Литература

1. Волков С.А., Евтюков С.А. Строительные машины. Учебник для вузов. СПБ: Издательство ДНК, 2008. — 597 с.
2. Волков Д. П. Строительные машины и средства малой механизации: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. — 9-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 480 с.
3. Дьяков, И. Ф. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации : учебное пособие / И. Ф. Дьяков; /Ульян, гос. техн. ун-т. - Ульяновск : УлГТУ, 2007. - 516 с.
4. Иванов МЛ. Детали машин: Учеб. для студентов втузов/Под ред. В.А. Финогенова. — 6-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 2000. — 383 с: ил.

Введение

Современное строительство — одна из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Строительные машины участвуют на всех этапах строительного производства: в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины, мела и т.п.); в изготовлении железобетонных, металлических, деревянных и других строительных элементов заводским способом; при погрузке, разгрузке и транспортировании материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и других видов строительства — от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и других работ. Строительные машины являются также средствами механизации ремонтных и восстановительных работ.

Механизм – совокупность тел (деталей), соединенных между собой, предназначенная для совершения вполне определенных целесообразных движений.

Машина – механизм или совокупность механизмов, предназначенные для совершения работы за счет преобразования энергии (механизм или механизмы с двигателем).

В первой половине прошлого столетия строительные машины решали задачи замены трудоемких ручных строительных процессов машинными, а впоследствии — вытеснения ручного труда широким внедрением средств малой механизации.

Задачи строительных машин в настоящее время:

– в сфере повышения эффективности машинного строительного производства — создание комплексов машин, обеспечивающих наиболее высокую выработку строительной продукции при минимальных затратах на ее создание;

– в социальной сфере — обеспечение комфортных условий персоналу, обслуживающему машины, широкое внедрение автоматических систем управления для облегчения труда человека-оператора и повышения качества строительных работ.

Общие понятия и определения

Виды строительных работ:

- подготовительные,
- земляные,
- дорожные,
- транспортные,
- погрузочно-разгрузочные,
- бетонные,
- свайные,
- отделочные,
- кровельные,
- санитарно-технические,
- электромонтажные

- прочие.

В настоящее время строительные работы выполняются преимущественное использованием машин, благодаря их высокой производительности по сравнению с работами, выполняемыми вручную. Это приводит к сокращению сроков строительства и снижению связанных с этим затрат. В то же время в строительстве имеются некоторые технологические процессы или отдельные операции, в которых еще сохранился ручной труд, в основном, из-за нецелесообразности их механизации.

Под **механизацией** понимают:

вариант 1: обеспечение строительного производства машинами, комплектами машин и средств малой механизации для замены ручного труда (в первую очередь тяжелого и опасного) с целью повышения производительности, снижения себестоимости и улучшения условий труда работающих;

вариант 2: направление развития производства, характеризуемое применением в производственном процессе машин и механизмов, заменяющих мускульный труд рабочего.

Строительные процессы, в которых заняты машины, называют **механизированными**, а их обеспеченность машинами — **механизацией строительства**, по отношению к которой строительные машины также называют **средствами механизации**. Различают **полную и частичную механизацию**.

Полная механизация – все технологические операции строительного процесса выполняются машинами.

Частичная механизация – на отдельных операциях используется также ручной труд.

Под **автоматизацией** понимают:

вариант 1: применение технических средств и систем контроля и управления строительными машинами или оборудованием на производственных предприятиях, освобождающих рабочего частично или полностью от непосредственного участия в технологических процессах и управления машиной;

вариант 2: направление развития производства, характеризуемое освобождением человека не только от мускульных усилий для выполнения тех или иных движений, но и от оперативного управления механизмами, выполняющими эти движения.

Основные задачи автоматизации:

– достижение более высоких темпов ведения работ;
– оптимальная загрузка строительных машин и оборудования;
– повышение производительности и снижение трудозатрат;
– автоматическое обеспечение безопасных условий труда;
– улучшение качества строительно-монтажных работ (СМР).

Наиболее оправданным использование автоматизации:

– при наличии вредного влияния технологического процесса на оператора;
– обеспечение безопасных условий труда;
– необходимость исключения ошибок оператора;
– прочее.

Степень автоматизации технологического процесса характеризуется коэффициентом автоматизации:

$$K_{\text{а}} = \frac{1}{1 + \frac{t_{\text{н}}}{t_{\text{а}}}} = \frac{t_{\text{а}}}{t_{\text{а}} + t_{\text{н}}},$$

где $t_{\text{н}}$ – время, затраченное на реализацию неавтоматизированных операций;

$t_{\text{а}}$ – время, затраченное на реализацию автоматизированных (автоматических) операций.

Уровни автоматизации технологических процессов:

– полностью автоматический процесс ($K_{\text{а}} \geq 0{,}98$);
– автоматизированный процесс ($0{,}98 > K_{\text{а}} \geq 0{,}5$);
– мало автоматизированный ($K_{\text{а}} < 0{,}5$).

Общие сведения о строительных машинах и оборудовании

Общие тенденции развития и требования к строительным машинам

1. Направления развития машин (зависят как от области их применения, так и от общих тенденций научно-технического прогресса в машиностроении):

1) повышение в экономически оправданных пределах единичной мощности машин и оборудования;

2) гидрофикация машин путем замены механических приводов гидромеханическими и гидрообъемными приводами;

3) автоматизация систем управления, контроля и обеспечения безопасности работы машин на основе применения микропроцессорной техники и роботов;

4) снижение материало- и энергоемкости машин, повышение их ресурса и надежности на основе совершенствования методов расчета и конструирования и применения новых материалов с лучшими физикомеханическими свойствами и характеристиками;

5) повышение требований к эргономике и технической эстетике машин и оборудования на основе более полного учета физических и функциональных возможностей человека-оператора, управляющего машиной;

6) создание двигателей с форсированными режимными характеристиками, обеспечивающих сокращения времени разгона машины (приводит к увеличению производительности);

7) повышение скоростей движения, главным образом транспортных скоростей (приводит к увеличению производительности);

8) конструирование машин и оборудования из унифицированных блоков-модулей (позволяет ускорить процесс создания машины; сократить время ее простоев во время ремонта и технического обслуживания; увеличить темпы производства машин и оборудования; улучшить качество изготовления узлов и деталей машин; сократить складские площади для хранения запасных частей и пр.);

9) увеличение номенклатуры сменных рабочих органов для расширения области применения машин данного типа;

10) создание мобильных машин на короткобазных шасси, позволяющих улучшить их маневренность (имеет большое значение при выполнении строительно-монтажных работ в стесненных условиях).

2. Основные требования к современным машинам и механизмам:

1) социальные (обеспечении удобства работы в машинах):

– защита рабочих от вибрационных и атмосферных воздействий;

– удобное размещение приборов;

– безопасные условия труда.

2) конструктивные и эксплуатационные (узлы машины, их компоновка, система управления должны иметь высокую надежность, долговечность, ремонтопригодность, приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР)):

– *работоспособность* (состояние машин, при котором они способны выполнять заданные функции с параметрами, установленными нормативно-технической документацией);

– *надежность* (свойство машин выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам в условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования);

– *технологичность (*оценивают по минимальным затратам средств, времени и труда в производстве, эксплуатации и ремонте);

– *эргономичность* (соответствие конструкции машины гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека, а также его антропометрическим

(соответствие требованиям формы, геометрии и конструкции рабочего места), физиологическим (соответствие параметров машины силовым и скоростным возможностям оператора в процессе управления машиной) и психофизическим качествам);

– *прочее;*

3) экономические (стоимость единицы получаемой продукции должна быть минимальной, что достигается при наименьшей стоимости машины и малых эксплуатационных расходов, но при наибольшей ее производительности);

4) экологические (снижение вредных выбросов в окружающую среду).

Системы безопасности:

– активная;

– пассивная;

– послеаварийная безопасность.

Активная безопасность – это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств, направленных на предотвращение и снижение вероятности аварийной ситуации.

К этим свойствам относят динамические и тормозные качества, устойчивость против заноса и опрокидывания, обзорность, обеспеченность сигнализацией и приборами, предупреждающими о критических ситуациях, надежность и долговечность элементов, разрушение которых может привести к аварии, обеспеченность звуковой и световой сигнализацией при взаимодействии с другими участниками строительных процессов, а также автоматическими устройствами безопасности и блокировки.

Пассивная безопасность – это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств, направленных на снижение тяжести аварии.

Достигается в основном за счет повышения прочности и жесткости конструкции кабины, применения безосколочных стекол, установки на окнах защитных решеток, применения ремней безопасности и т.п.

Послеаварийная безопасность – это свойство машины снижать тяжесть последствий аварии.

Она требует от конструкции машин в основном обеспечение быстрого выхода или эвакуации людей из аварийной машины. Для этого в верхней части кабины делают специальный люк.

К элементам послеаварийной безопасности также относятся конструктивные свойства, предотвращающие возникновение опасных явлений (пожар, заклинивание дверей), возникающих в результате аварии. К элементам послеаварийной безопасности можно также отнести средства аварийной сигнализации и связи, средства оказания медицинской помощи пострадавшим в результате аварии.

3. Требования к приводам землеройных и землеройно-транспортных машин:

1) широкий диапазон преобразования вращающего момента, обеспечивающего большие тяговые усилия при малых скоростях движения;

2) изменение скорости движения в зависимости от сопротивлений движению без останова двигателя;

3) возможность бесступенчатое регулирование скорости движения и плавное трогание с места;

4) возможность реверсирования, т.е. изменения направления движения.

Этим требованиям в большой степени удовлетворяют гидравлические приводы, которые в строительных и дорожных машинах приходят на смену традиционным механическим приводам.

Классификация строительных машин и оборудования.

Выделяют классификации: *по назначению, конструкции, режиму работы (принципу действия), степени подвижности, типу ходового устройства и др*.

Обобщенная классификация:

По назначению (технологическому признаку машины):

– *транспортные* (транспортируют груз на большие расстояния, например, за пределы строительной площадки или производства);

– *транспортирующие* (транспортируют груз на небольшие расстояния (в пределах строительной площадки или производства));

– *погрузочно-разгрузочные*;

– *грузоподъёмные*;

– *землеройные*;

– *машины для свайных работ*;

– *для приготовления, транспортирования и уплотнения бетонных и растворных смесей*;

– *для уплотнения грунта*;

– *для ремонта и содержания дорог*;

– *для отделочных работ*;

– *ручные механизмы*.

По режиму работы или принципу действия:

– *периодического* (*цикличного*) *действия*;

– *непрерывного действия*.

По степени подвижности:

– *переносные*;

– *стационарные*;

– *передвижные*, в том числе прицепные, полуприцепные и самоходные.

По типу ходового устройства:

– *на гусеничном ходу*;

– *на автомобильном ходу*;

– *на рельсовом ходу*;

– *шагающие*;

– *комбинированные*.

По виду силового оборудования:

– *с электроприводом*;

– *с приводом от двигателей внутреннего сгорания*;

– *с пневмоприводом*.

По количеству двигателей, от которых работают их механизмы:

– *одномоторные*;

– *многомоторные*.

По системам управления:

– *с механическим;*

– *с гидравлическим;*

– *электрическим;*

– *с комбинированным управлением.*

По степени автоматизации:

– *с механизированным управлением;*

– *с автоматизированным управлением;*

– *роботизированные комплексы.*

По территориальному расположению:

– *внешний транспорт* (перевозит строительные грузы (материалы, конструкции и изделия) от мест их получения на строительную площадку по путям общего пользования);

– *внутрипостроечный транспорт* (перевозит грузы по строительной площадке и со складов строительной организации).

По направлению перемещения грузов:

– *вертикальный транспорт* (предназначен для выполнения погрузочных работ на заводах-поставщиках строительных конструкций, разгрузочных работах при приемке поступивших на строительную площадку материалов и изделий, при транспортировании грузов по вертикали с земли к месту производства работ);

– *горизонтальный транспорт* (перевозит грузы от места их получения до объектов строительства и непосредственно на самих объектах).

Классификация внешнего транспорта

1. Автомобильный.
   - 1.1. Для перевозки грунта, сыпучих и глыбообразных грузов.
     - 1.1.1. Автомобили-самосвалы.
       - 1.1.1.1. Универсальные строительные.
       - 1.1.1.2. Карьерные (специальные).
       - 1.1.1.3. Керамзитовозы.
   - 1.2. Для перевозки жидких и полужидких грузов.
     - 1.2.1. Битумовозы.
     - 1.2.2. Известевозы.
     - 1.2.3. Бетоновозы.
   - 1.3. Для перевозки порошкообразных грузов: цементовозы.
   - 1.4. Для перевозки мелкоштучных и тарных грузов (контейнеровозы и пр.).
   - 1.5. Для перевозки длинномерных грузов:
     - 1.5.1. Трубовозы.
     - 1.5.2. Металловозы.
     - 1.5.3. Лесовозы.
   - 1.6. Для перевозки железобетонных конструкций:
     - 1.6.1. Панелевозы.
     - 1.6.2. Фермовозы.
     - 1.6.3. Плитовозы.
     - 1.6.4. Сантехкабиновозы (блоковозы).
   - 1.7. Для перевозки технологического оборудования и строительных машин (тяжеловозы и пр.).
2. Тракторный (используется в условиях бездорожья и пересеченной честности).
3. Железнодорожный.
   - 3.1. Нормальной колеи (1520 мм).
   - 3.2. Узкой колеи (<1520 мм).
4. Воздушный.
   - 4.1. Самолеты.
   - 4.2. Вертолеты.
5. Водный.

Классификация внутрипостроечных машин и оборудования.

1. Транспортирующие машины.
   - 1.1. Автомобили.
   - 1.2. Погрузчики.
   - 1.3. Транспортеры (конвейеры и пр.).
2. Грузоподъемные машины.
   - 2.1. Краны.
     - 2.1.1. Стреловые самоходные.
       - 2.1.1.1. Общего назначения для строительно-монтажных и погрузоразгрузочных работ широкого профиля.

2.1.1.2. Специального назначения для технологических операций определенного вида (краны - трубоукладчики, железнодорожные и плавучие краны и т.п.).

2.1.2. Башенные.

2.1.2.1. Для строительно-монтажных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве.

2.1.2.2. Для обслуживания складов и полигонов заводов ЖБИ.

2.1.2.3. Для подачи бетонов в гидротехническом строительстве и мостостроении.

2.1.3. Козловые.

2.1.4. Мостовые.

2.2. Домкраты.

2.2.1. Реечные.

2.2.2. Винтовые.

2.2.3. Гидравлические.

2.3. Лебедки

2.3.1. Подъемные.

2.3.2. Тяговые.

2.4. Подъемники.

2.4.1. Грузовые.

2.4.2. Грузопассажирские.

3. Машины для земляных работ.

3.1. Землеройно-транспортные.

3.1.1. Бульдозеры.

3.1.2. Скреперы.

3.1.3. Автогрейдеры.

3.2. Землеройные.

3.2.1. Экскаваторы с различными рабочими органами: ковш, драглайн, грейфер, скребок, фрезер и т.п.

3.2.2. Грунторезные (грунторезная машина с баровым, цепным или дискофрезерным оборудованием).

3.3. Бурильно-крановые машины и машины для бурения скважин под буронабивные сваи.

3.4. Грунтоуплотняющие.

3.4.1. Катки.

3.4.2. Виброуплотнительные машины.

3.4.3. Трамбовки.

3.4.4. Прочее.

3.5. Оборудование для гидромеханического способа разработки грунтов.

3.5.1. Гидромониторы.

3.5.2. Землесосные и землечерпальные снаряды.

3.5.3. Прочее.

3.6. Для подготовительных работ.

3.6.1. Кусторезы.

3.6.2. Корчеватели.

3.6.3. Рыхлители.

4. Оборудование для свайных работ.

4.1. Для погружения и извлечения свай заводского изготовления и шпунта.

4.1.1. Сваепогружаемые агрегаты.

4.1.1.1. Машины ударного действия: молоты - механические; паровоздушные, дизельные, гидро- и вибромолоты.

4.1.1.2. Машины вибрационного действия: вибромолоты; вибропогружатели.

4.1.2. Копры и самоходные копровые установки.
4.1.3. Сваевдавливающие установки.
4.1.4. Шпунтовыдергиватели.

4.2. Для погружения буронабивных свай.
4.2.1. Бурильная машина.
4.2.2. Установка роторного бурения.

5. Для бетонных и железобетонных работ.

5.1. Машины для перемешиванияя бетонных и растворных смесей.
5.1.1. Растворосмесители.
5.1.2. Бетоносмесители.

5.2. Установки для приготовления бетонной смеси и строительного раствора.
5.2.1. Установки башенного типа.
5.2.2. Установки партерного типа.

5.3. Машины и оборудование для транспортирования бетонных и растворных смесей.
5.3.1. Авторастворовозы.
5.3.2. Автосмесевозы.
5.3.3. Автобетоносмесители.
5.3.4. Автобетононасосы.

5.4. Машины для укладки и уплотнения бетонных смесей (вибраторы: поверхностные, наружные и глубинные).

6. Ручные машины (механизированный инструмент).

6.1. Общего применения (сверлильные, шлифовальные, полировальные и фрезерные).
6.2. Резьбозавертывающие механизмы.
6.3. Ударного и ударно-вращательного действия.
6.4. Для обработки металла.
6.5. Для обработки дерева.

7. Для отделочных работ.

7.1. Машины для штукатурных работ.
7.1.1. Растворонасосы.
7.1.2. Растворопроводы и форсунки.
7.1.3. Штукатурные агрегаты и установки.
7.1.4. Штукатурные станции.

7.2. Машины для малярных работ.
7.2.1. Машины для приготовления малярных составов.
7.2.2. Передвижные малярные агрегаты и установки.
7.2.3. Оборудование для нанесения шпаклевок.
7.2.4. Оборудование для приготовления и нанесения красок (краскораспылители; краскопульты; окрасочные агрегаты пневматического распыления; окрасочные агрегаты низкого и высокого давления; малярные станции).

7.3. Машины для устройства и отделки полов.
7.3.1. Машины для отделки дощатых и паркетных полов.
7.3.2. Машины и устройства для устройства полов из рулонных материалов.
7.3.3. Машины для устройства и отделки монолитных покрытий полов.
7.3.4. Мозаично-шлифовальные машины;

7.4. Машины для кровельных работ.
7.4.1. Машины для устройства кровли мастичным способом.
7.4.2. Машины для устройства кровли из наплавляемых рулонных материалов.

Транспортные средства

Доставка к месту производства работ строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования, осуществляемая транспортными средствами. Выбор вида транспортных средств определяется наличием коммуникаций, а также характером и количеством перемещаемых грузов, временем, отведенным на их доставку и дальностью перевозок. На крупные стройки и на предприятия по производству строительных материалов и конструкций возможна доставка грузов железнодорожным и водным транспортом, но многие строительные объекты удалены от таких коммуникаций и для них доступен только безрельсовый транспорт. В основном, это автомобили, тракторы и тягачи, которые кроме грузоперевозок используют как тяговые средства прицепных и полуприцепных строительных машин, а также в качестве унифицированной базы навесных строительных машин - экскаваторов, бульдозеров, скреперов, бурильных и сваебойных установок, кранов, погрузчиков и т.п. Отдельные узлы автомобилей, тракторов и тягачей используют в строительных машинах.

Выбор вида транспортного средства с соответствующим ходовым оборудованием определяется проходимостью и необходимой скоростью передвижения. Транспортные средства на пневмоходу имеют более высокую скорость, чем гусеничные, но их проходимость в условиях бездорожья ниже. Гусеничные машины, как правило, обладают большой проходимостью на рыхлых и переувлажненных грунтах благодаря низкому давлению на грунт, но по сравнению с колесными машинами они более тихоходны. При движении в гусеничном движителе имеют место большие потери на трение. Кроме того, гусеничные машины разрушают дорожное покрытие, поэтому в городских условиях их приходится перевозить на трейлерах.

Грузовые автомобили

Грузовые автомобили могут развивать сравнительно большую скорость (до 80 км/ч), обладают маневренностью, и относительно малым радиусом поворота. Они могут преодолевать довольно крутые подъемы и спуски, приспособлены для работы с прицепами, полуприцепами общего и специального назначения, а также могут быть оснащены погрузо-разгрузочными механизмами.

Автомобили общего назначения – это машины с кузовом в виде открытой сверху платформы с бортами, бортовые автомобили повышенной проходимости, а также автомобили-тягачи со сцепными устройствами для работы с прицепами, полуприцепами.

Ходовая часть автомобиля состоит из несущей рамы, на которой монтируются все агрегаты, кузов и кабина водителя, переднего и заднего мостов с пневмоколесами и упругой подвески, соединяющей несущую раму с мостами.

В раме обе продольные балки выполняются из гнутых швеллеров. которые обеспечивают жесткость при работе на изгиб, но допускает деформацию кручения, что вместе с упругой подвеской в виде рессор (пружин) обеспечивает относительно равномерную передачу нагрузки на все колеса при наличии неровностей на строительной площадке или на дороге. Амортизаторы гасят колебания рессор. Колеса автомобилей нормальной проходимости имеют пневматические шины высокого (0,5...0,7 МПа) давления, а автомобилей повышенной проходимости шины низкого (0,17...0,49 МПа) давления с увеличенной опорной поверхностью.

Грузовые автомобили массового производства (рис. 3.1, а, б) имеют единую конструктивную схему и состоят из трех основных частей: двигателя 1, шасси 3 и кузова 2. На грузовых автомобилях применяют двигатели внутреннего сгорания как карбюраторные, так и дизельные мощностью 50...220 кВт (70…300 л.с.). Шасси автомобиля включают механическую или гидромеханическую трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления. Кузова бортовых автомобилей представляют собой деревянную или металлическую платформу с откидными бортами и предназначаются для перевозки преимущественно штучных грузов.

Грузоподъемность отечественных автомобилей 0,8...14 т. Грузовые автомобили классифицируют на автомобили малой грузоподъемности - 0,8...2 т, средней - 2...5 т, большой - 5...10 т и особо большой грузоподъемности - свыше 10 т. На основе стандартных шасси с

укороченными базой и задним свесом рамы выпускаются автомобильные тягачи седельного типа (рис. 3.1, в), работающие в сцепе с одно- и двухосными полуприцепами.

На раме 3 шасси такого тягача крепится опорная плита и седельно-сцепное устройство 4, воспринимающее часть нагрузки от полуприцепа и передающее ему тяговое усилие от автомобиля. Седельные автотягачи с полуприцепами позволяют эффективней использовать мощность двигателя и увеличить грузоподъемность автомобиля (до 4...25 т).

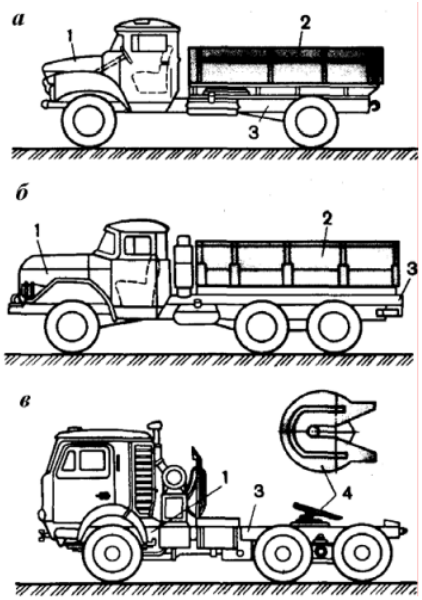


Рис. 3.1. Грузовые автомобили общего назначения

Трансмиссия (рис. 3.2, 3.3) изменяет и передает крутящий момент от вала двигателя 1 к ведущим колесам 8, а также приводит в действие оборудование, установленное на автомобилях.

Постоянно замкнутая в движении дисковая фрикционная муфта (сцепление) 2 предназначена для плавного соединения и быстрого разъединения работающего двигателя с трансмиссией.

Коробка передач 3 ступенчато изменяет крутящий момент, подводимый к ведущим колесам в зависимости от условий движения, и обеспечивает движение автомобиля задним ходом; служит для разъединения работающего двигателя с трансмиссией при длительных остановках машины.

Карданный вал 4, передает крутящий момент от коробки передач к подрессоренному заднему мосту. Шарнир Гука (кардан) позволяет передавать крутящий момент под углом, а два таких шарнира компенсируют перемещение ведущих колес относительно рамы, изменяя плоскость передаваемого крутящего момента. Изменение длины карданного вала происходит за счет шлицевой муфты.

Главная передача 5 увеличивает крутящий момент и через дифференциальный механизм 6, передает движение полуосям (валам) 7 и закрепленным на них ведущим колесам 8. Главную передачу, дифференциал и полуоси, заключенные в кожух, называют ведущим мостом.

Дифференциал служит для обеспечения различных угловых скоростей ведущих колес при движении автомобиля на поворотах и по неровной поверхности, что обеспечивает устойчивость движения автомобиля в этих условиях.

Но срабатывание дифференциала может быть опасным, если на ведущих колесах с одной стороны изменяется сопротивление грунта, тогда автомобиль разворачивает в эту же сторону, например, при наезде правой стороной на рыхлый грунт обочины машину может выбросить в кювет. При снижении сцепления с одной из сторон (лед или мокрая глина) ведущее колесо на этой стороне

начинает буксовать; чтобы избежать этого в автомобилях устанавливают управляемое из кабины устройство, блокирующее дифференциал.

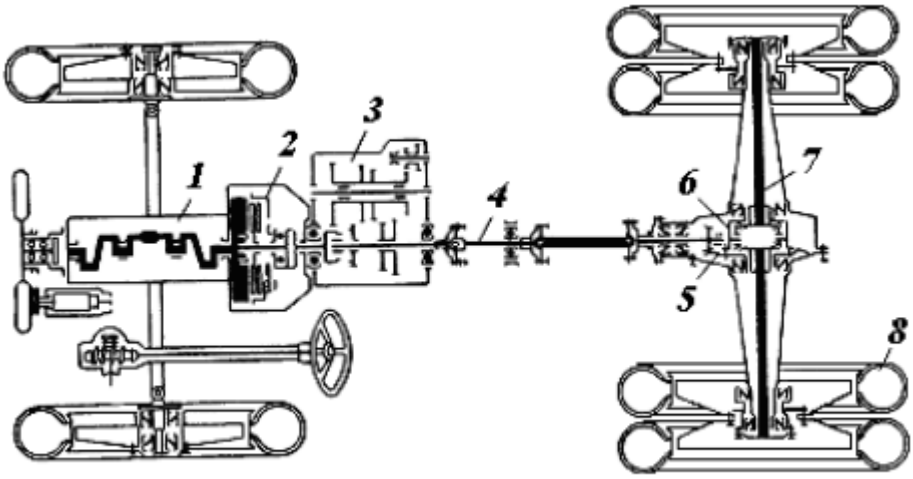


Рис. 3.2. Кинематическая схема автомобиля

Составными частями дифференциала (рис. 3.3, г) являются шестерни 75, закрепленные на полуосях 7, сателлиты 13 и рамка (корпус) 14, которая закреплена на ведомой шестерне главной передачи 5. При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге полуоси 7 с шестернями 15 вращаются с одинаковой скоростью, равной скорости вращения рамки 14, а сателлиты остаются неподвижными относительно своих осей. Если одно из ведущих колес будет испытывать большее сопротивление, сателлиты начнут перекатываться по замедлившей свое вращение шестерне 15, при этом вторая шестерня 15 за счет вращения сателлитов относительно своих осей начнет вращаться быстрее.

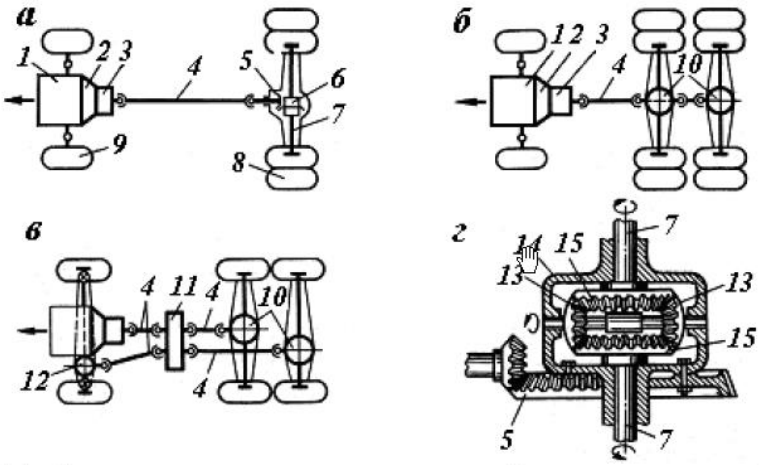


Рис. 3.3. Схемы механических трансмиссий грузовых автомобилей

Механизмы управления объединены в две независимые системы:

- рулевую - для изменения направления движения автомобиля поворотом передних управляемых колес;
- тормозную - для снижения скорости или быстрой остановки, а так же для удержания автомобиля на уклоне.

Автомобили обозначают **колесной формулой** АхБ, где А — общее количество колес, Б – число ведущих колес, причем сдвоенные скаты задних мостов считают за одно колесо.

Автомобили с колесной формулой 4х2 и 6х4 относят к машинам ограниченной (дорожной) проходимости; они предназначены для эксплуатации на усовершенствованных и грунтовых дорогах. Автомобили с колесной формулой 4х4 и 6х6 относят к машинам повышенной и высокой проходимости, и они могут эксплуатироваться в условиях пересеченной местности и бездорожья.

В условиях строительства перевозки строительных материалов осуществляются в основном по временным дорогам, имеющим пониженную несущую способность. Поэтому в условиях строительства все большее применение находят автомобили повышенной проходимости, снабженные передним ведущим мостом, имеющих увеличенный дорожный просвет, а также с увеличенным количеством осей, у которых все колеса ведущие. Раздаточная коробка при необходимости может включаться специальным рычагом из кабины водителя и вращение от двигателя начнет передаваться как на задние, так и на передние колеса.

