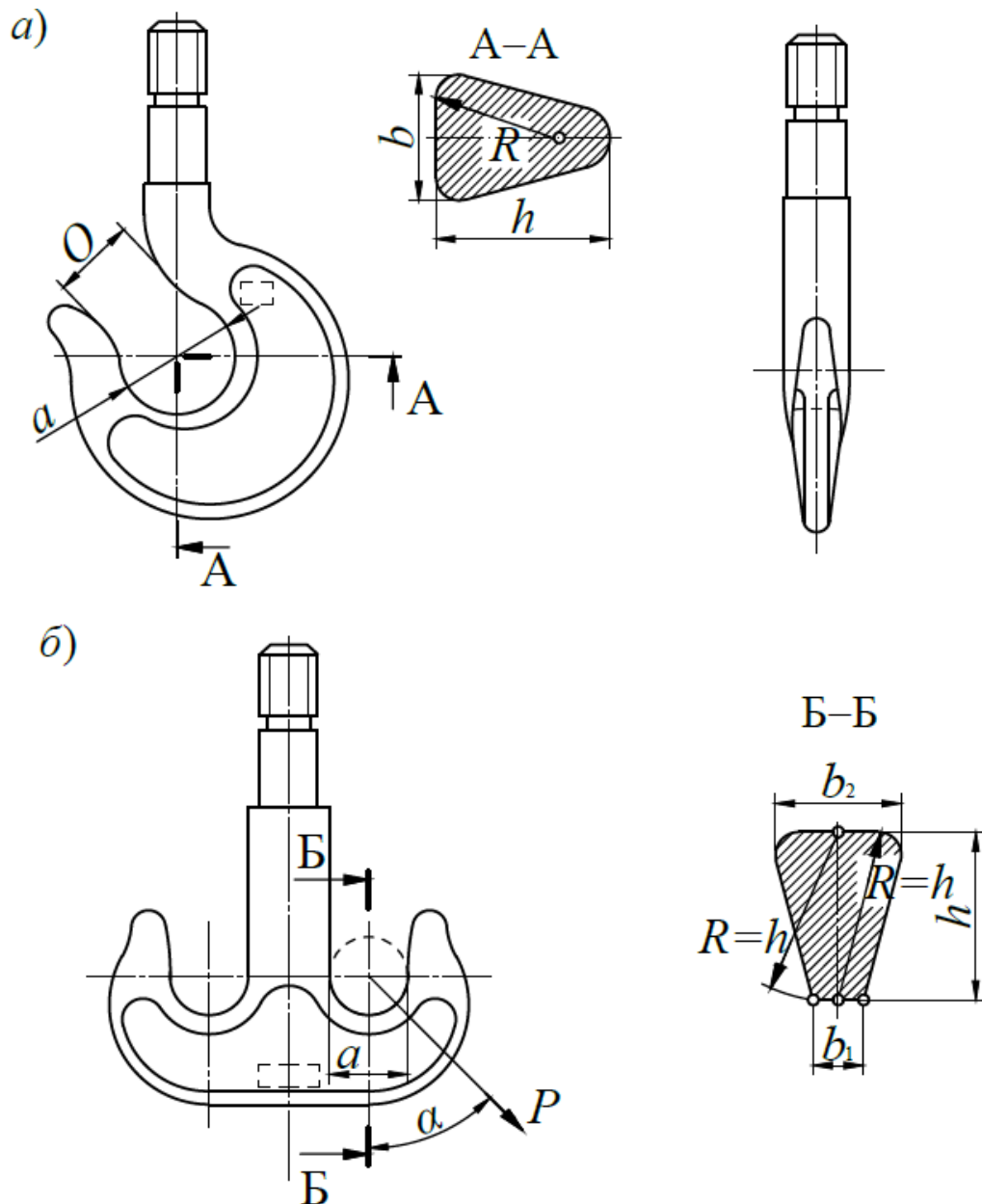


Рис. 3.2. Крюки: *a* – однорогий; *б* – двурогий

Для кранов грузоподъемностью свыше 50 т могут применяться пластинчатые однорогие и двурогие крюки (рис. 3.3, *a, 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. Пластинчатые крюки легче кова-



ных 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. Приспособление состоит из хомута 1, приваренного к шейке крюка 2, откидывающихся пружин 3 и фиксирующей скобы 4, которая под давлением пружин удерживается в исходном положении, блокируя зев крюка от выпадения чалочных устройств (рис. 3.4).

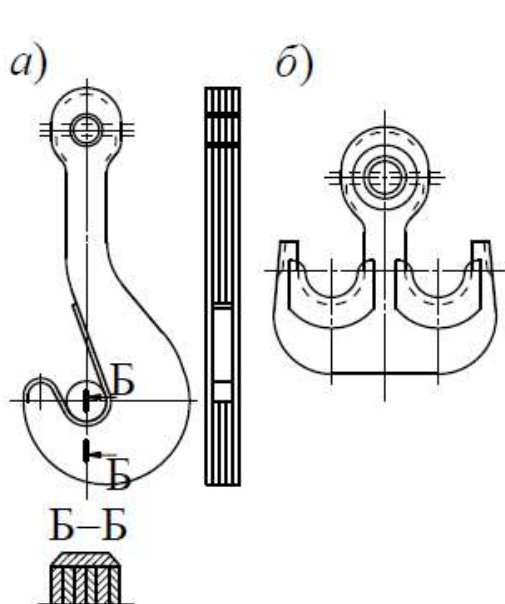


Рис. 3.3. Пластинчатые грузовые крюки: а – однорогий; б – двурогий

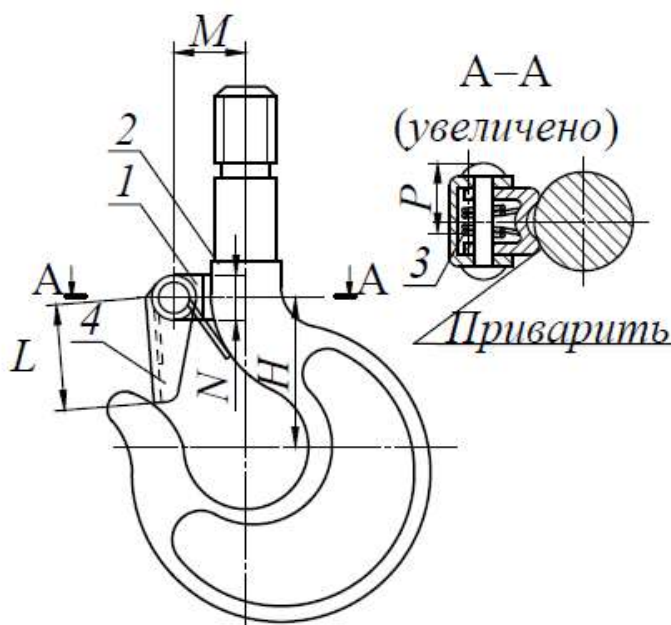


Рис. 3.4. Крюк с замком

Наряду с грузовыми крюками для подъема грузов применяются грузовые петли. Они могут быть 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, 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 ветви гибкого органа) 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.

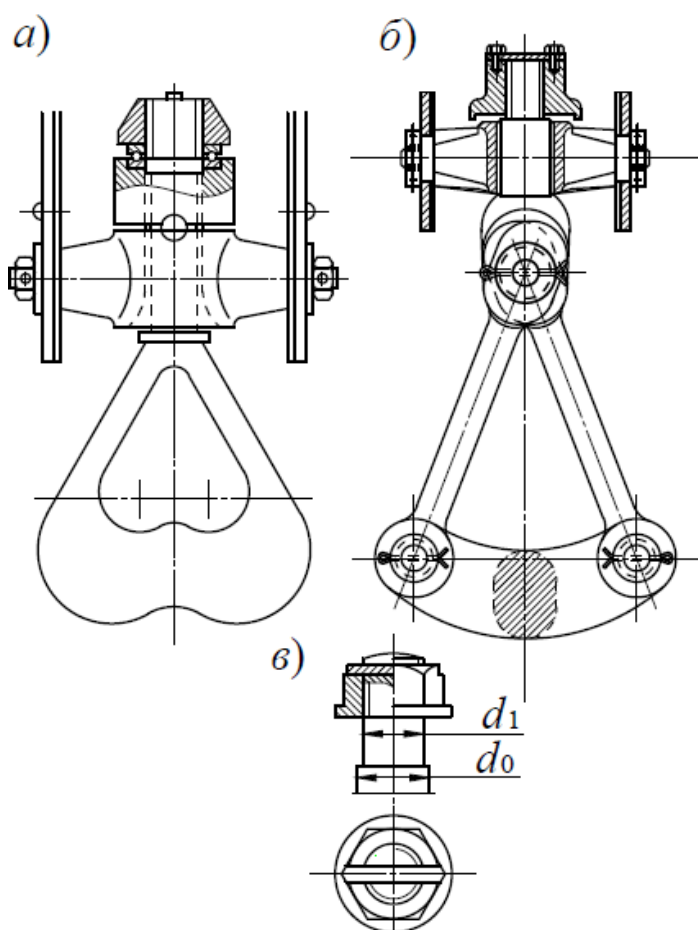


Рис. 3.5. Грузовые петли:  
*а* – цельнокovaná; *б* – составная;  
*в* – фиксация гайки

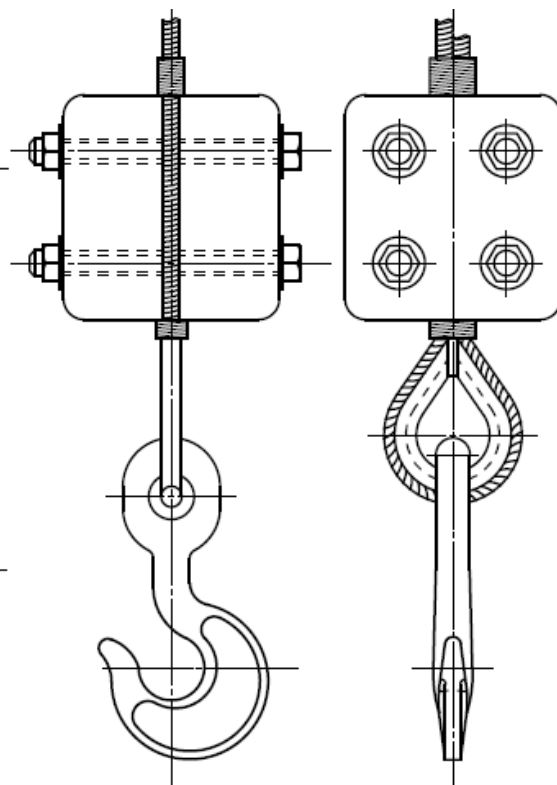


Рис. 3.6. Подвеска крюка  
с добавочным грузом

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 закреплен крюк 2, соединяется с осью 3 канатных блоков 4 серьгами (щеками) 5. В укороченных обоймах блоки 6 размещаются на удлиненных цапфах 7 траверсы. Укороченная крюковая обойма позволяет осуществлять подъем груза на бóльшую высоту, но ее можно применять только при четной кратности полиспаста. В обоих типах крюковых обойм хвостовик крюка (петли) проходит сквозь отверстие в траверсе и закрепляется гайкой, опирающейся или на сферическую шайбу (при грузоподъемности до 3,3 т), или на упорный шарикоподшипник (рис. 3.7, *а*). Траверса (рис. 3.7, *г*) имеет на концах канавки под стопорные накладки, препятствующие осевому перемещению, но дающие возможность сво-



бодного поворота траверсы вместе с крюком (петлей) относительно горизонтальной оси, что облегчает манипулирование крюком (петлей) 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.

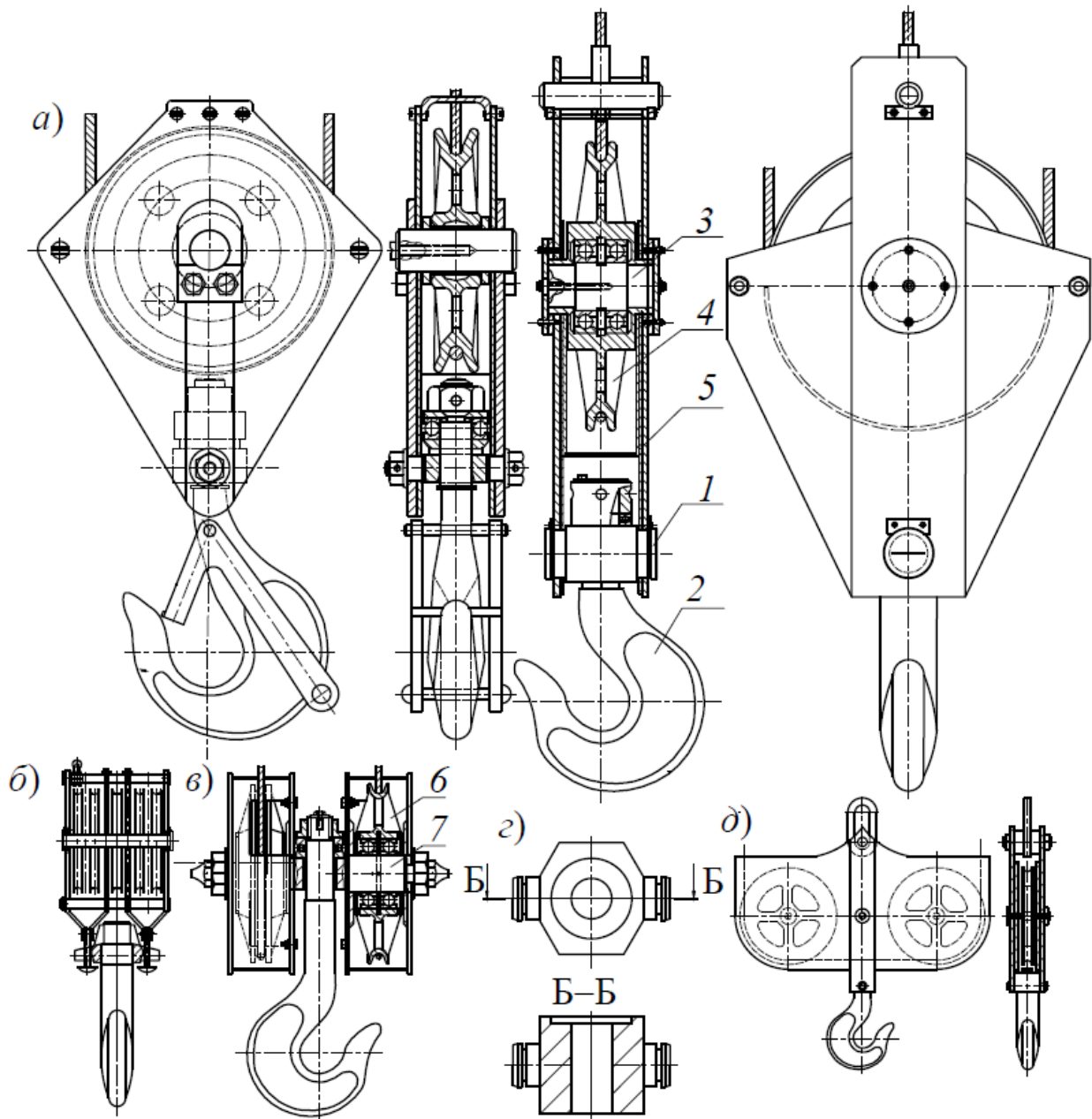


Рис. 3.7. Крюковые обоймы: а – нормальные одноблочные; б – с многоопорной осью блоков одноблочные; в – укороченная двублочная; г – траверса; д – с разнесенными блоками

Для уменьшения кручения грузового полиспаста предназначена крюковая обойма с развернутыми ветвями каната (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.

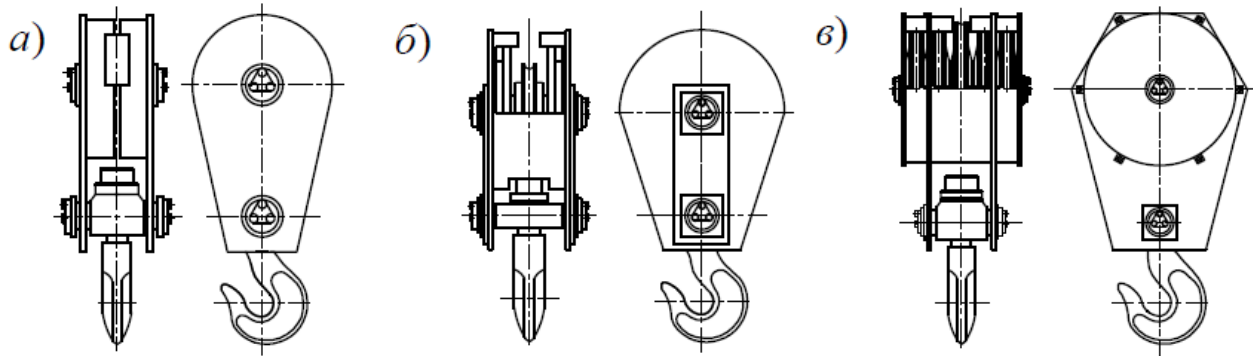


Рис. 3.8. Нормальные крюковые обоймы: а – одноблочная; б – трехблочная; в – пятиблочная

При подъеме громоздких грузов вращение крюка относительно вертикальной оси вручную затруднительно. На рис. 3.9 показана конструкция крюковой укороченной подвески с крюком 1, принудительно вращаемым через зубчатую 2 и червячную 3 переда-

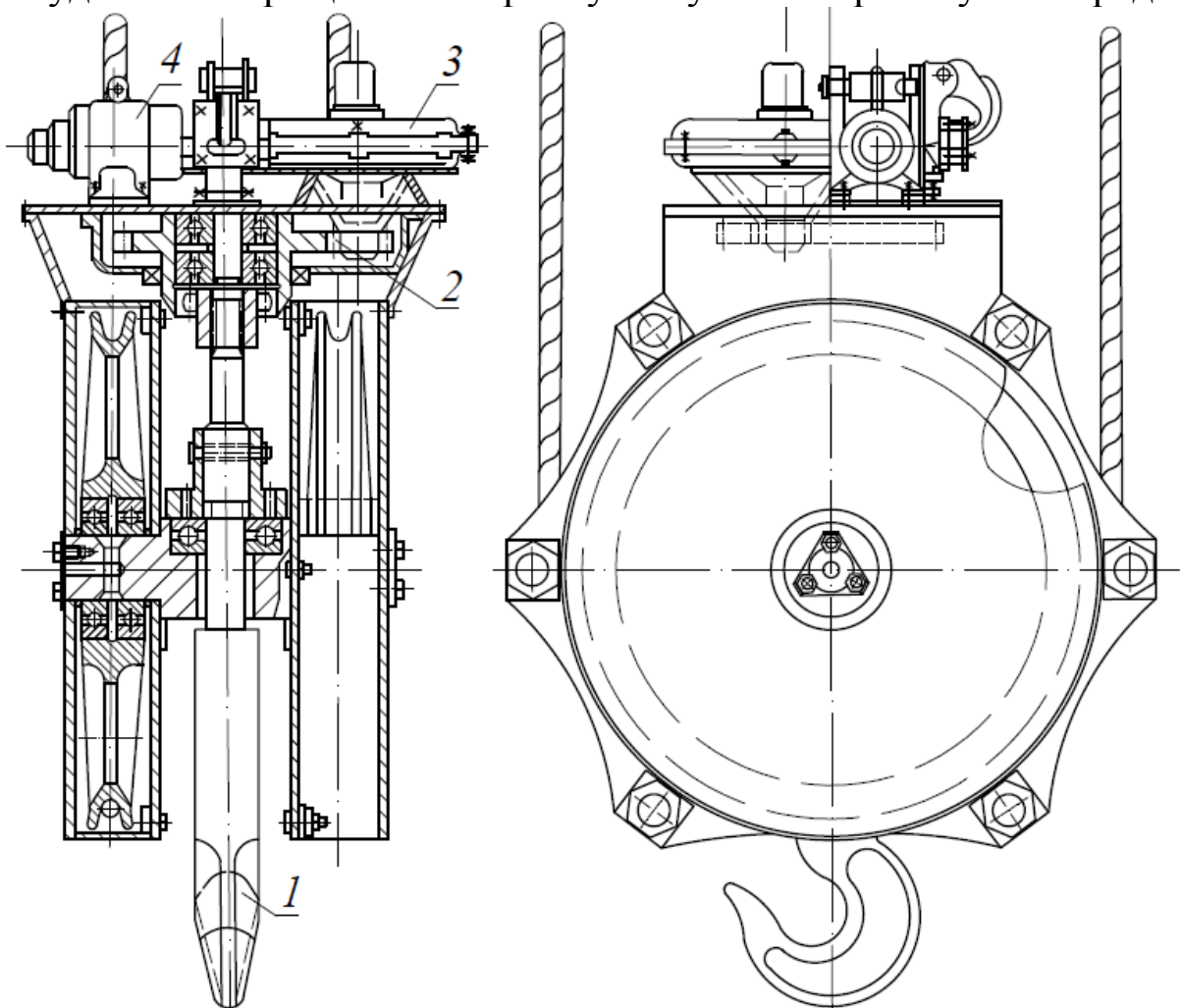


Рис. 3.9. Крюковая обойма с принудительно вращаемым крюком

чи специальным электродвигателем 4 небольшой мощности, управляемым с пульта управления краном.

Для обвязки груза при его прикреплении к крюку применяют различные виды строп, изготовляемых из стальных или пеньковых канатов, сварных цепей и текстильных лент (рис. 3.10). 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  $90^\circ$  ( $\alpha \leq 45^\circ$ ), так как это ведет к значительному увеличению нагрузки на ветви стропа (рис. 3.10, в).

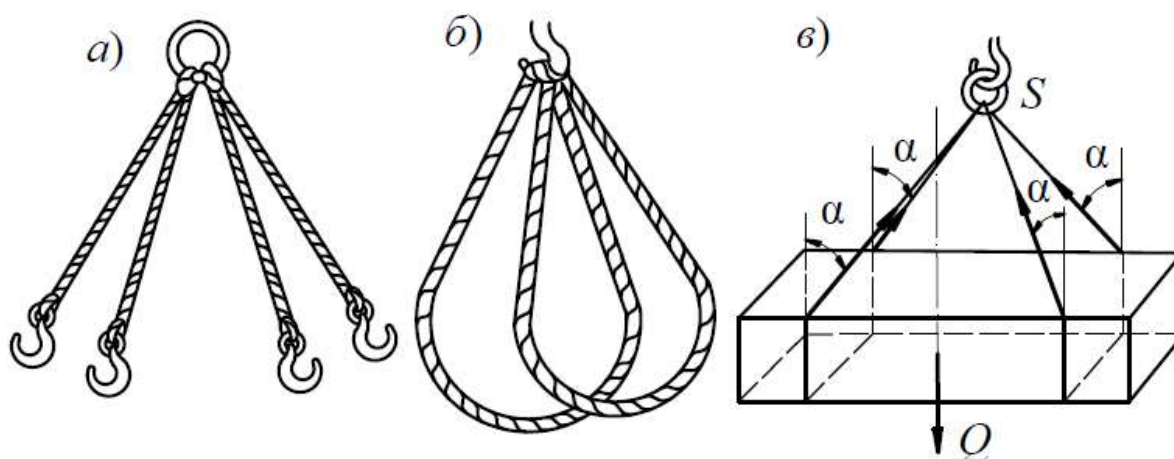


Рис. 3.10. Стропы: а – крюковые; б – петлевые; в – схема подвешивания груза

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 закреплен к корпусу 3 подвески, а другой – ко втулке 4. Втулка эксцентрично посажена на ось 5 подвижного блока б 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.

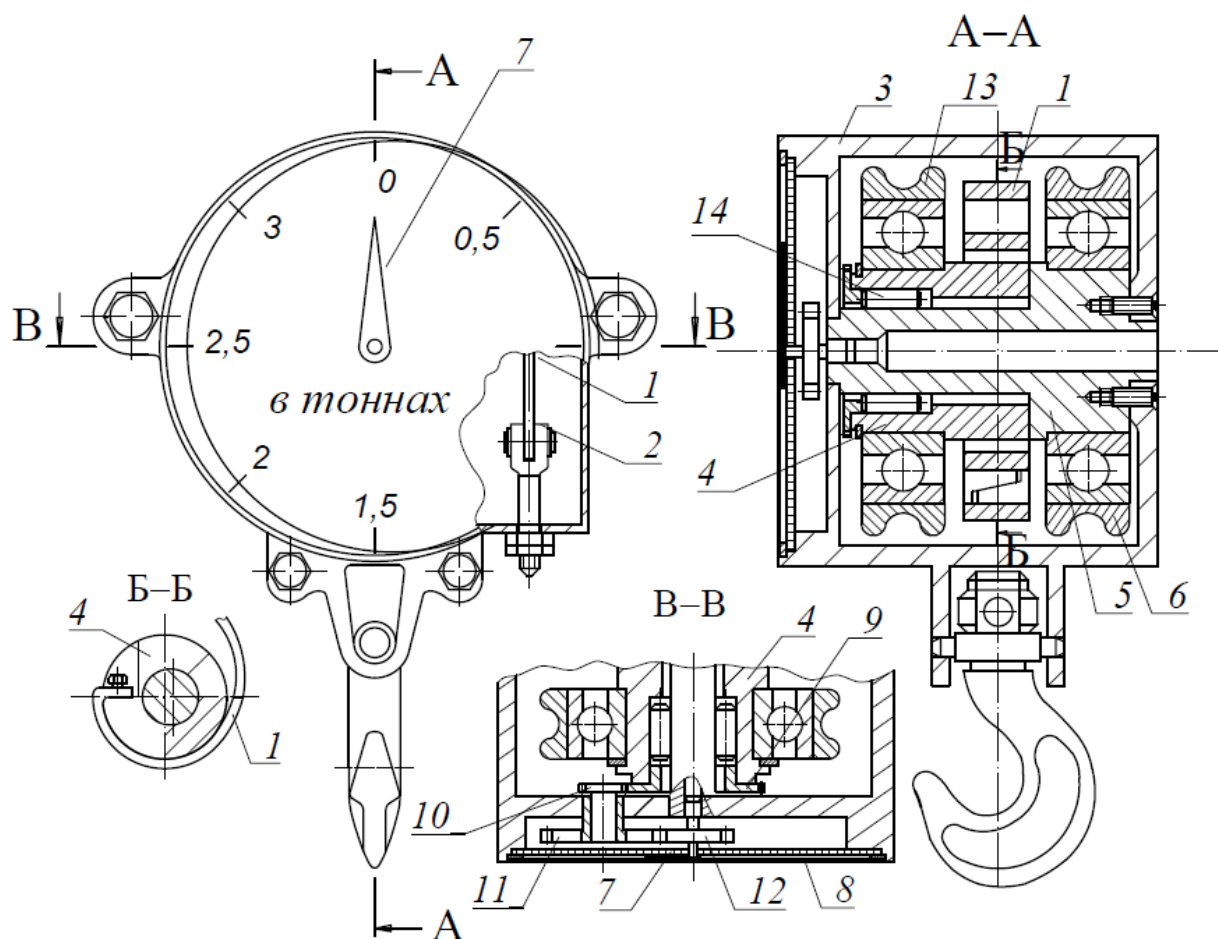


Рис. 3.11. Крюковая подвеска с механизмом измерения массы груза

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 одностипных грузов применяют разнообразные специализированные механические захваты. Наиболее широко используют зажимные фрикционные захваты: клещевые и эксцентриковые. Клещевые фрикционные захваты представляют собой рычажные системы, зажимающие груз

действием веса самого груза. Простейший клещевой захват (рис. 3.12, *a*) 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*.

