

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

И.И. Романенко

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Курс лекций

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 625.08
ББК 39.311-06-5
Р69

Рецензенты: заведующий кафедрой «Транспортные машины», доктор технических наук, профессор В.В. Салмин (ПГУ); кандидат технических наук, профессор В.А. Худяков (ПензГТУ)

Романенко И.И.

Р69 Строительные машины: курс лекций по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» /И.И.Романенко. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 112 с.

Излагается теоретический материал курса лекций по дисциплине «Строительные машины».

Курс лекций подготовлен на кафедре «Механизация и автоматизация производства» и предназначен для использования студентами, обучающимися по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», при изучении дисциплины «Строительные машины».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Романенко И.И., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью курса лекций по дисциплине «Строительные машины» является формирование у студентов знаний по устройству, принципам действия, параметрам, характеристикам, областям применения основных строительных машин.

Теоретическая основа курса лекций подкрепляется лабораторными занятиями, на которых даются расчеты (или элементы расчета) кинематических схем строительных машин и определение их эксплуатационных параметров.

Курс лекций подготовлен в соответствии с программой дисциплины «Строительные машины» и предназначен для использования студентами второго курса, обучающимися по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», при изучении дисциплины «Строительные машины», относящейся к базовой части профессионального цикла.

Изучение курса «Строительные машины» способствует формированию профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Процесс изучения курса направлен на формирование компетенций, которые соответствуют виду профессиональной деятельности и на которые ориентирована рабочая программа дисциплины. Программа изыскательской и проектно-конструкторской деятельности решает следующие профессиональные задачи:

- сбор и систематизация информационных и исходных данных для проектирования зданий, сооружений, комплексов, транспортной инфраструктуры, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест;

- участие в выполнении инженерных изысканий для строительства и реконструкции зданий, сооружений;

- расчетные обоснования элементов строительных конструкций зданий, сооружений и комплексов, их конструирование с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, а также систем автоматизированного проектирования;

- подготовка проектной и рабочей технической документации в строительной и жилищно-коммунальной сфере, оформление законченных проектно-конструкторских работ;

- обеспечение соответствия разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам, техническая и правовая экспертиза проектов строительства, ремонта и реконструкции зданий, сооружений и их комплексов;

➤ составление проектно-сметной документации в строительной и жилищно-коммунальной сфере.

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

➤ знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.

➤ способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

з н а т ь :

– теорию и методику расчета производительности строительных машин и оборудования; устройство, принцип действия, параметры, область применения строительных машин;

у м е т ь :

– правильно использовать машины, оборудование и технологии для строительного-монтажных работ, механизмы и комплексы по эксплуатации и обслуживанию зданий и сооружений, а также для производства строительных материалов, изделий и конструкций;

– организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования.

Знания, полученные студентами, могут быть использованы в выпускной квалификационной работе и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Тема 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

Машина – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда.

Механизм – система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других тел.

Классификация строительных машин

По назначению строительные машины и оборудование могут быть:

- грузоподъемные,
- транспортирующие,
- погрузочно-разгрузочные,
- для подготовительных и вспомогательных работ,
- землеройные и грунтоуплотняющие,
- буровые,
- сваебойные,
- дробильно-сортировочные,
- смесительные,
- машины для транспортирования бетонных смесей и растворов,
- бетоноукладочные,
- отделочные,
- ручные машины,
- дорожные,
- для технического обслуживания.

Каждая из названных групп машин, в свою очередь, может быть разделена по способу выполнения работ и виду рабочего органа на подгруппы.

Грузоподъемные машины могут быть разделены на:

- домкраты (реечные, винтовые, гидравлические);
- тали (ручные, электротали);
- лебедки (с ручным приводом, электролебедки);
- подъемники грузовые (мачтовые, шахтные, скиповые, грузопассажирские);
- подъемные площадки (подвесные, наземные);
- самоходные подъемники (телескопические, рычажные);
- краны (переставные, вантовые, жестконогие, башенные, автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные, тракторные, трубоукладчики, мостовые, козловые, кабельные).

Машины для земляных работ могут быть разделены на:

- землеройно-транспортные (бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, грейдеры-элеваторы и др.);
- экскаваторы (одноковшовые и непрерывного действия),
- землеройно-фрезерные машины, планировщики и др.;
- оборудование для гидромеханического способа разработки грунтов (гидромониторы, землесосные и землечерпальные снаряды и др.);
- грунтоуплотняющие машины (катки, виброуплотнительные машины, трамбовки и др.)

Машины в каждой группе, в свою очередь, различаются по производственной характеристике: мощности, объему ковша, грузоподъемности, тяговому усилию, производительности, габаритам, массе и т.д.

Отдельные виды строительных машин различаются:

- по ходовому устройству (на гусеничном или колесном ходу);
- по типу базовой машины, на которой смонтирована та или другая машина (автомобиль, трактор, пневмоколесный тягач);
- по видам двигателя или привода с электрическим двигателем, двигателем внутреннего сгорания, с гидравлическим или пневматическим приводом.

Все строительные машины по источнику потребляемой энергии могут быть разделены на:

- машины, работающие от собственной энергетической установки,
- машины, использующие энергию, подведенную извне.

Ко второй группе относятся машины с электрическими двигателями, питаемыми от внешней сети, и машины с пневматическим приводом.

По числу рабочего оборудования строительные машины бывают:

- универсальные – снабжаются несколькими видами сменного рабочего оборудования;
- специальные – обычно только одним видом рабочего оборудования.

Обозначения групп строительных машин

ЭТР – экскаваторы траншейные роторные;

ЭТЦ – экскаваторы траншейные цепные;

ДЗ – бульдозеры, скреперы, автогрейдеры;

ДУ – машины для уплотнения грунтов;

СП – машины и оборудование для свайных работ;

БМ – бурильные и бурильно-крановые машины;

СБ – оборудование для бетонных работ;

СО – машины и оборудование для отделочных работ, устройства полов и кровельных работ;

ТО – погрузчики одноковшовые;
ТА – машины для разгрузки цемента;
ТР – разгрузчики нерудных материалов;
ТП – подъемники мачтовые строительные;
ПП – подъемники грузопассажирские;
ТЦ – автоцементовозы.

Требования к строительным машинам

Строительные машины должны обеспечивать необходимую производительность и работоспособность при работе в любое время года и суток, при разнообразных атмосферных условиях и температурах окружающего воздуха (+40–40 °С), в стесненных условиях строительной площадки; поэтому к машине предъявляют ряд требований исходя из конкретных условий эксплуатации. В их числе:

- надежность в работе – способность безотказной работы машины без вынужденных простоев из-за неисправности при правильном управлении и нормальных нагрузках, определяется по ГОСТ 27.001;

- экономичность в эксплуатации – обеспечение минимального расхода энергоресурсов (электроэнергии или топлива), смазочных и других эксплуатационных материалов на единицу вырабатываемой продукции, а также трудозатрат на управление машиной и уход за ней. Экономичность определяется также меньшей стоимостью машины, которая зависит от технологичности в изготовлении, меньшей трудоемкости и металлоемкости;

- транспортабельность – возможность перемещения машины автомобилем или перевозки ее на транспортных средствах по шоссейным и железным дорогам в собранном виде или разъединенной на минимальное число частей;

- ремонтпригодность – возможность удобного технического обслуживания и ремонта машины для поддержания ее в работоспособном состоянии. Лучшая ремонтпригодность у машины, состоящей из отдельных сборочных единиц, легко отсоединяемых друг от друга, достигается при условии, что отсоединение какой-либо сборочной единицы не вызывает демонтаж смежных единиц;

- удобство монтажа и демонтажа машин. Наилучшими условиями монтажа при передислокации с одного места работы машины на другое считают такие, при которых не требуются дополнительные грузоподъемные средства;

- требования эргономики – обеспечение благоприятных условий для рабочих, занятых управлением машиной, минимальная утомляемость и определенные комфортные условия;

- эстетические требования – обеспечение красивой внешней формы, хорошей отделки и окраски.

Для самоходных машин в числе предъявляемых требований обязательными являются:

- маневренность машины – способность разворачиваться в естественных условиях с минимальным радиусом поворота R_{Π} (рис. 1.1) при заданных колее B и базе L :

$$R_{\Pi} = L / \sin a,$$

где a – максимально возможный угол поворота наружного колеса; чем больше a , тем меньше радиус поворота машины.

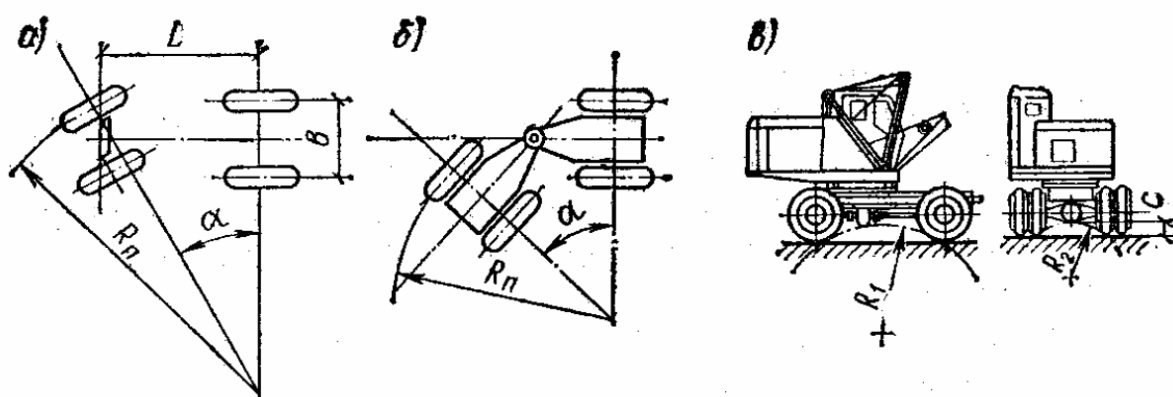


Рис. 1.1. Маневренность строительных машин

Маневренность строительных машин определяется также возможностью быстрого перевода (перенастройки) их рабочего положения в транспортное и способностью перемещаться по строительному участку и вне его от одного места работы к другому с достаточной по производственным условиям скоростью;

- проходимость – это способность преодолевать неровности местности и неглубокие водные преграды, проходить по влажным и рыхлым грунтам, снежному покрову и т.д. Проходимость определяется величиной дорожного просвета (клиренсом) – C , продольным R_1 и поперечным R_2 радиусами проходимости колесных машин (см. рис. 1.1), а также удельным давлением на грунт или дорожное покрытие;

- устойчивость машины – это способность противостоять действию сил, стремящихся ее опрокинуть. Чем ниже центр тяжести машины и чем больше ее опорная база, тем устойчивее машина. Устойчивость машины характеризуется коэффициентом устойчивости k .

Параметры основных строительных машин, их размеры, технические требования, методы их испытания, маркировки, упаковки и транспортировки регламентированы государственными стандартами – ГОСТами.

Производительность машин

Производительность является важнейшей составной частью технической характеристики машин.

Производительность машины – это количество продукции (выраженное в массе, объеме или штуках), вырабатываемой (перерабатываемой) в единицу времени – час, смену, месяц, год. Различают производительность:

- теоретическую (расчетную, конструктивную);
- техническую;
- эксплуатационную.

Теоретическая производительность (расчетная, конструктивная) – это максимально возможное количество продукции, вырабатываемой в единицу времени непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений и нагрузках. Для машин циклического действия теоретическая часовая производительность определяется по формуле

$$P_k = 60 \times q \times n,$$

где q – количество продукции, вырабатываемое за один рабочий цикл;
 n – число циклов, выполняемых машиной в 1 мин, $n = 60/t_{ц}$ ($t_{ц}$ – продолжительность цикла, с).

Для машин непрерывного действия теоретическая часовая производительность рассчитывается по формуле

$$P_k = 3600 \times F \times v,$$

где F – количество материала, размещающегося на 1 м длины потока продукции (материала) кг, м³;
 v – скорость движения потока продукции, м/с.

Техническая производительность – это количество продукции, вырабатываемой в единицу времени непрерывной работы машины непосредственно в конкретных производственных условиях при правильно выбранных режимах работы и нагрузках на рабочие органы.

При определении технической производительности определенной машины, например одноковшового экскаватора, учитываются группа разрабатываемого грунта, высота забоя, угол поворота стрелы с ковшом, вид работы – в отвал или на транспортные средства, коэффициент заполнения ковша и другие факторы. Поскольку все перечисленные факторы могут иметь различные значения, то и техническая производительность машины при различных условиях будет меняться.

Для машин циклического действия (например кранов) часовую техническую производительность P_t вычисляют по формуле

$$P_t = 60 \times q \times n \times k,$$

где q – грузоподъемность крана;

- n – число рабочих циклов в минуту;
- k – коэффициент, учитывающий степень использования грузоподъемности (при переработке грузов с различной массой).

Для машин непрерывного действия часовую техническую производительность определяют по формуле

$$P_T = 3600F \times v \times k,$$

где F – масса груза, кг, или объем, м³, приходящийся на 1 м длины несущего органа машины;

v – линейная скорость движения рабочего органа, м/с;

k – коэффициент, учитывающий конкретные условия работы.

Эксплуатационная производительность $P_э$ – это количество продукции, вырабатываемой в единицу времени с учетом всех перерывов в работе, вызываемых требованиями эксплуатации, условиями труда работающих и организационными причинами:

$$P_э = P_T \times k_{и},$$

где $k_{и}$ – коэффициент использования машины по времени.

Сменную или годовую эксплуатационную производительность машины определяют на основании данных режима работы машины и ее среднечасовой эксплуатационной производительности:

$$P_{э,год} = P_э \times T,$$

где T – число часов работы машины в течение смены или года.

Устройство строительных машин

Каждая машина состоит из деталей (элементов) и сборочных единиц, предназначенных для выполнения определенных функций в процессе работы машины. По функциональному признаку в каждой машине различают следующие сборочные единицы:

- силовые установки (двигатели), являющиеся источником или преобразователем энергии в механическую работу;

- рабочее оборудование (рабочий орган), непосредственно осуществляющее технологическую операцию и имеющее непосредственное воздействие на перерабатываемый материал;

- ходовое оборудование (у самоходных машин), предназначенное для передвижения всей машины и передачи давления от веса машины и рабочих нагрузок на основание;

- функциональное оборудование, входящее в конструкцию машины и выполняющее определенную функцию (встроенные компрессоры, генераторы, вентиляторы, предпусковые подогреватели);

– передаточные механизмы (трансмиссии) для осуществления связи силового оборудования с рабочим оборудованием, а также с ходовым оборудованием самоходных машин при различных комбинациях скоростей, моментов и сил;

– систему управления, предназначенную для запуска и останова силового оборудования, а также для соединения и разъединения связи между силовым оборудованием, рабочим или ходовым оборудованием, а также в необходимых случаях для быстрого прекращения движения – торможения;

– несущую конструкцию (раму) машины, служащую для размещения и закрепления на ней всех элементов машины и сохранения их взаимного расположения между собой. У самоходных машин несущая конструкция передает давление от веса машины и рабочих нагрузок на основание через ходовое оборудование, а у стационарных – непосредственно через детали опорного устройства.

Рабочие органы строительных машин

Рабочий орган – та часть машины, с помощью которой выполняются рабочие операции. Основные параметры рабочего органа зависят от вида выполняемой операции и главного параметра машины. У некоторых рабочих органов за главный параметр машины принимают один из его параметров. Так, геометрическая емкость ковша одноковшового экскаватора является его главным параметром.

Рабочие органы землеройных, землеройно-транспортных, бурильных машин принято разделять на следующие группы:

– которые только отделяют грунт от массива или разрезают породу (зуб рыхлителя);

– которые отделяют и перемещают грунт по мере его отделения или перемещают породу после рыхления (отвал бульдозера);

– у которых после отделения грунта от массива он накапливается в емкостях и переносится в этих емкостях (ковш экскаватора, скрепера).

Силовые установки (приводы) машин

Силовая установка – та часть машины, которая приводит в движение механизмы машины. Она представляет собой агрегат, состоящий из двигателя и вспомогательных систем:

– питания (топливный бак, фильтры, трубопроводы),

– охлаждения (водяной насос, радиатор трубопроводов),

– управления (рычаги управления режимом двигателя, охлаждения),

– смазки;

– подmotorных рам.

Силовые установки разделяются на установки с одним двигателем и комбинированные. На установках с одним двигателем применяют следующие двигатели:

- внутреннего сгорания,
- дизельные или карбюраторные,
- электрические постоянного и переменного тока,
- пневматические.

Установки с комбинированным приводом бывают:

- электрические по системе генератор – электродвигатель,
- дизель-электрические,
- дизель-гидравлические,
- дизель-пневматические.

Также приводы бывают одно- и многомоторные. В одномоторном приводе одна силовая установка приводит в движение все механизмы. При таком приводе включают и выключают отдельные механизмы машины с помощью различных конструкций муфт, чаще всего фрикционных.

Достоинством одномоторного привода является то, что масса этого привода меньше, чем суммарная масса приводов многомоторного привода, а изготовить его проще и дешевле.

Недостаток одномоторного привода состоит в том, что при нем требуется большое количество трансмиссий, чтобы осуществить передачу движения отдельным механизмам. Кроме того, при одномоторном приводе нельзя получить независимое распределение мощности между приводимыми в движение механизмами.

При многомоторном приводе каждый механизм или группа их приводятся в движение отдельными двигателями. Чаще всего на машинах с многомоторным приводом двигатель внутреннего сгорания приводит в движение электрогенератор, который питает электроэнергией электроприводы отдельных механизмов. Двигатель внутреннего сгорания может приводить в движение гидронасос, который подает жидкость к гидродвигателям отдельных механизмов.

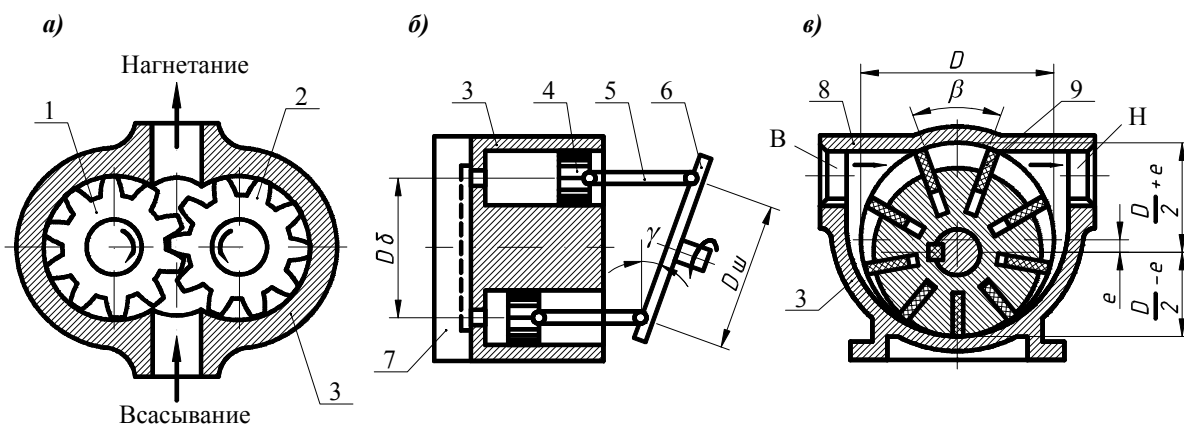


Рис. 1.2. Схемы гидравлических насосов:
а – шестеренчатый; б – аксиально-поршневой; в – лопастной

Достоинством многомоторного привода является то, что в нем можно регулировать работу отдельных механизмов независимо друг от друга, значительно сократить количество трансмиссий, легче осуществить автоматизацию.

Режимы работы силовых установок

Режим машины зависит от:

- величины амплитуды и частоты колебаний нагрузки;
- количества включений в единицу времени;
- реверсивности движения;
- продолжительности непрерывной работы.

Различают четыре режима работы:

1. Легкий режим работы:

- отношение максимальной нагрузки к средней составляет 1,1 – 1,3;
- скорость рабочих движений постоянна;
- нет реверсивности рабочих движений;
- число включений в 1 ч составляет 20–30, редко 50.

С такими режимами работают машины для уплотнения грунтов (кроме вибрационных), бетоносмесители, растворосмесители, цилиндрические грохоты, транспортеры. Для привода этих машин можно применять любые двигатели.

2. Средний режим работы:

- отношение максимальной нагрузки к средней составляет 1,5 – 2,5;
- скорость рабочих движений переменна;
- движения редко реверсивны;
- число включений в 1 ч достигает 200.

На таких режимах работают скреперы, тягачи, грейдеры-элеваторы, дробилки, краны, многоковшовые экскаваторы и погрузчики.

3. Тяжелый режим работы:

- отношение максимальной нагрузки к средней составляет 2 : 3;
- нагрузка имеет частые и резкие пики;
- скорости рабочих движений меняются прерывно,
- движения часто реверсивны; число включений в 1 ч до 1000 и более.

На таких режимах работают одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, толкачи и др.

4. Очень тяжелый режим работы – носит ударный или вибрационный характер.

Целесообразность применения того или иного двигателя для работы при различных режимах нагружения определяют с помощью механической внешней характеристики.

Кривую, построенную в координатах M и n (M – крутящий момент; n – частота вращения; $M = f(n)$) называют механической внешней характеристикой.

Наилучшей характеристикой является такая, при которой для всех значений частоты вращения мощность остается постоянной:

$$N = A \times Mn = \text{const.}$$

Кривая внешней характеристики, отвечающая этому требованию, представляет собой гиперболу. Если сравнивать различные характеристики, имеющие одну и ту же точку номинального режима, то их можно условно разбить на следующие категории:

- проходящие в зонах A и C – жесткие,
- в зонах B и D – так называемые мягкие.

Жесткость характеристики определяется по формуле

$$b = dM/dn.$$

Характеристики, для которых b стремится к бесконечности, называют абсолютно жесткими; при $b = 40 - 10$ – жесткими; при b – бесконечность.

Другой характеристикой двигателя является запас крутящего момента, определяемый коэффициентом $k_{\text{зап}}$:

$$k_{\text{зап}} = (M_{\text{max}} - M_{\text{ном}}) / M_{\text{max}}.$$

Чем мягче характеристика, тем шире пределы изменения частоты вращения двигателя при изменении нагрузки, т.е. способность автоматически снижать частоту вращения при перегрузке с плавным увеличением крутящего момента.

Двигатели внутреннего сгорания

Двигатели внутреннего сгорания являются основным приводом всех транспортных землеройных и землеройно-транспортных машин. Эти двигатели разделяют на два типа:

- дизели, работающие на тяжелом дизельном топливе,
- карбюраторные, работающие на бензине.

Основное преимущество двигателей внутреннего сгорания состоит в том, что для них не требуется внешних источников питания.

Недостатки ДВС:

- большая чувствительность к перегрузкам (для карбюраторных двигателей $k_{\text{п}} = 1,15 - 1,95$, а для дизелей $k_{\text{п}} = 1,01 - 1,1$);
- высокая стоимость эксплуатации;
- сравнительно малая долговечность – до 4000 часов работы.

Двигатели внутреннего сгорания применяют как с непосредственной механической передачей, так и с гидромуфтами и гидротрансформаторами,

обеспечивающими защиту двигателя и всей конструкции от внешних перегрузок и сглаживающими расхождения между выходной характеристикой двигателя и требованиями, вытекающими из режима работы рабочего органа.

Электродвигатели переменного тока

Такие двигатели особенно широко применяют в качестве привода стационарных строительных машин – бетоносмесителей, дробилок и др.

Двигатель переменного тока имеет две разновидности:

– асинхронный электродвигатель – электродвигатель переменного тока, в котором частота вращения ротора отличается от частоты вращающего магнитного поля, создаваемого питающим напряжением; такие двигатели часто используются в строительных машинах;

– синхронный электродвигатель – электродвигатель переменного тока, ротор которого вращается синхронно с магнитным полем питающего напряжения; из синхронных двигателей наиболее часто применяются шаговые моторы.

Этот вид силового оборудования отличают простота управления и обслуживания, малая стоимость, надежность в эксплуатации, способность выдерживать большие кратковременные перегрузки и возможность питания от обычной электросети.

Для машин, имеющих повторно-кратковременный режим работы (например дробилок), применяют электродвигатели с коэффициентом приспособляемости $k_{\text{п}} = 3$.

Применить эти двигатели для непосредственного привода землеройных, землеройно-транспортных и других машин, требующих регулирования частоты вращения в зависимости от нагрузки, до последнего времени не удавалось, так как внешняя характеристика их является весьма жесткой. Однако появление в 1980-х годах биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) позволило реализовать эффективные способы управления мощными электродвигателями переменного тока. Наиболее применяемым из них является частотно-регулируемый привод.

Электродвигатели постоянного тока

Разделяются на:

➤ коллекторные двигатели постоянного тока:

- с возбуждением постоянными магнитами;
- с параллельным соединением обмоток возбуждения и якоря;
- с последовательным соединением обмоток возбуждения и якоря;
- со смешанным соединением обмоток возбуждения и якоря;

➤ бесколлекторные двигатели постоянного тока – электродвигатели, выполненные в виде замкнутой системы с использованием датчика положения ротора (ДПР), системы управления (преобразователя координат) и силового полупроводникового преобразователя (инвертора).

Они имеют мягкую внешнюю характеристику и являются наиболее пригодными для привода многих карьерных машин.

Недостаток их заключается в том, что такие двигатели не могут питаться от общей сети переменного тока.

Несмотря на ряд недостатков, такие двигатели широко применяют как в одномоторном, так и в многомоторном приводе.

Трансмиссии

Виды трансмиссий

Трансмиссии – механизмы, передающие движение от силовой установки отдельным сборочным единицам (узлам) машины или от одной сборочной единицы к другой.

Трансмиссии не только передают движение, но и преобразуют (меняют) направление движения, скорости, моменты и усилия. В трансмиссии включаются элементы, предохраняющие двигатель и отдельные узлы от перегрузок. Различают:

- механические,
- гидравлические,
- электрические трансмиссии.

Механические трансмиссии

Механические трансмиссии состоят из зубчатых передач, коробок скоростей, валов, предохранительных и ограничительных муфт, реверсивных механизмов, тормозных устройств.

Достоинствами механических трансмиссий являются:

- большая надежность, сравнительно высокий КПД (0,8 – 0,92),
- небольшая металлоемкость (3,2–5,5 кг на 1 кВт мощности машины),
- малая чувствительность к внешним температурам.

Недостатки – сложность бесступенчатого регулирования скорости.

Регулирование скорости в механических трансмиссиях происходит в основном ступенчато с помощью коробок передач.

Коробка передач – агрегат, предназначенный для изменения частоты и крутящего момента в более широких пределах, чем это может обеспечить двигатель строительной машины.

Коробки передач классифицируются по нескольким признакам:

- По способу передачи потока мощности

Механические – коробки передач, в которых используются механические передачи, как правило зубчатые.

Простые – выполнены с использованием цилиндрических и конических зубчатых передач.

Планетарные (ПКП) – выполнены с использованием планетарных рядов. Особенность этих коробок в том, что все шестерни в них находятся в постоянном зацеплении, а изменение передаточного числа происходит за счёт торможения и блокирования отдельных вращающихся элементов.

Гидромеханические – коробки передач, в которых механические передачи используются в сочетании с гидродинамической передачей (гидромукта, гидротрансформатор).

- По способу управления:

С ручным включением передач – передачу включает водитель (оператор).

Непосредственного действия – используется только усилие оператора. Приводы непосредственного действия бывают механическими и гидравлическими.

Сервоприводы – используется усилие оператора и сервоустройства, при этом основную часть работы выполняет сервоустройство, а усилие оператора необходимо для управления работой сервоустройства. В зависимости от источника (преобразователя) энергии сервоприводы подразделяются на гидравлические, механические, электрические, вакуумные, смешанные и др.

Автоматические – в зависимости от внешних условий (например, частота вращения и нагрузка на коленчатом валу двигателя) передачи переключает автоматизированная система управления КП без участия водителя.

Для того чтобы трансмиссии были близки к бесступенчатым системам, необходимы коробки скоростей с большим числом передач, что усложняет конструкции коробок передач трансмиссии, увеличивает габариты, металлоемкость и снижает КПД.

Бесступенчатая регулировка скорости в механических трансмиссиях возможна с использованием вариатора.

Вариатор – механическая передача, способная плавно менять передаточное отношение в некотором диапазоне регулирования. Изменение передаточного отношения производится вручную или автоматически.

Вариаторы по принципу работы подразделяются на:

- фрикционные вариаторы:

- ❖ лобовые;
- ❖ конусные;
- ❖ шаровые;

- ❖ многодисковые;
- ❖ торовые;
- ❖ волновые;
- ❖ клиноременные;
- вариаторы зацепления: цепной вариатор.

Сцепление – механизм передачи вращения, который может быть плавно включён и выключен (выжат), обеспечивает безрывковое трогание машины с места и бесшумное переключение передач.

Общие сведения и классификация зубчатых передач

Механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами, образующими с неподвижным звеном вращательную или поступательную пару, называют зубчатой передачей (рис. 1.3).

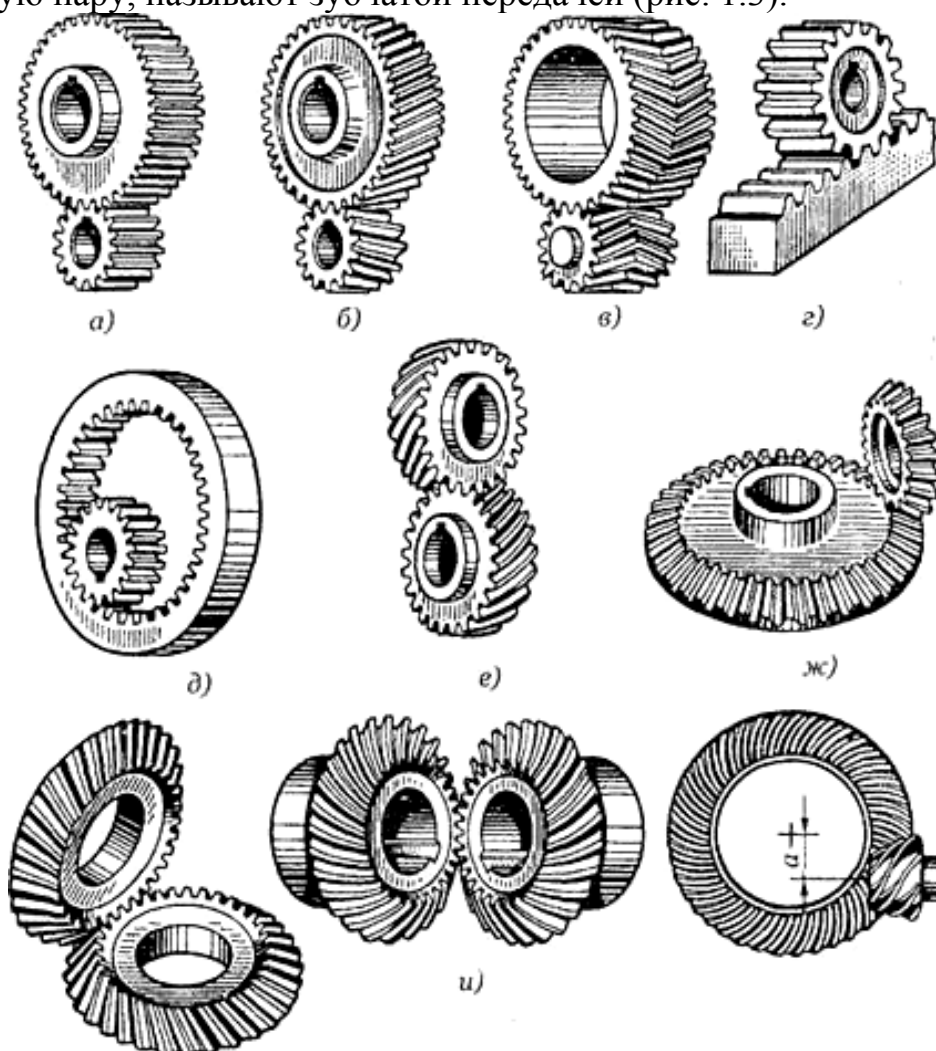


Рис. 1.3. Виды зубчатых передач:

- а, б, в – цилиндрические зубчатые передачи с внешним зацеплением;
- г – реечная передача;
- д – цилиндрическая передача с внутренним зацеплением;
- е – зубчатая винтовая передача;
- ж, з, и – конические зубчатые передачи;
- к – гипоидная передача

Зубчатая передача служит для передачи вращательного движения. В некоторых механизмах эту передачу применяют для преобразования вращательного движения в поступательное (или наоборот, см. рис. 1.3, г).

Основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами:

- технологичность, постоянство передаточного числа;
- высокая нагрузочная способность;
- высокий КПД (до 0,97-0,99 для одной пары колес);
- малые габаритные размеры по сравнению с другими видами передач при равных условиях;
- большая надежность в работе, простота обслуживания;
- сравнительно малые нагрузки на валы и опоры.

К недостаткам зубчатых передач следует отнести:

- невозможность бесступенчатого изменения передаточного числа;
- высокие требования к точности изготовления и монтажа;
- шум при больших скоростях; плохие амортизирующие свойства;
- громоздкость при больших расстояниях между осями ведущего и ведомого валов;
- потребность в специальном оборудовании и инструменте для нарезания зубьев;
- зубчатая передача не предохраняет машину от возможных опасных перегрузок.

Зубчатые передачи и колеса классифицируют по следующим признакам (см. рис. 1.3):

- по взаимному расположению осей колес – с параллельными осями (цилиндрические, см. рис. 1.3, а–д), с пересекающимися осями (конические, см. рис. 1.3, ж–и), со скрещивающимися осями (винтовые, см. рис. 1.3, е, к);
- по расположению зубьев относительно образующих колес – прямозубые, косозубые, шевронные и с криволинейным зубом;
- по конструктивному оформлению – открытые и закрытые;
- по окружной скорости – тихоходные (до 3 м/с), для средних скоростей (3–15 м/с), быстроходные (св. 15 м/с);
- по числу ступеней – одно- и многоступенчатые;
- по расположению зубьев в передаче и колесах – внешнее, внутреннее (см. рис. 1.3, д) и реечное зацепление (см. рис. 1.3, г);
- по форме профиля зуба – с эвольвентными, круговыми;
- по точности зацепления.

Стандартом предусмотрено 12 степеней точности. Практически передачи общего машиностроения изготавливают от шестой до десятой степени точности. Передачи, изготовленные по шестой степени точности, используют для наиболее ответственных случаев.

Широкое распространение получили передачи с зубьями эвольвентного профиля, которые изготавливаются массовым методом обкатки на

зубофрезерных или зубодолбежных станках. Достоинство эвольвентного зацепления состоит в том, что оно малочувствительно к колебанию межцентрового расстояния.

Прямозубые колёса (около 70 %) применяют при невысоких и средних скоростях, когда динамические нагрузки от неточности изготовления невелики, в планетарных, открытых передачах, а также при необходимости осевого перемещения колёс.

Косозубые колёса (более 30 %) имеют большую плавность хода и применяются для ответственных механизмов при средних и высоких скоростях.

Шевронные колёса имеют достоинства косозубых колёс плюс уравновешенные осевые силы и используются в высоконагруженных передачах.

Конические передачи применяют только в тех случаях, когда это необходимо по условиям компоновки машины; винтовые – лишь в специальных случаях.

Колёса внутреннего зацепления вращаются в одинаковых направлениях и применяются обычно в планетарных передачах.

Ременные передачи

Ременная передача – это механизм, предназначенный для передачи вращательного движения посредством фрикционного взаимодействия или зубчатого зацепления замкнутой гибкой связи – ремня с жесткими звеньями – шкивами, закрепленными на входном и выходном валах механизма.

Ременная передача (рис. 1.4) состоит из двух или большего числа шкивов, насаженных на валы, участвующие в передаче вращательного движения, и гибкой связи, называемой ремнем, которая охватывает шкивы с целью передачи движения от ведущего шкива ведомому (или ведомым) и взаимодействует с ними посредством сил трения или зубчатого зацепления.

Основную часть лекции посвятим фрикционным ременным передачам; поэтому далее под термином «ременная передача», если это не будет оговорено особо, будем понимать именно фрикционную передачу.