Другим средством повышения проходимости автомобиля является применение односкатных колес на заднем мосту. В этом случае колеса заднего моста точно проходят по уже уплотненному следу передних колес, что повышает проходимость машин при движении по рыхлому песку или снежной целине. Эффективным средством повышения проходимости автомобиля является применение системы централизованной подкачки шин. Эта система позволяет водителю непосредственно из кабины изменять давление воздуха во всех колесах. Снижение давления в колесах при движении по слабой поверхности увеличивает площадь контакта колес с дорогой, т.е. уменьшает удельное давление на грунт, что улучшает проходимость машины. Проходимость автомобилей повышают также применением шин с глубокими грунтозацепами, шипами, а также использованием цепей, надеваемых на колеса.

Тракторы и пневмоколесные тягачи

Тракторы применяют для транспортирования на прицепах строительных грузов и оборудования по грунтовым и временным дорогам, вне дорог, в стесненных условиях, а также передвижения и работы навесных и прицепных строительных машин. Они делятся на сельскохозяйственные, промышленные и специальные (для горных, подводных, подземных и других специальных работ).

По конструкции ходового оборудования различают гусеничные и колесные тракторы. Главным параметром тракторов является максимальное тяговое усилие на крюке, по величине которого (тс) их относят к различным классам тяги. В строительстве используют тракторы сельскохозяйственного типа классов тяги (по стерне) 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 15 и 25 (по сельскохозяйственной классификации) и промышленного типа классов тяги (по сухому песку) 10; 15; 25; 35; 50 и 75 (по промышленной классификации).

Тракторы промышленного типа по своим конструктивно-эксплуатационным параметрам наиболее полно соответствуют требованиям, предъявляемым к тяговым средствам и базовым машинам в строительстве.

Класс тяги по промышленной классификации означает максимальную силу тяги без догрузки навесным оборудованием на передаче со скоростью 2,5...3 км/ч для гусеничных и 3...3,5 км/ч для колесных тракторов, обеспечивающей эффективную работу с землеройным оборудованием. Гусеничные тракторы характеризуются значительным тяговым усилием на крюке (не менее 30 кН), надежным сцеплением гусеничного хода с грунтом, малым удельным давлением на грунт (0,02...0,06 МПа) и высокой проходимостью. Их скорость не превышает 12 км/ч. Мощность двигателей гусеничных тракторов 55...600 кВт (74…816 л.с.).

Основные узлы тракторов - двигатель, силовая передача (трансмиссия), рама, ходовое устройство, система управления, вспомогательное и рабочее оборудование.

Рабочее оборудование предназначено для использования полезной мощности двигателя при работе трактора с навесными и прицепными машинами. К рабочему оборудованию относят прицепное устройство, работающее от вала отбора мощности, приводного шкива или гидравлической навесной системы.

Гусеничные тракторы оснащают дизелями, механическими, гидромеханическими и электромеханическими трансмиссиями. Расположение двигателя может быть передним (рис. 3.4, а), средним и задним (рис. 3.4, б). Наибольшее распространение получили гусеничные тракторы с передним расположением двигателя и механическими трансмиссиями.

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от вала двигателя к ведущим звездочкам гусеничных лент (гусениц), плавного трогания и остановки машины, изменения тягового усилия трактора в соответствии с условиями движения, изменения скорости и направления его движения, а также привода рабочего оборудования.

Пневмоколесные тракторы обладают сравнительно большими (до 40 км/ч) скоростями передвижения, высокой мобильностью и маневренностью. Их используют как транспортные машины и как базу для установки различного навесного оборудования (погрузоч-

ного, кранового, бульдозерного и землеройного), применяемого при производстве землеройных и строительно- монтажных работ небольших объемов на рассредоточенных объектах. Сравнительно высокое удельное давление на грунт (0,2...0,4 МПа) снижает проходимость пневмоколесных тракторов, поэтому их использование наиболее эффективно на твердом покрытии.

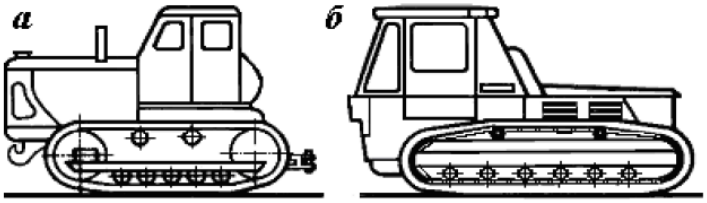


Рис. 3.4. Гусеничные тракторы

Пневмоколесные тракторы оснащаются дизелями, механическими и гидромеханическими трансмиссиями. Мощность их двигателей 47...220 кВт (65…300 л.с.).

По типу системы поворота различают тракторы с передними управляемыми колесами (рис. 3.5, а), со всеми управляемыми колесами и с шарнирно сочлененной рамой (рис. 3.5, б). Наиболее распространены пневмоколесныс тракторы с механической трансмиссией и передними управляемыми колесами.

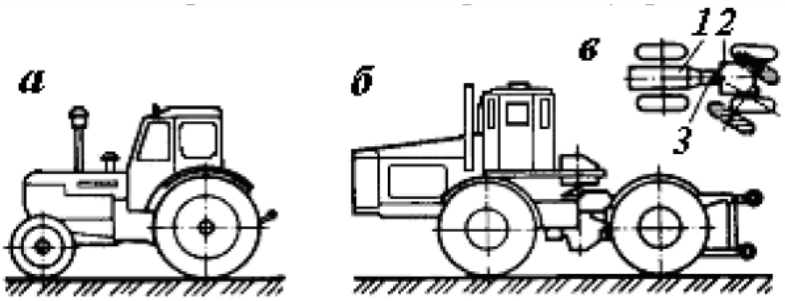


Рис. 3.5. Пневмоколесные тракторы

Размещение, назначение и устройство основных узлов пневмоколесного трактора с механической трансмиссией и передними управляемыми колесами примерно такие же (за исключением рабочего оборудования), как у рассмотренного выше автомобиля.

Пневмоколесные тракторы с шарнирно сочлененной («ломающейся» в плане) рамой обладают высокой маневренностью, малым радиусом поворота и применяются для работы в стесненных условиях.

Рама такого, трактора (рис. 3.5, в) состоит из двух полурам - передней 1 и задней 2, соединенных между собой универсальным шарниром 3. Маневрирование машины производится путем поворота передней полурамы относительно задней вокруг вертикальной оси шарнира на угол до 40° в плане от продольной оси машины с помощью двух гидроцилиндров двустороннего действия. Каждая из полурам опирается на ведущий мост с управляемыми колесами. Трансмиссия тракторов с шарнирно сочлененной рамой — механическая и гидромеханическая.

В состав механической трансмиссии гусеничного трактора входят: фрикционная дисковая муфта сцепления 2, коробка (рис.3.6, а) передач 3 соединительные валы, главная передача 4 механизм поворота в виде двух постоянно замкнутых многодисковых фрикционных муфт с (бортовые фрикционы) 5 и бортовые редукторы 6, соединенные с тормозами ведущими звездочками 7 гусениц. Бортовые редукторы могут иметь планетарные передачи. Муфта сцепления и коробка передач выполняют те же функции, что и одноименные узлы автомобиля. Главная передача и бортовые редукторы увеличивают крутящий момент, подводимый от двигателя 1 к ведущим звездочкам гусениц. При обоих включенных фрикционах ведущие звездочки 7 гусениц вращаются синхронно, что обеспечивает прямолинейное движение машины. Частичным или полным отключением одного из бортовых фрикционов уменьшают скорость движения соответствующей гусеницы, в результате чего происходит поворот трактора в сторону отстающей гусеницы. На наружные (ведомые) барабаны фрикционов действуют ленточные тормоза 8, осуществляющие торможение отключенной гусеницы для более крутого поворота трактора, а также торможение обеих гусениц при движении трактора на уклонах и для его остановки.

Механическая трансмиссия колесного трактора (рис. 3.6, б) отличается от гусеничного тем, что на выходном зубчатом колесе главной передачи закреплен дифференциальный механизм, через который крутящий момент передается на полуоси и далее на ведущие колеса 8 (как в трансмиссии автомобиля). В тракторах без

упругой подвески нет карданного вала. В таких тракторах амортизация колебаний и ударов, возникающих из-за неровностей дороги, происходит за счет пневмошин. В системе рулевого управления, управляющего поворотными колесами 9, как в автомобиле имеется рулевая трапеция для поворота колес, движущихся по разным радиусам, под разными углами.

Механические трансмиссии серийных гусеничных тракторов, используемых в качестве базы строительных машин, передвигающихся при работе на пониженных (до 1 км/ч) рабочих скоростях, дооборудуются гидромеханическими ходоуменьшителями, состоящими из аксиально-поршневого гидромотора и зубчатого редуктора. Гидромеханические ходоуменьшители позволяют плавно (бесступенчато) регулировать скорость движения машины в зависимости от меняющейся внешней нагрузки.

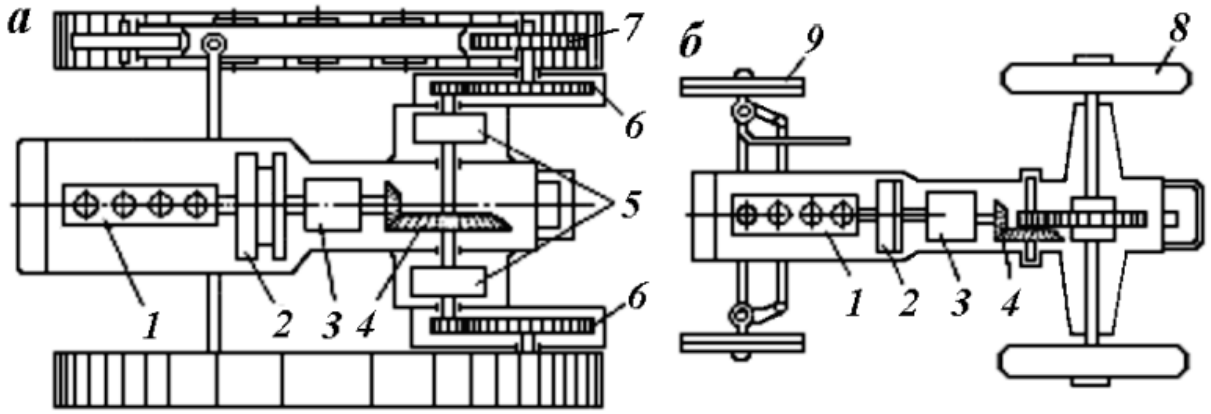


Рис. 3.6. Кинематические схемы тракторов:

а – гусеничного; *б* – колесного

В гидромеханической трансмиссии используется механическая ступенчатая коробка передач и гидротрансформатор, заменяющий муфту сцепления. Гидротрансформатор обеспечивает автоматическое бесступенчатое изменение крутящего момента, а также скорости движения трактора в пределах каждой передачи коробки в зависимости от общего сопротивления движению машины. Это позволяет уменьшить число переключений передач, повысить долговечность двигателя и трансмиссии, уменьшить вероятность остановки двигателя при резком увеличении нагрузки.

В электромеханической трансмиссии крутящий момент дизеля передается через постоянно замкнутую фрикционную муфту, карданный вал и ускоряющий редуктор силовому генератору, питающему постоянным током тяговый электродвигатель. Крутящий момент якоря тягового электродвигателя передается главной конической передачей планетарным механизмам поворота, бортовым редукторам и ведущим звездочкам гусеничных лент. Электромеханическая трансмиссия по сравнению с механической и гидромеханической имеет более простую кинематику (отсутствует ступенчатая коробка передач). Она обеспечивает высокие тяговые качества трактора за счет плавного бесступенчатого регулирования скоростей движения машины в зависимости от нагрузки. Основные недостатки такой трансмиссии — сложность конструкции, сравнительно большие габаритные размеры и масса, высокая стоимость.

Пневмоколесные тягачи предназначены для работы со сменным навесным и прицепным оборудованием различного вида. По сравнению с гусеничными тракторами они более просты по конструкции 1, имеют меньшую массу, большую долговечность, дешевле в изготовлении и эксплуатации. Большие скорости тягачей (до 50 км/ч) и хорошая маневренность в значительной мере способствуют повышению производительности навесного или прицепного рабочего оборудования. На базе колесных тягачей, используя различное сменное рабочее оборудование, возможно создание многих строительных и дорожных машин (рис. 3.7, 3.8). Различают одно- и двухосные тягачи, на которых применяют дизели, и два вида трансмиссий - механическую и гидромеханическую. Наиболее распространены тягачи с гидромеханической трансмиссией. Мощность двигателя тягача составляет около 880 кВт (1200 л.с.).

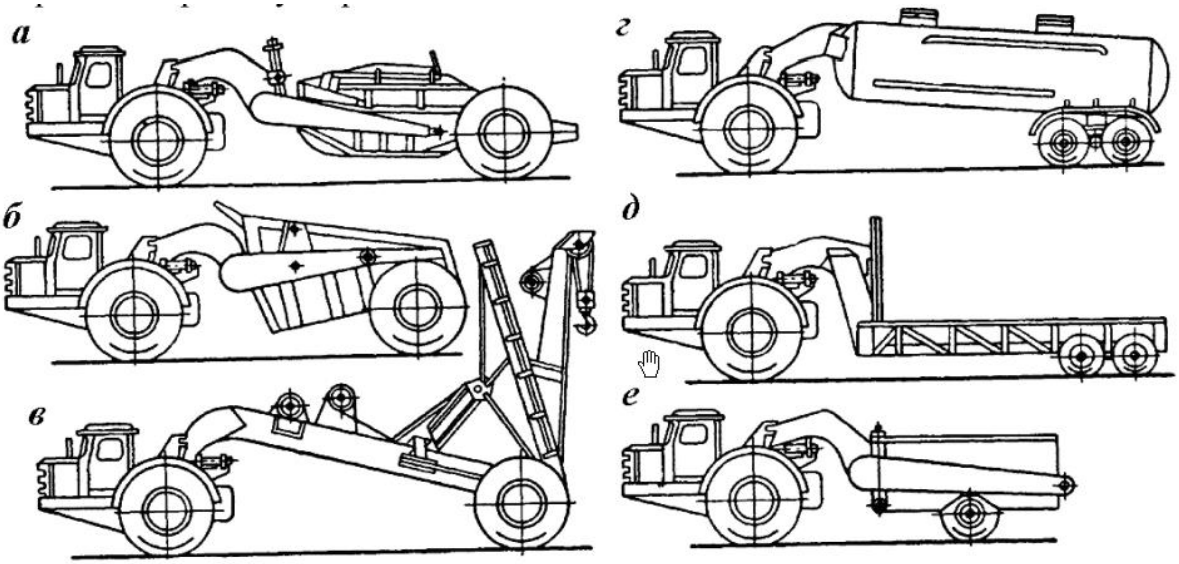


Рис. 3.7. Сменное оборудование одноосного пневмоколесного тягача:

а – скрепер; *б* – землевозная тележка; *в* – кран; *г* – цистерна для цемента или жидкостей; *д* – трейлер; *е* – каток на пневмошинах

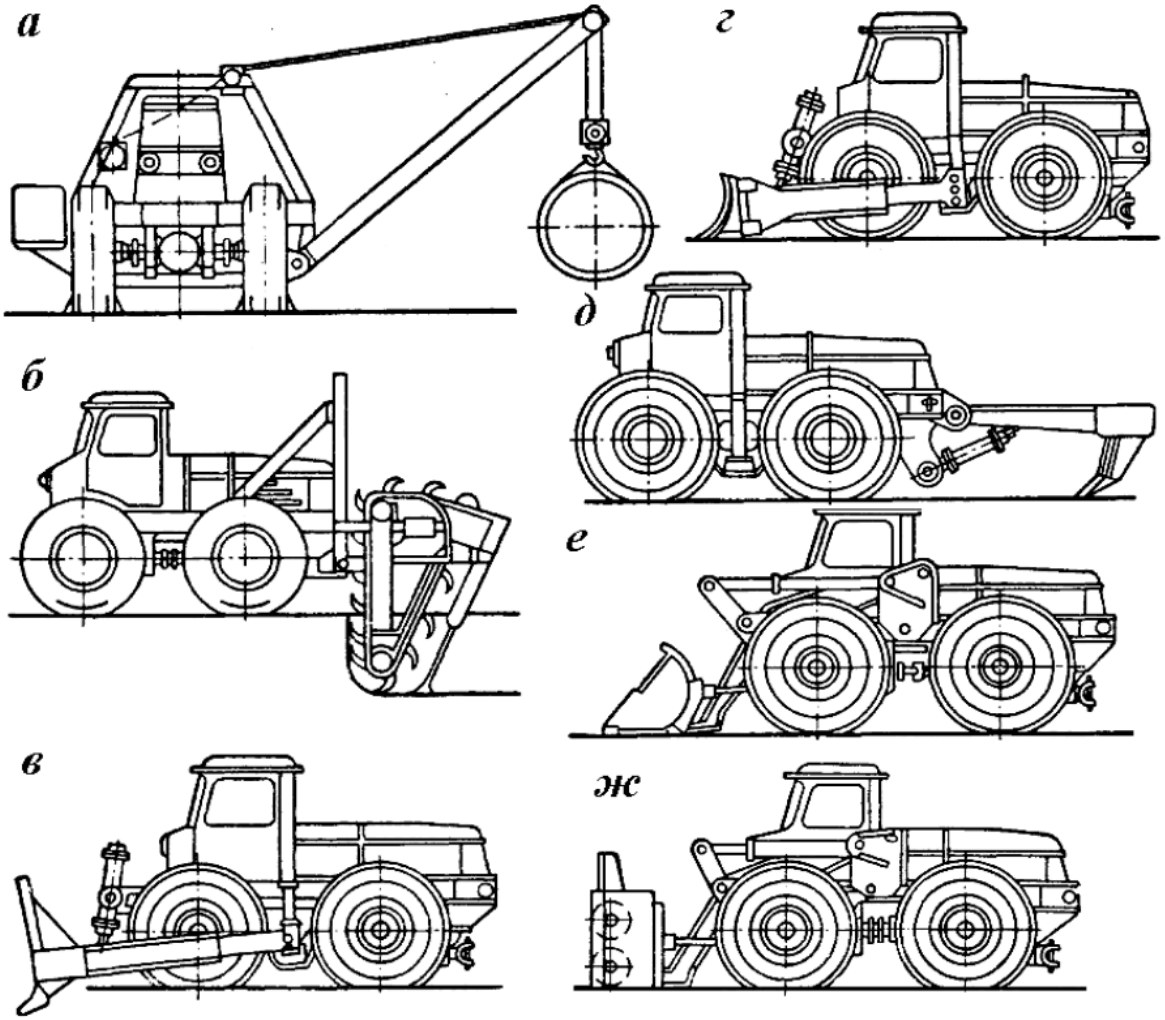


Рис. 3.8. Сменное оборудование двухосного пневмоколесного тягача:

а – кран-трубоукладчик; *б* – траншеекопатель; *в* – корчеватель; *г* – бульдозер; *д* – рыхлитель; *е* – погрузчик; *ж* – шнекороторный снегоочиститель

Машины для земляных работ

Машины для земляных работ используют в строительстве при рыхлении плотных, скальных и мерзлых грунтов, планировке строительных площадок, подготовке оснований под дороги и проезды, разработке котлованов под фундаменты зданий и сооружений, рытье траншей открытым способом при прокладке городских коммуникаций и строительстве подземных сооружений, копании ям и приямков, зачистке дна и откосов земляных сооружений, обратной засыпке котлованов и траншей после возведения фундаментов и укладки коммуникаций, уплотнении грунтов и т.п.

Способы разработки грунтов:

1. Механический (около 95 %).
2. Гидромеханический (струей воды под давлением до 6 МПа).
3. Взрывной.

Рабочие органы землеройных машин

Режущие элементы рабочих органов: зубья или ножи (рис. 7.1, а и б).

Зубья и ножи могут использоваться в сочетании с отвалом и ковшом или самостоятельно. Как самостоятельные рабочие органы зубья используются для рыхления грунта. Рабочими органами этого типа снабжены кирковщики и рыхлители.

Ножи в качестве самостоятельных рабочих органов служат для отделения стружки грунта от массива и подачи ее на транспортирующие органы. Примером таких рабочих органов являются дисковые ножи грейдер-элеваторов (рис. 7.1, в) и ножевые системы стругов.

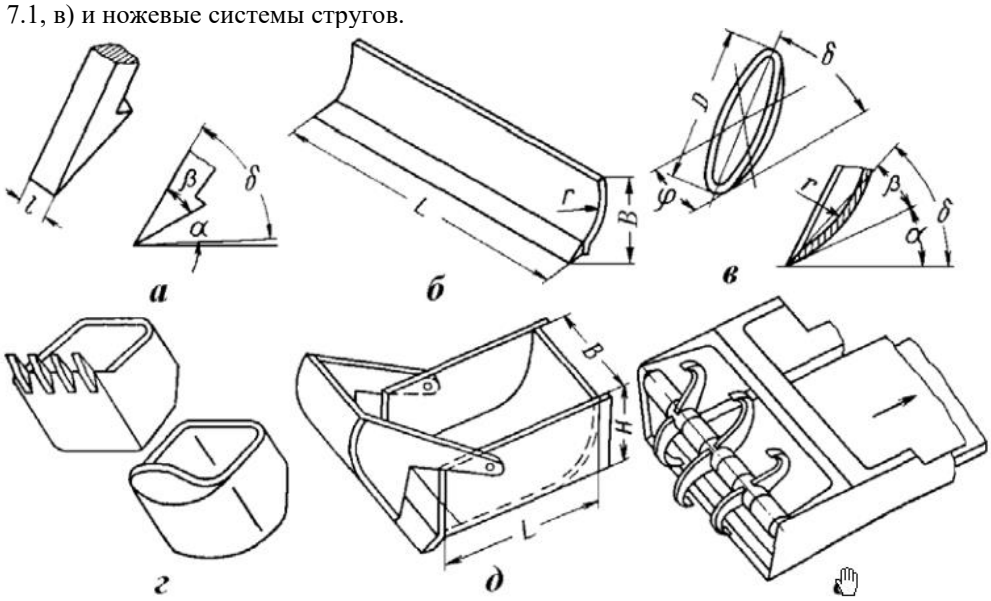


Рис. 7.1. Рабочие органы землеройных машин:

а – зуб; *б* – отвал с режущим ножом; *в* – дисковый нож; *г* – ковш экскаватора с зубьями и ковш экскаватора с полукруглой режущей кромкой; *д* – ковш скрепера; *е* – рабочий орган землеройной машины с роторным рыхлителем

Машины для подготовительных работ

Перед земляными работами часто необходимо проводить подготовительные работы: расчистку территории или полосы отвода от деревьев, кустарника, дернового покрова, пней, камней, тяжелые и мерзлые грунты необходимо предварительно разрыхлить.

Кусторезы

Кусторезы предназначены для расчистки заросших кустарником и мелколесьем площадей под застройку. Они представляют собой навесное оборудование на гусеничные тракторы тягового класса 10 и имеют гидравлическое управление. Основным рабочим органом кустореза (рис. 7.4, а) служит клинообразный отвал 2, со сменными гладкими или пилообразными ножами 6 в нижней части.

Одиночные деревья на участках, подлежащих расчистке кусторезами, сваливают бульдозерами. Для удаления деревьев со стволами диаметром более 20 см применяют цепные или дисковые пилы, а также древовалы.

Корчеватели-собиратели применяют для извлечения (корчевания) из грунта камней массой до 3 т, пней диаметром до 0,45 м, корневых систем, сплошной корчевки кустарника и мелколесья, транспортирования на близкое расстояние толканием пней, камней, кустарника и поваленных деревьев, а также погрузки камней и крупных пней в транспортные средства. На рис. 7.4., б показан корчеватель-собиратель на базе гусеничного трактора класса 10 с передним и задним расположением навесных рабочих органов.

Рыхлители имеют одно- или трехзубое навесное рыхлительное оборудование заднего расположения с гидравлическим управлением. Рыхлительное оборудование навешивают на гусеничные бульдозеры с тягачами класса 10, 25, 35, 50 и 75 мощностью 118...636 кВт.

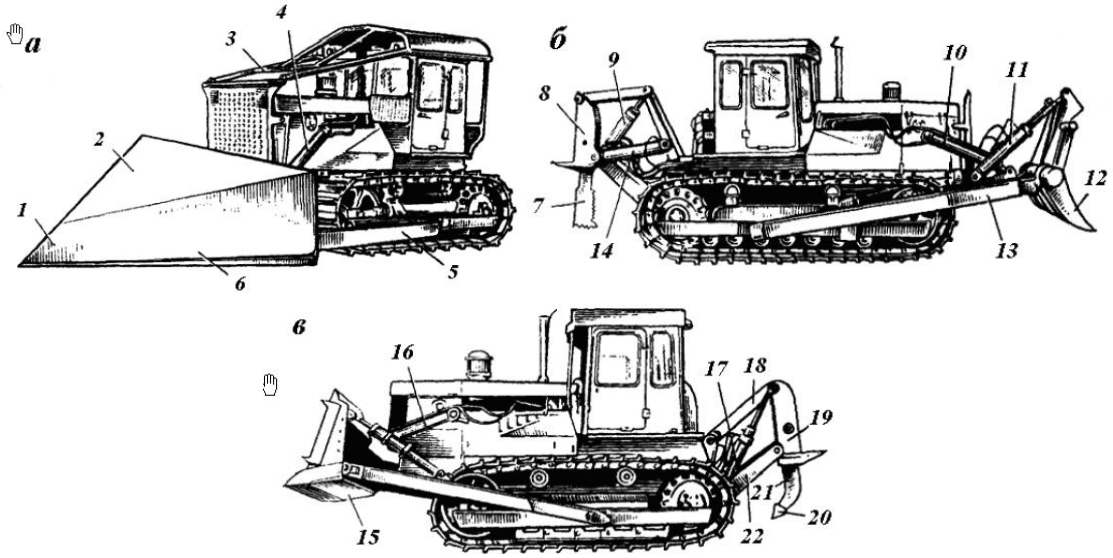


Рис. 7.4. Машины для подготовительных работ:
а - кусторез; б - корчеватель-собиратель; в – рыхлитель

Землеройно-транспортные машины

Землеройно-транспортными машинами (ЗТМ) называют машины, выполняющие одновременно послойное отделение от массива и перемещение грунта к месту укладки или в отвал.

С их помощью возводят насыпи, делают выемки и котлованы, профилируют земляное полотно, планируют площади и выполняют работы многие других видов.

Рабочий процесс ЗТМ включает копание грунта, его транспортировку и выгрузку, выполняющиеся при движении машины.

Виды ЗТМ по конструкции рабочих органов:

1. Ковшовые (скреперы).
2. Ножевые (бульдозеры, грейдеры и грейдер-элеваторы).

Землеройно-транспортные машины выпускают самоходными, а также прицепными и полуприцепными.

Основные конструктивные схемы ножевых и ковшовых землеройно-транспортных машин показаны на рис. 7.9 с обозначением распределения сил тяжести по осям.

Бульдозеры

Бульдозеры предназначены для послойной разработки грунта I...IV категорий и его перемещения при возведении и предварительном профилировании грунтовых насыпей; разравнивании грунта, отсыпанного в бурты и валы; чернового выравнивания и планировки поверхностей; копании траншей под фундаменты и коммуникации.

Их используют для разработки выемок и котлованов, нарезки террас на косогорах, засыпки рвов, ям, траншей, котлованов и пазух фундаментов зданий, а также для расчистки территорий от снега, камней, кустарника, пней, мелких деревьев, строительного мусора, уплотнения бытовых отходов на свалках и т.п. Бульдозеры со специальным оборудованием используются для толкания скреперов при их загрузке.

Бульдозерное навесное оборудование на базовый гусеничный (рис. 7.10) или пневмоколесный трактор (двухосный колесный тягач), включает отвал с ножами, толкающее

устройство в виде брусьев или рамы и систему управления отвалом. Тягачи современных бульдозеров оснащаются дизельным двигателем с увеличенным запасом мощности и крутящего момента, механической или гидромеханической (динамической или объемной) ходовой трансмиссией с коробкой переключения передач под нагрузкой и гидросистемой управления бульдозерным отвалом.

Главный параметр бульдозеров — тяговый класс базового трактора (тягача).