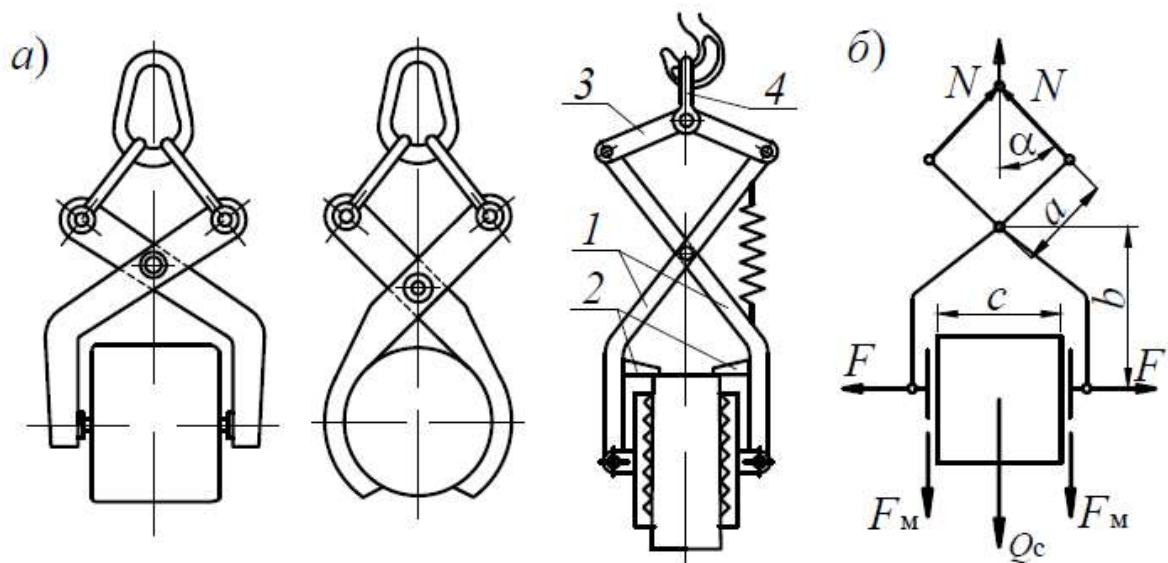


Рис. 3.12. Клещевой фрикционный захват со стягиваемой рычажной системой: *a* – захваты; *б* – схема действия сил

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

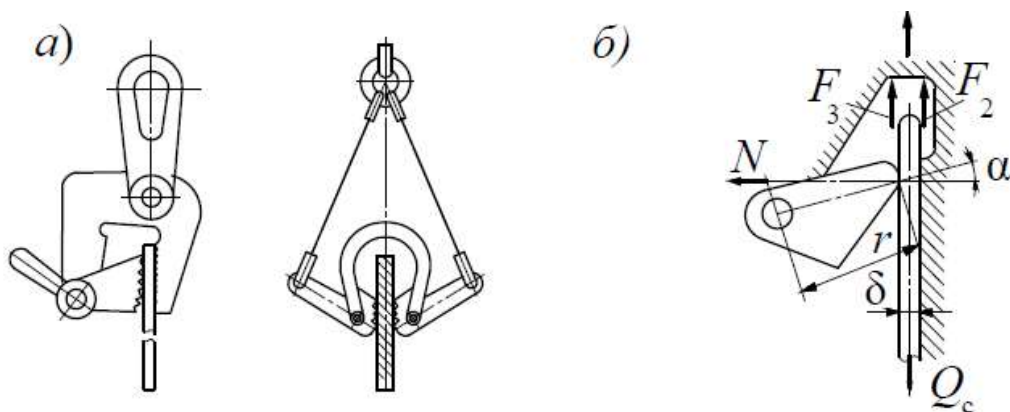


Рис. 3.13. Эксцентрикые захваты: *a* – захваты; *б* – схема действия сил

Для перемещения металлолома, металлических листов, а также металла различного профиля применяют подъемные электромагни-



ты, исключая 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).

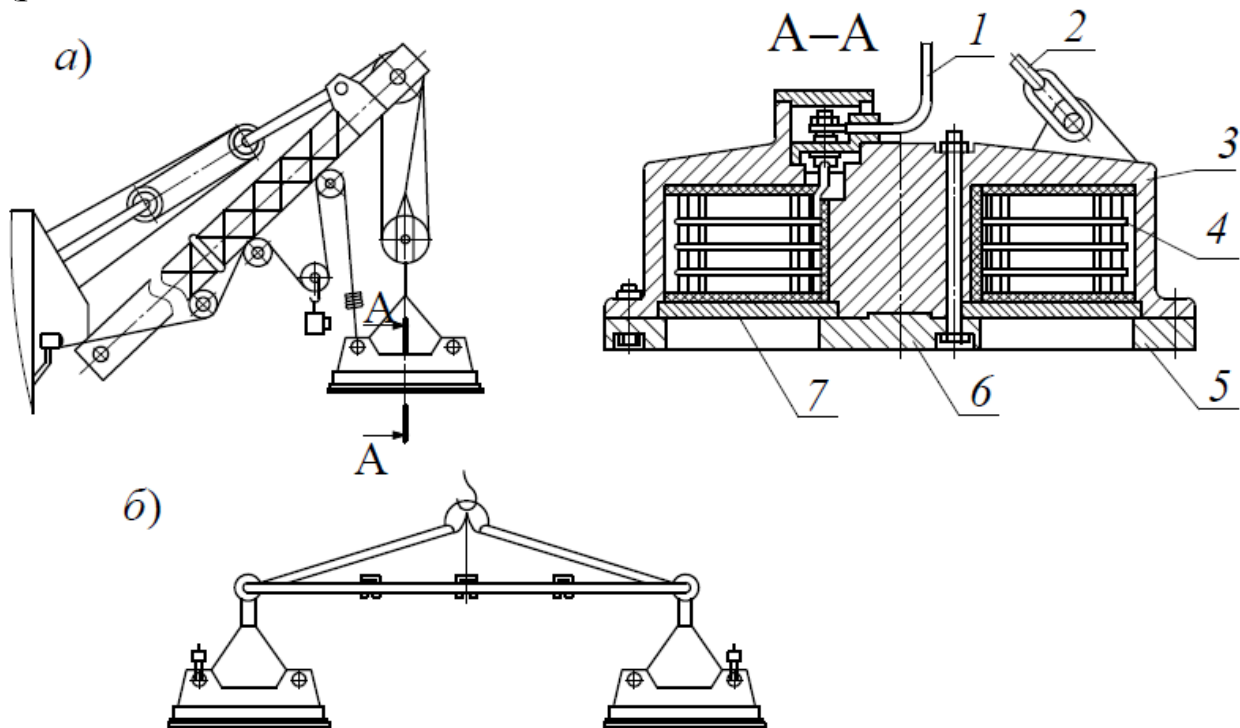


Рис. 3.14. Подъемные электромагниты: а – одиночный; б – на траверсе

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 подни-

маемого 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 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.

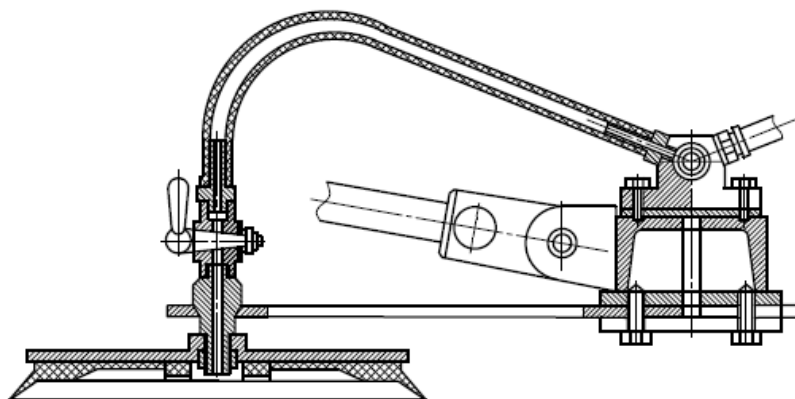


Рис. 3.15. Вакуумный захват

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, надевае-

мой 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 грузеного короба должен располагаться выше и левее поворотных цапф. При транспортировании грузеный 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.

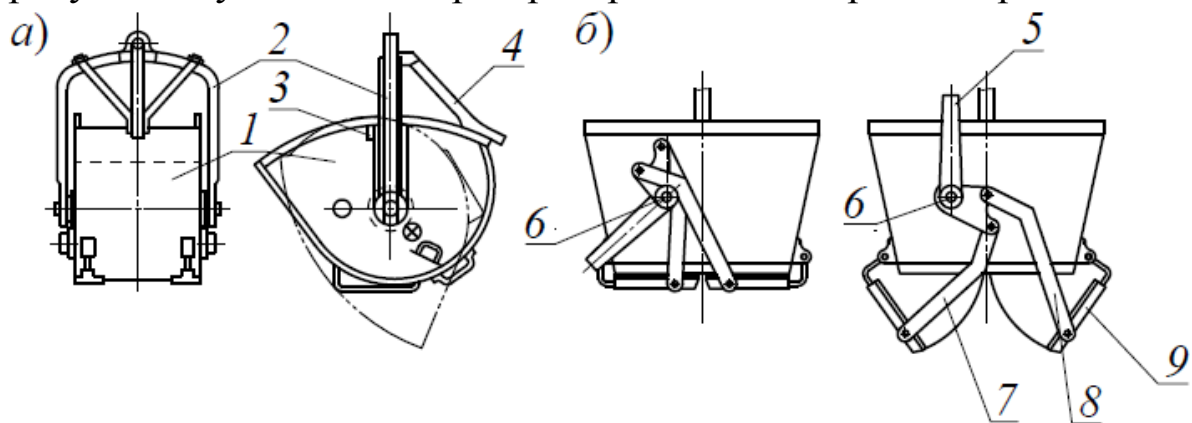


Рис. 3.16. Бадьи: а – опрокидная; б – с раскрывающимся днищем

Бадьи малоприспособны для массовой переброски сыпучих материалов, так как не приспособлены к автоматической загрузке материалами и требуют ручного управления разгрузкой. Для таких операций применяют автоматически работающие челюстные ковши – грейферы. Некоторые типы грейферов приведены на рис. 3.17.

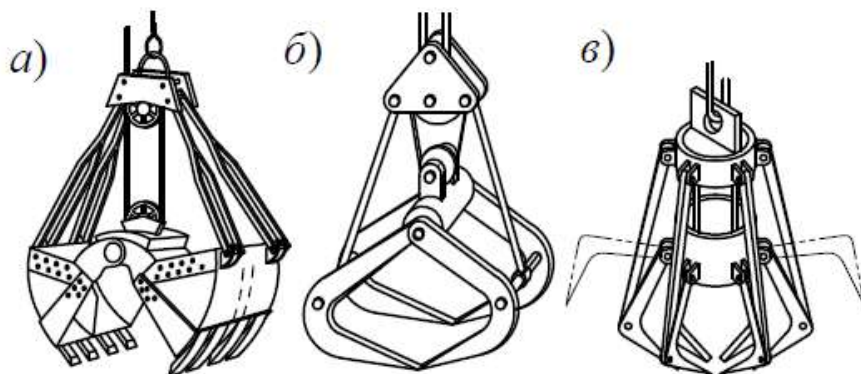


Рис. 3.17. Грейферы: а – двухчелюстной для сыпучих грузов; б – двухчелюстной для штучных грузов; в – многочелюстной



Наибольшее распространение имеют двухчелюстные грейферы для сыпучих материалов (рис. 3.17, а), которыми оборудованы почти все передвижные поворотные краны. Емкость двухчелюстных грейферов  $0,4\text{--}10\text{ м}^3$ .

Двухчелюстные грейферы с открытыми с торцов челюстями используют для перегрузки труб, бревен и других длиномерных 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 двухканатные, 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 тяг 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.

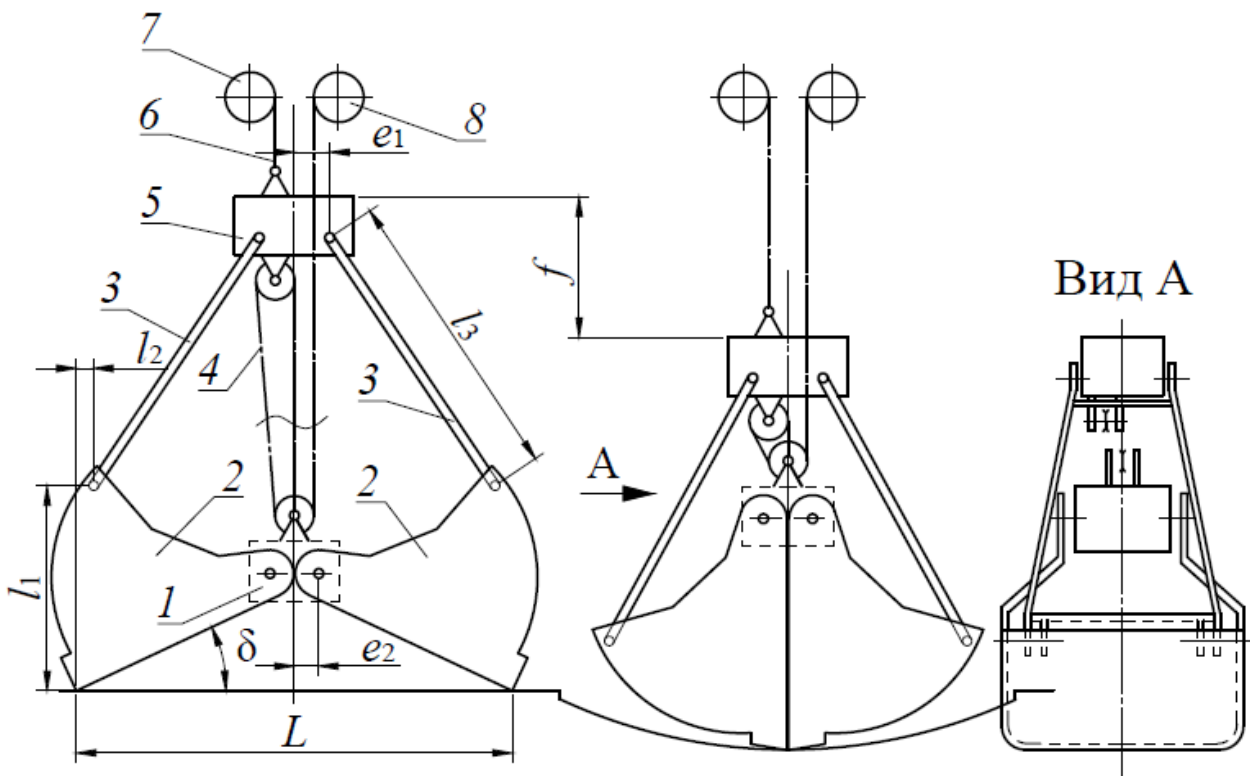


Рис. 3.18. Двухканатный грейфер

Когда грейфер висит на поддерживающем канате *б*, 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 канат, который при достаточной опытности крановщика может принять на себя часть общей нагрузки.

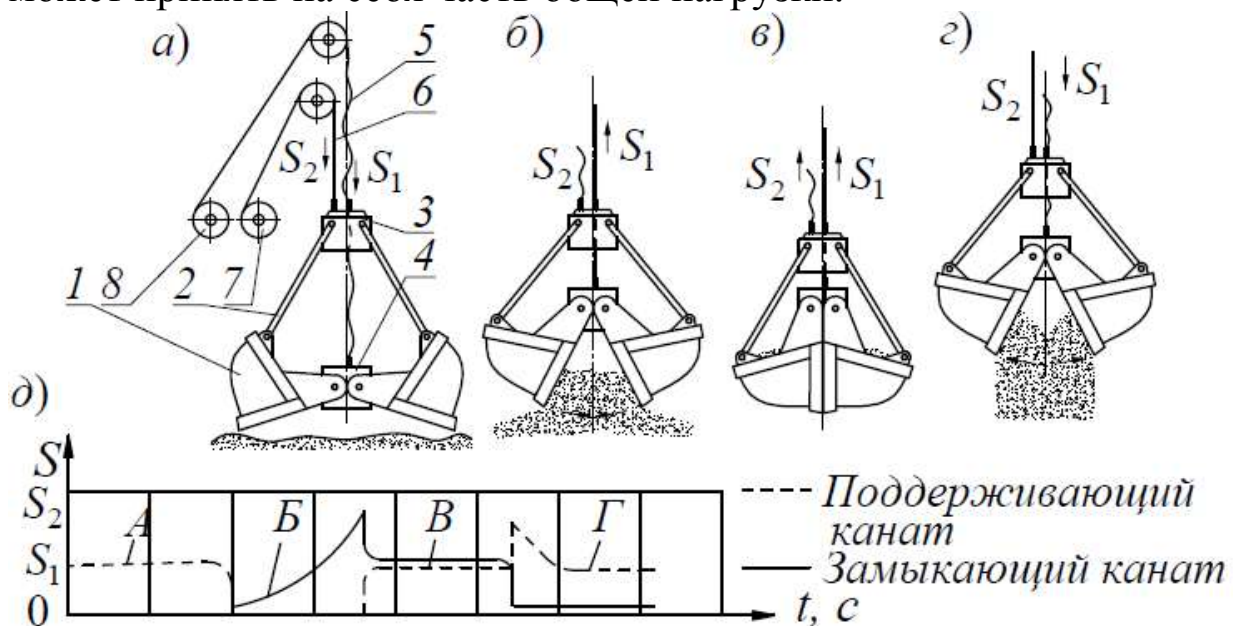


Рис. 3.19. Принцип работы грейфера: *а* – опускание на материал; *б* – захват груза; *в* – подъем грейфера; *з* – разгрузка; *д* – диаграмма натяжения канатов

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 натяжение 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 замыка-

ющий канат ослаблен, натяжение подъемного каната резко увеличивается до  $S_2$  с последующим снижением за счет высыпания груза до величины  $S_1$  (фаза  $\Gamma$ ).

Крюковой (одноканатный) грейфер (рис. 3.20, *a*) навешивают на крюк крана петлей, связанной канатом с подвижной средней траверсой *б*, которая при помощи крюка, управляемого ручкой *4*, может сцепляться с нижней траверсой *5*.

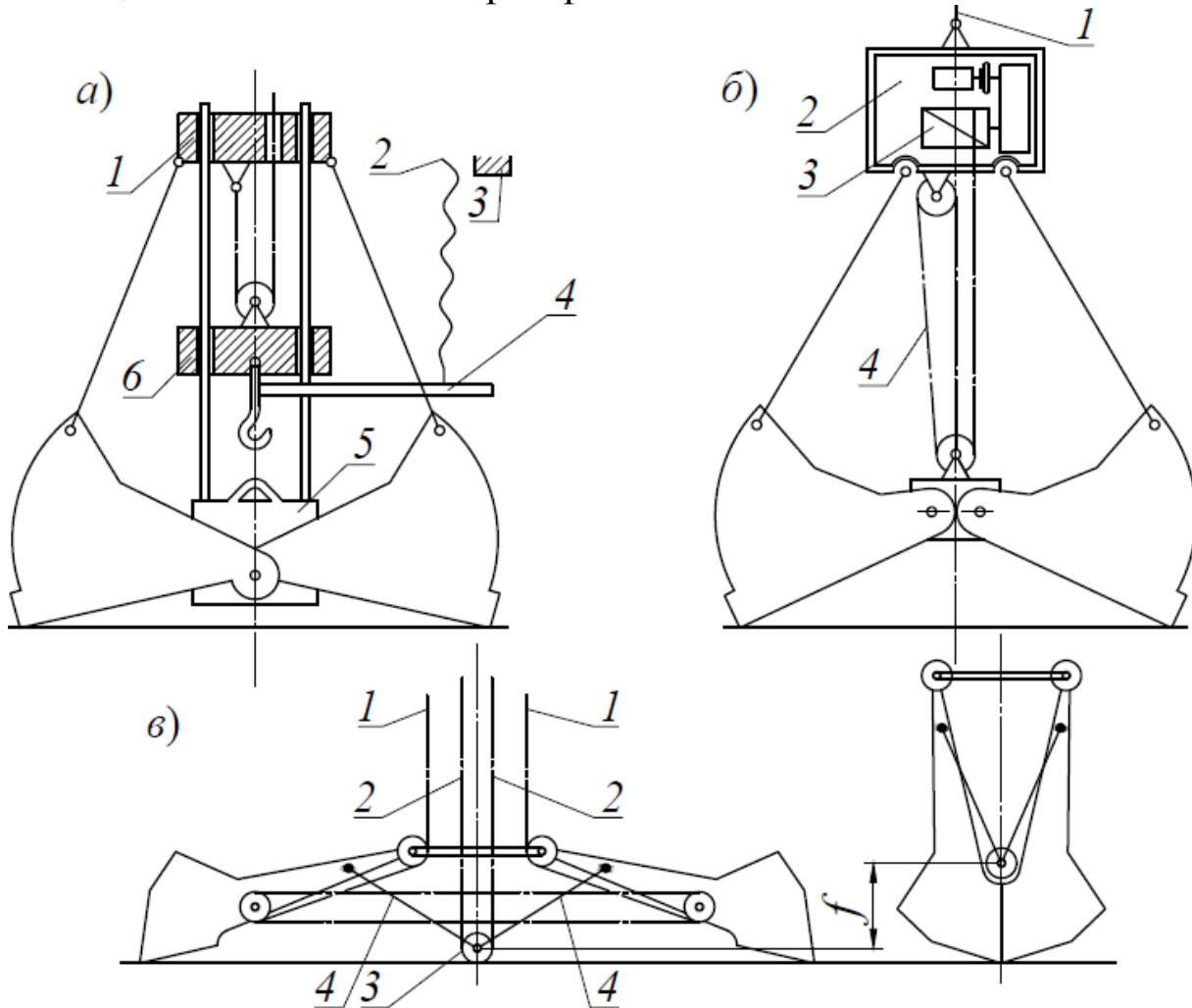


Рис. 3.20. Грейферы: *a* – одноканатный; *б* – моторный; *в* – подгребающий

Так же как у двухканатного, челюсти одноканатного грейфера связаны шарниром с нижней траверсой *5* и посредством тяг – 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 б опускается и сцепляется с нижней траверсой. При выбирании 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, закрепляемых на нижней траверсе.

Подгребающие грейферы предназначены для зачерпывания материала, например, из вагонов и т. п.

В четырехканатном подгребающем грейфере замыкающие канаты 1 образуют горизонтальный полиспаст (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 под-

вешенном состоянии – при остановленных замыкающих канатах и перемещающихся вверх поддерживающих. При горизонтальном замыкающем полиспаде 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  $f$  (см. рис. 3.20, *в*), а не вниз, как у обычных грейферов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение канавки, выполненной на хвостовике кованого крюка (см. рис. 3.2).

2. Для какой цели в гайку, удерживающую петлю в траверсе, вкручены винты (см. рис. 3.5, *б*)?

3. Назначение добавочного груза на подвеске крюка (см. рис. 3.6).

4. Определить кратность полиспаста, если представленная на рис. 3.7, *а* крюковая обойма подвешена к сдвоенному барабану.

5. Определить, на какую кратность рассчитаны крюковые обоймы, представленные на рис. 3.8.

6. Указать, что изображено между поз. 3 и поз. 4 на рис. 3.9.

7. Изобразить кинематическую схему передачи, обеспечивающей вращение крюка от двигателя (см. рис. 3.9).

8. Изобразить кинематическую схему мультипликатора, встроенного в механизм измерения массы груза (см. рис. 3.11).

9. При каком значении угла  $\alpha$  груз не удерживается эксцентриковым захватом (см. рис. 3.13, *б*)?

10. Почему шайба, обозначенная поз. 7 на рис. 3.14, *а*, выполнена из высокомарганцовистой стали?

11. Объяснить, за счет чего бадья возвращается в транспортное положение после разгрузки груза (см. рис. 3.16, *а*).

12. Указать положение рычагов, обозначенных на рис. 3.16, *б*, поз. 7 и 8, в тот момент, когда они уже не способны удерживать груз, и под действием веса груза начинают открываться.

13. Определить кратность полиспаста (см. рис. 3.18).