Ременные передачи трением – наиболее старый и простой по конструкции вид передачи. Эти передачи и в настоящее время находят достаточно широкое применение, они используются на быстроходных ступенях привода (передача вращения от электродвигателей к последующим механизмам). В двигателях внутреннего сгорания МГКМ ременные передачи применяются для привода вспомогательных агрегатов (вентилятор, насос системы водяного охлаждения, электрический генератор), а зубчатоременная передача используется в некоторых автомобильных двигателях для привода газораспределительного механизма.

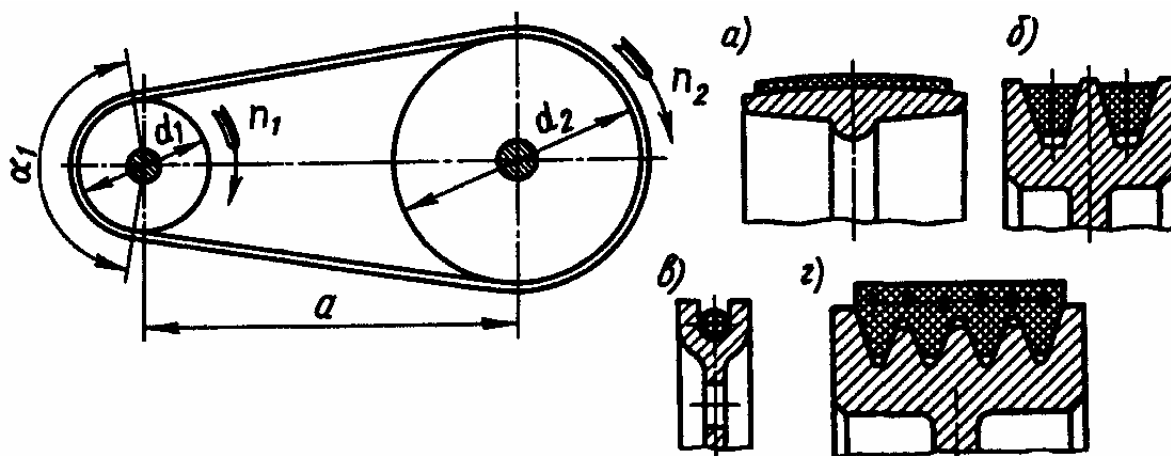


Рис. 1.4. Принципиальная схема ременной передачи и основные виды фрикционных ремней:
 а – плоский; б – клиновой; в – круглый; г – поликлиновой

Достоинства ременных передач: 1. Простота конструкции и низкая стоимость. 2. Возможность передачи движения на достаточно большие расстояния (до 15 м). 3. Возможность работы с большими скоростями вращения шкивов. 4. Плавность и малозумность работы. 5. Смягчение крутильных вибраций и толчков за счет упругой податливости ремня. 6. Предохранение механизмов от перегрузки за счет буксования ремня при чрезмерных нагрузках.

Недостатки ременных передач: 1. Относительно большие габариты. 2. Малая долговечность ремней. 3. Большие поперечные нагрузки, передаваемые на валы и их подшипники. 4. Непостоянство передаточного числа за счет проскальзывания ремня. 5. Высокая чувствительность передачи к попаданию жидкостей (воды, топлива, масла) на поверхности трения.

Классификация ременных передач:

- По форме поперечного сечения ремня: плоскоременные (поперечное сечение ремня имеет форму плоского вытянутого прямоугольника, рис. 1.4,а); клиноременные (поперечное сечение ремня в форме трапеции, рис. 1.4,б); поликлиноременные (ремень снаружи имеет плоскую поверхность, а внутренняя, взаимодействующая со шкивами, поверхность ремня снабжена продольными гребнями, выполненными в поперечном сечении в форме трапеции, рис. 1.4,г); круглоременные (поперечное сечение ремня имеет форму круга, рис. 1.4,в); зубчатоременная (внутренняя, контактирующая со шкивами поверхность плоского ремня снабжена поперечными выступами, входящими в процессе работы передачи в соответствующие впадины шкивов).

- По взаимному расположению валов и ремня: с параллельными геометрическими осями валов и ремнем, охватывающим шкивы в одном направлении, – открытая передача (шкивы вращаются в одном направ-

лении); с параллельными валами и ремнем, охватывающим шкивы в противоположных направлениях, – перекрестная передача (шкивы вращаются во встречных направлениях); оси валов перекрещиваются под некоторым углом (чаще всего 90°) – полуперекрестная передача.

- По числу и виду шкивов, применяемых в передаче: с одношкивными валами; с двухшкивным валом, один из шкивов которого холостой; с валами, несущими ступенчатые шкивы для изменения передаточного числа (для ступенчатой регулировки скорости ведомого вала).

- По количеству валов, охватываемых одним ремнем: двухвальная, трех-, четырех- и многовальная передача.

- По наличию вспомогательных роликов: без вспомогательных роликов, с натяжными роликами; с направляющими роликами.

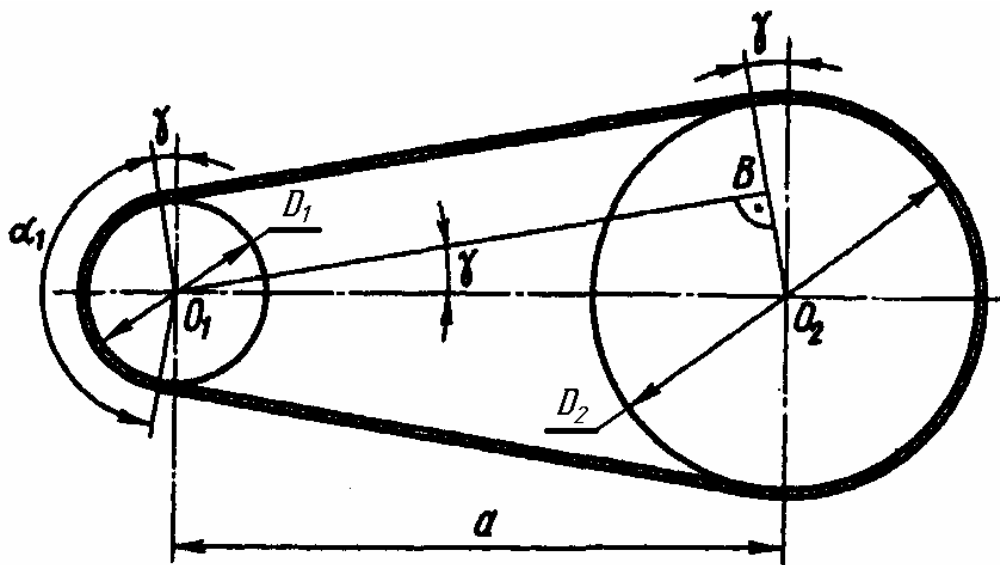


Рис. 1.5. Геометрия открытой ременной передачи.

Геометрические соотношения в ременной передаче рассмотрим на примере открытой плоскоремной передачи (рис. 1.5). Межосевое расстояние a – это расстояние между геометрическими осями валов, на которых установлены шкивы с диаметрами D_1 (он, как правило, является ведущим) и D_2 (ведомый шкив).

Цепная передача

Конструктивные особенности ЦП

Цепная передача – механизм для передачи вращательного движения между параллельными валами с помощью жестко закрепленных на них зубчатых колес – звездочек и охватывающей их многозвенной гибкой связи с жесткими звеньями, называемой цепью.

Простейшая цепная передача (рис. 1.6) состоит из двух, закрепленных каждая на своем валу звездочек (1 и 2), меньшая из которых чаще всего бывает ведущей, и охватывающей их цепи 3, составленной из множества жестких звеньев, имеющих возможность поворачиваться друг относительно друга.

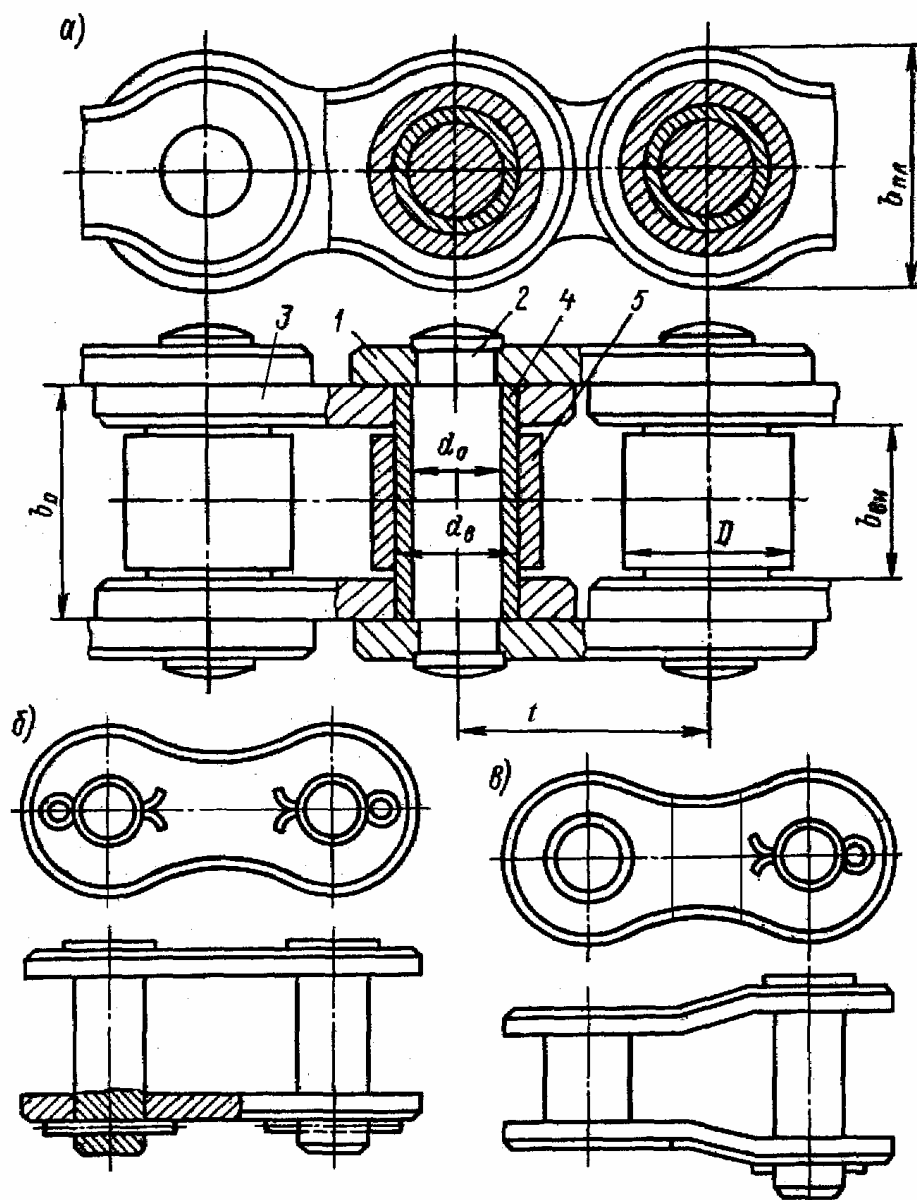


Рис. 1.6. Цепная передача

Цепные передачи нашли широкое применение в машинах общепромышленного назначения и в военной технике: в двигателях внутреннего сгорания для привода кулачковых валов механизма газораспределения; для привода ведущих колес в автогрейдерах; для привода дополнительных колес в БРДМ; в приводе лебедки БТР-80; в автомате заряжания пушки БМП-3. Гусеничный двигатель гусеничных машин также является цепной

передачей специфического назначения, преобразующей вращательное движение ведущего колеса в поступательное движение самой машины.

Цепные передачи широко применяются в различных подъемных (например в многоковшовых элеваторах) и транспортирующих устройствах. Использование цепных передач в этих случаях упрощает конструкцию узлов машин, повышает их надежность и производительность. В этих устройствах применяются цепи самых разных конструктивных типов.

Цепные передачи используют как для редуцирования (снижения скорости в процессе передачи) вращательного движения, так и для его мультиплицирования (повышения скорости).

Достоинства цепных передач: 1. Возможность передачи движения на достаточно большие расстояния (до 8 м). 2. Возможность передачи движения одной цепью нескольким валам. 3. Отсутствие проскальзывания, а следовательно, и стабильность передаточного отношения при уменьшенной поперечной нагрузке на валы и на их опоры. 4. Относительно высокий КПД (0,96...0,98 при достаточной смазке).

Недостатки цепных передач: 1. Повышенная шумность и виброактивность при работе вследствие пульсации скорости цепи и возникающих при этом динамических нагрузок. 2. Интенсивный износ шарниров цепи вследствие ударного взаимодействия со впадиной звездочки, трения скольжения в самом шарнире и трудности смазки. 3. Вытягивание цепи (увеличение шага между шарнирами звеньев) вследствие износа шарниров и удлинения пластин. 4. Сравнительно высокая стоимость.

Уже из названия и определения цепной передачи становится ясно, что основным её элементом является цепь. Цепи широко применяются в промышленности и по назначению могут быть разделены на:

- тяговые цепи, предназначенные для перемещения грузов по горизонтальной или наклонной поверхности;
- грузовые цепи, предназначенные для подъема грузов;
- приводные цепи, предназначенные для передачи движения, чаще всего вращательного, в цепных передачах.

Наибольшее распространение в качестве приводных получили роликовые, втулочные и зубчатые цепи. Эти три разновидности цепей стандартизованы.

Фрикционные передачи

Передают движение за счёт сил трения (лат. *frictio* – трение). Простейшие передачи состоят из двух цилиндрических или конических роликов – катков. Главное условие работы передачи состоит в том, что момент сил трения между катками должен быть больше передаваемого вращающего момента.

Передаточное отношение цилиндрической фрикционной передачи определяют как отношение частот вращения или диаметров тел качения.

$$U = n_1/n_2 = D_2/[D_1(1 - \varepsilon)],$$

где ε – коэффициент скольжения (0,05 – для передач «всухую»; 0,01 – для передач со смазкой и большими передаточными отношениями).

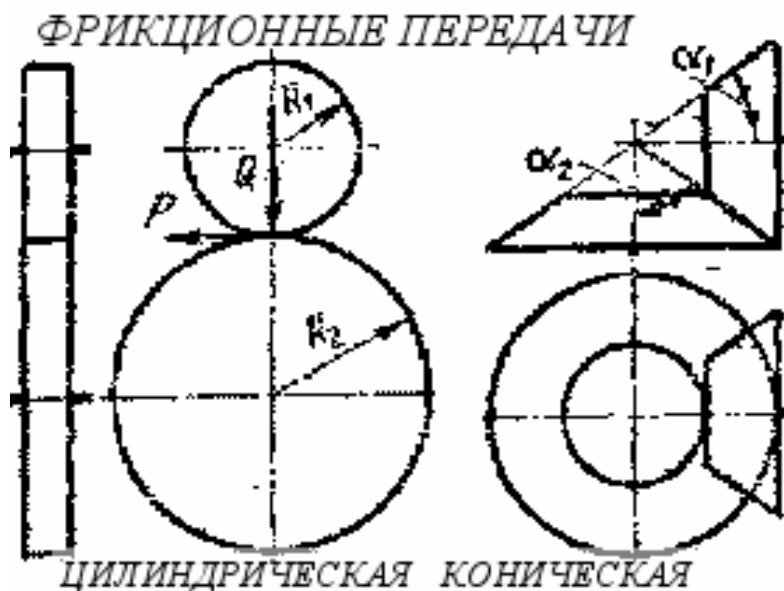


Рис. 1.7. Фрикционные передачи

Для конической передачи вместо диаметров берут углы конусов.

Фрикционные передачи выполняются либо с постоянным, либо с регулируемым передаточным отношением (вариаторы).

Передачи с постоянным передаточным отношением применяются редко, главным образом в кинематических цепях приборов, например магнитофонов и т.п. Они уступают зубчатым передачам в несущей способности. Зато фрикционные вариаторы применяют как в кинематических, так и в силовых передачах для бесступенчатого регулирования скорости. Зубчатые передачи не обеспечивают такого регулирования.

Достоинства фрикционных передач:

- простота тел качения;
- равномерность вращения, что удобно для приборов;
- возможность плавного регулирования скорости;
- отсутствие мёртвого хода при реверсе передачи.

Недостатки фрикционных передач:

- потребность в прижимных устройствах;
- большие нагрузки на валы, т.к. необходимо прижатие дисков;
- большие потери на трение;
- повреждение катков при пробуксовке;
- неточность передаточных отношений из-за пробуксовки.

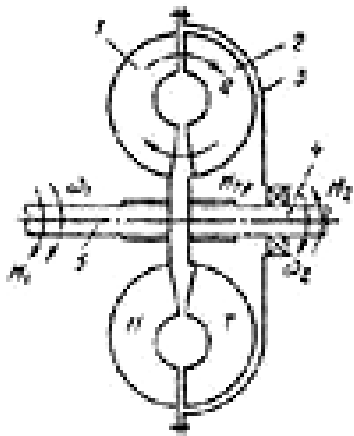


Рис.1.8. Гидромуфта

Гидромуфта (рис. 1.8) состоит из колеса 1 центробежного насоса, соединенного с ведущим валом 2, и колеса 5 центростремительной турбины, соединенного с ведомым валом 3. Корпус гидромуфты заполнен жидкостью. Передача момента, развиваемого двигателем, на ведомый вал в гидромуфтах осуществляется потоком жидкости. При вращении насосного колеса лопатки насоса увлекают жидкость и перемещают ее к периферии рабочей полости. Из насосного колеса поток поступает на лопатки турбинного колеса. Силы, возникающие при обтекании лопаток турбинного колеса, образуют момент, направленный в ту же сторону, что и вращение двигателя.

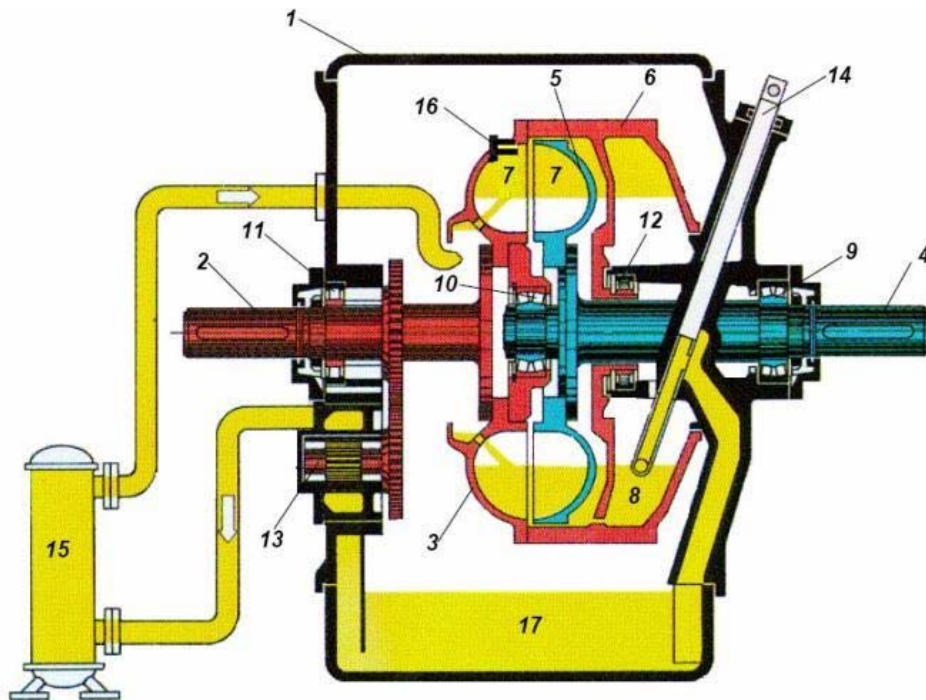


Рис. 1.9. Конструкция Регулирующая турбомуфта:
 1 – корпус с масляным резервуаром; 2 – первичный вал; 3 – первичное колесо;
 4 – вторичный вал; 5 – вторичное колесо; 6 – оболочка; 7 – рабочее пространство; 8 – пространство вычерпывания; 9 – аксиальный и радиальный подшипники (подшипник 4); 10 – радиальный подшипник (относительный подшипник); 11 – роликоподшипник (подшипник 1); 12 – роликоподшипник (подшипник 3); 13 – заполняющий насос; 14 – ковшевая труба; 15 – охладитель для рабочего масла и жидкой смазки; 16 – винт с плавким предохранителем; 17 – масляный резервуар

Приводы с гидромуфтами обеспечивают запуск двигателя при включенной передаче, снижают динамическую нагрузку в системе, защищают

двигатель от перегрузок, обеспечивают плавность разгона машины при запуске и при уменьшении нагрузки, а также плавное стопорение при возрастании нагрузки.

Недостатки гидромукты заключаются:

- в сильном снижении КПД при увеличении скольжения,
- в невозможности изменения величины передаваемого крутящего момента двигателя в зависимости от нагрузки.

Гидротрансформаторы также применяют для автоматического регулирования крутящего момента и частоты вращения ведомого вала в зависимости от нагрузки. Они отличаются от гидромукт тем, что кроме насосного колеса 2 и турбинного колеса 1 между ними в рабочей полости устанавливают лопастные колеса реактора – так называемый направляющий аппарат 3.

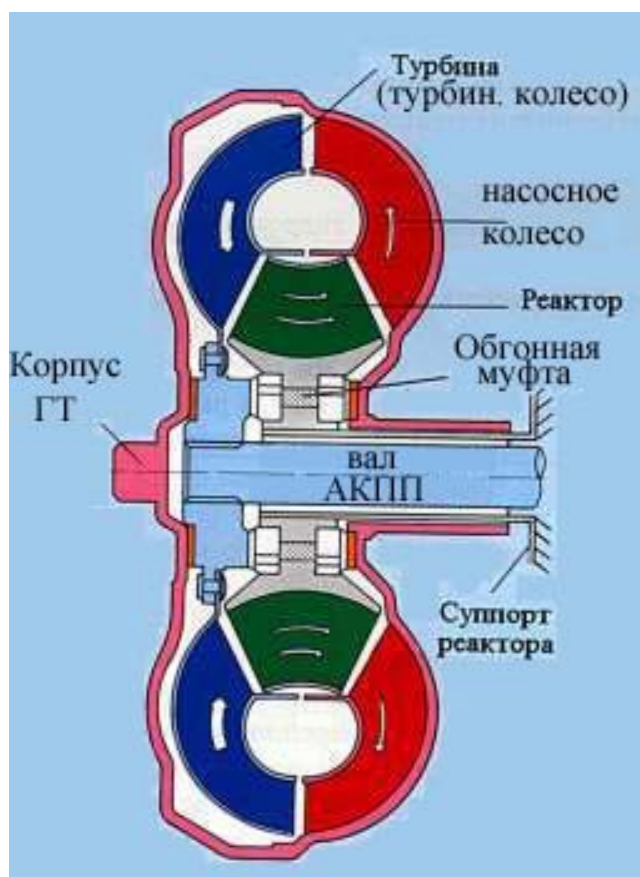


Рис. 1.10. Гидротрансформатор

Жидкость из турбинного колеса попадает на лопатки реактора. Реактор, отклоняя жидкость своими лопатками, изменяет момент количества движения потока. Вследствие этого момент, развиваемый турбинным колесом, превосходит момент, сообщаемый двигателем насосному колесу, т. е. гидротрансформатор работает как редуктор.

Применение гидротрансформаторов позволяет отказаться от многоступенчатых механических коробок передач или упростить их конструкцию.

Недостатками гидротрансформаторов являются сравнительно низкий КПД; необходимость применять устройства для охлаждения масла, усложняющие конструкцию; сложность или невозможность изменять направление движения, для чего требуются дополнительные механические устройства.

Гидравлические (гидрообъемные) трансмиссии

Движение от ведущего элемента к ведомому передается под воздействием перемещающейся жидкости в замкнутом пространстве. Гидрообъемные трансмиссии состоят из гидронасосов, гидродвигателей объемного типа, распределительных устройств (золотниковых), предохранительных клапанов и трубопроводов.

Гидронасосы приводятся в движение от постороннего источника энергии, а гидродвигатели – за счет перемещения жидкости, подаваемой гидронасосом. Гидронасосы применяют: шестеренчатые, аксиально-поршневые, лопастные.

Гидродвигателями могут служить шестеренчатые, лопастные, поршневые насосы-гидромоторы. Эти гидродвигатели используют в тех случаях, когда во вращательное движение необходимо приводить какой-либо механизм или исполнительный орган.

Контрольные вопросы

1. Как подразделяются строительные машины в зависимости от режима рабочего процесса?
2. Какие двигатели используются в качестве силового оборудования на мобильных строительных машинах?
3. Какие электродвигатели широко применяются в качестве силового оборудования в строительных машинах (СМ)?
4. Что называется приводом СМ?
5. Назовите типы гидродинамических трансмиссий.
6. Приведите классификацию трансмиссий, применяемых на СМ.
7. Из каких элементов состоит ходовое оборудование строительной машины?
8. Назовите основные технико-экономические показатели СМ.
9. Что характеризует один из важных показателей СМ – производительность?
10. Описать виды производительности СМ подробно: часовую, сменную и годовую.
11. Назовите основные конструктивные элементы гидромолоты и гидротрансформаторов.

Тема 2. ТРАНСПОРТНЫЕ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ, ПОГРУЗОРАЗГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Классификация автомобилей, используемых в строительстве

К транспортным машинам относятся автомобили, тягачи и комплексы на их основе. Объекты, на которых выполняют работы строительные машины, находятся на значительных расстояниях от баз материалов снабжения. В связи с этим большое количество грузов необходимо доставлять к месту ведения работ, в том числе и машин. Наиболее распространенным транспортным средством является автомобиль.

Автомобиль используют для перевозки пассажиров, грузов, а также как базовую машину для выполнения погрузочно-разгрузочных, строительных и других видов работ.

Перевозные материалы классифицируются по физическому состоянию на:

- жидкие и текучие материалы – вода, нефть, масло, битум, растворы, бетонные смеси;
- порошковые материалы – минеральный порошок (минеральные вяжущие: цемент, шлак, гипс, известь);
- сыпучие и кусковые материалы – грунт, песок, щебень, гравий, опока;
- мелкоштучные материалы – кирпич, бордюрный камень;
- длинномерные грузы – трубы, сваи, фермы, балки, лес, прокат.

В зависимости от устройства машины, выполняемых операций, а также устройства ходового оборудования разработана классификация грузовых автомобилей по основным признакам:

1. По назначению:
 - грузовые;
 - пассажирские;
 - грузопассажирские;
 - специальные.
2. По степени приспособления к работе в различных дорожных условиях.
3. По общему числу колес и числу ведущих колес.
4. По числу осей.
5. По составу.
6. По типу двигателя.
7. По принадлежности.
8. По типу шасси.

Общая классификация автомобилей представлена на рис. 2.4.

Классификация грузовых автомобилей

Грузовые автомобили классифицируются :

- По грузоподъемности

Особо малой грузоподъемности – до 1 тонны. (Они служат для доставки небольших партий грузов (300-1000 кг). Это развозные, или доставочные, автомобили. Небольшие развозные автомобили с металлическим кузовом-платформой впервые начали применять в США.)

Малой грузоподъемности – 1-2 тонны. (Эти машины рассчитаны на транспортировку 1500-2500 кг груза. На таких машинах можно встретить самые разные кузова, приспособленные для перевозки грузов со специфическими свойствами, такие, как: для сыпучих грузов, цистерны для жидких грузов, специальные фургоны для оборудования.)

Средней грузоподъемности – 2-5 тонны. (Самосвалы – это разнообразные грузовые автомобили с саморазгружающимися кузовами. У них гидравлический механизм поднимает грузовую платформу с наклоном назад или вбок.)

Большой грузоподъемности – свыше 5 тонн.

Особо большой грузоподъемности – свыше предела, установленного дорожными габаритами и весовыми ограничениями (Автомобиль особо большой грузоподъемности – автомобиль, автопоезд или другое автотранспортное средство, нагрузки на ось которого превышают 100 кН (10 т·с), а ширина – более 2,5 м.)

- По виду перевозимого груза. Наиболее известные производители низкорамных тралов – немецкие Goldhofer, Scheuerle, голландские Broshuis и Nooteboom, французские Faumonville, Nicolas. В России низкорамные тралы производят в Челябинске (ТСП, ЧМЗАП), Пензе, Тюмени, и Твери. Тралы бывают нескольких классов:

Самый легкий класс используется для перевозки легкой и средней строительной техники (экскаваторы, бульдозеры, буровые и пр.). Тралы оснащены воздушной подвеской и имеют до 5-ти осей.

Средний класс тралов используется для перевозки тяжелой строительной техники и грузов массой до 200 тонн. Этот класс оснащен гидравлической подвеской, обладает возможностью минимальной трансформации и может иметь до 8-ми осей.

Тяжелый класс тралов, называемый также платформами, используется для перевозки грузов свыше 200 тонн и собирается по модульному принципу. В одном модуле может быть от 2 до 8 осей. Широко применяются такие тралы в дорожном строительстве.

- По типу кузова:

- самосвалы;
- бортовые;

- крытые;
- с тентом;

– автоцистерны. (Автомобиль-цистерна – автомобиль (обычно грузовой), оборудованный цистерной предназначен для перевозки жидкостей (нефтепродуктов, растворов, воды), сыпучих грузов, сжиженных газов. Ёмкость цистерны – от 0,8 до 15 м³, она может иметь цилиндрическую, коническую, эллиптическую, прямоугольную форму);

- со сменным кузовом;
- с комплектом навесного оборудования.

• По способу разгрузки кузова:

- вперед;
- назад;
- вправо, влево;
- на три стороны.

• Специальные автомобили.

Эти автомобили выполняют специализированные функции, такие, как транспортировка леса и длинномерных изделий, приготовление бетонной смеси, разогрев, транспортировка и хранение битума.

Рассмотрим наиболее востребованный грузовой автомобиль в строительной отрасли – самосвал.

Самосвал – грузовой автомобиль с кузовом, механически наклоняемым для выгрузки груза. Самосвалы применяются для перевозки сыпучих или иных грузов, пригодных для такой выгрузки, которая производится посредством их опрокидывания из кузова. Хотя грузоподъемность самосвала меньше грузоподъемности грузовика с фиксированной грузовой платформой, тем не менее самосвалы выгодны из-за сокращения времени на разгрузку. Самосвалы различают по способу разгрузки – задняя, боковая, двусторонняя и универсальная разгрузка на все стороны. Обычно они имеют от 2 до 4 осей, их грузоподъемность доходит до 40 тонн.



Рис. 2.1. Самосвал с разгрузкой кузова назад

Карьерные самосвалы используются для открытой разработки полезных ископаемых. Крупные модели доставляются до места работы по частям и уже там собираются. Наиболее целесообразной для тяжёлых самосвалов признана схема с двумя осями, с задним или полным приводом и разгрузкой кузова назад. На современных сверхтяжёлых самосвалах обычно применяется гибридная силовая установка – дизельный двигатель



Рис. 2.2. Карьерный самосвал

приводит в действие генератор переменного тока, который питает тяговые электродвигатели, вращающие колёса. Действие тормозной системы основывается на совмещенном действии гидравлики и электромоторов, которые в режиме торможения вырабатывают энергию. Основную часть рынка, более 95 %, составляют самосвалы грузоподъемностью до 40 тонн.

Самосвалы с шарнирно-сочленённой рамой используются на строительных и карьерных работах, где требуются повышенная проходимость и манёвренность. Трёхосные модели сочленённых самосвалов имеют шесть ведущих колёс. Современные модели самосвалов оснащаются выключателем межколёсного дифференциала.



Рис. 2.3. Шарнирно-сочлененный самосвал фирмы Caterpillar

Подвижная стенка в кузове выталкивает его содержимое, что позволяет осуществлять разгрузку на ходу, без опрокидывания кузова.

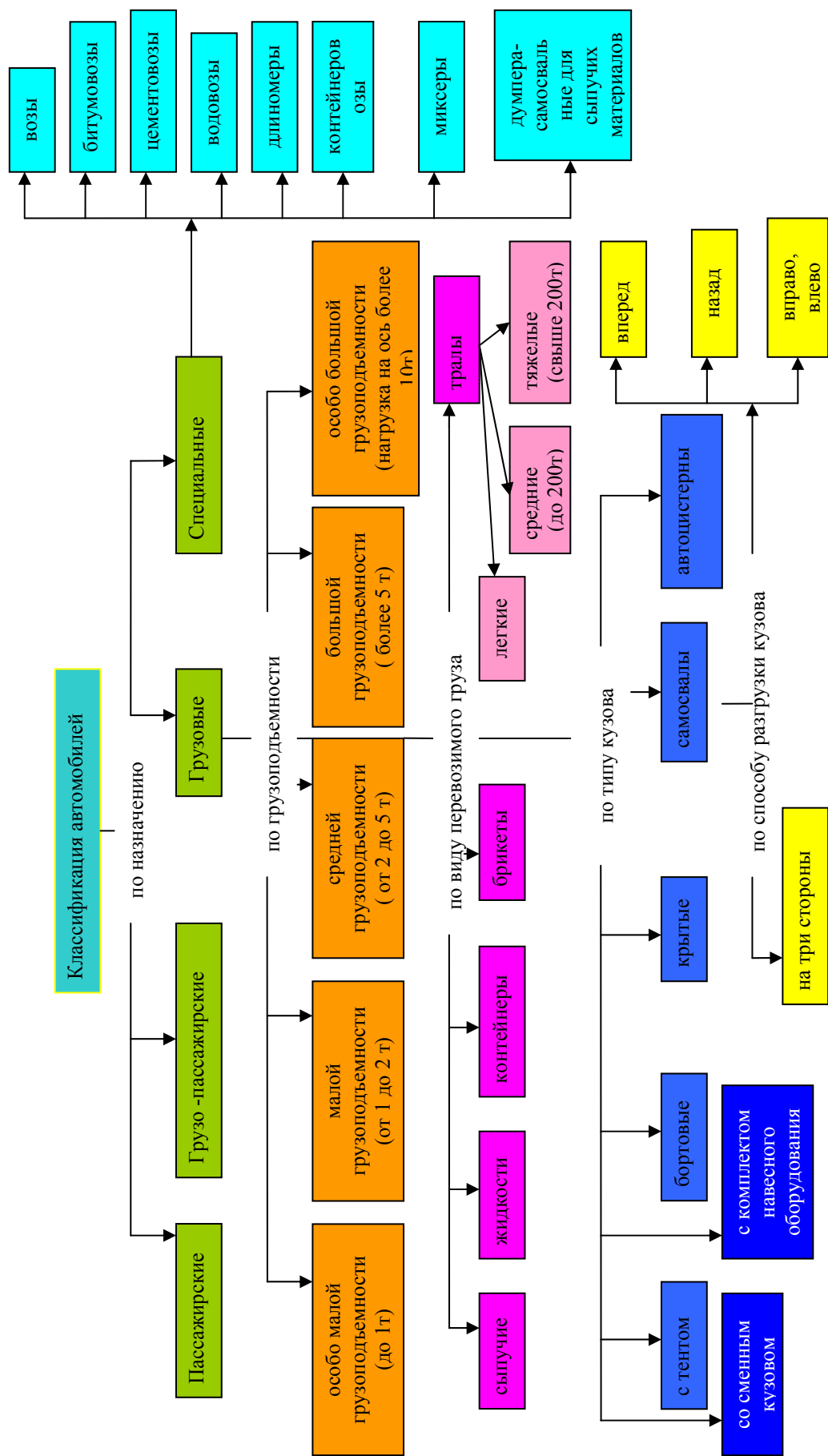


Рис. 2.4. Классификация транспортных средств



Рис. 2.5. КамАЗ-53215-050-13

Компоновочная схема грузового автомобиля

На рис. 2.6 приведены схемы силовых передач с одной и несколькими ведущими осями. Все агрегаты монтируются на раму машины. Крутящий момент от двигателя 1 (рис. 2.6, а) к ведущим колесам 8 передается через силовую передачу. Она состоит из постоянно замкнутой фрикционной муфты (сцепления) 2, выключение которой позволяет отключать двигатель при переключении передач, ступенчатой коробки перемены передач 3 с переменным передаточным числом для согласования крутящего момента на колесах 8 с моментом сопротивления движению и обеспечения движения автомобиля задним ходом, карданного вала 4, главной передачи 5, состоящей из двух конических зубчатых колес и увеличивающей крутящий момент на ведущих колесах, дифференциала 6, позволяющего колесам вращаться с различной частотой на криволинейных участках пути, и двух полуосей 7, передающих вращение закрепленным на них колесам.

