МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

1.1. Классификация машин для строительства магистральных трубопроводов

1.1.1. Понятие о машине

Машина (франц. machine, лат. machina) – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда (Крайнев, 1981).

В строительном деле можно выделить следующие группы машин:

- машины-двигатели, преобразующие различные виды энергии в механическую;
- рабочие машины, получающие необходимую им механическую энергию от двигателя, приводящего в движение исполнительный орган машины, при помощи которого машина изменяет свойства, состояние, форму или положение обрабатываемого сырья, материала или предмета;
- машины-генераторы, преобразующие подводимую к ним механическую энергию двигателя в энергию потока жидкости или газа (различные виды насосов, компрессорные машины и др.).

1.1.2. Общая классификация машин

- Все машины и механизмы, применяемые на строительстве и ремонте магистральных трубопроводов, можно разделить на общестроительные и специальные.
- Общестроительные машины имеют широкое применение и могут быть использованы на строительстве любого объекта (например, бульдозер). Специальные машины предназначены в основном для строительства магистральных трубопроводов (например, роторный траншейный экскаватор).

Рис. 1.1. Классификация машин
для строительства и ремонта трубопроводов

1.1.3. Основные требования, предъявляемые к машинам

- Ко всем машинам, предназначенным для строительства магистральных трубопроводов так же, как и к современным машинам любого другого назначения, предъявляются следующие конструктивные и эксплуатационные требования, обусловленные современным уровнем развития науки и техники.

Конструктивные требования

- заключаются в том, что машина должна быть высокопроизводительной, надежной, долговечной, удобной в управлении, обладать хорошей маневренностью и быть приспособленной к изменению в определенных пределах условий работы. Кроме того, машина должна быть достаточно простой в обращении и ремонте. Ее монтаж и демонтаж, а также замена деталей не должны вызывать затруднений. В конструкции машины должны быть максимально использованы унифицированные узлы, нормализованные и стандартные детали, что значительно снижает стоимость машины, повышает ее надежность и облегчает ремонт и т. д.

Существует следующий комплекс эксплуатационных требований:

- качество работ, выполненных машиной согласно предусмотренной технологии, должно быть высоким; машина должна быть дешева, более производительна, чем предшествующие модели и расходовать меньше энергии на единицу объема выработанной продукции. Иначе говоря, каждая новая модель машины данного назначения должна давать экономический эффект.

При создании новой машины большое внимание должно уделяться обеспечению условий, благоприятных для работы водителя машины.

К этим требованиям относятся:

- 1) наличие удобного сиденья, хорошего обзора и освещения фронта работ и рабочего органа;
- 2) удобство пользования рычагами, кнопками и педалями управления; применение рычагов рациональной формы и снижения усилий, прикладываемых для переключения рычагов, используя для этой цели специальные усилительные устройства;
- 3) устранение вибрации и шума в зоне рабочего места;
- 4) надежная защищенность рабочего места от пыли и отработанных газов;
- 5) поддержание благоприятного температурного режима в кабине водителя путем искусственного нагрева или охлаждения воздуха.
- Показателями долговечности машины являются срок службы, определяемый календарной продолжительностью ее эксплуатации до капитального ремонта или списания, и ресурс, определяемый наработкой машины до предельного состояния.

ТРЕБОВАНИЯ, УСЛОВИЯ

- Машины, предназначенные для работы в районах с холодным климатом, должны сохранять работоспособность в условиях низких температур до минус 60^0С, при повышенной скорости ветра, снежных заносах, обледенении и полярной ночи. С этой целью в конструкции таких машин должны быть использованы соответствующие марки стали с соответствующей термообработкой, обеспечивающие высокие показатели ударной вязкости при низких температурах.
- Сварные соединения должны выполняться конструктивно и технологически с учетом предотвращения их хрупких разрушений.
- Электротехническое и другое оборудование этих машин должно иметь морозо- и влагостойкое исполнение.

ТРЕБОВАНИЯ, УСЛОВИЯ

- В гидравлических системах, а также системах жидкостного охлаждения должны применяться соответствующие низкотемпературные рабочие и охлаждающие жидкости.
- Силовые установки с двигателями внутреннего сгорания должны снабжаться подогревательными и терморегулирующими устройствами для обеспечения быстрого запускания при низких температурах.
- Конструкция ходовой части должна обеспечивать эксплуатацию машин при работе в скальных и мерзлых грунтах, на обледенелых и заснеженных

1.1.4. Основные технико-эксплуатационные параметры машины

- При анализе проектных решений и исследовании математических моделей, описывающих какую-либо технологическую систему, обычно требуется найти некоторые значения интересующих переменных. Эти значения определяются из условия обращения критерия оптимальности в минимум или максимум.
- Конкретный вид критерия оптимальности выбирается в зависимости от задачи, стоящей перед исследователем, от целевой направленности моделирования.
- Применительно к машинам и оборудованию для строительства и ремонта магистральных и промысловых трубопроводов может быть определен (чаще всего экспертным путем) ряд критериев или эксплуатационных свойств, которые могут быть применены при решении задач синтеза (проектирования) и анализа (выявления резервов).

Основные технико-эксплуатационные параметры машины

- Применительно к машинам и оборудованию для строительства и ремонта магистральных и промысловых трубопроводов может быть определен (чаще всего экспертным путем) ряд критериев или эксплуатационных свойств, которые могут быть применены при решении задач синтеза (проектирования) и анализа (выявления резервов).

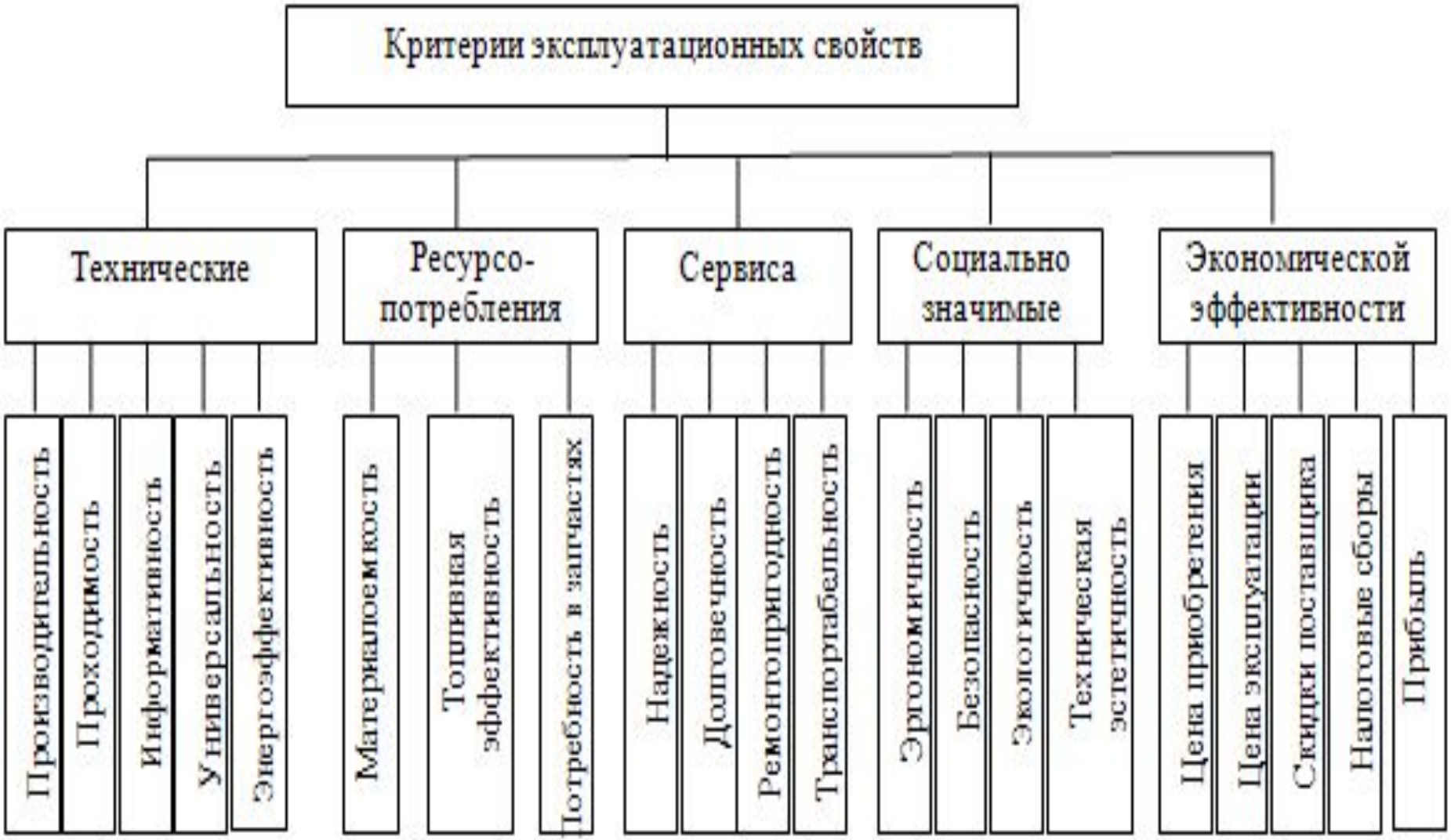
Рассмотрим основные критерии – комплекс эксплуатационных свойств, характеризующие качество эксплуатации машин.