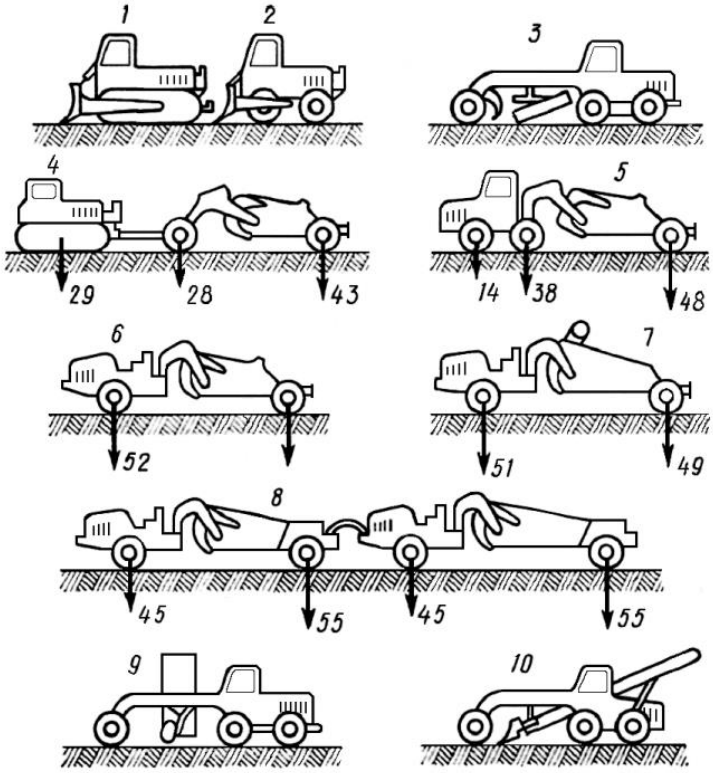


Рис. 7.9. Конструктивные схемы основных землеройно-транспортных машин:
1, *2* – бульдозеры гусеничный и колесный; *3* – автогрейдер; *4* – прицепной скрепер; *5* – полуприцепной скрепер к двухосному тягачу; *6* – полуприцепной скрепер к одноосному тягачу; *7* – скрепер самозагружающийся с элеватором; *8* – скреперный поезд из двух скреперов; *9* – грейдер-элеватор с дисковым сферическим ножом; *10* – грейдер-элеватор с совковым режущим инструментом; цифрами *14*, *28*, *29*, ... *55* обозначены нагрузки на оси (т) для различных вариантов агрегатирования машин

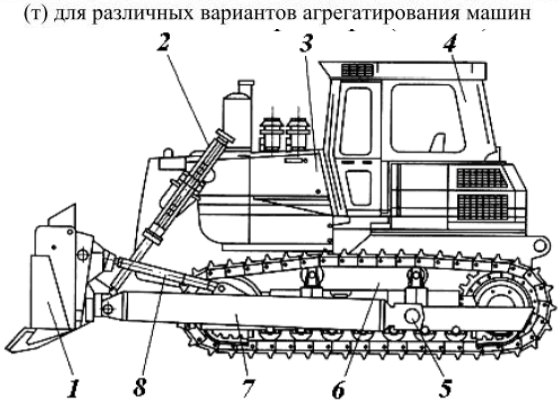


Рис. 7.10. Гусеничный бульдозер:
1 – отвал; *2* – гидроцилиндры подъема/опускания отвала; *3* – моторный отсек; *4* – кабина машиниста; *5* – упряжной шарнир; *6* – гусеничная тележка; *7* – толкающий брус; *8* – винтовой подкос

Скреперы

Скрепер предназначен для послойной разработки грунта, транспортирования и послойной укладки его в земляное сооружение или отвал с разравниванием.

При движении по свежеотсыпанному слою грунта скрепер одновременно частично уплотняет его. Скреперы используют в дорожном, промышленном и гидротехническом строительстве для устройства насыпей из боковых резервов, выемок с перемещением грунта в насыпь, возведения плотин, отрывки котлованов, на вскрышных, мелиоративных и ирригационных работах, в карьерах, подготавливаемых для добычи каменных материалов, и на других земляных работах при послойной разработке грунта. Скреперы могут работать на

самых разнообразных грунтах, кроме заболоченных. На влажных глинах и черноземах грунты налипают на стенки ковша скрепера и забивают его. Сыпучий песок также плохо заполняет ковш и плохо выгружается из него. Лучше всего скреперы работают на непереувлажненных супесях и суглинках, т.к. эти грунты хорошо заполняют ковш, т.е. сверх геометрической или номинальной емкости. Нельзя применять скреперы на грунтах, содержащих крупные камни. Очень плотные грунты требуют предварительного рыхления. Скреперами можно разрабатывать грунт до IV категории включительно. Для повышения эффективности работы скреперов с грунтами III...IV категорий их предварительно разрыхляют.

При работе скрепера на тяжелых грунтах при недостаточной силе тяги одного трактора или одноосного колесного тягача дополнительно в качестве толкача применяются гусеничный трактор или двухосный колесный тягач, которые оборудуются толкающим приспособлением.

Классификация.

1. По геометрической емкости ковша: 1,5; 3,0; 6,0; 10,0; 15,0; 25 м;
2. По способу передвижения: прицепные, полуприцепные, самоходные;
3. По способу разгрузки: со свободной, полупринудительной и принудительной разгрузкой (рис. 7.13).

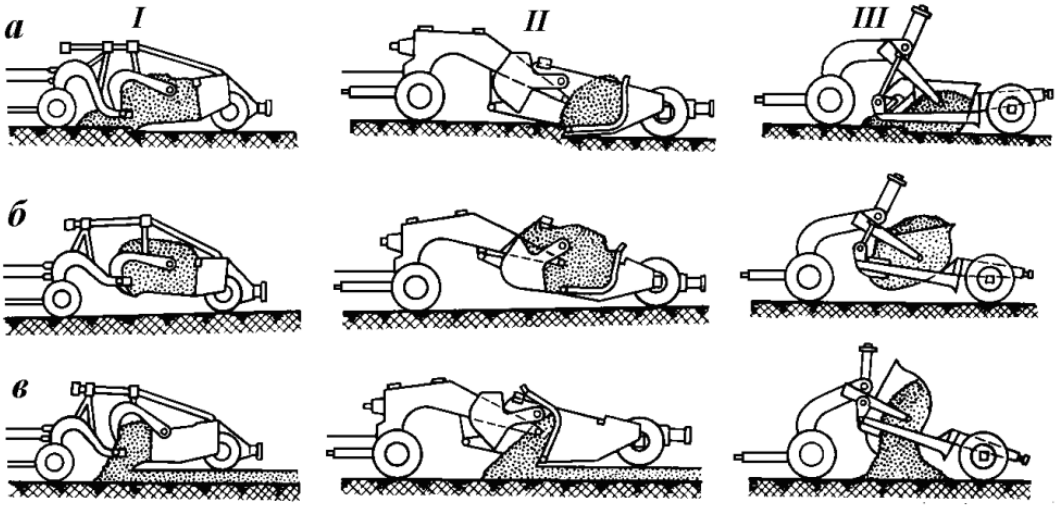


Рис. 7.13. Схемы устройства и работы скреперов:

I – скрепер с принудительной разгрузкой; *II* – скрепер с полупринудительной разгрузкой; *III* – скрепер со свободной разгрузкой; *а* – загрузка; *б* – транспортное положение; *в* – разгрузка

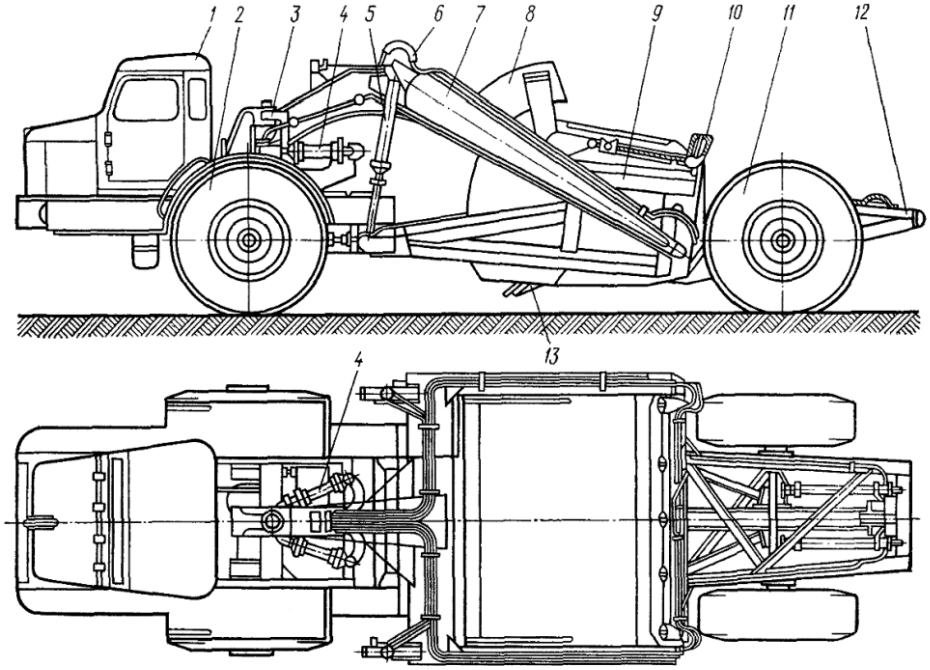


Рис. 7.14. Конструктивная схема полуприцепного скрепера:

1 – тягач; *2* – ведущие колеса; *3* – сцепное устройство; *4* – гидроцилиндры поворота; *5* – гидроцилиндр подъема ковша; *6* – гидросистема; *7* – передок; *8* – заслонка; *9* – ковш и задняя рама; *10* – задняя стенка; *11* – ведомые колеса; *12* – буферное устройство; *13* – ножи

Автогрейдеры

Автогрейдеры (рис.7.15) предназначают в основном для производства планировочных работ и профилировки земляного полотна при строительстве автомобильных и железных дорог.

Рабочим органом машины является отвал. Изменяют положение отвала в горизонтальной плоскости вращением поворотного круга. Отвал можно также наклонять и выносить в стороны для профилирования откосов при работе на косогорах. Передние колеса автогрейдера могут наклоняться относительно своей оси, что облегчает работу машины на косогорах. Задние мосты машины подвешены к основной раме посредством опорных балансиров и реактивных штанг, передний мост -посредством шкворня, обеспечивающего поворот переднего моста в вертикальной плоскости. Наличие шкворня и балансиров позволяет автогрейдеру плавно передвигаться по неровной местности.

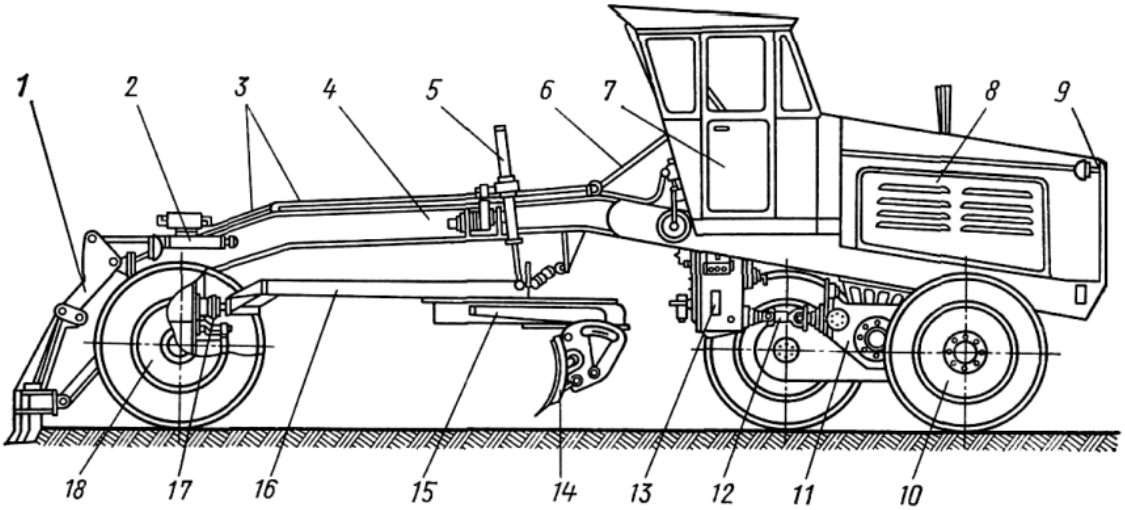


Рис. 7.15. Конструктивная схема автогрейдера:

1 – рыхлитель; *2*, *5* – гидроцилиндры; *3*, *12* – карданные валы; *4* – основная рама; *6* – вал рулевого колеса; *7* – кабина; *8* – двигатель; *9* – радиатор; *10* – задний мост; *11* – сцепление; *13* – коробка перемены передач; *14* – отвал; *15* – поворотный круг; *16* – рама поворотного круга; *17* – цапфа переднего моста; *18* – передний мост

Планировка поверхности разрабатываемой площади или профилировка дорожного полотна выполняется за несколько проходов с различными установками отвала и состоит из операций вырезания грунта и перемещения его вдоль отвала при движении автогрейдера. Для расширения области применения и увеличения времени использования машины в течение года автогрейдеры снабжают сменным рабочим оборудованием различного назначения: снегоочистителями плужным и роторным, грейдер-элеватором, дорожной фрезой, распределителем цемента. Дополнительным рабочим оборудованием автогрейдера является бульдозерное или рыхлитель.

В качестве силовых установок на автогрейдерах используют двигатели внутреннего сгорания. В узел трансмиссии входят многоступенчатая коробка перемены передач, раздаточная коробка, демультипликатор (делитель, дополнительная коробка передач), главная передача и балансирные редукторы, что обеспечивает до десяти рабочих и транспортных скоростей. Выпускают автогрейдеры с гидромеханической трансмиссией, а также машины с гидромотор-колесами. Основные рамы автогрейдеров изготовляются однобалочными трубчатого или коробчатого сечения. Ось рамы совпадает с продольной осью машины, что дает возможность в широких пределах изменять углы установки отвала в вертикальной плоскости и облегчает операцию по его выносу в стороны.

Практически все современные автогрейдеры оборудуются автоматическими системами управления, основной функцией которых является сохранение заданной ориентации грейдерного отвала в пространстве. Положение грейдерного отвала, заданное в начале движения машины, должно сохраняться независимо от колебаний автогрейдера, вызванных профилем грунта.

Экскаваторы

Экскаваторы предназначены для копания и перемещения грунта.

Виды по режиму работы:

1. Одноковшовые экскаваторы периодического (цикличного) действия

2. Экскаваторы непрерывного действия с многоковшовыми, скребковыми и фрезерными (бесковшовыми) рабочими органами.

Одноковшовые экскаваторы осуществляют работу отдельными многократно повторяющимися циклами, в течение которых операции копания и перемещения грунта выполняются раздельно и последовательно. В процессе работы машина периодически перемещается на небольшие расстояния для продолжения работы.

Экскаваторы непрерывного действия копание и перемещение грунта осуществляют одновременно и непрерывно. Производительность таких экскаваторов выше, чем одноковшовых, затрачивающих около 2/3 рабочего времени на перемещение грунта и рабочего оборудования в исходное положение.

Виды по назначению:

1. Строительные универсальные для земляных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве.

2. Карьерные— дли разработки карьеров строительных материалов, рудных и угольных месторождений и вскрышные для обеспечения разработки полезных ископаемых открытым способом.

Одноковшовые экскаваторы

Строительными называют одноковшовые универсальные экскаваторы с основными ковшами вместимостью 0,25...2,5 м^3, оснащаемые различными видами сменного рабочего оборудования.

Строительные экскаваторы предназначены для земляных работ в грунтах I...IV категорий. С помощью унифицированного сменного рабочего оборудования (до 40 видов) они могут выполнять также погрузочно-разгрузочные, монтажные, сваебойные, планировочные, зачистные и другие работы (рис. 7.17).

Рабочий цикл:

1. Копание грунта (заполнение ковша грунтом).
2. Подъем ковша с грунтом из забоя.
3. Поворот ковша к месту разгрузки.
4. Разгрузка грунта из ковша в отвал или в транспортные средства.
5. Поворот порожнего ковша к забою.
6. Опускание его в исходное положение для следующей операции копания.

Для сокращения продолжительности цикла отдельные операции можно совмещать (например, подъем или опускание ковша с поворотом).

Классификация:

По назначению:

1. Строительные и строительно-карьерные, имеющие обычно ковш вместимостью 0,015...10 м^3 и массу 0,25...250 т.

2. Карьерные с ковшом вместимостью 2...20 м и массой 40...900 т,

3. Вскрышные с ковшом вместимостью 4... 160 м^3 и массой 170... 13000 т, предназначенные для выполнения земляных работ больших объемов в горной промышленности, гидротехническом строительстве и т.п.

4. Туннельные и шахтные с ковшами вместимостью 0,5... 1 м^3, массой 15...30 т и уменьшенными размерами рабочего оборудования, предназначенные для подземных работ.

По типу ходового устройства:

1. Гусеничные с нормальной и увеличенной опорной поверхностью гусениц.

2. Пневмоколесные, на специальном шасси автомобильного типа, на шасси грузового автомобиля или трактора.

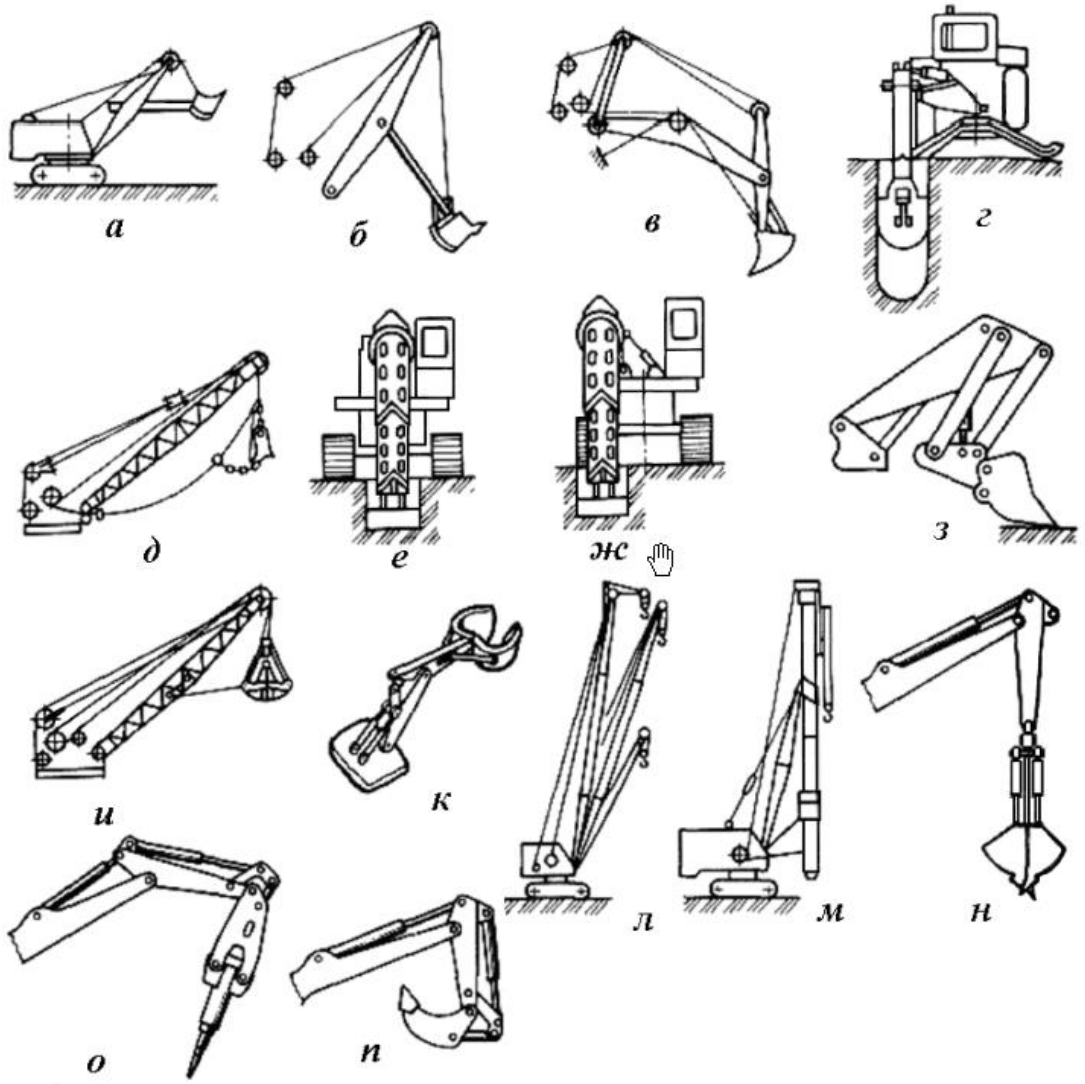


Рис. 7.17. Основные виды рабочего оборудования одноковшового экскаватора:
а – прямая лопата с принудительным напором; *б* – маятниковая прямая лопата; *в* – обратная лопата; *г* – боковая обратная лопата; *д* – драглайн; *е* – планировочное телескопическое оборудование; *ж* – боковое телескопическое оборудование; *з* – погрузочное оборудование; *и* – грейфер на канатной подвеске; *к* – челюстной захват; *л* – кран; *м* – копер; *н* – грейфер на жесткой подвеске; *о* – молот; *п* – рыхлитель

По типу привода: с механическим и гидромеханическим (одномоторные), гидравлическим и электрическим (многомоторные) приводом (название привода обычно соответствует типу примененной передачи).

По типу опорно-поворотного устройства: полноповоротные (не ограниченный в плане угол поворота рабочего оборудования обеспечивает унифицированный роликовый опорно-поворотный круг) и неполноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане ограничен 270°).

По способу подвески рабочего оборудования: с гибкой подвеской на канатных полиспастах и с жесткой подвеской с помощью гидроцилиндров.

По виду исполнения рабочего оборудования: с шарнирно-рычажным и телескопическим рабочим оборудованием.

Основные параметры: вместимость ковша и продолжительность рабочего цикла.

Также важны радиусы копания и выгрузки, высота и глубина копания, высота нагрузки, преодолеваемый экскаватором уклон пути, конструктивная и эксплуатационная массы машины, среднее давление на грунт у гусеничных машин и нагрузка на одно ходовое колесо у пневмоколесных, колея и база ходового устройства.

Индексация.

Буквы ЭО означают - экскаватор одноковшовый универсальный.

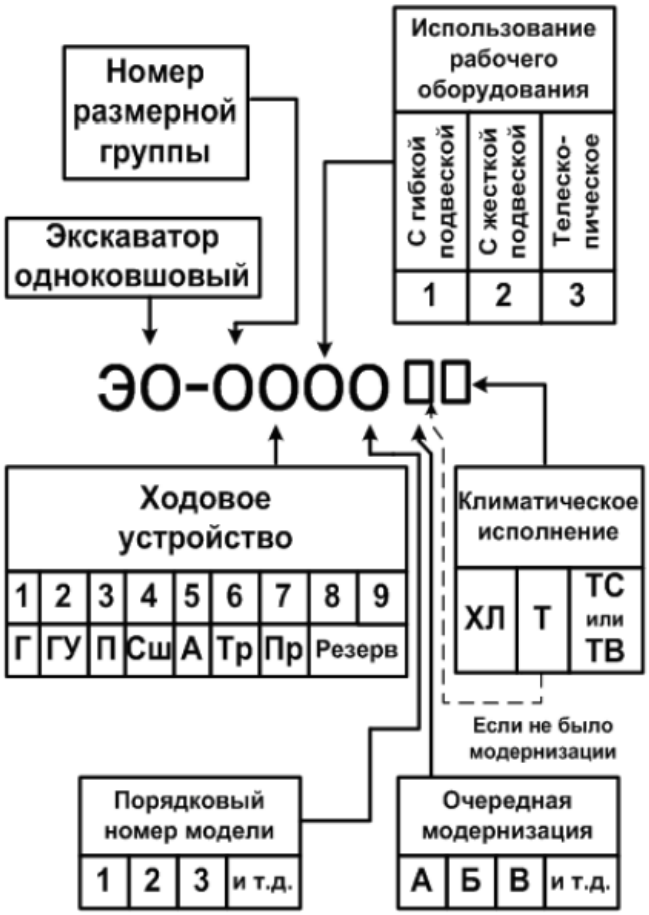


Рис. 7.18. Структура индексов одноковшовых универсальных экскаваторов

Размерные группы обозначаются цифрами с 1 по 8. Размер экскаватора характеризуют масса машины и мощность основного двигателя, а также геометрическая вместимость основного ковша.

В настоящее время серийно выпускаются экскаваторы 2...6-й размерных групп. В стандартах на экскаваторы для каждой размерной группы обычно приводятся несколько вместимостей ковшей – основного и сменных повышенной вместимости. Основным считается ковш, которым экскаватор может разрабатывать грунт IV категории на максимальных линейных рабочих параметрах.

Вместимость основных ковшей экскаваторов для размерных групп:

– 2-й - 0,25...0,28 м^3;
– 3-й - 0,40...0,65 м^3;
– 4-й - 0,65...1,00 м^3;
– 5-й - 1,00...1,60 м^3;
– 3-й - 0,40...0,65 м^3;
– 6-й - 1,60...2,50 м^3;
– 7-й - 2,50...4,00 м^3.

*Тип ходового устройства (*указывается цифрами с 1 по 9)*:*

1 - гусеничное (Г);
2 - гусеничное уширенное (ГУ);
3 - пневмоколесное (П);
4 - специальное шасси автомобильного типа (СШ);
5 - шасси грузового автомобиля (А);
6 - шасси серийного трактора (Тр);
7 - прицепное ходовое устройство (Пр);
8,9 -резерв.

Климатическое исполнение: (С или ХЛ - северное, Т тропическое, ТВ - для работы во влажных тропиках).

Например, индекс ЭО-5123ХЛ расшифровывается так: экскаватор одноковшовый универсальный, 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, третья модель в северном исполнении. Экскаватор оборудуется основным ковшом вместимостью 1,0 м^3 соответствующим 5-й размерной группе, и сменными вместимостью 1,25 и 1,6 м^3.

Экскаваторы непрерывного действия

Многоковшовые экскаваторы применяют для рытья продольных выемок (траншей), канав и профилирования их откосов на грунтах до III или IV категории включительно. Специализированные многоковшовые экскаваторы применяют для добычи полезных ископаемых или удаления пустой породы при вскрышных работах. При разработке грунта, имеющего каменистые включения, нормальная работа экскаватора возможна, если размеры твердых включений в грунте не превышают 0,25 ширины ковша. Многоковшовые цепные экскаваторы, разрабатывая грунт и убирая его, оставляют поверхность забоя ровной, не требующей зачистки; поэтому их часто используют для окончательной отделки откосов крупных насыпей или выемок, например откосов судоходного канала.

Классификация:

1. По конструкции рабочего оборудования: цепные и роторные;

2. По способу разработки грунта: экскаваторы продольного копания, у которых цепь или ротор движутся в плоскости движения машины; к этой категории относятся траншейные экскаваторы; экскаваторы поперечного копания (карьерные), у которых цепь или ротор с ковшами движутся в плоскости, перпендикулярной направлению движения машины;

3. По типу привода: с двигателем внутреннего сгорания и механической трансмиссией; с электродвигателями, питаемыми от сети; с дизель-электрической силовой установкой и многомоторным электрическим приводом механизмов;

4. По размерам: траншейные экскаваторы различают по глубине траншеи, карьерные цепные - по емкости ковшей и роторные - по часовой производительности;

5. По типу ходового оборудования: на гусеничном, пневмоколесном и рельсоколесном ходу.

Машины для разработки мерзлых и прочных грунтов, для разрушения твердых покрытий и строительных конструкций

Мерзлые грунты по сравнению с немерзлыми (талыми) характеризуются значительно большим сопротивлением разрушению (в 15...20 раз) и абразивностью (в 100... 150 раз), трудоемкостью и стоимостью разработки. Производительность землеройных и землсройно-транспортных машин при разработке мерзлых грунтов резко снижается.

При небольших объемах работ, например при выполнении ремонтов, применяют оттаивание, которое может выполняться различными способами, например с использованием твердого, жидкого или газообразного топлива; с применением горизонтальных ТЭНов (трубчатых электронагревателей), отражательны электропечей, электротепляков и т.п. Далее разработка грунта выполняется традиционными способами.

В современном строительстве разработку мерзлых фунтов ведут в основном двумя способами - взрывным и механическим. Взрывной способ рыхления мерзлых грунтов применяется обычно при больших объемах работ на открытых, удаленных от сооружений площадках при глубине промерзания более 1 м. В последнее время взрывной способ находит применение в стесненных городских условиях с использованием локализаторов взрыва, не допускающих разлета кусков грунта и повреждения сооружений.

Машины ударного действия

Воздействуют на разрушаемую среду (мерзлый грунт, твердое дорожное покрытие, фундамент и т.п.) ударными импульсами свободно падающих или забиваемых рабочих органов. Самым распространенным видом свободно падающих рабочих органов являются клин-молоты конусообразной, пирамидальной и клиновидной форм массой 0,5...4 т.

Клин-молот 3 (рис. 7.26, а) подвешивается к подъемному канату 2 грузовой фрикционной лебедки стрелового самоходного крана или одноковшового механического экскаватора с крановой стрелой 1 и при работе подтягивается лебедкой к оголовку стрелы и сбрасывается с высоты 6...8 м. Свободно падающий клин-молот наносит ненаправленные удары, что приводит к высоким затратам энергии на разрушение грунта, снижает качество работ и способствует опасному интенсивному разлету кусков грунта в стороны.

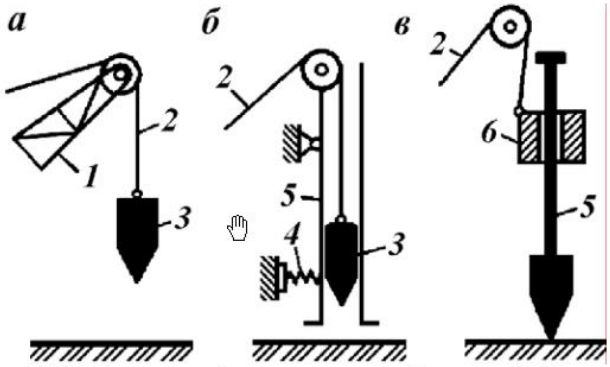


Рис. 7.26. Схемы рабочих органов ударного действия:

а – с ненаправленными ударами; *б* – с направленными ударами; *в* – с забиваемым клином

Гидравлические молоты навешиваются на экскаваторы 2...5-й размерных групп вместо ковша обратной лопаты и соединяются с рукоятью посредством быстросъемного крепления. Экскаватор, оборудованный гидромолотом с рабочим инструментом в виде клина, пики и трамбовки, можно применять при рыхлении мерзлого грунта, дроблении негабаритов твердых и горных пород, взламывании мерзлого грунта и дорожных покрытий, кирпичных и бетонных фундаментов и других работах, а также для уплотнения грунта. При разработке грунта можно изменять угол наклона гидромолота к поверхности грунта. В комплект оборудования гидромолота (рис. 7.27) входят: стрела 1, рукоять 4, гидромолот 5 и гидроцилиндры 2, 3, 6 подъема стрелы, поворота рукояти и молота. Гидромолоты приводятся в действие от насосов гидросистемы базового экскаватора, что обеспечивает лучшее использование установленной мощности и снижение эксплуатационных затрат.