На рис. 2.6, б показана схема силовой передачи трехосного автомобиля с двумя ведущими мостами 10 (колесная формула 6×4), а на рис. 6, в – с тремя ведущими мостами (колесная формула 6×6); передний мост 12 является одновременно управляемым и ведущим. Движение к ведущим мостам передается посредством карданных валов от коробки перемены передач через раздаточную коробку 11, позволяющую включать передний ведущий мост при преодолении трудных участков пути во время движения по проселочным дорогам и бездорожью.

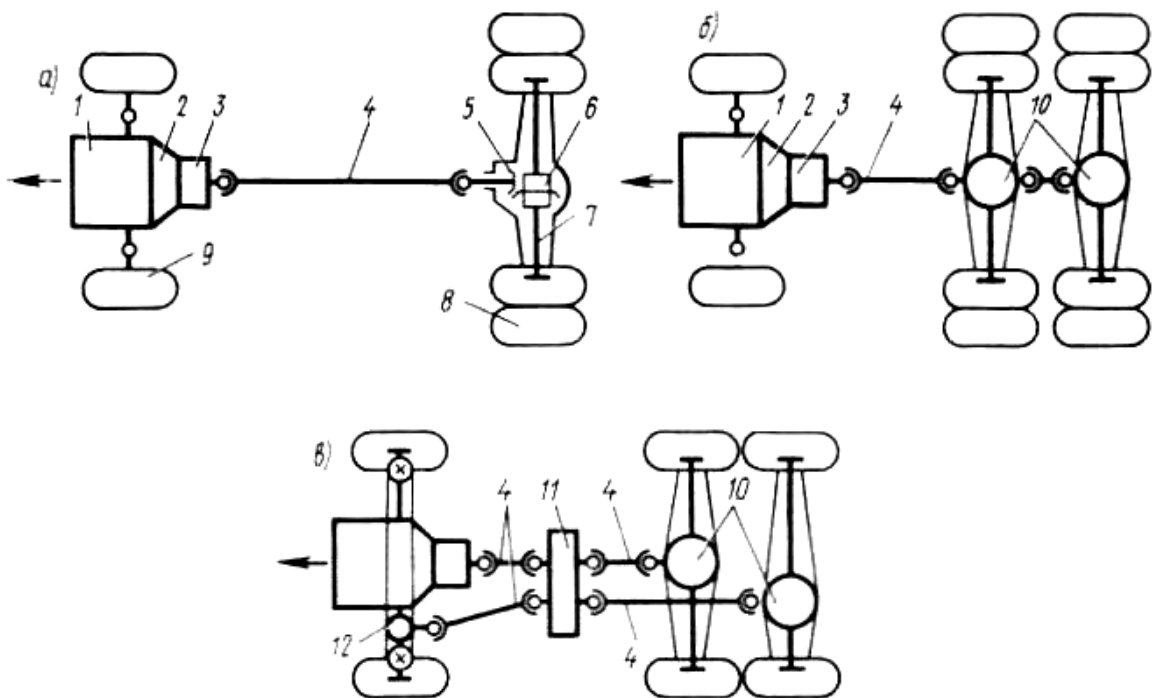


Рис. 2.6. Силовые передачи грузовых автомобилей:
 а – с колесной формулой 4×2; б – с колесной формулой 6×4;
 в – с колесной формулой 6×6

Главная передача, дифференциал и полуоси, закрепленные в кожух, называются ведущим мостом. Дифференциал устроен следующим образом (рис. 2.7,г). На внутренних концах полуосей 7 закреплены полуосевые конические шестерни 15. Концы полуосей с полуосевыми шестернями входят в коробку дифференциала 14. К коробке дифференциала прикреплена ведомая шестерня 5, с которой сцеплена ведущая шестерня главной передачи. В коробке установлены шестерни-сателлиты 13, которые сцеплены одновременно с обеими полуосевыми шестернями и могут вращаться в цапфах. При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге полуоси с шестернями будут вращаться с одинаковой скоростью, равной скорости коробки, а шестерни-сателлиты остаются неподвижными относительно своей оси. При движении автомобиля по криволинейному участку дороги сателлиты перекачиваются по замедлившей своё вращение полуосевой шестерне, а вторая полуосевая шестерня за счет вращения сател-

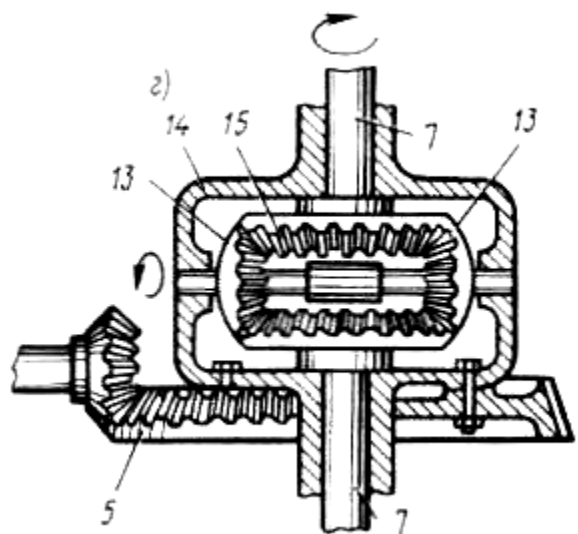


Рис. 2.7. Схема главной передачи (дифференциала)

литов начинает вращаться быстрее. В результате колесо, катящееся по внутренней кривой, будет вращаться медленнее, чем колесо, катящееся по внешней кривой и проходящее за одно и то же время больший путь.

Автомобиль оборудуется тормозной системой для снижения скорости и остановки машины и рулевой системой для изменения направления движения посредством поворота передних управляемых колес 9. На тяжелых машинах рулевой механизм оснащается гидроусилителем, снижающим усилие на рулевом колесе.

Тягачи

Тягач – самоходная безрельсовая наземная транспортная машина, предназначенная для буксировки прицепов и полуприцепов, несамоходных машин (строительных, сельскохозяйственных), грузов на санях и волокушах, а также неисправных самоходных машин (автомобилей, танков и проч.) и самолетов в аэропортах.

В качестве тягача может выступать автомобиль, трактор или специальная самоходная машина.

Колесные тягачи

Автомобили как бы ни были хороши по своим свойствам, но не являются универсальными. Для решения транспортных операций и других проблем выпускают тягачи и трактора. Тягачи предназначены для перевозки большеразмерных грузов и деталей

Тягачи классифицируются по ряду признаков (рис. 2.8): по типу машины; по тяговому классу; по числу осей.

Автомобиль-тягач в сцепе с прицепом (полуприцепом) называется автопоездом.

Различают тягачи для работы с прицепами и седельные тягачи – для работы с полуприцепами.

Седельный тягач – вид тягача, работающего с полуприцепами, присоединяемыми к машине с помощью специального сцепного механизма – седла.

Преимущества: высокая ёмкость (по сравнению с обычными грузовиками); седельный тягач может возить длинномерные грузы; высокое отношение грузоподъёмности к собственному весу; высокий КПД и низкая стоимость крупных перевозок; хорошая манёвренность (по сравнению с грузовиком той же длины); возможен задний ход (в отличие от грузовика с прицепом); прицепы и тягачи легко заменяются.

Недостатки: не так устойчив, как обычный грузовик.

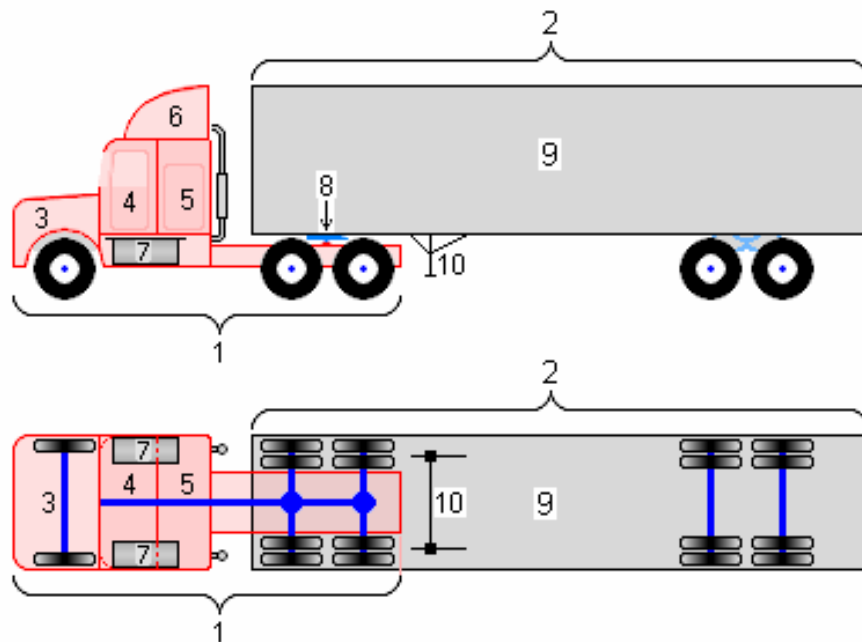


Рис. 2.8. Седельный тягач капотной схемы:
 1 – тягач, 2 – полуприцеп, 3 – моторный отсек, 4 – кабина, 5 – спальное место сменщика (может отсутствовать), 6 – обтекатель, 7 – топливные баки, 8 – сидло, 9 – кузов, 10 – выдвижная опора

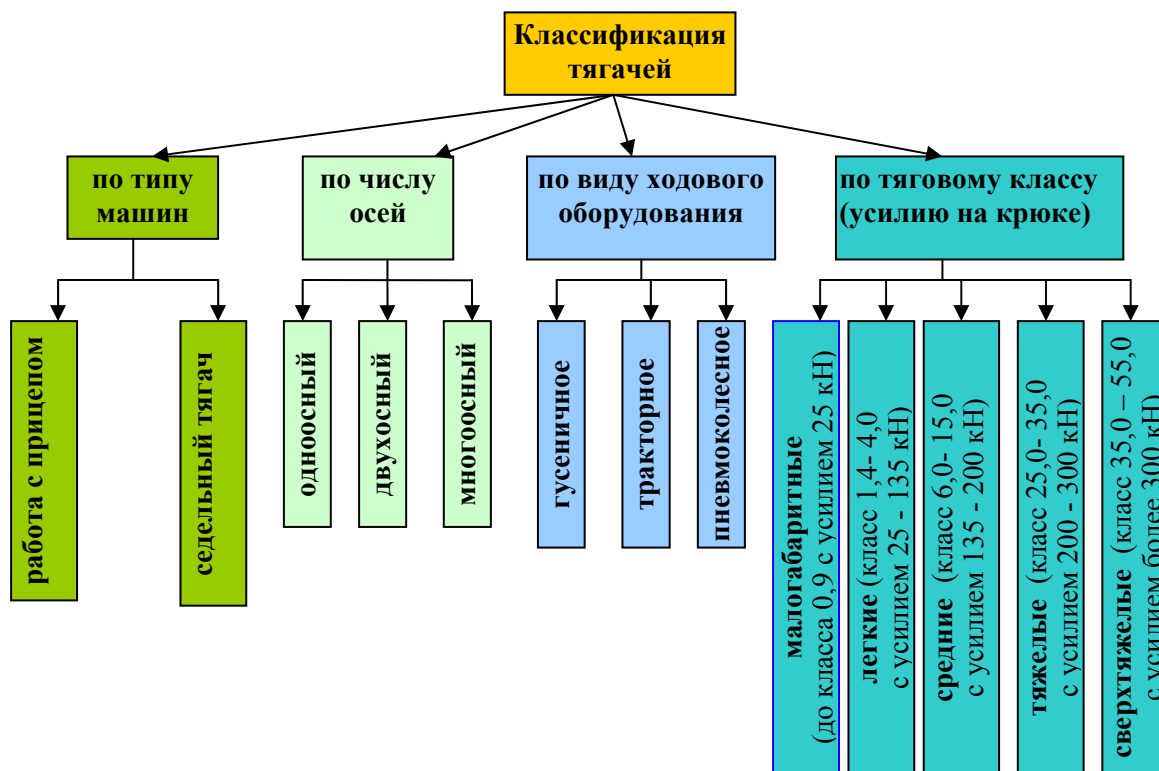


Рис. 2.9. Классификация тягачей

Одноосный тягач (рис. 2.10, а) состоит из шасси, на котором установлены двигатель 6, силовая передача, два ведущих колеса, кабина и опорно-сцепное устройство. Опорно-сцепное устройство выполнено в виде стойки 2, которая может качаться вокруг продольной горизонтальной оси, закрепленной в раме тягача, что позволяет полуприцепу перекашиваться относительно тягача в вертикальной плоскости. Соединяется полуприцеп с тягачом вертикальным шкворнем 3. Поворот тягача относительно оси полуприцепа обеспечивается двумя гидроцилиндрами 4 на угол до 90° в обе стороны. Гидромеханическая силовая передача (рис. 2.10, б) включает в себя раздаточную коробку 7, гидротрансформатор 8, коробку перемены передач 9, карданные валы 10 и 12, мост с главной передачей и дифференциалом 11, полуосями 13 и планетарные редукторы 14, встроенные в ступицы ведущих колес. Оба ведущих колеса являются одновременно и управляемыми. От раздаточной коробки через вал 12 приводится в действие один или несколько масляных насосов 5, обеспечивающих работу исполнительных органов полуприцепной машины. Управление тягачом и прицепным оборудованием осуществляется гидрораспределителем 1.

Особенностью одноосного тягача является то, что он выполняет только операции, связанные с различными видами оборудования (скрепер, землевозная тележка, грейдер-элеватор, пневмоколесный каток).

Одноосный тягач представляет собой конструкцию, состоящую из силового агрегата, преобразовательных агрегатов, трансмиссии, ходового механизма, системы управления. В качестве ходового механизма используется ведущий мост. Так как машина является одноосной, самостоятельно использоваться она не может, а только совместно с рабочим оборудованием, например скрепером, имеющим также одну ось ходового механизма. Только в этом случае агрегат становится рабочей машиной. По принятой терминологии такие машины называют самоходными.

Двухосные тягачи состоят из тех же основных узлов, что и одноосные, но имеют ходовое устройство из двух мостов. Их привод может быть осуществлен как на один, так и на оба моста. Поворот тягача достигается за счет поворота колес одного или обоих мостов либо за счет поворота шарнирно-сочлененной рамы. Двухосные тягачи агрегируются с навесным, прицепным или полуприцепным рабочим оборудованием.

Двухосные тягачи способны самостоятельно передвигаться без агрегатирования. По схеме поворота подразделяются:

- с одной управляемой осью – передней или задней;
- с бортовым поворотом;
- с шарнирно-согнутой рамой;
- с двумя автономно управляемыми осями.

Тягачи с двумя автономно управляемыми осями обладают наилучшей маневренностью, в то же время с шарнирным соединением менее устойчива при повороте.

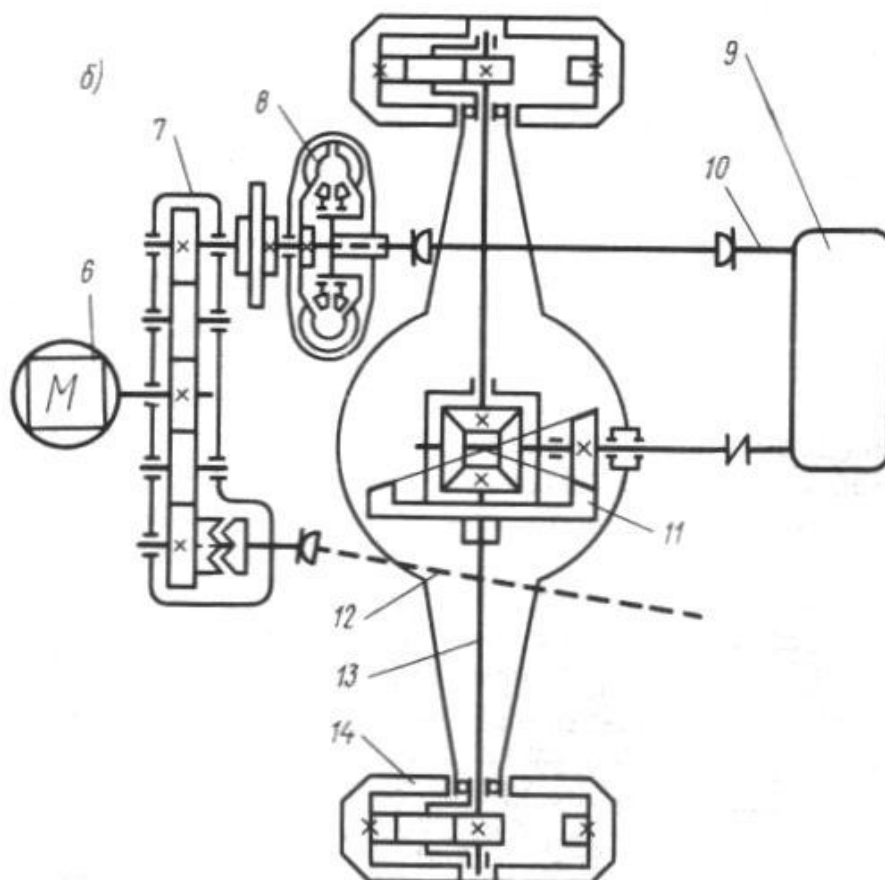
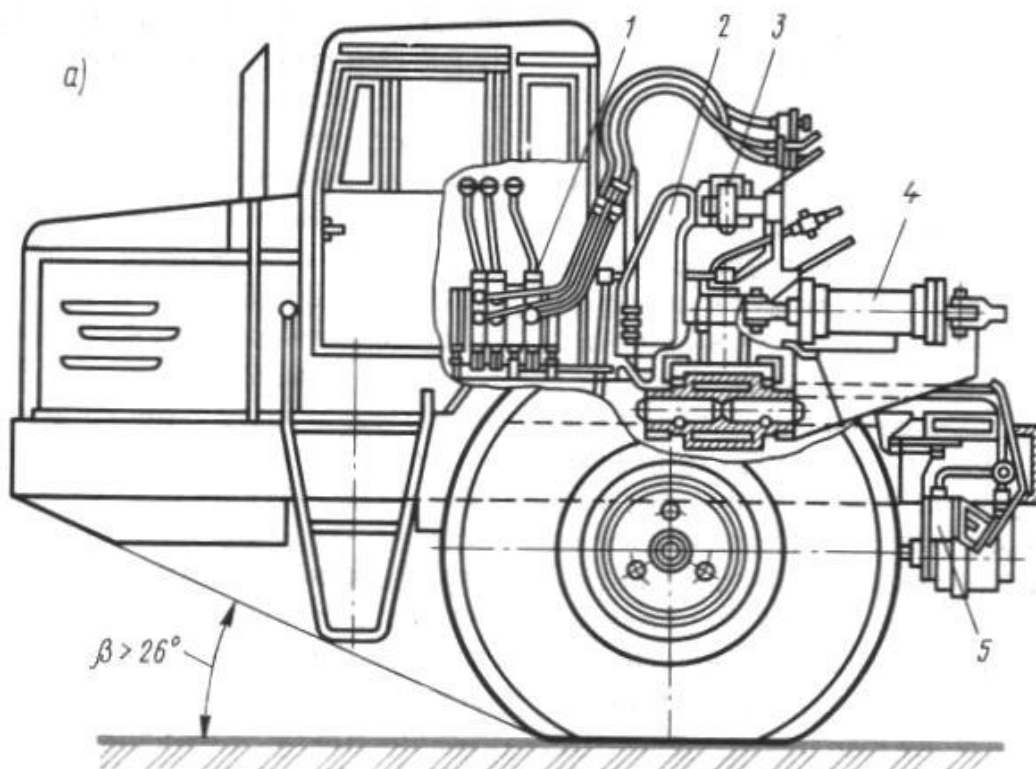


Рис. 2.10. Кинематическая схема одноосного тягача

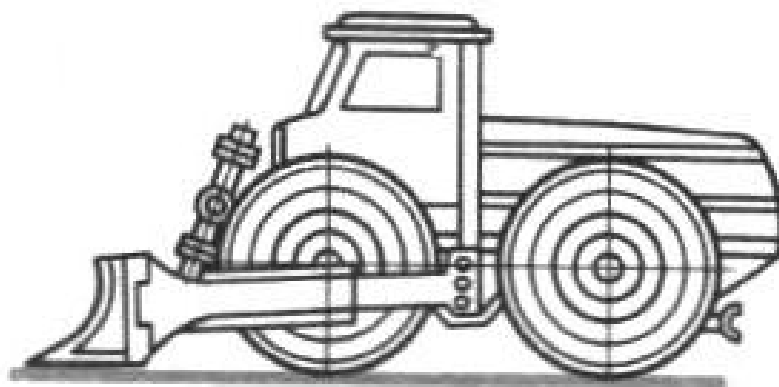


Рис. 2.11. Двухосный тягач. Бульдозер

Многоосные тягачи (рис. 2.12), обычно используемые в качестве буксировщиков тяжелых и негабаритных грузов, с различными видами рабочего оборудования агрегатируются редко.



Рис. 2.12. Многоосный тягач на пневмоколесном ходу



Рис. 2.13. Автомобиль-тягач на пневмоколесном ходу с прицепом

Автомобили-тягачи (рис. 2.13) предназначены для постоянной работы с прицепами или полуприцепами и подразделяются на тягачи (или бортовые) для работы с прицепами и седельные тягачи для работы с полуприцепами. Для увеличения сцепного веса может быть применен балласт (балластные тягачи).

Прицепом называется транспортное средство, не оборудованное двигателем и предназначенное для движения в составе с тягачом.

Прицеп и прицеп-ропуск соединяются с тягачом тягово-цепным устройством, передающим тяговые (толкающие) и управляющие усилия, которые возникают в результате взаимодействия звеньев автопоезда. Полуприцеп соединяется с тягачом седельно-цепным устройством (ССУ), передающим тяговые и управляющие усилия и воспринимающим вертикальные усилия от части массы полуприцепа.

ТРАКТОРА

Классификация

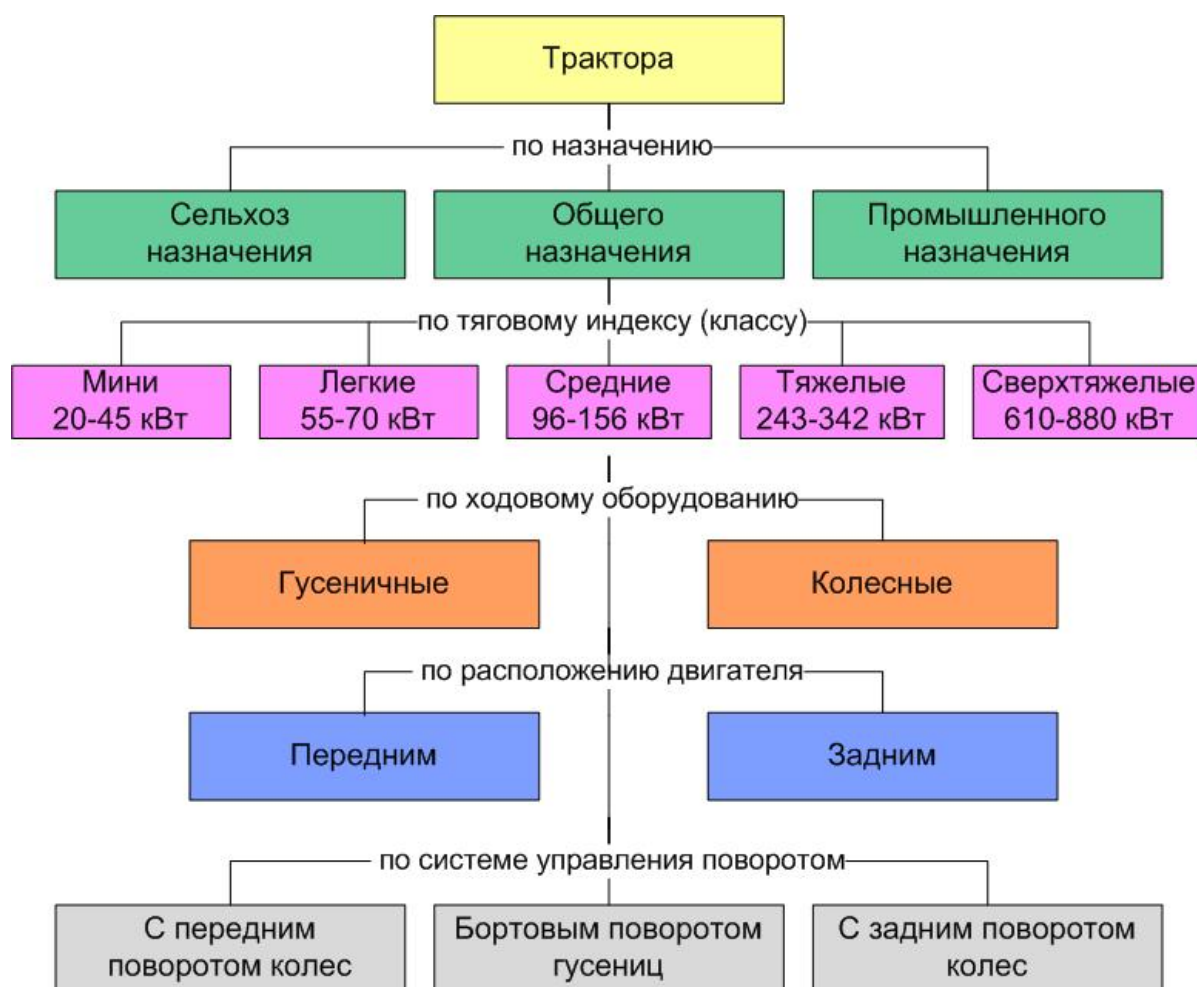


Рис. 2.14. Классификация тракторов

В состав механической силовой передачи гусеничного трактора (рис. 2.15, а) входят: дисковая фрикционная муфта сцепления 2, коробка перемены передач 3, карданный вал 5, главная передача 6, бортовые фрикционы 7 с ленточными тормозами 8, бортовые редукторы 9, соединенные с ведущими звездочками гусениц 10. На гусеничной раме 4 установлены ведомые звездочки 11 с натяжным устройством гусеничной цепи.

Бортовые редукторы увеличивают крутящий момент на ведущих звездочках. Бортовые фрикционы представляют собой многодисковые фрикционные муфты, которые в замкнутом (включенном) состоянии обеспечивают прямолинейное движение трактора. Изменение направления движения достигается частичным или полным выключением одного из бортовых фрикционов с одновременным торможением его ведомых дисков с помощью ленточного тормоза. Ленточные тормоза используются также для торможения обеих гусениц при движении на уклонах и как стояночные тормоза. Для плавного бесступенчатого регулирования скорости в широком диапазоне в зависимости от внешней нагрузки силовая передача дополняется гидравлическим ходуменьшителем, позволяющим работать на пониженных (до 1 км/ч) скоростях.

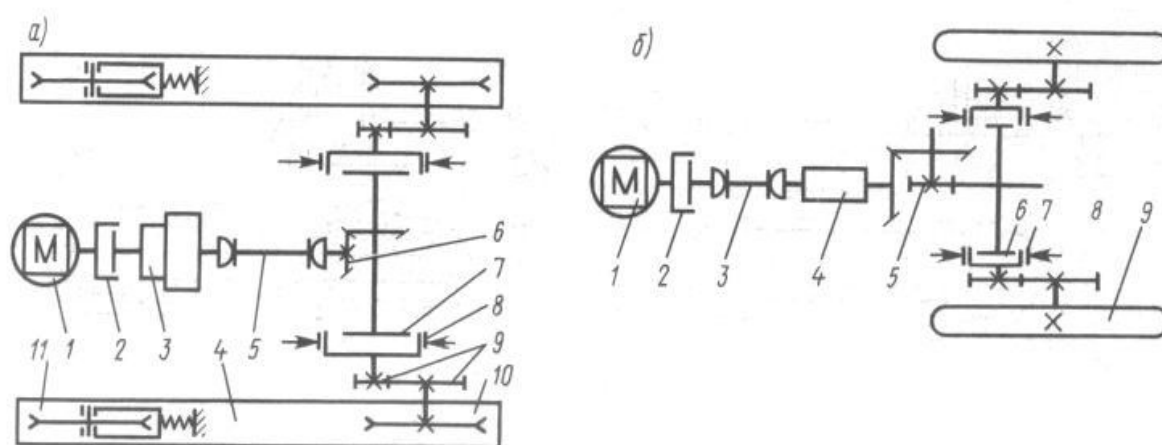


Рис. 2.15. Силовые передачи тракторов:
а – гусеничного; б – колесного

В состав механической передачи колесного трактора (рис. 2.15, б) с передним расположением двигателя 1 входят фрикционная муфта сцепления 2, карданный вал 3, коробка перемены передач 4, главная передача 5, бортовые фрикционы 6 с ленточными тормозами 7, бортовые редукторы 8, передающие вращение пневматическим колесам 9.

Контрольные вопросы

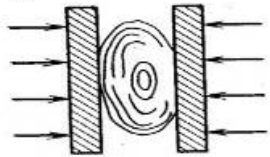
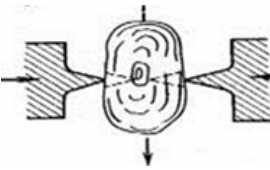
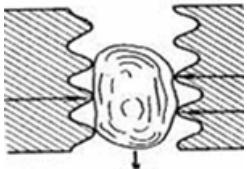
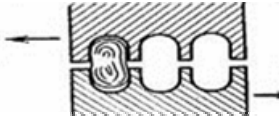


1. Классификация транспортных средств.
2. Классификация тягачей.
3. Назовите транспортные средства специального назначения.
4. Каково основное назначение системы привода дизель – генератор – двигатель в тракторе?
5. Каково основное назначение одноосных и двухосных тягачей как базовых машин?
6. Приведите классификацию тракторов.
7. Нарисовать компоновочную схему грузового автомобиля.

Тема 3. МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ, СОРТИРОВКИ И МОЙКИ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дробилки

Процесс дробления. Физико-механические воздействия на минеральное сырье при измельчении представлены в табл. 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

Способ воздействия на минеральное сырье	Схема воздействия	Описание процесса
Раздавливание		Раздавливание, наступающее после перехода напряжений за предел прочности на сжатие
Раскалывание		Раскалывание в результате расклинивания и последующего разрыва кусков
Изгиб		Излом в результате изгиба
Срез		Срез, в котором материал подвергается деформации сдвига
Трение		Истирание кусков скользящей рабочей поверхностью
Удар		

Процесс дробления применяется для доведения минерального сырья до необходимой крупности, требуемого гранулометрического состава или заданной степени раскрытия зерна. Дробление осуществляется за счет следующих физико-механических воздействий: раздавливания, раскалывания, излома, среза, истирания, удара.

Основным показателем процесса дробления является степень дробления. Степень дробления – это отношение размеров максимальных кусков или зерен исходного материала к размеру максимальных кусков продукта:

$$i = D_{\max} / d_{\max}$$

Степень дробления показывает, во сколько раз уменьшился размер куска при дроблении. Таким образом, степень дробления вычисляется при отношении размеров предельных отверстий сит, через которые проходят куски дробимого материала и дробленого продукта.

Стадии дробления

В зависимости от крупности исходного материала и дробленого продукта, стадии дробления имеют названия:

- 1-я стадия – крупное дробление;
- 2-я стадия – среднее дробления;
- 3-я стадия – мелкое дробление.

В зависимости от требуемой крупности материала перед обогащением его можно измельчать в одну, две или даже три последовательные стадии.

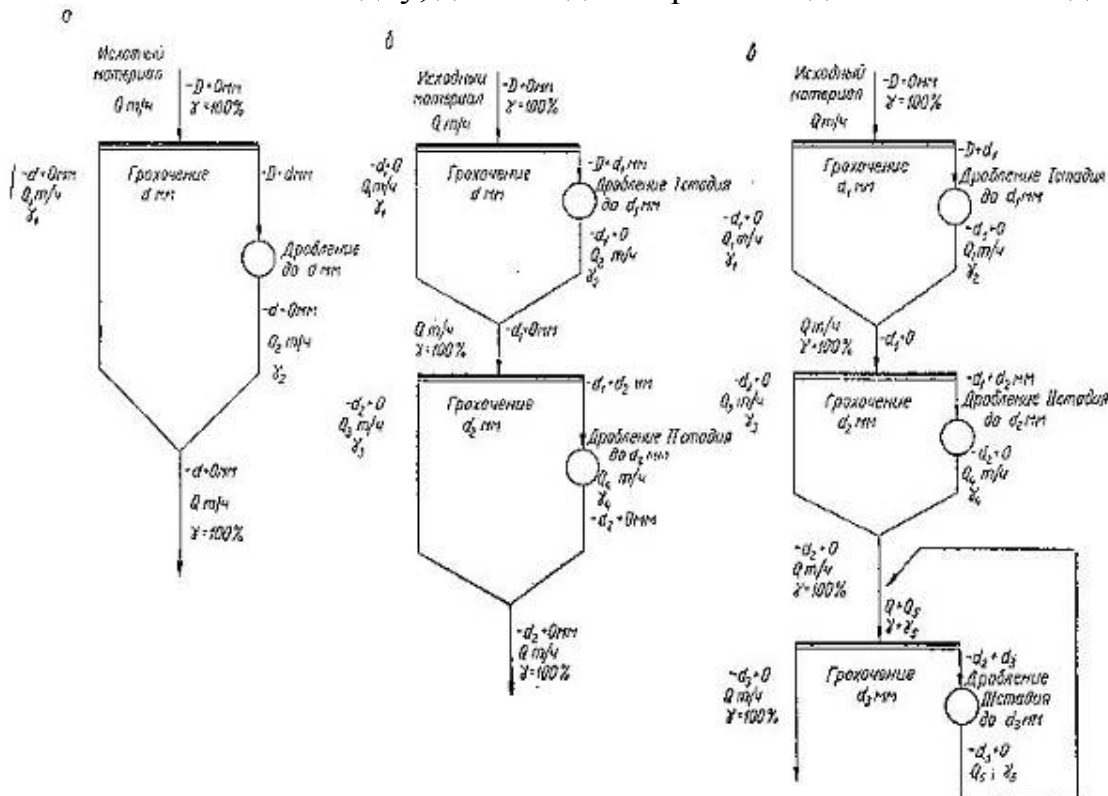
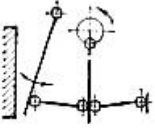
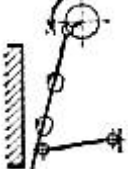

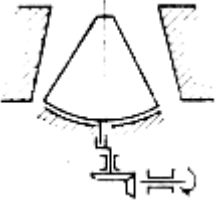
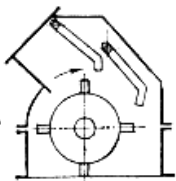
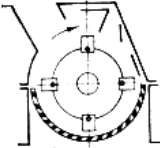
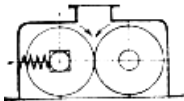


Рис. 3.1. Схемы дробления

Классификация дробилок

Тип дробилки	Кинематическая схема	Назначение	Максим. крупность материала, мм	Производительность, м ³ /ч	Преобладающий способ дробления
Щековые					
С простым движением щеки		Крупное и среднее дробление прочного и абразивного материала	750 -1300	160-550	Раздавливание
Со сложным движением щеки		Среднее дробление материала средней прочности	140-510	2,8-55	Раздавливание и истирание
Конусные					
С вершинами конусов: в противоположные стороны (крутая)		Крупное дробление прочного и абразивного материала	400-1200	200 – 2000	Раздавливание
в одну сторону (пологая)		Среднее и мелкое дробление прочного и абразивного материала	40-500	12-1100	То же
Ударного действия					
Роторные		Крупное, среднее и мелкое дробление малоабразивного материала	100-1100	50-370	Удар
Молотковые		Среднее и мелкое дробление малоабразивных материалов	150-600	10-1200	Удар и истирание
Валковые					
Двухвалковые		Среднее и мелкое дробление материалов средней прочности	10-75	0,5-76	Раздавливание

Щековые дробилки

Щековые дробилки разделяются на два основных класса: с простым и сложным движением подвижной щеки.