- Комплекс эксплуатационных свойств – это необходимое и достаточное для всесторонней оценки эффективности использования машины на стадии ее эксплуатации число свойств и их показателей. Системный подход позволяет проводить анализ и синтез различных по природе и структуре эксплуатационных свойств машины, т. е. выявлять и оценивать степень влияния различных факторов на эффективность функционирования системы, например комплекс машин для строительства трубопроводов.

Системный анализ

- Установлено, что машины различных принципов действия, конструктивного исполнения и применения имеют различные комплексы эксплуатационных свойств (например, комплекс эксплуатационных свойств одноковшового экскаватора отличается от аналогичного комплекса изолировочно-очистных комбайнов). В каждом конкретном случае специалист (эксперт), анализирующий эксплуатационные свойства машины, составляет соответствующий комплекс, используя методологию системного анализа.

Классификация критериев эксплуатации машин



технические

- Объединенные в первой системе технические свойства характеризуют функциональное назначение машины, определяющее основные функции, которые обусловливают область ее применения. Это производительность, проходимость, универсальность, информативность и энергоэффективность.

ресурсопотребления

- Вторая система объединяет свойства ресурсопотребления, которые характеризуют экономичность эксплуатации машины: топливную экономичность, эксплуатационную материалоемкость, трудоемкость выполнения работ по обслуживанию и потребность в запасных частях.

сервиса

- Третья система, определяющая новые показатели сервиса, характеризует степень ответственности изготовителя перед потребителем машин. В нее входят показатели надежности, долговечности, ремонтопригодности, транспортабельности.

социально значимые

- Четвертая система объединяет социально значимые свойства машины. Они оказывают влияние на жизнь, здоровье, эстетические потребности человека, сохранность его имущества и окружающей среды. К ним относятся безопасность, эргономичность (комфортабельность), экологичность, эстетичность.

экономической эффективности машин

- Пятая система включает в себя показатели экономической эффективности машин, на которых базируется интегральный показатель качества, т. е. цену приобретения, цену эксплуатации, скидки и льготы поставщика, размеры налоговых платежей и сборов.

Качество

- О качествах той или иной машины судят по ее технико-эксплуатационным параметрам. Качество – совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые запросы потребителя в соответствии с назначением.
- В России управление качеством продукции машин и услуг базируется на серии международных стандартов ИСО 9000 «Управление качеством продукции» и разрабатываемых на их основе отечественных стандартах. Комплекс параметров является

главный параметр

- Для каждой группы машин одинакового назначения условно выбирается главный параметр. Для экскаваторов таким параметром является вместимость ковша, для трубоукладчиков – грузовой момент, для лебедки – тяговое усилие, для транспортных машин – грузоподъемность и т. д. По этому параметру классифицируют машины внутри групп.
- К числу основных параметров машин относятся производительность, скорость движения, мощность двигателя, габаритные размеры, масса и т д.
- Один из основных параметров машины – ее производительность, характеризующаяся количеством продукции, вырабатываемой ею в единицу времени. Различают следующие категории производительности: расчетно-теоретическую, или

Расчетно-теоретическая производительность

- *Расчетно-теоретическая производительность* $П_р$ представляет собой производительность, определяемую (на стадии проектирования) расчетными параметрами машины без учета простоев. Расчетные параметры машины определяются ее эксплуатацией на расчетных скоростях рабочих движений, при расчетном значении нагрузок на рабочем органе и с условным материалом.
- Эта производительность постоянна для данной машины и изменяется лишь с изменением ее конструкции (кинематики).

Расчетно-теоретическая производительность

- Например, для землеройных машин она выражается следующими общими формулами:
- для машин непрерывного действия
- $П_р = 3600 F_р υ_р$; $П_р = 3600 F_р υ_р ρ_р$,
- где $F_р$ – расчетное сечение стружки грунта, м^2, $υ_р$ – расчетная скорость движения, м/с; $ρ_р$ – плотность грунта, т/м^3;
- для машин периодического (циклического) действия
- $П_р = 60nq$; $П_р = 60nqρ$,
- где n – число циклов в минуту; q – расчетный объем грунта, выдаваемый за один цикл, м^3; $ρ_р$ – плотность грунта, т/м^3.
- Единица производительности землеройных машин может быть также выражена в линейных единицах (линейная производительность, например, длина отрытой или засыпанной траншеи в м/ч и км/ч).

Техническая производительность

- *Техническая производительность* $П_т$ – это максимально возможная производительность в данных конкретных условиях. Она определяется по объему выполненных работ в течение часа непрерывной работы машины при максимальном использовании мощности двигателя и передовой технологии. Техническая производительность может быть определена и расчетным путем: умножением расчетной производительности $П_р$ на соответствующий коэффициент $k_т$, определенный практикой и учитывающий влияние различных факторов (степень заполнения ковша и разрыхления грунта, снижения мощности двигателя и т.д.):
- $П_т = П_р k_т$.

Эксплуатационная производительность

- *Эксплуатационная производительность* $П_э$ представляет собой фактическую производительность машины с учетом всех перерывов в работе: случайных и запланированных. Она учитывает использование машины по времени в течение смены и равняется произведению технической производительности $П_т$ на коэффициент использования машины $k_и$ во времени:
- $П_э = П_т k_и$.

Эксплуатационная производительность

- Коэффициент $k_и$ представляет собой отношение времени фактической работы машины ко всему рабочему времени. Он учитывает неизбежные простои, вызываемые организационными мероприятиями (передача смены, регулировка и смазка механизмов, мелкий ремонт и т. д.). Обычно этот параметр рассчитывают по ранее полученным фактическим данным с необходимой корректировкой на изменившиеся условия работ.
- Эксплуатационная производительность за смену называется сменной производительностью. Это основной показатель, применяемый в технико-экономических расчетах.
- Годовая эксплуатационная производительность является директивной нормой выработки. По ней определяют плановые задания для строительно-

маневренность

- *маневренность* – способность машины разворачиваться в стесненных условиях на минимальной площади. Один из показателей маневренности – ширина полосы движения машины (рис. 1.3), которая характеризуется возможностью перемещения машины по узким извилистым дорогам, а также возможностью движения по дорогам с интенсивным движением.

маневренность

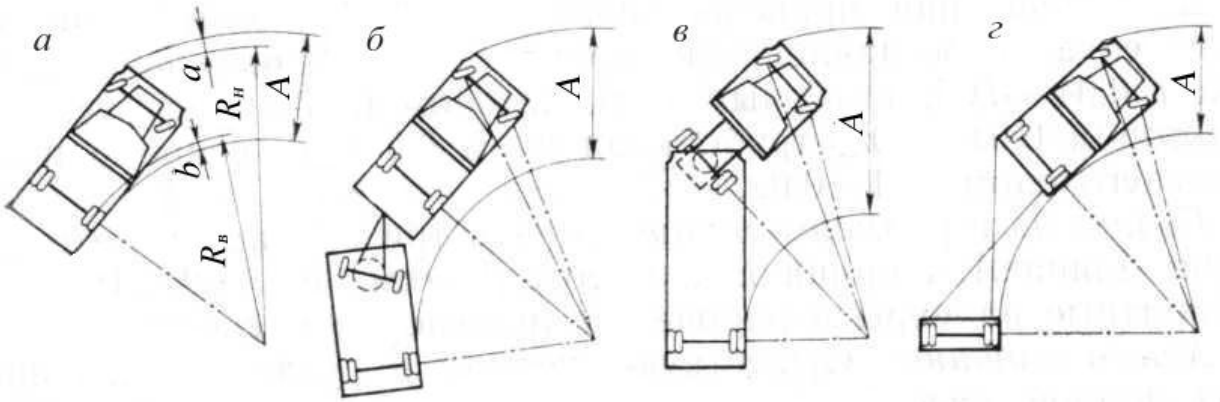


Рис. 1.3. Ширина полосы движения:
а – одиночного автомобиля; б – тягача с прицепом; в – тягача с полуприцепом;
г – тягача с роспуском, соединенным крестовой сцепкой

Под шириной полосы движения понимается полоса местности, в которую вписывается машина при повороте. Она зависит от расположения колес машины, ее длины и ширины. Максимальную ширину полосы движения *А* колесного автомобиля определяют по формуле

$$A = R_н - R_в + a + b,$$

где $R_н$ – максимальный радиус поворота внешнего переднего колеса;
$R_в$ – минимальный радиус поворота внутреннего заднего колеса; *a* и *b* – наибольший выход отдельных частей автомобиля за пределы движения соответственно внешнего переднего и внутреннего заднего колеса автомобиля.