## 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 установленных на общем основании 5. Поворот колодок относительно вер-



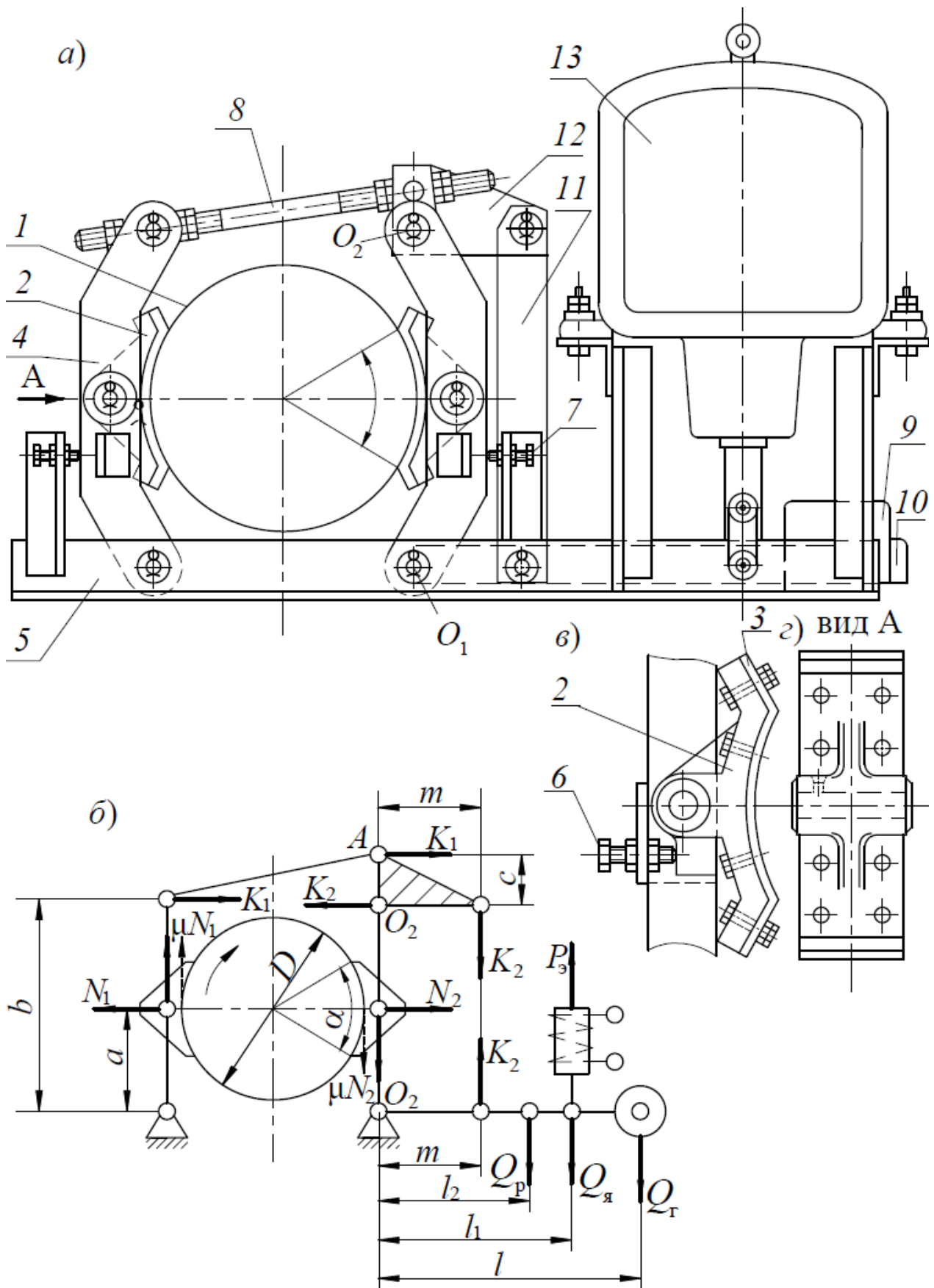


Рис. 4.1. Двухколодный тормоз с длинноходовым электромагнитом:  
*a* – тормоз; *б* – схема действия сил; *в* – узел фиксации колодки;  
*г* – тормозная колодка

тикальных 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 состоит из стальных штампованных рычагов 1 и 2, закрепленных 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.

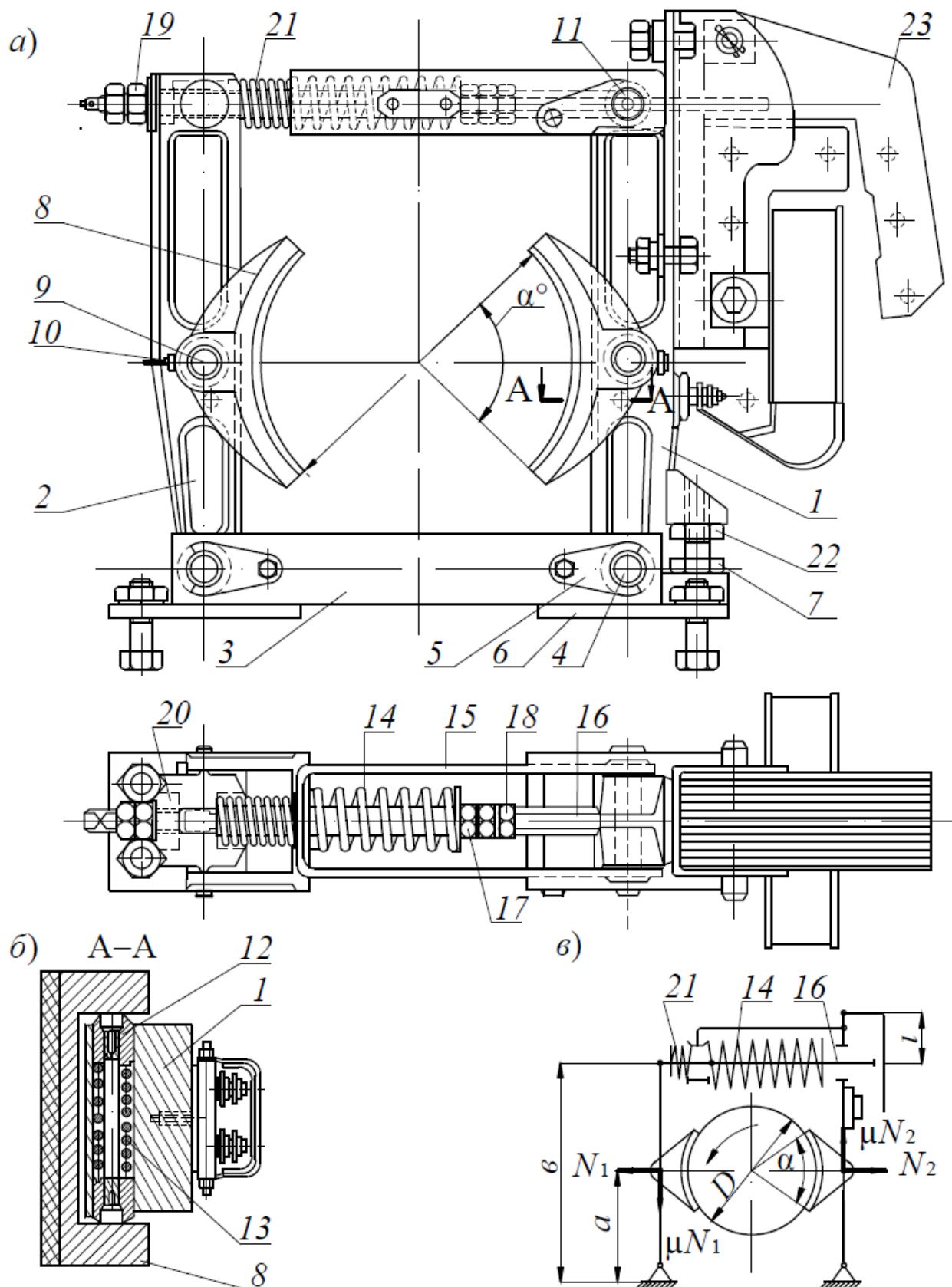


Рис. 4.2. Двухколодный тормоз с короткоходовым электромагнитом:  
 а – тормоз; б – узел фиксации колодки;  
 в – схема действия сил

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*).

Накладки крепятся к ленте клеем, медными (алюминиевыми) заклепками или болтами впотай со стороны трения (рис. 4.4, *а*).

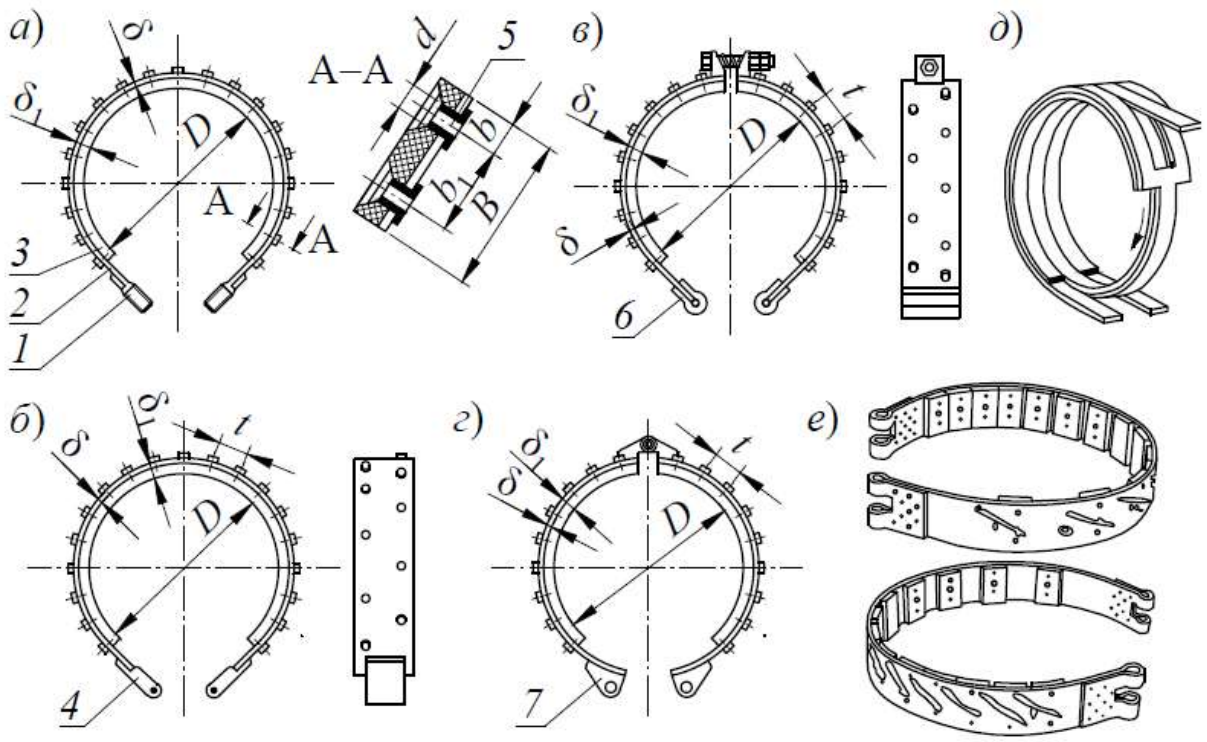


Рис. 4.3. Тормозная лента: *a* – со стяжками; *б* – с тягами; *в* – с петлями; *г* – с проушинами; *д* – с углом обхвата 590°; *е* – с неравномерным шагом крепления колодок

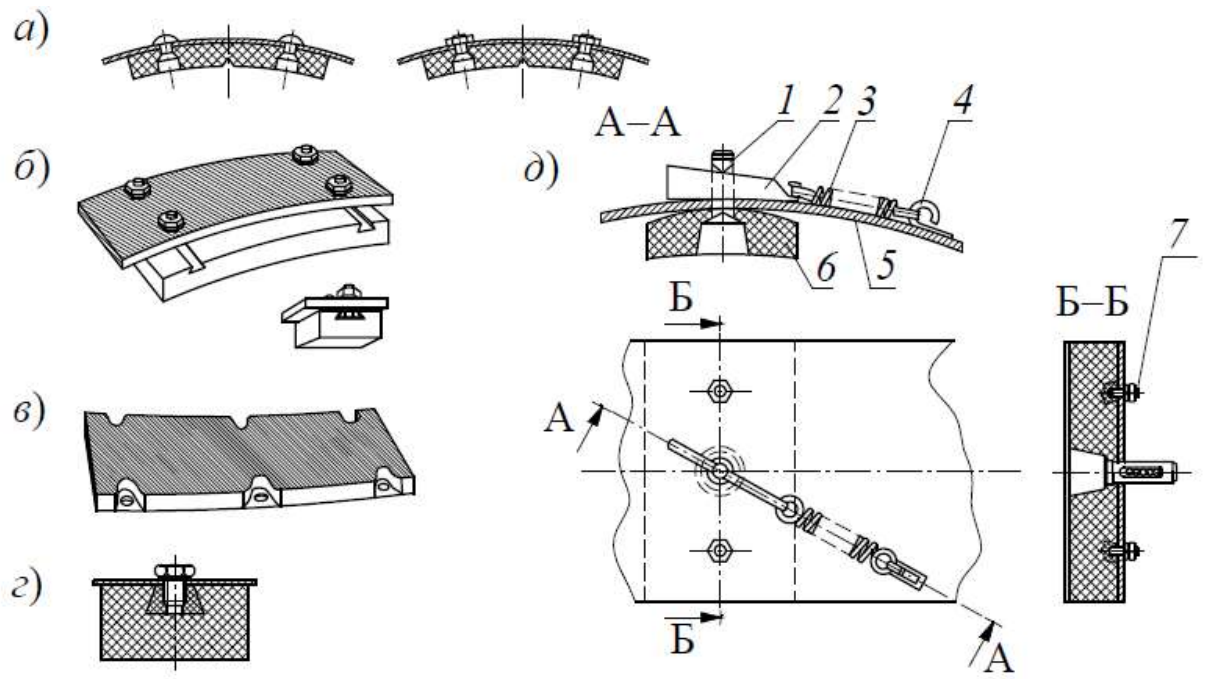


Рис. 4.4. Крепление фрикционных обкладок к колодкам: *a* – заклепками или болтами; *б* – в пазы «ласточкин хвост»; *в* – болтами, головки которых расположены в пазах колодки; *г* – болтами, ввернутыми в резьбовое отверстие колодки; *д* – шарнирно

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.

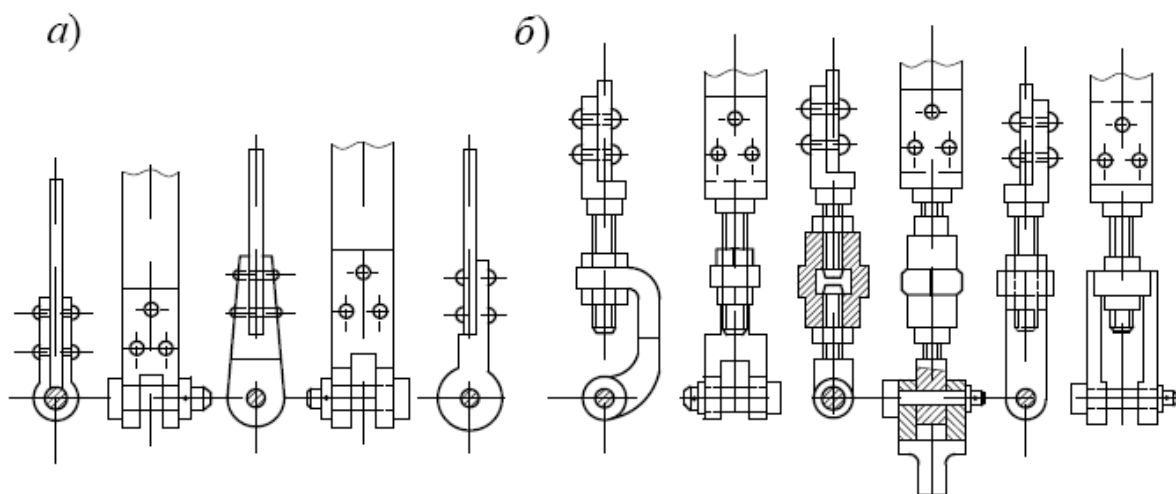


Рис. 4.5. Закрепление конца тормозной ленты:  
а – заклепками; б – винтовой стяжкой



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).

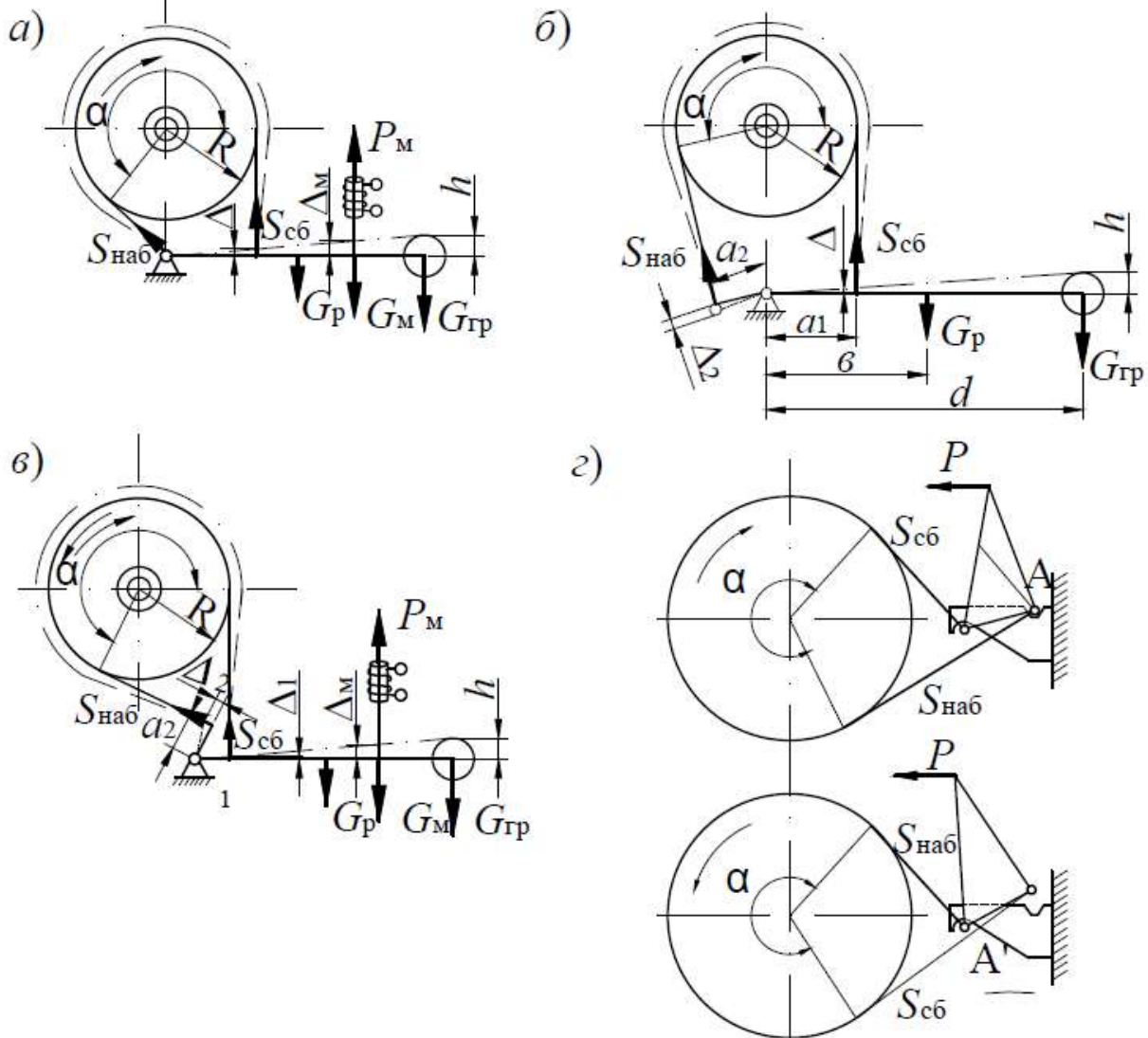


Рис. 4.6. Расчетные схемы ленточных тормозов:  
 а – простого; б – дифференциального; в – суммирующего;  
 г – двухстороннего действия

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 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 (рис. 4.7, *а*), так и с короткоходовыми электромагнитами, а также с пневмо- и гидроприводом (рис. 4.7, *б*).

Одним из недостатков ленточных тормозов, управляемых длинноходовыми электромагнитами, являются большие габаритные размеры, зависящие от размеров тормозного рычага. Механизм с гидроприводом более компактен.

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

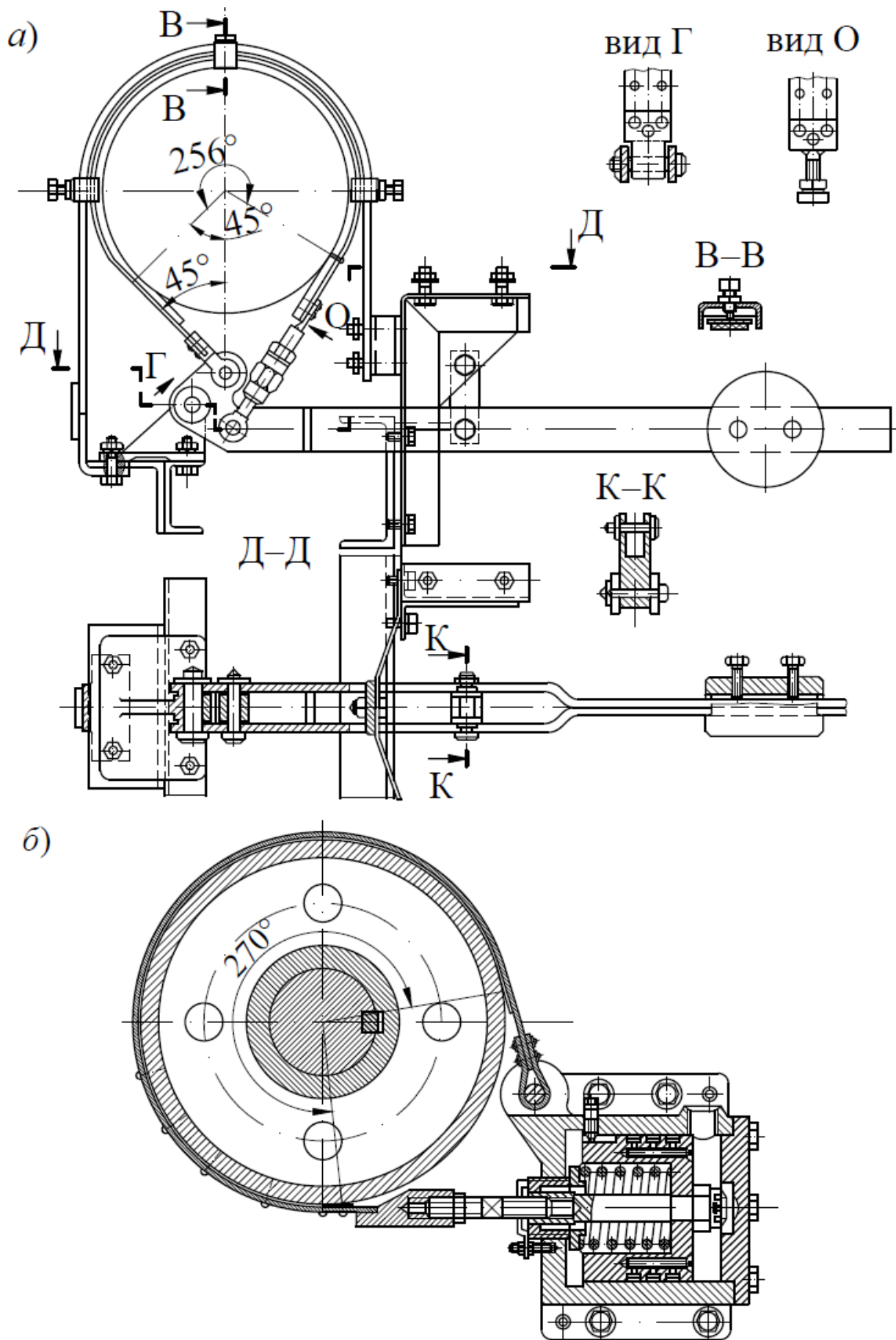


Рис. 4.7. Ленточные тормоза: а – с длинноходовым электромагнитом; б – с гидроприводом

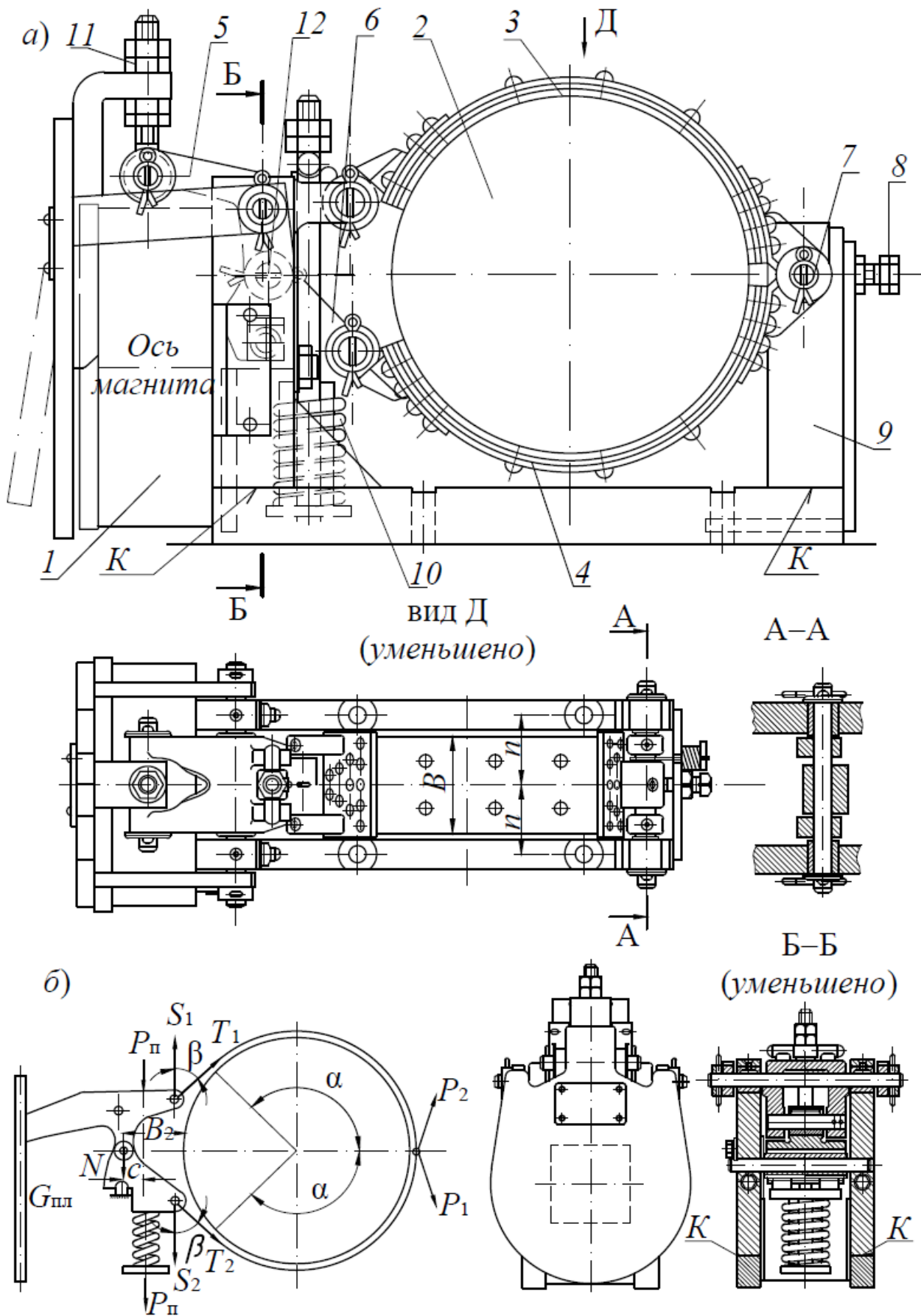


Рис. 4.8. Короткоходовой ленточный тормоз серии ТЛП:  
 а – тормоз; б – схема действия сил

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  $320^\circ$ ), 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 диаметром  $D$  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 вулканизации. Эти ленты имеют высокий и устойчивый коэффициент трения (0,42–0,53), выдерживают температуру до  $220^\circ\text{C}$ , 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, КПП 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.