Дробилки с простым движением подвижной щеки различаются между собой способом ее крепления и приводным механизмом. Различают дробилки с верхним подвесом щеки, с нижней шарнирной опорой, с кулачковым приводным механизмом, с кривошипно-шарнирным приводным механизмом.

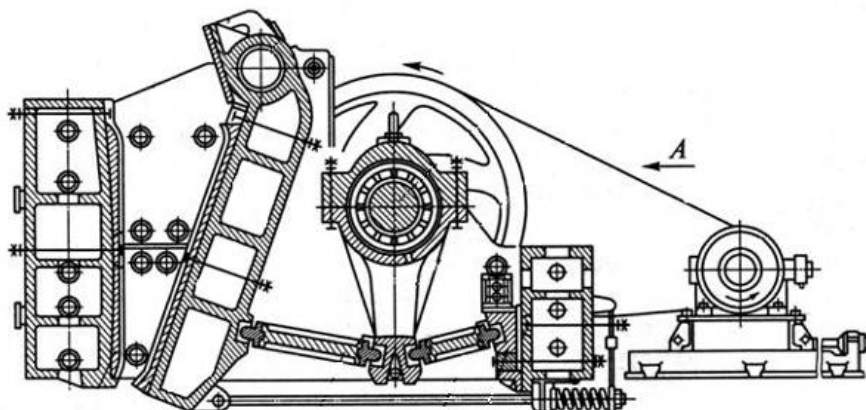


Рис. 3.2. Схема дробилки с простым качанием щеки

В дробилках со сложным движением подвижной щеки последняя шарнирно подвешена на эксцентриковом приводном валу. Значительное вертикальное перемещение щек, обуславливающее их истирающее действие на куски материала, приводит к повышенному износу дробящих плит. Поэтому дробилки со сложным движением применяют преимущественно для малоабразивных материалов. Достоинства: их простота конструкции, компактность и небольшая масса.

На рис. 3.3 изображена схема щековой дробилки со сложным движением щеки ЩДС. Станина дробилки сварная. Ее боковые стенки выполнены из стальных листов и соединены между собой передней стенкой 1 коробчатого сечения и задней балкой 2, являющейся одновременно корпусом регулировочного устройства 7. Над приемным отверстием укреплен защитный кожух 3. Подвижная щека 4 закреплена на эксцентриковой части приводного вала 5, в нижней части щеки имеется паз, куда вставляется вкладыш для упора распорной плиты 6. Другим концом распорная плита упирается во вкладыш регулировочного устройства, состоящего из ползуна 13 и двух винтов 14. Замыкающее устройство состоит из тяги 8 и цилиндрической пружины 9.

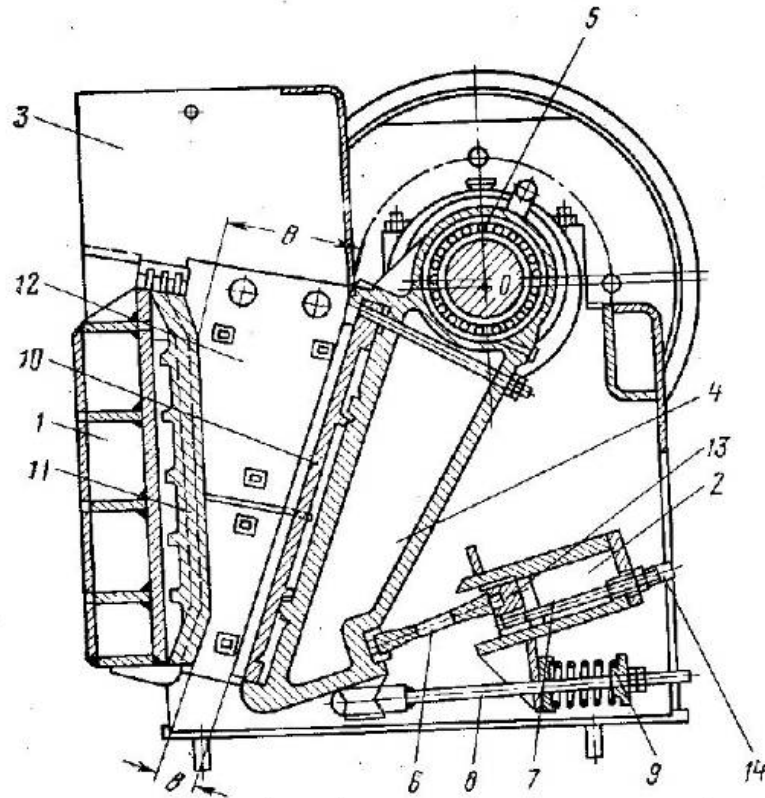


Рис. 3.3. Схема щековой дробилки со сложным движением щеки

Подвижная щека имеет в нижней части косой выступ, на который устанавливают дробящую футеровочную плиту 10. Неподвижная дробящая плита 11 опирается внизу на выступ передней стенки станины 1, а с боковых сторон зажата футеровочными плитами 12.

Конусные дробилки

Конусные дробилки разделяются на дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления.

Принцип действия всех конусных дробилок одинаков. Дробящий конус жестко крепится на валу, подвешенном к точке *O*, а нижним концом свободно вставлен в эксцентриковый стакан. Стакан устанавливается концентрично со станиной дробилки. Ось вала несколько наклонена к вертикальной оси корпуса дробилки. Эксцентриковый стакан получает вращение от электродвигателя. Жестко закрепленный на валу дробящий конус совершает круговые качания, последовательно приближаясь к стенкам конической чаши и удаляясь. Приближение дробящего конуса к чаше сопровождается дроблением кусков материала, поступающих в пространство между ними, а удаление – разгрузкой дробленого продукта. Дробление материала в конусных дробилках происходит непрерывно. При отсутствии холостого хода время дробления, а следовательно, и производительность у конусных дробилок выше, чем у щековых.

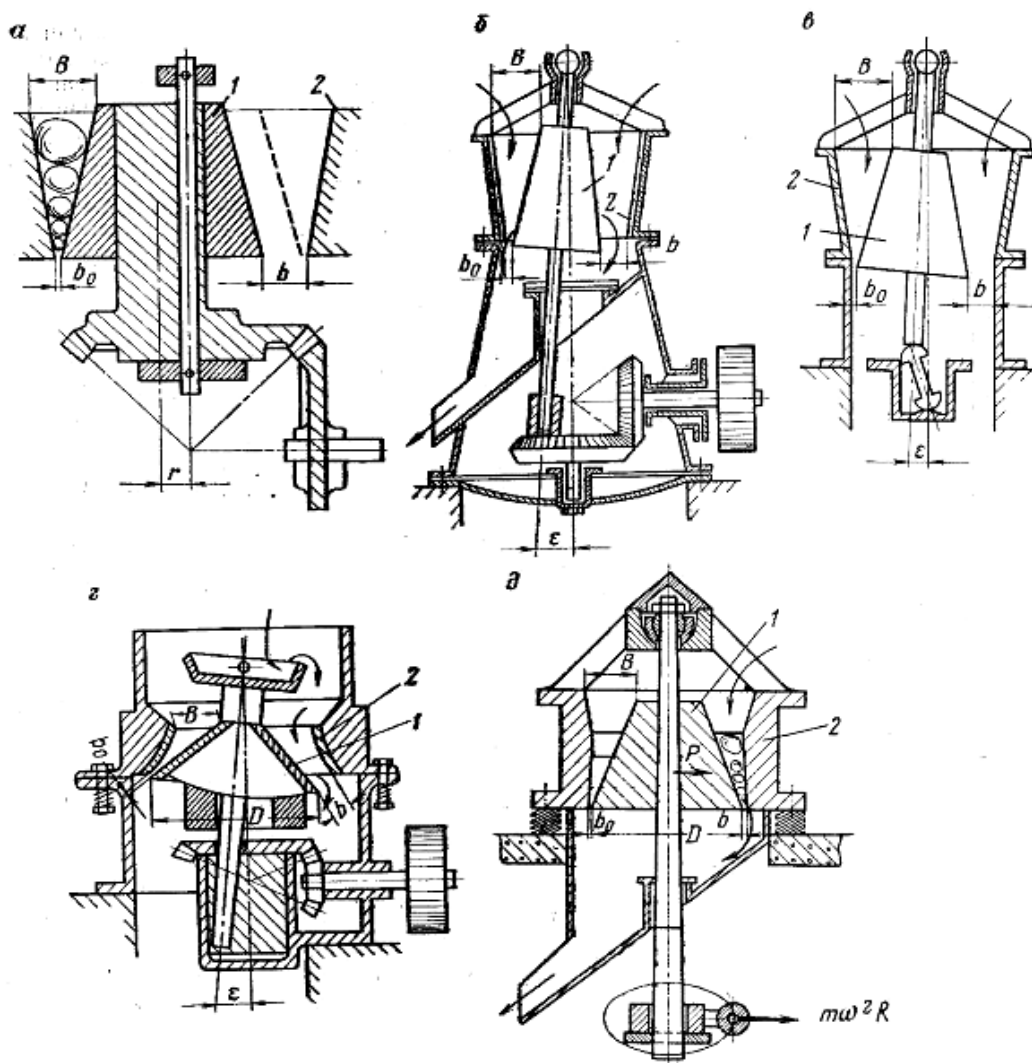


Рис. 3.4. Схема конусных дробилок:
 а – с неподвижной осью; б – с подвесным валом (ККД гирационная);
 в – с валом, имеющим опору (ГРЦ); г – с консольным валом,
 опирающимся на шаровой подпятник (КСД и КМД); д – инерционная дробилка
 (вибрационная безэксцентриковая КИД)

Рабочие пространства конусных дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления различаются между собой конфигурацией. У дробилок для крупного дробления конус крутой (угол при вершине около 20°), а у дробилок для среднего и мелкого дробления – пологий (угол при вершине около 100°).

Конусные дробилки для крупного дробления отличаются от дробилок для мелкого и среднего дробления величиной эксцентриситета стакана, определяющего амплитуду качания дробящего конуса. У дробилок для крупного дробления эксцентриситет стакана составляет не больше 25 мм, а у дробилок для среднего и мелкого дробления – больше 100 мм.

Валковые, молотковые дробилки

Валковые дробилки с гладкими валками применяются для среднего и мелкого дробления твердых пород. Материал питателем подается в дробилку через загрузочную воронку, захватывается валками, вращающимися с одинаковой скоростью навстречу друг другу, дробятся и разгружаются вниз под дробилку.

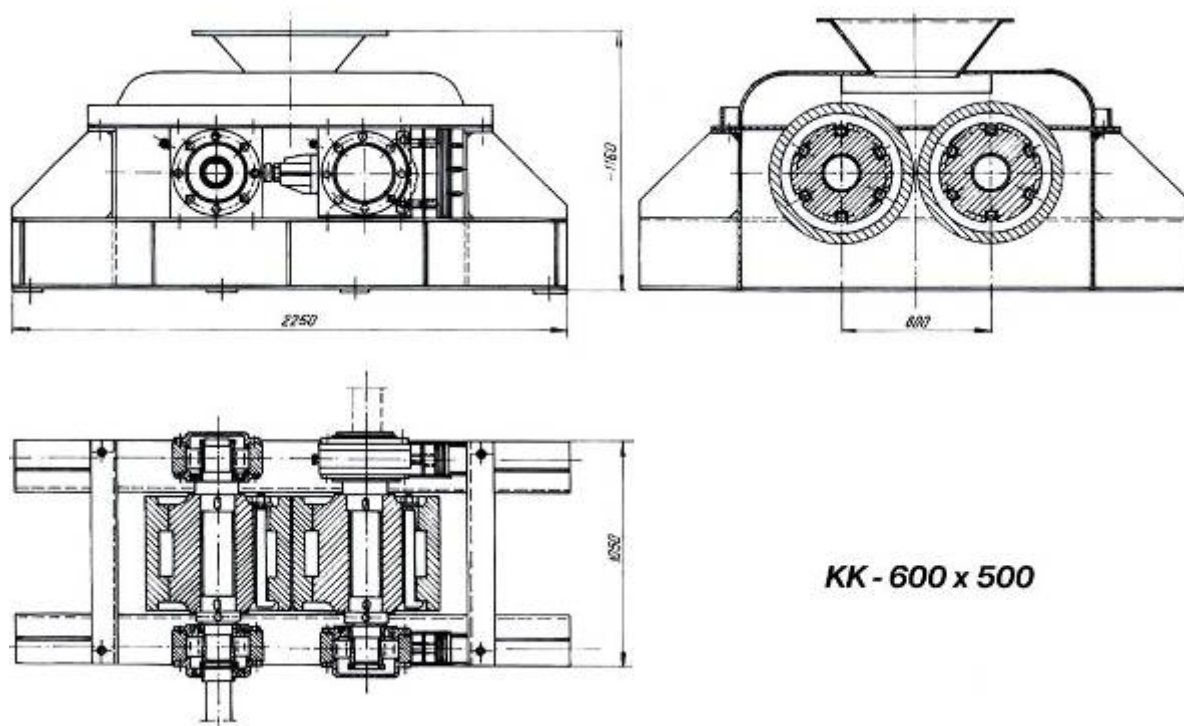


Рис. 3.5. Валковые дробилки

Валки изготавливаются из чугуна и футеруются по внешней поверхности бандажами из марганцовистой или углеродистой стали. Длина валков всегда в два-три раза меньше их диаметра. Валковые дробилки бывают одно- двух- и четырехвалковые с гладкими либо зубчатыми валками.

Расход стали при дроблении на валковых дробилках составляет от 0,016 до 0,06 кг на 1 т дробленой руды и при бандажах из высокоуглеродистой стали.

На дробилках с гладкими валками, работающих в открытом цикле, достигается степень дробления от 3 до 4, а на дробилках с зубчатыми валками – от 4 до 6.

Молотковые дробилки и дезинтеграторы

Принято деление ударных дробилок на две подгруппы: с ударным ротором и с безударным разгонным ротором (центробежным). К машинам с ударным ротором относятся:

- Молотковые, с шарнирно подвешенными молотками.

- Роторные, с жестко закрепленными лопатками.
- Стержневые дробилки (дезинтеграторы).

Дробилки ударного действия применяют для дробления мягких и средней крепости неабразивных материалов.

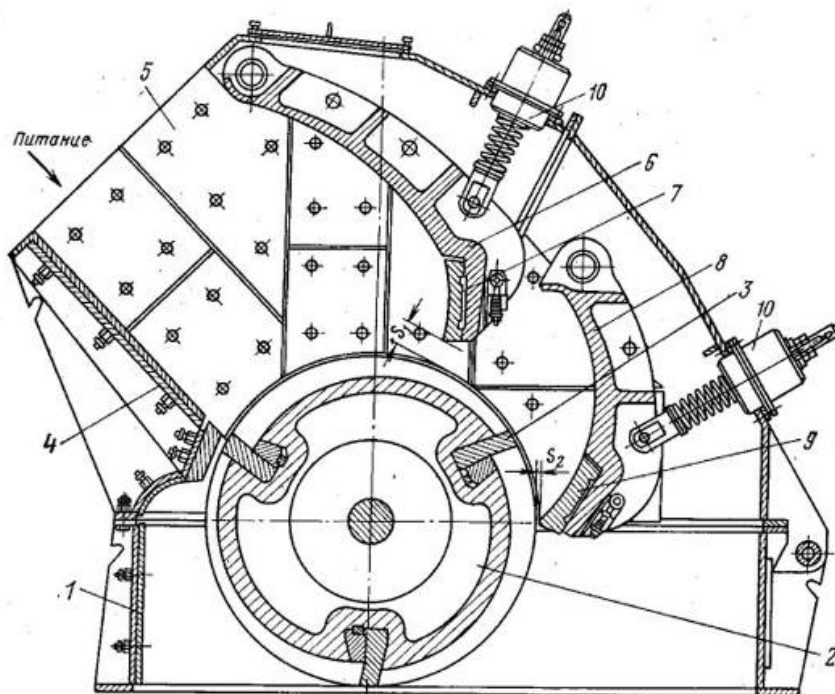


Рис. 3.6. Роторная дробилка ЛРК (СМЛ):

1 – пама. 2 – ротор. 3 – била. 4 – верхняя часть корпуса для загрузки исходного материала. 5 – футеровка корпуса. 6 и 8 – соответственно верхняя и нижняя отражательные плиты, 7 и 9 – футеровка плит. 10 – механизм для регулирования зазора отражательных плит

Мельницы

Мельницы по принципу действия разделяют на:

1) барабанные (рис. 3.7, а, б, в), в которых материал измельчается во вращающемся (а) или вибрирующем (б) барабане с помощью загруженных в барабан мелющих тел, или без мелющих тел ударами и истиранием частиц материала один о другой и о футеровку барабана (в);

2) среднеходные, в которых материал измельчается раздавливанием и частичным истиранием между каким-либо основанием и рабочей поверхностью шара, валка, ролика. На рис. 3.7, г показана схема ролико-маятниковой мельницы. Ролик прижимается центробежной силой к борту чаши и измельчает материал, попадающий между бортом и роликом;

3) ударные (рис. 3.7, д), в которых материал измельчается ударами шарнирных (шахтные мельницы), или жестко закрепленных (аэробильные

мельницы) молотков. Продукт, достигший определенной тонины помола, выносится из зоны действия молотков воздушным потоком;

4) струйные (рис. 3.7, е), где материал измельчается в результате трения и соударения частиц материала одна о другую, а также о стенки камеры при движении частиц воздушным потоком большой скорости.

Перечисленные способы измельчения, несмотря на их значительное количество, относятся по принципу действия к методу механического измельчения при непосредственном воздействии рабочего органа на измельчаемый материал или частиц материала одна на другую. Разрабатываются методы измельчения материалов, основанные на других физических явлениях, а именно: с помощью электрогидравлического эффекта (высоковольтный разряд в жидкости), ультразвуковых колебаний, быстромменяющихся высоких и низких температур, лучей лазера, энергии струй воды и др.

Несмотря на многообразие типов и видов машин для измельчения материалов, существуют общие требования, которым должны удовлетворять эти машины: простота конструкции, удобство и безопасность обслуживания; минимальное количество изнашивающихся деталей, конструкция которых и конструкция крепления обеспечивали бы их легкую замену; предохранительные устройства, которые при превышении допустимых нагрузок разрушались бы (распорные плиты, болты и т.д.) или деформировались (пружины), защищая от поломок более сложные и дорогостоящие узлы; выполнение санитарно-гигиенических норм по шуму, вибрации и запыленности воздуха.

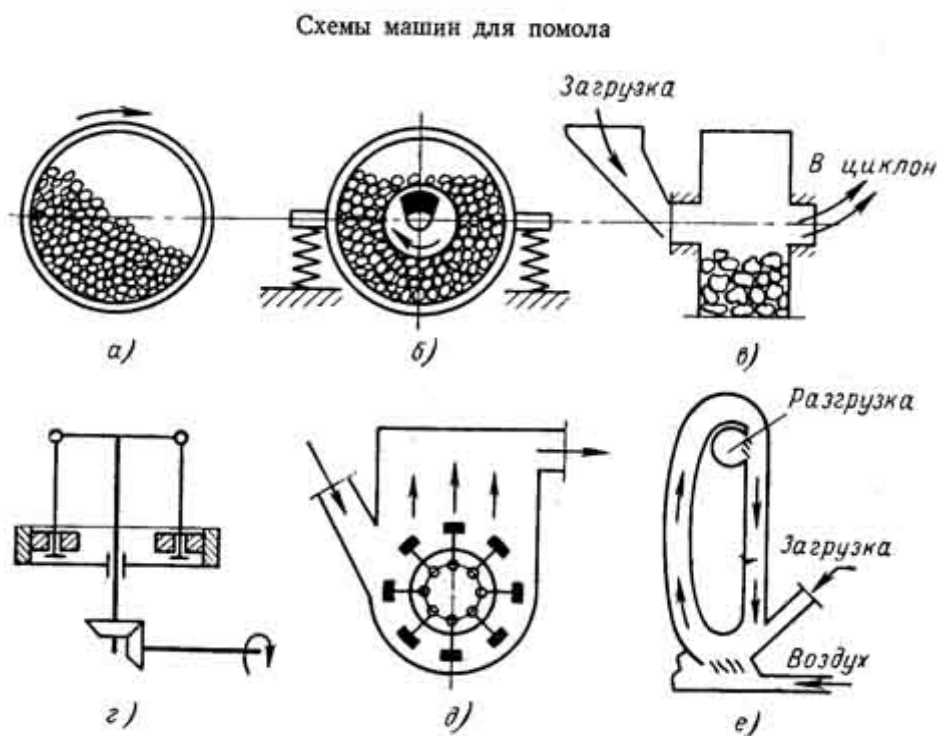


Рис. 3.7. Принципиальные схемы мельниц

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию дробилок.
2. Назовите достоинства и недостатки дробилок в зависимости от видов.
3. Как определяется весовая производительность щековых дробилок?
4. Какие дробилки предназначены для дробления высокопрочных материалов?
5. Какие дробилки предназначены для дробления пород средней прочности и мягких материалов?
6. Приведите классификацию мельниц.
7. Назовите достоинства и недостатки мельниц в зависимости от видов.
8. Какая стадия дробления материалов получила преимущественное распространение?

Тема 4. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ, РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

Машины для производства бетонных работ

Бетон представляет собой искусственный каменный материал, полученный из смеси вяжущего вещества, воды, заполнителей и в необходимых случаях специальных добавок после ее формования и твердения. Строительные растворы не имеют в своем составе крупного заполнителя. До формования указанные полуфабрикаты называют бетонной и растворной смесью. По виду вяжущих веществ эти смеси делятся на цементные, силикатные, гипсовые и смешанные. Вяжущие материалы и вода – это активные составляющие, между которыми происходит химическая реакция, и после твердения смесь превращается в камнеподобное тело. Заполнители (песок, щебень) в реакции не участвуют. Они образуют жесткий скелет бетона. В целях экономии цемента зерновой состав смеси должен быть с минимальным объемом пустот при наименьшей поверхности частиц. Прочность бетона характеризуется пределом прочности на сжатие стандартных образцов в 28-суточном возрасте естественного твердения – так называемой «маркой» бетона (от 7,5 до 60,0 МПа).

Машины для приготовления бетонных и растворных смесей

Бетонные и растворные смеси готовят путем механического перемешивания их компонентов в смесительных машинах – бетоно- и растворосмесителях. Качество смеси определяется точностью дозировки компонентов и равномерностью их распределения между собой по всему объему смеси. Для равномерного распределения компонентов смеси между собой в общем объеме замеса частицам материала сообщаются траектории движения с наибольшей возможностью их пересечения. Смешивание компонентов в однородную смесь является достаточно сложным технологическим процессом, который зависит от состава смеси, ее физико-механических свойств, времени смешивания и конструкции смешивающего устройства.

Технологический процесс приготовления смесей включает последовательно выполняемые операции: загрузку отдозированных компонентов – вяжущих, заполнителей и воды – в смесительную машину, перемешивание компонентов и выгрузку готовой смеси.

Смесители классифицируют по трем основным признакам: характеру работы, принципу смешивания, способу установки.

По характеру работы различают смесительные машины периодического (циклического) и непрерывного действия. В смесителях циклического действия (рис. 4.1) перемешивание компонентов и выдача готовой смеси осуществляются отдельными порциями. Каждая новая порция компонентов бетона или раствора может быть загружена в смеситель лишь после того, как из него будет выгружен готовый замес. Смесители циклического действия обычно применяют при частой смене марок бетонных смесей или растворов. В них можно регулировать продолжительность смешивания.

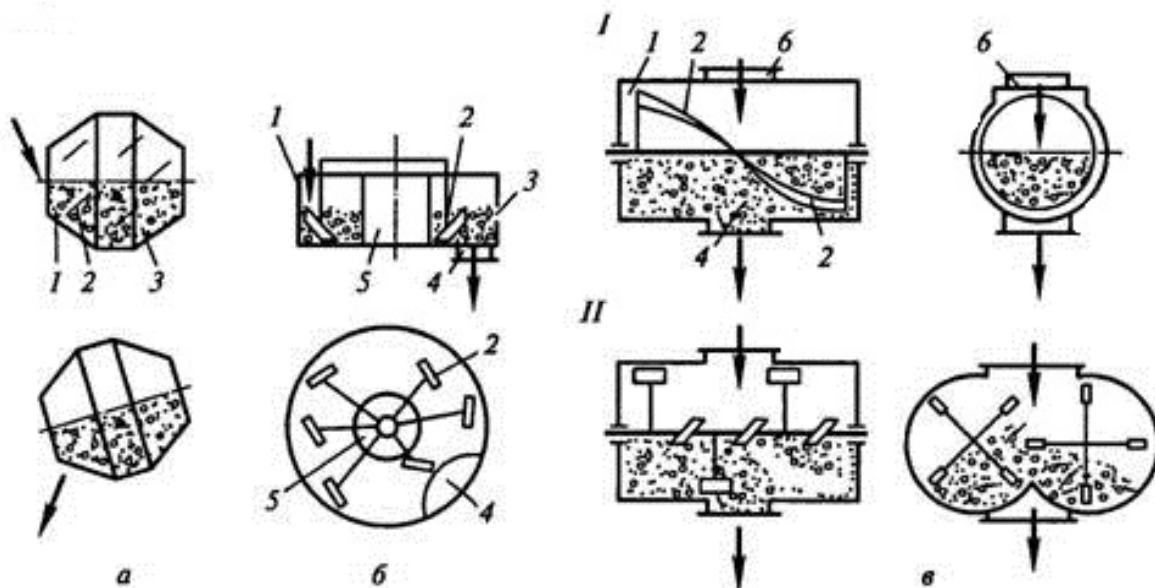


Рис. 4.1. Принципиальные схемы смесителей циклического действия (стрелками указано направление движения материалов):
а – гравитационных (барабанных); б – принудительного действия с вертикально расположенными смесительными валами (тарельчатых); в – принудительного действия с горизонтально расположенными смесительными валами (лотковых);
вверху – одновальные, внизу – двухвальные;
1 – положение смешивания; II – положение разгрузки; 1 – барабан (корпус);
2 – лопасти; 3 – смесь; 4,6 – разгрузочное и загрузочное отверстия;
5 – центральный стакан

В смесителях непрерывного действия (рис. 4.2) загрузка компонентов, их перемешивание и выдача готовой смеси осуществляются одновременно и непрерывно. Отдозированные компоненты непрерывным потоком поступают в смеситель и смешиваются лопастями при продвижении от загрузочного отверстия к разгрузочному. Готовая смесь непрерывно поступает в транспортные средства. Смесители непрерывного действия целесообразно применять для приготовления больших объемов бетонной или растворной смеси одной марки.

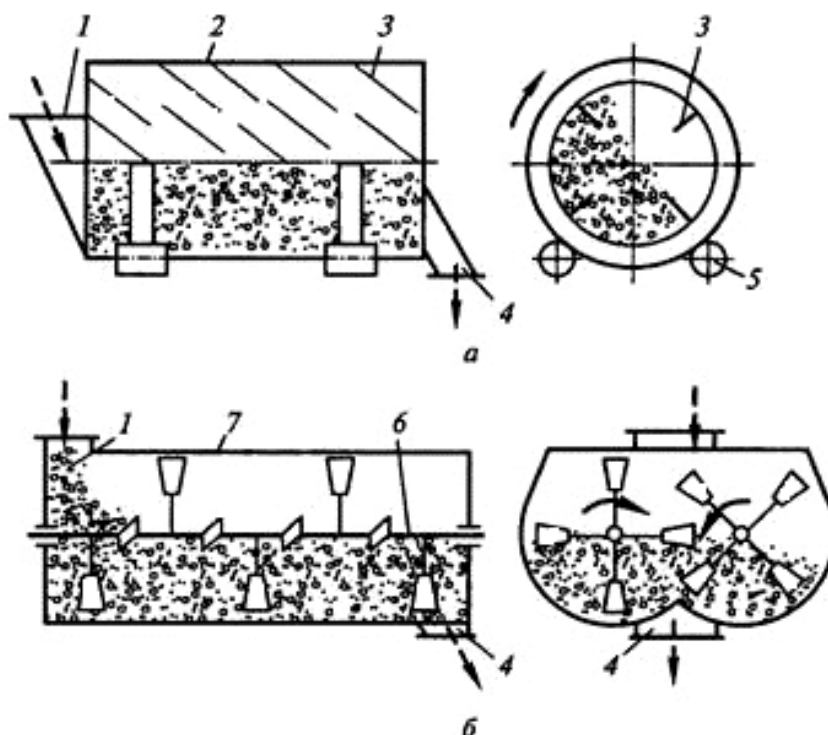


Рис. 4.2. Принципиальные схемы смесителей непрерывного действия:
 а – гравитационные; б – принудительного действия;
 1 – загрузочное отверстие; 2 – барабан; 3 – лопасти; 4 – разгрузочное отверстие;
 5 – опорные ролики; 6 – лопастной вал; 7 – корпус;
 → – направление вращения барабана или смесительного механизма;
 - → – направление движения материалов

Главным параметром смесительных машин циклического действия является объем готового замеса (л), выданный за один цикл работы, смесителей непрерывного действия – объем готовой продукции (м^3), выдаваемой машиной за 1 ч работы.

По принципу смешивания компонентов различают машины со смешиванием при свободном падении материалов (гравитационные), с принудительным смешиванием (принудительного действия). В смесителе принудительного действия орбиты составляющих имеют вынужденный характер, в гравитационных – свободный. Гравитационный смеситель вращается относительно горизонтальной или наклонной (под углом до 15°) оси барабана с лопастями на внутренней поверхности (рис. 4.1, а; 4.2, а). Лопасти непрерывно подхватывают и поднимают компоненты смеси на определенную высоту, при достижении которой они свободно падают потоком с лопастей под действием силы тяжести; смешивание происходит в результате столкновения падающих потоков компонентов. Во избежание возникновения центробежных сил, препятствующих свободной циркуляции смеси внутри барабана, частота его вращения обычно не превышает $0,3...0,4 \text{ с}^{-1}$. В смесителях с принудительным смешиванием компоненты смеси принудительно перемешиваются в неподвижном барабане или чаше горизонтальными, наклонными или вертикальными лопастными валами

или лопастным ротором, вращающимися внутри смеситель емкости. Смесители с горизонтальными смесительными валами называют лотковыми (рис. 4.1, в), с вертикальными валами – тарельчатыми (рис. 4.1, б).

По способу установки смесители подразделяются на передвижные и стационарные. Передвижные смесители используются при небольших объемах строительных и ремонтно-строительных работ на рассредоточенных объектах, а стационарные входят в состав технологических линий бетонорастворосмесительных установок средней и большой производительности бетонных и растворных заводов.

Техническая производительность смесительных машин циклического действия, м³/ч,

$$P_T = V_3 \times n / 1000,$$

где V_3 – объем готовой смеси в одном замесе, л; $V_3 = V_6 \times k$ (V_6 – вместимость смесительного барабана по загрузке составляющих (полезный объем барабана), k – коэффициент выхода готовой смеси; для бетонной смеси $k = 0,65 \dots 0,7$, растворов $k = 0,75 - 0,85$);
 n – число замесов, выдаваемых смесителем в течение 1 ч,

$$n = 3600 / (t_1 + t_2 - t_3 + t_4);$$

здесь t_1, t_2, t_3, t_4 – продолжительность загрузки, смешивания, выгрузки и возврата барабана в исходное положение или закрытия затвора, с.

Техническая производительность смесительных машин непрерывного действия с принудительным смешиванием, м³/ч,

$$P_T = 36000 \times S v,$$

где S – средняя площадь поперечного сечения потока смеси в корпусе смесителя, м², $S = k_n \times \pi \times d^2 / 4$ (k_n – коэффициент наполнения сечения корпуса смесителя (0,28...0,34); d – диаметр лопастей смесителя, м);

v – скорость движения смеси в направлении продольной оси корпуса смесителя, м/с, $v = s \omega$ (s – шаг лопастей, м; ω – частота вращения лопастного вала, с⁻¹).

Растворосмесители

Растворосмесители циклического действия предназначены для приготовления строительных растворов (цементных, известковых, глиняных, гипсовых, шлаковых и сложных) при выполнении каменных, изоляционных, штукатурных, монтажных и кровельных работ и представляют собой машины с принудительным смешиванием компонентов раствора неподвижной емкости горизонтальным или вертикальным лопастным валом

(лопастные смесители) или быстровращающимся лопастным ротором (турбулентные смесители). Передвижные растворосмесители имеют объем готового замеса 30, 65, 125 и 250 л, а стационарные – 400, 800 и 1200 л. Стационарными растворосмесителями комплектуют автоматизированные растворные узлы и заводы.

Передвижные малогабаритные растворосмесители циклического действия (см. рис. 4.1) с объемом готового замеса 30 и 65 л применяют на объектах с небольшой потребностью в растворе (до 2,6...3,0 м³/ч), устанавливают в непосредственной близости от места укладки смеси и перемещают в пределах строительной площадки и рабочего места на колесах. Такие растворосмесители не имеют устройств для дозирования и механической загрузки компонентов. Применение растворосмесителей наиболее рационально для приготовления растворов из сухих смесей при производстве отделочных работ. Малые габариты машин позволяют эксплуатировать их в помещениях.

К циклическим растворосмесителям тарельчатого типа относятся растворосмесители СО-23В, МРБС-100, СР-100 с вертикальным лопастным валом и сменными барабанами-тачками, а также турбулентный высокооборотный растворобетоносмеситель СБ-133А.

Растворосмесители СО-23В, МРБС-100 и СР-100 с объемом готового замеса 65 л выполнены по единой конструктивной схеме и имеют мало различий. Они предназначены для приготовления строительных растворных смесей с подвижностью не менее 5 см, определяемой по ГОСТ 5802–86, и бетонов. К преимуществам смесителей относится большая активность процесса перемешивания, что предотвращает комкование смеси и позволяет готовить гипсовые и известково-гипсовые растворы.

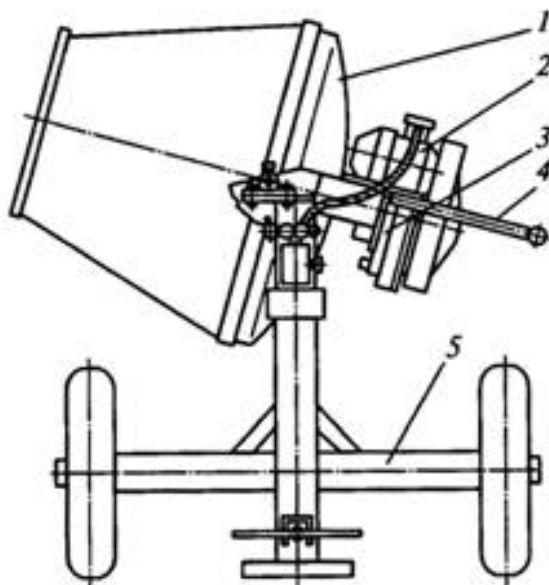


Рис. 4.3. Передвижной малогабаритный растворосмеситель циклического действия: 1 – смесительный барабан; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – механизм поворота (наклона) барабана; 5 – рама с ходовой частью

Циклические смесители принудительного действия лоткового типа выпускают передвижными и стационарными. Передвижные смесители используются как индивидуальные установки на объектах с небольшими объемами работ, предназначены для приготовления различных растворов с крупностью заполнителей до 5 мм.

Растворосмесители непрерывного действия применяют для непрерывного приготовления из сухой растворной смеси кладочной, штукатурной или облицовочной растворной смеси (известковой, цементной, цементно-известковой, известково-гипсовой) подвижностью не ниже 8 см с крупностью частиц до 2,5 мм.

Растворосмесители, работающие на сухих смесях, обеспечивают постоянное качество раствора. Сухие смеси на основе известкового, цементного и гипсового вяжущего централизованно готовят на специализированных заводах и поставляют на строительные площадки в мешках, бункерах, капсулах смесовозами и цементовозами. Такие смесители целесообразно использовать в комплексах для устройства наливных полов, в высокопроизводительных штукатурных агрегатах и станциях, работающих на сухих смесях и обеспечивающих комплексную механизацию по приему сухих смесей, их переработке, перекачиванию готового раствора и его нанесению на обрабатываемую поверхность.