Скорость движения

- Различают два вида скорости движения машины: скорость рабочего хода, определяемую условиями работы, и транспортную скорость, необходимую для быстрой переброски машины с одного участка работы на другой и зависящую от таких факторов, как рельеф местности, дорожное покрытие и т. д.

Проходимость

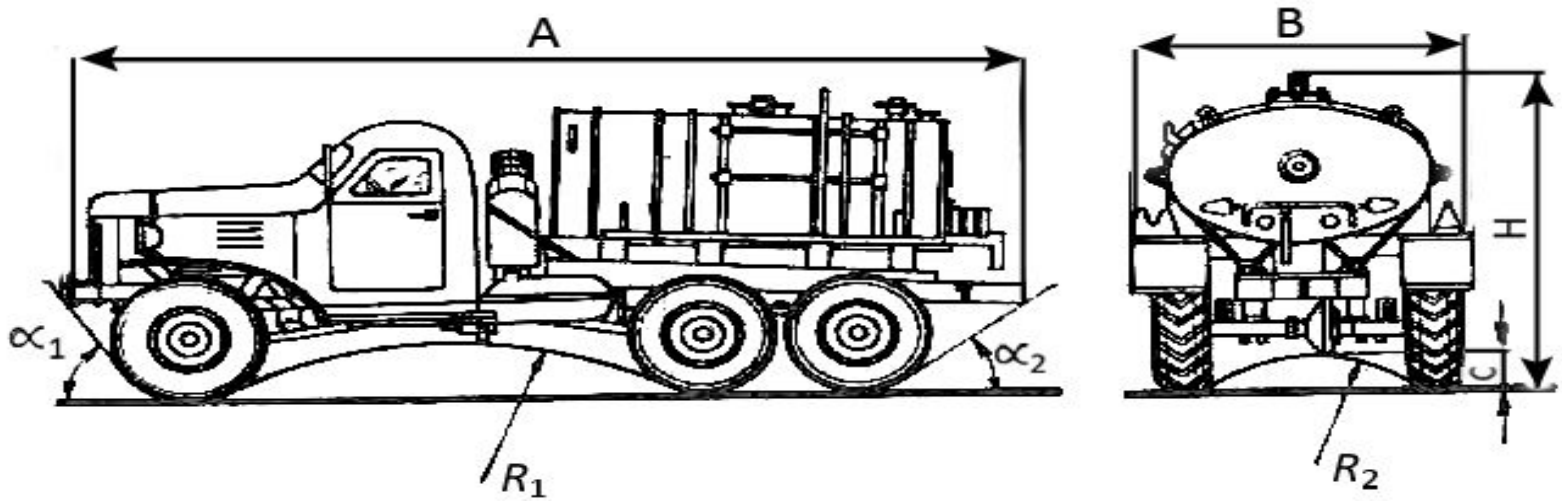


Рис. 1.4. Основные геометрические параметры машины

- *Проходимостью* называют способность машины двигаться в плохих дорожных условиях или по целине, преодолевая различные естественные препятствия (спуски, подъемы, заболоченные участки, снег и т. д.).
- Проходимость характеризуется средним удельным давлением машины на грунт, дорожным просветом, углом переднего и заднего свесов, а также предельной глубиной преодолеваемого брода. Проходимость зависит от формы и расположения

Проходимость

- Дорожным просветом (клиренсом) называется расстояние (*C*) от низшей точки корпуса машины до поверхности грунта (рис. 1.4) замеренное на горизонтальной площадке (для большинства машин клиренс составляет 280–450 мм).
- При движении по неровной местности проходимость характеризуется способностью машины преодолевать выпуклости дороги, не касаясь ее корпусом. Эту способность определяют радиусом проходимости.
- Радиус проходимости равен радиусу окружности, проходящей через низшую точку шасси и касательной к окружности переднего и заднего колес. Радиус проходимости бывает продольный R_1 и поперечный R_2 (рис. 1.4). Для большинства машин R_1 = 8–10 м, а R_2 = 1,25…1,3 м.
- Способность машин перемещаться по пересеченной местности зависит от углов переднего и заднего свесов (соответственно $\alpha_1 < \alpha_2$ на рис. 1.4. Под углами переднего и заднего свесов подразумеваются углы, образованные горизонталью и прямыми, проведенными через нижние крайние передние и задние точки машины и касательные к окружностям переднего и заднего колес. Эти углы должны быть не менее 20…25°.

Устойчивость. Удельное давление на грунт

- Устойчивость характеризует способность машины работать на продольных и поперечных уклонах, не опрокидываясь. В связи с этим различают продольную и поперечную устойчивость машины. Устойчивость оценивается коэффициентом запаса устойчивости, равным отношению восстанавливающего момента машины $M_в$ к опрокидывающему $M_{оп}$:
- $К = M_в/M_{оп}$.
- Средним удельным давлением на грунт называют отношение полной массы машины *G* к площади опорной поверхности *F:*
- $q = G/F$.
- Для сравнения приведем несколько цифр, характеризующих среднее удельное давление на грунт (в МПа), оказываемое человеком – 0,04…0,05; роторным экскаватором – 0,07–0,08; гусеничным трактором – 0,04…0,05; трубоукладчиком – 0,2…0,3; современным болотоснегоходом – 0,01…0,02.

Другие параметры и показатели

- *Габаритные размеры машины* – это три ее максимальных размера: длина *A*, ширина *B* и высота *H* (рис. 1.4). Различают габаритные размеры в рабочем и транспортном состоянии.
- *Масса машины*. Существует полная и сухая масса машины. Под полной массой понимают массу машины, заправленной горючим. Сюда входит также масса машиниста. Когда рассчитывают среднее удельное давление машины на грунт, то расчет проводят по полной массе машины. Сухая масса машины – ее масса без горючего и машиниста.

Другие параметры и показатели

- *Надежность* – это свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в установленных пределах в течение требуемого промежутка времени или наработки. Под наработкой понимают объем работы, выполненный машиной. Одним из показателей надежности является наработка на отказ, выражаемый средним значением наработки машины между отказами. Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины (поломки).

Другие параметры и показатели

- *Долговечность* – это свойство машины сохранять работоспособность до предельного состояния, определяемого невозможностью дальнейшей ее эксплуатации, с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Показателями долговечности машины являются срок службы, определяемый календарной продолжительностью ее эксплуатации до капитального ремонта или списания, и ресурс, определяемый наработкой машины до предельного состояния

Другие параметры и показатели

- *Безопасность* – это эксплуатационное свойство, обеспечивающее устранение или сведение к минимуму последствий аварийных ситуаций при транспортировке, осуществлении рабочих процессов и техническом воздействии на машину.

Другие параметры и показатели

Различают показатели активной и пассивной безопасности. Соблюдение требований, предъявляемых к показателям *активной* безопасности, т. е. к эффективности тормозной системы, органов управления, звуковой и световой сигнализаций, состоянию гидро- и пневмосистем, систем доступа в кабину и к обслуживаемым сборочным единицам машин, необходимых цветовых знаков безопасности и сигнальной окраски, а также к устройствам и приборам, предотвращающим опрокидывание и столкновение, обеспечивает малую вероятность возникновения аварийной ситуации.

Другие параметры и показатели

- Показатели же *пассивной* безопасности характеризуют наличие ремней и подушек безопасности, остекление кабины (наличие безосколочных стекол) и ее жесткость, а также эффективность защиты человека при опрокидывании машины и определяют возможность устранения последствий аварийной ситуации.

Другие параметры и показатели

- *Экологичность* – это свойство, характеризующее уровень воздействия машины при ее эксплуатации на окружающую среду.
- *Техническая эстетичность* – эксплуатационное свойство, характеризующее сочетание технических и художественных решений в конструкции машины с целью удовлетворения психологических и эстетических потребностей человека.

Другие параметры и показатели

- *Тягово-скоростные показатели* представляют собой совокупность параметров, определяемых результатами совместной работы двигателя, трансмиссии и движителя, и характеризуют энергетические возможности самоходной дорожной машины по осуществлению рабочего процесса
- *Информативность* – эксплуатационное свойство, характеризующее возможность получения оператором информации о состоянии, режимах работы машины и предаварийных ситуациях непосредственно в кабине машины.

Другие параметры и показатели

- *Энергоэффективность* – это свойство машины, характеризующееся ее тягово-скоростными показателями.