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



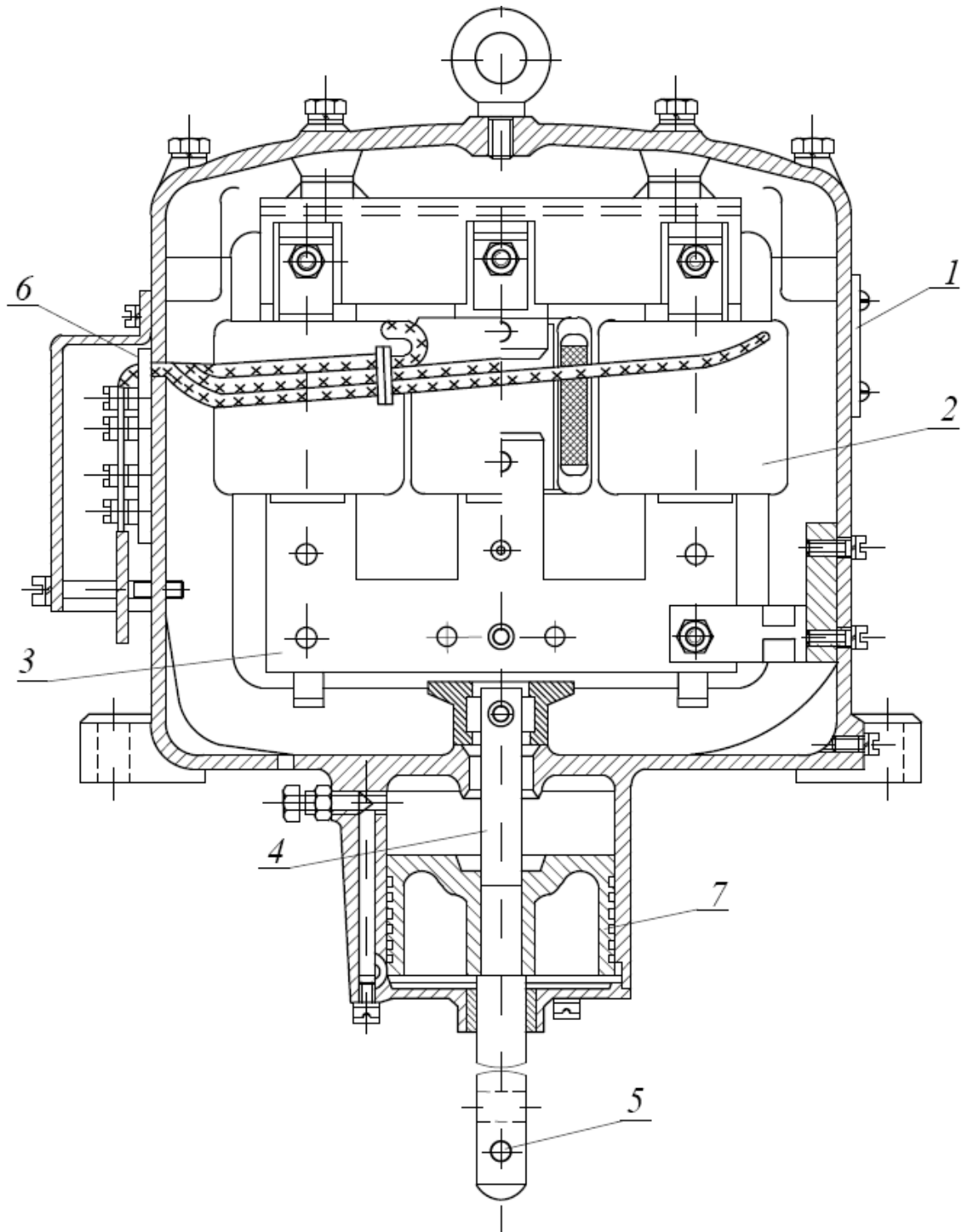


Рис. 4.9. Длинноходовой тормозной электромагнит переменного тока типа КМТ

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

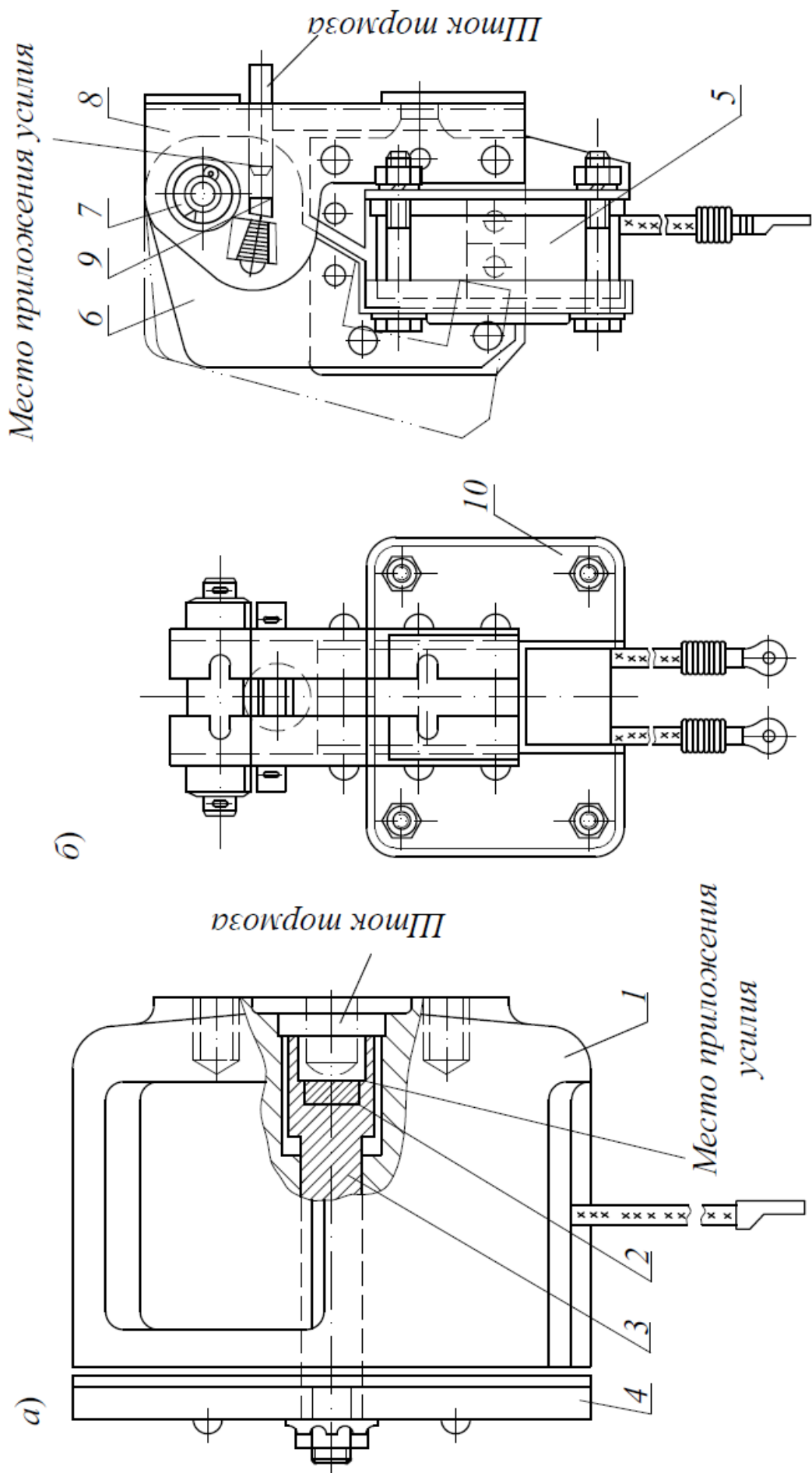


Рис. 4.10. Короткоходовые электромагниты:  
*а* – постоянного тока типа МП; *б* – переменного тока типа МО-Б

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, 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. Пор-

шень *1* под действием внешней нагрузки и собственного веса опускается вниз, заставляя жидкость перетекать в пространство над поршнем.

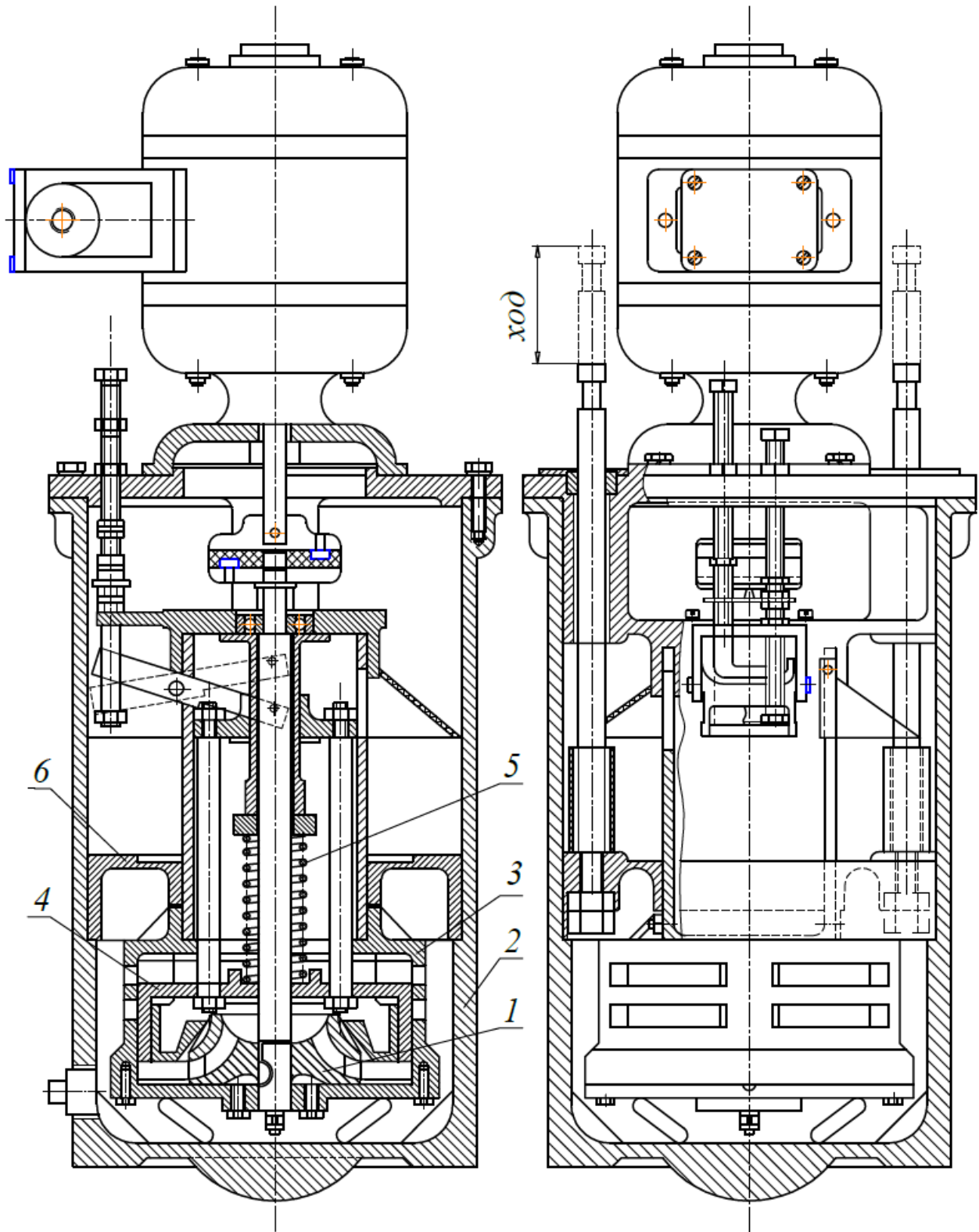


Рис. 4.11. Электрогидравлический двухштоковый толкатель

Лопастни рабочего 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.

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, пе-

ремеща 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.

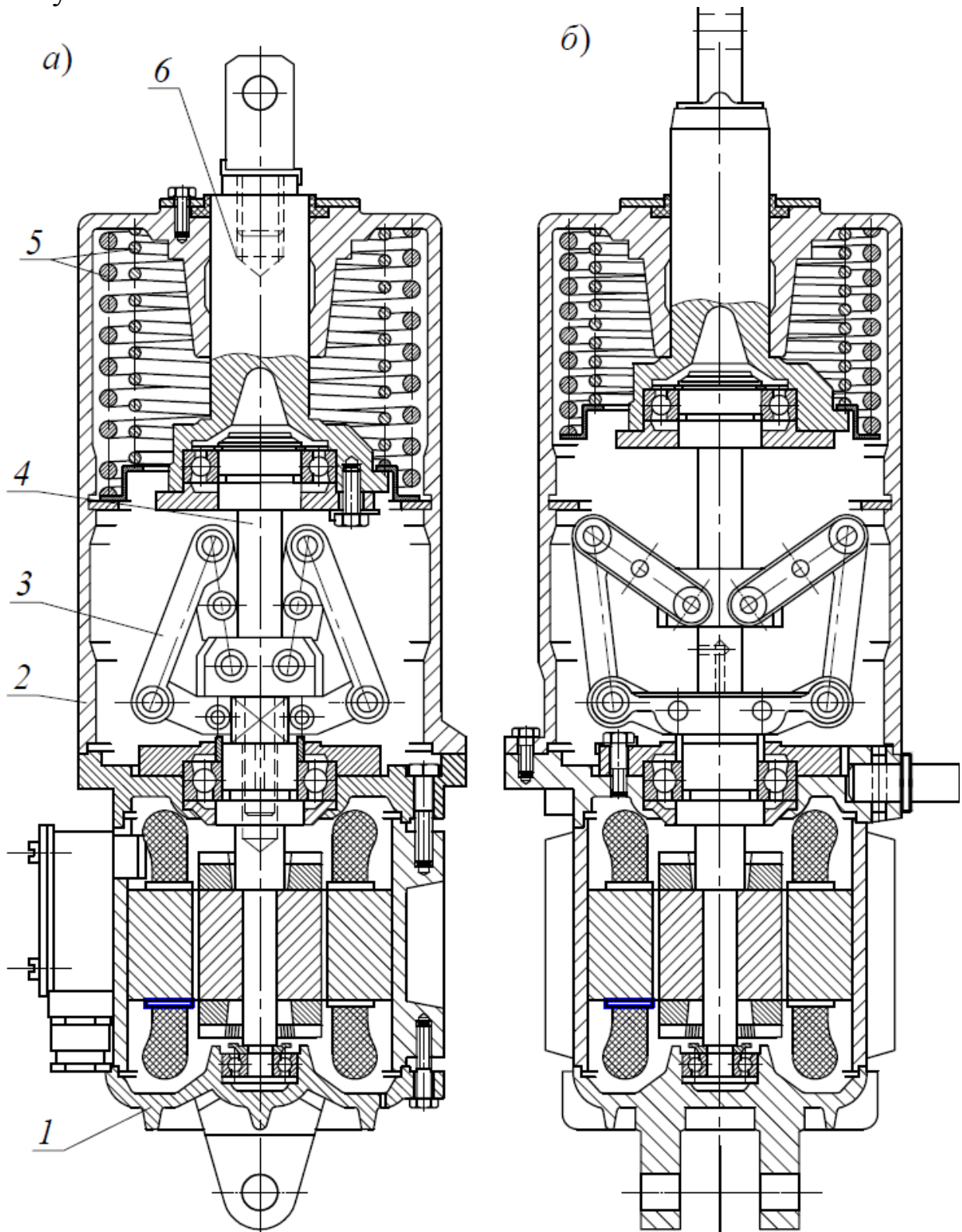


Рис. 4.12. Центробежный толкатель: *а* – положение покоя; *б* – положение при включенном двигателе толкателя



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 влиянием 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 *б*, 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 шестер-

ни 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 наворачиваться 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 преодолеть трение в коническом тормозе.

В механических тормозных устройствах для ограничения и регулирования скорости используется принцип перемещения отдельных 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,

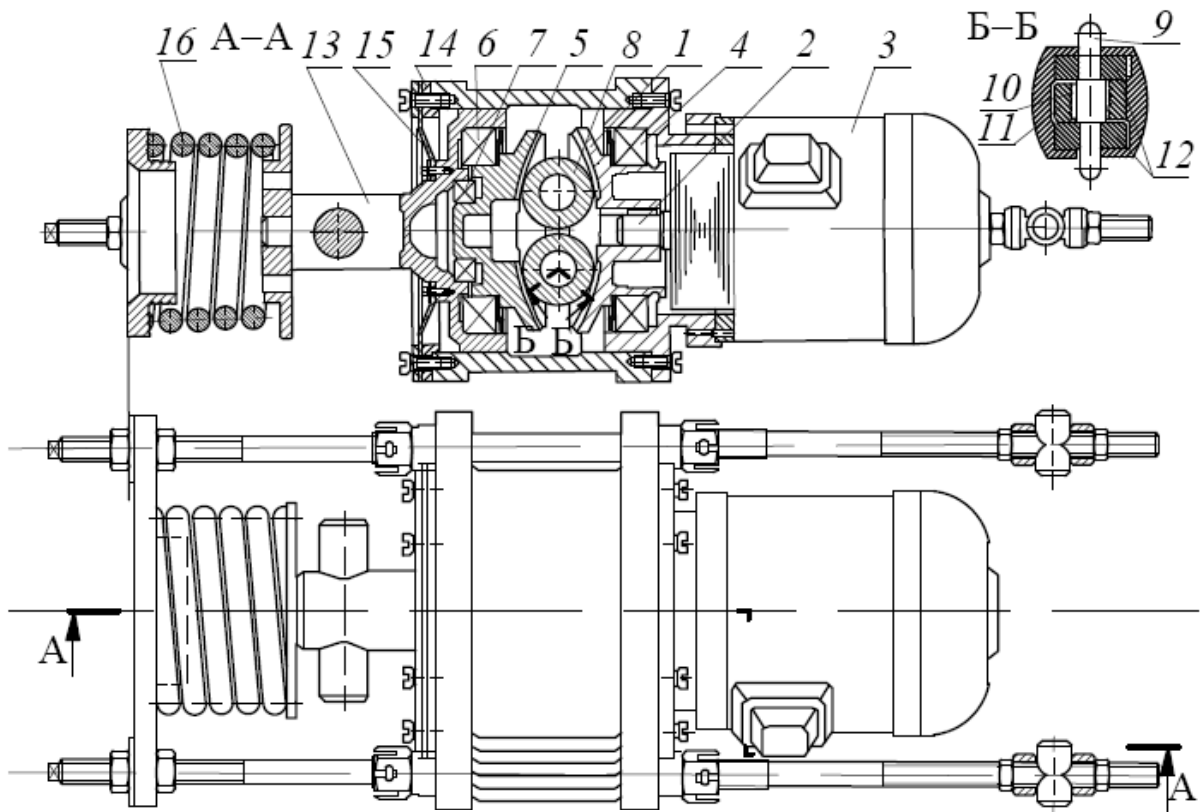


Рис. 4.13. Центробежный толкатель ЭМТ-2

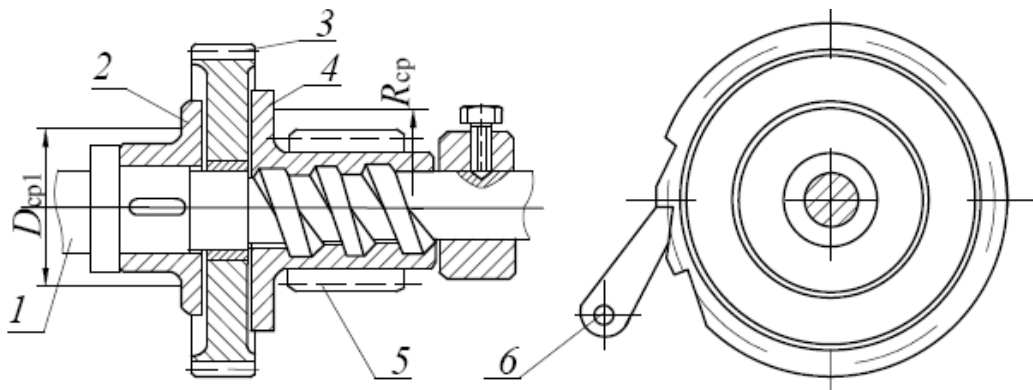


Рис. 4.14. Дисковый грузоупорный тормоз

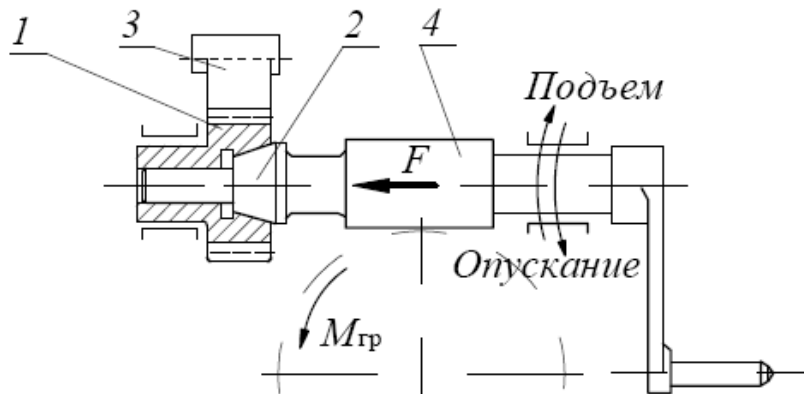


Рис. 4.15. Грузоупорный тормоз с червячной передачей

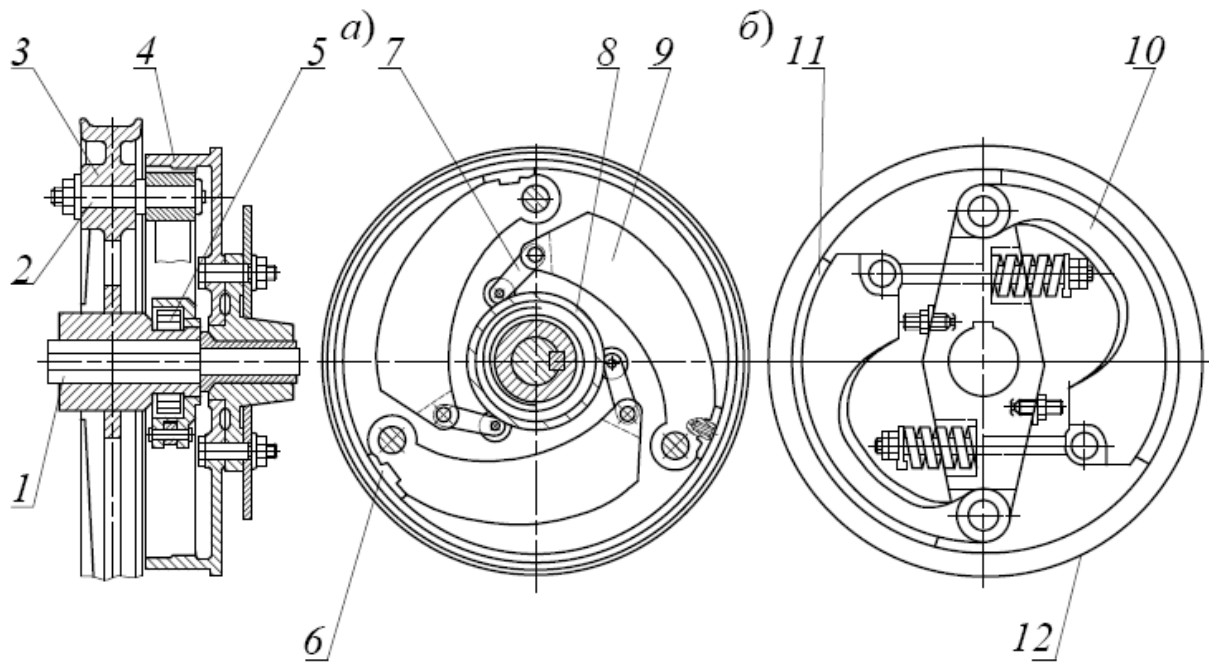


Рис. 4.16. Normally открытое тормозное устройство для регулирования скорости одностороннего направления действия:  
*а* – с вкладышами трения; *б* – с колодками трения

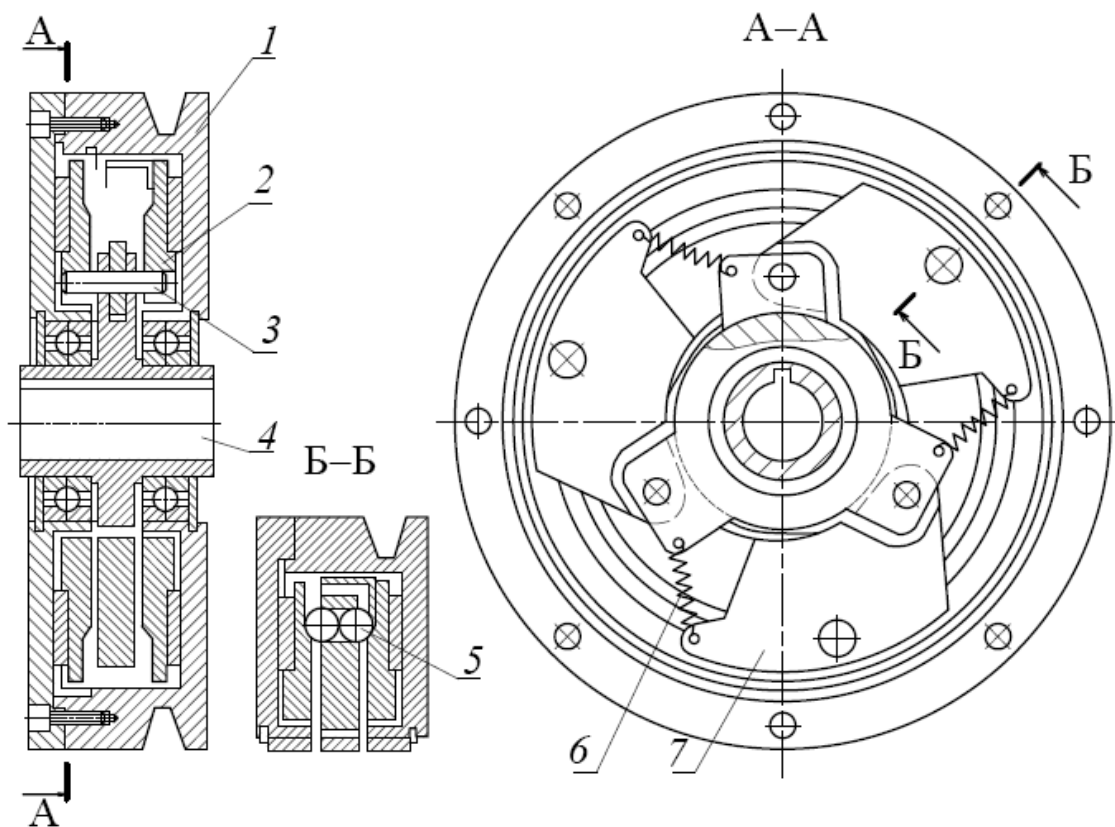


Рис. 4.17. Normally замкнутое тормозное устройство для регулирования скорости

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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как осуществляется регулировка зазоров в тормозах с длинно- и короткоходным электромагнитом (см. рис. 4.1 и рис. 4.2)?