В строительстве нашли широкое применение смеситель Т-100 производительностью 3 м³/ч и две одинаковые по конструкции модели смесителей непрерывного действия: СО-201 (рис. 4.4) производительностью 1,5 м³/ч и СО-211 производительностью 3 м³/ч.

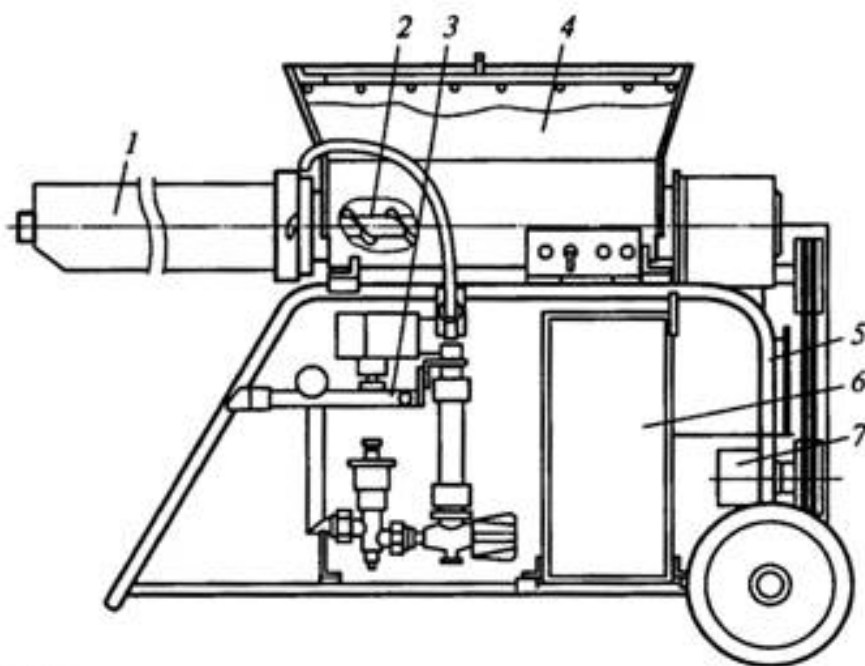


Рис. 4.4. Смеситель СО-201

Каждый смеситель состоит из приемного бункера 4, привода 7, шнека-дозатора 2 с приспособлением для рыхления сухого материала, смесительной цилиндрической камеры (трубы) 1 с выгрузочным окном, лопастного смесительного вала, помещенного в трубе и соединенного со шнеком-дозатором, вододозировочного устройства 3 с регулятором подвижности смеси, прибора для измерения расхода воды, рамы с колесами 5 и электрооборудования 6. Привод шнека-дозатора и лопастного вала осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу.

Принцип действия таких смесителей заключается в следующем: сухая смесь загружается в приемный бункер и шнеком-дозатором подается в смесительную камеру, где смешивается с водой, равномерно подаваемой в емкость через систему дозирования для получения раствора требуемой консистенции. Винтовые лопасти смесителя обеспечивают передвижение смеси вдоль оси смесительной камеры к выгрузочному окну.

При небольших объемах работ смесители используют как самостоятельно действующие машины, их загружают сухой смесью вручную из крафт-мешков. При работе смесителей в комплексе со штукатурными агрегатами и станциями их загрузка осуществляется из силоса с сухой смесью.

Применение растворов смесителей непрерывного действия позволяет автоматизировать технологические процессы строительно-отделочных работ.

Бетоносмесители

Стационарные циклические бетоносмесители принудительного действия предназначены для приготовления жестких и подвижных бетонных смесей и строительных растворов. Материалы смешиваются путем принудительного воздействия на смесь лопастей, сообщая частицам самые разнообразные траектории движения. К преимуществам бетоносмесителей принудительного действия по сравнению с гравитационными относятся высокая активность и качество процесса перемешивания, предотвращение комкования смеси, к недостаткам – сложность конструкции и высокая металлоемкость машин, ограниченное применение крупных заполнителей, значительный износ рабочих поверхностей, большая энергоемкость процесса перемешивания.

Бетоносмесители принудительного действия разделяются на тарельчатые и лотковые. Тарельчатые бетоносмесители – это машины роторного типа с вертикально расположенными валами, лотковые – двухзальные машины с двумя горизонтальными лопастными валами.

Стационарные циклические бетоносмесители роторного (тарельчатого) и лоткового типов используются в качестве встроенного оборудования в технологических линиях на бетонорастворных заводах и установках,

размещаемых в бетоносмесительных цехах заводов сборных железобетонных изделий, предназначены для приготовления бетонных смесей и строительных растворов.

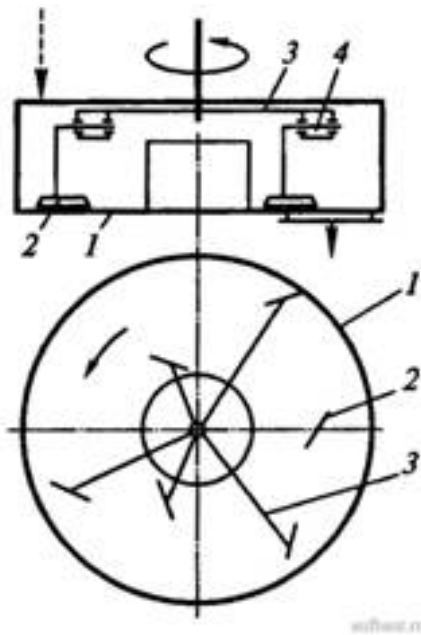


Рис. 4.5. Принципиальная схема циклического роторного бетоносмесителя

В роторном бетоносмесителе (рис. 4.5) компоненты смеси перемешиваются в кольцевом рабочем пространстве неподвижной чаши 1 лопастями 2 ротора 3, вращающегося с частотой $0,5...0,6 \text{ с}^{-1}$. Смешивающие лопасти крепятся к ротору с помощью пружинных (рессорных) амортизаторов 4 на разном удалении от оси его вращения, а их рабочие поверхности расположены под различными углами к траектории своего движения. Такая схема установки лопастей, создающих при своем движении продольные и поперечные потоки смешиваемых компонентов, обеспечивает интенсивное и качественное перемешивание смеси любой консистенции.

Амортизаторы позволяют лопастям поворачиваться при попадании между ними и днищем крупных кусков заполнителя. В смесительном устройстве помимо смешивающих лопастей имеются наружная и внутренняя очистные лопасти, прикрепляемые к ротору жестко. Внутренняя поверхность чаши футерована износостойкой сталью. В донной части чаши имеется разгрузочный люк, перекрываемый затвором с рычажным или пневматическим приводом.

Стационарные циклические гравитационные бетоносмесители применяются на бетонных заводах, централизованно снабжающих товарным бетоном объекты с большим объемом потребления, в бетоносмесительных цехах заводов сборных железобетонных изделий и в бетоносмесительных установках. Они имеют объем готового замеса 500, 1000 и 3000 л, их выполняют с наклоняющимися двухконусными смесительными барабанами и гидравлическим или пневматическим приводом механизма опрокидывания барабана.

У стационарных циклических гравитационных бетоносмесителей загрузка компонентов и выгрузка готовой смеси механизированы и осуществляются при вращающемся барабане.

Бетоносмеситель СБ-91В (рис. 4.6) объемом готового замеса 500 л предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей и используется в бетоносмесительных установках производительностью до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Бетоносмеситель состоит из рамы 4, смесительного барабана 2, траверсы 7,

приводных механизмов вращения 6 и опрокидывания 5 смесительного барабана, электрооборудования, аппаратуры пуска, защиты и управления. Траверса со смесительным барабаном опирается на две стойки 3 рамы, в одной из которых смонтирован гидравлический механизм (гидроцилиндр с рычагом) опрокидывания смесительного барабана при разгрузке. Гидроцилиндром, соединенным с одной из цапф 1 траверсы, через рычаг осуществляется поворот траверсы вместе со смесительным барабаном при переводе барабана из положения приготовления смеси в положение выгрузки и обратно. На внутренней поверхности конусов смесительного барабана, облицованных футеровкой, закреплено шесть смешивающих лопастей. Вращение барабану с частотой 18 мин^{-1} сообщается от электродвигателя через цилиндрический двухступенчатый редуктор. Гидропривод механизма опрокидывания барабана состоит из масляного бака, гидронасоса, гидрораспределителя, фильтра, клапанной аппаратуры и соединительных трубопроводов.

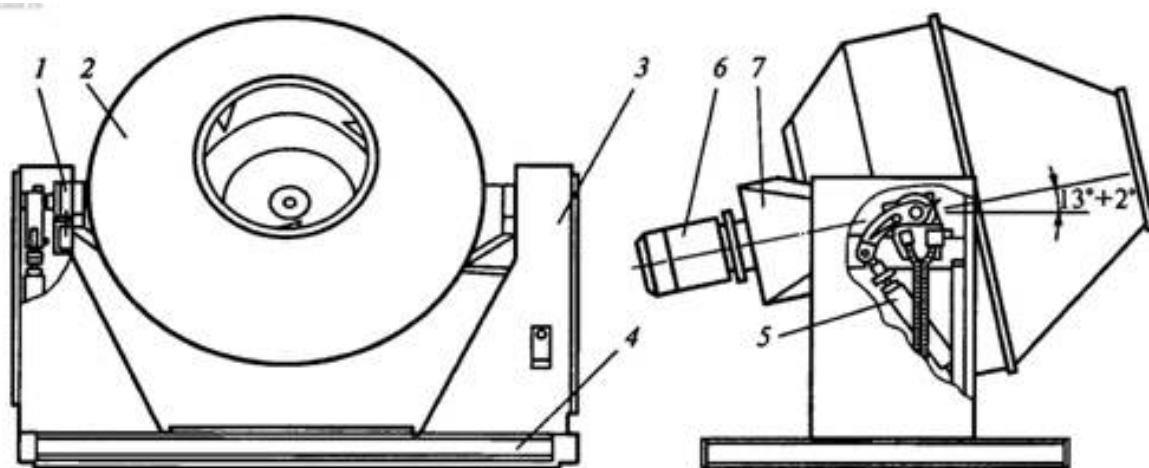


Рис. 4.6. Смеситель СБ-91В

Бетоносмеситель СБ-153А (рис. 4.7) объемом готового замеса 1000 л предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей с крупностью заполнителя до 120 мм и используется в технологических линиях заводов сборного железобетона, бетонных заводов и в бетоносмесительных установках. Бетоносмеситель состоит из рамы 1 с двумя опорными стойками смесительного барабана 2, траверсы 3, механизма

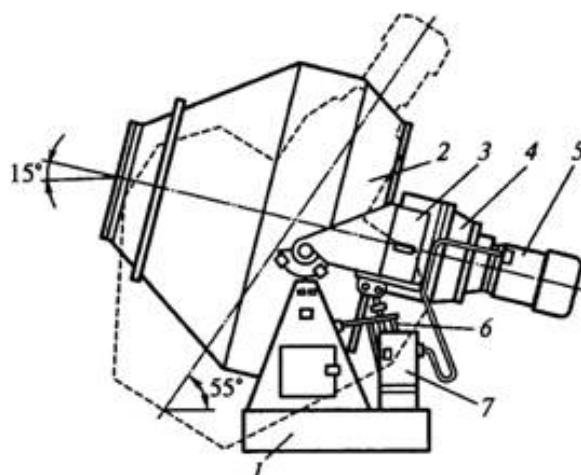


Рис. 4.7. Смеситель СБ-153А

вращения и опрокидывания барабана, электрооборудования и шкафа управления 7.

Опрокидывание смесительного барабана при выгрузке готовой смеси, его возврат и фиксацию в положении загрузки обеспечивает пневматический привод, состоящий из двух пневмоцилиндров 6, приборов воздухо-распределения, влагомаслоотделителя, соединительных трубопроводов и глушителя. Питание пневмопривода сжатым воздухом под давлением 0,4...0,6 МПа осуществляется от воздушной магистрали цеха или завода.

Машины и оборудование для транспортирования бетонных и растворных смесей

Для транспортирования товарных бетонных и растворных смесей на расстояния более 1 км от смесительных установок и заводов на строительные объекты применяют специализированные автотранспортные средства на базе шасси грузовых автомобилей – авторастворовозы, автобетоносмесители и автобетоновозы, оснащенные технологическим оборудованием для предотвращения потерь и сохранения качества смесей в пути следования. В некоторых случаях жесткие смеси перевозят в специально оборудованных автосамосвалах. На крупных стройках смеси перевозят в бункерах, бадах, контейнерах, установленных в кузовах автомобилей или на железнодорожных платформах. Транспортирование смесей к месту укладки на небольшие расстояния во внутрипостроечных условиях осуществляется наиболее эффективно средствами трубного транспорта – бетоно- и растворонасосами, бетоно- и растворонагнетателями. При транспортировании по трубам обеспечивается непрерывность перемещения смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях, сохраняется качество смеси и сводятся к минимуму ее потери. Трубный транспорт позволяет доставлять смеси в труднодоступные места и вести работы по их укладке в стеснённых условиях.

На качество смесей, перевозимых специализированным автотранспортом, влияют продолжительность перевозки, температура смеси и окружающей среды, состояние дорожного покрытия.

Авторастворовозы

Авторастворовозы (рис. 4.8) применяют для транспортирования со скоростью до 65 км/ч качественных строительных растворов различной подвижности (5...13 см) с механическим побуждением в пути следования и порционной выдачей смеси на строительных объектах в приемные емкости растворонасосов, штукатурных агрегатов и станций, промежуточные расходные бункера и бады. Перемешивание раствора в пути следования

обеспечивается шнековыми или лопастными побудителями, порционная выдача раствора – шиберными заслонками. Побудители и отсекатели имеют гидравлический привод. Авторастворовозы оборудуются бортовым устройством промыва цистерны водой, подогреваемой выхлопными газами, что облегчает уход за цистерной и препятствует нарастанию скелетного остатка на ее стенках. Они работают при температуре окружающей среды $-20...+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

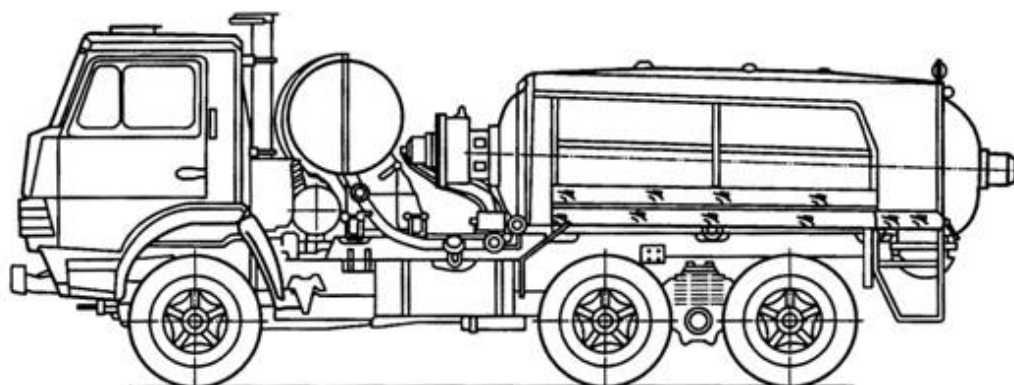


Рис. 4.8. Авторастворовоз

Главным параметром авторастворовозов является полезная вместимость цистерны, или объем перевозимой смеси (м^3).

Авторастворовоз 581430 предназначен для перевозки, побуждения и порционной выдачи строительных растворов различных марок и консистенций на строительных площадках. В процессе доставки сохраняются физико-механические свойства строительной смеси.

В комплект оборудования входит горизонтально установленная цистерна полезной вместимостью $2,2\text{ м}^3$ с развернутой верхней образующей, внутри которой имеется одновальный лопастной побудитель со спиралеобразной лопастью (рис. 4.9) для перемешивания раствора во избежание его расслаивания при транспортировке. Раствор загружается в цистерну сверху при открытых откидных двустворчатых крышках. Разгружается раствор через разгрузочное устройство, снабженное пневмоуправляемой шиберной заслонкой и разгрузочными лотками. К разгрузочному устройству шарнирно прикреплен дополнительный поворотный лоток.

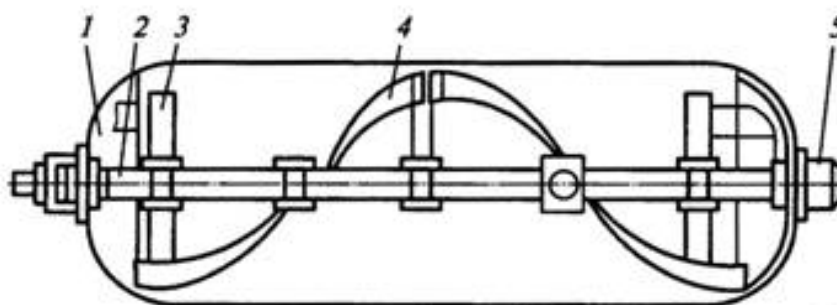


Рис. 4.9. Цистерна с побудителем авторастворовоза 581430:
1 – цистерна; 2 – лопастной вал (побудитель); 3 – стойка; 4 – лопасть; 5 – подшипник

Лопастной вал побудителя приводится во вращение с частотой 5...15 мин⁻¹ от гидромотора через закрытую зубчатую передачу. Привод насоса гидросистемы осуществляется от двигателя базовой машины через коробку отбора мощности. При вращении вала побудителя по часовой стрелке осуществляется побуждение растворной смеси, предупреждающее ее расслаивание. При вращении в обратную сторону побудитель обеспечивает подачу растворной смеси к разгрузочному устройству.

Управляют работой побудителя с помощью гидрораспределителей как с панели управления, так и из кабины водителя.

Механическая система разгрузки цистерны с управляемой шиберной заслонкой позволяет выдавать раствор порциями и за один рейс машины обслуживать несколько строительных объектов.

Автосмесевозы

Автосмесевозы предназначены для доставки силосов с сухими строительными смесями на строительные объекты и самостоятельной погрузки-выгрузки силосов. Кроме силосов на базовые шасси могут быстро (за 10...15 мин) устанавливаться другие сменные модули: цистерны, контейнеровозы, самосвальное оборудование и т. п.

Конструкция автосмесевоза позволяет самостоятельно манипулировать спуском-подъемом как пустых, так и груженных силосов; смесевоз обслуживается одним водителем-оператором.

В состав автосмесевоза входит комбилифт на базе шасси КамАЗ-6520 с прицепом, на который устанавливаются силосы объемом 6...22,5 м³.

Применение сухих смесей имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями строительства, а именно: смеси узкоспециализированы, т.е. каждая смесь предназначена для определенного вида работ (заливка полов, штукатурка, кирпичная кладка и т.д.) и имеет соответствующие добавки, что повышает качество выполняемых работ; готовые сухие строительные смеси могут длительное время храниться в силосах на строительных площадках в неизменном виде и вырабатываться по необходимости; силосы обеспечивают сохранность сухих строительных смесей при транспортировке и хранении на заводах, базах и строительных площадках, а дополнительные устройства позволяют дозировать и непрерывно подавать сухие строительные смеси к месту приготовления и использования готовых строительных смесей.

Схема работы автосмесевоза показана на рис. 4.10. Наиболее эффективна работа автосмесевоза при использовании его с дополнительным навесным оборудованием, включающим универсальную штукатурную машину для готовой штукатурки, пневматическую транспортную установку для всех видов раствора, смеситель непрерывного действия.

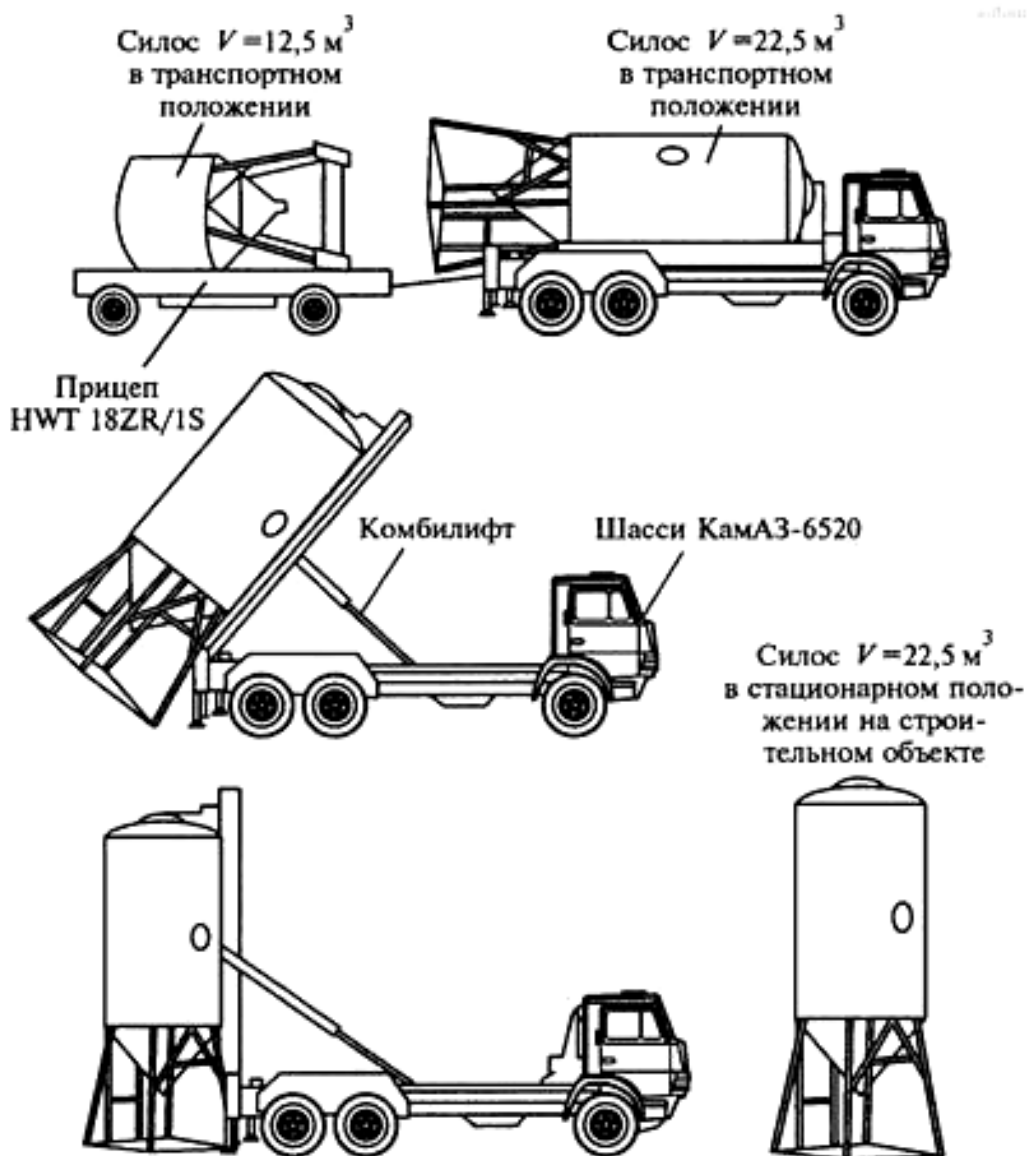


Рис. 4.10. Схема рабочего цикла автосмесевоза

Автобетоносмесители

Автобетоносмесители применяют для приготовления бетонной смеси в пути следования от питающих отдозированными сухими компонентами специализированных установок к месту укладки, для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительном объекте, а также для транспортирования готовой качественной смеси с побуждением ее при перевозке. Они представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с грушевидным смесительным барабаном, установленные на шасси грузовых автомобилей, на специальных шасси автомобильного типа или на полуприцепах, агрегируемых с трехосными тягачами.

Смесительные барабаны имеют постоянный угол наклона оси (10...15°) к горизонту. Внутри смесительных барабанов установлены двухзаходные винтовые лопасти, обеспечивающие загрузку и перемешивание бетонной смеси при вращении барабана в одну сторону и выгрузку готовой смеси при вращении барабана в обратном направлении (реверсе).

Для загрузки смесительного барабана компонентами смеси или бетонной смесью, а также выгрузки смеси из смесительного барабана на место укладки автобетоносмесители оборудуются лотковыми загрузочно-погрузочными устройствами. Для обеспечения технологического процесса приготовления бетонной смеси из сухих компонентов, предварительно загруженных в смесительный барабан, а также для промывки барабана и узлов автобетоносмесителя от остатков бетонной смеси автобетоносмеситель снабжен системой водопитания с баками для воды, аппаратурой для подачи воды под давлением и ее дозирования.

Технологическое оборудование отечественных автобетоносмесителей имеет мало различий и максимально унифицировано. Автобетоносмесители способны работать при температуре окружающего воздуха $-30^{\circ}...+40^{\circ}$ °С. Максимальная скорость загруженных автобетосмесителей при движении по дорогам в технологическом режиме составляет не более 60 км/ч.

Главным параметром автобетоносмесителей является вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси (м^3).

Автобетоносмеситель 581412 (рис. 4.11) с объемом готового замеса 5 м^3 смонтирован на шасси 1 грузового автомобиля КамАЗ-55111. Рабочее оборудование автобетоносмесителя включает раму 9, смесительный барабан 4 с загрузочно-разгрузочным устройством, механизм 3 вращения барабана, дозировочно-промывочный бак 2, водяной центробежный насос, систему управления оборудованием с рычагами 10, 12 и контрольно-измерительные приборы 11. Смесительный барабан имеет три опорные точки и наклонен к горизонту под углом 15° . Загрузочно-разгрузочное устройство состоит из загрузочной 5 и разгрузочной 6 воронок, складного лотка 7 переменной длины и поворотного устройства 8. Лоток может поворачиваться при разгрузке в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости на угол до 60° .

Техническая часовая производительность автобетоносмесителя, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$P_T = 60Vk_{об}k_{вых}/T_{ц},$$

где V – вместимость барабана, м^3 ;

$k_{об}$ – коэффициент использования геометрического объема, представляющего собой отношение объема сухих составляющих, загружаемых в барабан, к геометрическому его объему;

$k_{вых}$ – коэффициент, характеризующий выход смеси и определяемый отношением ее объема к объему сухих составляющих (при перевозке автобетоносмесителем готовой бетонной смеси $k_{вых} = 1$);

$T_{ц}$ – продолжительность цикла автобетоносмесителя, мин,

$$T_{ц} = \frac{60L(v_{гр} + v_{пор})}{v_{гр}v_{пор}} + t_{в} + t_{р} + t_{п};$$

здесь L – дальность перевозки смеси, км;

$v_{гр}$ и $v_{пор}$ – скорость движения автобетоносмесителя в груженом и порожнем состояниях, км/ч;

t_3 – продолжительность загрузки барабана сухими составляющими, мин;

$t_{р}$ и $t_{п}$ – продолжительность разгрузочных и промывочных операций, мин.

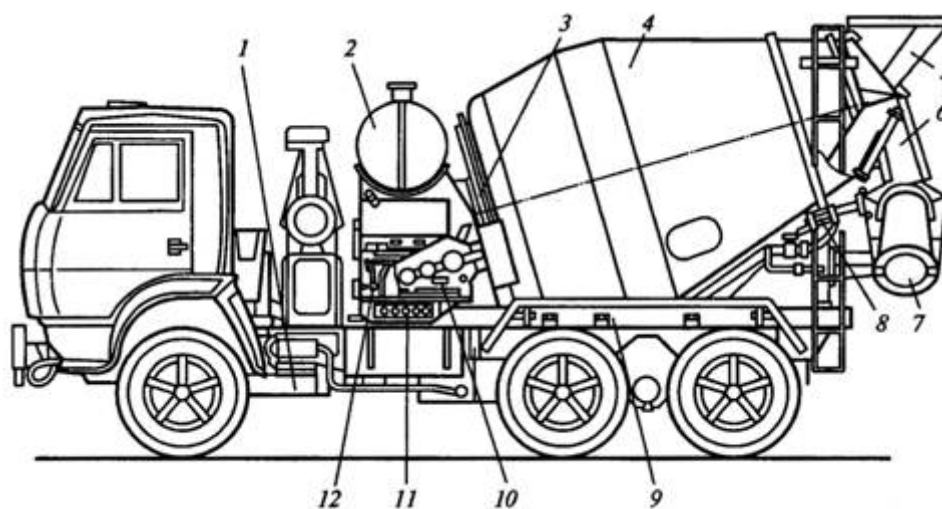


Рис. 4.11. Автобетоносмеситель 581412

Автобетоносмесители на полуприцепе представляют собой модифицированный вид автобетоносмесителей, которые позволяют транспортировать и готовить бетонную смесь в пути следования или по прибытии на строительный объект.

Технологическое оборудование автобетоносмесителей (рис. 4.12) смонтировано на полуприцепе ЧМ ЗАП-8001, соединяемом сцепным устройством с трехосными седельными тягачами различных моделей: КамАЗ, МАЗ, «Татра», «Ивеко», «Мерседес-Бенц».

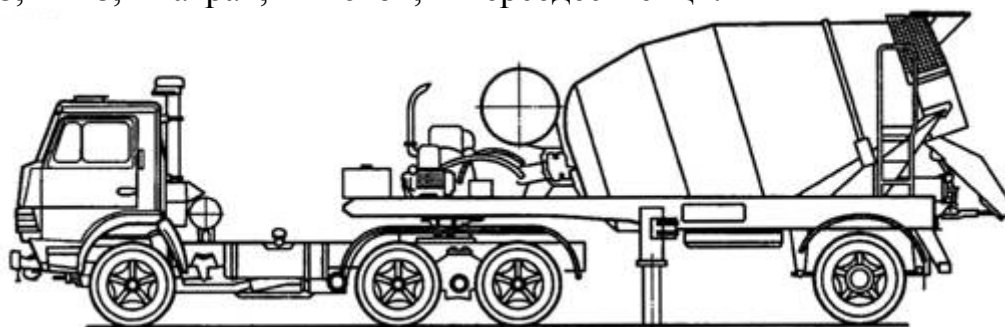


Рис. 4.12. Автобетоносмеситель на полуприцепе

Полуприцеп имеет две выносные опоры, на которых размещается бетоносмеситель по прибытии автопоезда на строительный объект до тех пор, пока автотягач не доставит очередной загруженный полуприцеп и не заберет для загрузки освободившийся.

Автобетононасосы

Автобетононасосы предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6...12 см в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона. Они представляют собой самоходные мобильные бетонотранспортные машины, состоящие из базового автошасси, бетононасоса с гидравлическим приводом и шарнирно сочлененной стрелы с бетоноводом для распределения бетонной смеси в зоне действия стрелы во всех ее пространственных положениях. Отечественные автобетононасосы конструктивно подобны и оборудуются двухцилиндровыми гидравлическими поршневыми бетононасосами.

Бетононасос (рис. 4.13) состоит из двух бетонотранспортных цилиндров 6, поршни которых получают синхронное движение во взаимно противоположных направлениях от индивидуальных рабочих гидроцилиндров 10, осуществляя попеременно такт всасывания смеси из приемной воронки 3 и такт нагнетания ее в бетоновод 1. Движение поршней согласовано с работой поворотного бетонораспределительного устройства 2, поворот которого на определенный угол осуществляется с помощью двух гидроцилиндров 12. Когда в одном из бетонотранспортных цилиндров бетонная смесь всасывается из воронки, во втором через поворотную трубу распределительного устройства смесь нагнетается в бетоновод.

В конце хода нагнетания распределительное устройство изменяет свое положение одновременно с переключением хода приводных гидроцилиндров с помощью следящей системы.

Приемная воронка оборудована в верхней части решеткой 4, в нижней – лопастным побудителем с приводом 11.

Бетонотранспортные цилиндры помещены в корпус 5, имеющий резервуар 8 для промывочной воды и сообщающийся со штоковыми полостями бетонотранспортных цилиндров. При замене промывочную воду сливают через спускное отверстие, перекрываемое крышкой с рукояткой 7. Бетононасос снабжен электрогидравлическим блоком управления 9.

Гидравлический привод обеспечивает более равномерное движение смеси в бетоноводе, предохраняет узлы насоса от перегрузок и позволяет в широком диапазоне регулировать рабочее давление и производительность машины. Двухпоршневые бетононасосы с гидравлическим приводом обеспечивают диапазон регулирования объемной подачи 5...65 м³/ч при максимальной дальности подачи до 400 м по горизонтали и до 80 м по вертикали.

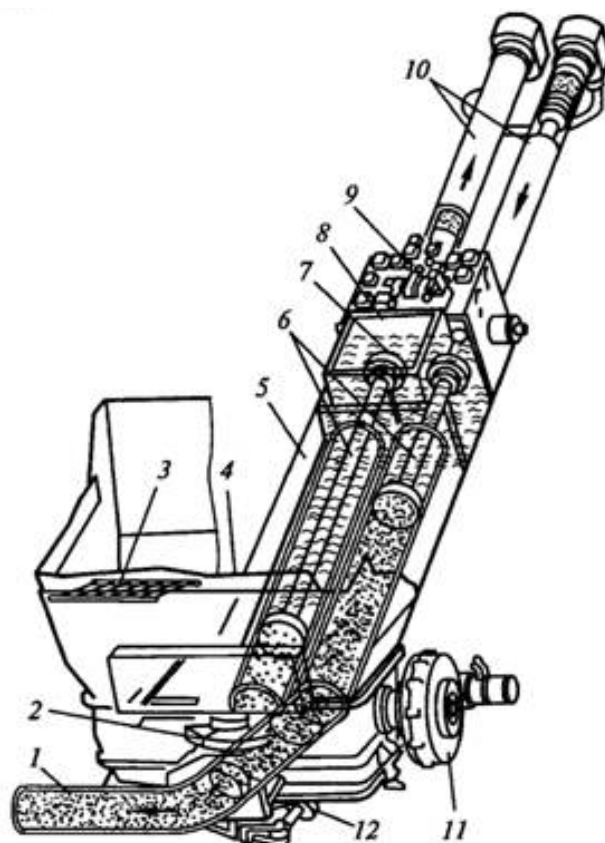


Рис. 4.13. Бетононасос

Техническая производительность, м³/ч, поршневых бетононасосов

$$P_T = 3600 A l n k_n,$$

где A – площадь поперечного сечения поршня, м²;

l – длина хода поршня, м;

n – число двойных ходов поршня, с⁻¹;

k_n – коэффициент наполнения смесью бетонотранспортного цилиндра (0,8...0,9).

Главным параметром автобетононасосов является объемная подача (производительность) в м³/ч.

Автобетононасос (рис. 4.14) подает товарный бетон в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки с помощью распределительной стрелы 4 с бетоноводом 9 или инвентарного бетоновода. Распределительная стрела состоит из трех шарнирно сочлененных секций, движение которым в вертикальной плоскости сообщается гидроцилиндром двустороннего действия 5, 7 и 11. Стрела монтируется на поворотной колонне 3, опирающейся на раму 15 шасси 1 через опорно-поворотное устройство 2, поворачивается в плане на 360° гидравлическим поворотным механизмом и имеет радиус действия до 19 м. На шасси также монтируются гидробак 6 и бак для воды 10. Прикрепленный к стреле шарнирно сочлененный секционный бетоновод 9 заканчивается гибким шлангом 3.

Бетонная смесь подается в приемную воронку 14 бетононасоса 8 из автобетоносмесителя или автобетоновоза. При работе автобетононасос опирается на выносные гидравлические опоры 16. Автобетононасосы имеют переносной пульт дистанционного управления движениями стрелы, расходом бетонной смеси и включением-выключением бетононасоса, что позволяет машинисту находиться вблизи места укладки смеси.