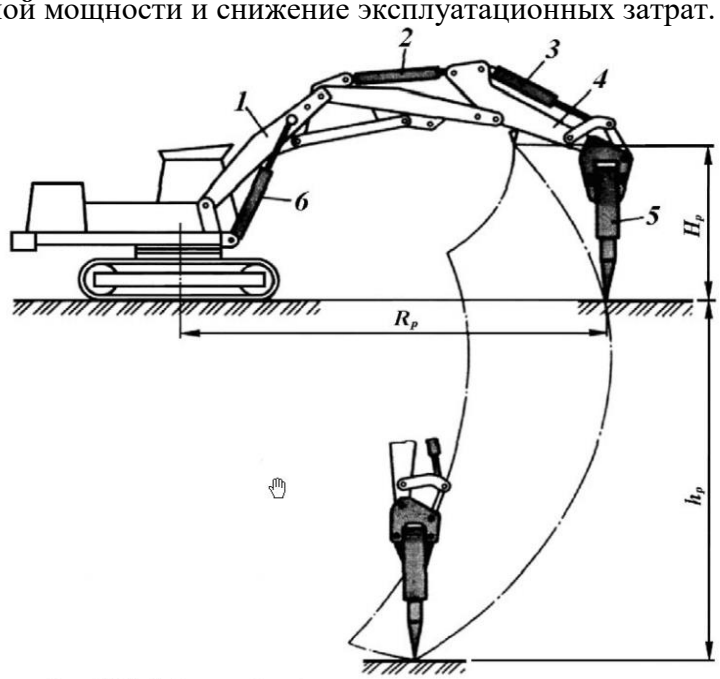


Рис. 7.27. Рабочее оборудование гидромолота на экскаваторе

Оборудование захватно-клещевого типа

Навешивается на гусеничные гидравлические экскаваторы 4-й и 5-й размерных групп и предназначено для рыхления мерзлых грунтов, взламывания асфальтобетонных дорожных покрытий, разборки старых зданий, снятия и укладки дорожных плит, труб, установки колодцев, погрузки негабаритов и т.п. Это оборудование, выпускаемое в двух исполнениях (с одно- и трехзубым рыхлителем-захватом), устанавливают вместо ковша и рукояти обратной лопаты. Зубья одно- и трехзубых рыхлителей наплавляют твердым сплавом.

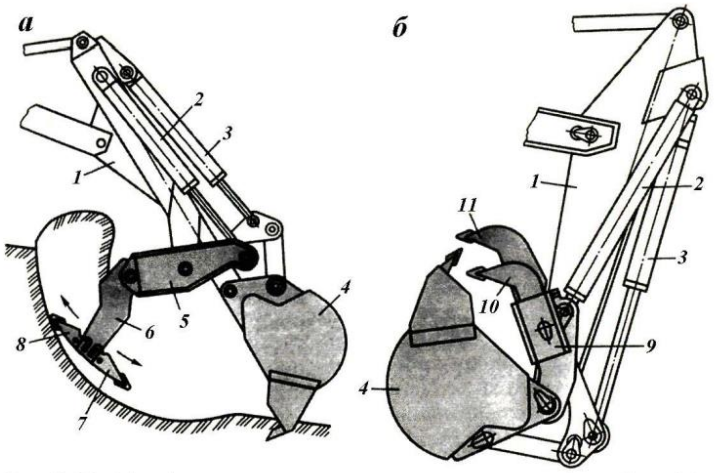


Рис. 7.28. Оборудование захватно-клещевого типа с однозубым (а) и трехзубым (б) рыхлителями

Землерезные машины

Применяют для нарезания щелей шириной до 0,3 м в однородных, мерзлых и трудноразрабатываемых немерзлых прочных грунтах. Они представляют собой баровое, цепное и дискофрезерное рабочее оборудование, которое навешивается на серийные цепные траншейные экскаваторы (вместо основного рабочего органа), на гусеничные и пневмоколесные тракторы, дооборудованные гидромеханическими ходоуменьшителями, механизмами привода рабочих органов и гидравлическими подъемными механизмами для управления навесным оборудованием. Цепные и дискофрезерные рабочие органы могут навешиваться на одинаковые базовые шасси. Главный параметр землерезных машин -максимальная глубина нарезаемой щели.

Баровые рабочие органы - цепные бары от угольных врубовых машин или комбайнов в виде бесконечной цепи с резцами, обегающей плоскую раму с приводной и натяжной звездочками. Баровыми рабочими органами, прорезающими щели шириной 0,14 м, оборудуются цепные траншейные экскаваторы. Барами прорезают вертикальные продольные щели в однородных мерзлых грунтах на глубину до 2,0 м. На одну базовую машину могут быть навешены индивидуально гидроуправляемые один, два или три бара.

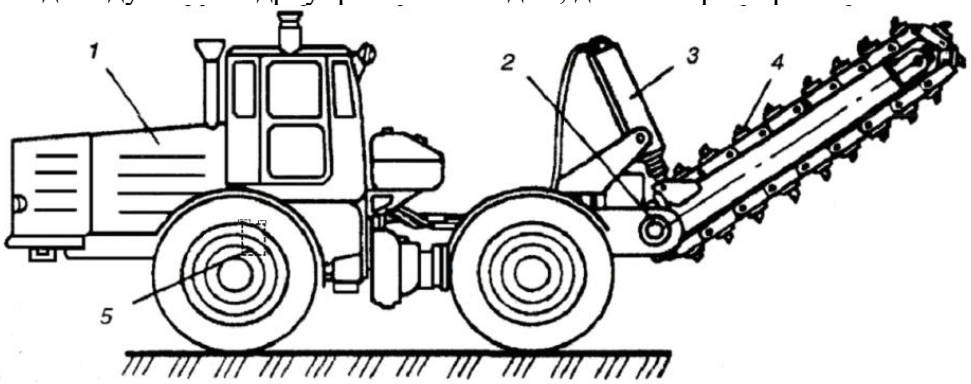


Рис. 7.29. Однобаровая щелерезная машина

Дисковые щелерезные машины (дискофрезерные) нарезают в мерзлых грунтах щели шириной 80...120 мм на глубину до 1...2 м с помощью одного или двух оснащенных резцами

дисков (роторов) диаметром до 3 м. Эти машины применяют также для рытья узких траншей прямоугольного профиля под кабели электропередач и связи, трубопроводов малых диаметров, а также вскрытия асфальтовых дорожных покрытий. Дисковым рабочим оборудованием оснащаются траншейные экскаваторы и гусеничные тракторы, оборудованные ходоуменьшителями и бульдозерными отвалами. Привод рабочего органа может быть механическим и гидравлическим. Скорость резания составляет 2...3 м/с.

Грузоподъемные машины

Грузозахватные устройства

Наиболее распространенными грузозахватными устройствами являются **крюки**. Размеры и форма крюков стандартизированы. Крюки по форме делятся на однорогие (ГОСТ 6627-74) и двурогие (ГОСТ 6628-73). Крюки изготовляются ковкой или штамповкой из низкоуглеродистой стали. Крюки большой грузоподъемности изготовляются пластинчатыми (ГОСТ 6619-75). Чаще крюки подвешиваются к канату с помощью крюковой обоймы (рис. 4.1). На монтажных работах крюки снабжаются замками, предохраняющими стропы от соскакивания и обеспечивающими безопасность работы (рис. 4.1, в).

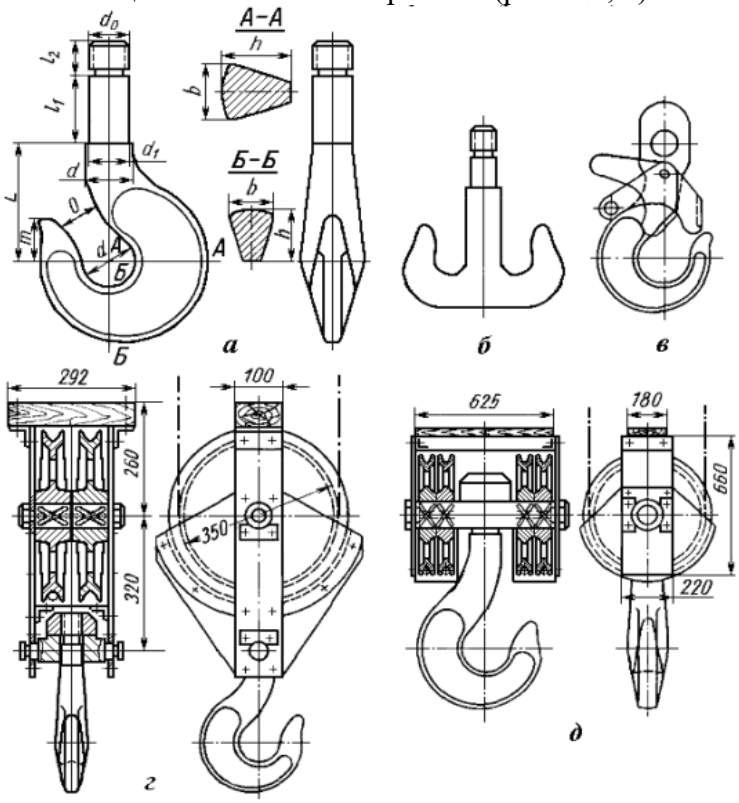


Рис. 4.1. Крюки и крюковые обоймы:
а – однорогий крюк; *б* – двурогий крюк; *в* – крюк с защелкой; *г* – двухблочная обойма; *д* – четырехблочная обойма

Грейферы являются разновидностью автоматических захватных устройств, позволяющих производить погрузку и разгрузку сыпучих, крупнокусковых и штучных грузов без участия стропальщиков. Конструктивно грейферы делятся на одноканатные, двухканатные и моторные. Наибольшее распространение получили двухчелюстные грейферы с двухканатным приводом. Для крупнокускового материала применяются многочелюстные грейферы.

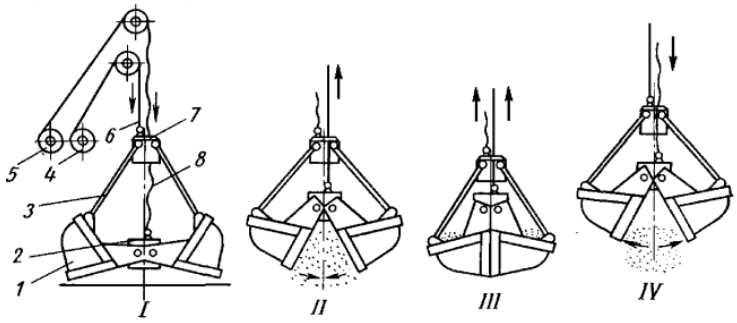


Рис. 4.2. Схема работы двухканатного грейфера:
I – конец разгрузки и начало зачерпывания; *II*– зачерпывание; *III* – замыкание; *IV* – начало разгрузки; *1* – челюсть; *2* – нижняя головка; *3* – тяга; *4* – барабан подъемного каната; *5* – барабан замыкающего каната; *6* – подъемный канат; *7* – верхняя головка; *8* – замыкающий

Стропы, захваты и траверсы служат для соединения крюка с поднимаемым грузом, например строительными конструкциями.

Стропы изготовляются из стального каната. По конструкции стропы подразделяются на универсальные, облегченные и многоветвевые (рис. 4.3). Недостатком всех этих стропов является большая трудоемкость при строповке и расстроповке и, самое главное, необходимость для такелажника подниматься к узлу крепления стропа для его расстроповки.

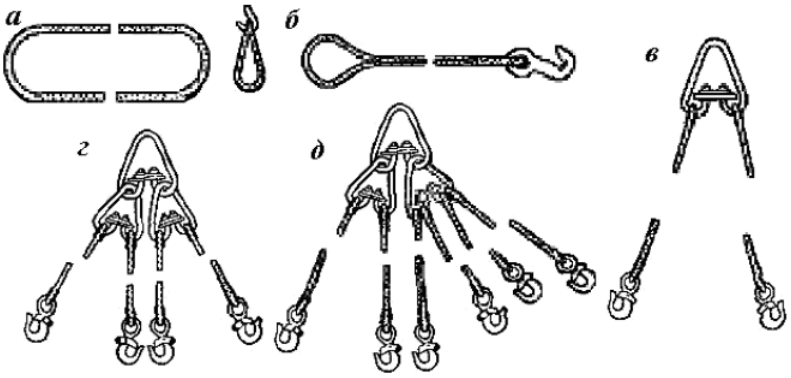


Рис. 4.3. Стропы:
а – универсальный; *б* – облегченный; *в* – двухветвевой; *г* – четырехветвевой; *д* – шестиветвевой

Автоматический захват (рис. 4.4, а) предназначен для подъема плит и панелей. Траверса представляет собой балку из швеллеров. На траверсе закреплена серьга, при помощи которой захват навешивается па крюк крана.

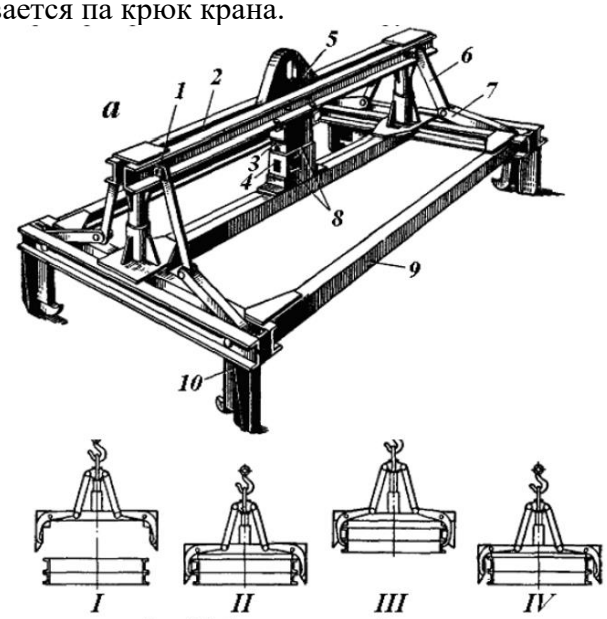


Рис. 4.4. Автоматический захват:
А – общий вид б – работа механизма захвата; *1* – ось; *2* – траверса; 3 – ползун; *4* – стойка; *5* – серьга; *6* – тяга; *7* – крюк; *8* – механизм фиксаций; *9* – рама; *10* – направляющая; *11* – звездочка;*12* – упор; *13* – ползун; *14* – стойка

Для подъема трубчатых конструкций и других грузов цилиндрической формы применяется автоматический захват (рис. 4.5), состоящий из двух лап 3, которые с помощью шарниров 4 смонтированы на щеках 2, образующих обойму.

Траверсы применяют при подъеме длинномерных конструкций (колонны, фермы и т.п.), не рассчитанных на восприятие изгибающего момента от собственного веса, возникающего при использовании гибких строп.

Балка траверсы обычно выполняется сварной из трубы или профильного металла; при больших пролетах балка изготовляется в виде фермы. На балке закреплены серьги, к которым подвешены стропы с крюками.

Монтажные узлы. При отсутствии коушей стальные канаты крепятся к грузу или друг к другу с помощью узлов. Наибольшее распространение в строительно-монтажных работах получили петли и узлы, приведенные на рис. 4.7.

- 3

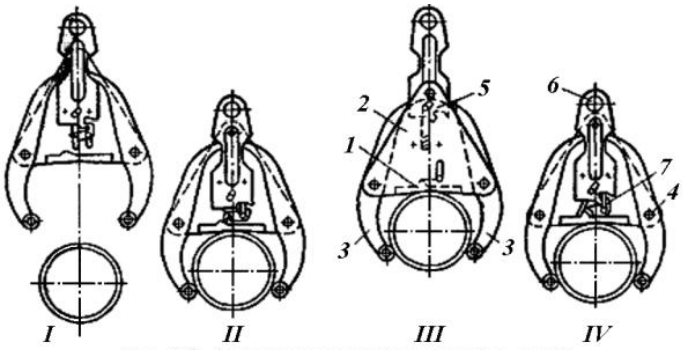


Рис. 4.5. Автоматический захват для труб

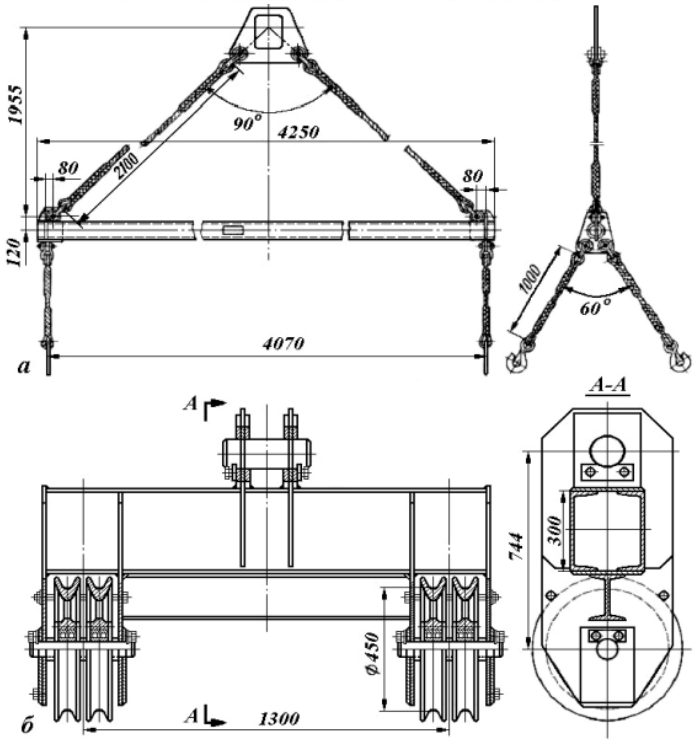


Рис. 4.6. Траверсы:

а – работающие на сжатие; *б* – работающие на изгиб

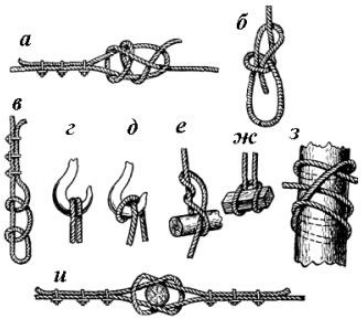


Рис. 4.7. Узлы и петля из канатов:

а – брамшкотовый узел; *б* – калмыцкий узел; *в* – штыковой узел; *г* – простая петля; *д* – закидная петля; *е* – двойная восьмерка; *ж* – мертвая петля; *з* – задвижной штык; *и* – восьмерка

Для работы на складе, например, железобетонных изделий, может быть использовано **вакуумное захватное устройство** (рис. 4.9). Перед началом работы вакуум-насос создает разрежение в ресивере, соединенном с вакуум-камерой шлангом с трехходовым краном. В

нерабочем состоянии вакуум-камера отсоединена краном от ресивера и сообщается с атмосферой. Для захвата груза камера устанавливается на поверхности и переключается кран, обеспечивая связь вакуум-камеры с ресивером. При аварийной ситуации (отключение электроэнергии и т.п.) установка должна удерживать груз в течение 20 минут для завершения цикла погрузо-разгрузочной операции.

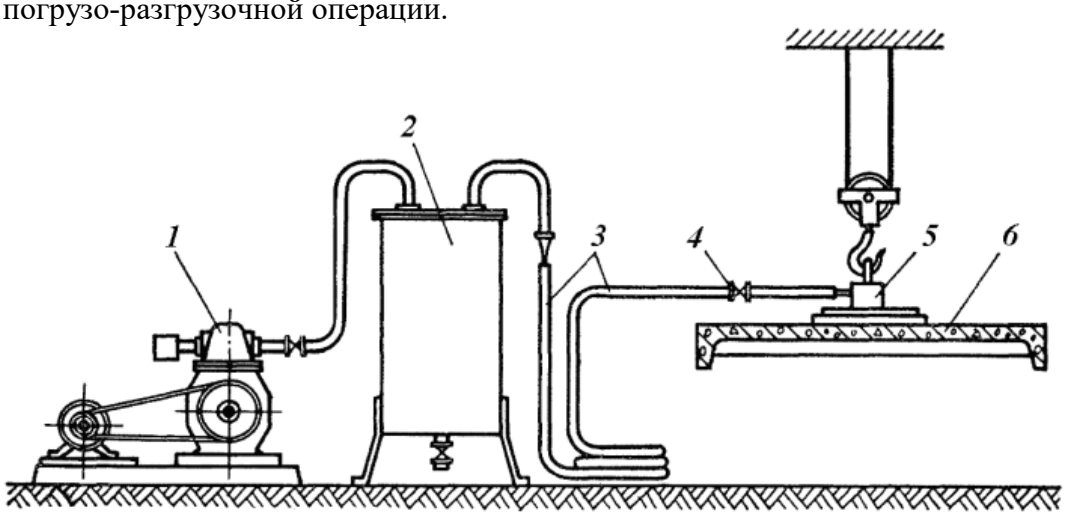


Рис. 4.9. Схема вакуум-захватной установки:

1 – вакуум-насос; *2* – ресивер; *3* – шланг; *4* – трехходовой кран; *5* – вакуум-камера; 6 – поднимаемое изделие

Электромагнитные захваты в строительстве практически не используются; их применяют в погрузо-разгрузочных работах, например, стального металлолома.

Лебедки, тали, домкраты

Строительные лебедки предназначены для подъема или перемещения грузов. Их подразделяют: по виду привода - на ручные (с ручным приводом) и приводные (с механическим приводом); по назначению - на подъемные (для подъема груза) и тяговые (только для перемещения груза по горизонтальной или наклонной поверхности); по числу барабанов - на одно-, двухбарабанные (многобарабанные). Лебедки без барабана бывают с канатоведущим шкивом и рычажные.

Главным параметром лебедок является тяговое усилие каната (кН).

Ручные лебедки приводятся в действие мускульной силой рабочего и могут быть однобарабанными или рычажными (без барабана).

В рабочем положении они крепятся на горизонтальной площадке и могут работать на открытом воздухе при температуре от - 40° до +40°С.

Все ручные лебедки имеют единую конструктивную схему. Они выполнены двухскоростными, оборудованы грузоупорными тормозами, действующими автоматически, и различаются между собой тяговым усилием, канатоемкостью барабана, числом валов, габаритами и т.п. Лебедки обеспечивают наибольшее тяговое усилие каната 12,5...50 кН, канатоемкость барабана 50...75 м.

Лебедки с механическим приводом позволяют получать большие скорости навивки каната. Эти лебедки изготовляют однобарабанными с приводом от электродвигателя, подключенного к сети переменного тока напряжением 220/380, и многобарабанными с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания.

Однобарабанные реверсивные лебедки получили наибольшее распространение. Они устанавливаются на кранах и на других монтажных машинах и устройствах, но могут использоваться как самостоятельные подъемные механизмы. Грузы реверсивными лебедками опускаются принудительно, путем изменения направления вращения электродвигателя. Скорость спуска равна скорости подъема или несколько превышает ее.

Для увеличения производительности лебедок используются двигатели с регулируемым числом оборотов.

Применение больших скоростей необходимо на кранах с большой высотой подъема груза, а также возможно при подъеме легких грузов, при спуске крюков без груза и т.п. В

некоторых конструкциях современных лебедок изменение скоростей каната достигается применением планетарных передач и двух двигателей.

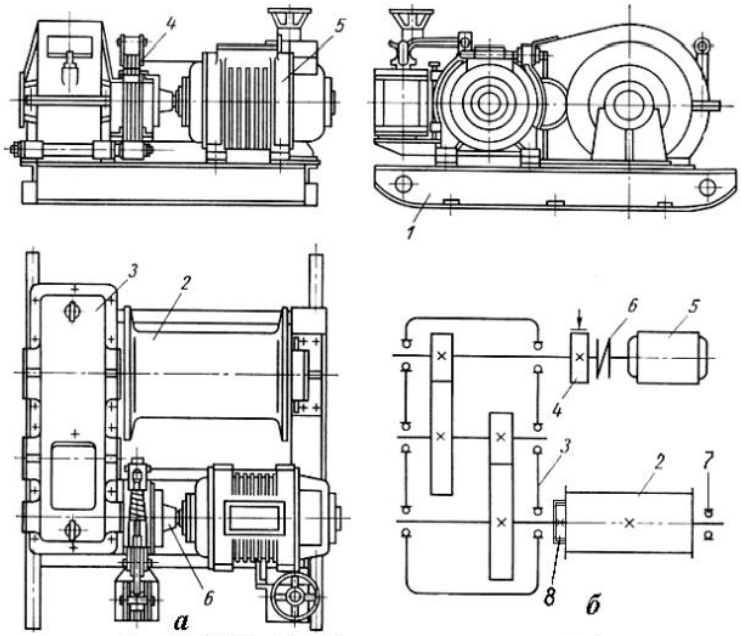
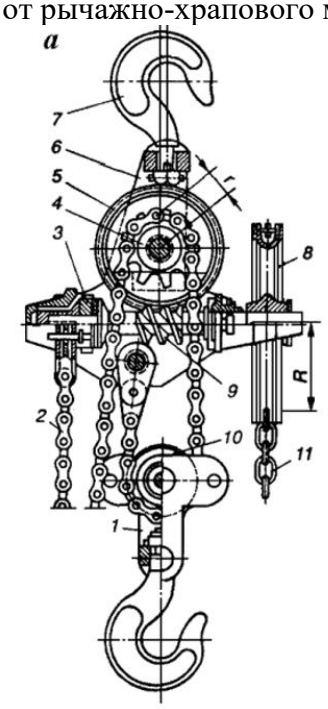


Рис. 4.10. Однобарабанная реверсивная лебедка:

а – общий вид; *б* – кинематическая схема; *1* – рама; *2* – барабан; *3* – редуктор; *4* – тормоз; *5* – электродвигатель; *6* – упругая муфта; *7* – выносная опора; *8* – зубчатая муфта

Тали представляют собой компактные грузоподъемные устройства, подвешиваемые на опорах. Они применяются при выполнении монтажных, ремонтных и такелажных работ. По типу привода различают ручные и электрические тали.

Ручные тали по конструкции делятся на шестеренные и червячные. Привод их осуществляется от рычажно-храпового механизма или от бесконечной цепи.



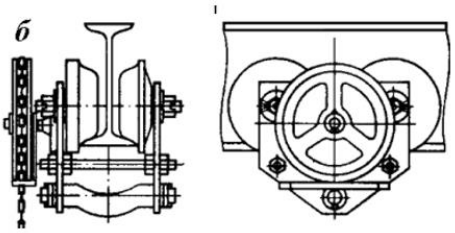


Рис. 4.14. Ручная червячная таль

При необходимости горизонтального перемещения поднятого груза тали подвешивают к ходовым тележкам, передвигающимся по двутавровой балке -монорельсу. Грузоподъемность ручных талей составляет от 0,5... 10 т, а высота подъема груза - до 3 м.

Электрические тали применяют для перемещения груза самостоятельно или в качестве грузоподъемных механизмов кранов (поворотные и неповоротные на колонне краны,

кран-балки, козловые краны и т.д.). Они могут быть неподвижными и передвижными с ручным и электроприводным механизмом передвижения. В последнем случае таль называется тельфером (рис. 4.15)., который состоит из одной или двух ходовых тележек 1, электродвигателя 11, барабана 10, редуктора 7, электромагнитного дискового (или колодочного) тормоза 4, крюковой обоймы 5.

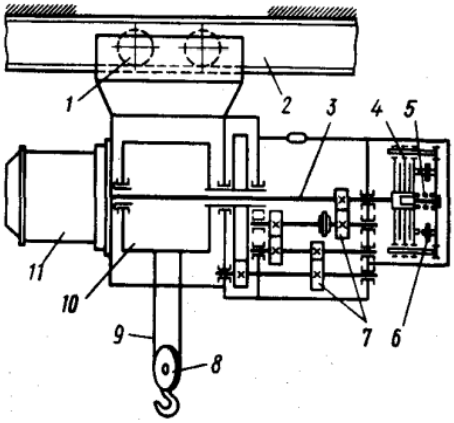


Рис. 4.15. Кинематическая схема электрической тали (тельфера)

Домкраты по конструктивному решению (рис. 4.16) подразделяют на реечные, винтовые и гидравлические. При этом реечные домкраты имеют только ручной привод, винтовые и гидравлические могут быть с ручным и механическим приводом.

При помощи реечных домкратов поднимают грузы до 120 кН на высоту 0,4...0,6 м (без перестановки домкрата).

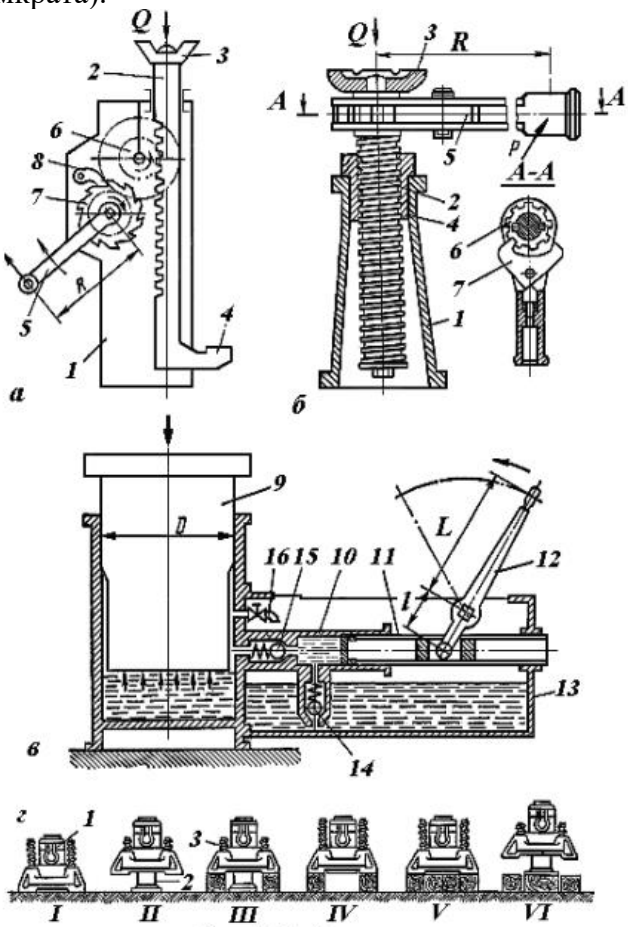


Рис. 4.16. Домкраты:

а – реечный; *б* – винтовой; *в* – гидравлический одинарного действия; *г* – гидравлический реверсивного (двойного) действия; *I* – цилиндр домкрата в нижнем положении; *II* – цилиндр поднимается с грузом в верхнее положение; *III* – возвратные пружины сжимаются и под лапы цилиндра подводятся опорные брусья; *IV*– открывается спускной клапан и поршень под действием возвратных пружин подтягивается в цилиндр; *V* – под основание поршня подкладываются опорные брусья; *VI* – включается насос и цилиндр поднимает груз еще на один ход домкрата

При работе с реечным домкратом необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности. Устанавливать домкрат под грузом вертикально на надежном основании. При подъеме 1руза собачка должна быть накинута на храповое колесо. Перед использованием домкрата следует проверить его исправность и надежность закрепления всех деталей (особенно валов и шестеренок).