Топливная эффективность – эксплуатационное свойство, характеризующее способность дорожной машины выполнять рабочий процесс с минимальным расходом топлива в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

Основные элементы машин
при строительстве и ремонте трубопроводов

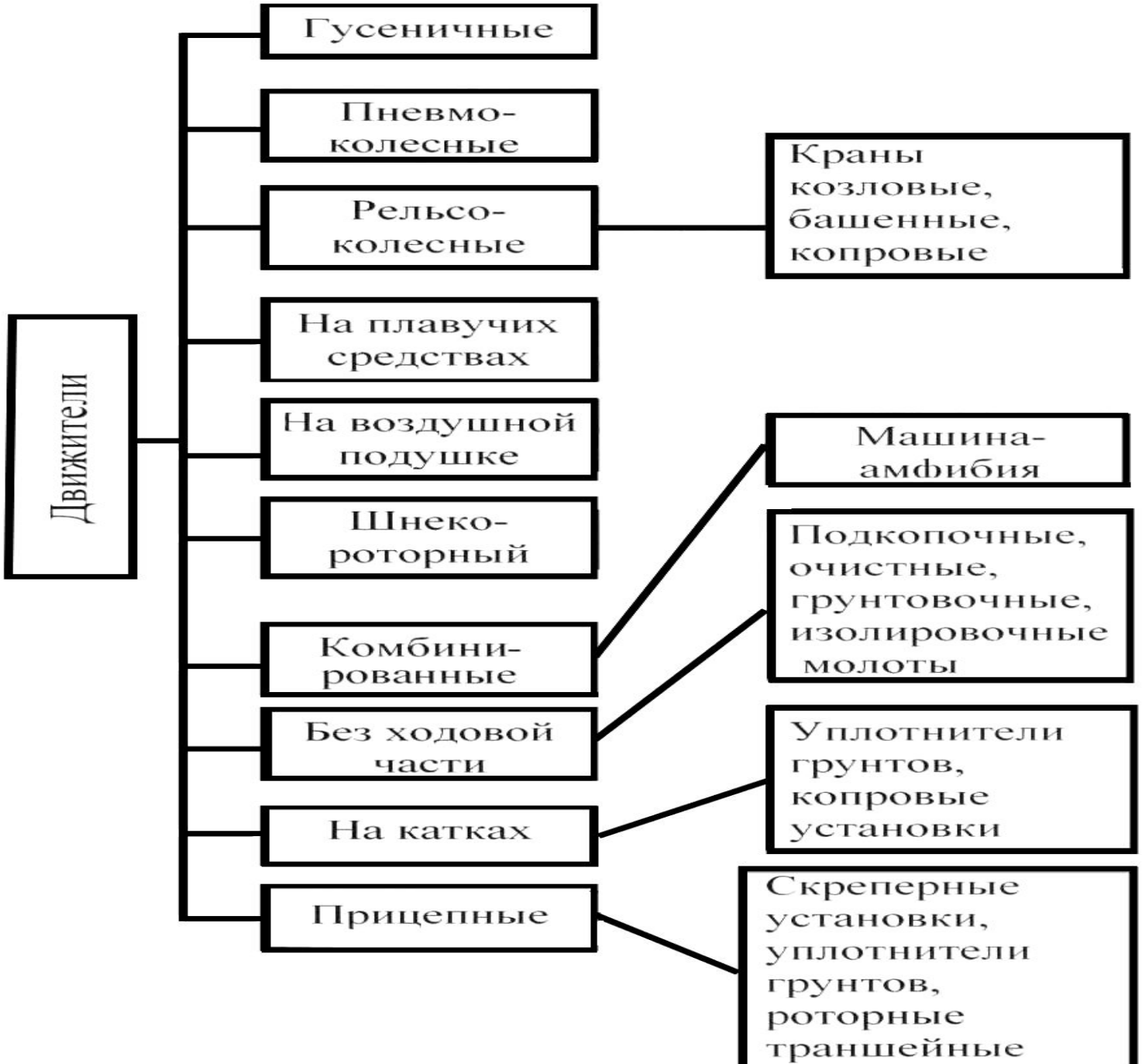
Рис. 1.5. Структура машины

Рама, Силовая установка

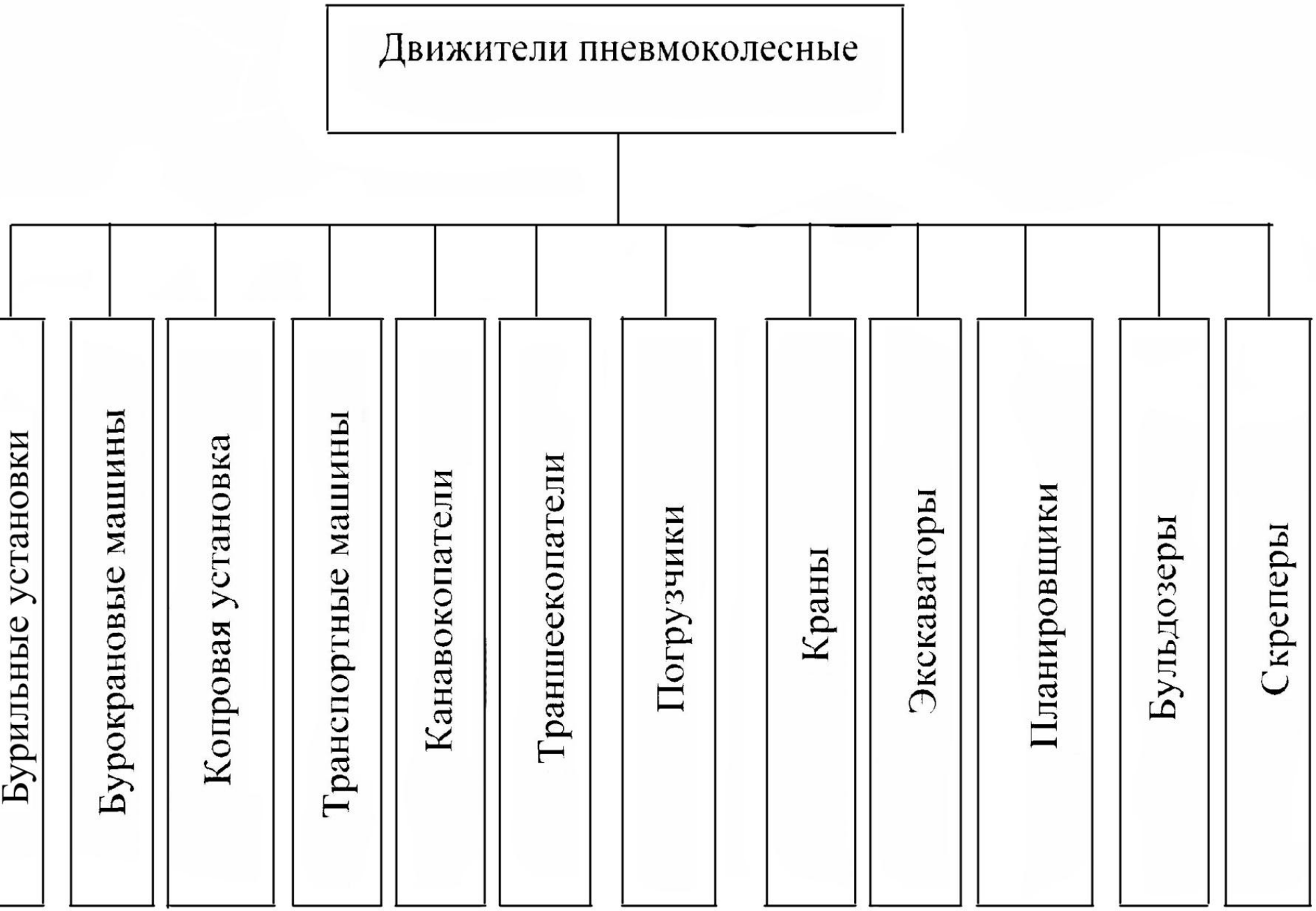
- Рама обеспечивает постоянство взаимного расположения других агрегатов, благодаря чему машина сохраняет работоспособность в широком диапазоне эксплуатационных условий.
-
- Источником механической энергии, необходимой для работы машины, служит силовая установка.
- Современные подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины оборудуются либо двигателями внутреннего сгорания (большей частью дизельными), либо электродвигателями с автономным питанием от аккумуляторов или стационарных электросетей.