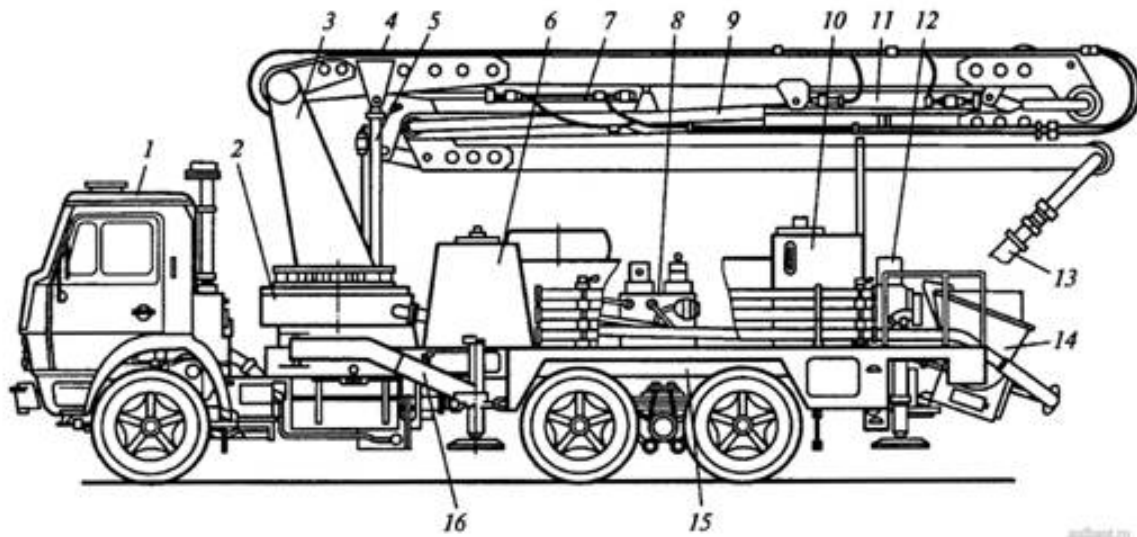


Рис. 4.14. Автобетононасос

Требования, предъявляемые к машинам для транспортировки бетонных и растворных смесей

Машины для транспортировки бетонных и растворных смесей должны удовлетворять определенным требованиям.

Смесь должна быть защищена от попадания в нее атмосферных осадков, замораживания и высушивания.

При транспортировании нельзя допускать расслаивания смеси и потерь, особенно самых ценных ее компонентов – цементного молока или теста.

Продолжительность доставки смесей не должна превышать: 1,5 ч – при температуре окружающего воздуха 20-25 °С и 2 ч – при температуре 5...9 °С.

При доставке смесей необходимо максимально сокращать количество перегрузок.

Высота разгрузки смеси не более 2 м.

Во избежание расслаивания нельзя перевозить смеси без побуждения в пути на расстояние: свыше 10 км – по хорошим и 2 км – по плохим дорогам.

При подаче смесей по трубам и шлангам насосное оборудование должно создавать наименьшую пульсацию давления, так как это явление также способствует расслоению смесей.

Выполнение вышеперечисленных требований предопределяет выбор соответствующих машин для транспортирования смесей в конкретных условиях.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию бетоносмесителей по способу смешивания.
2. Из каких конструктивных элементов состоит смесительная машина?
3. Какой параметр является основным для бетоносмесителей непрерывного действия?
4. Устройство и принцип работы стационарных циклических бетоносмесителей принудительного действия.
5. Требования, предъявляемые к машинам для транспортировки бетонных и растворных смесей.
6. Конструкция автосмесевоза.
7. Как различают машины по принципу смешивания компонентов?

Тема 5. МАШИНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА

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

Все системы буровых машин подразделяются на так называемые ударные и вращательные: первые приводятся в движение посредством сжатого воздуха, а вторые – посредством напора воды, почему и называются пневматическими и гидравлическими. Машины первого рода выбивают породу кусками, а второго рода – цилиндрической стальной пилой высверливают цилиндрики буримой породы, которые без особых приспособлений переламываются и крошатся во время работы. Существует еще один род машин (perforateur), которые сверлят сразу отверстия большого диаметра, от 1,83 м до 6,1 м, и известны под названием «Beaumont», от имени изобретателя, английского инженера Бомона.

Щитовая машина представляет собой стальную трубу, оканчивающуюся резцом и закрывающую спереди стальным щитом забойное место штольни. Длина такой трубы бывает различна и зависит от диаметра: от 1,6 до 2,2 м. Диаметр трубы бывает в 1,83 и 3,05 м, а для прорытия туннеля под Гудзоном диаметр щитовой машины был в 20 футов и давление, воздействующее на нее гидравлическими прессами, равнялось 240 т.

Машины этого рода имеют видимое преимущество перед описанными выше, так как полностью устраняют необходимость употребления взрывчатых веществ, представляющих столь большую опасность для рабочих, и обеспечивают возможность более легкого устройства вентиляции и вполне работу от заливания водой, вследствие встречи ключей или просачивания грунта.

Ударная бурильная машина выполняет различных движений:

- удар;
- обратный ход ударного стержня;
- его поворот;
- поступательное движение его вперед по мере углубления отверстия;
- передвижение самой машины вперед;
- ее отодвигание назад.

Первое и второе движения выполняются регулировкой поршней, третье движение осуществляется с помощью спиральной дорожки, выделанной на поверхности стержня, которой движется стержень по неподвижному шипу, укрепленному в раме машины; четвертое происходит вследствие совпадения длины поршневого цилиндра машины с длиной передвижения всей машины; пятое и шестое движения производятся руками.

Всякая вращательная буровая машина должна выполнять два действия: передвигать вперед буровой стержень с зубчатым стальным наконечником,

поворачивать его. Первое действие производится особым механизмом, а второе – с помощью двух водостолбовых машин, приводящих в движение бесконечный винт, поворачивающий стержень посредством зубчатого колеса, соединенного со стержнем наглухо.

Основные понятия

Самоходные бурильно-крановые машины широко применяют в городском строительстве при устройстве свайных оснований зданий и сооружений, опор мостов, трубопроводов, линий электроснабжения и связи, колодцев, ограждений, а также при обустройстве дорог, при посадке деревьев и кустарников. Они представляют собой совместно действующее бурильное и специальное крановое оборудование, которое смонтировано на шасси серийных автомобилей и тракторов и привод которого осуществляется от двигателя базовой машины или самостоятельной силовой установки. Бурильным оборудованием проходят способом механического вращательного бурения вертикальные и наклонные скважины в талых и сезонно промерзающих грунтах, а специальным крановым – устанавливают в пробуренные скважины сваи, столбы, железобетонные опоры, блоки колодезных облицовок и другие элементы.

По типу базовой машины бурильно-крановые машины разделяют на автомобильные и тракторные; по принципу действия бурильного оборудования – на машины циклического и непрерывного действия;

по типу привода бурильного и кранового оборудования различают машины с механическим, гидравлическим и смешанным (гидромеханическим) приводами;

по виду исполнения бурильно-кранового оборудования – на машины с совмещенным (бурильное и крановое оборудование смонтировано на одной мачте) и раздельным (бурильное оборудование смонтировано на мачте, крановое – на стреле) оборудованием;

по возможности поворота рабочего оборудования в плане машины разделяют на неповоротные и поворотные;

по расположению рабочего оборудования на базовом шасси – с задним и боковым расположением у неповоротных машин, на поворотной платформе – у поворотных.

Главный параметр бурильно-крановых машин – максимальная глубина разбуриваемой скважины (м). К основным параметрам относятся: диаметр бурения (скважины), угол бурения (угол наклона оси скважины к горизонту), грузоподъемность кранового оборудования.

В качестве сменного бурильного инструмента бурильно-крановых машин используются лопастные, кольцевые и шнековые буры, закрепляемые

на конце бурильной штанги, которой сообщаются крутящий момент и усилие подачи.

Лопастной бур (рис. 5.1, а) состоит из корпуса 1 с двумя копающими лопастями в виде двухзаходного винта, забурника 5 и заслонки 2.

Лопастни оснащены сменными резцами 4, разрыхляющими грунт и установленными в резцедержателях 3. Забурник, расположенный на конце бурильной головки, задает буру направление и удерживает его на оси бурения. Заслонки препятствуют просыпке грунта при выемке грунта из скважины. Бур крепится к нижнему концу бурильной штанги с помощью пальца. Шнековый (винтовой) бур (рис. 5.1, б) представляет собой трубчатый остов 9 с винтовыми транспортирующими грунт спиралями в виде сплошной ленты 10. Шнек имеет хвостовик 11 для крепления на конце бурильной штанги. К шнеку крепится сменная бурильная головка 8 с резцами 7 и забурником 6.

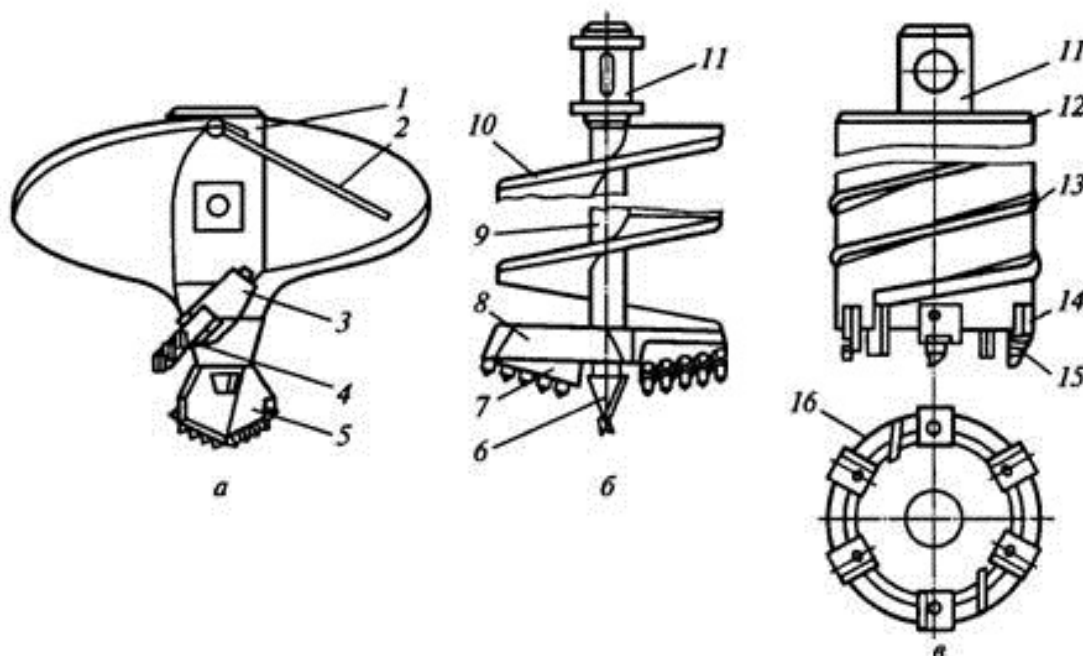


Рис. 5.1. Буры бурильно-крановых машин

Кольцевой бур (рис. 5.1, в) разрушает грунт по периферии и формирует кольцевую щель, отделяющую керн от массива. Бур состоит из корпуса 12 в виде трубы, на нижней торцевой части которой равномерно расположены кулачки 14 с резцами 15. Поверхность корпуса бура снабжена винтовыми лопастями 13, транспортирующими разрушенный грунт (породу) из кольцевой щели на дневную поверхность. Две отклоняющие планки 16 отбрасывают разрушенный грунт к наружной стенке кольцевой щели.

При бурении скважин в мерзлых грунтах применяют резцы и забурники, армированные твердосплавными пластинками. Бурение скважин осуществляется при вращении бурильного инструмента с одновременным

его движением вниз. В процессе бурения скважина необходимой глубины образуется за несколько повторяющихся циклов, каждый из которых включает последовательно выполняемые операции бурения, подъема бурильного инструмента на дневную поверхность, его разгрузки и возврата в забой.

Для бурения скважин различных диаметров каждая бурильно-крановая машина комплектуется набором сменного бурильного инструмента.

Бурильно-крановая машина

Бурильно-крановая машина БKM-1501А (рис. 5.2) с поворотным в плане рабочим оборудованием смонтирована на шасси автомобиля КРАЗ-65101 и предназначена для бурения скважин диаметром 0,63 м на глубину до 15 м в талых мерзлых грунтах. На раме базовой машины 3 смонтированы насосная станция, выносные гидрорегулируемые опоры 13 и опорная стойка 2 мачты. На поворотной платформе 8 с роликовым опорно-поворотным устройством 14 размещены бурильно-крановое оборудование, лебедка 5 спускоподъемного механизма, гидравлический механизм 6 подъема-опускания мачты, механизм 7 поворота платформы, указатель 12 центра скважины и кабина оператора 10. Поворотное в плане рабочее оборудование обеспечивает быструю его наводку на точку бурения и возможность бурения нескольких скважин с одной позиции мачты, что существенно повышает ее производительность. Буровое оборудование машины включает шарнирно закрепленную на поворотной платформе мачту 1, на которой смонтированы вращатель 9, штанга со сменным буровым инструментом – шнековым буром 11 и гидравлический механизм подачи бурового инструмента на забой и извлечения его из скважины. Подъем мачты в вертикальное (рабочее) и опускание ее в горизонтальное (транспортное) положения относительно оси поворота производятся двумя гидроцилиндрами 7.

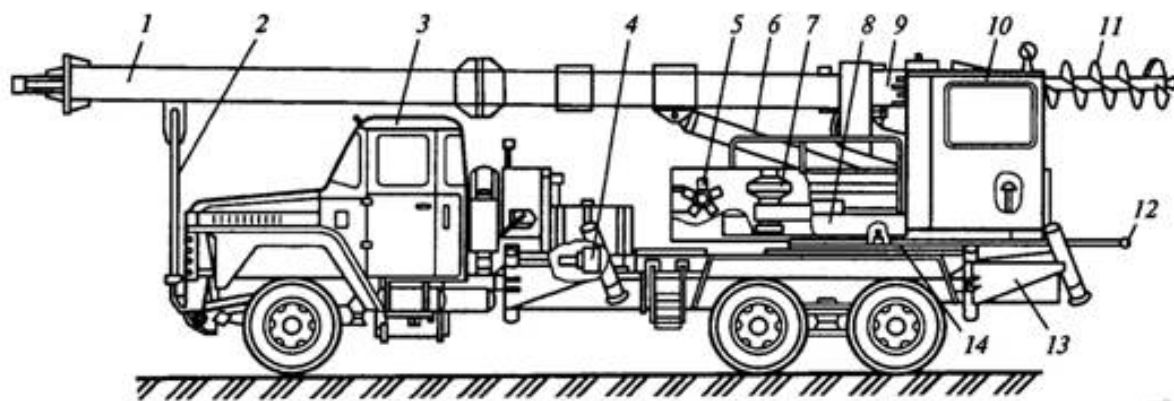


Рис. 5.2. Бурильно-крановая машина БKM-1501А

На рис. 5.3 показана кинематическая схема бурильно-кранового оборудования машины БКМ-1501А. Телескопическая штанга 10, на нижнем конце которой крепится сменный шнековый бур 11, пропущена через вращатель и шарнирно соединена с вертлюгом 6. Она служит для направленного перемещения штанги. Вертлюг подвешен на канате, сходящем с барабана 3. Вращатель обеспечивает вращение штанги от двух гидромоторов 5 через двухскоростной одноступенчатый редуктор 9.

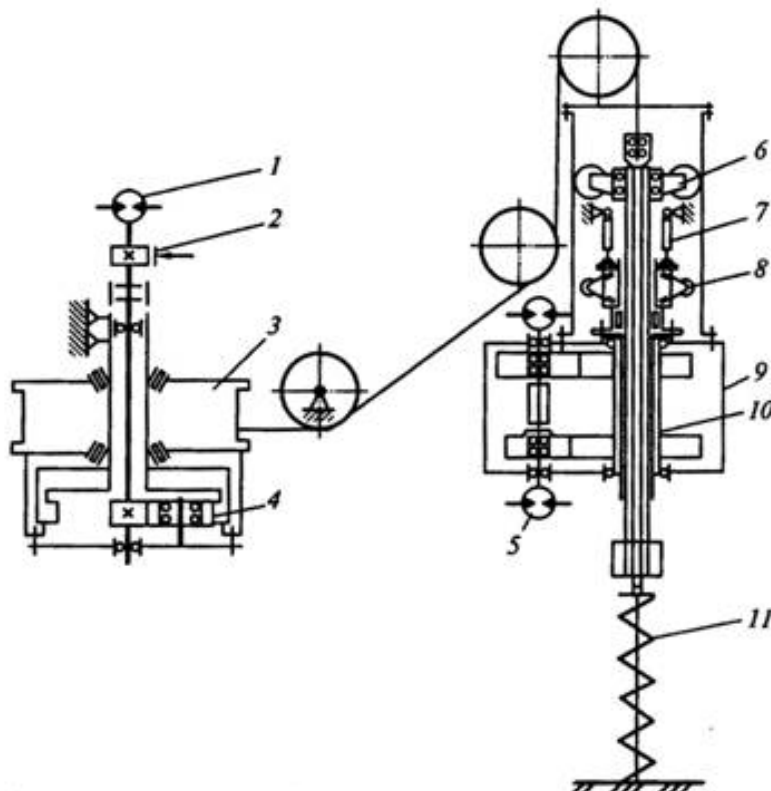


Рис. 5.3. Кинематическая схема бурильно-кранового оборудования машины БКМ-1501А

Принудительная подача бурового инструмента в забой производится гидравлическим механизмом зажима и подачи штанги, основным узлом которого является патрон 8, подвешенный к штокам двух гидроцилиндров 7. В процессе бурения патрон зажимает штангу, а гидроцилиндры подают ее в забой. Скорости подачи и вращения бура меняются с помощью гидравлического привода бесступенчато в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого грунта.

Подъем-опускание штанги с буровым инструментом при бурении скважин и выемке грунта обеспечиваются однобарабанной лебедкой, привод барабана 3 которой осуществляется от высокомоментного гидромотора 1 через одноступенчатый планетарный редуктор 4. Лебедка оснащена ленточным тормозом 2.

Поворот платформы с бурильно-крановым оборудованием в плане обеспечивается механизмом поворота, включающим высокомоментный гидромотор, ленточный тормоз и одноступенчатый зубчатый редуктор, на выходном валу которого закреплена поворотная шестерня, входящая в зацепление с зубчатым венцом опорно-поворотного круга.

При бурении скважин машина опирается на выносные опоры, каждая из которых снабжена опорным гидродомкратом и гидроцилиндром поворота опоры.

Гидромоторы лебедки, вращателя и механизма поворота, гидроцилиндры подъема-опускания мачты, механизма подачи бурового инструмента, выносных опор и переключения передач вращателя обслуживаются тремя гидронасосами насосной станции, привод которых осуществляется от раздаточной коробки базовой машины через карданный вал и одноступенчатый редуктор. Включение привода насосной станции осуществляется из кабины автомобиля, а управление процессом бурения и установки машины – из кабины машиниста.

Бурильная машина БМ-2501-1

Бурильная машина БМ-2501-1 (рис. 5.4) предназначена для бурения вертикальных скважин под защитой обсадных труб диаметром 0,62; 0,75; 0,88; 1,0; 1,18 м и глубиной до 30 м в слабых и обводненных грунтах, а также в немерзлых устойчивых грунтах I-IV категорий. БМ-2501-1 используется при сооружении буронабивных и буросекущих свай, возводимых в качестве фундаментов и стен в грунте промышленных и транспортных сооружений, в том числе пойменных и русловых опор мостов, несущих подпорных стенок и т. п.

Бурильная машина включает мачту 2, телескопическую штангу 6, лебедку 1, гидромеханический вращатель 8, обеспечивающий две скорости вращения бура (8; 30 мин⁻¹), комплект бурильного инструмента, обсадное оборудование 11, гидроцилиндры подъема-опускания мачты и перемещения вращателя. В комплект бурильного инструмента входят винтовой бур 9, а также бур ковшовый, бур ковшовый скальный, бур винтовой скальный, грейфер штанговый, долото ударное, расширитель, которые значительно увеличивают возможности машины. Ударное долото и грейфер делают возможным преодоление каменистых прослоек.

Мачта 2 с оголовком 4 шарнирно крепится в проушинах поворотной платформы и переводится из транспортного положения в рабочее и обратно с помощью гидроцилиндров 10. Положение оголовка с отводными блоками 5 регулируется канатом 3. Подача вращателя с бурильным инструментом на забой осуществляется с помощью длинноходового цилиндра 7 (ход подачи 4,7 м). Усилие подачи бурильного инструмента составляет

250 кН, извлечения – 90 кН. Скорость подъема-опускания бурильного инструмента не менее 40 м/мин. Вращатель можно также применять для задавливания обсадных труб без использования обсадного стола, при этом усилие погружения и извлечения обсадных труб вращателем достигает 250...280 кН, с обсадным столом усилие увеличивается до 640 кН.

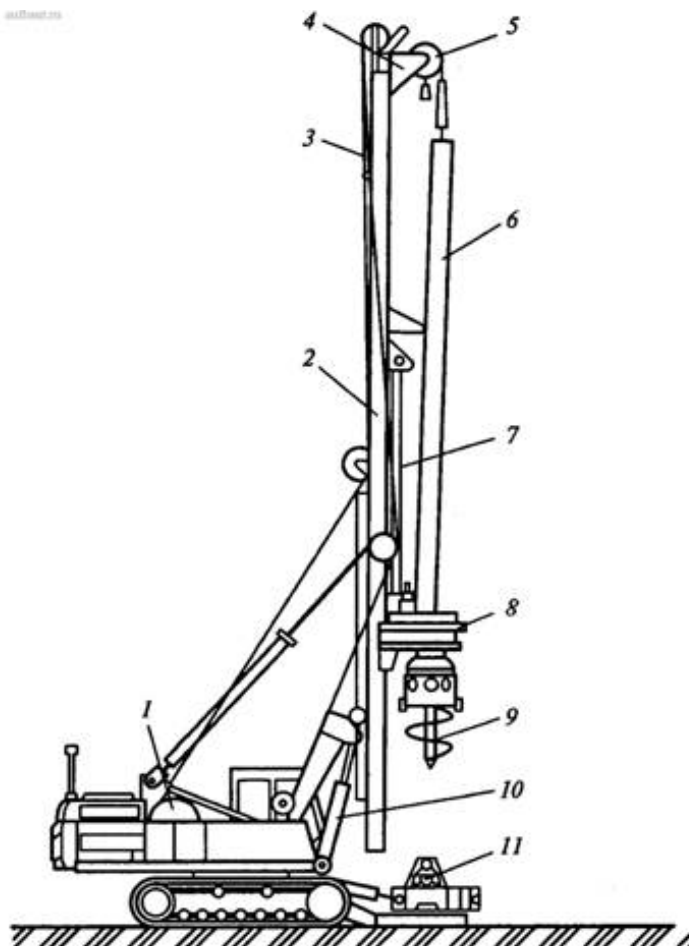


Рис. 5.4. Бурильная машина ЮМ-2501-1

На БМ-2501 -1 используется система нивелировки мачты в продольной и поперечной плоскостях в пределах $\pm 5^\circ$, что значительно снижает требования к рабочей площадке и исключает необходимость переставлять машину в случае незначительной просадки грунта или плит под ней.

Бурильная машина может эксплуатироваться в районах с умеренным климатом в интервале температур окружающей среды $-40 \dots + 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Бульдозеры

Бульдозеры представляют собой навесное оборудование на базовый гусеничный или пневмоколесный трактор (двухосный колесный тягач), включающее отвал с ножами, толкающее устройство в виде брусьев или рамы и систему управления отвалом.

Наиболее распространены бульдозеры с неповоротным отвалом, с поворотным отвалом, бульдозеры-рыхлители, а также бульдозеры-погрузчики.

Бульдозеры с неповоротными отвалами бывают с жесткими (рис. 5.5, а) и шарнирными (рис. 5.5, б) толкающими брусьями.

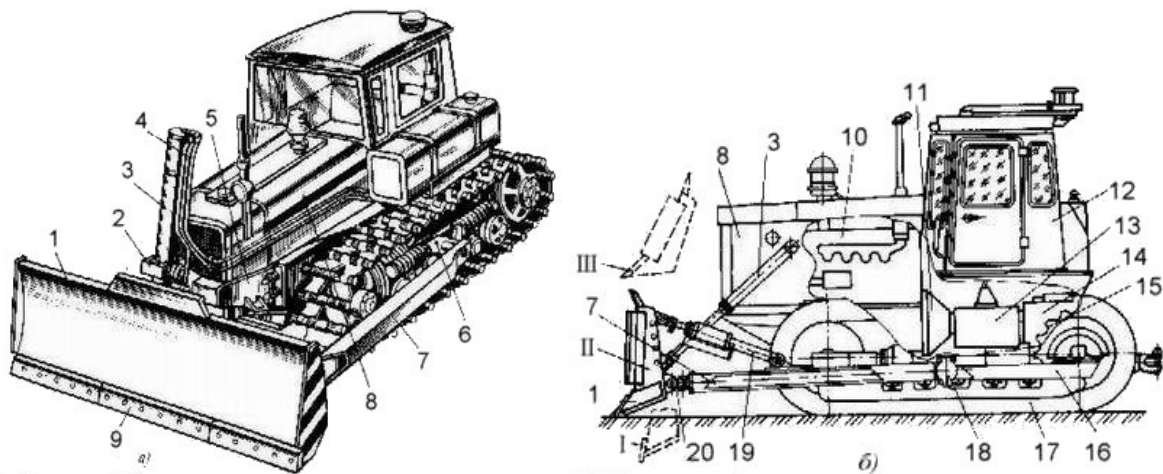


Рис. 5.5. Бульдозер:

а – гусеничный бульдозер с неповоротным отвалом с жесткими толкающими брусьями:

- 1 – отвал; 2 – несущая рамка; 3 – гидроцилиндр подъема – опускания отвала;
- 4 – рукав; 5 – подрамник; 6 – поперечная балка; 7 – толкающий брус;
- 8 – трактор; 9 – нож;

б – гусеничный бульдозер с неповоротным отвалом с шарнирными брусьями:

- 1 – отвал; 2 – несущая рамка; 3 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала;
- 4 – рукав; 5 – подрамник; 6 – поперечная балка; 7 – толкающий брус;
- 8 – трактор; 9 – нож; 10 – двигатель; 11 – муфта сцепления; 12 – кабина;
- 13 – коробка передач; 14 – задний мост; 15 – звездочка; 16 – гусеничная тележка;
- 17 – гусеница; 18 – шарнир; 19 – гидрораскос; 20 – универсальный шарнир;
- положения отвала: I – нижнее; II – рабочее; III – транспортное

Бульдозер первого типа оборудован отвалом 1, к которому жестко приварены два толкающих бруса 7, охватывающих снаружи базовый трактор 8. Брусья шарнирно установлены на поперечной балке 6, болтами прикрепленной к раме трактора. Спереди к ней также прикреплен подрамник 5, к которому шарнирно через несущую рамку 2 подвешен один гидроцилиндр 3 двойного действия. К гидроцилиндру подведены два рукава высокого давления 4, которые соединяют его с гидросистемой трактора. Она состоит из гидронасоса, гидрораспределителя, гидробака и

гидролиний. Подавая давление масла, развиваемое гидронасосом, в одну полость гидроцилиндра, поднимают бульдозерный отвал, в другую – опускают его. Отвал в зоне резания грунта оборудован съемными ножами 9.

Бульдозер второго типа включает в себя прямоугольные толкающие брусья 7, которые с одной стороны шарнирно с помощью упругих шарниров 18 связаны с тележками 16 трактора, с другой – универсальными шарнирами – с отвалом 1.

Для сохранения определенного положения и резания грунта с минимальными затратами энергии отвал с одной стороны удерживается гидрораскосом 19, с другой – жесткой тягой. Гидрораскос подсоединен к гидросистеме трактора и осуществляет перекоп отвала в поперечной плоскости. Бульдозер оборудован двумя гидроцилиндрами 3 подъема – опускания, которые также связаны с гидроприводом трактора.

Гидроцилиндрами подъема-опускания 3 отвал устанавливают в нижнее 7, рабочее II, транспортное III и промежуточные положения.

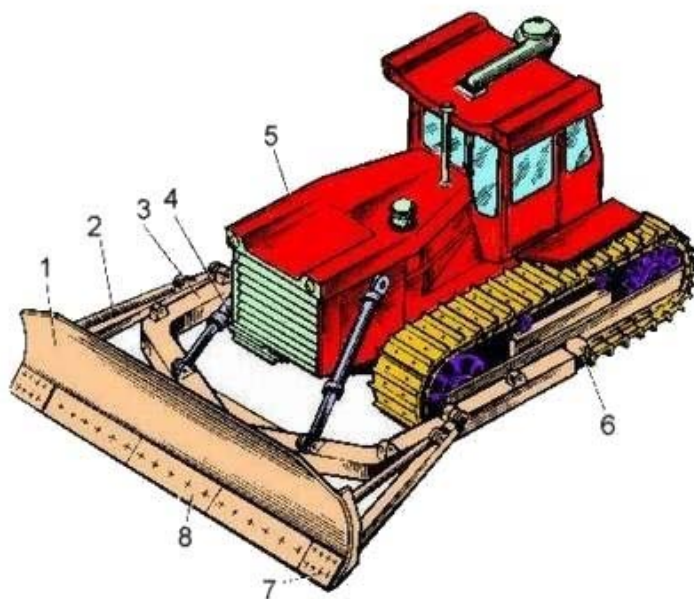


Рис. 5.6. Гусеничный бульдозер с поворотным отвалом:
1 – отвал. 2 – толкатель с откосом; 3 – рама; 4 – гидроцилиндр; 5 – трактор;
6 – шарнир; 7,8 – ножи

В качестве базовой машины может быть использован трактор, тягач или специальное шасси. Двигатель 10 трактора через муфту сцепления 11 или гидротрансформатор приводит в действие коробку передач 13 и задний мост 14. Звездочки 15 передают вращение от двигателя гусеницам 17, которые перемещают всю машину вперед или назад.

Бульдозер-рыхлитель (рис. 5.7) характеризуется тем, что на тракторы, оборудованные бульдозером с неповоротным или поворотным отвалом, сзади навешивают гидравлический однозубый или многозубый рыхлитель. К заднему мосту базового трактора 8 крепят на шпильках опорную раму 7,

на которой внизу шарнирно установлена рама 1, а сверху – тяга 5. К тягам шарнирно прикреплена рабочая балка 4 так, что образуется параллелограммный четырехзвенник.

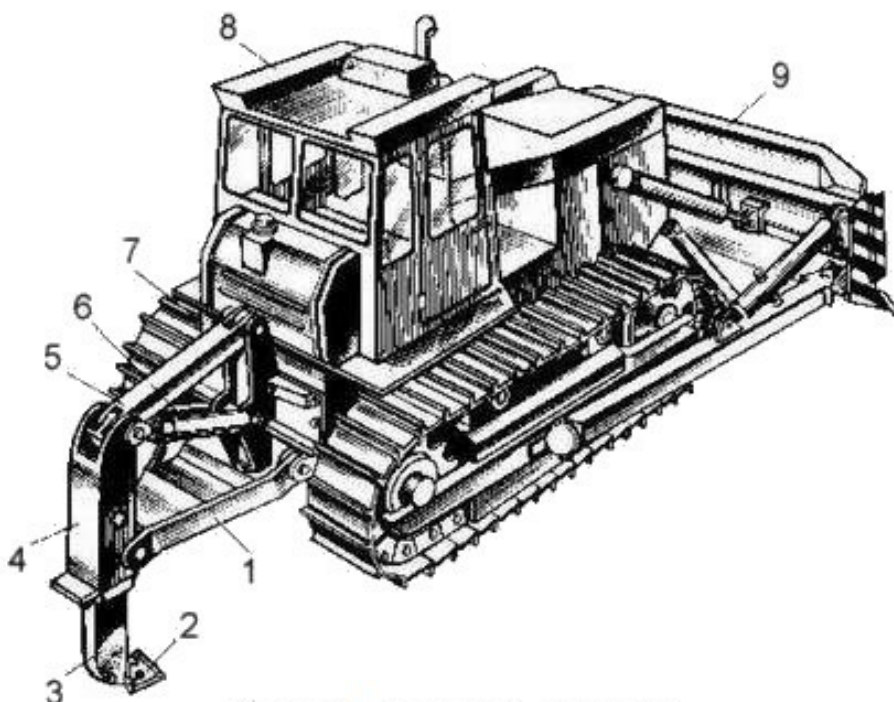


Рис. 5.7. Бульдозер-рыхлитель:
1, 7 – рамы; 2 – наконечник; 3 – зуб; 4 – рабочая балка; 5 – верхняя тяга;
6 – гидроцилиндр подъема-опускания; 8 – гусеничный трактор;
9 – бульдозерное оборудование

По диагонали четырехзвенника установлены гидроцилиндры 6. В рабочей балке закреплен зуб 3 прямоугольного сечения, на конце которого установлен быстросъемный наконечник 2.

Выдвигая шток гидроцилиндра, поднимают рабочую балку и зуб в верхнее положение, втягивая шток – заглубляют рыхлитель в грунт. Благодаря параллелограммному четырехзвеннику зуб перемещается при подъеме по траектории, близкой к вертикали. На тяжелых бульдозерах-рыхлителях применяют рыхлители, у которых вместо верхней тяги устанавливают гидроцилиндры, обеспечивающие угловые перемещения рабочей балки и зуба для получения больших разрушающих усилий машин.

Бульдозер-погрузчик (рис. 5.8) агрегируют с колесным трактором или шасси. На базовом тракторе 1 неподвижно закреплена рама 6, представляющая собой две вертикальные наружные стойки, жестко соединенные между собой. К раме шарнирно подвешивают стрелу 2. Одна сторона стрелы поднимается и опускается в вертикальной плоскости двумя гидроцилиндрами 5. На противоположном конце стрелы на двух шарнирах прикреплена рамка, которая поворачивается относительно стрелы двумя

гидроцилиндрами 3. К рамке крепят бульдозерный отвал, погрузочный ковш или другие виды сменного рабочего оборудования.

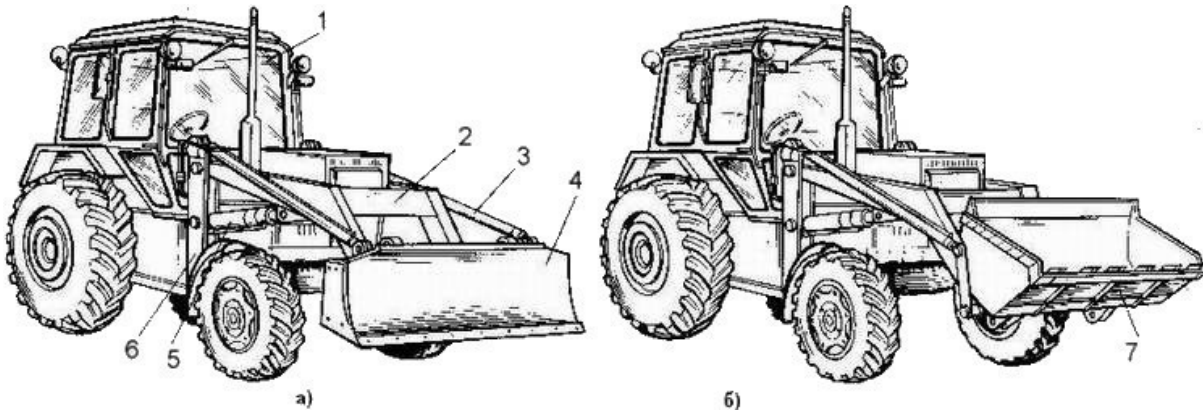


Рис. 5.8. Бульдозеры-погрузчики на колесном тракторе "Беларусь":
а – с бульдозерным отвалом; б – с погрузочным ковшом;
1 – трактор; 2 – стрела; 3, 5 – гидроцилиндры поворота отвала и подъема-опускания; 4 – отвал; 6 – рама; 7 – погрузочный ковш

Контрольные вопросы

1. Какие машины относятся к машинам подготовительного цикла?
2. Как устроены бурильно-крановые машины?
3. Основные органы бурильно-крановых машин.
4. Основные технологические приемы при выполнении бурильных работ.
5. Устройство и классификация бульдозеров.
6. Отличие бульдозера от рыхлителя.
7. Назначение и устройство бульдозера-погрузчика.