2. Назначение гайки, обозначенной на рис. 4.2, а, поз 18.

3. Определить необходимое затормаживающее усилие ( $G_{гр}$ ), если натяжение ( $S_{сб}$ ), приложенное к сбегавшей со шкива ветви, равно 100 Н (см. рис. 4.6, а).

4. Назначение демфера в конструкции длинноходового электромагнита (см. рис. 4.9).

5. Показать ход якоря короткоходового электромагнита (см. рис. 4.10).

6. Показать движение жидкости при включении и выключении двигателя электрогидравлического двухштокового толкателя (см. рис. 4.11).

7. Показать направление вращения всех элементов, входящих в состав дискового грузоупорного тормоза, при подъеме и спуске груза (рис. 4.14).

8. Показать направление вращения всех элементов грузоупорного тормоза с червячной передачей при подъеме и спуске груза (рис. 4.14).

## 5. ТАЛИ, ЛЕБЕДКИ С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ И ЭЛЕКТРОТАЛИ

*Цель работы: ознакомление с конструкциями двух видов ручных талей, ручных лебедок и электротали.*

Таями 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.



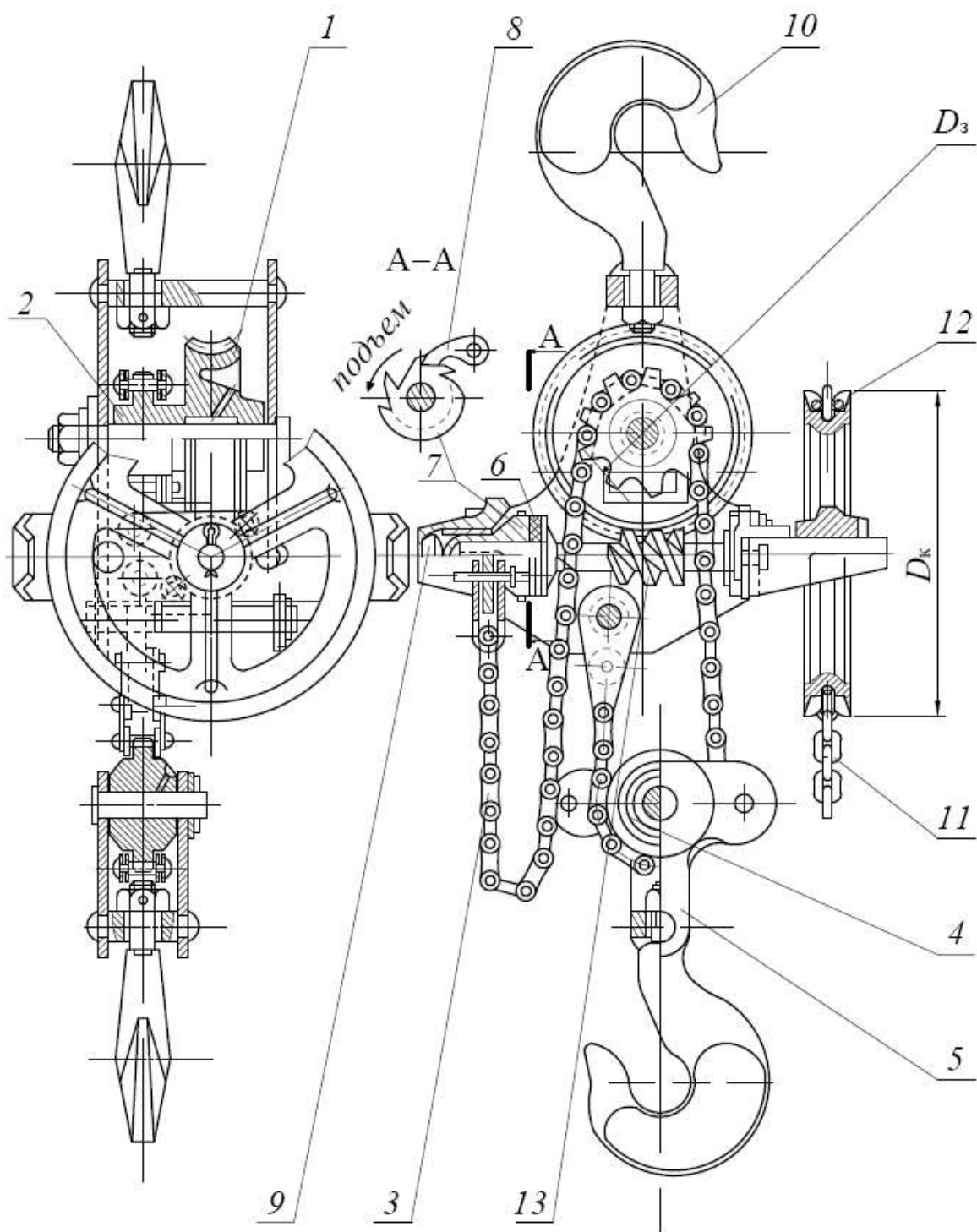


Рис. 5.1. Ручная червячная таль

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 – тяговое 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. Зубча-

тое 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*.

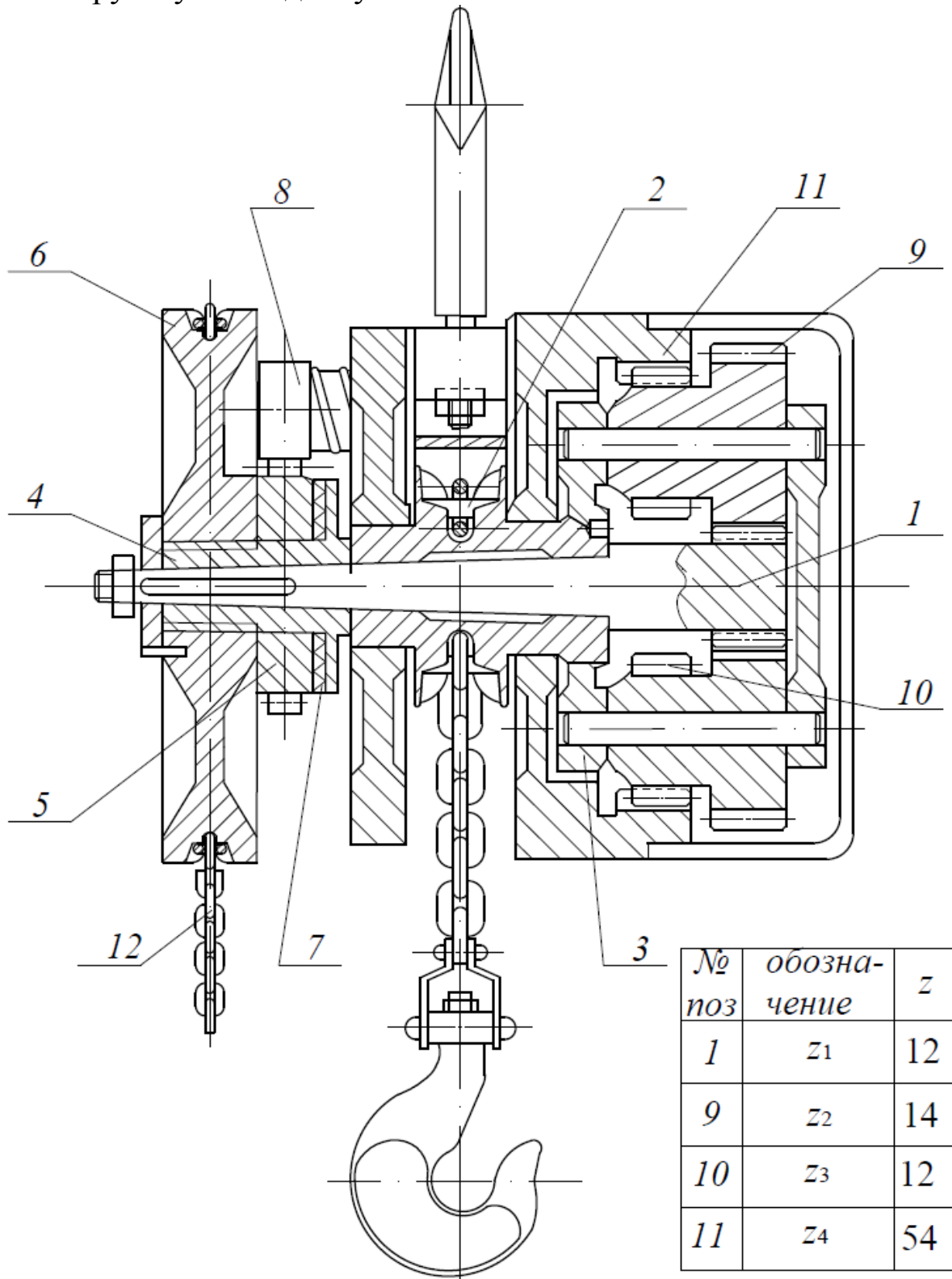


Рис. 5.2. Ручная шестеренчатая таль

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
Относительная 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

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. Тормоз-

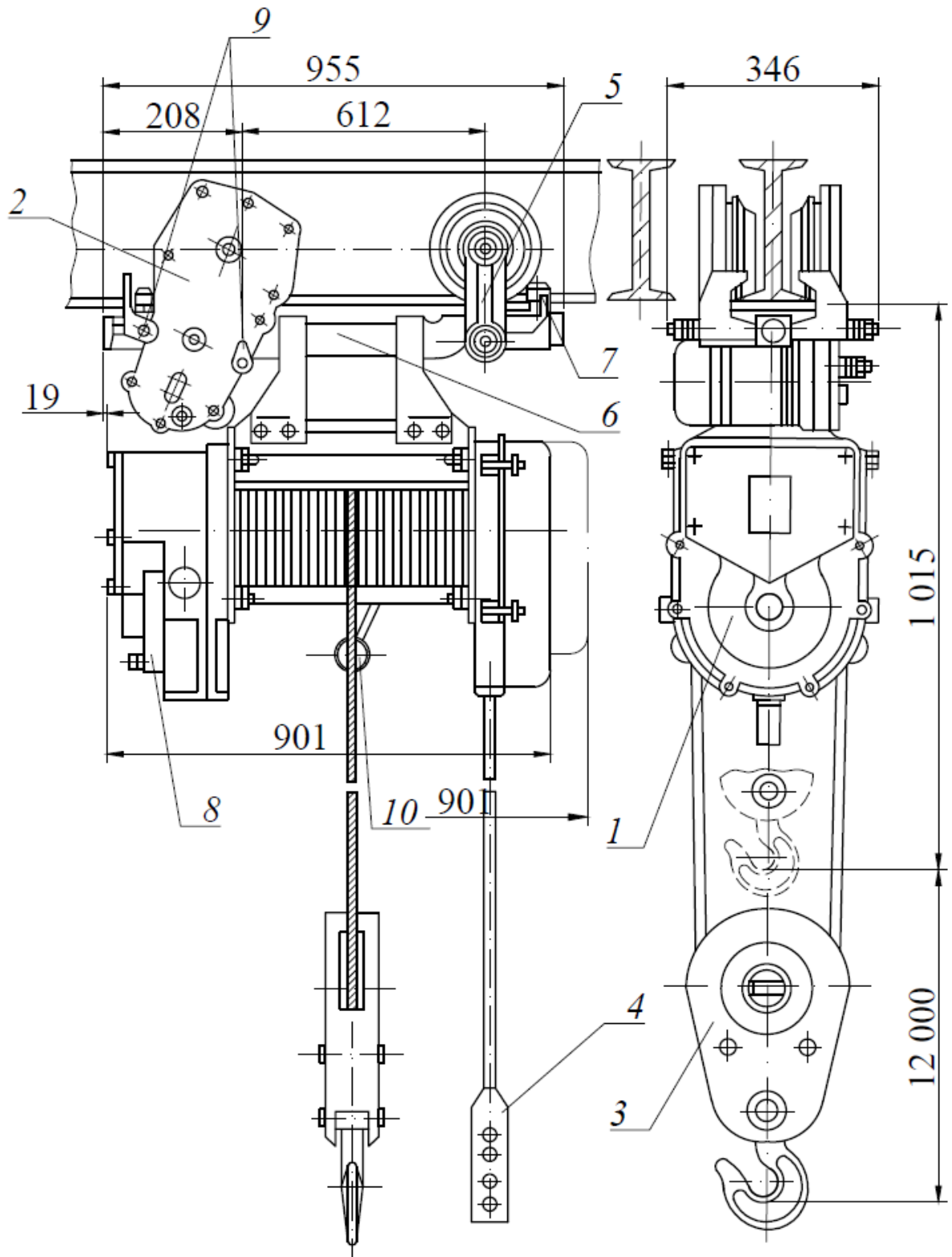


Рис. 5.3. Таль электрическая ТЭ-511

ной шкив 5 стопорного тормоза 3, снабженный лопастями 6, закреплен на консоли быстроходного вала редуктора и выполняет роль вентилятора, охлаждающего таль. Для улучшения охлаждения

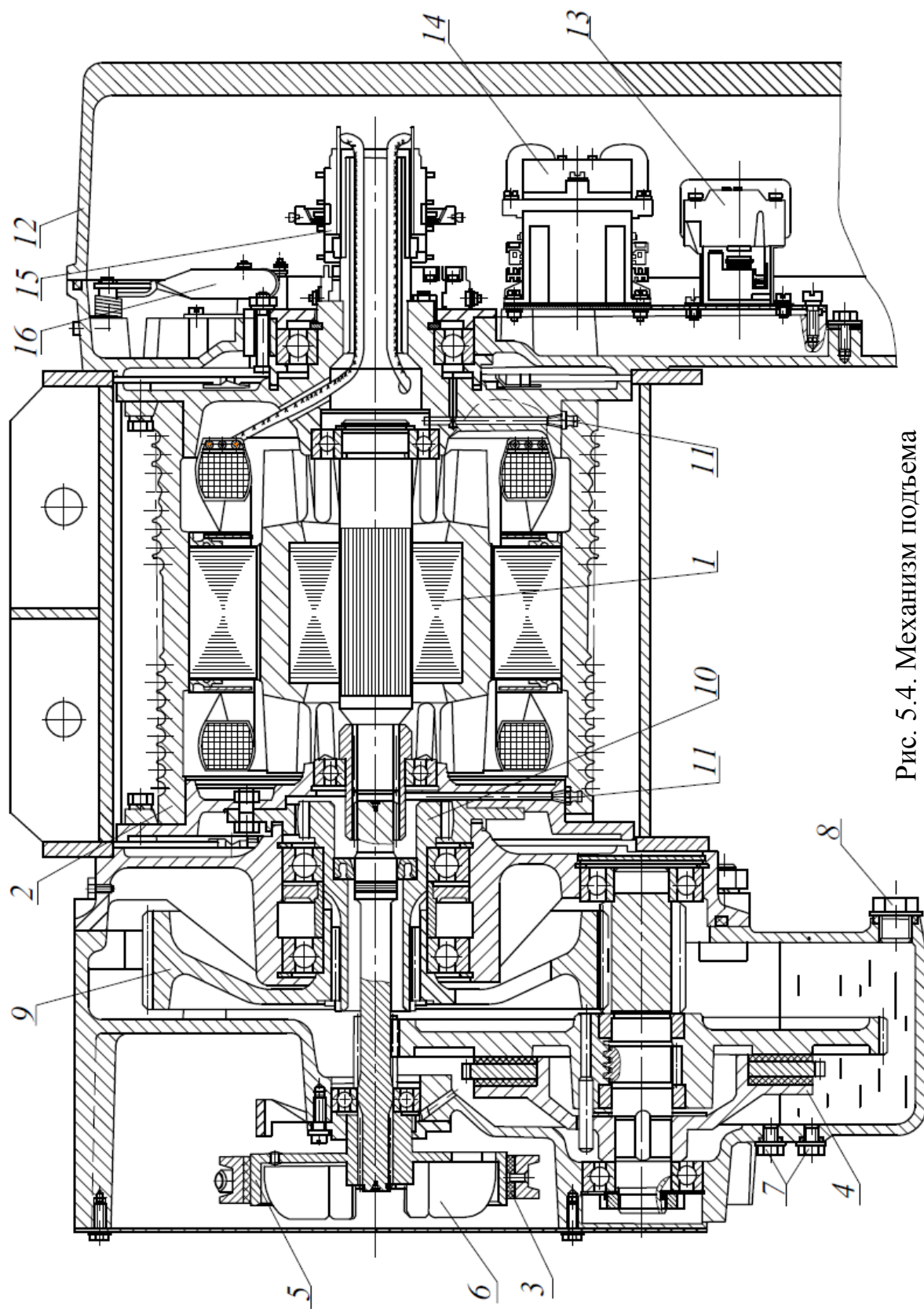


Рис. 5.4. Механизм подъема  
электротраля

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 прямозубчатое 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 (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.

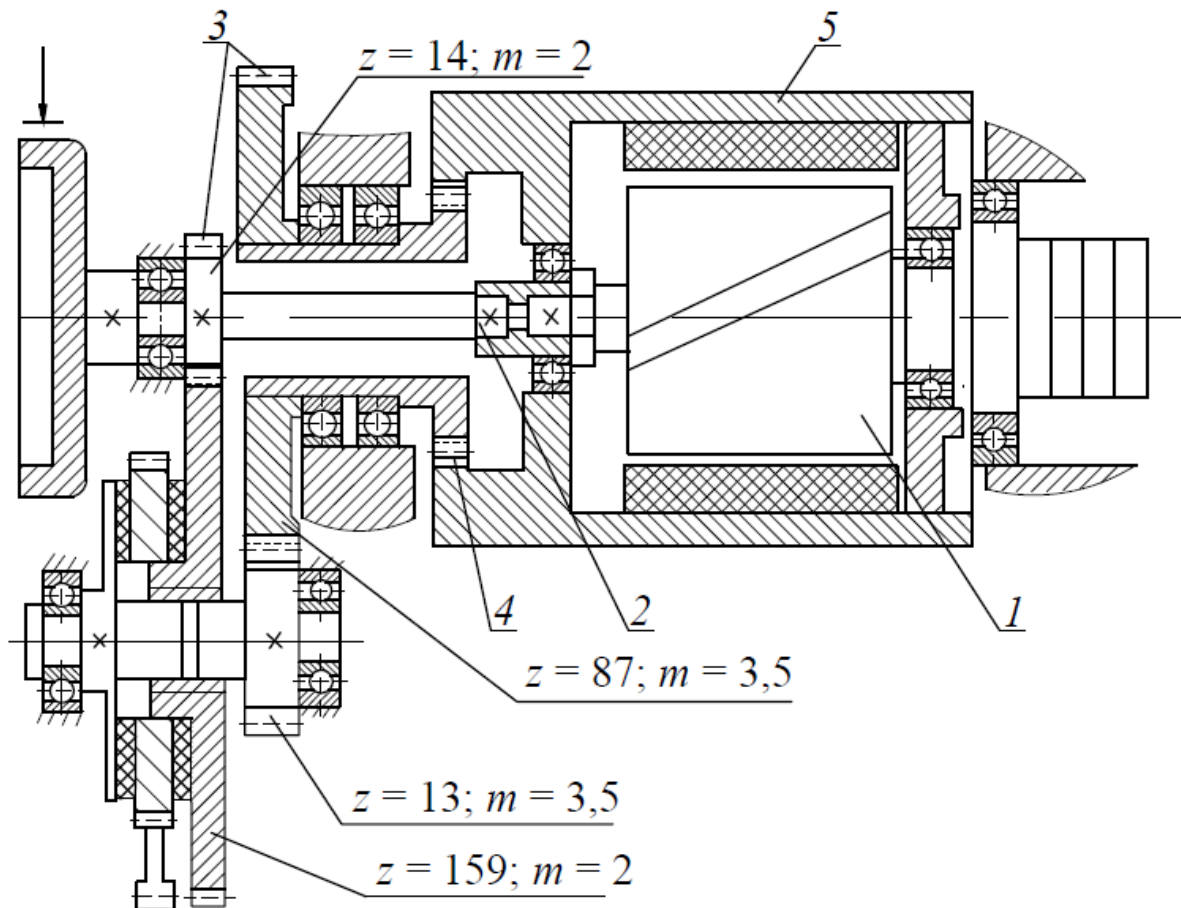


Рис. 5.5. Кинематическая схема механизма подъема



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 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.

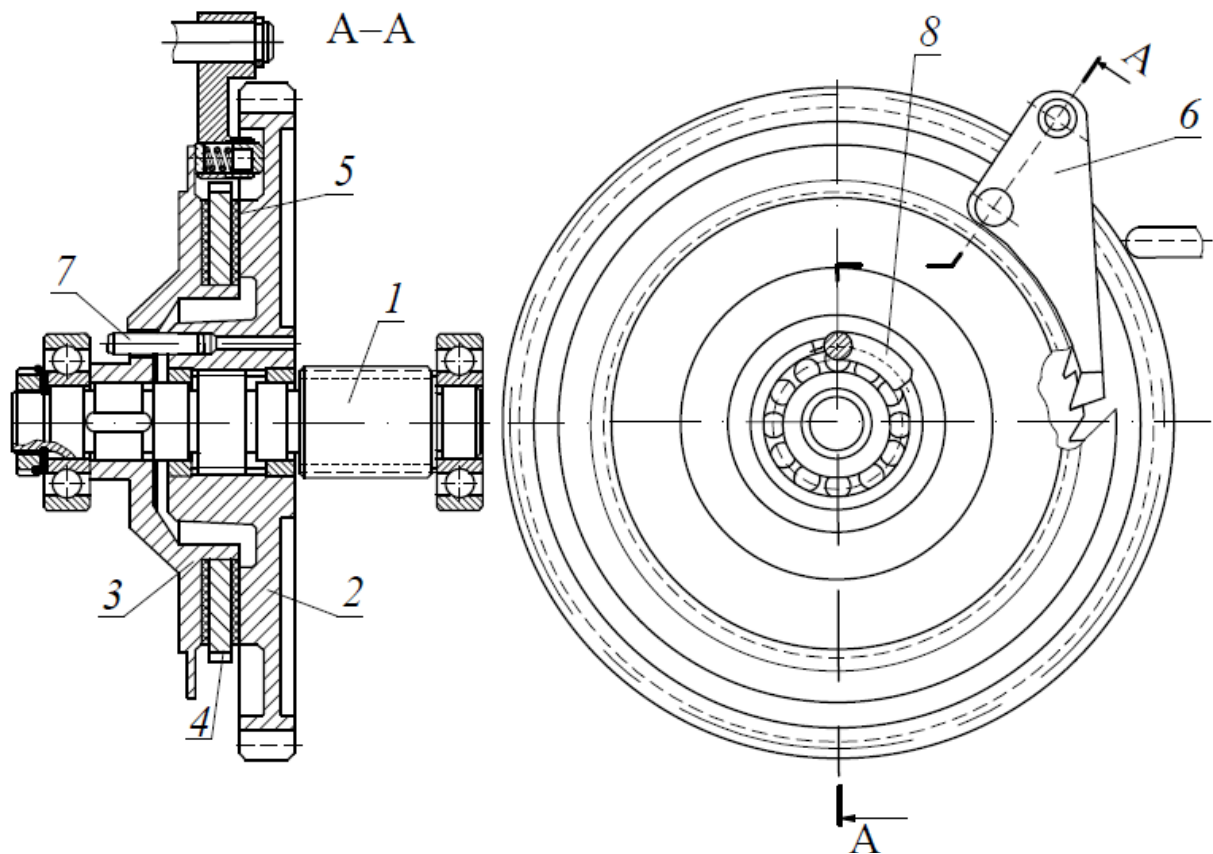


Рис. 5.6. Грузоупорный тормоз

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.