Силовая установка

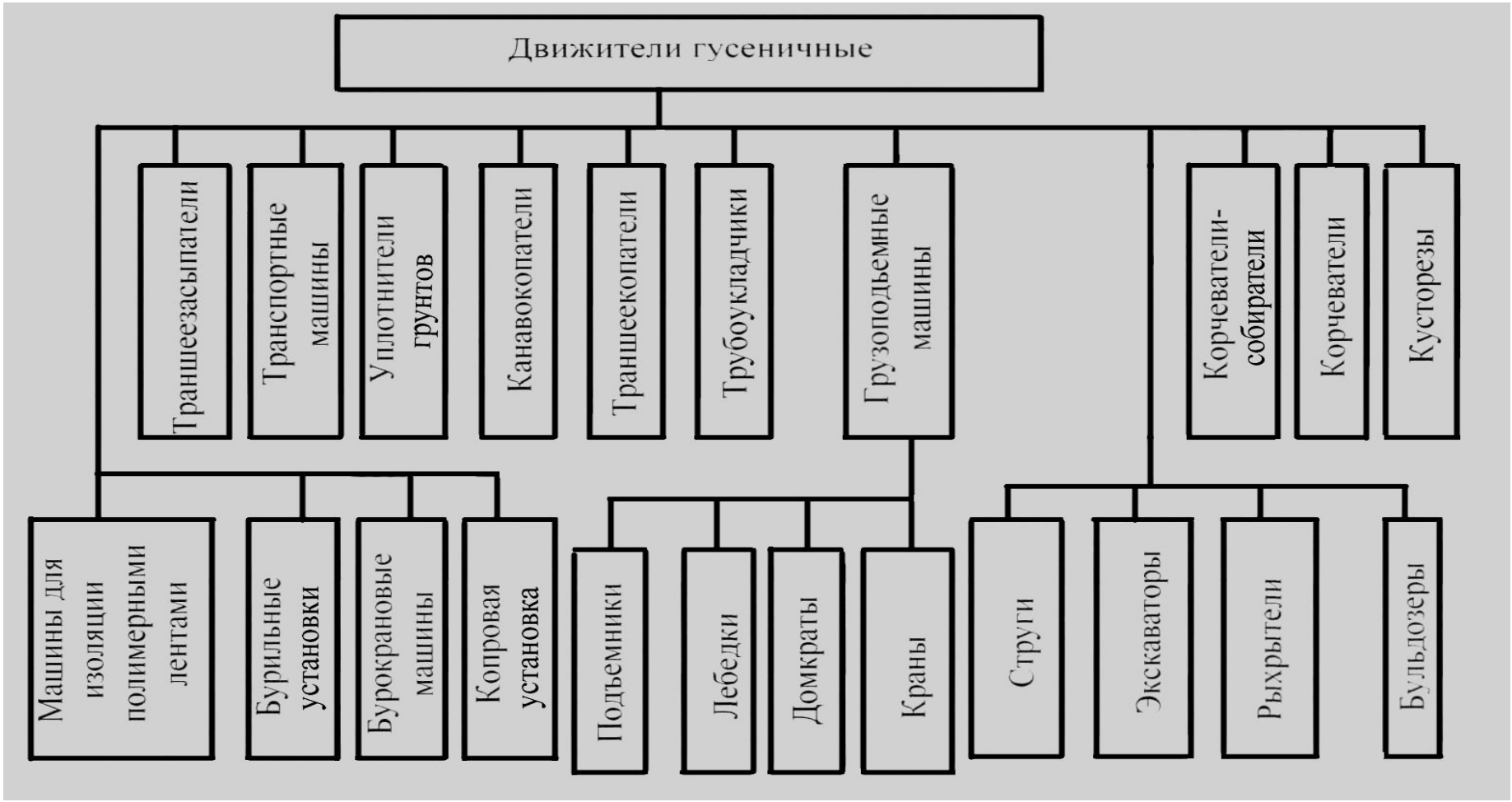
- Основным преимуществом двигателя внутреннего сгорания является полная автономность машины в течение длительного времени. К числу принципиальных недостатков такой силовой установки относят сравнительно невысокий КПД (20–35 %), шум, вибрацию, токсичность выхлопа, тепловое загрязнение окружающей среды. Удельная (на единицу массы) мощность автотракторных и транспортных дизельных двигателей внутреннего сгорания составляет от 0,75 до 1,0 кВт/кг.
- К преимуществам электродвигателей относятся высокий КПД (до 98 %) постоянная готовность к работе независимо от температуры окружающего воздуха, высокая надежность, простота сопряжения с другими агрегатами, а также легкий пуск, управление, реверсирование и остановка. Удельная (на единицу массы) мощность электродвигателей на порядок ниже, чем у двигателей внутреннего сгорания, и колеблется в пределах 0,027–0,095 кВт/кг.


Движители
Гусеничные
Пневмо-колесные
Рельсо-колесные
Краны козловые, башенные, копровые
На плавучих средствах
На воздушной подушке
Шнеко-роторный
Комбини-рованные
Машина-амфибия
Подкопочные, очистные, грунтовочные, изолировочные молоты
Без ходовой части
Уплотнители грунтов, копровые установки
На катках
Прицепные
Скреперные установки, уплотнители грунтов, роторные траншейные