Тема 6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

С целью повышения несущей способности фундаментов используют свайные конструкции фундаментов. Целесообразность применения свай продиктовано: подвижными грунтами; вечной мерзлотой; высоким уровнем грунтовых вод; сложным рельефом местности. Сваи классифицируются по следующим признакам:

- по материалам сваи бывают: железобетонными, металлическими, деревянными, грунтовыми;
- по способу погружения: забивные, завинчиваемые, задавливаемые, набивные;
- по способу передачи нагрузки на грунт: сваи-стойки, сваи висячие;
- по характеру расположения свай: одиночное; кустовое; свайные поля; рядовое;

Длина свай достигает от 4 до 30 м, сечением 200×200 мм, 400×400 мм.

Классификация механизированных способов погружения свай

Наиболее распространенные способы погружения свай в современном строительстве – копровый и бескопровый, агрегатированные на тракторах, одноковшовых экскаваторах, самоходных кранах, тракторах и автомобилях.

Копры по степени подвижности рабочего оборудования можно подразделить на: универсальные – обеспечивающие полный поворот платформы с оборудованием, изменение вылета и наклон копровой мачты (продольного и поперечного) для погружения наклонных свай; простые копры – не имеющие механизмов для поворотных (в плане) движений и наклона стрелы; полууниверсальные – обеспечивают только либо поворот платформы для погружения вертикальных свай, либо наклон стрелы при работе с наклонными сваями.

Главный параметр копров, входящий – максимальная длина погружаемых свай (до 8 м, 12 м, 16 м, 20 м и 25 м). Например, индекс КН-12 расшифровывается как копёр навесной для свай длиной до 12 м.

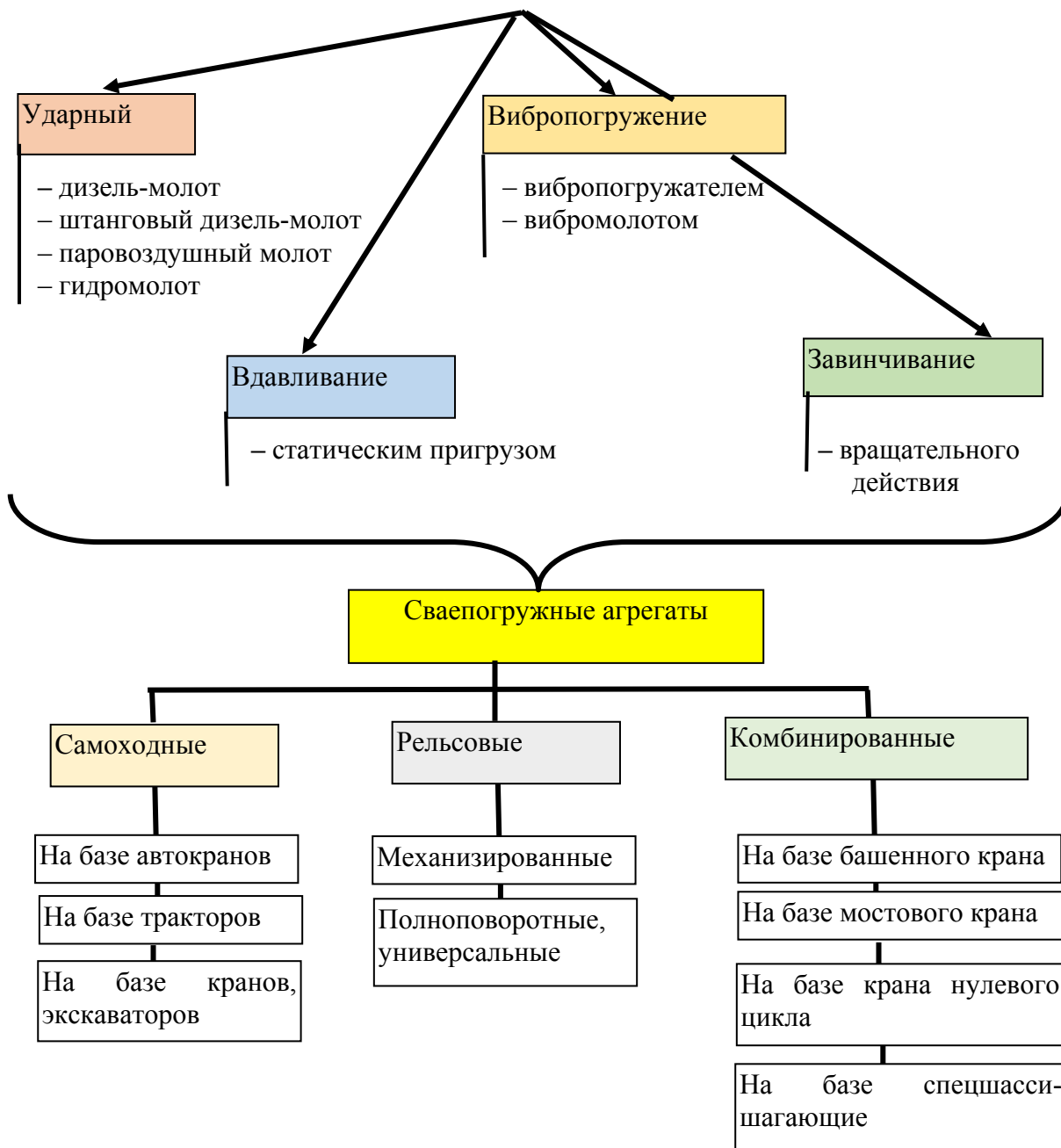


Рис. 6.1. Классификация механизированных способов погружения свай

Рабочий процесс копра состоит из его перемещения к месту установки сваи, её строповки, подтягивания, установки на точку погружения по предварительно выполненной разметке, выверки правильности её положения, закрепления на свае наголовника, предохраняющего её от разрушения при ударном погружении, установки на сваю погружателя, расстроповки сваи, её погружения с последующей выверкой направления, подъёма погружателя и снятия с погруженной сваи наголовника.

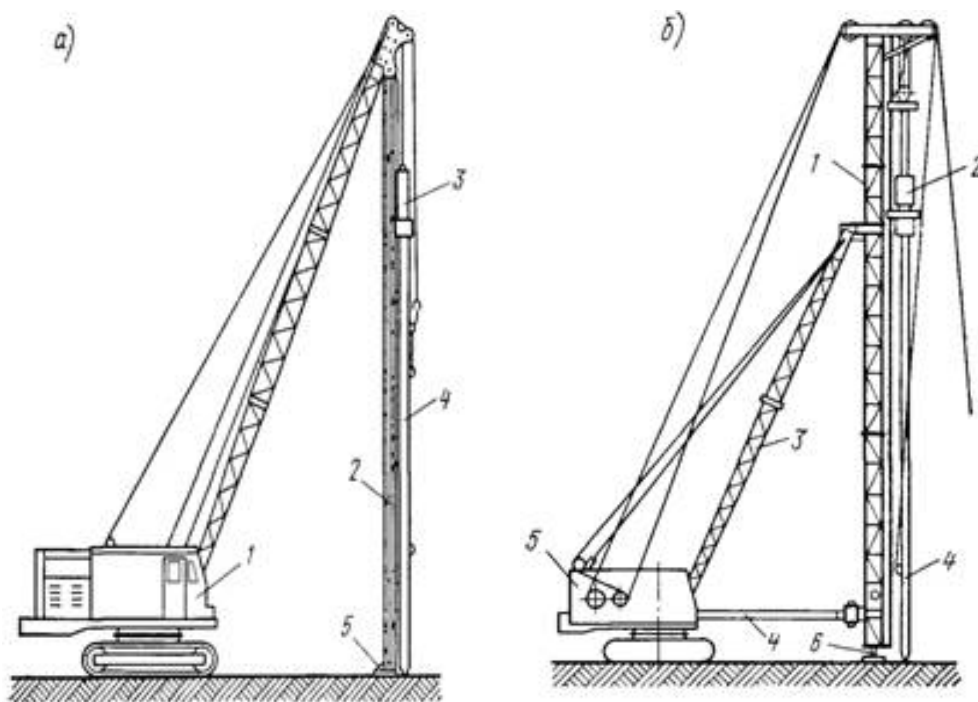


Рис. 6.2. Схема сваебойных агрегатов на базе кранов-экскаваторов:
а – с подвесной копровой стрелой;
 1 – базовая машина; 2 – подвесная копровая стрела; 3 – дизель-молот;
 4 – свая; 5 – пята;
б – с навесной управляемой копровой мачтой конструкции СКВ;
 1 – мачта; 2 – дизель-молот; 3 – крановая стрела; 4 – телескопическая распорка;
 5 – базовая машина; 6 – выдвижная пята

Ударный способ погружения свай

Наиболее распространенный на сегодняшний момент способ используется при устройстве свайного поля на любых грунтах, за исключением скальных.

Для ударного погружения свай применяют сваебойный копер – специализированную машину на базе существующих или специализированных самоходных шасси (кранов, бульдозеров, автомобилей) и стационарных установок башенного типа, рабочий инструмент копра – молот.

Молоты выпускаются двух основных типов – гидравлический молот и дизельный молот (дизель-молот) в двух вариантах исполнения: съемном и несъемном. Дизель-молоты существуют двух видов – трубчатый дизель-молот и штанговый дизель-молот.

К основным преимуществам ударного способа погружения свай следует отнести относительно низкую стоимость оборудования благодаря возможности использования навесных молотов на существующих шасси. К существенным недостаткам ударного способа относятся: высокий уровень шумов и вибраций (что делает практически невозможным использование

копров в городской черте), низкая скорость работы (необходимо использовать дополнительное оборудование для бурения лидерных скважин, для подачи свай в зону погружения), высокие ударные нагрузки на сваю (что иногда приводит к частичному разрушению сваи и требует проведения статических испытаний свай).

Производительность копров (сменная техническая):

$$P_{\text{см}} = T_{\text{см}} / (T_{\text{ц}} + t_{\text{п}}),$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла при погружении одной сваи, ч;

$t_{\text{п}}$ – средняя продолжительность вспомогательных операций, технологических и организационных перерывов, технического обслуживания.

Свайные молоты

Свайные молоты применяют для погружения свай в грунт ударом.

Свайный молот состоит из:

1. Ударника (падающая или ударная часть).
2. Наковальни (шабота) (неподвижная часть, жестко соединена с головой сваи).
3. Устройства для подъема ударной части и ее направления.

Различают:

- 1) механические;
- 2) паровоздушные;
- 3) дизельные;
- 4) гидравлические свайные молоты.

Механический молот – простейший механизм; металлическая отливка массой 5 т, поднимается вдоль мачты копра канатом подъемной лебедки и сбрасывается на сваю.

Низкая производительность (4-12 ударов в минуту); применяют при малых объемах свайных работ.

Паровоздушный молот – это пара «цилиндр и поршень». В молотах одиночного действия поршень через шток соединен с наголовником сваи, а ударной частью является цилиндр (частота ударов 40-50 мин⁻¹). В молотах двойного действия ударной частью является соединенный с поршнем боек, движущийся внутри цилиндра. Они производительнее одиночных. Недостаток – зависимость от компрессорных или паросиловых установок.

Гидравлический молот работает как паровоздушный двойного действия. Отличие – вместо пара или воздуха в цилиндр подают жидкость, копер оборудуют насосной установкой. Масса ударной части – 210-7500 кг, энергия удара – 3.5-120 кДж, частота удара – 50-170 мин⁻¹.

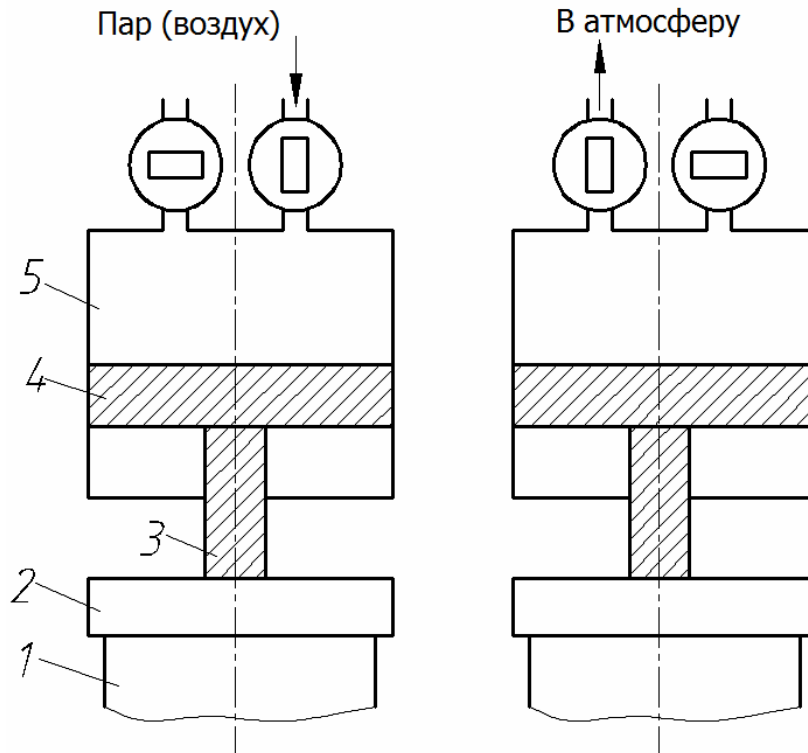


Рис. 6.3. Принцип работы паровоздушного молота одиночного действия:
1 – свая; 2 – наголовник; 3 – шток; 4 – поршень; 5 – цилиндр

Дизельные молоты выпускают двух типов: трубчатые и штанговые (рис. 6.4).

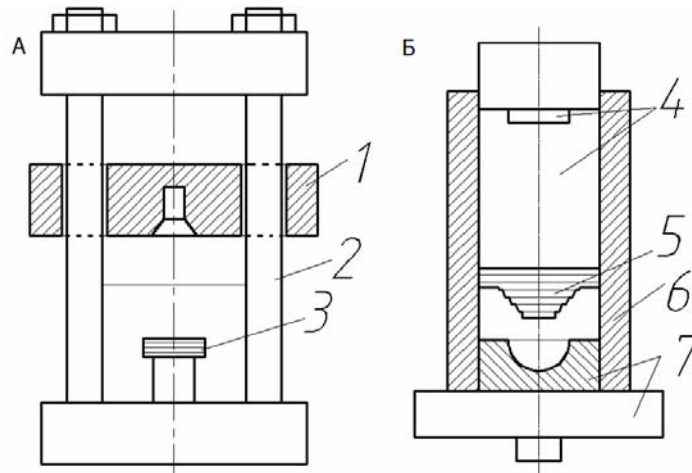


Рис.6.4. Принципиальные схемы дизель-молотов:
штангового (а); трубчатого (б);
1 – подвижный цилиндр; 2 – направляющие штанги; 3 – поршень;
4 – подвижный поршень; 5 – головка; 6 – неподвижный цилиндр; 7 – шабот

Ударная часть штанговых молотов представляет собой подвижный цилиндр, открытый сбоку и перемещающийся в двух направляющих штангах (см. рис. 6.4,а). При падении цилиндра на неподвижный поршень в камере сгорания воспламеняется смесь воздуха и топлива. Энергия (от

сгорания смеси) подбрасывает цилиндр вверх, после чего происходит новый удар по свае и цикл повторяется.

У трубчатых молотов (см. рис. 6.4,б) неподвижный цилиндр, имеющий шабот (для восприятия ударов молота), является направляющей конструкцией. Ударная часть молота здесь – подвижный цилиндр с головкой. Распыление топлива и воспламенение смеси происходят при ударе головки поршня по поверхности сферической впадины цилиндра, куда подается топливо насосом низкого давления.

Трубчатые молоты обладают при одинаковой массе ударной части в 2-3 раза большей энергией удара, чем штанговые. Зимой штанговые молоты можно запускать при $T = -30^{\circ}\text{C}$.

Трубчатые при T до -20°C требуют применения специальных присадок к топливу и подогрева молота в течение 20-30 минут. Штанговые в зимних условиях работают более устойчиво.

Наголовники позволяют закрепить сваю в направляющих копра и предохранить головы свай от разрушения при ударах молота. Они бывают: металлические литые и сварные с амортизационными прокладками из древесины и полимерных материалов.

Дизельные молоты (наиболее распространенные) работают независимо от внешних источников энергии в режиме двухтактного дизеля. Различают дизель-молоты с направляющими штангами (штанговые) и с направляющим цилиндром (трубчатые).

У штанговых: 2 направляющие штанги объединены внизу основанием, отлитым заодно с поршнем. Основание опирается на сферическую пятую и наголовник. По штангам перемещается цилиндр (ударная часть молота). Вверху штанги объединены траверсой захвата (кошка), свободно перемещающейся по ним и подвешенной к канату лебедки копра. Энергия удара – 3,2-65 кДЖ, частота – 55 мин^{-1} , масса ударной части – 240-2500 кг.

Область применения: для забивки легких железобетонных и деревянных свай в слабые и средние грунты, шпунт для ограждения транспорта и котлованов.

У трубчатых: ударной частью служит поршень, перемещающийся в направляющем цилиндре. Удары поршня воспринимает шабот. Поршень поднимают кошкой и сбрасывают. От удара поршня о шабот топливно-воздушная смесь разбрызгивается и воспламеняется, газы подбрасывают поршень вверх, откуда он снова падает, сжимая воздух, удаляя отработавшие газы через канал в атмосферу, далее процесс повторяется.

Энергия удара – 15-150 кДЖ, частота – 45 мин^{-1} , масса – 500-5000 кг (до -60°C). Для забивки железобетонных свай в любые не скальные грунты, для работы в условиях низких температур.

Вибропогружение свай

Эффективный способ погружения свай в водонасыщенных песчаных и малосвязных грунтах – вибропогружение. При прикладывании к свае вибрационной нагрузки происходит разжижение песчаного грунта и резко уменьшаются силы трения по боковой поверхности. После прекращения вибраций силы трения пограничного слоя восстанавливаются.

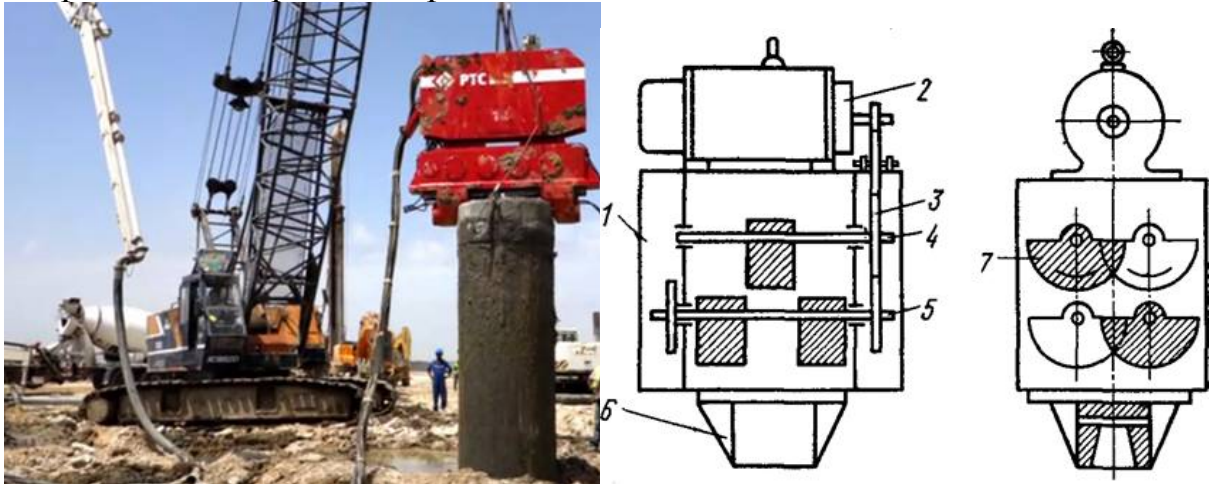


Рис. 6.5. Вибропогружатели свай. Схема вибропогружателя типа ВП-1:
1 – корпус вибратора; 2 – электродвигатель; 3 – клиноременная или зубчатая передача; 4 – верхняя пара валов; 5 – нижняя пара валов; 6 – наголовник;
7 – дебалансовые шайбы-эксцентрики

Для погружения свай методом вибрации используют вибропогружатели и вибромолоты – навесное оборудование в составе вибрационных машин. Вибромолот, в отличие от вибропогружателя, ускоряет процесс погружения сваи путем приложения к свае кроме вибрационной еще и ударной нагрузки.

Схема работы вибромолота показана на рис. 6.6. В ударную часть вмонтированы два одинаковых электродвигателя с параллельными валами. На последних жестко укреплены дебалансы. Валы вращаются в противоположных направлениях, возбуждают колебания ударной части, подвешенной на пружинах к нижней плите, которая соединяется со свайей. В зависимости от жесткости пружинной подвески, начального зазора между бойком и наковальней вибромолот может работать с различной частотой

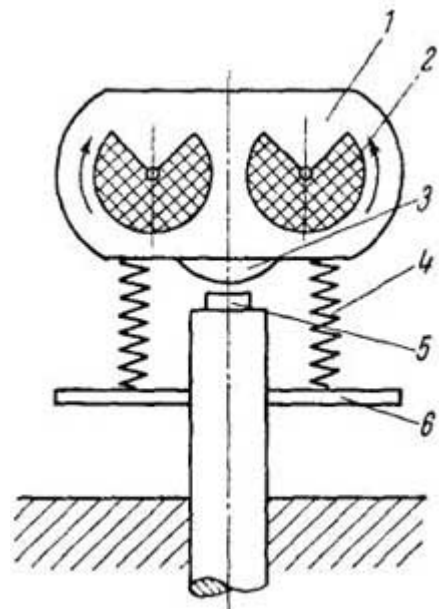


Рис. 6.6. Вибромолот:
1 – ударная часть;
2 – дебалансы; 3 – боек;
4 – пружина; 5 – наковальня;
6 – нижняя плита

ударов по нижней плите. За счет регулирования зазора между бойком и наковальней, происходит выбор оптимального режима работы вибромолота.

К достоинствам метода относятся: низкий уровень ударных воздействий на грунт, высокая эффективность при погружении свай в песчаные грунты.

Недостатками вибрационного метода являются: необходимость бурения лидерных скважин, невысокая эффективность в плотных грунтах, относительно невысокая скорость работы, наличие вибрационных нагрузок на грунт, что затрудняет использование вибрационного метода в городской черте.

Вдавливание (задавливание) свай

Логическим развитием методов погружения свай является метод вдавливания (задавливания) свай. Он сочетает в себе высокую скорость работы, отсутствие каких-либо ударных или вибрационных нагрузок на грунты, что позволяет производить работы в историческом центре города или на сложных грунтах. Технология устройства свайного поля применима на любом типе грунтов, кроме скальных.

Недостатком этого метода является относительно высокая стоимость оборудования.

К преимуществам технологии задавливания свай относятся: отсутствие лидерных скважин, отсутствие вибро- и ударных нагрузок на грунт и окружающие сооружения, очень высокая скорость работы.



Рис. 6.7. Сваевдавливающая машина

Сваевдавливающая машина является функционально законченным устройством задавливания свай высокой степени готовности к работе на строительной площадке. Сваевдавливающая машина состоит из основной рамы (на которой монтируются установка перемещения машины, крановая и сваевдавливающая установки) и грузовой рамы для навешивания анкерных грузов. Сваевдавливающая машина имеет два крепления сваевдавливающей установки – центральное и боковое, что позволяет работать вблизи существующих зданий или в котловане около его стенки.

Копровые установки

Копры на рельсовом ходу (смонтированные на поворотных платформах башенных кранов) применяют для погружения железобетонных свай длиной до 25 м. Параллелограммно-шарнирная система связей опорных конструкций и копровой мачты обеспечивает значительный вылет мачты (более 6 м), что позволяет обслуживать при одноразовом линейном перемещении копра большую площадь свайного поля.

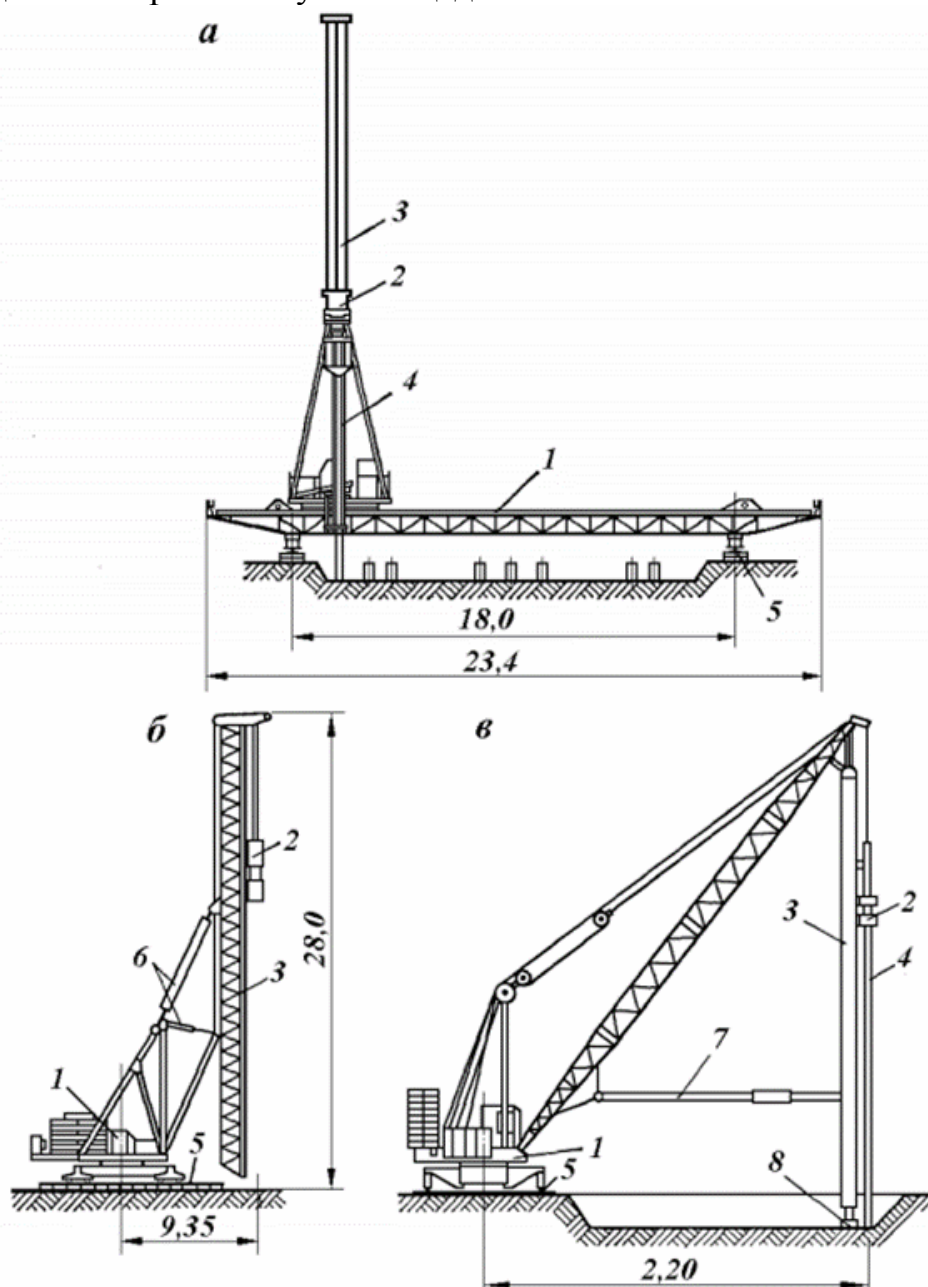


Рис. 6.8. Схемы сваебойных установок на рельсокошесном ходу:
 а – установка мостового типа; б – универсальный полноповоротный копер;
 в – установка на кране нулевого цикла;
 1 – база (мост, ходовая рама с поворотной платформой); 2 – молот; 3 – копровая мачта; 4 – свая; 5 – подкрановый путь; 6 – устройство для управления копровой мачтой; 7 – телескопическая распорка; 8 – пята

Копёр перемещается по рельсам, уложенным вдоль продольной оси котлована. Копры на рельсовом ходу (мостового типа), способные с большой точностью погружать железобетонные сваи длиной до 12 м, применяют для выполнения массовых сосредоточенных объёмов свайных работ, в особенности на слабых и водонасыщенных грунтах. Обеспечена возможность погружать сваи в любой точке свайного поля, перекрываемого мостом.

Контрольные вопросы

1. Классификация механических способов погружения свай.
2. Главный параметр копров.
3. Схема сваебойных агрегатов на базе кранов-экскаваторов.
4. Принцип действия паровоздушного свайного молота.
5. Устройство штангового дизель-молота.
6. Где целесообразно применять вибропогружатели свай?
7. Устройство вибромолота.
8. Достоинства и недостатки сваедавливающих машин.
9. Копры на рельсоколёсном ходовом оборудовании.

Тема 7. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

Машины для уплотнения грунтов

При укладке грунта в земляное сооружение (насыпи, дамбы, плотины) необходимо его уплотнять во избежание самопроизвольного или под действием внешних сил изменения геометрической формы с разрушениями и просадками. Уплотнение грунта также необходимо при возведении сооружений на просадочных грунтах для увеличения несущей способности этих грунтов. При строительстве каналов, водохранилищ и хвостохранилищ уплотняют поверхность их дна и откосов для уменьшения фильтрующей способности грунтов и уменьшения утечки содержимого хранилищ.

Физическая сущность уплотнения заключается в увеличении его плотности за счет принудительного изменения взаимного расположения частиц и соответствующего уменьшения объема.

Требования к уплотнению зависят от нагрузок, которым будет подвергаться земляное сооружение или земляное основание под здание и сооружение.

Способ уплотнения грунтов зависит от свойства грунта: связности, влажности, гранулометрического состава, а также от требуемой степени уплотнения и толщины слоев уплотняемой отсыпки.

Для уплотнения связных и малосвязных грунтов применяют укатку тяжелыми катками, т.е. воздействие статической нагрузки, а также трамбование ударами тяжелых плит, свободно падающих или с принудительно сообщенной скоростью.

Для уплотнения несвязных грунтов применяются укатка с вибрацией и заливка водой. Для эффективного уплотнения необходимо на поверхности контакта уплотняющего органа с грунтом создать удельные давления, близкие к пределу прочности грунта. Коэффициент уплотнения равен 0,9-1,0.

По принципу действия машины, применяемые в строительстве для уплотнения грунта, разделяются на машины: статического, ударного действия и вибрационные.

По способу передвижения грунтоуплотняющие машины делятся: на прицепные и самоходные.

По количеству вальцов: с одним, с двумя, с тремя и с четырьмя.

По виду вальца: гладкий, кулачковый, сегментальный, решетчатый, башмаковый.

К уплотняющим машинам статического действия относятся прицепные и самоходные катки.

Прицепные катки могут быть гладкими, решетчатыми и кулачковыми. Более интенсивное уплотнение производят последние. Такие катки могут создавать давление до 7,5 МПа. Они применяются для послойного уплотнения связных и комковатых грунтов.

Кулачковый каток (рис. 7.1) представляет собой полый стальной барабан (валец), по наружной поверхности которого закреплено большое число выступающих кулачков 2 специальной формы. Внутренний объем вальца заполняется для увеличения массы балластом через люк 5. Барабан охватывается прямоугольной рамой 4 с дышлом и сцепным устройством 6 для соединения с тягачом. На раме укрепляется скребок-нож 3, счищающий избыток налипающего грунта.

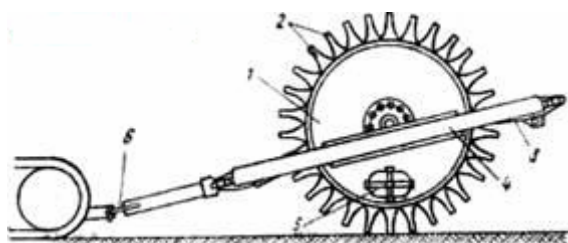


Рис. 7.1. Прицепной кулачковый каток

Тяжелые прицепные кулачковые катки изготовляют с двумя дышлами для работы на насыпях челночным способом с перецепкой тягача в конце загона. В этом случае необходимость в устройстве съездов с насыпи для разворота катка и холостые ходы отпадают. Основным параметром катков является их масса, имеют значение также размеры барабана, число, форма и размеры кулачков.

По весу классифицируются на:

Легкие,
массой 6-8 т

Средние,
массой 9-15 т

Тяжелые,
массой 16-25 т

Сверхтяжелые,
массой более 25 т

Глубина уплотнения грунта при использовании легких катков достигает 20–35 см, тяжелых катков – до 70 см.

Решетчатый каток представляет собой барабан, цилиндрическая поверхность которого образована решеткой из круглой прутковой стали диаметром 35–40 мм. Массу катка увеличивают загрузкой балластом до 25–30 т. Решетчатые катки могут быть прицепными и самоходными.

Пневмоколесные катки уплотняют грунт рабочим органом, состоящим из смонтированных в один ряд на одной или двух осях колес с пневмошинами, пригруженными балластом.

По способу передвижения пневмокотки делятся на прицепные, полуприцепные и самоходные.

По способу передачи нагрузки на шину разделяются на секционные, у которых каждое колесо нагружается собственным балластным ящиком, имеющим свободное перемещение вместе с колесом по вертикали, и на обычные, имеющие общий балластный ящик.

Прицепные катки на пневмошинах выпускаются с общей массой (с балластом) 12,5; 25 и 42,5 т и шириной уплотняемой полосы, соответственно, 2,2; 2,5 и 3,3 м. Достижимая толщина уплотняемого слоя 0,25; 0,3 и 0,5.

Секционный полуприцепной каток (рис. 7.2) представляет собой прицепную упряжную раму, с которой шарнирно соединены отдельные железобетонные или металлические сварные секции, заполняемые балластом. Каждая секция опирается на колесо с пневматической шиной. Секция имеет два донных люка с крышками для разгрузки балласта. В вертикальном направлении секции могут перемещаться независимо друг от друга. Это обеспечивает постоянную передачу давления каждым колесом на грунт независимо от неровностей уплотняемой поверхности.



Рис. 7.2. Полуприцепной секционный пневмокоток

Вертикальное перемещение секций относительно друг друга может достигать 300 мм. Буксировку загруженного балластом катка выполняют одноосным тягачом. Выпускаются катки 10, 25 и 42 т.

К недостаткам прицепных секционных катков следует отнести то, что они не могут производить работу челночным способом; при работе на насыпях для их разворота необходимо устраивать съезды и пандусы.

Самоходные пневмокотки выпускаются с общей массой 16 и 30 т. Ширина уплотняемой полосы 1,6 и 2,2 м. Мощность двигателя И0-735,5 и 130-735,5 Вт. Скорость рабочего хода 3 – 4 км/ч и транспортного – до 25,4 км/ч.

Вибрационные катки применяются в основном для уплотнения несвязных грунтов. Они отличаются тем, что внутри них монтируется мощный вибратор, передающий колебания определенной частоты и амплитуды на

обод катка. использование вибрации значительно увеличивает эффективность уплотнения грунта катками, особенно при уплотнении несвязных грунтов. Эти машины являются перспективными, получающими все большее распространение в строительных отраслях многих стран.



Рис. 7.3. Каток грунтовый

Прицепной виброкаток состоит из гладкого металлического пустотелого барабана, внутри которого встроен вибратор, приводимый в действие с помощью клиноременной передачи от двигателя внутреннего сгорания, смонтированного на раме.

Главным параметром характеристики виброкатка является общая масса в тоннах. Типажом машин предусмотрен выпуск прицепных виброкатков с общей массой 3,6 и 12 т. Глубина уплотнения на песчаных грунтах за два – четыре прохода до 0,5 – 0,6 м.



Рис. 7.4. Двухвальцовый самоходный каток

Самоходные виброкатки разделяются на одно-, двух-, трехвальцовые. Широкое распространение получили двухвальцовые катки (рис. 7.4) с одним ведущим и одним ведомым валками. Вибратор встроен в ведущий валок. Рама агрегата и рабочее место водителя изолированы от вибрирующего валка амортизаторами. Выпускаются самоходные виброкатки с массой от 2 до 8 т с возмущающей силой от 20 000 до 50 000 Н. В последнее время появились конструкции двухвальцовых самоходных катков с шарнирно-сочлененной рамой и двумя ведущими катками со встроенными вибраторами.

Трамбующие машины

Трамбующие машины уплотняют грунт ударами (трамбованием) свободно падающих грузов или принудительными опусканиями рабочего органа машины, а также вибрацией, приложенной к массе рабочего органа машины, контактирующего с грунтом.