Грузоподъемность винтовых домкратов составляет от 20 до 200 кН (2...20 т) при ручном приводе и до 500 кН (50 т) - при механическом приводе (электродвигатель с червячной передачей). Высота подъема груза винтовым домкратом с одной установки составляет 0,25...0,3 м.

Но сравнению с реечными винтовые домкраты имеют следующие **достоинства**: возможность получения высокой грузоподъемности (в 4...5 раз больше грузоподъемности реечного); компактность и простота конструкции ввиду отсутствия грузоупорного тормоза; примерно в 2 раза меньшая величина удельного показателя массы на единицу грузоподъемности (винтовой - 3 кг/т, реечный - 6 кг/т). **Недостатками винтовых домкратов** являются низкий к.п.д. (примерно в 2 раза меньше, чем у реечного), меньшая высота подъема груза с одной установки домкрата. Винтовые домкраты необходимо устанавливать центрально под грузом и не увеличивать длину рукоятки домкрата с тем, чтобы крутящий момент, передаваемый на винт, не превышал того значения, на которое винт рассчитан. Эти особенности конструкций реечных и винтовых домкратов определили их применение. Они используются для разных целей.

Гидравлические домкраты по сравнению с реечными и винтовыми обладают меньшей массой на единицу грузоподъемности и более высоким к.п.д. На рис. 4.16, в показана принципиальная схема гидравлического домкрата с ручным приводом. Подъем груза осуществляется плунжерным насосом, состоящим из цилиндра 10 и плунжера 11 с уплотняющей манжетой. Рабочей жидкостью служат индустриальные масла и незамерзающие жидкости.

Грузоподъемность гидравлических домкратов с ручным приводом достигает 200 т, высота подъема - до 0,2 м. Для подъема сборных этажей зданий, пролетов мостов применяют домкраты, соединенные в общую батарею и питаемые жидкостью от одного насоса с электроприводом. Применяемая при этом аппаратура позволяет регулировать скорость подъема и опускания любого домкрата в батарее. Грузоподъемность этих домкратов до 3103 т. Для подъема грузов на высоту, превышающую ход домкрата, используют телескопические и реверсивные (двойного действия) домкраты.

Строительные подъемники

Строительные подъемники предназначены для подъема (опускания) строительных грузов и людей на этажи и крыши зданий и сооружений при выполнении строительно-монтажных, отделочных и ремонтных работ. Грузонесущие органы строительных подъемников (клеть, кабина, платформа, ковш, крюк, бункер, бадья, захваты и т. д.) движутся, как правило, по вертикальным жестким направляющим.

Строительные подъемники классифицируют по назначению, способу установки, конструкции направляющих, типу грузонесущего органа и механизма подъема, способу монтажа и степени мобильности.

По назначению - грузовые предназначены для транспортирования только грузов, и грузопассажирские грузов и людей.

По способу установки - стационарные, которые могут быть приставными, прикрепляемыми к зданию, и свободностоящими без крепления к зданию, а также передвижными (самоходные и несамоходные), способными перемещаться относительно здания в процессе работы. Передвижные подъемники на рельсовом или пневмоколесном ходу используют сравнительно редко.

По конструкции направляющих грузонесущего органа - с подвесными (гибкими) и жесткими направляющими.

Подъемники с жесткими направляющими бывают мачтовыми, скиповыми и шахтными. Тип грузонесущего органа подъемника определяется его назначением. Грузопассажирские подъемники оборудуются кабинами, грузовые - выдвижными и невыдвижными, поворотными и неповоротными платформами, выдвижными рамами, выкатными консолями, монорельсами и направляющими с подвесной клетью, а также саморазгружающимися ковшами. Механизмы подъема подъемников разделяют на канатные и бесканатные. В канатных механизмах подъема используются канатно-блочная система и лебедка, в бесканатных - зубчато-реечные или цевочно-реечные механизмы модульного типа.

По способу монтажа подъемники делят на мобильные, перевозимые с объекта на объект в собранном виде, и немобильные, разбираемые при демонтаже на секции и перевозимые в таком виде к месту монтажа.

Главным параметром подъемников является грузоподъемность.

Грузовые подъемники выпускают мачтовыми и шахтными. Последние применяются при возведении кирпичных труб высотой до 120 м.

Мачтовые подъемники наиболее распространены в городском строительстве и предназначены для подъема и поэтажной подачи через оконные и дверные проемы зданий различных строительных материалов и деталей для санитарно-технических, отделочных, ремонтных и других работ.

Различают **грузовые и грузопассажирские** мачтовые подъемники. Последние применяют для подъема не только грузов, но и людей при строительстве многоэтажных зданий. Мачтовый подъемник состоит из опорной рамы, вертикальной направляющей мачты, подъемной грузовой платформы (у грузовых) или кабины (у грузопассажирских), механизма подъема платформы (кабины), органов управления и предохранительных устройств. В механизмах подъема используются реверсивные лебедки с электроприводом. По конструкции мачты различают подъемники с одной направляющей мачтой (одностоечные) и с двумя направляющими мачтами (двухстоечные). Одностоечные и двухстоечные подъемники оснащаются жесткими и выдвижными грузонесущими органами. Подъемники с жестким грузонесущим органом имеют одно рабочее движение - подъем груза, а с выдвижным два рабочих движения - подъем груза и горизонтальное его перемещение внутрь здания через проем.

Подача груза внутрь здания после подъема осуществляется выдвижением платформы 1 с грузом вдоль жесткой подъемной рамы 2 (рис. 4.18, а), изменением угла наклона и перемещением шарнирно-сочлененной стрелы 3 с гуськом 4 (рис. 4.18, б) или перемещением монорельса 5 с грузом относительно мачты (рис. 4.18, в). Наличие таких органов обеспечивает высокую безопасность работы, так как отпадает необходимость выхода рабочего на грузовую платформу подъемника для ее разгрузки.

Металлоконструкция мачт подъемников выполняется решетчатой прямоугольного и треугольного сечения с одной или двумя направляющими для роликов грузонесущего органа. Мачты крепят к зданию настенными опорами.

В последнее время все большее распространение получают грузовые мачтовые подъемники с бесканатным механизмом подъема. Бесканатный реечный механизм подъема монтируется непосредственно на грузонесущем органе и включает электродвигатель, тормоз и редуктор, на выходном валу которого закреплена шестерня, входящая в зацепление с зубчатой или цевочной рейкой, установленной по всей длине мачты.

Грузопассажирские подъемники выполняются приставными немобильными (разбираемыми при демонтаже). Они разделяются на шахтные и мачтовые. Шахтные подъемники имеют ограниченное применение и используются для строительства кирпичных и монолитных железобетонных дымовых труб. Мачтовые грузопассажирские подъемники широко применяют в строительном производстве.

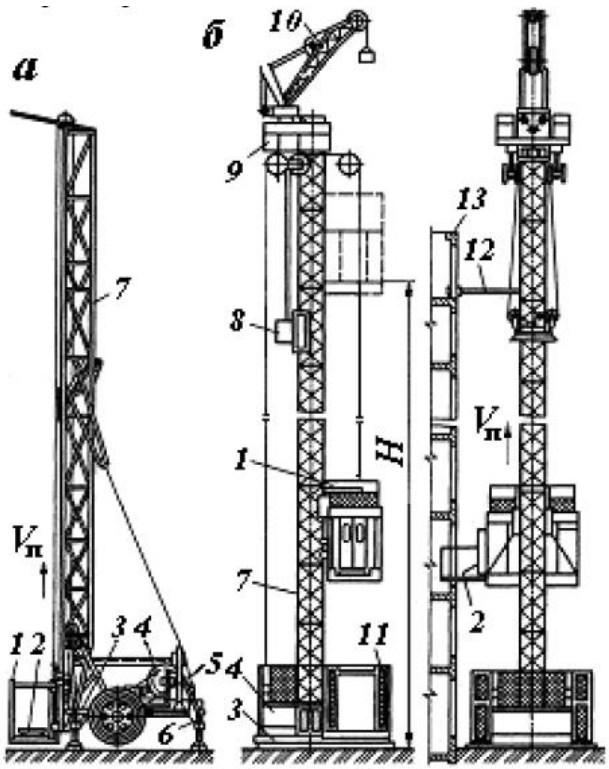


Рис. 4.17. Мачтовые строительные подъемники:
а – грузовой; *б* – грузопассажирский

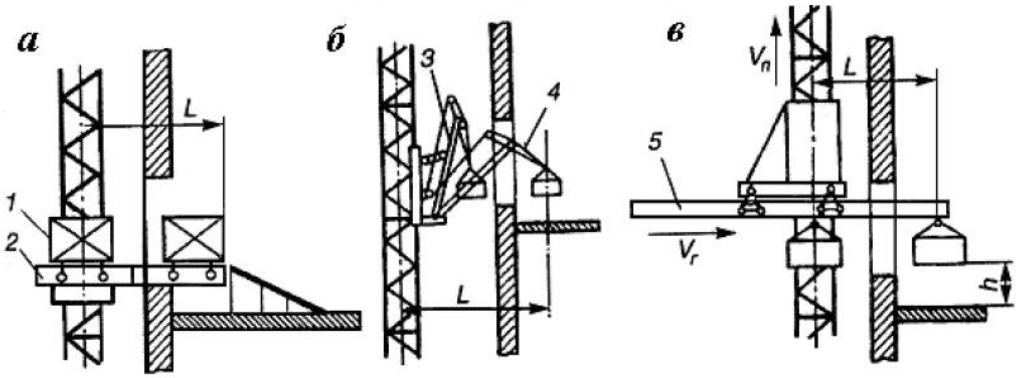


Рис. 4.18. Схемы устройств для выдвижения грузонесущих органов мачтовых подъемников

Самоподъемные вышки, люльки и подмости широко применяют в городском строительстве на монтажных, отделочных и ремонтных работах с незначительными объемами. Они предназначены для подъема одного или нескольких рабочих с инструментом и небольшим количеством материалов.

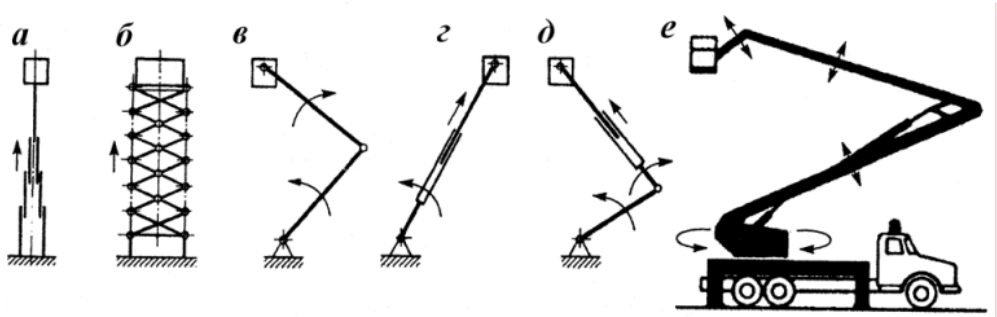


Рис. 4.21. Принципиальные схемы телескопических вышек и гидравлических подъемников

В вышках люлька или площадка, установленная в верхней части телескопических (рис. 4.21, а) или рычажных (рис. 4.21, б) подъемников, перемешается только по вертикали, а в

рычажно-шарнирных (рис. 4.21, в), телескопических шарнирных (рис. 4.21, г) и телескопических рычажно-шарнирных (рис. 4.21, д) автогидроподъемниках они могут перемещаться в пространстве (и по вертикали и по горизонтали), а также ниже уровня стоянки машины, охватывая значительную зону обслуживания.

В период строительства многоэтажных зданий высотой более 16 этажей, а также при их эксплуатации возникает необходимость выполнения работ, включающих в себя уплотнение и заделку швов и трещин, очистку стекол и стен, окраску фасадов и т.д. Для выполнения этих работ применяют самоподъемные подвесные на канатах люльки (рис. 4.23), состоящие из огороженной площадки 4 с установленными на ней ручными или реверсивными электролебедками 2, ловителями 1 и электрооборудованием 3. Люльки обычно подвешивают на двух предохранительных и двух грузовых канатах. Грузовые канаты навиваются на один или два синхронно работающих барабана, поднимающих люльку с помощью блоков, установленных на рычагах, которые закреплены на крыше здания. Ловители надежно удерживают люльку от падения при возможном внезапном обрыве грузового каната. Эти люльки, имея длину платформы до 3,5 м, легко перемещаются на колесах вдоль фасада здания на новый участок работы. Грузоподъемность люлек до 300 кг при высоте подъема до 100 м и мощности электродвигателя до 1 кВт.

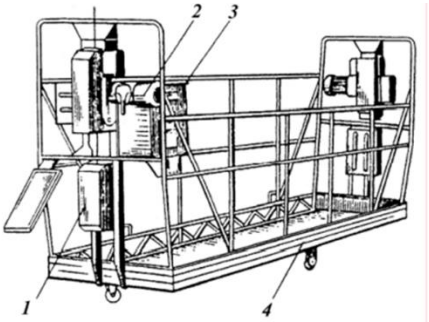


Рис. 4.23. Самоподъемная подвесная люлька

Однако рычаги и балласт противовеса приходится переносить вдоль крыши и с объекта на объект. Поэтому на зданиях большой высоты устанавливают передвижные подъемники (рис. 4.24), на опорной раме которых монтируют стрелу 1, грузовую и стрелоподъемную лебедки. На стреле подвешена люлька 2, рассчитанная на подъем и работу в ней двух человек. Перемещение лебедки по плоской крыше осуществляется с помощью механизма передвижения по рельсам или на пневмоколесах. Изменение вылета позволяет регулировать расстояние от люльки до фасада при возможных углублениях и выступах на здании. Управление лебедками осуществляется из люльки через пульт управления. После окончания работы люлька поднимается на максимальную высоту и устанавливается на крышу здания.

Подмости представляют собой открытую, установленную на определенной высоте или вертикально перемещающуюся площадку для производства отделочных и монтажных работ в основном во внутренних помещениях общественных, производственных и других зданий. Их изготовляют в виде сборно-разборной или неразборной конструкции. Они могут быть неподвижными и выдвижными, стационарными и передвижными (самоходными и несамоходными). Передвижные самоподъемные подмости (рис. 4.25) состоят из опорной рамы 1, на которой установлен гидропривод 2 (электродвигатель, гидронасос, масляный бак и т.п.), рычажного устройства 4 и рабочей площадки 6. Подъем на высоту до 8 м и опускание площадки осуществляются телескопическими гидроцилиндрами 5. Устойчивость подмостей обеспечивается винтовыми опорами 3. Грузоподъемность - 300 кг.

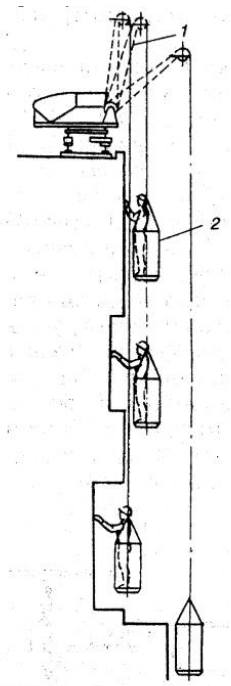


Рис. 4.24. Передвижной подъемник

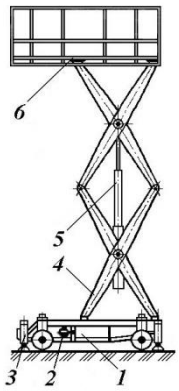


Рис. 4.25. Передвижные самоподъемные подмости

Строительные башенные краны

Башенные краны являются ведущими грузоподъемными машинами в жилищном и гражданском строительстве, так как они благодаря Г-образной форме могут быть установлены близко от строящегося объекта. Они обеспечивают вертикальное и горизонтальное транспортирование строительных конструкций, элементов зданий и строительных материалов непосредственно к рабочему месту в любой точке строящегося объекта. Темп строительства определяется производительностью башенного крана, существенно зависящей от скоростей рабочих движений.

Рабочими движениями башенных кранов являются подъем и опускание груза, изменение вылета крюка с грузом, поворот стрелы в плане на 360°, передвижение самоходного крана. Отдельные движения (операции) могут быть совмещены, например, подъем груза с изменением его вылета. В общем случае каждый башенный кран – это поворотный кран с подъемной (рис. 4.26, а) или балочной (рис. 4.26, б) стрелой, шарнирно закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни.

К основным параметрам башенных кранов относятся (рис. 4.26):

— вылет L - расстояние по горизонтали от оси вращения поворотной части крана до вертикальной оси крюковой подвески;
— грузоподъемность Q - наибольшая допустимая масса груза, поднимаемого на соответствующем вылете;
— грузовой момент M - произведение грузоподъемности Q на соответствующий вылет L (часто используется в качестве главного обобщающего параметра крана);
— высота подъема H и глубина опускания h - расстояния по вертикали от уровня стоянки крана (головки рельса для рельсовых кранов, нижней опоры самоподъемного крана, пути перемещения пневмоколесных и гусеничных кранов) до центра зева крюка, находящегося в верхнем или нижнем крайних рабочих положениях; диапазон подъема D - сумма высоты подъема H и глубины опускания h;
— колея K расстояние между продольными осями, проходящими через середину опорных поверхностей ходового устройства крана, измеряемое по осям рельсов у рельсовых кранов и по продольным осям пневмоколес или гусениц у автомобильных, пневмоколесных и гусеничных кранов; база B - расстояние между вертикальными осями передних и задних колес (у пневмоколесных и автомобильных кранов), ведущими и ведомыми звездочками гусениц (у гусеничных кранов) или ходовых тележек, установленных па одном рельсе (у рельсовых кранов);

— наибольший радиус поворотной части (поворотной платформы крана с поворотной башней) со стороны противоположной стреле - 1;
— скорость $v_п$ подъема и опускания груза, равного максимальной грузоподъемности крана (при установке на кране многоскоростных лебедок указываются все скорости и массы грузов, соответствующие каждой скорости подъема и опускания);
— $v_м$ - наименьшая скорость плавной посадки груза при его наводке и монтаже;
— частота вращения n поворотной части крана при максимальном вылете с грузом на крюке;
— скорость передвижения крана $v_д$ - рабочая скорость передвижения с грузом по горизонтальному пути;
— скорость передвижения грузовой тележки $v_т$ с наибольшим рабочим грузом по балочной стреле башенного крана;
— скорость изменения вылета $v_г$ стрелы (у кранов с подъемной стрелой) от наибольшего до наименьшего;
— установленная мощность $N_у$ (суммарная мощность одновременно включаемых механизмов крана);
— наименьший радиус закругления R оси внутреннего рельса на криволинейном участке подкранового пути;
— радиус поворота $R_п$ наименьший радиус окружности, описываемой внешним передним колесом автомобильных или пневмоколесных кранов при изменении направления движения;
— конструктивная масса $m_к$ — масса крана без балласта, противовеса и съемных устройств в незаправленном состоянии;
— общая (полная) масса крана m_0 в рабочем состоянии;
— нагрузка на колесо $P_к$ – наибольшая вертикальная нагрузка на ходовое колесо при работе крана в наиболее неблагоприятном его положении;
— допустимая скорость ветра $v_в$ на высоте 10 м от земли для рабочего и нерабочего состояний, при которой кран сохраняет прочность и устойчивость в процессе эксплуатации.

Основные параметры базовых моделей передвижных на рельсовом ходу и приставных кранов регламентируются ГОСТ 13556-85.

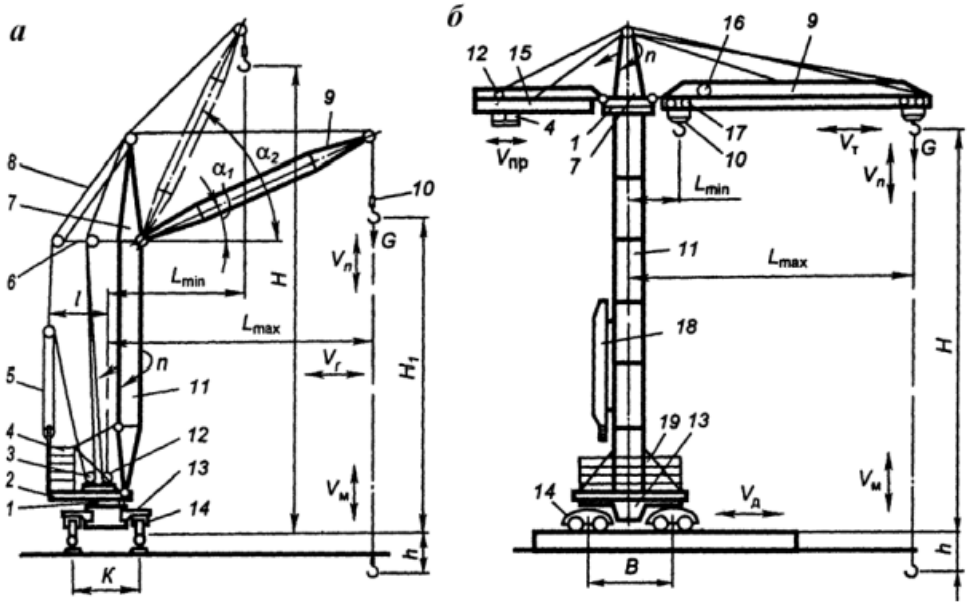


Рис. 4.26. Типы и параметры башенных кранов:
а – с поворотной башней; *б* – с поворотным оголовком

1 – опорно-поворотное устройство; 2 –поворотная платформа; 3 – лебедка стреловая; 4 – противовес; 5 – полиспаст стреловой лебедки; 6 – распорка; 7 – оголовок; 8 – стреловой расчал; 9 – стрела; 10 – крюковая подвеска; 11 – башня; 12 – лебедка грузовая; 13 – ходовая рама; 14 – ходовые тележки; 15 – консоль противовеса (закреплена шарнирно); 16 – лебедка передвижения грузовой тележки; 17 – грузовая тележка; 18 – монтажная стойка с лебедкой и полиспастом для поднятия и опускания верхней части крана при его монтаже и демонтаже; 19 – плиты балласта.

Башенные краны классифицируют: по назначению, конструкции башен, типу стрел, способу установки и типу ходового устройства.

По назначению различают краны для строительно-монтажных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве, для обслуживания складов и полигонов заводов железобетонных изделий, для подачи бетона при возведении монолитных зданий и сооружений.

По конструкции башен различают краны с поворотной и неповоротной башнями. Башни кранов могут быть постоянной длины и наращиваемые.

У кранов с поворотной башней (рис. 4.26, а) опорно-поворотное устройство 1, на которое опирается поворотная часть крана, расположено внизу на ходовой раме крана или на портале. Поворотная часть кранов включает (за исключением кранов 8-й размерной группы) поворотную платформу 2, на которой размещены грузовая 12 и стреловая 3 лебедки, механизм поворота, противовес 4 башня 11 с оголовком 7, распоркой 6 и стрелой 9.

У кранов с неповоротной башней (рис. 4.26, б) опорно-поворотное устройство 1 расположено в верхней части башни. Поворотная часть таких кранов включает поворотный оголовок 7, механизм поворота, стрелу 9 и консоль (закреплена шарнирно) противовеса 15, на которой размещены лебедки и противовес 4, служащий для уменьшения изгибающего момента, действующего на башню крана. На ходовой раме 13 кранов с неповоротной башней уложены плиты балласта 19, а с боковой стороны башни расположены монтажная стойка 18 с лебедкой и полиспастом, предназначенная для поднятия и опускания верхней части крана при его монтаже и демонтаже. Ходовые рамы 13 опираются на ходовые тележки 14, которые обеспечивают передвижение кранов по подкрановым путям.

Металлоконструкции башен и стрел кранов серии КБ выполняют сплошными трубчатыми или решетчатыми.

По типу стрел различают краны с подъемной, балочной и шарнирно сочлененной стрелами (рис. 4.28).

У кранов с подъемной стрелой (рис. 4.26, а, 4.28, а), к головным блокам которой подвешена крюковая подвеска 10 (грузозахватный орган крана), вылет изменяется поворотом стрелы в вертикальной плоскости относительно опорного шарнира с помощью стреловой лебедки 3, стрелового полиспаста 5 и стрелового расчала 8. У кранов с балочной стрелой (рис. 4.26, б, 4.28, б) вылет изменяется перемещением но нижним ездовым поясам стрелы грузовой тележки 17 с подвешенной крюковой подвеской. Перемещение грузовой тележки осуществляется с помощью тележечной лебедки 16 и каната.

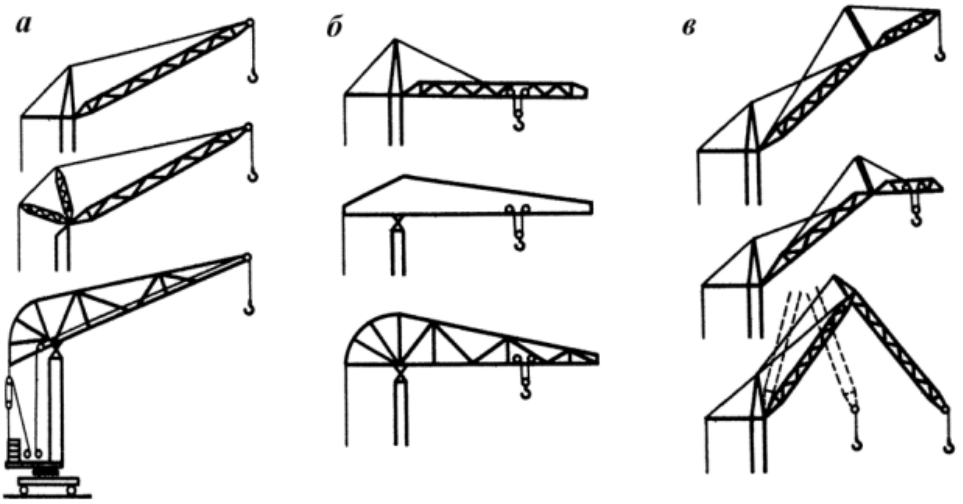


Рис. 4.28. Стрелы башенных кранов:
а – подъемные; *б* – балочные; *в* – шарнирно сочлененные

Краны с подъемной стрелой при одних и тех же параметрах (вылете, высоте подъема, грузоподъемности) на 15...20% легче кранов, оборудованных балочной стрелой, а также имеют более высокую грузоподъемность, возможность увеличения высоты подъема груза при уменьшении его вылета, хорошую маневренность в стесненных условиях строительной площадки, более технологичны в изготовлении, удобнее в монтаже и перевозке.

В отличие от кранов с балочными стрелами подъемные стрелы имеют и недостатки: отсутствие строго горизонтального перемещения груза при изменении вылета крюка (с применением при этом специальной запасовки канатов и дополнительных устройств); незначительная и неравномерная горизонтальная скорость перемещения груза при изменении вылета; незначительная зона обслуживания с одной стоянки, так как груз не может подводиться близко к башне крана (а грузовая тележка может перемещаться по всей длине балочной стрелы).

Для увеличения высоты подъема груза применяют различные виды комбинированных стрел (рис. 4.28, в) ломаной формы. На подъемных стрелах устанавливают дополнительные стрелы различной длины, так называемые «гуськи», которые могут быть выполнены в виде подъемной или балочной стрелы. В балочных стрелах головная секция по отношению к корневой может быть установлена во время работы горизонтально или наклонно под углом до 45°, а грузовая тележка может перемещаться по ним с грузом. Применение шарнирно сочлененных стрел позволяет крану работать в больших диапазонах по вылету и высоте подъема крюка.

По способу установки краны разделяют на передвижные (рис. 4.29, в), стационарные (рис. 4.29, а) и самоподъемные (рис. 4.29, б).

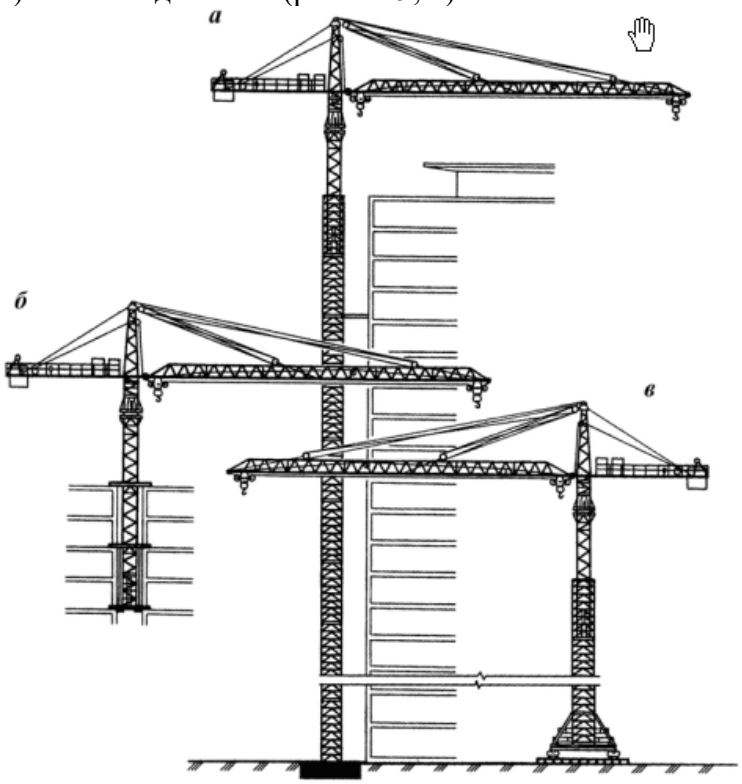


Рис. 4.29. Способы установки башенных кранов:
а – стационарные; *б* – самоподъемные; *в* – передвижные

Передвижные башенные краны по типу ходового устройства подразделяют на рельсовые, автомобильные, на специальном шасси автомобильного типа, пневмоколесные и гусеничные.