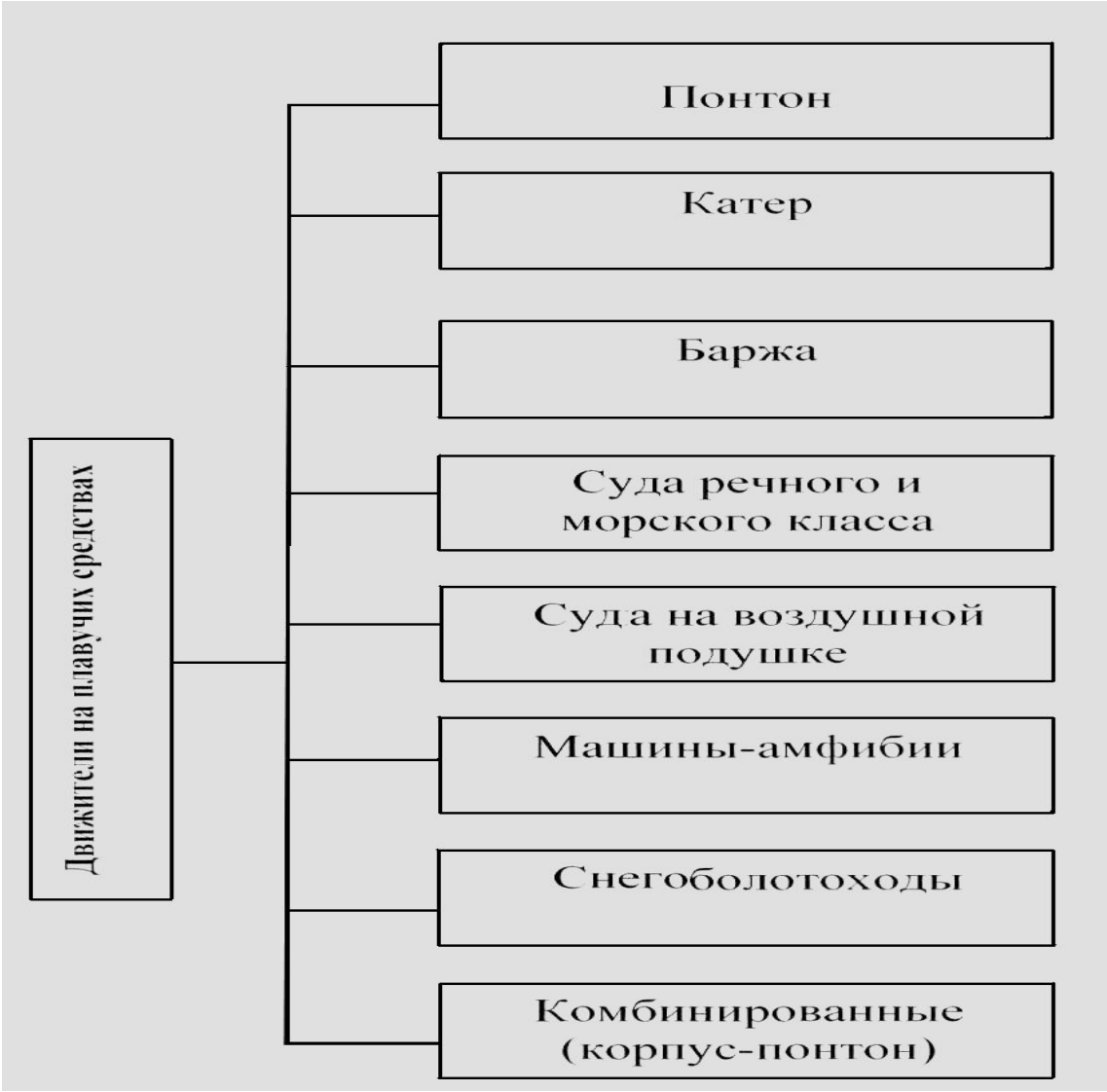
Пневмоколесные движители



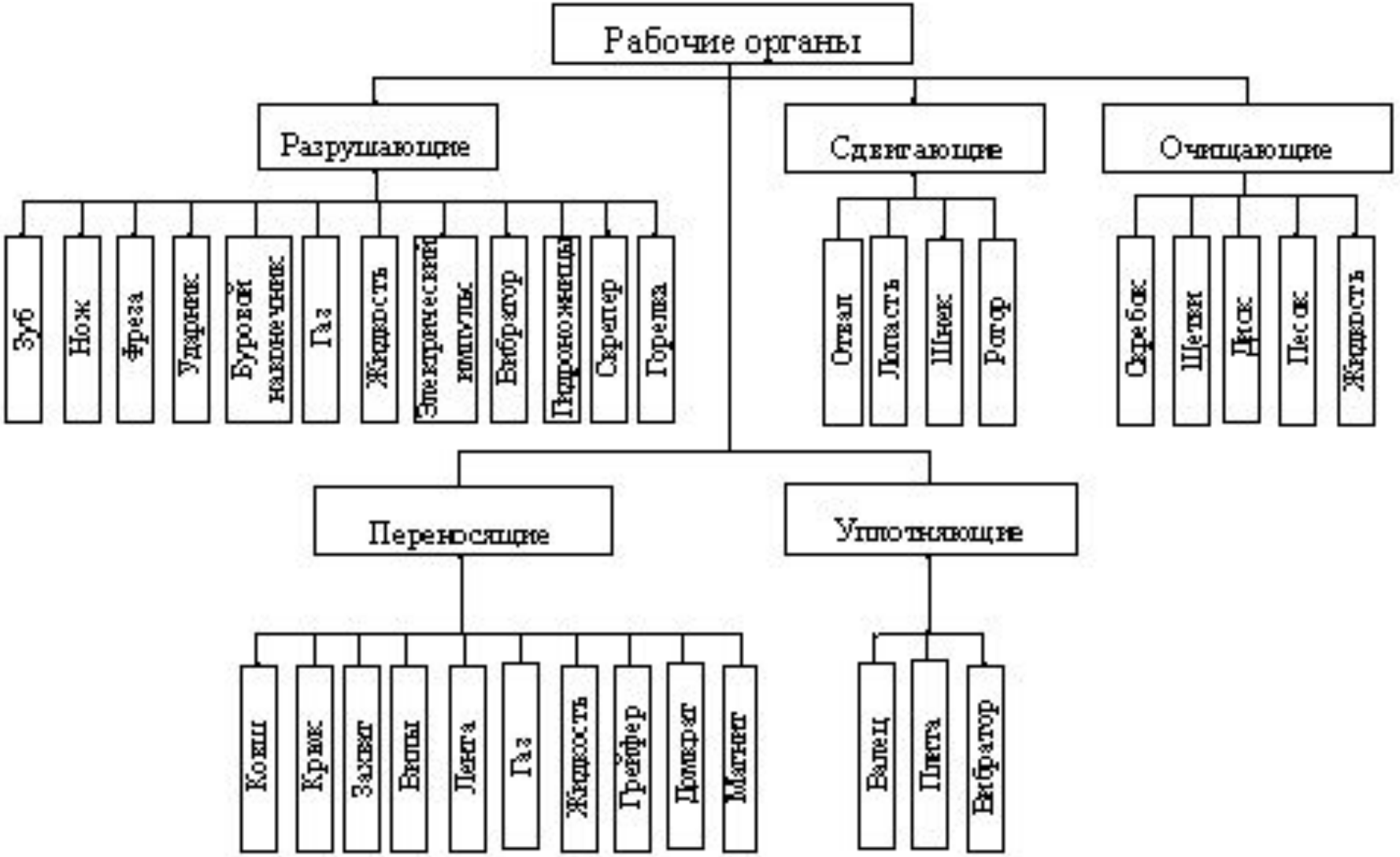
Гусеничные движители



Движители на плавучих средствах



Классификация рабочих органов машин при строительстве и ремонте нефтегазопроводов (по результату взаимодействия со средой)



. Рабочее оборудование

- Оборудование включает рабочий орган, а также детали и узлы, обеспечивающие его ориентацию в пространстве, и входит в состав обязательного оснащения подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. Оно создается с учетом своего функционального назначения и конструктивных особенностей базового шасси и включает в себя агрегаты, узлы и механизмы, наилучшим образом обеспечивающие эффективную работу машины. Рабочий орган взаимодействует со средой, для обработки которой создана машина, а соединительные и крепежные элементы обеспечивают его конструктивную связь с шасси. Как правило, рабочее оборудование оснащается силовой трансмиссией, снабжающей рабочий орган энергией и позволяющей управлять его положением в

Системы управления

- Контроль машины человеком невозможен без систем управления, обеспечивающих информационную связь между агрегатами машины и машинистом (или оператором). В науке об управлении различают прямую и обратную связь источника и объекта управления. В системе «человек – машина» устройства прямой связи обеспечивают машиниста информацией о состоянии машины и ее агрегатов, параметрах их работы, результатах выполнения рабочих процессов. К числу таких устройств относятся всевозможные датчики, световые и звуковые индикаторы и приборы. Устройства обратной связи дают машинисту возможность изменять характеристики машины, агрегатов или рабочих процессов непосредственно в ходе работы в соответствии с характером информации об их величине. К числу таких устройств относятся системы различного принципа действия, передающие команды машиниста к исполнительным механизмам.

Системы управления

- . Все системы управления, устанавливаемые на подъемно-транспортных, строительных и дорожных машинах и оборудовании, можно объединить в системы управления движением машины (тормозные, рулевые, подачей топлива, переменой передач, распределением крутящего момента) и системы управления рабочими органами (ориентацией в пространстве, величиной рабочего усилия). В простейших системах управления сигналы о состоянии агрегатов машины поступают в виде механических, электрических, гидравлических или пневматических импульсов на пульт управления, где приборы преобразуют их в вид, понятный машинисту (например, изменяют положение стрелки на циферблате, включают аварийный индикатор и т. д.). Машинист может принять полученную информацию к сведению или отреагировать на нее изменением параметров рабочего процесса. Последнее происходит с помощью органов управления, вырабатывающих механические, электрические, гидравлические или пневматические импульсы, передаваемые системами управления к исполнительным механизмам (например, тормозные системы, рулевые системы и т. п.).

Кабина, облицовочные панели и кожухи

- Работоспособность машины или механизма не зависит от наличия или отсутствия кожухов, облицовочных панелей и тем более кабины оператора. Тем не менее, большинство подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин оборудованы этими элементами. Кабины, первоначально созданные для защиты оператора от непогоды, постепенно превратились в изолированный от внешней среды центр управления всеми функциями машины, полностью адаптированный к физическим потребностям и особенностям человеческого организма.

Кабина, облицовочные панели и кожухи

- Комфорт машиниста обеспечивается креслом анатомического профиля, удобным размещением органов управления и совмещением их функций (за счет многофункциональных рычагов – джойстиков и автоматики), звуко- и виброизоляцией салона, увеличением прочности кабины, использованием климатических установок, улучшением обзорности, сокращением числа операций, требующих выхода машиниста из кабины.
- Назначение облицовочных панелей и кожухов – предохранить узлы и агрегаты машин от влаги, пыли, грязи и несанкционированного доступа, экранировать шум и вибрации, порождаемые их работой, и, что немаловажно, придать машине современный и привлекательный внешний вид.

Типы трансмиссий

- Силовой трансмиссией называется механизм, передающий энергию двигателя к удаленному от него устройству-потребителю.
- В зависимости от способа передачи энергии различают
- механические, гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные
- силовые трансмиссии.

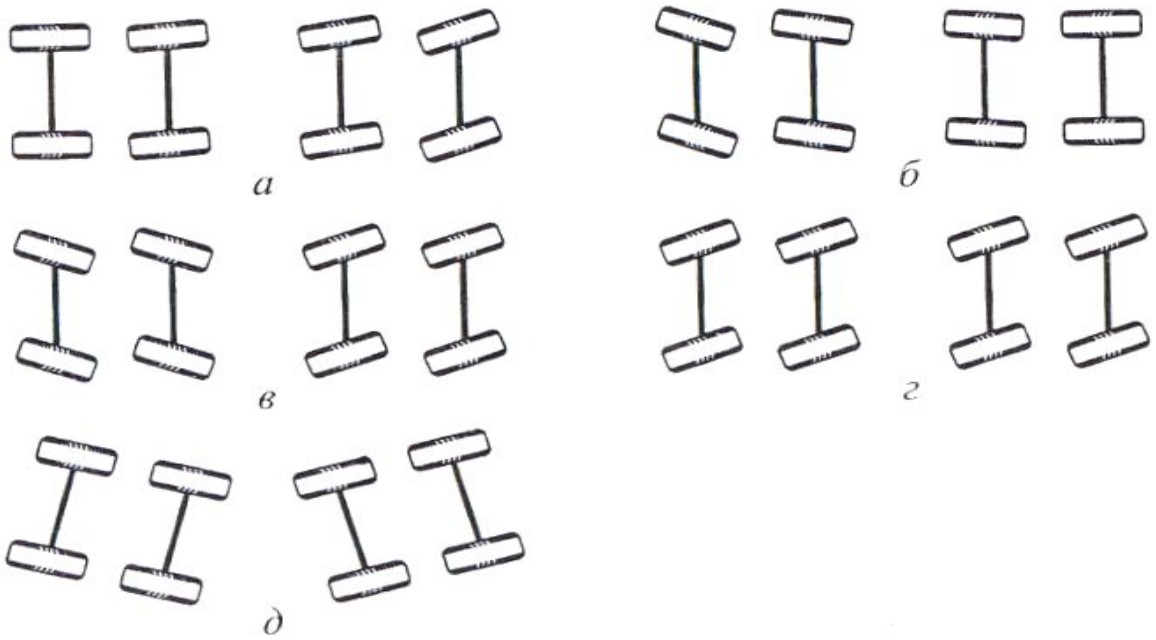
Рулевые системы

- Рулевые системы служат для изменения траектории движения машины. Самоходные машины на рельсовом ходу рулевыми системами не оснащаются, так как траектория их движения определяется рельсовым путем, по которому они перемещаются.
- Машины с так называемым «бортовым» поворотом также не нуждаются в рулевых системах, поскольку траектория их движения задается разностью скоростей гусениц или колес левого и правого бортов, приводимых ходовой трансмиссией независимо друг от друга.