Трамбующие машины применяются для уплотнения связных грунтов, отсыпаемых слоями значительной толщины (1–1,5 м), а также для уплотнения просадочных естественных, с ненарушенной структурой грунтов, для увеличения их несущей способности и уплотнения поверхностей дна и откосов водоводных и оросительных каналов в целях уменьшения фильтрации воды.

Специальная трамбующая машина со свободно падающими грузами (рис. 7.5) смонтирована на базе гусеничного трактора 7. Рабочий орган машины состоит из двух трамбующих плит 5 (масса каждой 1550 кг), перемещающихся по направляющим штангам с подвижными удлинителями 6. Плиты подвешены на канатах, свободные концы которых закреплены на барабанах полиспастного механизма 3 и 2. Направляющие блоки 4 и 3 канатного полиспаста расположены по конструкции, состоящей из передних стоек, задних стоек и стяжек. Входной вал редуктора соединен с валом двигателя трактора фрикционной муфтой 9 и промежуточным валом 8. На выводном валу редуктора закреплен кривошипный механизм, который поднимает на высоту 1,1 м и сбрасывает трамбующие плиты.

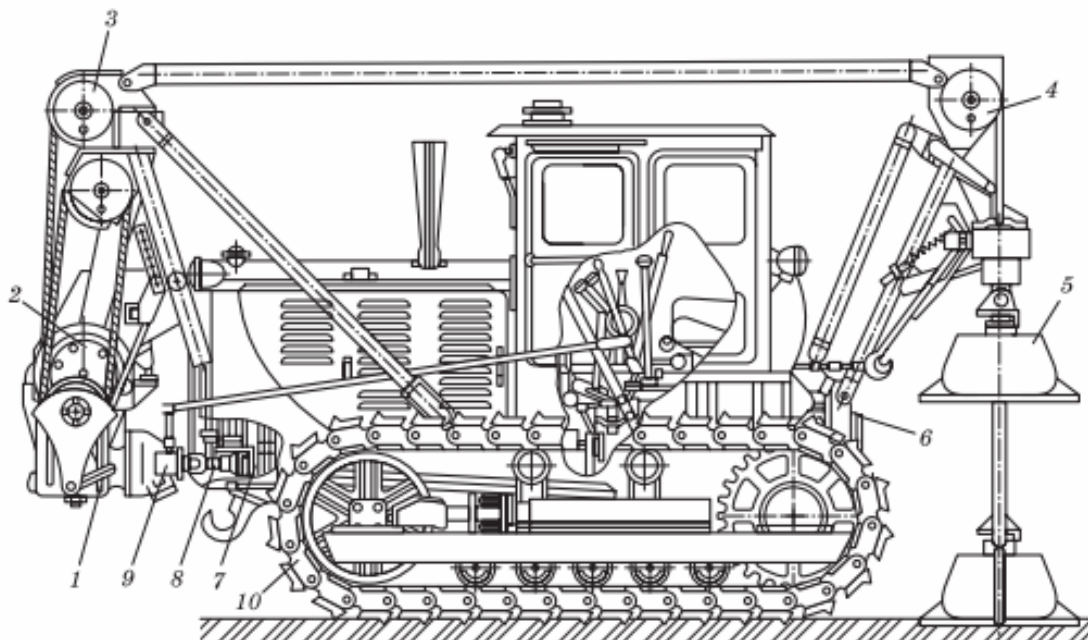


Рис. 7.5. Трамбующая машина

Для уменьшения скорости перемещения машины предусмотрен ходоуменьшитель. Число ударов плиты 12–18 в 1 мин. Ширина уплотняемой полосы составляет 2400 мм, глубина уплотнения до 1,2 м.

Техническая производительность машины около 450 м³/ч.

Трамбующие вибрационные плиты в строительстве применяются для уплотнения грунтов в стесненных условиях и при небольших объемах работ.

Рабочий орган виброплиты (рис. 7.6) представляет собой металлический поддон с установленными на нем одним или двумя вибраторами направленного действия. При работе вибраторов происходит уплотнение грунта и одновременное самостоятельное перемещение виброплиты в заданном направлении. Перемещение плиты достигается соответствующей установкой дебалансов вибраторов. Суммарная возбуждающая сила является результирующей центробежных сил противоположно вращающихся дебалансов. При направлении силы строго вертикально машина вибрирует на месте, а при направлении силы под углом к вертикали машины – перемещается по грунту под воздействием горизонтальной составляющей возбуждающей силы. Управление перемещением плиты в заданном направлении обеспечивается рабочим с помощью рукояти, прикрепленной к корпусу машины. Привод к вибратору осуществляется электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания.

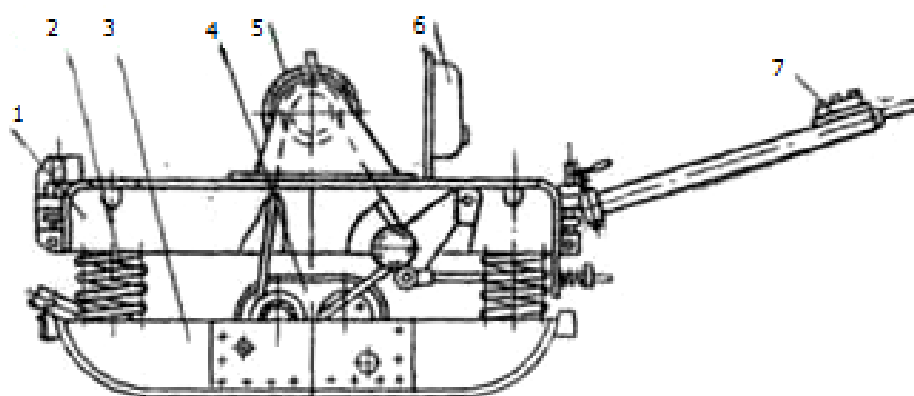


Рис. 7.6. Трамбующая плита:
1 – плита; 2 – пружины; 3 – поддон-салазки; 4 – вибратор; 5 – двигатель;
6 и 7 – приборы управления

В строительстве применяются виброплиты, разные по размерам и массе: легкие – от 0,1 до 1 т, средней массы – от 1 т до 2 т и тяжелые – более 2 т.

Эксплуатационная производительность уплотняющих машин ($\text{м}^3/\text{ч}$) непрерывного действия:

$$\Pi_3 = ((B-b) \times v \times 1000 \times h/m) \times K_B,$$

где B – ширина полосы уплотнения, м;

b – ширина перекрытия смежных полос уплотнения, м ($b = 0,1$ м);

v – средняя рабочая скорость движения машины, км/ч;

h – толщина слоя уплотнения, м;

m – необходимое число проходов по одному месту;

K_B – коэффициент использования машины по времени ($K_B = 0,8 \dots 0,85$).

Контрольные вопросы

1. Классификация машин по уплотнению грунта.
2. Способы уплотнения грунтов.
3. Какие существуют типы катков?
4. Устройство трамбующих машин.
5. Назначение и устройство трамбующей плиты.

Тема 8. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

При укладке бетонную смесь уплотняют с целью вытеснения содержащегося в ней воздуха и более компактного расположения составляющих. Уплотняют бетонную смесь вибрированием, сообщая ее частицам механические колебания, возбудителями которых являются вибраторы. При вибрировании бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, способствующую вытеснению воздуха и заполнению всех пустот между арматурой и опалубкой. От качества уплотнения зависят прочность и долговечность сооружения или изделия.

В строительстве наибольшее распространение получили электрические и пневматические вибраторы с круговыми колебаниями. По сравнению с электрическими пневматические вибраторы применяются реже, так как они нуждаются в компрессорной установке и при работе издают шум. Электрические вибраторы в индексе модели имеют буквенное обозначение ИВ, пневматические – ВП. Цифровая часть индекса означает номер модели, буквы после цифрового индекса – порядковую модернизацию вибратора. Каждый вибратор характеризуется вынуждающей силой, статическим моментом небалансов, частотой и амплитудой колебаний.

Частоту колебаний вибратора подбирают в зависимости от подвижности бетонной смеси и размера фракций ее заполнителей. Бетонные смеси с крупными фракциями заполнителей уплотняют вибраторами с низкой частотой и большой амплитудой колебаний, с мелкими фракциями – вибраторами с высокой частотой и малой амплитудой колебаний. У большинства вибраторов частота колебаний соответствует средним фракциям заполнителей. Продолжительность работы вибратора на одной позиции должна быть такой, чтобы обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси; конец вибрирования определяют по внешним признакам уплотнения бетонной смеси – прекращение оседания смеси, появление цементного молока на ее поверхности и прекращение выделения воздушных пузырьков.

По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают поверхностные (рис. 8.1, а), наружные (рис. 8.1, б) и глубинные (рис. 8.1, в) вибраторы.

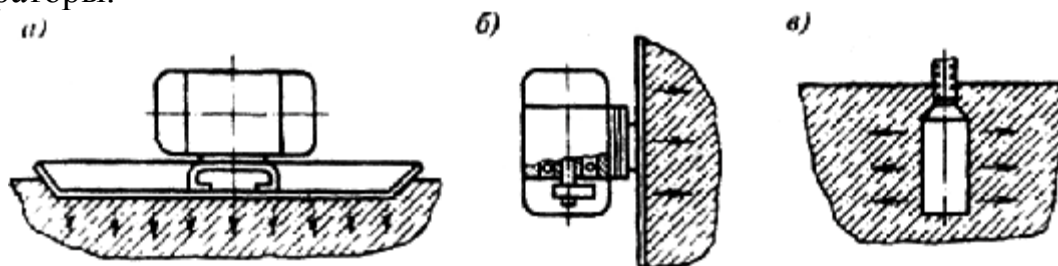


Рис. 8.1. Схемы вибраторов

Поверхностные электрические вибраторы передают колебания уложенной массе бетона через корытообразную прямоугольную площадку (площадочные вибраторы) или удлиненную балку-рейку (виброрейки). Такие вибраторы перемещают по уплотняемой поверхности в процессе работы вручную с помощью гибких тяг. Их применяют при бетонировании неармированных или армированных одиночной арматурой перекрытий, полов, сводов, дорожных покрытий, откосов каналов и других конструкций.

Площадочный вибратор (рис. 8.2) передает колебания уложенной массе бетона через корытообразную прямоугольную в плане металлическую площадку 2, к которой болтами жестко прикреплен мотор-вибратор. При работе площадочный вибратор уплотняет отдельные участки заранее распределенного слоя бетонной смеси. Вибратор перемещают в процессе работы вручную с помощью тяг 1 с рукоятками или с помощью легких грузоподъемных средств. Электродвигатель вибратора мощностью 0,6 кВт подключают к питающему кабелю через штепсельное соединение. Вибратор развивает вынуждающую силу 4,5...9,0 кН, масса 60 кг, амплитуда колебаний 0,2...0,3 мм.

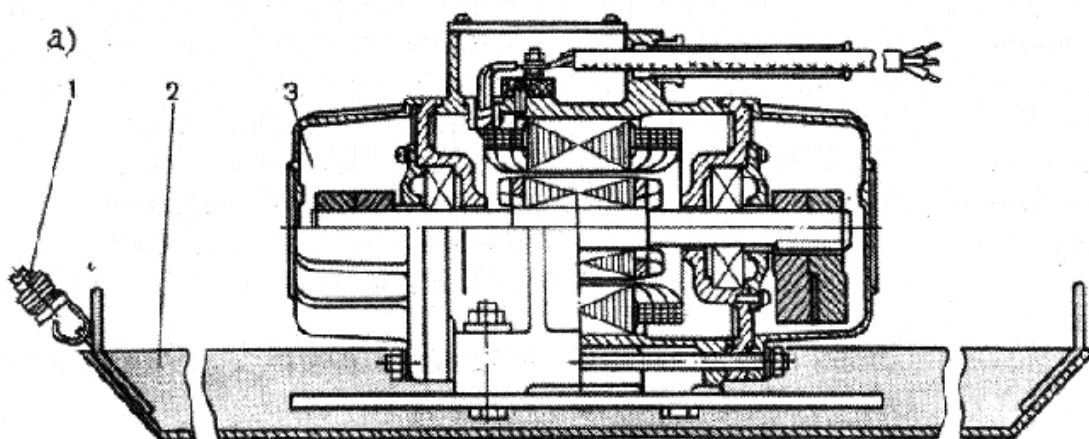


Рис. 8.2. Площадочный вибратор:
1 – гибкий шнур; 2 – основание вибратора; 3 – электродвигатель

Эксплуатационная производительность поверхностных вибраторов по объему уплотненной смеси ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P_3 = 3600 \times A \times h \times K_B / (t_1 + t_2),$$

где A – рабочая площадь основания вибратора, м^2 ;

h – толщина слоя, прорабатываемого вибратором, м;

t_1 – продолжительность вибрирования с одной позиции, с;

t_2 – продолжительность перестановки вибратора с одной позиции на другую, с;

K_B – коэффициент использования вибратора по времени ($K_B = 0,75 \dots 0,85$).

Глубинные ручные электрические вибраторы с гибким валом (рис. 8.3) однотипны по конструкции и состоят из переносного электродвигателя 1 с рукояткой для переноса и выключателем сменного вибронаконечника 3 с планетарным механизмом возбуждения колебаний и гибкого вала 2 для передачи крутящего момента от электродвигателя к шпинделю вибронаконечника. Такие вибраторы характеризуются повышенной частотой колебаний (167...334 Гц), малыми размерами наконечника (диаметр 51...76 мм, длина 420...430 мм) и применяются для уплотнения бетонных смесей с мелким заполнителем при изготовлении густо- и среднеармированных железобетонных конструкций и изделий. Вибронаконечники вибраторов с гибким валом могут работать в вертикальном или наклонном положении.

Вибронаконечник (рис. 8.3) состоит из корпуса 4, шпинделя 1, опирающегося на шарикоподшипники, дебаланса бегунка 5 и упругой муфты 2, позволяющей бегунку-дебалансу отклоняться от оси вращения шпинделя на расчетный угол. Колебания корпуса вибронаконечника создаются бегунком-дебалансом.

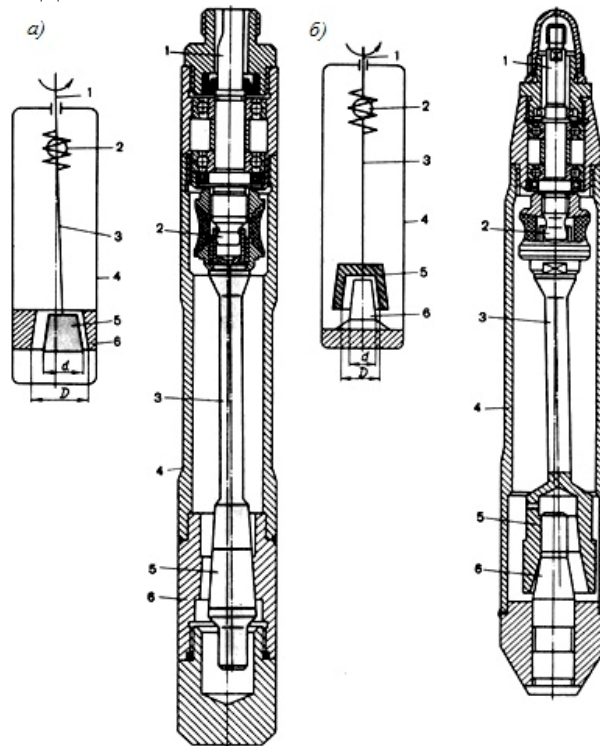


Рис. 8.3. Вибронаконечники:

а – наконечник с внешним обкатом; б – наконечник с внутренним обкатом планетарно обкатывающимся по конусной поверхности неподвижной втулки или сердечника 6, жестко соединенных с корпусом.
Бегунок-дебаланс выполнен заодно со штангой 3

Различают вибронаконечники с внутренней (рис. 8.3,б) и внешней (рис. 8.3,а) обкаткой дебаланса. У первых бегунок своей внутренней конической поверхностью обкатывается по конической поверхности пальца,

запрессованного в днище корпуса, у вторых бегунок своей наружной конической поверхностью обкатывается по внутренней конической поверхности втулки, приваренной к корпусу.

При пуске вибратора бегунок-дебаланс сначала вращается в воздухе, а затем под действием центробежной силы начинает отклоняться от геометрической оси вибронаконечника на угол до 5° и наносить удары по втулке или пальцу, возбуждая колебания корпуса наконечника. Соответствующим подбором соотношения диаметров втулки и бегунка-дебаланса можно получать высокую частоту колебаний корпуса вибратора при сравнительно небольшой частоте вращения вала электродвигателя.

Контрольные вопросы

1. Основные схемы вибраторов для уплотнения бетона.
2. Классификация вибраторов.
3. Устройство глубинного вибратора.
4. Устройство поверхностного вибратора.
5. Как можно изменить характер работы вибронаконечника?

Тема 9. РУЧНОЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Ручной механизированный инструмент (РМ) представляет собой приспособление, в котором движение рабочего органа осуществляется двигателем, но управление всем инструментом и все вспомогательные движения при этом совершаются вручную. При этом резко увеличивается производительность труда. Сравните, сколько времени понадобится, чтобы просверлить отверстие ручным буравом и электродрелью.

В зависимости от энергии, используемой для работы привода, такой инструмент подразделяется на:

- электрический: электродрели, болгарки, электролобзики и т.п.;
- пневматический: трамбовки, клепальные молотки и т.п.;
- моторизованный, который работает от двигателя внутреннего сгорания, к примеру, бензопила;
- гидравлический: домкрат, трубогиб и т.п.;
- пороховой ударного действия, к примеру, пороховой монтажный пистолет.

По характеру движения рабочего органа механизированный инструмент делится на три группы: с вращательным движением рабочего органа – дисковые пилы, рубанки, сверлилки и др.; с поступательно-возвратным движением рабочего органа – отбойные и чеканочные молотки, ножовки и др.; со сложным движением рабочего органа – вибраторы, бурильные молотки и др.

В зависимости от взаимосвязей между предметом труда, орудиями труда и исполнителями в процессе выполнения технологических операций различают следующие виды труда.

Ручной труд ручным инструментом – это подъем и перемещение грузов ручными лебедками, таями, полиспадами, речными домкратами, работа гаечным ключом, ломом, лопатой, кувалдой и т.п.

Ручной труд механизированным инструментом – сверление отверстий, затягивание болтов, работа с клепальными, рубильными и отбойными молотками, вибраторами, краскопультами и другие операции.

Ручной труд при машинах – это работа строповщиков и такелажников, сварщиков и газорезчиков.

Механизированный труд – управление работой машины, выполняющей технологический процесс.

Автоматизированный труд – в этом процессе рабочий является оператором при одной или нескольких машинах, работающих в полностью механизированном режиме.

Ручной труд ручным инструментом – наиболее тяжелый и малопродуктивный физический труд. Он в первую очередь должен механизироваться или, по крайней мере, его доля должна постоянно сокращаться.

Применение механизированного инструмента в определенной мере облегчает труд рабочего и значительно повышает его производительность. Ручной труд должен играть в технологическом процессе вспомогательную роль, его доля составляет более 50 %. Причем весьма значительный объем ручных работ приходится не на вспомогательные и сопутствующие, а на основные технологические операции. В этих случаях целесообразно создание приспособлений и механизмов, решающих частные задачи облегчения ручного труда. Такие механизмы принято называть средствами малой механизации (СММ).

Ниже в качестве примера приведем некоторые отечественные образцы ручного механизированного инструмента.

Для очистки поверхности металлоконструкций применяют щетки прямые и угловые, как с электро- (ИЭ-2106, ИЭ-2009, Ш-178-1, *WSBA-1400*), так и с пневмоприводом (ИП-2014А, П-22, ИП-2104), имеющие число оборотов в минуту 4600 – 7200, собственный вес от 3 до 6,5 кг.

Применяют также ручные шлифовальные электрические (ИЭ-2004АУ-2, ИЭ-6103А, ИЭ-8201Б) и пневматические (ИП-2203А, ИП-2015, ИП-2014А) машины с диаметром шлифовального круга 100–200 мм, частотой вращения 2900-7600 об/мин, массой от 3,5 до 6,5 кг (рис. 9.1).

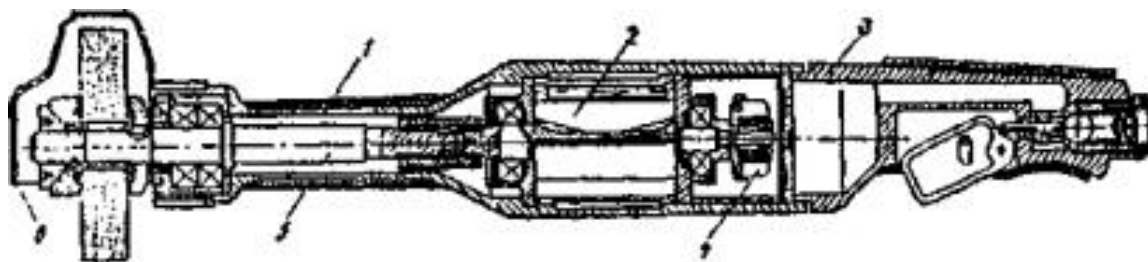


Рис. 9.1. Пневмошлифовальная ручная машина:
1 – корпус; 2 – пневмодвигатель; 3 – рукоятка; 4 – регулятор числа оборотов;
5 – шпиндель; 6 – кожух

Машины сверлильные пневматические (например, прямая ИП-1016А, угловая ИП-1103А) могут не только рассверливать отверстия диаметром до 32 мм, но и выполнять другие операции. Для этого служит комплект съемных насадок: сверло, щетка, абразивный круг, ножницы, гайковерт (рис. 9.2).

Для затяжки высокопрочных болтов применяют пневматические гайковерты ударно-реверсивного действия: прямые (ИП-3106Б, ИП-3123) и угловые (ИП-3205Б), обеспечивающие момент затяжки 800-1600 Н·м при диаметре болтов до 36 мм (рис. 9.3).

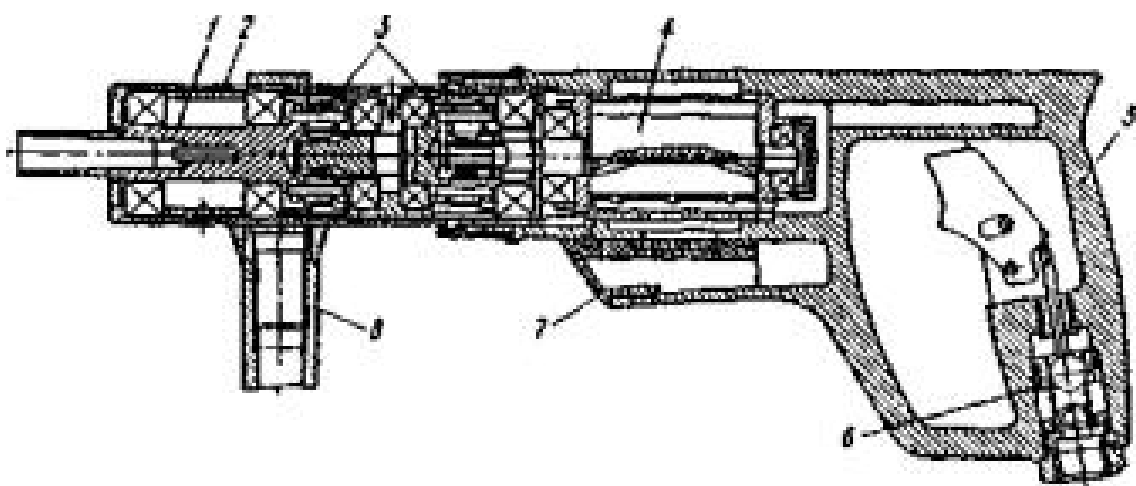


Рис. 9.2. Пневматическая сверлильная машина:
 1 – шпиндель; 2 – корпус; 3 – регулятор; 4 – пневмодвигатель; 5 – рукоятка;
 6 – пусковое устройство; 7 – глушитель; 8 – дополнительная рукоятка

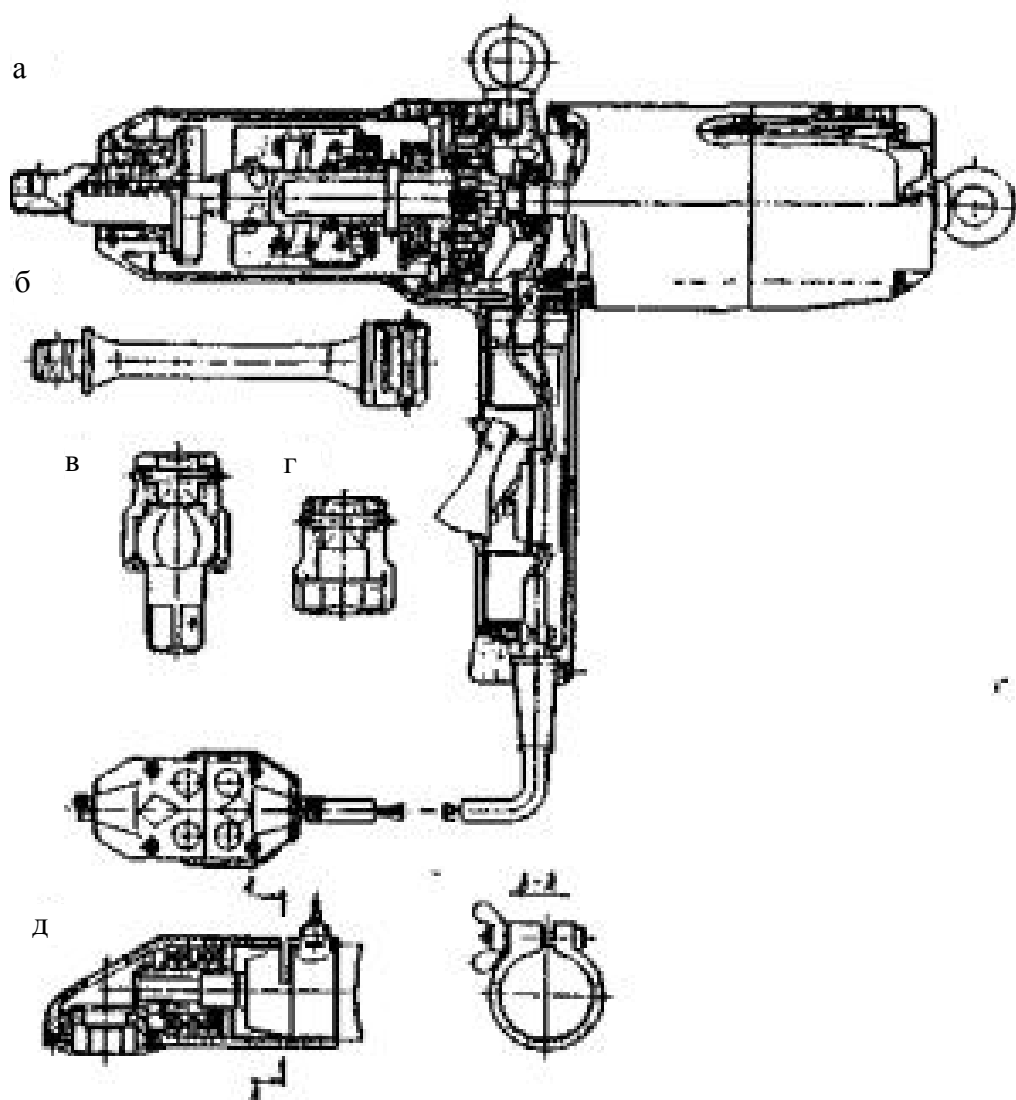


Рис. 9.3. Гайковерт с насадками (начало):
 а – гайковерт; б – удлинитель (торсион); в – шарнирный переходник;
 г – сменная головка; д – угловой переходник

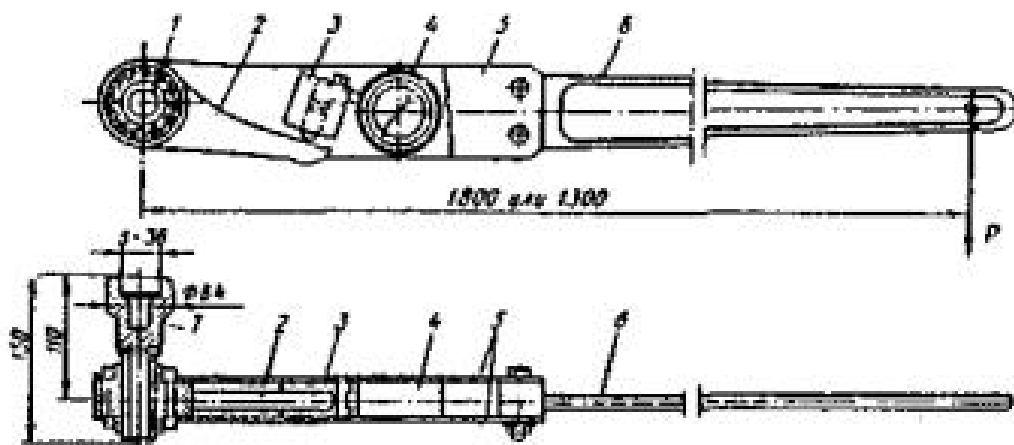


Рис. 9.3. Гайковерт с насадками (окончание)

Разработаны и широко используются машины, механизующие труд по очистке, окраске поверхностей конструкций, сушке поверхностей, приготовлению мастик и других составов, нанесению мастик, раскатке и прикатке рулонных материалов при устройстве гидроизоляции и др. Источник: http://www.znaytovar.ru/gost/2/PosobieMehanizaciya_stroitelst.html

Сверлильные ручные машины выпускают одно-, двух- и многоскоростными с электронным регулированием частоты вращения шпинделя.

Каждая сверлильная РМ (рис. 9.4, а) состоит из электродвигателя 7 с вентилятором 6 и двухступенчатого цилиндрического косозубого редуктора 4, встроенных в корпус, шпинделя 3 с наружным или внутренним конусом Морзе 2 для крепления сверл 1 или сменных рабочих органов, рукоятки 10, в которой смонтированы курковый выключатель 8 с фиксатором 9 рабочего положения и устройство для подавления радиопомех, кабеля со штепсельным соединением для подключения к электросети. Вращение шпинделю сообщается от электродвигателя через двухступенчатый косозубый редуктор, ведущая шестерня которого нарезана на валу ротора, а ведомая закреплена на шпинделе. Промежуточные шестерни редуктора выполнены в виде блока. На передней части вала ротора насажен вентилятор для охлаждения электродвигателя в процессе работы. Вал ротора вращается в двух шарикоподшипниках, один из которых установлен в промежуточной щите 5, а другой – в корпусе электродвигателя. Включение и выключение машины осуществляются курковым выключателем.

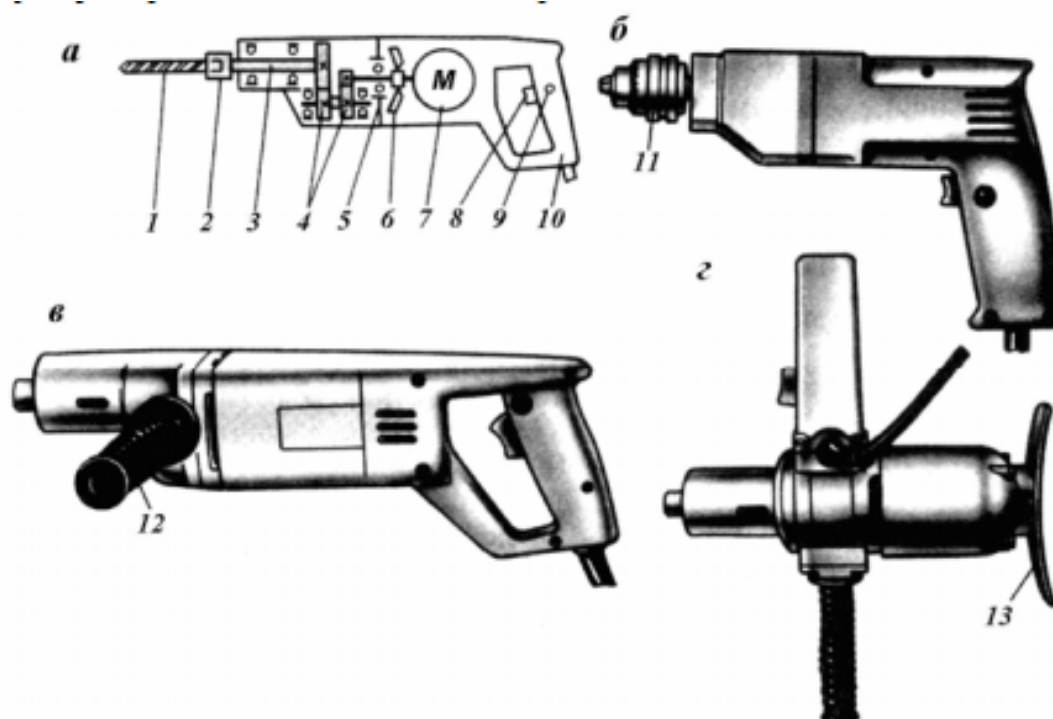


Рис. 9.4. Электрические ручные сверлильные машины

Машины для сверл диаметром до 9 мм изготовляют пистолетного типа (рис. 9.4, б). Машины для сверл диаметром до 14 мм комплектуются специальным съемным патроном 11 для крепления сверл. Патрон устанавливается на рабочий конец шпинделя, который выполнен в виде укороченного наружного конуса Морзе. Сверла диаметром более 14 мм устанавливают непосредственно в шпинделе сверлильной РМ, который имеет внутренний конус Морзе. Сверлильные РМ для сверл диаметром до 14 мм (рис. 9.4, в) имеют заднюю рукоятку замкнутого типа и оснащены дополнительной съемной боковой рукояткой 12 для восприятия оператором реактивного момента, возникающего при работе машины. Более мощные машины (для сверл диаметром 23...32 мм) с большим крутящим моментом имеют на корпусе две боковые рукоятки и грудной упор 13 (рис. 9.4, г) для создания дополнительного осевого давления на сверло.

Источник:

<http://interlibrary.narod.ru/GenCat/GenCat.Tech.Dep/BM/220000011/G14.pdf>

Контрольные вопросы

1. Классификация машин для отделочных работ.
2. Назначение и принцип действия работы штукатурных станций.
3. Классификация ручных машин.
4. Назначение и принцип работы электроперфораторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строительные машины [Текст]/ под. ред. А.И. Доценко. – М.: АСВ, 2012.

2. Романович, А.А. Строительные машины [Электронный ресурс]: лабораторный практикум [Текст]/ А.А. Романович, Е.В. Харламов. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. – 206 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28398>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Тихонов, А.Ф. Автоматизация строительных и дорожных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Ф. Тихонов, С.Л. Демидов, А.Н. Дроздов. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 254 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23716>. – ЭБС «IPRbooks».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Кошкарёв, Е.В. Машина в строительном деле [Электронный ресурс]: сборник задач с примерами расчетов/ Е.В. Кошкарёв. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 60 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16377>. – ЭБС «IPRbooks».

2. Германович, Т.В. Construction equipment for civil engineers [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / Т.В. Германович, Ю.В. Жидяева. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 96 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26863>. – ЭБС «IPRbooks».

3. Романович, А.А. Строительные машины [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.А. Романович, Е.В. Харламов. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. – 206 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28398>. – ЭБС «IPRbooks».

4. Механическое оборудование и технологические комплексы [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Пуляев [и др.]. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 480 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30434>. – ЭБС «IPRbooks».

5. Строительные машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interlibrary.narod.ru/GenCat/GenCat.Tech.Dep/VM/220000011/G14.pdf>.

6. Строительные машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/PosobieMexanizaciya_stroitelst.html

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Тема 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ.....	5
Тема 2. ТРАНСПОРТНЫЕ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ, ПОГРУЗОРАЗГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	29
Тема 3. МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ, СОРТИРОВКИ И МОЙКИ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	43
Тема 4. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ, РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ	53
Тема 5. МАШИНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА.....	72
Тема 6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ	83
Тема 7. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА	93
Тема 8. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	100
Тема 9. РУЧНОЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ	104
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109

Учебное издание

Романенко Игорь Игоревич

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Курс лекций по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор М.А. Сухова

Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 13.04.16. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 80 экз.

Заказ №270.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.