Рельсоколесные краны наиболее распространены. Стационарные краны не имеют ходового устройства и устанавливаются вблизи строящегося здания или сооружения на фундаменте. При возведении зданий большой высоты передвижные и стационарные краны для повышения их прочности и устойчивости прикрепляют к возводимому зданию. Прикрепляемые к зданию стационарные краны называют приставными; прикрепляемые к зданию передвижные краны, работающие как приставные, называют универсальными. Самоподъемные краны применяют, в основном, на строительстве зданий и сооружений большой высоты, имеющих металлический или железобетонный монолитный каркас, который служит их опорой. Перемещение самоподъемных кранов вверх осуществляется с помощью собственных механизмов по мере возведения здания.

Система индексации строительных башенных кранов представлена на рис. 4.27.

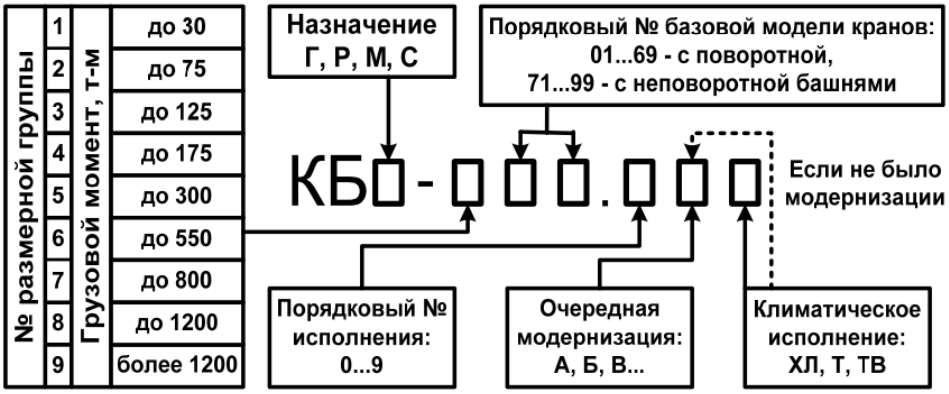


Рис. 4.27. Система индексации башенных кранов

В индекс крана входят буквенные и цифровые обозначения. Буквы перед цифрами обозначают: КБ - кран башенный для жилищного и промышленного строительства, складов и

др., КБМ - кран башенный модульной системы, КБР -кран башенный для ремонта зданий, КБГ - кран башенный для гидротехнического строительства, КБС - самоподъемный.

Цифры индекса последовательно обозначают: первая цифра - номер размерной группы, в том числе соответствующий номинальному грузовому моменту (тм), последующие две цифры -порядковый номер базовой модели. После точки указывается порядковый номер исполнения крана (0...9), который может отличаться от базовой модели длиной стрелы, высотой подъема, грузоподъемностью. В обозначении базовых моделей номер исполнения «О» обычно не ставится. Буквы (А, Б, В, Г...), стоящие в индексе после цифр, обозначают очередную модернизацию (изменение конструкции без изменения основных параметров) и климатическое исполнение крана (ХЛ — для холодного, Т - тропического и ТВ — тропического влажного климата; для умеренного климата соответствующего буквенного обозначения нет).

Например, индекс крана КБ-405.1А расшифровывается - кран башенный, четвертой размерной группы, с поворотной башней, первое исполнение, первая модернизация, для умеренного климата.

В настоящее время промышленностью серийно выпускаются башенные строительные краны серии КБ 3...6-й размерных групп с грузовым моментом от 100 до 400 тм.

Краны 3-й размерной группы максимальной грузоподъемностью 8 т снабжены подъемной или балочной с грузовой тележкой стрелами и применяются при возведении жилых, административных и промышленных зданий высотой до 9 этажей.

Краны 4-й размерной группы максимальной грузоподъемностью 8... 10 т оборудованы подъемными стрелами (прямыми и с гуськом), балочными стрелами с грузовой тележкой и предназначены для выполнения строительно-монтажных работ на строительстве жилых, гражданских и промышленных зданий высотой до 12... 16 этажей.

Краны 5-й размерной группы грузоподъемностью 10 т предназначены для строительства крупнопанельных жилых зданий, уникальных зданий культурно-бытового назначения высотой до 75 м, а приставные краны КБ-581.04 (05) - до 170 м. Они оборудуются балочной стрелой, устанавливаемой горизонтально и под углом 30°.

Краны 6-й размерной группы оборудуются балочной стрелой с грузовой тележкой и предназначены для возведения жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений высотой от 12 до 40 м из объемных и тяжелых элементов массой от 2,5 до 25 т.

Муфты

Муфтами называются устройства, предназначенные для соединения валов и передачи крутящего момента без изменения его направления. Кроме того муфты обеспечивают:

1) компенсацию неточности монтажа (несоосность, излом линии);
2) придание валам относительной подвижности во время работы;
3) смягчения толчков и ударов;
4) соединение и разъединение валов без их остановки;
5) предохранение узлов машин от перегрузок и т.д.

Муфты подразделяют на 3 класса по принципу действия:

1. Нерасцепляемые в процессе работы машины – постоянные.
2. Управляемые (сцепные), позволяющие соединять и разъединять валы как находу так и во время остановки при помощи системы управления.
3. Самодействующие (самоуправляемые), автоматически регулирующие параметры сцепления.

По характеру работы муфты подразделяют на:

1. Жесткие муфты, передающие вместе с вращающим моментом вибрации, толчки и удары.
2. Упругие муфты, амортизирующие вибрации, толчки и удары при передаче вращающего момента благодаря наличию упругих элементов — различных пружин, резиновых втулок и др.

По способу передачи крутящего момента:

1. Механические.
2. Электромагнитные.
3. Гидравлические.

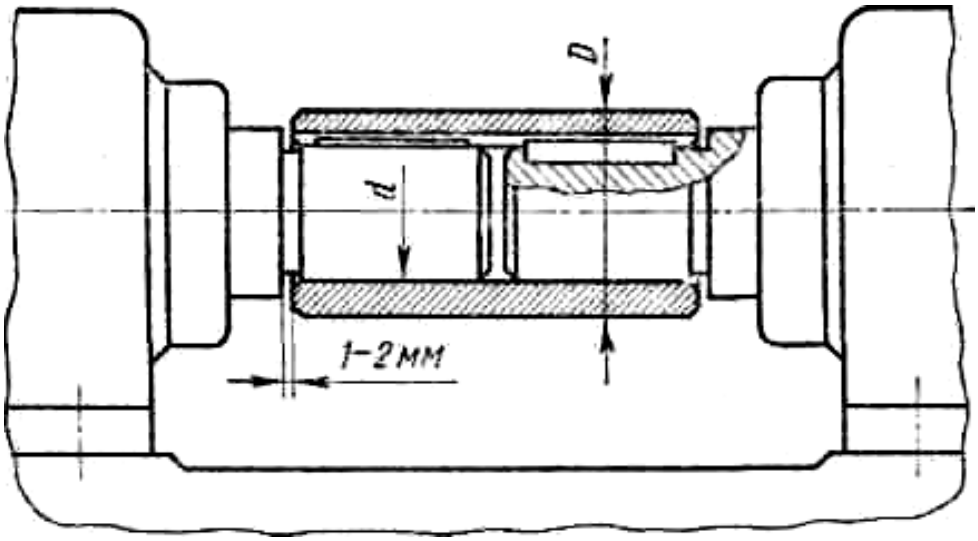
Основной характеристикой муфт является передаваемый вращающий момент *T*. Муфты подбирают по ГОСТу или ведомственным нормалям по большему диаметру соединяемых валов и расчетному моменту

Нерасцепляемые муфты

<u>Глухие муфты</u> *соединяют соосные валы в одну жесткую линию.* Относятся к постоянным муфтам. Применяются в тихоходных приводах. Из различных видов глухих муфт наибольшее распространение получили втулочная и фланцевая муфты.

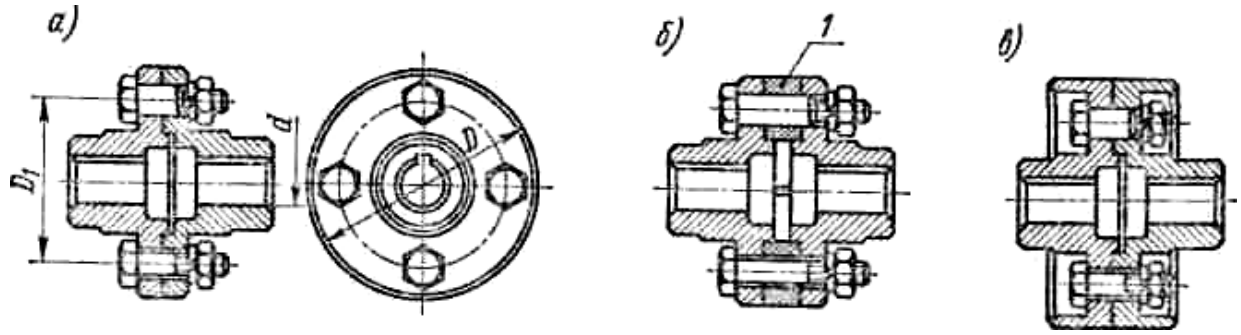
Втулочная муфта. Эта муфта представляет втулку, насаживаемую на концы валов, применяется для валов диаметром 60 - 70 мм. Применяется для передачи небольших вращающих моментов. Имеет простую конструкцию, малые габариты и низкую стоимость. Недостатком муфты является неудобный монтаж и демонтаж, связанные с осевым смещением валов или муфты вдоль вала.

Материал втулки — сталь 45.



Фланцевая муфта. Состоит из двух полумуфт с фланцами, стянутыми болтами, причем половина болтов установлена с зазором, а другая — точно пригнана к отверстиям из-под развертки. Для центрирования валов на одном фланце делается выступ, на другом — расточка (а). Такой способ центрирования требует осевого смещения одного из валов при монтаже и демонтаже муфты. Этот недостаток устраняют применением центрирующих разъемных промежуточных полуколец (б), которые закладывают между фланцами полумуфт. Фланцевые муфты изготовляют открытыми без защитного обода (а, б) и закрытыми с защитным ободом (в), закрывающими крепежные болты и гайки.

Защитный обод полумуфт может быть использован в качестве тормозного барабана привода.



Фланцевые муфты просты по конструкции, надежны в работе, могут передавить большие моменты. Они широко распространены в машиностроении. Материал полумуфт — сталь 40 или сталь 35Л, допускается также чугун СЧ21—40 (Буквы СЧ – серый чугун, 2 первые цифры – предел прочности при растяжении, вторые – при изгибе).

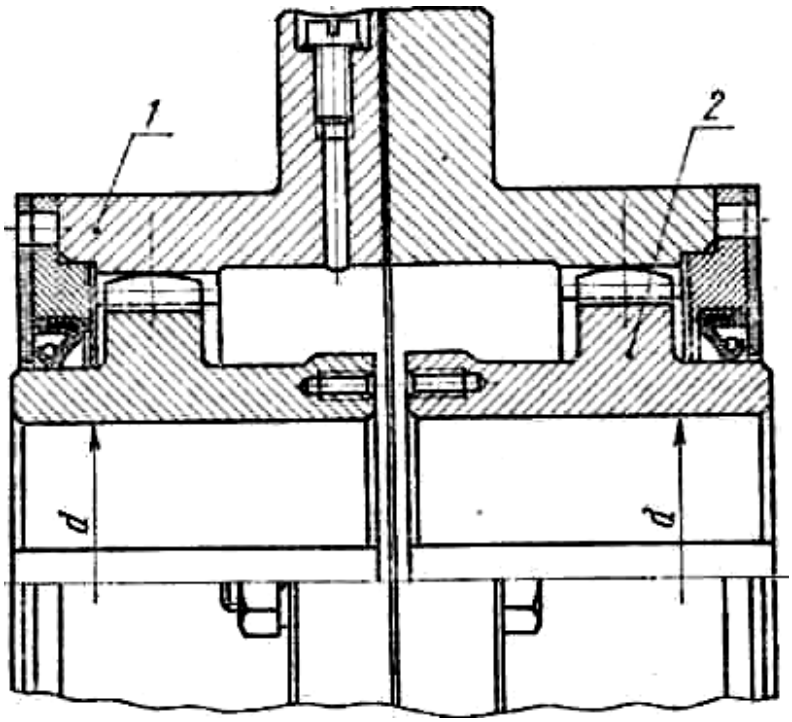
Эти муфты выбирают по ГОСТ 20761—75.

<u>Жесткие компенсирующие муфты</u> предназначены для соединения валов с компенсацией радиальных, осевых и угловых смещений вследствие неточности изготовления и монтажа.

Компенсация несоосности валов достигается за счет подвижности жестких деталей муфты. Эти муфты уменьшают дополнительные нагрузки на валы и подшипники, вызываемые несоосностью валов. Наибольшее распространение из группы компенсирующих муфт получили зубчатые и цепные.

Зубчатая муфта. Эта муфта стандартизована ГОСТ 5006—55. Состоит из двух обойм с внутренними зубьями эвольвентного профиля, которые зацепляются с зубьями втулок, насаживаемых на концы валов. Обоймы соединены между собой болтами, поставленными в отверстия без зазора. Втулки и обойма изготовляют из стали 40 или стали 45Л.

Зубчатые муфты компенсируют радиальные, осевые и угловые смещения валов за счет боковых зазоров в зацеплении и обточки зубьев втулок по сфере. Компенсация несоосности валов сопровождается скольжением зубьев. Угол перекоса оси каждой втулки относительно оси обоймы допускается до 0°30'.



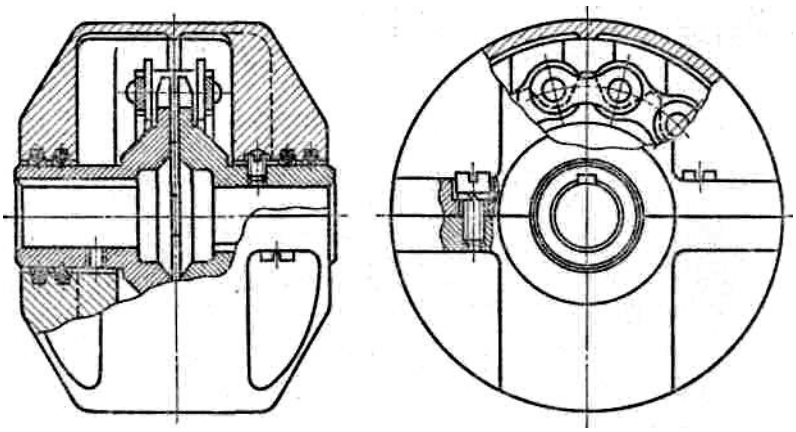
Для повышения износостойкости зубья подвергают термообработке, а муфту заливают маслом большой вязкости, которое меняют через каждые 3 месяца. Потери в муфте оцениваются к. п. д. η = 0,985—0,995.

Вследствие сил трения между зубьями эта муфта оказывает изгибающее действие на валы; при этом M = 0,1 Т, где T — вращающий момент, передаваемый муфтой. Зубчатые муфты широко применяются для соединения горизонтальных тяжелонагруженных валов диаметром d = 40—560 мм при окружных скоростях до 25 м/с. Эти муфты надежны в работе, имеют малые габариты. При работе зубья испытывают переменные контактные напряжения и напряжения изгиба.

Цепная муфта. Состоит из двух полумуфт-звездочек, имеющих одинаковые числа зубьев, охватывающей их общей цепи и защитного кожуха, заполненного пластичной смазкой.

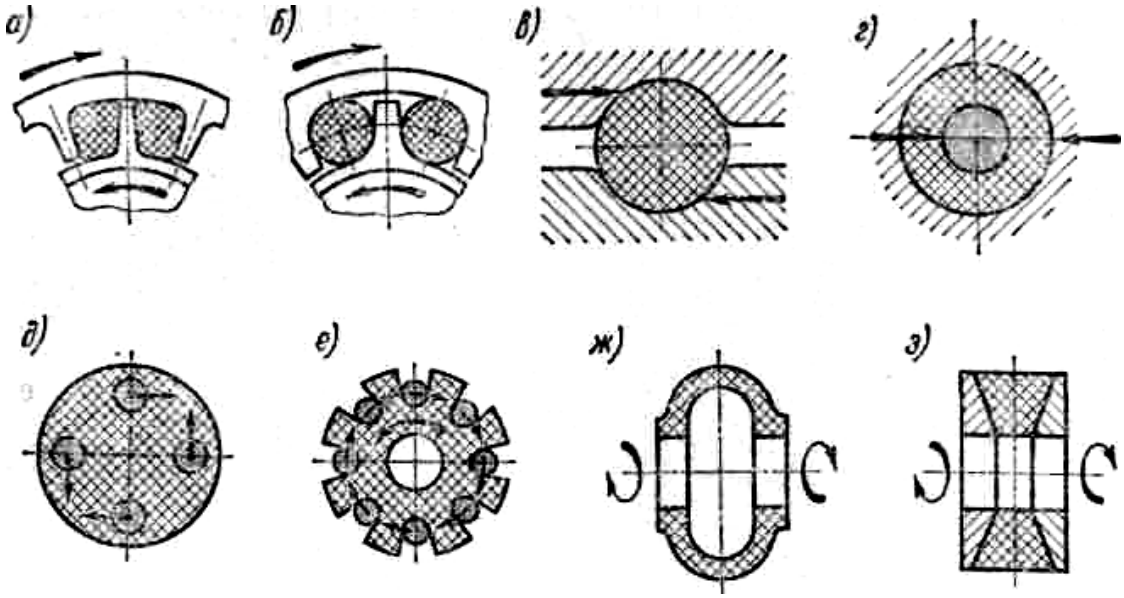
Применяются цепи роликовые однорядные и двухрядные.

Достоинства цепных муфт — простота конструкции и обслуживания; относительно небольшие габариты; при монтаже, и демонтаже не требуется осевого смещения узлов. Из-за наличия зазоров в шарнирах цепи и в сопряжении ее со звездочками цепные муфты имеют значительные люфты. Поэтому их не применяют в реверсивных приводах (реверс будет сопровождаться ударами).



Цепные муфты допускают угловое смещение 0,15—0,6 мм в зависимости от размера муфты и радиальное смещение не более 1^0. Подбираются по ГОСТ 20742—75.

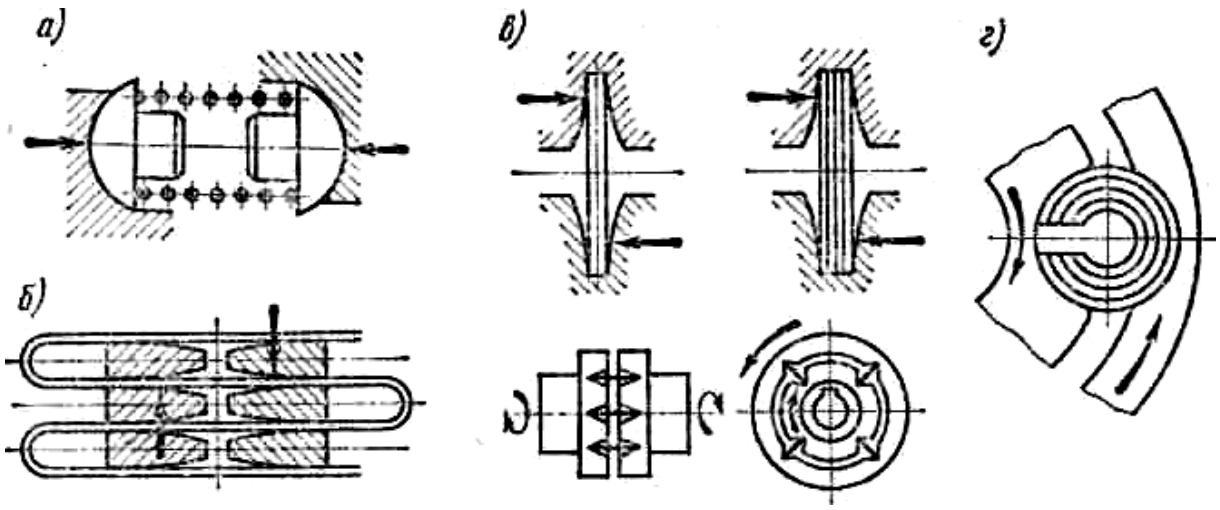
Упругие муфты. Основной частью этих муфт является упругий элемент, который передает вращающий момент от одной полумуфты к другой. Упругие муфты смягчают толчки и удары; служат средством защиты от резонансных крутильных колебаний, возникающих вследствие неравномерного вращения; допускают сравнительно большие смещения осей соединяемых валов.



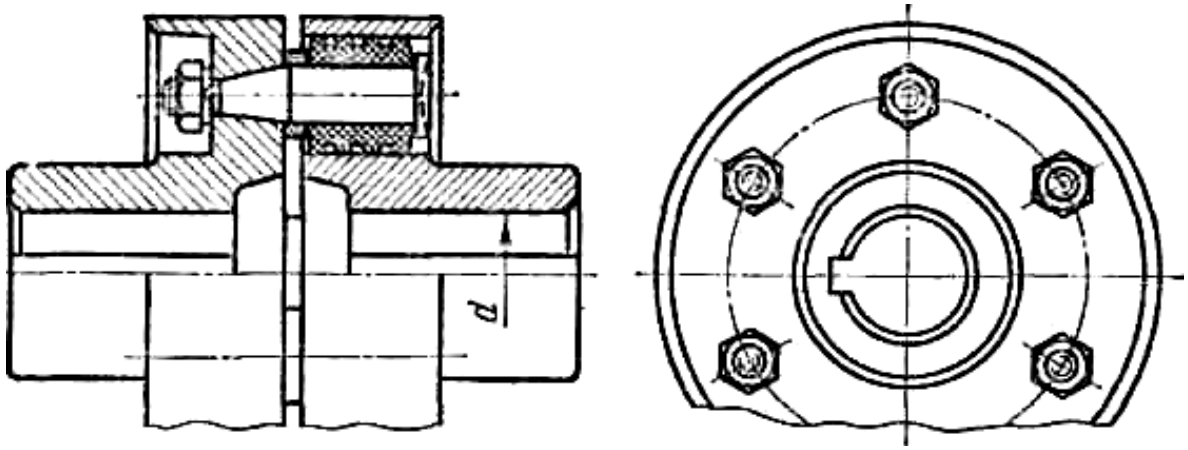
Основными характеристиками упругих муфт являются: жесткость или (обратная ей величина) податливость и демпфирующая способность, т. е. способность превращать в теплоту энергию при деформации упругих элементов муфты.

По конструкции упругие муфты разнообразны. По материалу упругих элементов они делятся на две группы: муфты с неметаллическими упругими

элементами (обычно резиновыми) и муфты с металлическими упругими элементами.



Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП). Муфта МУВП состоит из двух дисковых полумуфт, в одной из которых в конических отверстиях закреплены соединительные пальцы с надетыми гофрированными резиновыми втулками. Материал полумуфт — чугун СЧ21—40, сталь 35 или 35Л. Материал пальцев — сталь 45.



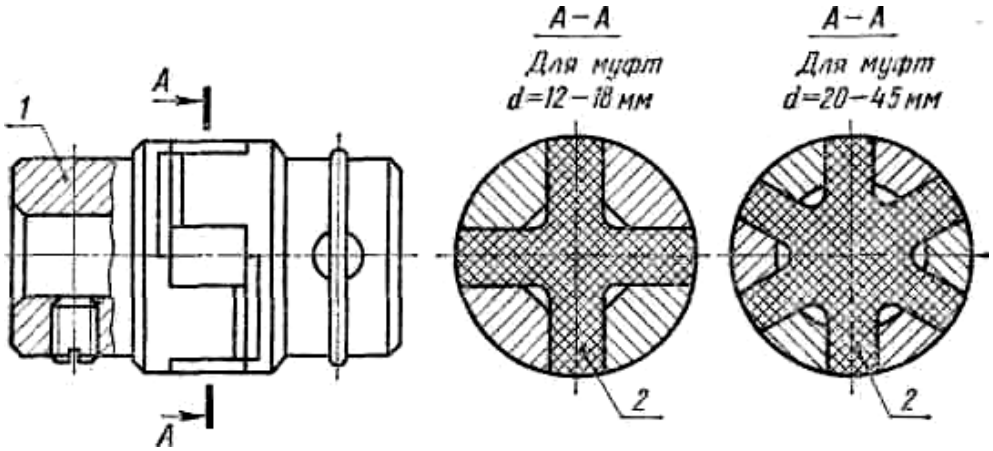
Вследствие небольшой толщины резиновых втулок муфта обладает малой податливостью, компенсируя незначительные смещения валов. Радиальное и угловое смещения валов снижают долговечность резиновых втулок, нагружая валы дополнительной изгибающей силой.

Муфта МУВП широко применяется для соединения машин с электродвигателями при передаче малых и средних вращающих моментов. Она проста в изготовлении. Наружная поверхность полумуфт может использоваться в каче-

стве тормозного барабана.

Муфту подбирают по ГОСТ 21424—75 в диапазоне диаметра валов 16…150 мм.

Муфта с резиновой звездочкой. Эта муфта состоит из двух полумуфт с торцовыми кулачками и резиновой звездочкой, зубья которой расположены между кулачками. При передаче момента в каждую сторону работает половина зубьев.



1 — полумуфта; 2 — звездочка

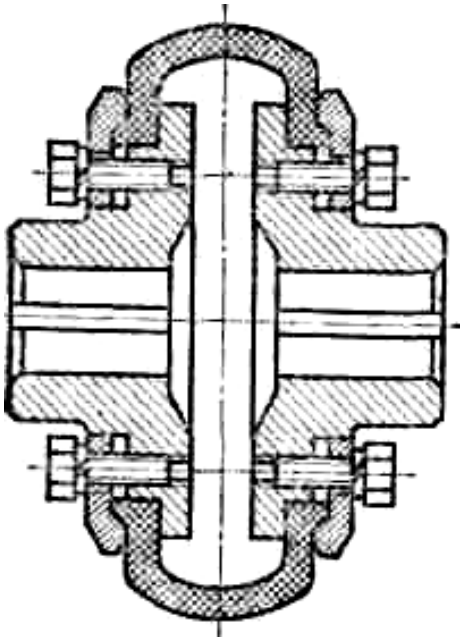
Муфта компактна и надежна. Применяется для соединения быстроходных валов. Допускает смещения валов: радиальное 0,2 мм, угловое не более 1°30'.

Подбирается по ГОСТ 14084—76 для диаметров валов d = 12 — 45 мм.

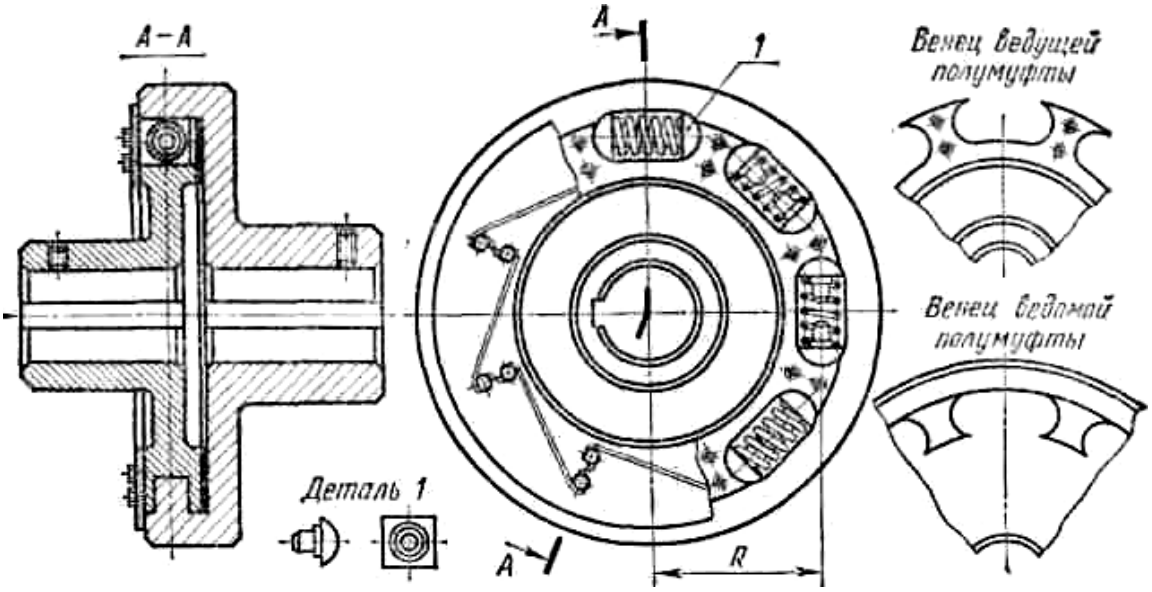
Муфта упругая с торообразной оболочкой. Состоит из двух полумуфт, упругой оболочки, по форме напоминающей автомобильную шину, и двух колец, зажимающих при помощи винтов оболочку.