Рулевые системы

- У всех остальных машин с колесным или многотележечным гусеничным движителем изменение траектории движения осуществляется с помощью рулевых систем, обеспечивающих поворот оси вращения движителя относительно направления движения машины.
- В современных подъемно-транспортных, строительных и дорожных машинах может использоваться до пяти режимов изменения траектории их движения (рис. 1.11).

рулевые системы



- *Способы маневрирования самоходных машин поворотом колес:*
  а – пропорциональный поворот передних управляемых колес;
  б – пропорциональный поворот задних управляемых колес;
  в – симметричный поворот всех колес (поворот «колея в колею»);
  г – поворот всех колес в одну сторону (движение «крабом»);

Двигатели внутреннего сгорания

- На современном этапе развития техники наиболее перспективными для привода трубопроводностроительных машин остаются тепловые двигатели внутреннего сгорания, работающие на жидком топливе нефтяного происхождения.
- Принцип работы ДВС основан на использовании энергии расширяющихся газообразных продуктов, образующихся при сгорании топлива в рабочем цилиндре или специальной камере сгорания двигателей, и превращения этой энергии в механическую работу.

Двигатели внутреннего сгорания

- В зависимости от кинематики различают двигатели с возвратно-поступательным (поршневые) и вращательным движениями первичного рабочего звена (двигатели ротационного типа, например, газотурбинные.
- В зависимости от вида применяемого топлива различают двигатели, работающие на жидком (керосин, бензин, дизельное топливо) и газообразном топливе (генераторном, сжатом или сжиженном газе).

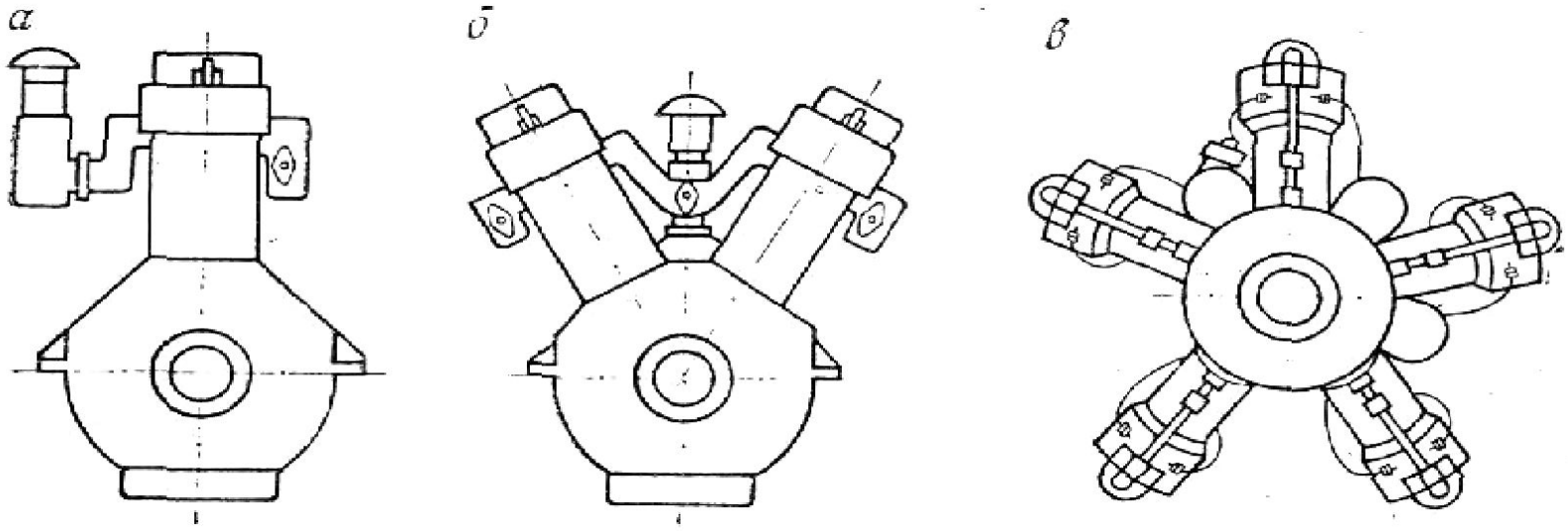
Двигатели внутреннего сгорания

- По способу образования горючей смеси и воспламенения рабочей смеси двигатели делятся на следующие типы:
- двигатели с внешним смесеобразованием, в которых образование горючей смеси происходит вне рабочего цилиндра в специальном устройстве (карбюраторе), и электрическим зажиганием рабочей смеси (карбюраторные и газовые);
- двигатели с внутренним смесеобразованием (в рабочем цилиндре) и воспламенением топлива от взаимодействия с воздухом, нагретым до высокой температуры при сжатии внутри цилиндра (дизельные).

Двигатели внутреннего сгорания

- Наибольшее распространение в машинах для строительства магистральных трубопроводов получили дизельные двигатели (дизели).
- В зависимости от числа ходов поршня (тактов), в течение которых совершается один законченный цикл работы двигателя, бывают четырех- и двухтактные двигатели.
- По числу цилиндров различают одно-, двух, четырех-, шести-, восьми-, десяти-, двенадцати, шестнадцатицилиндровые двигатели.

Типы различного расположения цилиндров двигателей

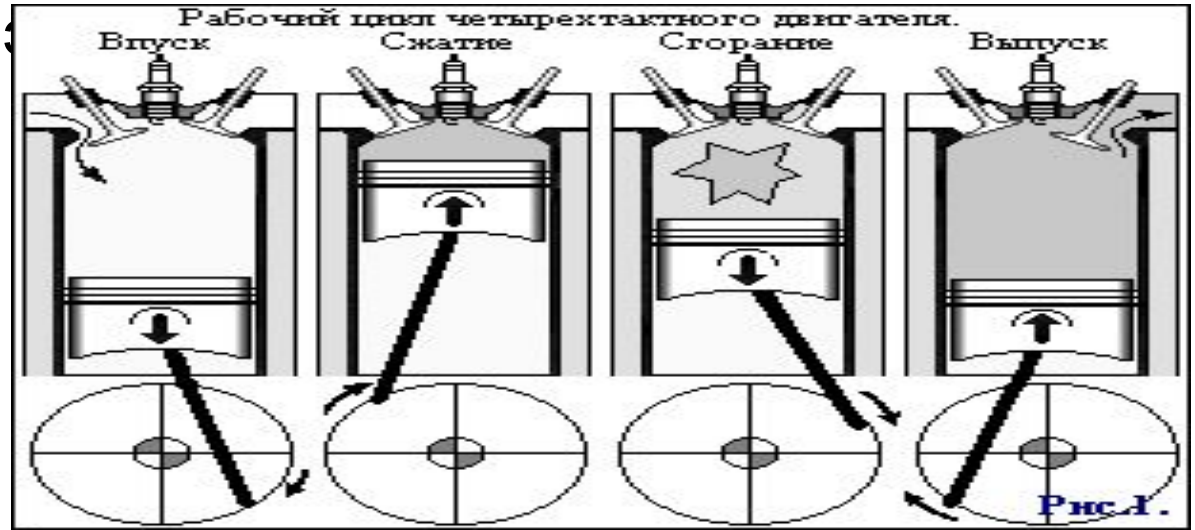


Двигатели с внешним смесеобразованием и воспламенением от электрической искры

- Карбюраторные двигатели
- В качестве топлива карбюраторные двигатели используют горючие жидкости, относительно легко испаряющиеся при обычной температуре окружающей среды. В карбюраторных двигателях в основном используется бензин.
- Топливо смешивается в определенных регулируемых пропорциях с воздухом в специальном устройстве – карбюраторе, из которого по всасывающему коллектору подается в цилиндры двигателя.
- Воспламенение рабочей смеси происходит от электрической искры, возникающей между электродами запальной свечи, ввернутой в головку