вания 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.

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 необходи-

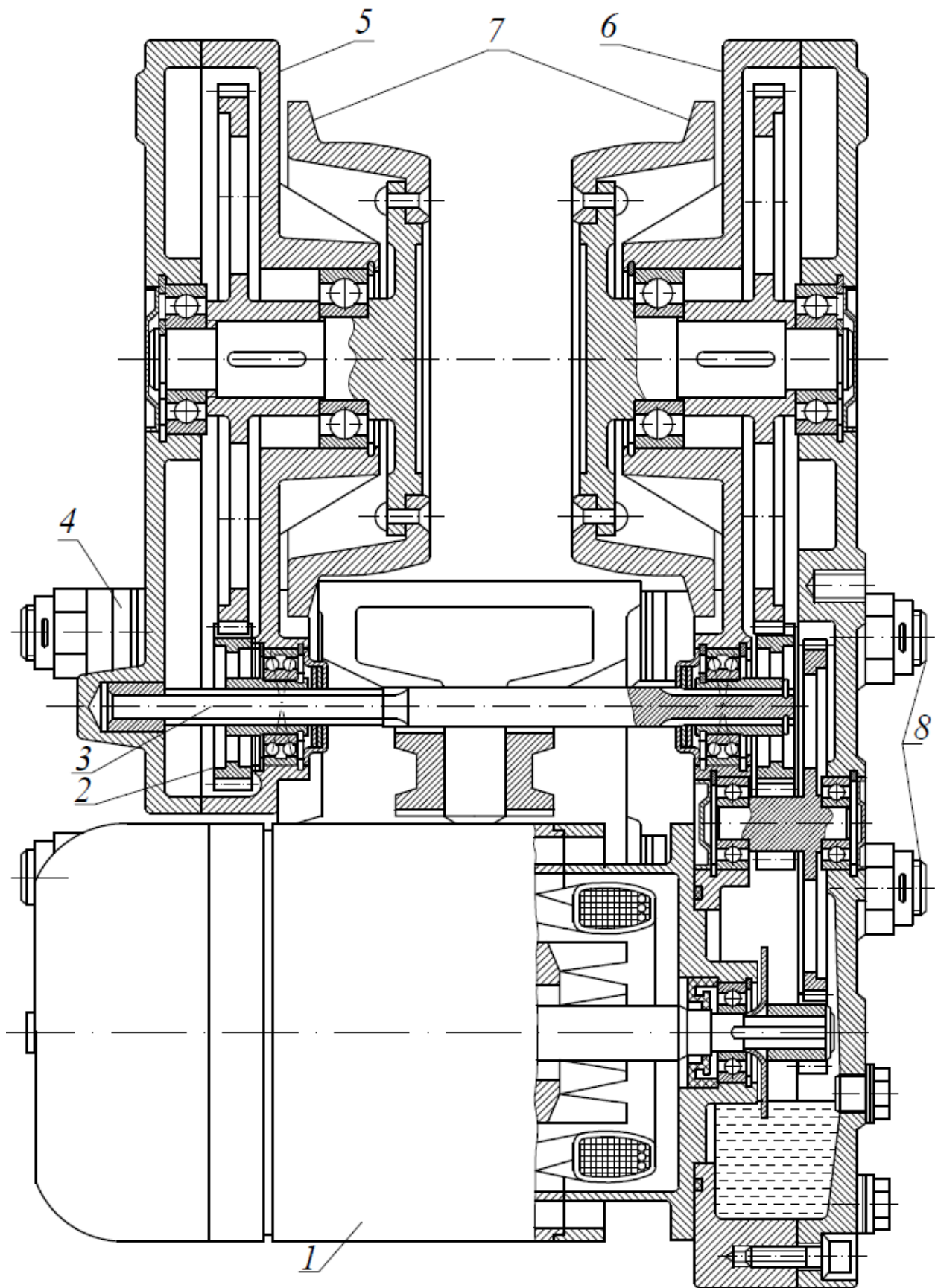


Рис. 5.7. Приводная тележка электротали

мую 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 трещоточного 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 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.

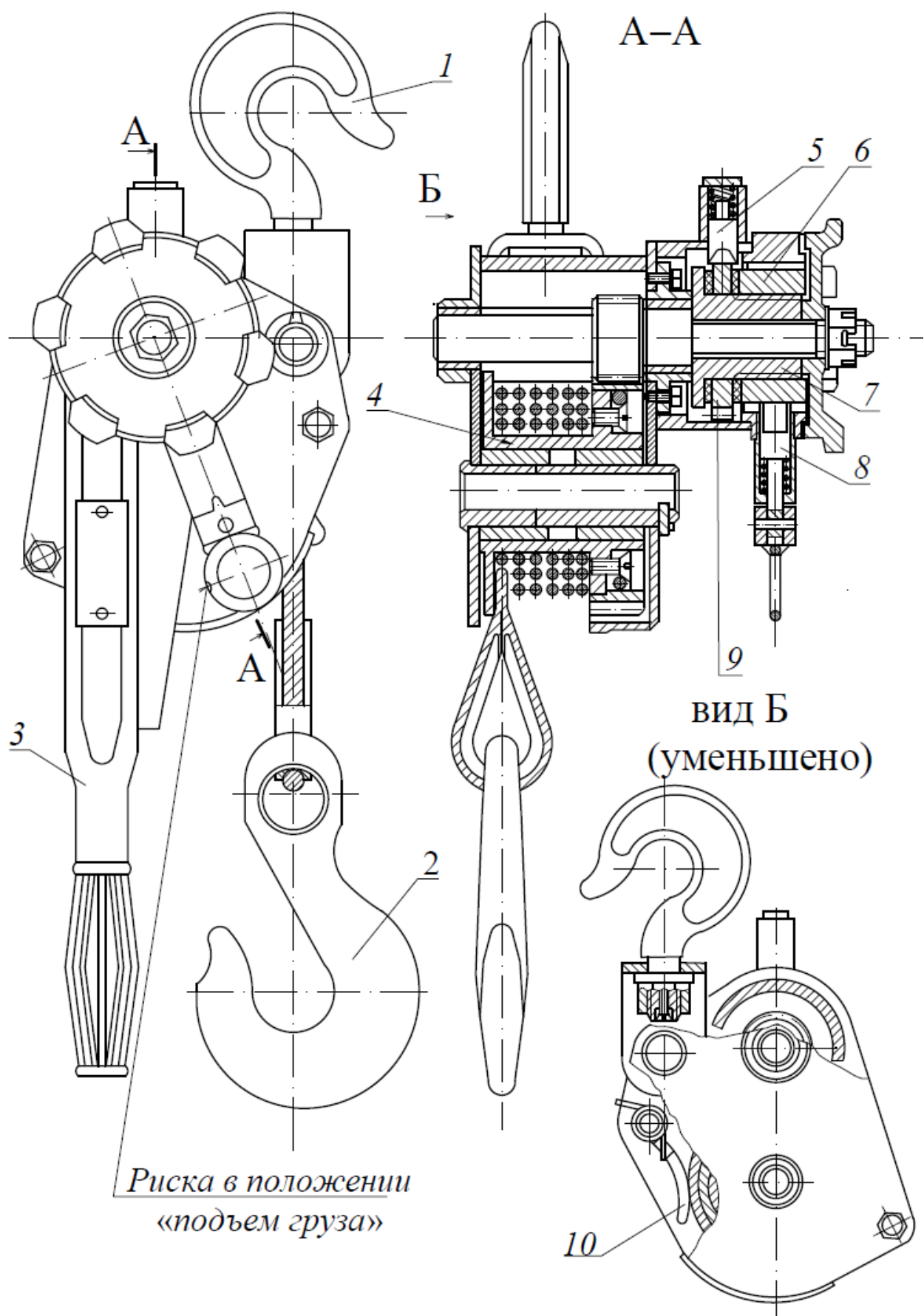


Рис. 5.8. Ручная рычажная лебедка ЛР

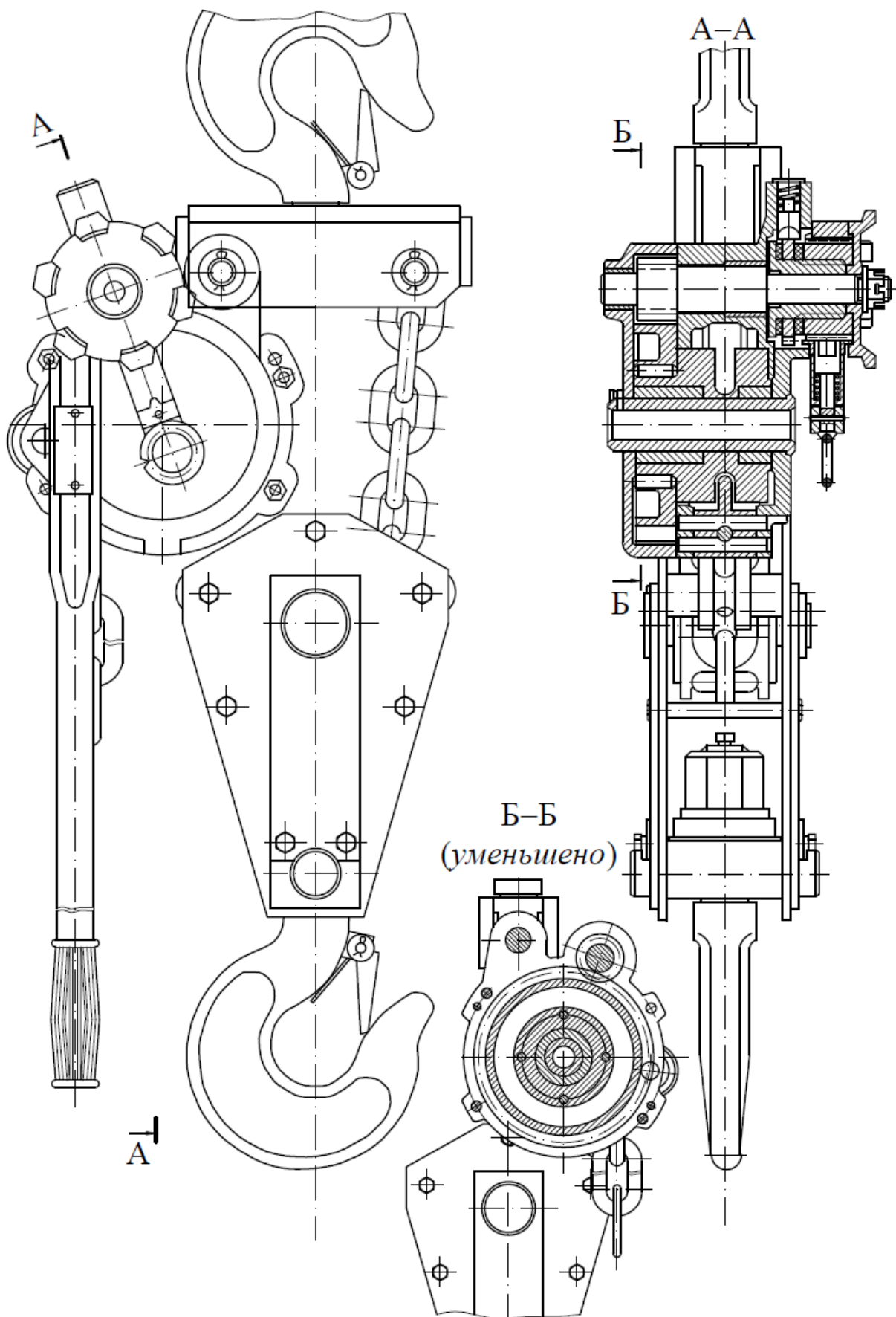


Рис. 5.9. Ручная рычажная лебедка ЛРЦ



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 трещоточный 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).

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).

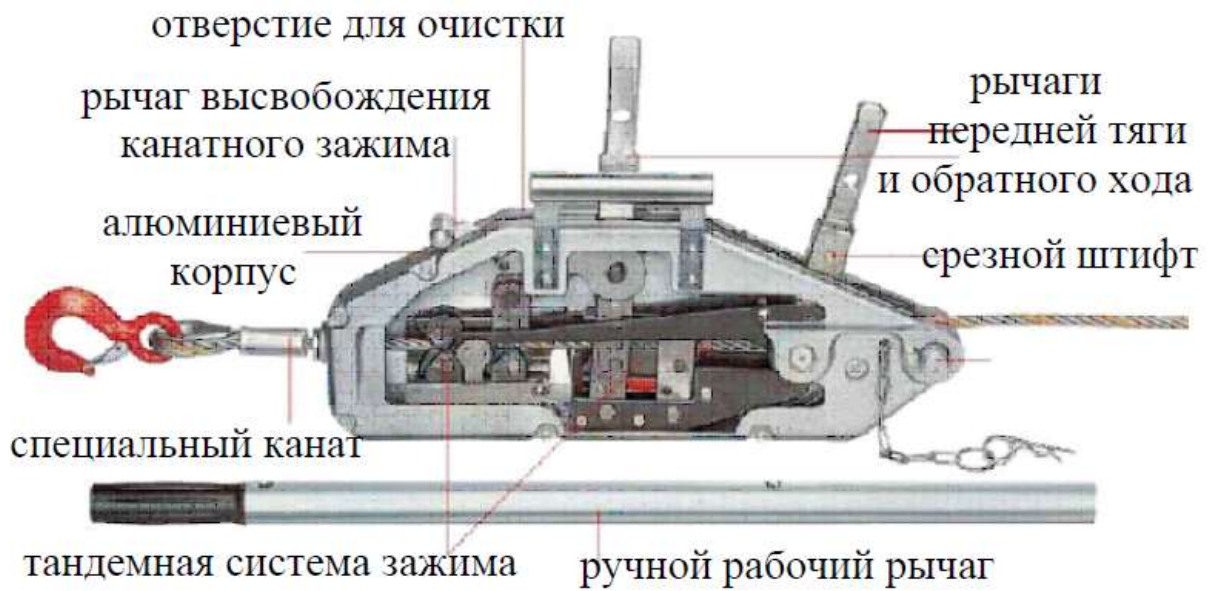


Рис. 5.10. Монтажно-тяговый механизм

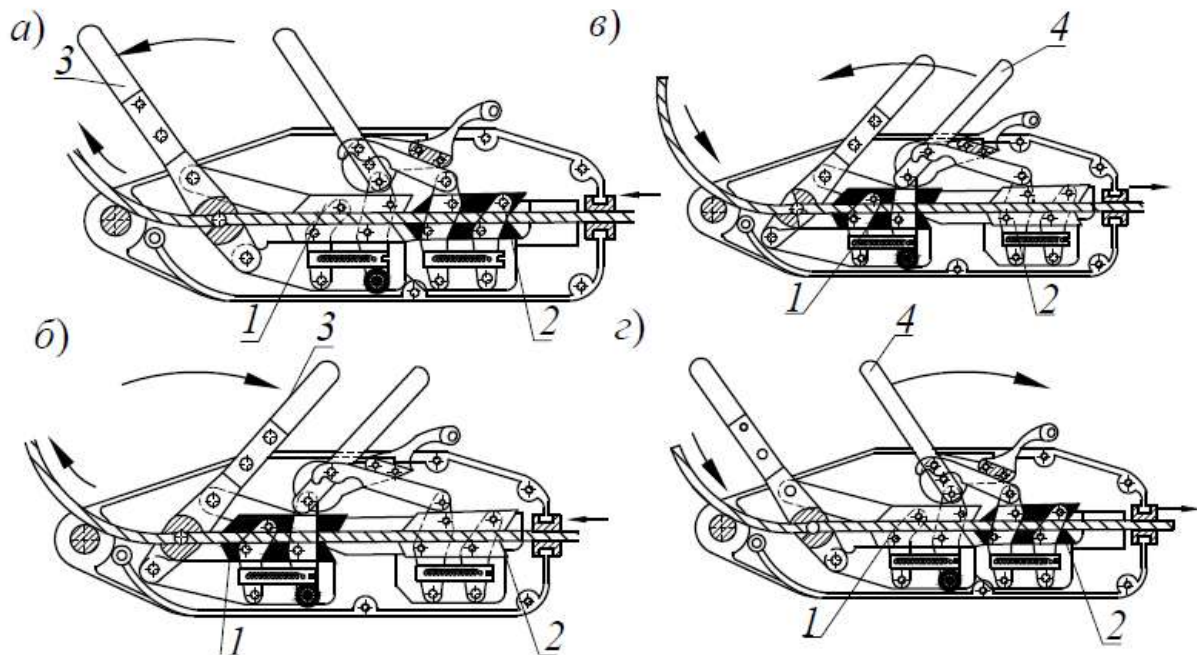


Рис. 5.11. Принцип действия монтажно-тягового механизма:  
а, б – при подъеме груза; в, г – при спуске

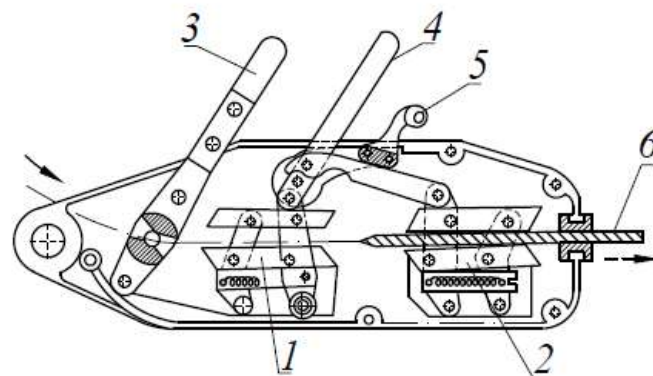


Рис. 5.12. Освобождение каната

При движении по часовой стрелке зажим 1 отпускает, зажим 2 захватывает канат (рис. 5.11, з).

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.

- 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 через механизм, постепенно перемещая в нужном направлении предмет.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изобразить кинематическую схему шестеренчатой тали (см. рис. 5.2).

2. Показать направление вращения всех элементов, входящих в состав шестеренчатой тали, при подъеме и спуске груза.

3. Показать расположение и назначение всех двигателей, входящих в состав электротали (см. рис. 5.3).

4. Изобразить кинематическую схему механизма подъема электротали (см. рис. 5.4).

## 6. ДОМКРАТЫ

*Цель работы: изучение конструкции и принципа действия домкратов.*

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 укреплен 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 б 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

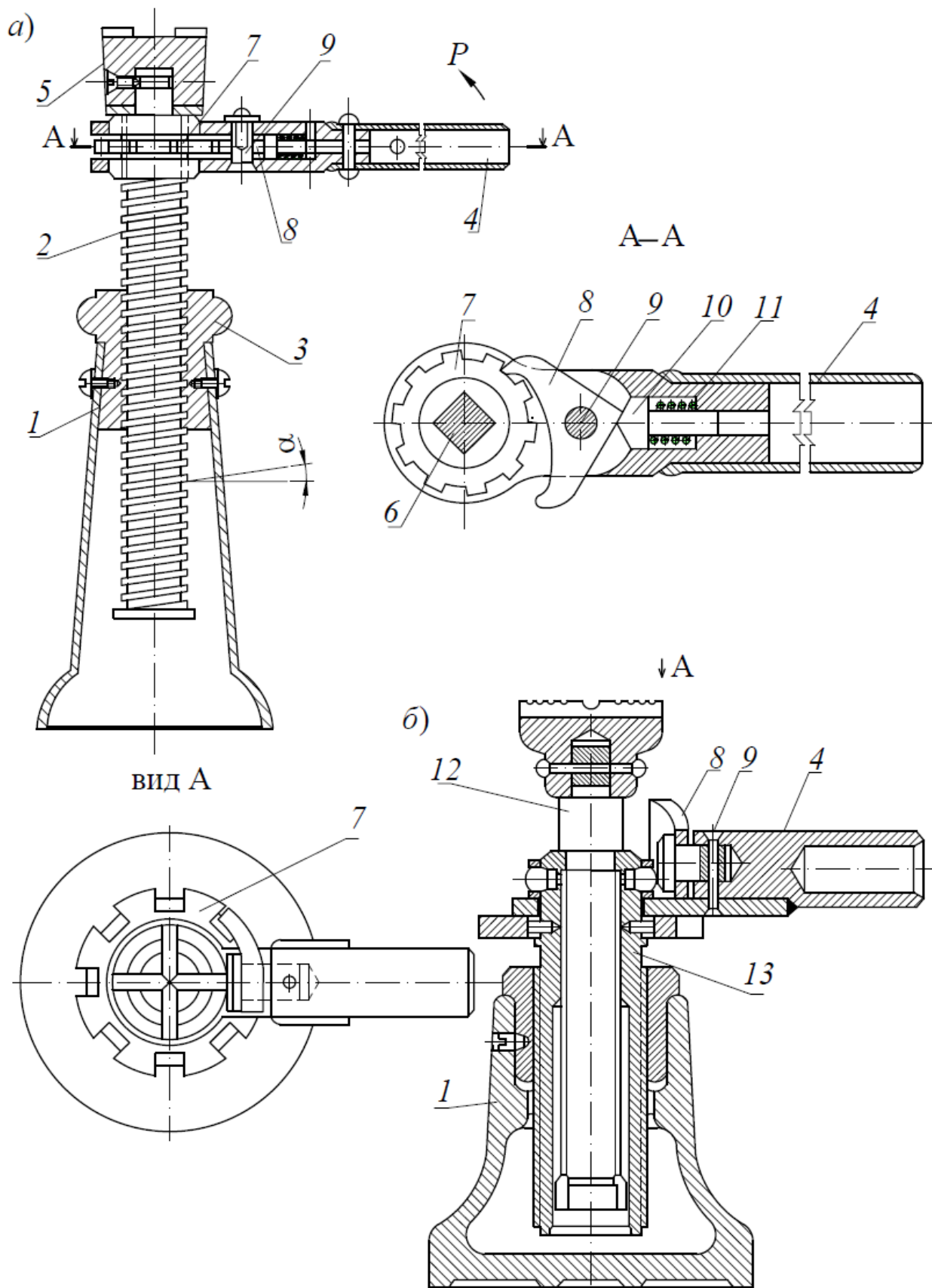


Рис. 6.1. Винтовые домкраты:  
*a* – с трещоткой; *б* – с телескопическим винтом

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.

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. 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 грузоупорному тормозу.

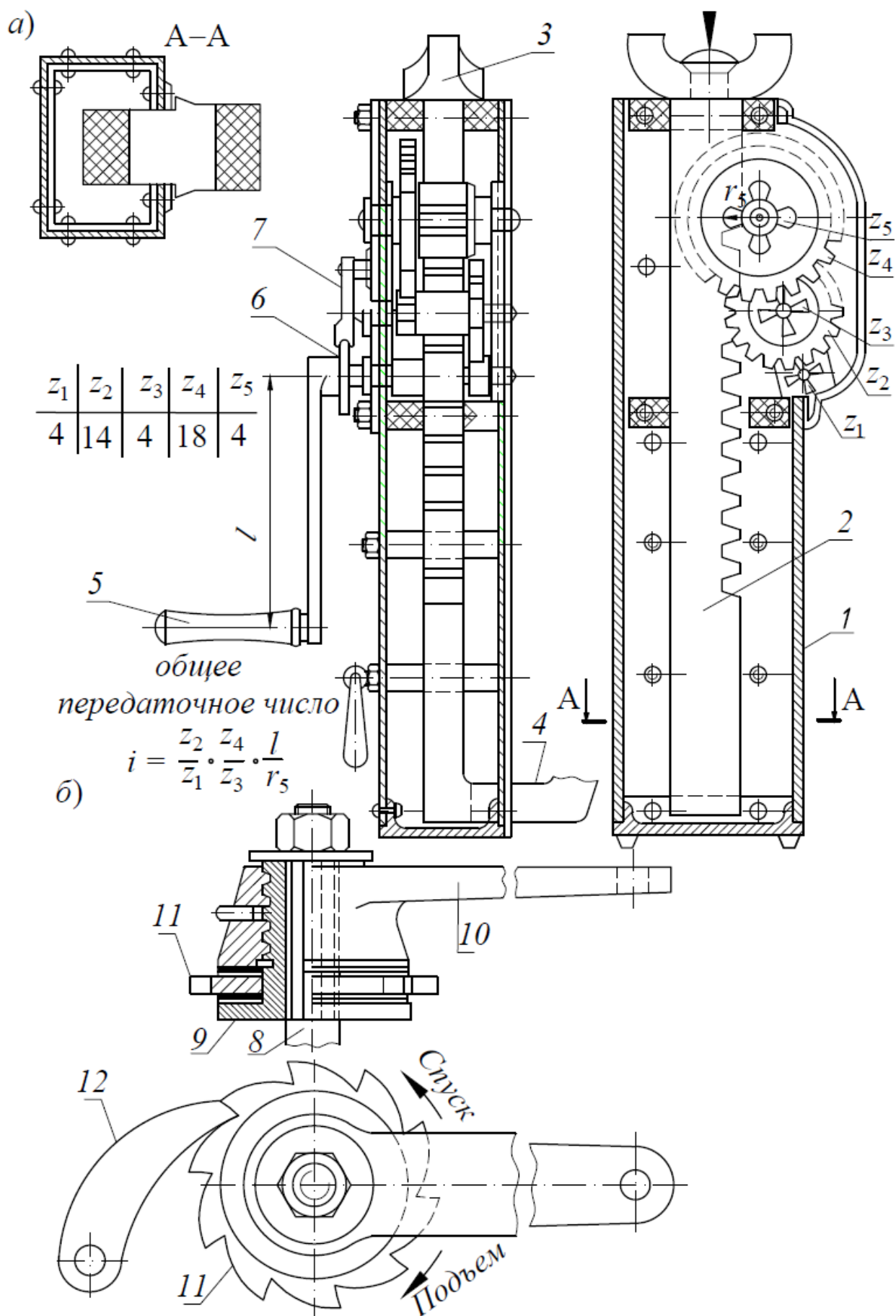


Рис. 6.2. Реечный домкрат с зубчатой передачей:  
 а – домкрат; б – безопасная рукоятка

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 реечных 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 груза 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).