Эта муфта обладает высокими упругими и демпфирующими свойствами. Обеспечивает шумо- и электроизоляцию узлов привода, удобна и надежна в эксплуатации. Применяется в конструкциях, где трудно обеспечить соосность валов, при переменных и ударных нагрузках. Допускает смещения валов: радиальное 1,6—5 мм; осевое 5—11 мм и угловое 1°30'.

Подбирается по ГОСТ 20884—75.



Муфта с цилиндрическими пружинами. От ведущей полумуфты окружная сила передается ведомой полумуфте цилиндрическими винтовыми пружинами, которые закладываются в пазы предварительно сжатыми. Под нагрузкой пружины дополнительно сжимаются.



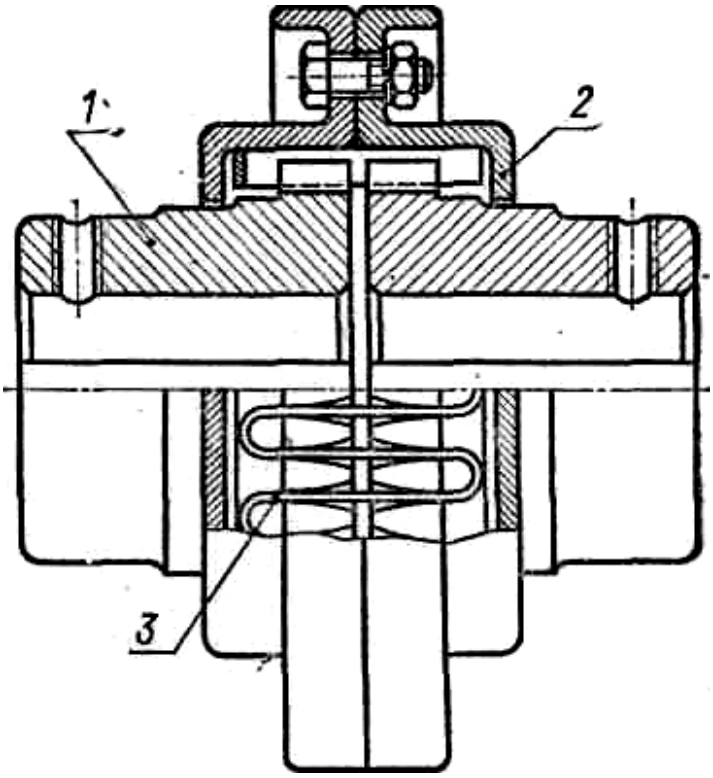
Такие муфты рекомендуется применять как упругие звенья в соединении валов с зубчатыми колесами и звездочками (часто муфту встраивают в конструкцию колес и звездочек). Путем подбора пружин жесткость муфты изменяется в весьма широких пределах. Число пружин обычно 6—12.

Муфта со змеевидной пружиной. Муфта состоит из двух полумуфт с зубьями специального очертания, между которыми свободно заложены секции ленточной змеевидной пружины прямоугольного сечения (рис. 13.12). Кожух,

состоящий из двух половин, удерживает пружину от выскакивания под действием центробежной силы и служит резервуаром для пластичной смазки, которую меняют через каждые 4 месяца.

Материал полумуфт — сталь 40 или 45Л, материал пружин — сталь 65Г. Кожух отливают из чугуна СЧ12—28.

Муфта со змеевидной пружиной достаточно податлива. В зависимости от размеров она допускает комбинированное смещение валов: радиальное 0,5—3 мм, осевое 4—20 мм и угловое 1°10'.



Муфта надежна в работе и долговечна. Применяется при передаче больших вращающих моментов.

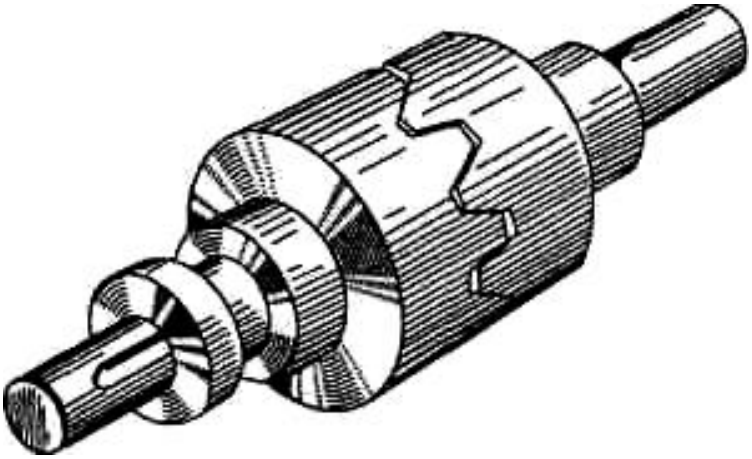
Размеры муфты принимают по нормалям станкостроения. Змеевидную пружину проверяют на изгиб методами сопротивления как балку, защемленную с двух сторон.

Сцепные муфты

Сцепные (управляемые) муфты служат для быстрого соединения и разъединения валов при работающем двигателе. Применяются при строгой соосности валов. По принципу работы делятся на кулачковые и фрикционные. Все сцепные муфты должны легко и быстро включаться при незначительном уси-

лии, а также иметь малый нагрев и износ при частых переключениях.

Кулачковые муфты. Кулачковые муфты состоят из двух полумуфт с кулачками на торцовых поверхностях. При включении кулачки одной полумуфты входят во впадины другой, создавая жесткое сцепление. Для переключения муфты одна полумуфта передвигается вдоль вала на направляющей шпонке или шлицах при помощи механизма управления муфтой.

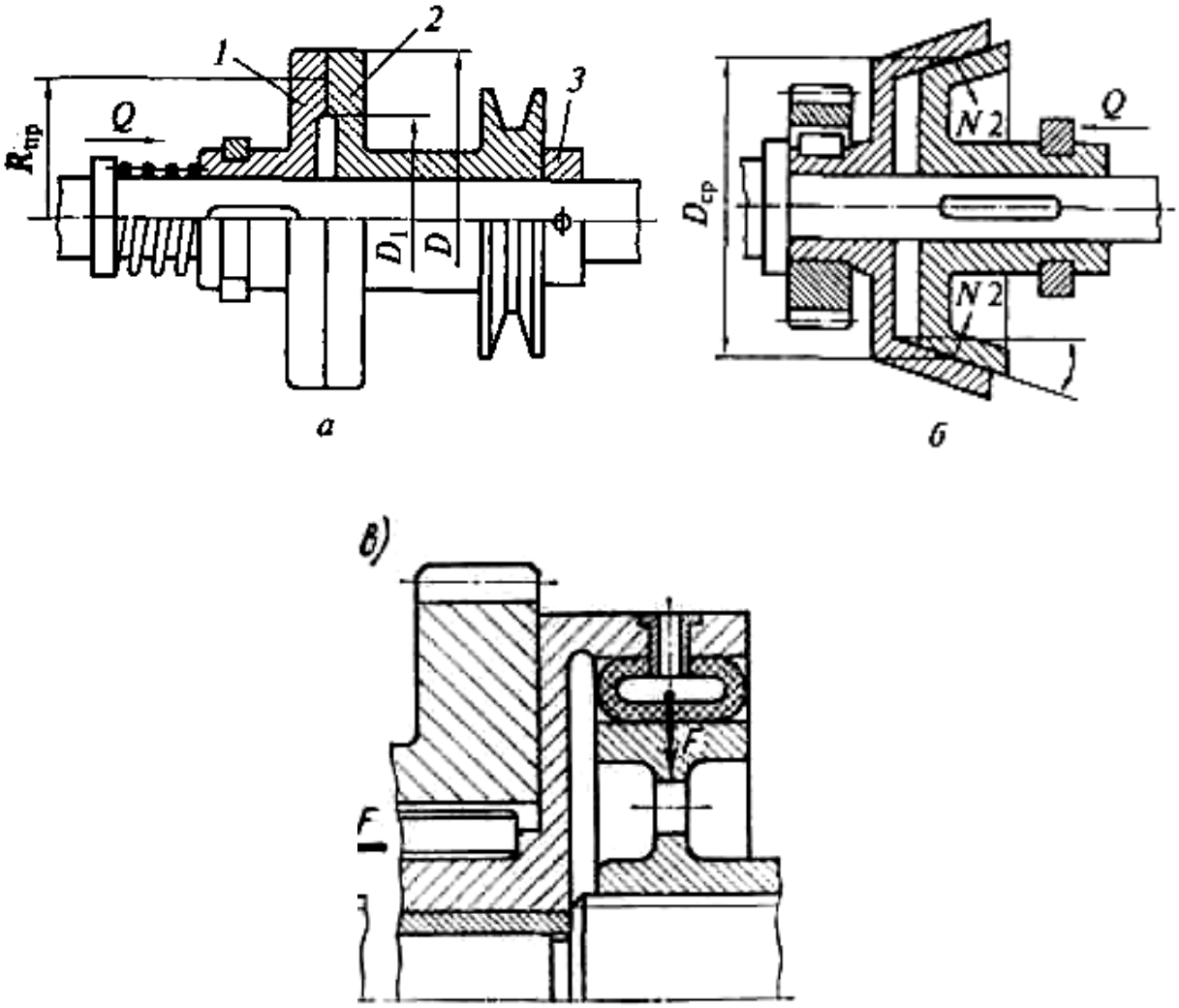


Материал полумуфт — сталь 20Х или 20ХН, Для повышения износостойкости рабочие поверхности кулачков цементуют и закаливают до твердости HRC54—60.

Основным элементом муфт являются кулачки различных профилей: прямоугольного, трапецеидального, треугольного соответственно для больших, средних и малых нагрузок. Асимметричный профиль кулачков применяют в нереверсивных механизмах для облегчения включения муфты. Число кулачков принимают z = 3—60 в зависимости от величины вращающего момента и желаемого времени включения, с увеличением которого z уменьшается. Недостатком кулачковых муфт является невозможность включения на быстром ходу. Во избежание ударов и повреждения кулачков включение муфты производят без нагрузки при разности окружных скоростей на кулачках до 0,8 м/с. Выключение муфты возможно при любых скоростях.

Кулачковые муфты просты в изготовлении и малогабаритны. Применяются в механизмах, где должно быть обеспечено постоянное передаточное отношение, а также при передаче больших вращающих моментов, когда переключения производятся редко.

Фрикционные муфты. Фрикционные муфты служат для плавного сцепления валов под нагрузкой на ходу при любых скоростях. Передача вращающего момента осуществляется силами трения между трущимися поверхностями деталей муфты. В начале включения за счет проскальзывания рабочих поверхностей муфты разгон ведомого вала происходит плавно, без удара, с постепенным нарастанием передаваемого вращающего момента по мере увеличения нажимной силы *F*. При установившемся движении проскальзывание отсутствует, муфта замыкается и оба вала вращаются с одной и той же угловой скоростью. В момент перегрузок фрикционные муфты пробуксовывают, предохраняя машину от поломок.



По форме поверхности трения фрикционные муфты (см. рис. 13.15) делятся на дисковые *(а),* конусные (*б*) и цилиндрические (*в*). В дисковых муфтах рабочими поверхностями служат плоские торцовые поверх-

ности дисков, в конусных — конические, а в цилиндрических — цилиндрические.

По условиям смазки муфты бывают масляные и сухие. Смазка служит для уменьшения износа, улучшения расцепления рабочих поверхностей и отвода теплоты.

В муфтах, работающих в масле, трущиеся детали изготовляют из закаленной стали. В сухих муфтах применяют пары трения — сталь или чугун по фрикционному материалу (накладки из асбестопроволочной прессованной ткани — ферродо, фрикционные пластмассы, металлокерамическое покрытие и др.). В современном машиностроении применяются различные конструкции фрикционных муфт, среди которых наибольшее распространение получила многодисковая муфта.

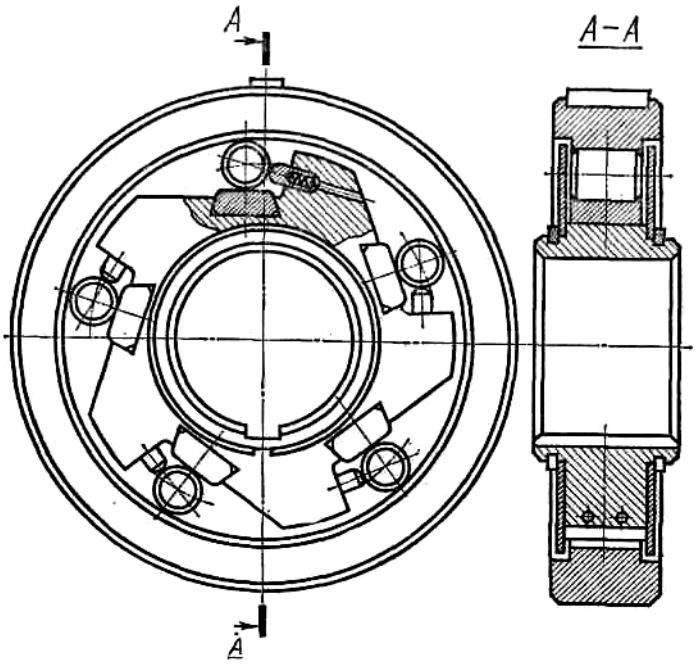
Самоуправляемые муфты

Самоуправляемые муфты предназначены для автоматического сцепления и расцепления валов при изменении заданного режима работы машины. Самоуправляемые муфты бывают: по направлению вращения — обгонные, по угловой скорости — центробежные, по моменту — предохранительные.

Обгонные муфты. Обгонные муфты, или муфты свободного хода, служат для передачи вращающего момента в одном направлении. Наибольшее распространение получила роликовая муфта с диапазоном диаметров валов d = 10— 90 мм и числом роликов z = 3—5.

Эта муфта состоит из двух полумуфт, одна из которых имеет форму кольца, а вторая — форму звездочки с вырезами для роликов. Для быстрого включения муфты ролики отжимаются пружинами. При передаче вращающего момента ролики заклиниваются между полумуфтами в суживающейся части выреза, образуя жесткое сцепление. Если по какой-либо причине угловая скорость ведомого вала превысит угловую скорость ведущего, то вследствие обгона, ролики расклинятся, выкатятся в расширенную часть выреза и муфта автоматически выключится. При останове ведущего вала ведомый вал продолжает вращаться. Материал деталей муфты—стали ШХ15 и 20Х термообработанные до

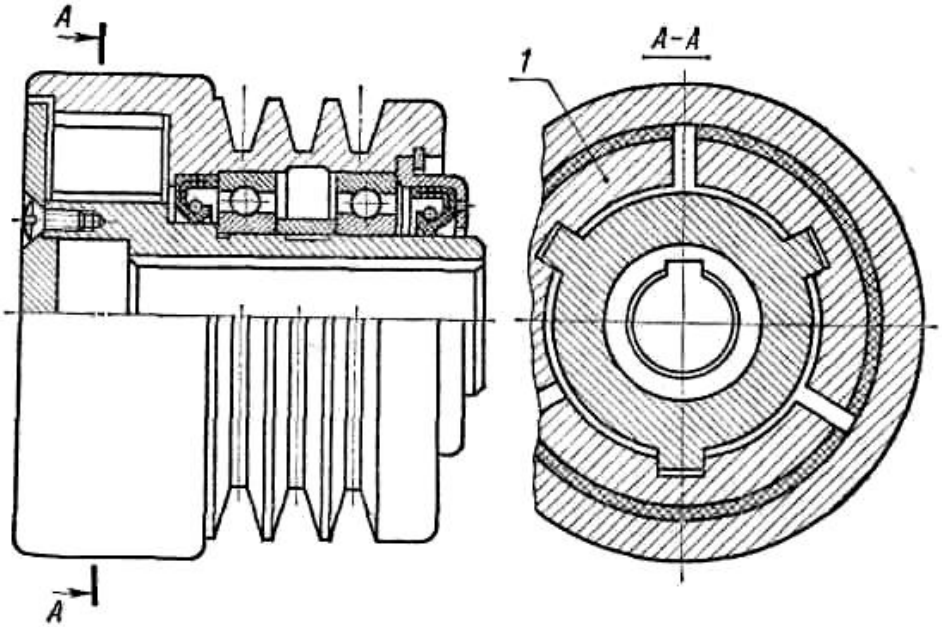
высокой твердости рабочих поверхностей. Ролики должны быть постоянно смазаны маловязким маслом.



Обгонные роликовые муфты работают бесшумно, допуская большую частоту включений. Применяются в станках, автомобилях и т. д. Критерием работоспособности роликовых муфт является контактная прочность рабочих поверхностей роликов и полумуфт.

Центробежные муфты. Эти муфты предназначены для автоматического включения или выключения ведомого вала при достижении ведущим валом заданной угловой скорости.

По устройству центробежные муфты представляют собой фрикционные муфты, у которых механизмом управления служат грузы-колодки *1*, находящиеся под действием центробежных сил. При достижении ведущим валом заданной угловой скорости центробежные силы, действуя на грузы, производят включение муфты. Передача вращающего момента осуществляется силами трения, величина которых пропорциональна квадрату угловой скорости.

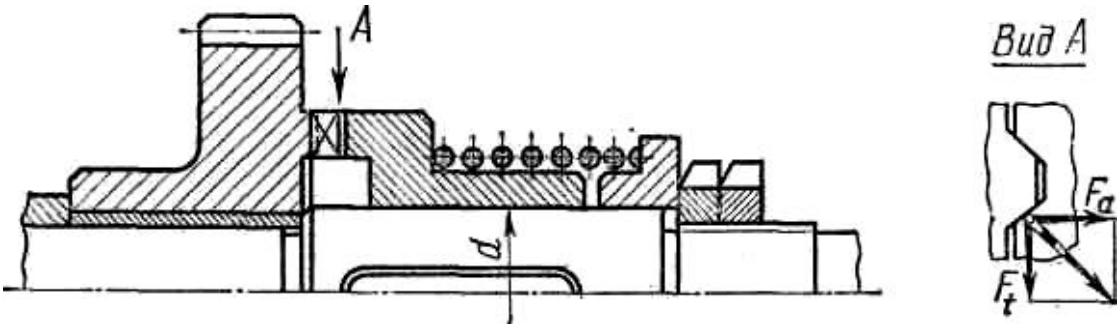


<u>Предохранительные муфты</u>. Предохранительные муфты предназначены для предохранения машин от перегрузок. Муфты ставят как можно ближе к месту возникновения перегрузки; они могут работать только при строгой соосности валов.

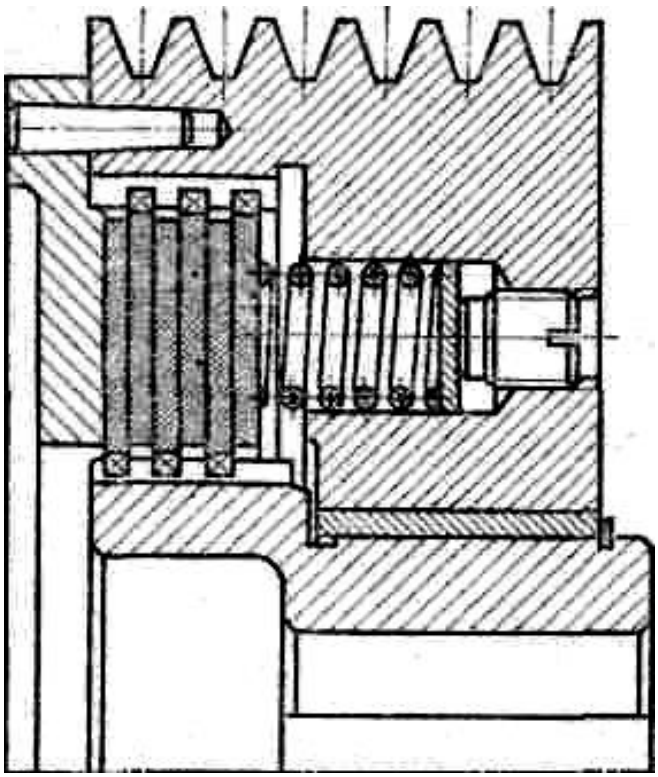
По принципу работы предохранительные муфты делятся на пружинно-кулачковые, фрикционные и с разрушающимся элементом.

Пружинно-кулачковая предохранительная муфта. По конструкции эта муфта аналогична сцепной кулачковой, только подвижная в осевом направлении полумуфта прижимается к неподвижной не механизмом управления, а постоянно действующей пружиной с регулируемой силой. Кулачки выполняют трапецеидального профиля небольшой высоты с углом наклона рабочих граней 45—60°. При перегрузке сумма осевых составляющих сил F_a на гранях кулачков становится больше прижимного усилия пружины и муфта многократно прощелкивает кулачками, подавая звуковой сигнал о перегрузке. Повторные мгновенно-ударные включения кулачков при перегрузке отрицательно влияют на усталостную прочность деталей механизма, вследствие чего эти муфты применяют для передачи небольших моментов при малых угловых скоростях. Кулачковые предохранительные муфты надежны в работе, но имеют повышенный износ кулачков. Размеры муфт подбирают по ГОСТ 15620—70 или

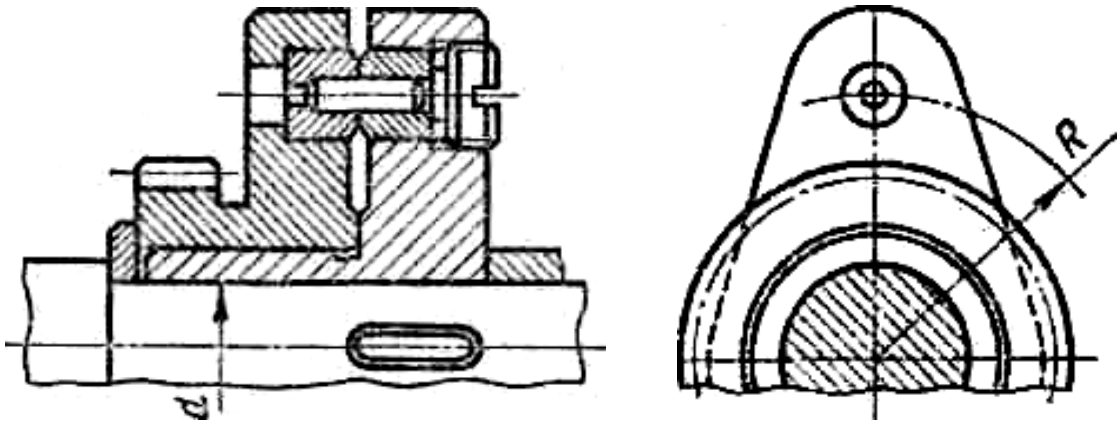
принимают конструктивно.



Фрикционные предохранительные муфты. Отличаются большим разнообразием. Конструкция этих муфт аналогична конструкции сцепных фрикционных муфт. Сила нажатия в них создается пружинами, отрегулированными на передачу предельного вращающего момента. Пружины периодически регулируют, так как по мере износа поверхностей трения диски сближаются, уменьшая силу сжатия пружин. Чаще других используются сухие многодисковые муфты, размеры которых подбирают по ГОСТ 15622—70 или принимают конструктивно, а затем проверяют расчетом аналогично сцепным фрикционным муфтам.



Муфта с разрушающимся элементом. Наибольшее распространение получила фланцевая муфта со срезным штифтом. Муфта состоит из двух фланцевых полумуфт, соединенных штифтом.

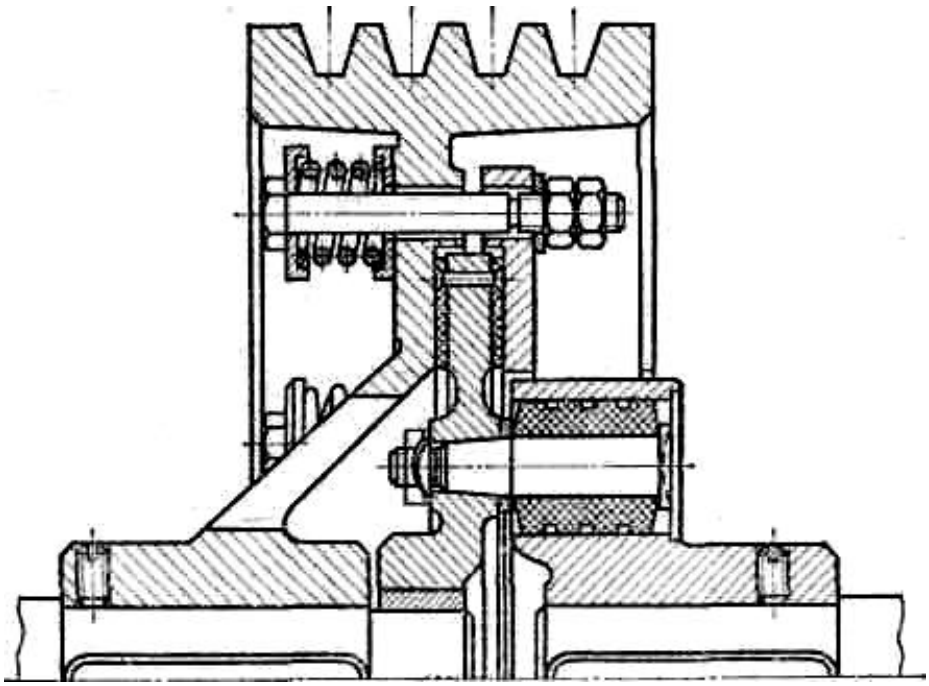


При перегрузке штифт срезается, и муфта выключается. Штифт выполняют по ГОСТ 3128—70 из стали 45. Материал втулок — сталь 40Х с закалкой.

Эти муфты просты по конструкции, имеют малые размеры. Недостатком их является остановка машины для замены штифта. Применяются в приводах, работающих с редкими перегрузками. При замене штифта фланцы полумуфт поворачивают относительно друг друга.

Комбинированные муфты

Комбинированные муфты представляют сочетание различных муфт в одной конструкции. Применяются, когда ни одна отдельно взятая муфта, рассмотренная выше, не может обеспечить требуемого характера соединения валов. Число возможных комбинаций муфт велико. В машиностроении часто встречается комбинация компенсирующих упругих муфт с предохранительными.



Остановы и тормоза

Остановы применяются в лебедках, талях и домкратах и предназначены для стопорения и надежного фиксирования поднятого груза в заданном положении, позволяя валу или барабану лебедки вращаться в одном направлении, и препятствуя вращению в обратную сторону. Остановы различают:

по конструкции - храповые с внешним (рис. 2.50, а) и внутренним зацеплением и фрикционные - роликовые (рис. 2.50, б) и клиновые;

по назначению - спускные и стопорные; по способу действия - нормально закрытые и нормально открытые;

по типу управления — автоматические и управляемые.

Храповой останов состоит из храпового зубчатого колеса с зубьями специальной формы, жестко закрепленного на валу или барабане, и собачки, свободно сидящей на неподвижной оси. Собачка вводится в зацепление с зубьями храпового колеса принудительно с помощью пружины (на рис. 2.50 не показана), препятствуя его повороту при опускании груза. При подъеме груза собачка свободно проскальзывает по зубьям колеса, не препятствуя его вращению. Для смягчения ударов при включении останова применяют 2...3 собачки. Конструкция и принцип действия автоматических **фрикционных роликовых остановов** (рис. 2.50, б) такие же, как рассмотренных выше обгонных фрикционных роликовых муфт, с той разницей, что один из элементов - обод или вал неподвижен. **Клиновые фрикционные остановы** в строительных машинах практически не применяются.

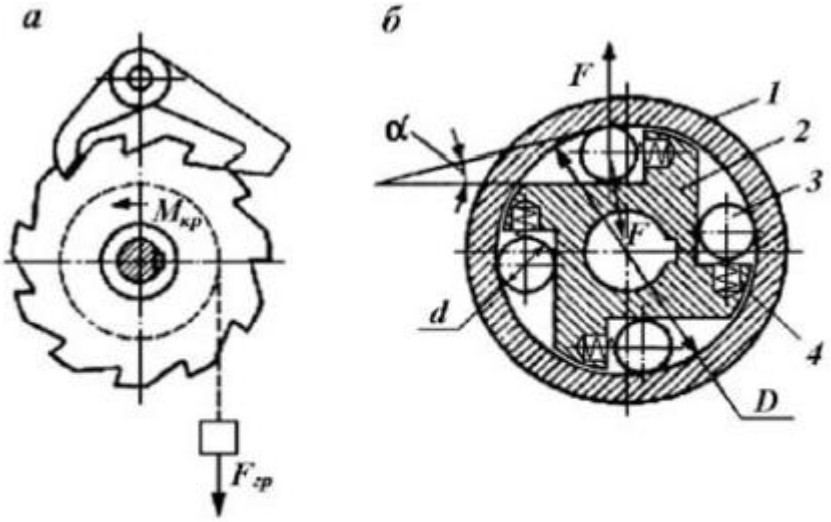


Рис. 2.50. Остановы:
а – зубчатый; *б* – роликовый

Тормоза при необходимости остановки или замедления движения целиком или частично уравновешивают тормозным моментом крутящий момент на барабане или валу затормаживаемого механизма. Тормозной момент создается силами трения между контактирующими подвижными и неподвижными элементами тормоза. Подвижный элемент тормоза (шкив, диск) жестко соединен с валом затормаживаемого механизма, а неподвижный (лента, колодка, диск) соединен с корпусом машины.

Тормоза подразделяют:

по назначению — стопорные для остановки механизмов, отключенных от двигателя, или удержания груза на весу и спускные — для регулирования скорости опускания груза;

по характеру действия приводного усилия - нормально замкнутые (постоянно замкнуты усилием пружины или весом груза, размыкаются одновременно с включением механизма в работу), нормально разомкнутые (постоянно разомкнуты и замыкаются

оператором при необходимости торможения) и комбинированные (в нормальных условиях работают как нормально разомкнутые, а в аварийных - как нормально замкнутые);

по принципу действия - управляемые (замыкаемые или размыкаемые оператором) и автоматические (с электромагнитным, электрогидравлическим и электромеханическим приводом), замыкаемые одновременно с отключением двигателя механизма, в том числе при перегрузке;

по конструктивному исполнению рабочих элементов тормоза колодочные, ленточные, дисковые и конусные.