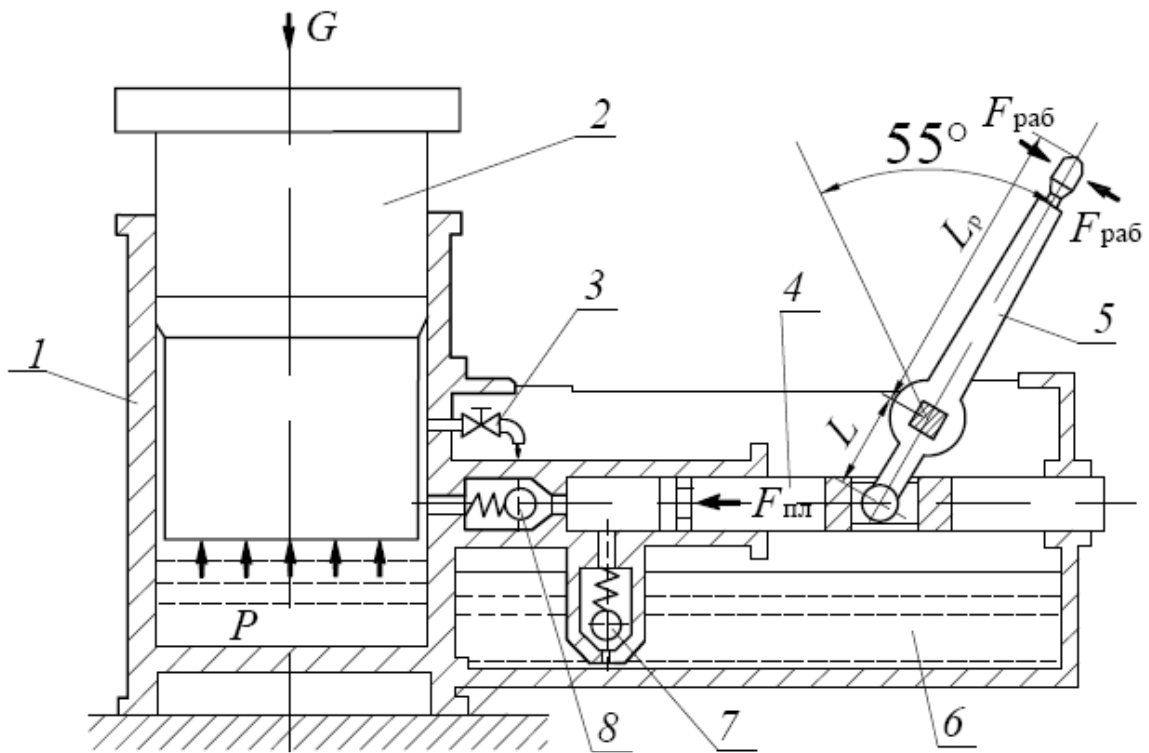


Рис. 6.3. Гидравлический домкрат

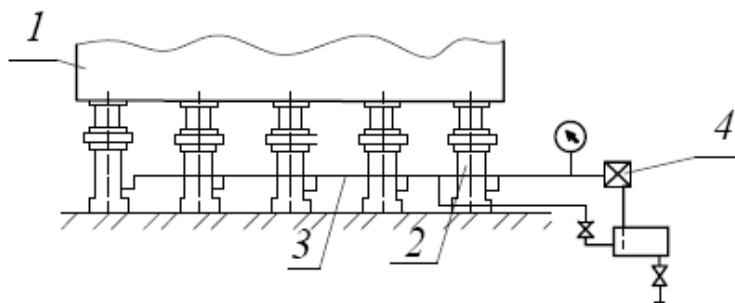


Рис. 6.4. Схема соединения гидравлических домкратов

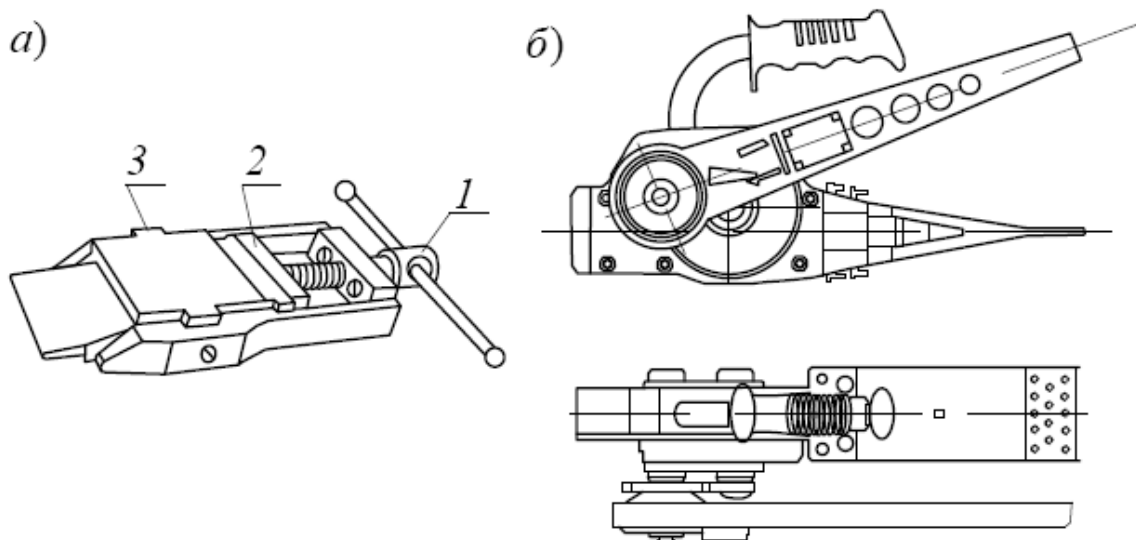


Рис. 6.5. Клиновые домкраты: а – ДКМ; б – МК

## 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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как изменится положение собачки, обозначенной на рис. 6.1, а, поз. 8, если домкрат будет работать на спуск.
2. Объяснить каким образом фиксируется грузовая головка, обозначенная на рис. 6.1, а, поз. 5.
3. Изобразить кинематическую схему реечного домкрата с зубчатой передачей (см. рис. 6.2, а).
4. Как храповое колесо, обозначенное на рис. 6.2, б, поз. 11, фиксируется на втулке, поз. 9?
5. Почему рукоятка, приводящая в действие реечный домкрат, названа безопасной (см. рис. 6.2, б)?
6. Показать место расположения поднимаемого клиновым домкратом груза (см. рис. 6.5, а).

## 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 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 редуктором, крюковой подвески и каната, проходящего через головные блоки.



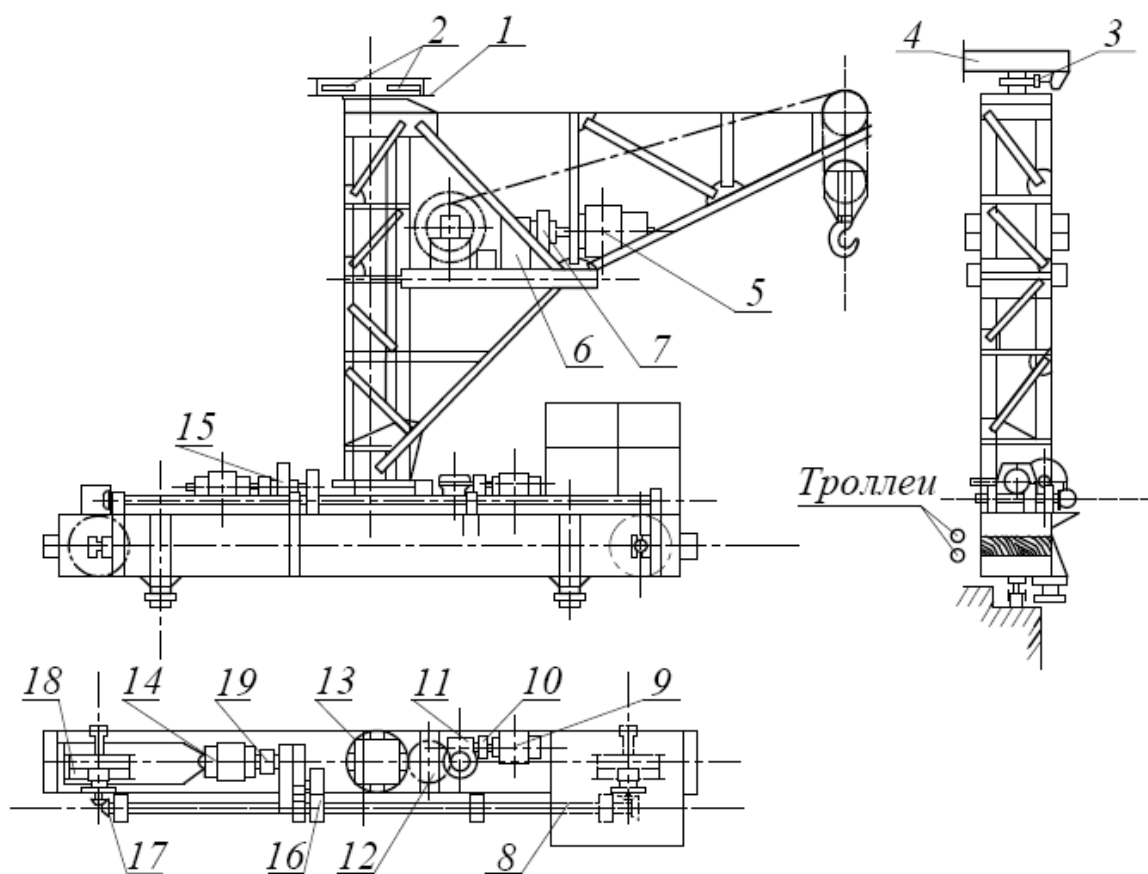
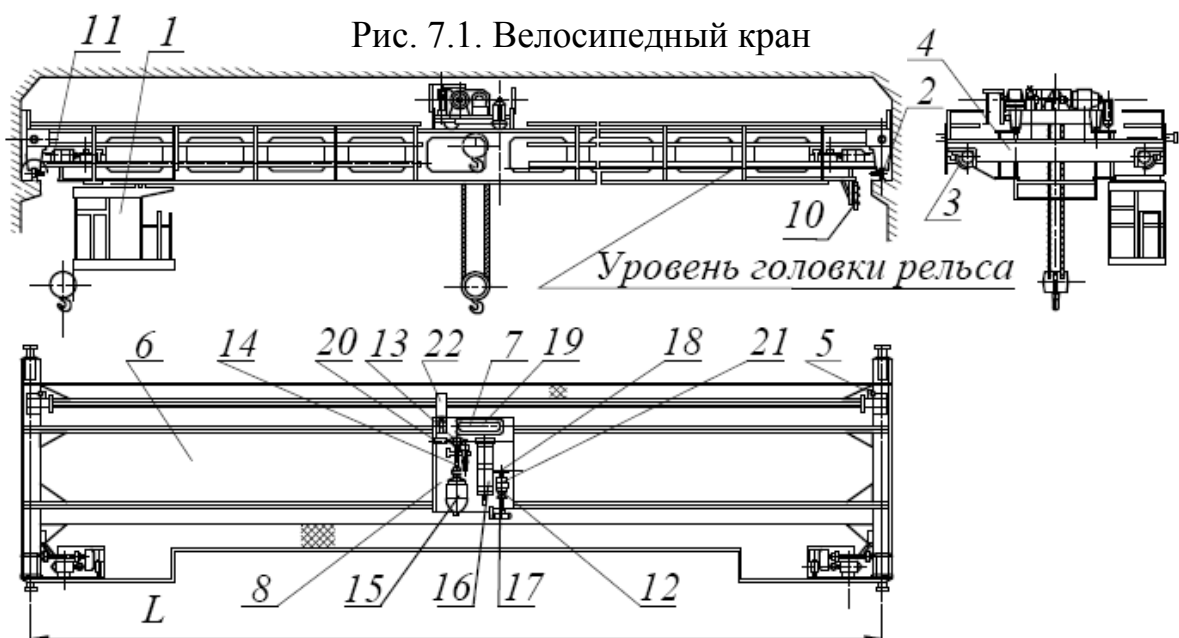


Рис. 7.1. Велосипедный кран



Кинематические схемы механизмов



Рис. 7.2. Мостовой кран

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 устанавливают 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 устанавливаются 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.

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. Рама тележки выполнена из двух продольных балок 3 (см. рис. 7.5), опирающихся на буксы ходовых колес, и двух поперечных балок, одна

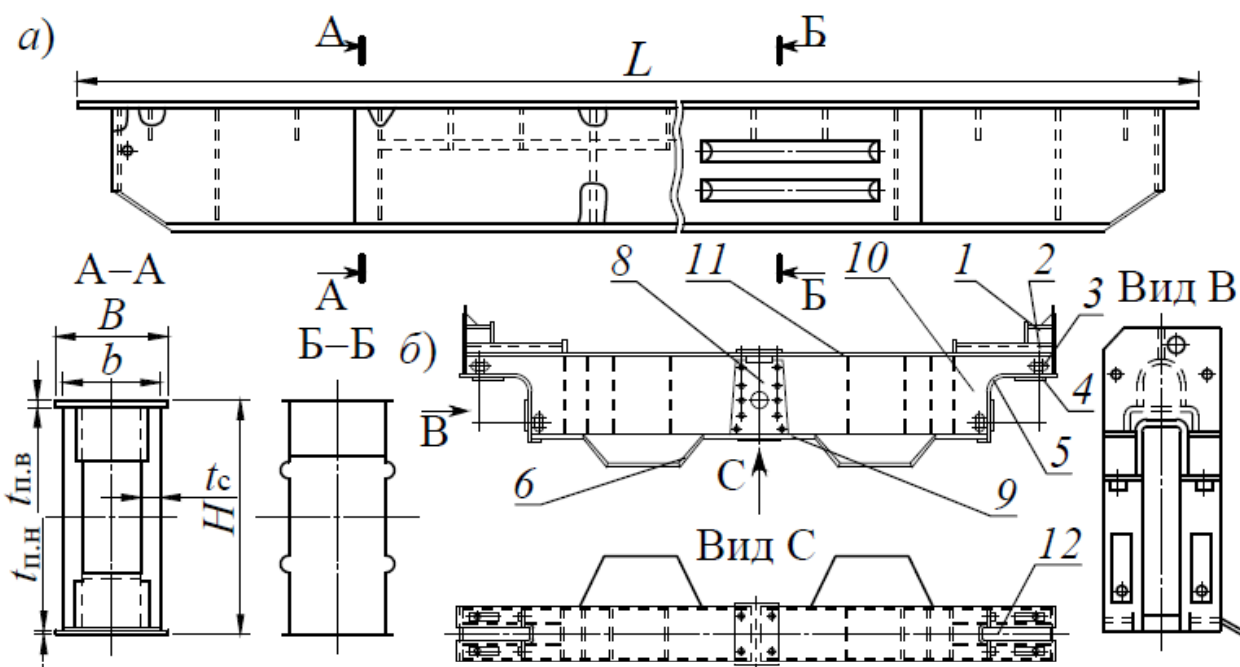


Рис. 7.3. Балки: *a* – коробчатая пролетная; *б* – концевая

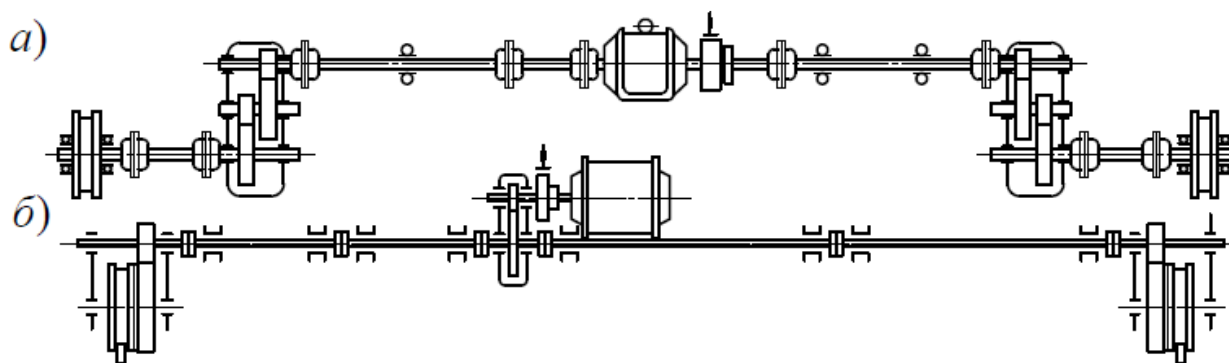


Рис. 7.4. Кинематическая схема механизма передвижения моста:  
*a* – с быстроходным; *б* – с тихоходным трансмиссионным валом

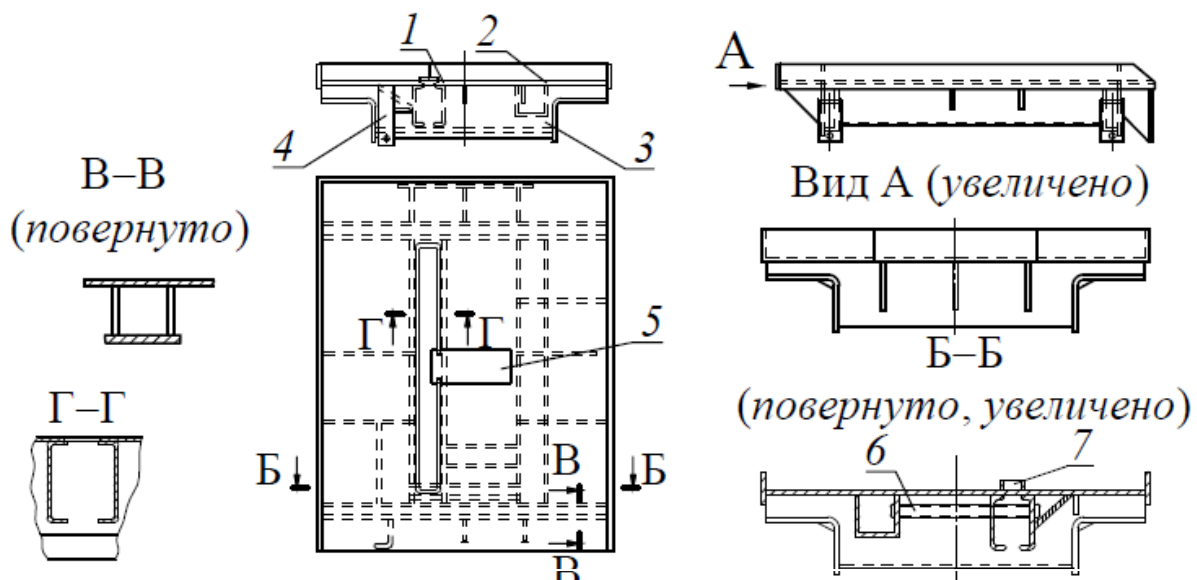


Рис. 7.5. Рама тележки

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 троллейных проводов 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 конструкцию, повышает надежность эксплуатации и сни-

жает 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 варьируются 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, опираю-



щейся 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 троллейных проводов 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 троллейным проводам, 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 кран-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 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.

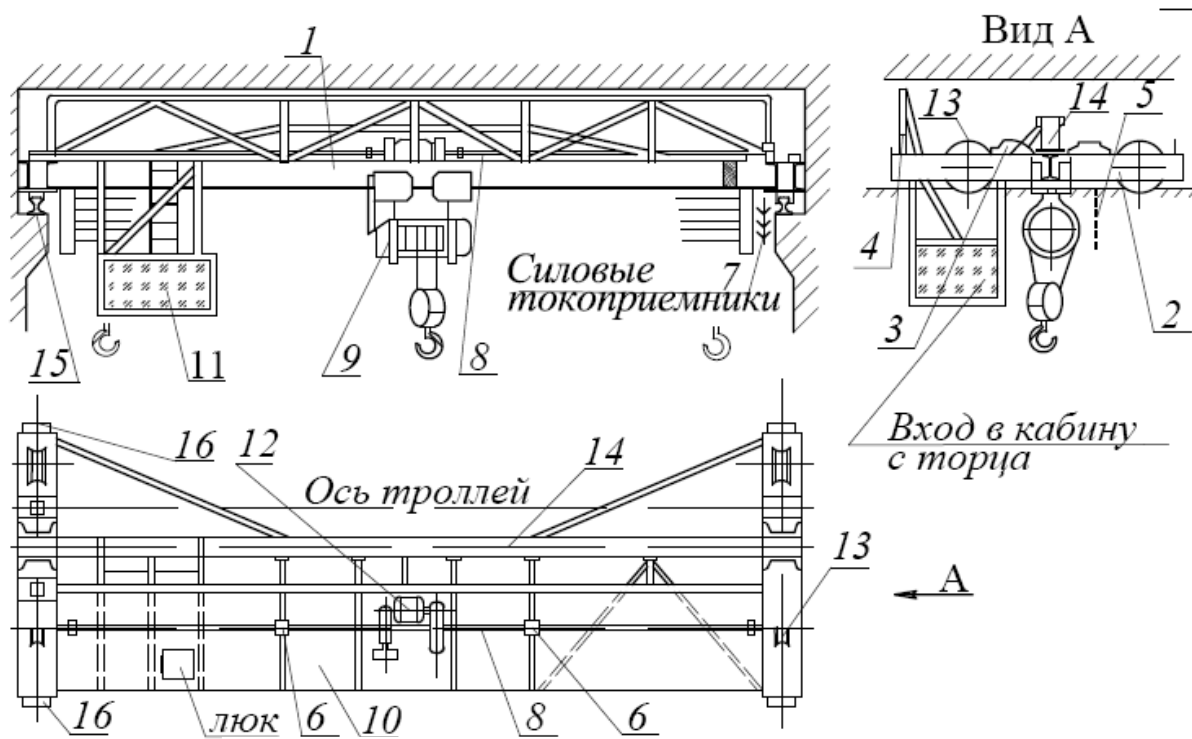


Рис. 7.6. Кран-балка

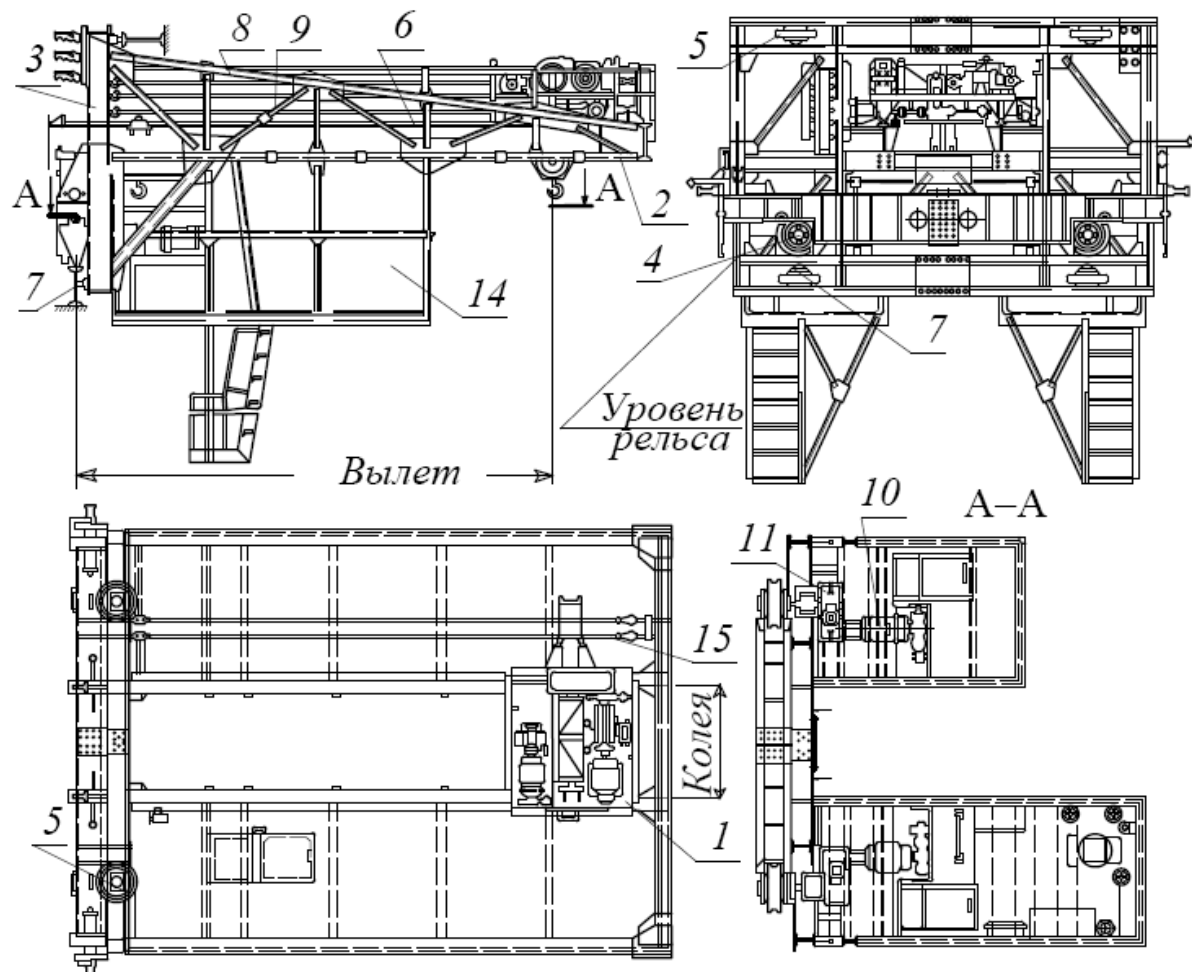


Рис. 7.7. Кран настенный консольный

Грузовая тележка *1* передвигается по рельсовым путям *б*, 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 устанавливаются 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, закрепленные 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 троллеи *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 электроталиями 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 длиномерных 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.

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 об-

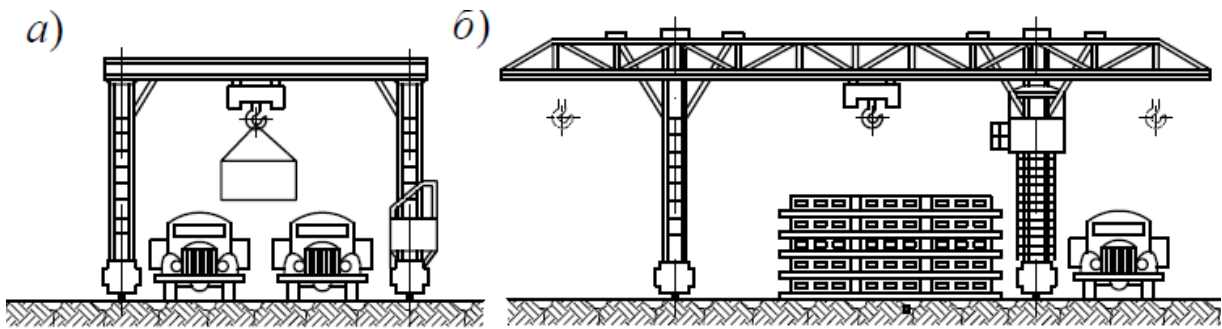


Рис. 7.8. Козловые краны: *а* – бесконсольный; *б* – консольный

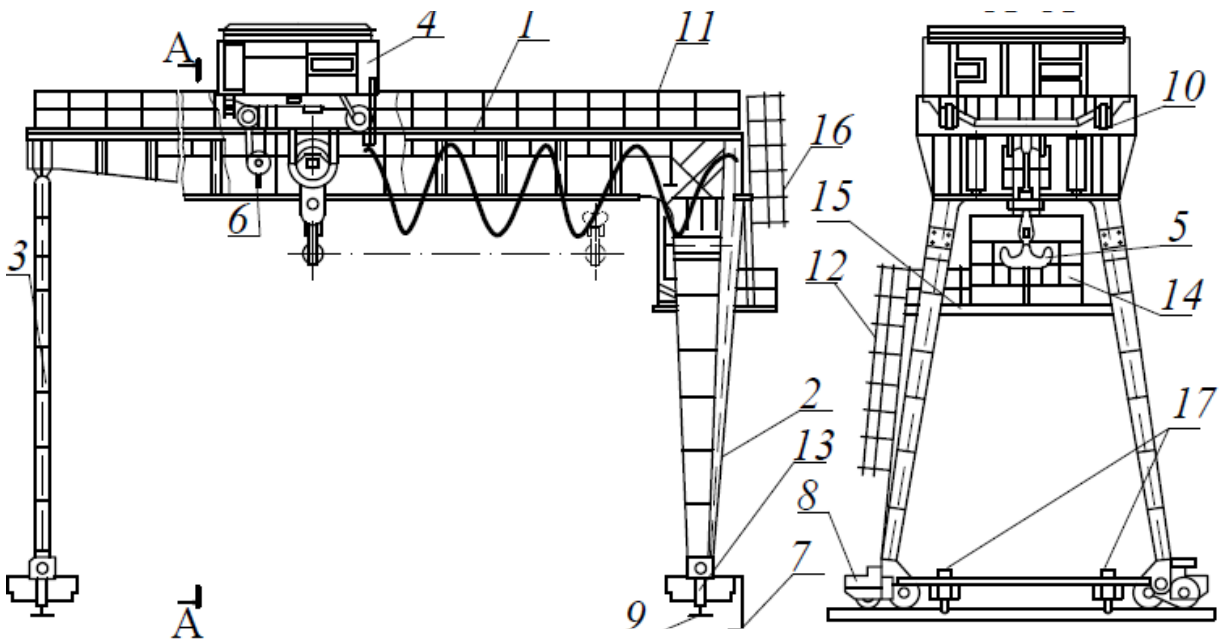


Рис. 7.9. Козловой кран

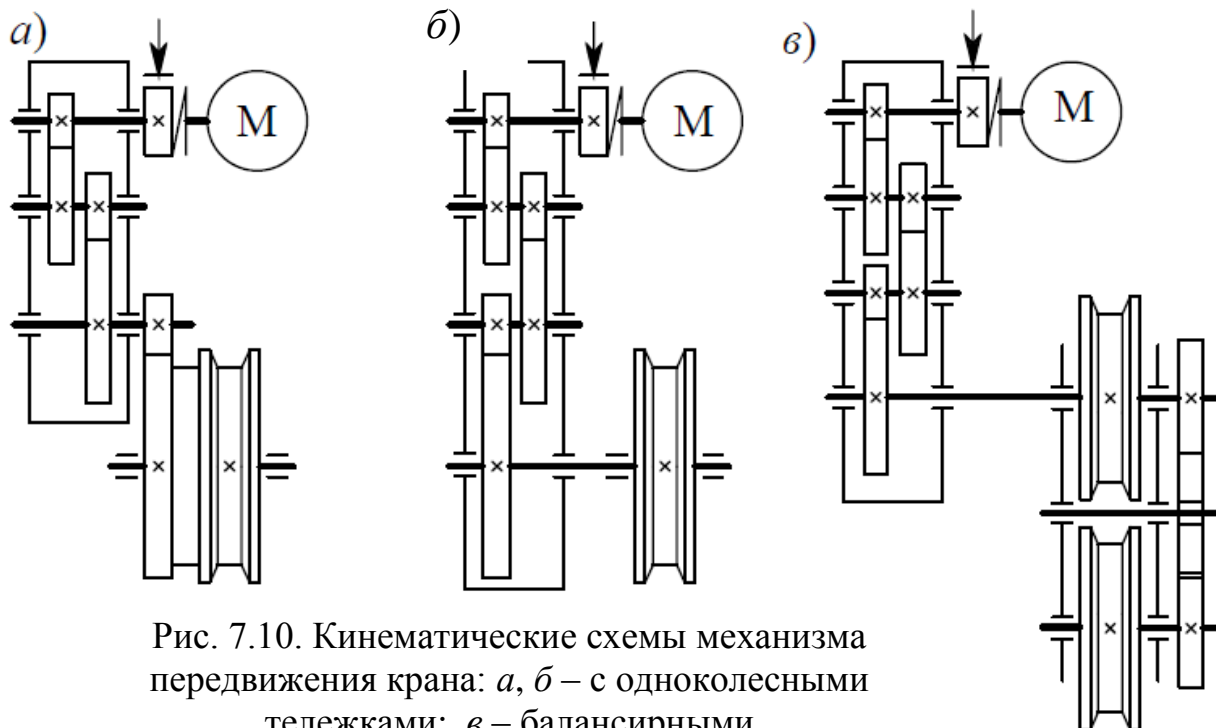


Рис. 7.10. Кинематические схемы механизма передвижения крана: *а*, *б* – с одноколесными тележками; *в* – балансирными

служивания 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  $P = 150\text{--}250$  Па), 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), измеряющее силу ветра, включающее звуковую и световую сигнализацию и приводящее 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<sup>-1</sup>. 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). 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.

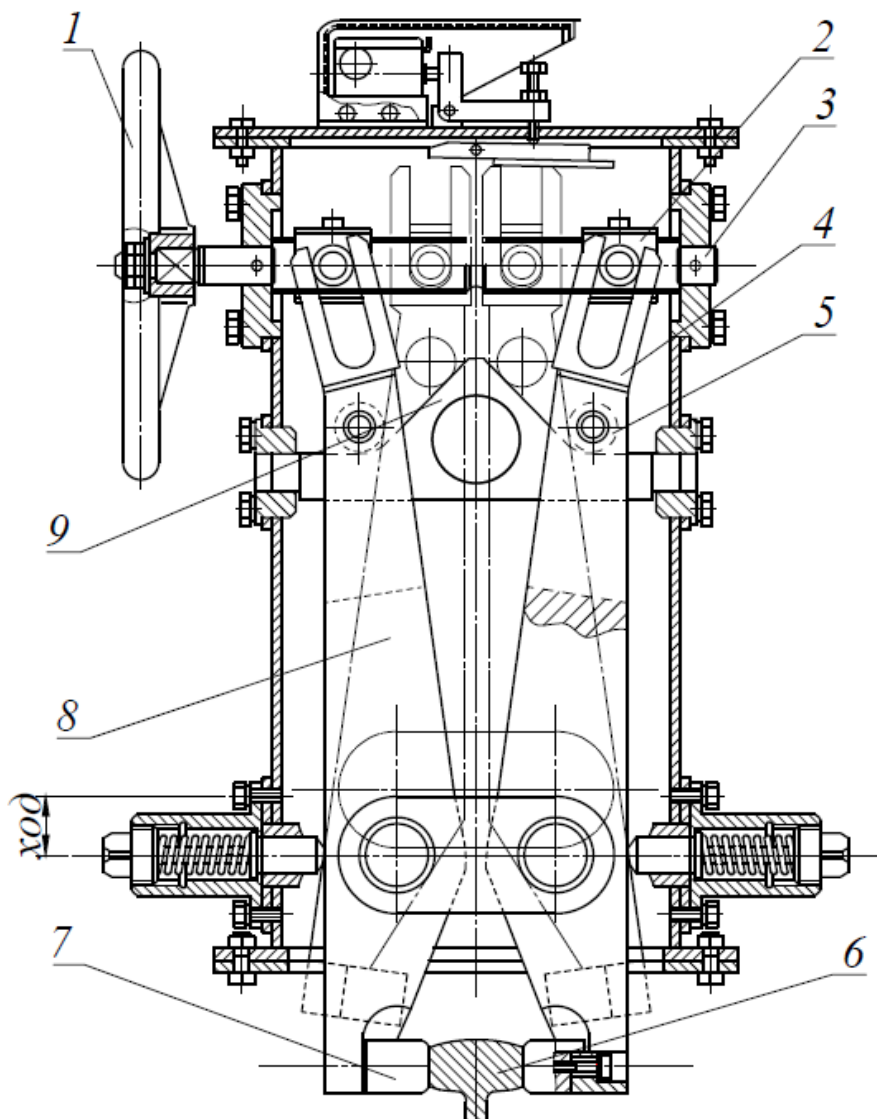


Рис. 7.11. Противоугонное устройство

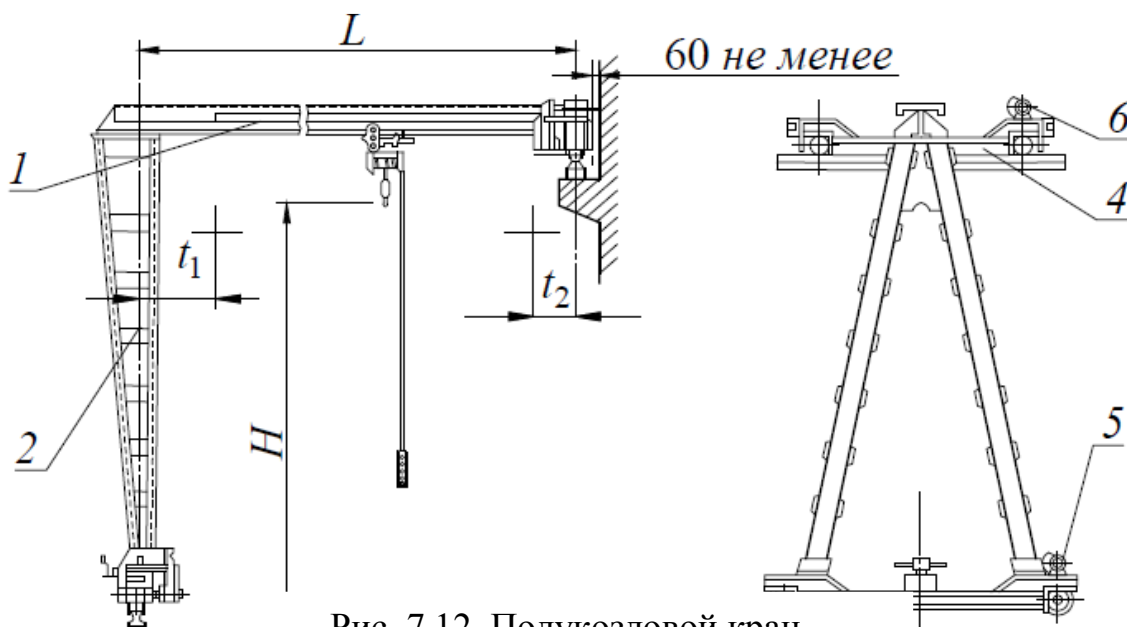


Рис. 7.12. Полукозловой кран

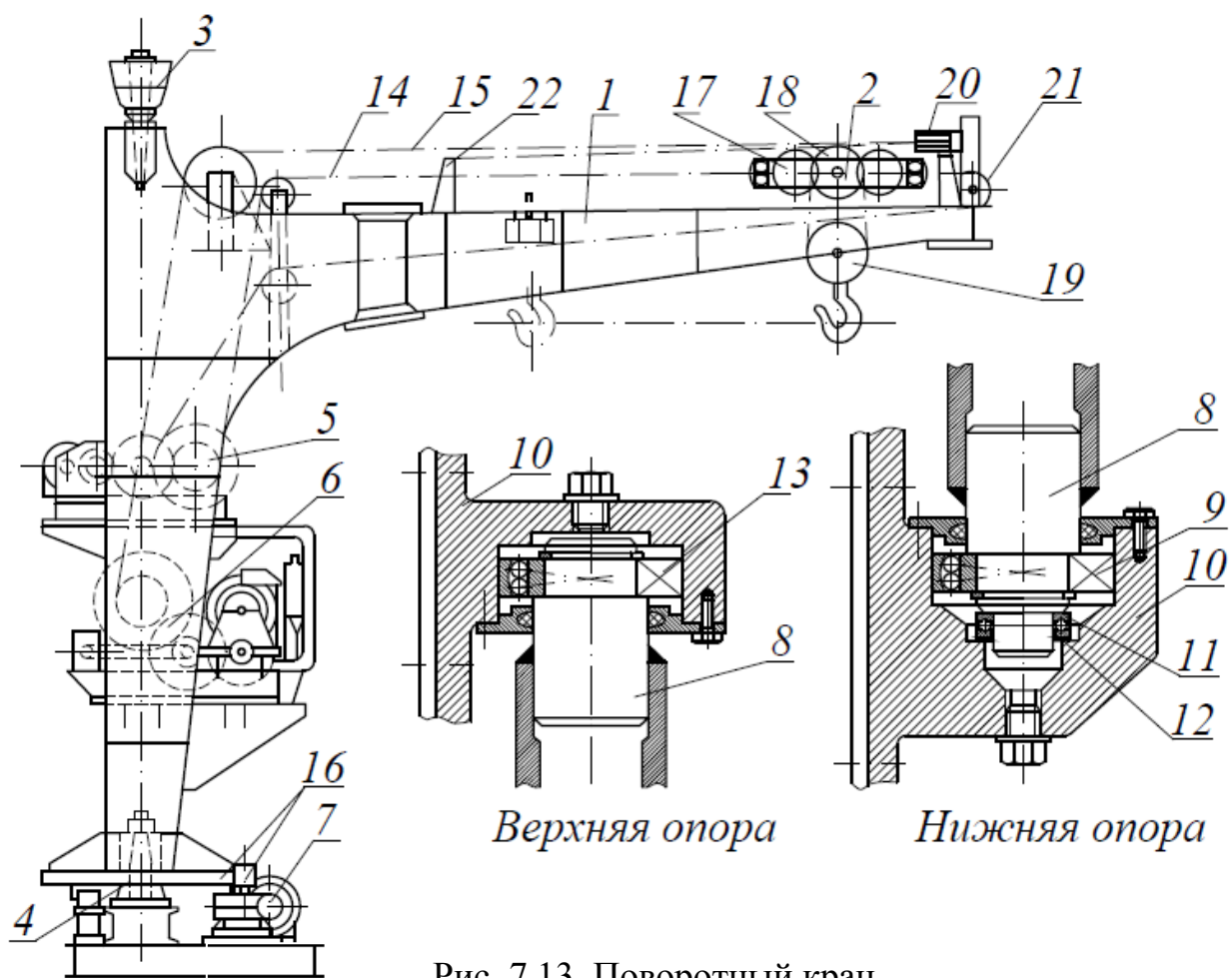


Рис. 7.13. Поворотный кран

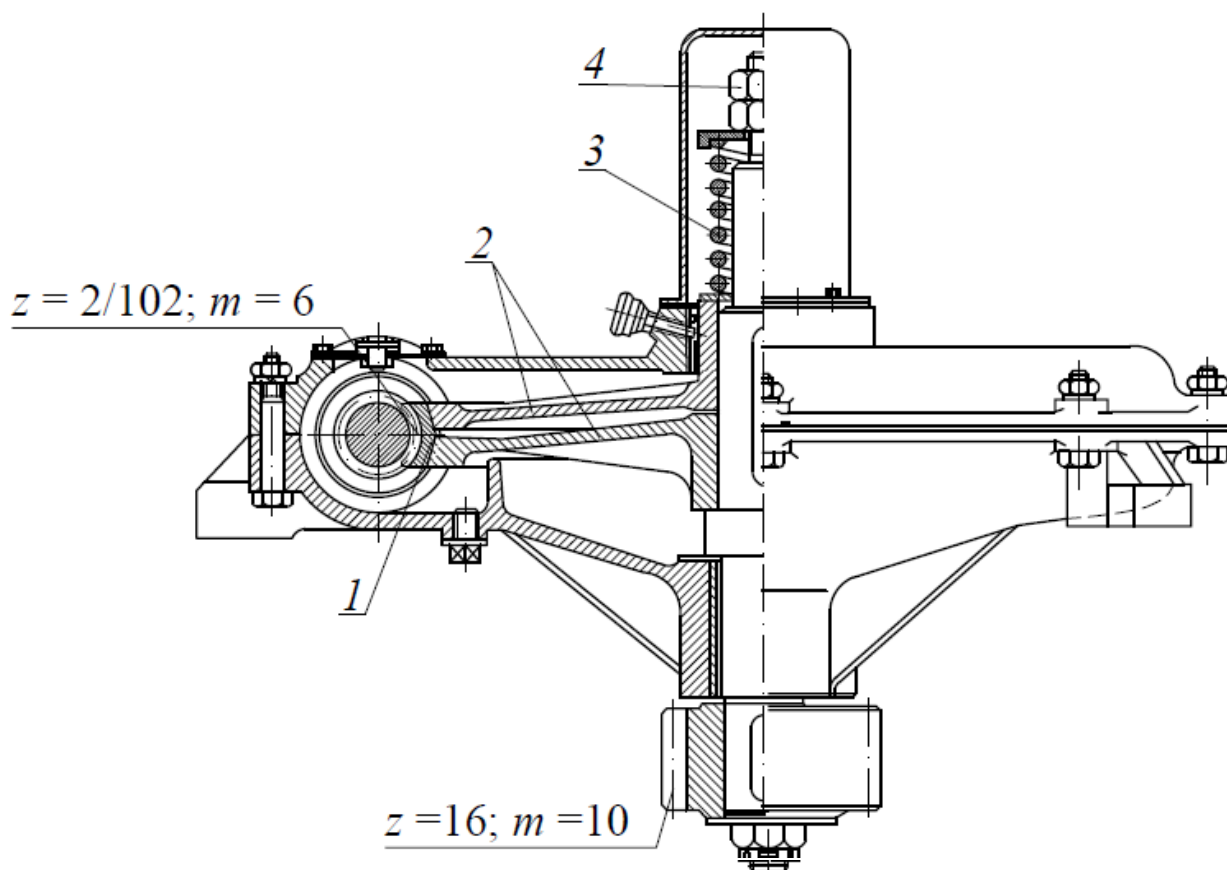


Рис. 7.14. Фрикционная муфта предельного момента

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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изобразить кинематическую схему механизма передвижения, поворота велосипедного крана (см. рис. 7.1).
2. Изобразить кинематическую схему механизма передвижения мостового крана (см. рис. 7.2).
3. Указать расположение и назначение всех двигателей, входящих в конструкцию кран-балки (рис. 7.6).
4. Назначение горизонтальных опорных роликов, обозначенных на рис. 7.7, поз. 5, входящих в конструкцию настенного передвижного крана.
5. Зачем в конструкции козлового крана предусмотрена шарнирная опора, обозначенная поз. 3 на рис. 7.9?
6. Назначение и принцип действия противоугонного устройства (см. рис. 7.11).
7. Схема запасовки гибкого органа механизма передвижения тележки и механизма подъема груза поворотного крана (рис. 7.13).
8. Как зафиксирован подшипник верхней опоры поворотного крана от осевого перемещения (см. рис. 7.13)?
9. Назначение и принцип действия фрикционной муфты предельного момента (см. рис. 7.14).
10. Где расположена фрикционная муфта предельного момента (см. рис. 7.14)?
11. Как осуществляется регулировка фрикционной муфты предельного момента (см. рис. 7.14)?
12. Изобразить кинематическую схему фрикционной муфты предельного момента (см. рис. 7.14).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Закреплению знаний при изучении дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы» способствует понимание конструкций грузоподъемных устройств.

В одном практикуме ограниченного объема невозможно полно осветить конструкции механизмов и сборочных единиц всех грузоподъемных машин, эксплуатируемых на территории Российской Федерации. Однако понимание устройства, принципа действия представленных в практикуме машин, механизмов и их узлов позволит дипломированному специалисту разобраться в принципе действия новых конструкций узлов, механизмов грузоподъемных машин, выпускаемых ведущими мировыми и отечественными фирмами-изготовителями.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников, Н. Р. Грузоподъемные машины и механизмы : учебное пособие / Н. Р. Масленников, Н. В. Ерофеева ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2015. – 214 с.

2. Масленников, Н. Р. Подъемно-транспортные машины. Практикум : учебное пособие / Н. Р. Масленников, Н. В. Ерофеева ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2013. – 192 с.

3. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины / М. П. Александров : учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – 6-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 1985. – 520 с.

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

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

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

7. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник / И. А. Абрамович, В. Н. Березин, А. Г. Яуре. – Москва : Машиностроение, 1989. – 360 с.

8. Додонов, Б. П. Грузоподъемные и транспортные устройства / Б. П. Додонов : учебник для средних специальных учебных заведений / Б. П. Додонов, В. А. Лифанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1990. – 248 с.

9. Евневич, А. В. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов / А. В. Евневич : учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва, 1957. – 288 с.

10. Курсовое проектирование грузоподъемных машин : учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С. А. Казак, В. Е. Дусье, Е. С. Кузнецов [и др.] : под редакцией С. А. Казака. – Москва : Высшая школа, 1989. – 319 с.

11. Наварский, Ю. В. Грузоподъемные машины : учебно-методическое пособие. – Екатеринбург, 2003. – 100 с.

12. Проектирование крановых механизмов : учебное пособие / М. Н. Хальфин [и др.]. – Новочеркасск, 2006. – 223 с.

13. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин / Ф. К. Иванченко [и др.]. – Киев : Вища школа, 1978. – 360 с.

14. Руденко, Н. Ф. Грузоподъемные машины. Атлас конструкций : учебное пособие для втузов / Н. Ф. Руденко, В. Н. Руденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1970. – 116 с.

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

16. Специальные краны : учебное пособие для машиностроительных вузов / П. З. Петухов, Г. П. Ксюнин, Л. Г. Сердин. – Москва : Машиностроение, 1985. – 248 с.

17. Фиделев, А. С. Подъемно-транспортные машины / А. С. Фиделев : учебник для вузов. – Киев : Вища школа, 1975. – 220 с.

### **Нормативные документы**

18. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 7 с.

19. ГОСТ 1412–85. Отливки стальные. Общие технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 37 с.

20. ГОСТ 380–2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Москва : Стандартинформ, 2007 – 8 с.

21. ГОСТ 25835–83. Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режиму работы. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 7 с.

22. ГОСТ 30055–93. Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия. – Минск, 2003. – 38 с.

23. 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 : Издательство стандартов, 1996. – 5 с.

24. ГОСТ 3070–88. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ТК конструкции  $6 \times 19(1+6+12)+1$  о.с. – Москва : Издательство стандартов, 1996. – 2 с.

25. ГОСТ 2688–80. Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции  $6 \times 19(1+6+6/6)+1$  о.с. Сортамент. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – 7 с.

26. ГОСТ 7668–80. Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции  $6 \times 36(1+7+7/7+14)+1o.c.$  – Москва : Издательство стандартов, 1996. – 5 с.

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

28. 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 : Издательство стандартов, 1996. – 5 с.

29. ГОСТ 20458–89. Смазка Торсиол-55. Технические условия. – Москва, 1991. – 7 с.

30. ГОСТ 2590–2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 10 с.

31. ГОСТ 1050–88. Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь. Ч. 1. – Москва : Издательство стандартов, 1996. – 10 с.

32. ГОСТ 977–88. Отливки стальные. Общие технические.– Москва : Издательство стандартов, 2004. – 33 с.

33. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 3 с.

34. ГОСТ 20799–88. Масла промышленные. Технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 5 с.

35. ГОСТ 27584–88. Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 2003. – 16 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1.. Блоки, полиспасты, барабаны и звездочки	4
2. Гибкие органы грузоподъемных машин	16
3. Грузозахватные приспособления	28
4. Тормозные устройства	45
5. Тали, лебедки с ручным приводом и электротали	69
6. Домкраты	85
7. Грузоподъемные краны	93
Заключение	111
Список использованной литературы	111

**Масленников Николай Ростиславович  
Ерофеева Наталья Валерьевна**

**ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ  
ПРАКТИКУМ**

**Учебное пособие**

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.12.2019. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Уч.-изд. л. 7,2

Тираж 100 экз. Заказ.....

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а