По правилам Госгортехнадзора механизмы подъема груза и изменения вылета стрелы строительных машин оборудуют только нормально замкнутыми тормозами.

Тормозной момент $M_т$ (Н·м), развиваемый тормозом, должен быть больше фактического момента $M_{кр}$ на валу тормозного шкива:

$$M_т = \beta \cdot M_{кр},$$

где β - коэффициент запаса (по нормам Госгортехиадзора β = 1,5; 1,75; 2; 2,5 соответственно для легкого, среднего, тяжелого, весьма тяжелого режимов работы).

Местом установки тормоза в кинематической цепи механизм (двигатель - редуктор - исполнительный орган машины) обычно является быстроходный вал с наименьшим крутящим моментом Шкив тормоза, обычно выполняемый заодно с полумуфтой соединительной муфты, устанавливают на валу редуктора, а другую полумуфту на валу двигателя. В особо ответственных механизмах, связанных с подъемом людей, монтируют два тормоза - на быстроходном и тихоходном валах.

Колодочные тормоза (рис. 2.51, а) выполняют обычно с двумя тормозными колодками, зажимающими тормозной шкив с диаметрально противоположных сторон. Сближение тормозных колодок 1 происходит под действием пружины 4, которая стягивает колодки через рычаги 8 и 2 тягой 5 и штоком 3. При включении электродвигателя привода барабана электрический ток поступает в электромагнит 7, рычаг 6 притягивается к якорю и давит на шток, который, преодолевая действие пружины, разводит колодки, освобождая шкив от действия тормоза.

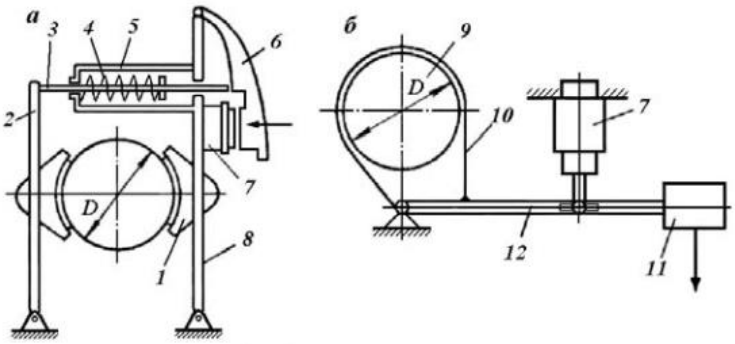


Рис. 2.51. Типы тормозов:

а – двухколодочный; *б* – ленточный

Внутренняя поверхность тормозных колодок для увеличения трения между колодкой и тормозным шкивом покрыта фрикционными накладками, изготовленными из асбестовой ленты, армированной латунной проволокой.

Усилие прижатия тормозных колодок к шкиву (Н):

$$N_т = M_т / D_т f,$$

где M_m - тормозной момент, Н·м;

D_T - диаметр тормозного шкива, м;

f - коэффициент трения между колодкой и шкивом.

Правильность выбора тормоза проверяют по допускаемому давлению [p], (МПа) на фрикционные накладки ([p] = 0,5...0,6 МПа):

$$p = N_т / bl \le [p],$$

где b - ширина колодки, м; l - длина колодки по дуге обхвата, м.

В грузоподъемных механизмах используются и **ленточные тормоза** (рис. 2.51, б), в котором рычаг 12 под действием груза 11 прижимает тормозную ленту 10 , к шкиву 9. При включении электрического тока электромагнит поднимает рычаг, и тормозная лента освобождает шкив.

Различают *простые, дифференциальные и суммирующие ленточные тормоза*, которые отличаются друг от друга способом закрепления набегающего конца тормозной ленты (рис. 2.52). Простые и дифференциальные тормоза являются тормозами одностороннего действия и предназначены для торможения шкивов, вращающихся постоянно в одном направлении. По сравнению с простыми дифференциальные тормоза имеют значительно меньшее усилие включения. Суммирующие тормоза двухстороннего действия (с одинаковыми плечами рычага) применяются при реверсивной работе шкива, например, в механизмах передвижения и поворота.

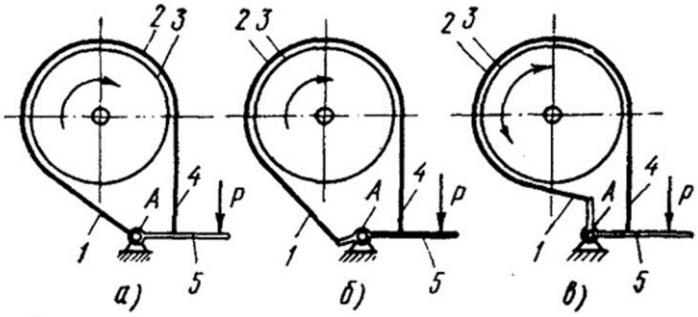


Рис. 41. Ленточный тормоз:
а — простой, *б* — дифференциальный, *в* — суммирующий; *1*, *4* — набегающая и сбегающая ветвь, *2* — фрикционная лента, *3* — тормозной шкив, *5* — рычаг

Наибольшее натяжение на набегающем конце ленты $S_{наб}$ (T_1), а наименьшее на сбегающем $S_{сб}$ (T_2) (рис. 2.52, а, б, в); на суммирующем тормозе в зависимости от направления вращения $S_{наб}$ и $S_{сб}$ меняются:

$$S_{наб} = \frac{M_т \cdot e^{\mu\alpha}}{R_{шк}\left(e^{\mu\alpha} - 1\right)}; \quad S_{сб} = \frac{M_т}{R_{шк}\left(e^{\mu\alpha} - 1\right)}; \quad S_{наб} = S_{сб} \cdot e^{\mu\alpha},$$

где $M_т$ - тормозной момент; $R_{шк}$ - радиус тормозного шкива; μ - коэффициент трения; α - угол охвата тормозного шкива лентой, рад.

Дисковые и конусные тормоза по конструкции и принципу действия аналогичны дисковым и конусным муфтам сцепления (рис. 2.23, б, в), в которых одна из полумуфт закреплена к корпусу.

Центробежные тормоза применяются в подъемных механизмах, не обладающих способностью самоторможения. Назначение их - автоматически регулировать скорость спуска груза, когда стопорный тормоз предельно отпущен. Наиболее известен центробежный тормоз (рис. 2.53, а), имеющий следующее устройство. На шкиве 1 стопорного ленточного тормоза, заклиненном на валу механизма, укреплены оси трех серповидных грузов, концы которых через тяги 2 скреплены с регулирующей втулкой 3. Втулка 3 спиральной пружиной 4 соединена со ступицей шкива 1. На грузы (колодки) 5 болтами крепятся прижимные части 6, которые представляют собой одну из фрикционных поверхностей трения. Второй поверхностью трения служит неподвижный обод 7.

Принцип работы тормоза следующий. Когда шкив 1 достигает определенного числа оборотов, грузы 5 под влиянием центробежной силы расходятся и, преодолев сопротивление пружины 4, затормаживают движение вала. Пружина рассчитывается па такую нагрузку, чтобы при малом числе оборотов тормоз оставался выключенным.

Значительным недостатком центробежного тормоза является то обстоятельство, что число оборотов вала, а, следовательно, и скорость опускания груза уменьшаются с уменьшением веса груза, тогда как желательно обратное.

На рис. 2.53, б показан другой центробежный тормоз, имеющий следующее устройство. На валу 1 заклинен диск 2, а па его втулке на шлицах -диск 3. Пружина 4, упирающаяся во втулку 5, положение которой регулируется болтами, стремится раздвинуть диски 2 и 3, между тем как грузы б, расходящиеся под влиянием центробежной силы через угловые рычаги, стремятся сблизить эти диски. При сближении дисков между ними зажимается неподвижный диск 7, который может являться храповиком, удерживаемым от вращения в сторону спуска собачкой. При установившейся скорости должно существовать равенство между грузовым моментом, стремящимся вращать вал с возрастающей скоростью, и моментом трения между дисками, стремящимися остановить вращение вала.

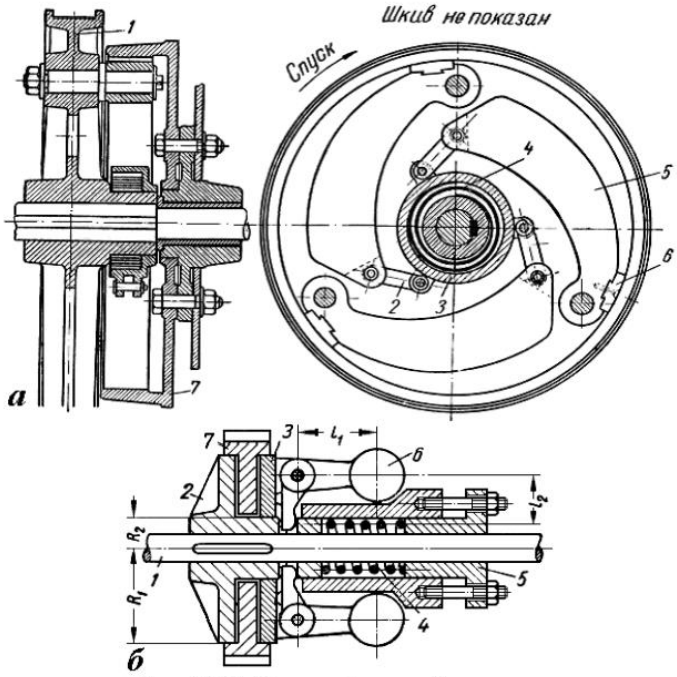


Рис. 2.53. Центробежный тормоз:
а – с внутренними колодками; *б* – пластинчатый

Ручные лебедки снабжаются автоматическим грузоупорным тормозом с храповиком (рис. 2.54, а, б), останавливающим барабан при внезапном освобождении рукоятки. Эти тормоза также относятся к категории автоматических спускных тормозов. На ведущем валу 1 на шпонке посажен тормозной диск 2; тормозной диск 4, объединенный с приводной шестерней, может перемещаться вдоль части вала, имеющей винтовую нарезку. Между тормозными дисками на валу свободно насажено храповое колесо 3. Направление резьбы таково, что при подъеме груза крутящий момент обеспечивает сближение тормозных дисков, зажимающих храповое колесо. Собачка 5 не препятствует вращению храпового колеса в сторону, соответствующую подъему груза. При прекращении подъема или при случайном освобождении рукоятки собачка, упираясь в зубья храпового колеса, останавливает вал. Для спуска груза вращают рукоятку в сторону, обратную подъему. Лебедки с небольшими тяговыми усилиями имеют тормоз, объединенный с рукояткой, - безопасные рукоятки (рис. 2.54, в). Принцип действия безопасной рукоятки аналогичен принципу действия грузоупорного тормоза.

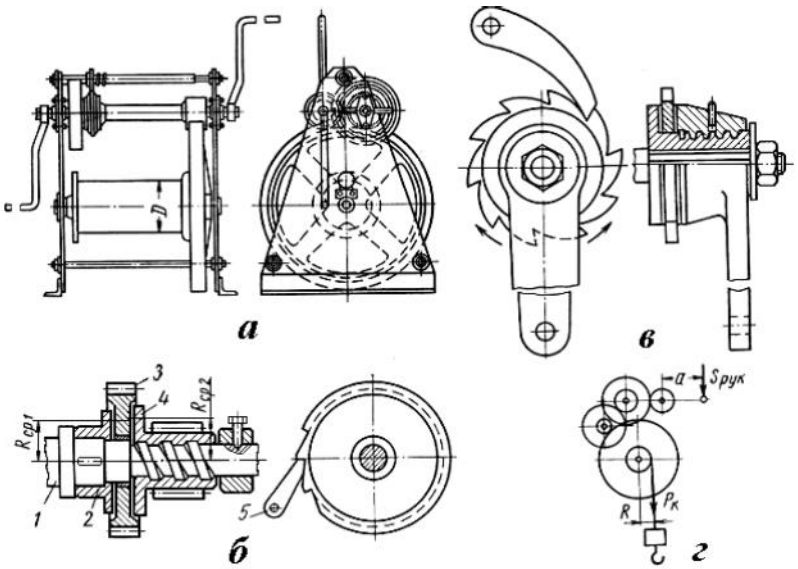


Рис. 2.54. Лебедка с ручным приводом:

а – общий вид; *б* – винтовой грузоупорный тормоз с храповиком; *в* – безопасная рукоятка; *г* – кинематическая схема механизма подъема с ручным приводом

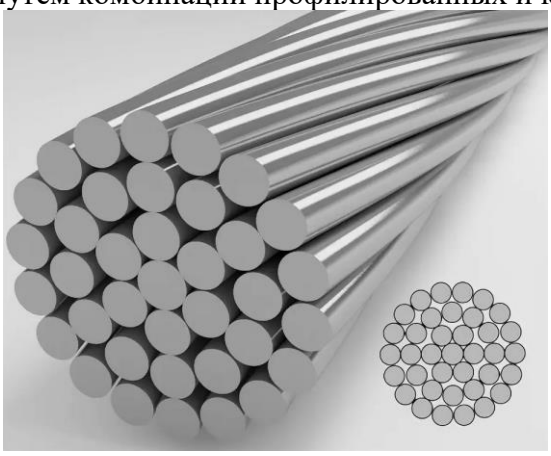
Канатные передачи. Подбор сечений.

Наибольшее применение в качестве гибкого органа грузоподъемных машин находят проволочные стальные канаты.

Стальные канаты представляют собой гибкие грузовые и тяговые органы, предназначенные для передачи усилий при подъеме и перемещении грузов. Основные параметры стальных канатов регламентированы ГОСТ 3241-91. Канаты изготовляют на канатовьющих машинах из стальной высокопрочной проволоки, полученной методом многократного холодного волочения с промежуточной термической и химической обработкой, диаметром 0,2...3,5 мм высшей (В), первой (I), второй (II) марок, предел прочности которых при растяжении составляет 1200...2600 МПа. Канаты, работающие во влажных условиях, изготовляют из оцинкованных проволочек с повышенной коррозионной стойкостью. Прочность их несколько ниже за счет отпуска при оцинковании. Канаты, работающие в сухих помещениях, изготовляют из светлых (без покрытия) проволочек.

Канаты бывают **одинарной**, **двойной** и **тройной свивки**.

Канаты одинарной свивки изготовляют из отдельных проволок, свитых по спирали в пряди. Такие канаты обладают повышенной жесткостью и применяются в качестве оттяжек и несущих элементов в кабельных кранах и подвесных канатных дорогах. Закрытые канаты, имеющие в наружном слое проволоку Z-образного сечения (рис. 2.40, а, б, в), используются в кабельных кранах и канатных подвесных дорогах в качестве несущего элемента. Преимущества закрытых канатов: гладкая поверхность, отсутствие расплетания проволок и небольшой износ (рис. 2.40, д). В полузакрытых канатах наружное кольцо получается путем комбинации профилированных и круглых проволок (рис. 2.40, г).



Канат одинарной свивки

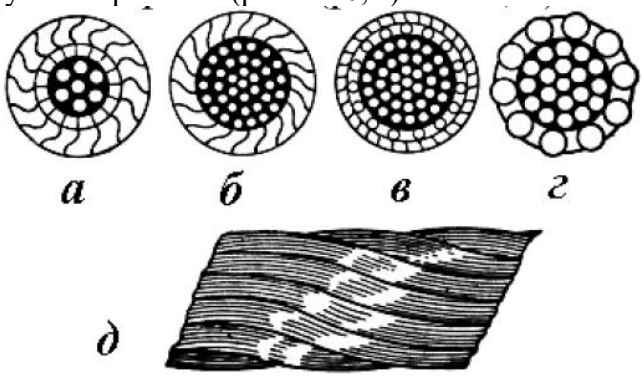


Рис. 2.40. Закрытые канаты

В **канатах двойной свивки** (рис. 2.41) проволочки сначала свивают в пряди, а затем из прядей канат свивается вокруг центрального сердечника.

В ГПМ (грузоподъемный механизм) применяют преимущественно канаты двойной свивки: сначала проволоки свивают в пряди вокруг центральной проволоки, а затем пряди свивают вокруг сердечника. Число проволок может быть различно. Сердечник может быть стальным, нейлоновым или пеньковым.

Канаты со стальным сердечником применяют при многослойной навивке каната на барабан (канат не теряет формы!), при резко меняющейся нагрузке и при высоких температурах (нейлон горит!).

В качестве сердечника может использоваться прядь или канат двойной навивки.

По направлению свивки прядей канаты бывают правой и левой свивок. Для устранения деформации кручения каната следует правильно выбирать его по направлению свивки, особенно при навивке на гладкий барабан.

По сочетанию свивок канаты бывают односторонней свивки, в которых проволоки в прядях и пряди в канате свиты в одном направлении, и крестовой, когда проволоки в прядях

и пряди в канате свиты в противоположных направлениях. В канатах комбинированной свивки направление свивок проволок в соседних прядях чередуется.

Канаты односторонней свивки обладают более высокой гибкостью, но раскручиваются при свободно поднятом на одном канате грузе, склонны к образованию петель и узлов, при обрыве проволоки самораскручиваются на большой длине. Канаты крестовой свивки имеют менее гладкую поверхность, выдерживают меньшее число перегибов на блоках, более жесткие, но лучше сопротивляются кручению и расплющиванию под воздействием растягивающих и поперечных усилий. Канаты комбинированной свивки имеют преимущества обоих типов.

Срок службы односторонней свивки канатов из - за большей гибкости, более ровной поверхности выше на 25 - 50% чем у канатов крестовой свивки. Однако последние незаменимы, если используются в случае, когда груз подвешивается свободно на одной ветви. Канаты крестовой свинки не раскручиваются!

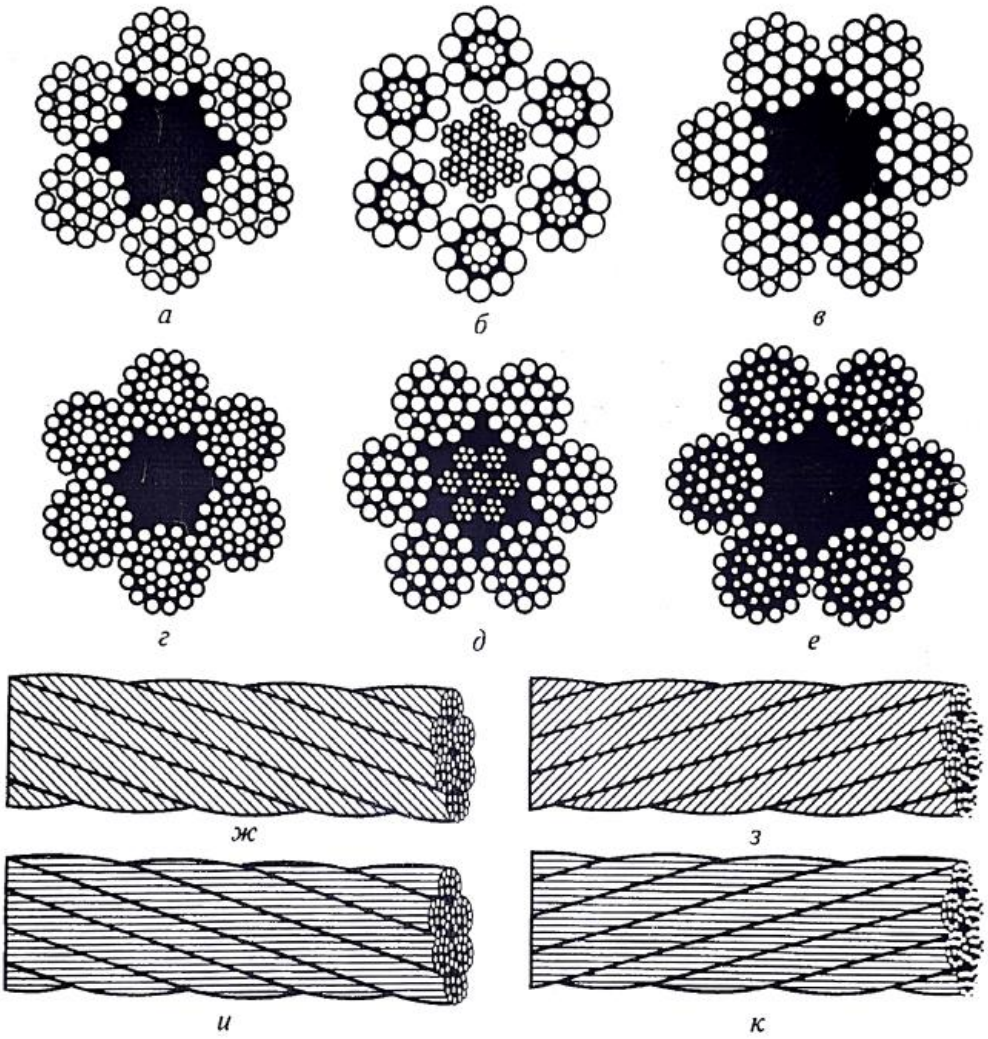


Рис. 2.41. Внешний вид стальных проволочных канатов двойной свивки

Канаты **по роду свивки** различают:
ТК - с точечным касанием отдельных проволок между слоями прядей;
JIK - с линейным касанием.

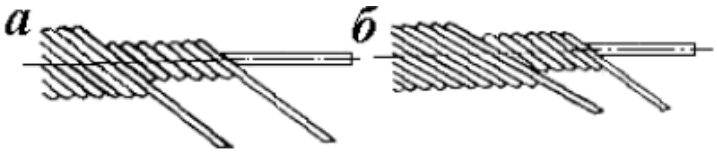


Рис. 2.42. Пряди стальных канатов с контактом проволочек:
а – линейный; *б* – точечный

ЛК имеет разновидности:

ЛК-О – проволоки отдельных слоев пряди имеют одинаковый диаметр (б);

ЛК-Р - проволоки в верхнем слое пряди двух разных диаметров (в);

ЛК-РО – проволоки разного и одинакового диаметра по отдельным слоям пряди (г);

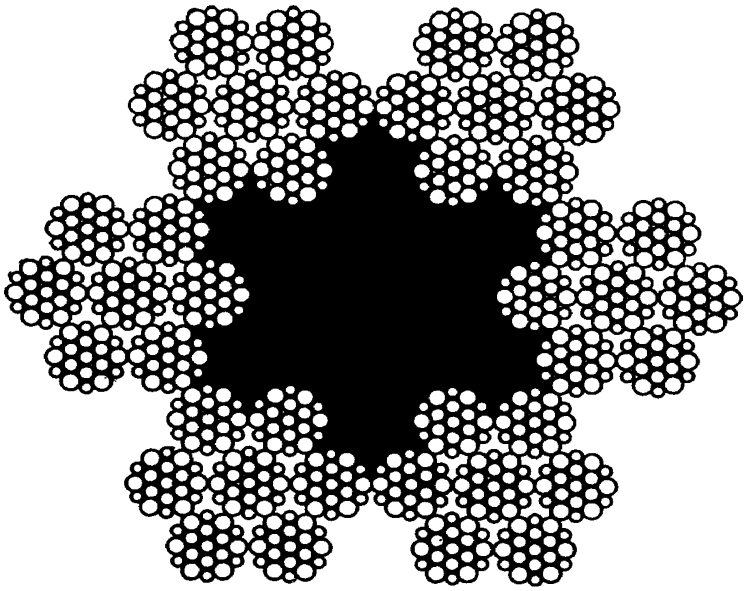
ЛК-З – между двумя слоями проволок размещаются заполняющие проволоки меньшего диаметра (д).

ТЛК – с точечным и линейным касанием проволок в пряди (е);

ТК – применяют только для ненапряженных режимов работы, когда срок службы определяется не качеством, а условиями эксплуатации каната.

Срок службы ЛК до 2 раз выше срока службы ТК.

В **канатах тройной свивки** в качестве прядей используют канаты двойной свивки малого диаметра.



Канат тройной свивки

Выбор каната по направлению свивки имеет большое значение для правильной его работы при навивке на гладкий барабан. За каждый оборот барабана канат не только изгибается, но и перекручивается перемещаясь на величину одного своего диаметра.

В зависимости от принятого направления вращения барабана, а также от направления свивки прядей каната деформация кручения может уменьшать или увеличивать его скручивание. Для создания более благоприятных условий работы каната следует так подбирать направление его навивки, чтобы он в эксплуатации дополнительно подкручивался. Это приводит к увеличению плотности каната, а следовательно и к увеличению его срока службы.

Преимущества стальных канатов, обеспечивающие их преобладание в ГПМ:

1. Плавная, бесшумная работа на всех скоростях;

2. Гибкость во всех направлениях;

3. Надежность в работе (по числу лопнувших проволок можно определить степень изношенности каната).

Причинами преждевременного износа канатов могут быть:

1. Неправильный выбор конструкции каната;

2. Неправильная навивка па барабан;

3. Неправильный выбор соотношения диаметров каната, барабана или блока, а также профили и размера ручья блока и канавок барабана;

4.Допущение перегрузок;

5. Чрезмерное динамическое воздействие на канат.

Бракуют канат по правилам ГОСГОРТЕХНАДЗОРА после превышения нормативного числа оборванных проволок в зависимости от установленного для каждой конструкции запаса прочности. Стальные канаты характеризуются диаметром, маркировочной группой проволоки и разрывным усилием каната в целом, по которому выбирают типоразмер каната, связанным с наибольшим усилием натяжения соотношением:

$$R = S \cdot K$$

где S - усилие натяжения, кН;

К - минимальный коэффициент запаса прочности, зависящий от вида, назначения, режима работы машины и механизма. Принимается в соответствии с требованиями Госгортехнадзора в зависимости от назначения каната, привода машины и режима работы механизма. Грузовые и стреловые канаты для механизмов с ручным приводом имеют К = 4, с машинным приводом К = 5; 5,5 и 6 соответственно при легком среднем и тяжелом режимах работы, канаты грузозахватных приспособлений имеют К = 6, а канаты в машинах, предназначенных для подъема людей, — К = 9.

Полиспасты

Полиспасты - устройства, состоящие из блоков и канатов (рис. 2.49), применяемые для подъема или перемещения груза в горизонтальной плоскости. Применение полиспаста дает выигрыш в силе, уменьшает нагрузку лебедки, но при этом снижает скорость перемещения груза. Полиспасты могут также использоваться для выигрыша в скорости за счет потери в силе, например, в погрузчиках с цепным полиспастом.

Передаточным отношением или **кратностью полиспаста** называется отношение скорости навивки каната на барабан к скорости подъема груза. Различают полиспасты простые и сдвоенные (рис. 2.49, 6, в).

В простом полиспасте кратность полиспаста **i** равна числу рабочих ветвей каната **n** (i = n). При простом полиспасте навивка на барабан происходит одной ветвью каната. Усилие в ветви полиспаста, набегающей на барабан, составляет:

$$S = \frac{Q}{n\eta^m}$$

где Q - вес поднимаемого груза, Н;

n - количество рабочих ветвей;

η - к.п.д. каждого блока (0,96...0,98);

m - общее число блоков.

В сдвоенном полиспасте кратность полиспаста i = n/2. Сдвоенные полиспасты применяются в мостовых и козловых кранах. Они не дают сдвига груза вдоль оси барабана. При кратности сдвоенного полиспаста, равной кратности простого использование более гибкого каната меньшего диаметра повышает его надежность.

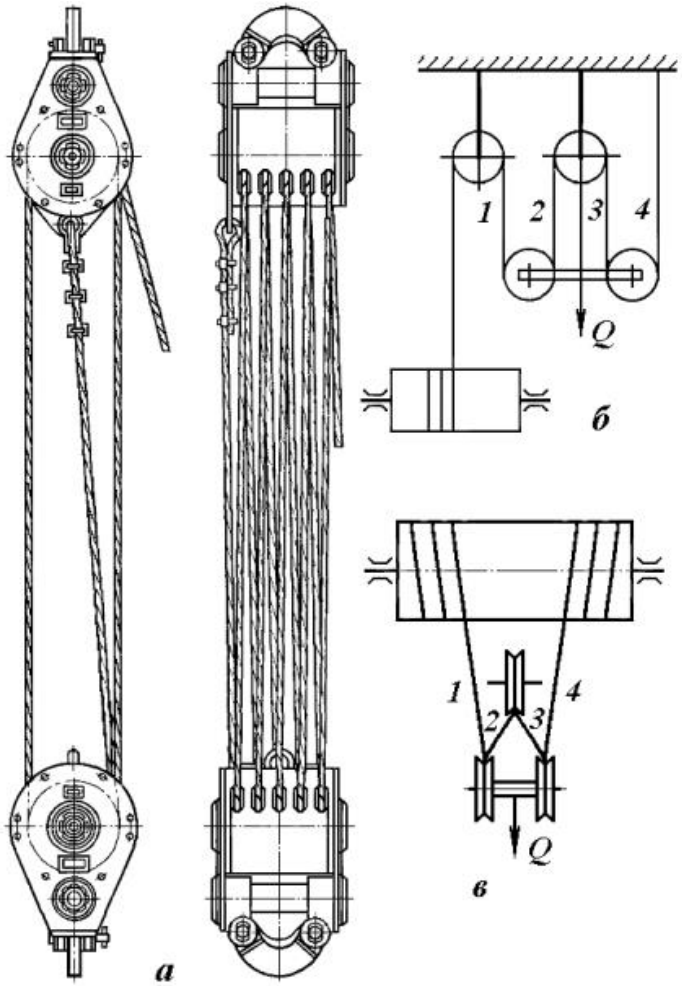


Рис. 2.49. Полиспаст:

а – общий вид 100-тонного полиспаста; *б* – схема запасовки канатов простого полиспаста; *в* – сдвоенного