Двигатели с внешним смесеобразованием и воспламенением от электрической искры

- Инжекторная система подачи топлива
- Назначением электронной системы впрыска топлива инжекторного двигателя является поддержание этого соотношения пропорции, наиболее соответствующей температурным условиям, нагрузке на двигатель, достаточной динамике разгона, требованиям экономичности и экологии. Электронная система позволяет точно соизмерять количество подаваемого топлива с режимом и нагрузкой двигателя, гибко реагировать на изменение условий



Газовые двигатели

- Эти двигатели работают на газообразном топливе. Конструктивно они мало отличаются от карбюраторных, но имеют перед ними некоторые преимущества.
- Существенным недостатком газообразного топлива является его низкая объемная теплотворность

Дизельные двигатели

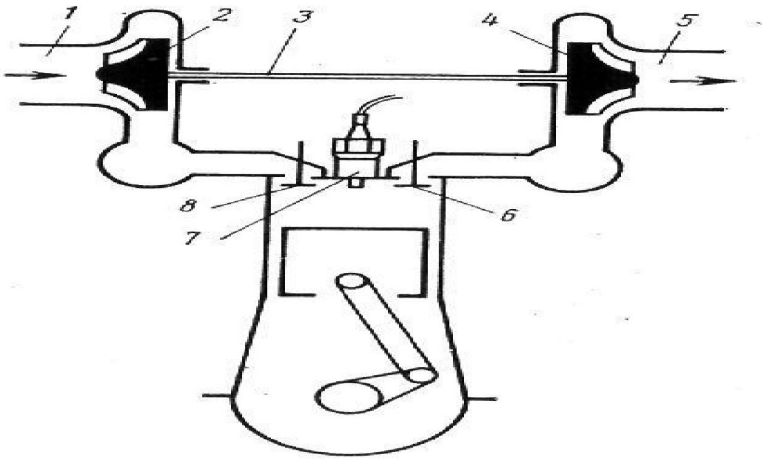
- Дизели в отличие от карбюраторных двигателей являются двигателями с внутренним смесеобразованием. Воспламенение смеси происходит не от постоянного источника, например электрической свечи, а от ее соприкосновения с воздухом, нагревшимся до высокой температуры вследствие сильного сжатия в цилиндрах двигателя. Поэтому дизели имеют высокую степень сжатия (до 22). Минимально допустимую степень сжатия выбирают из условий обеспечения надежного пуска (12-13). Дизели более экономичны по сравнению с карбюраторными двигателями. Удельный расход топлива у дизелей составляет 140-160 г/(кВт*ч), в то время как у карбюраторных двигателей он бывает не ниже 210 г/(кВт*ч). Потребляемое дизелями топливо дешевле топлива карбюраторных двигателей.
- В отечественных тракторах и машинах для строительства магистральных трубопроводов дизели нашли широкое применение.
-

Дизельные двигатели

- Дизели в отличие от карбюраторных двигателей являются двигателями с внутренним смесеобразованием. Воспламенение смеси происходит не от постоянного источника, например электрической свечи, а от ее соприкосновения с воздухом, нагревшимся до высокой температуры вследствие сильного сжатия в цилиндрах двигателя. Поэтому дизели имеют высокую степень сжатия (до 22). Минимально допустимую степень сжатия выбирают из условий обеспечения надежного пуска (12-13). Дизели более экономичны по сравнению с карбюраторными двигателями. Удельный расход топлива у дизелей составляет 140-160 г/(кВт*ч), в то время как у карбюраторных двигателей он бывает не ниже 210 г/(кВт*ч). Потребляемое дизелями топливо дешевле топлива карбюраторных двигателей.
- В отечественных тракторах и машинах для строительства магистральных трубопроводов дизели нашли широкое применение.

Основные тенденции в развитии современных двигателей внутреннего сгорания

- Повысить скорость движения, грузоподъемность и топливную экономичность специальных строительных машин можно прежде всего в результате увеличения мощности и КПД их двигателей.
- Увеличение мощности идет по следующим основным путям: повышение степени сжатия; увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя; замена в двигателях с принудительным зажиганием карбюраторного смесеобразования непосредственным впрыском; применение наддува.
- Под наддувом понимается подача в цилиндр горючей смеси или воздуха специальным устройством (нагнетателем) под давлением, превышающим давление окружающей среды.

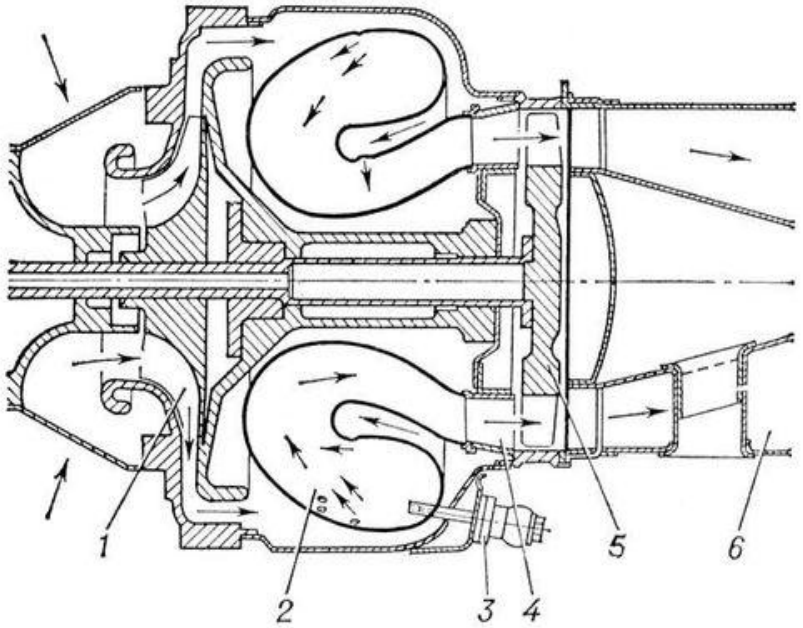


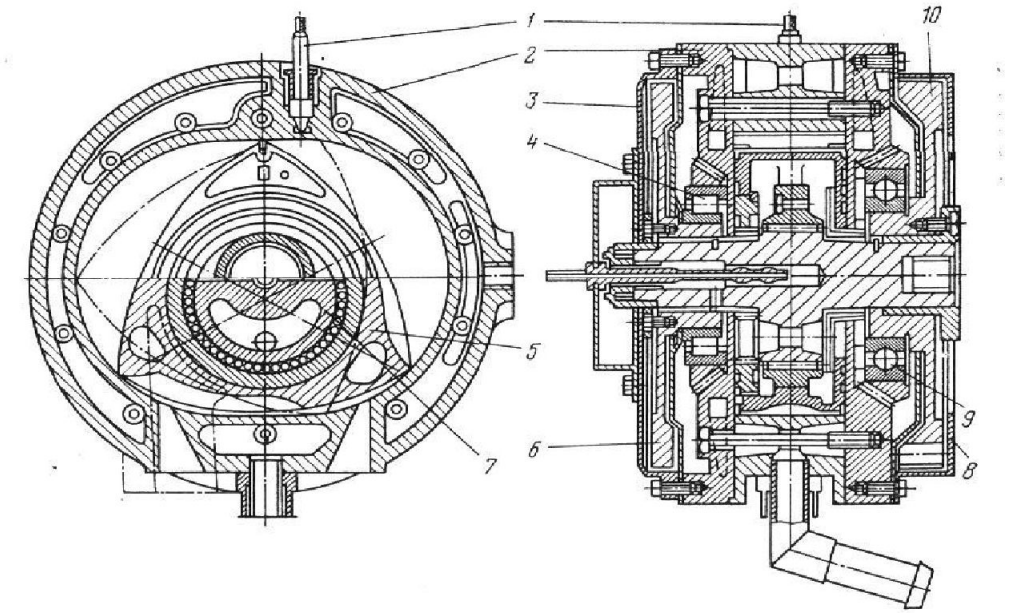
Электросиловое оборудование

- Электросиловое оборудование широко применяется в приводе как специальных, так и общестроительных машин. Первичным двигателем таких машин является двигатель внутреннего сгорания, обеспечивающий машине автономность. Полученная от двигателя внутреннего сгорания механическая энергия преобразуется в соединенном с ним электрогенераторе в электрическую, передаваемую по проводам к электродвигателям, приводящим в действие исполнительные органы машины.

Газотурбинный двигатель

- Газотурбинный двигатель (ГТД), тепловой двигатель, в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины.
- ГТД могут работать на газообразном топливе (природном газе, попутных и побочных горючих газах, газогенераторных газах, газах доменных и сажевых печей и подземной газификации); на жидком топливе (керосине, газойле, дизельном топливе, мазуте); твёрдом топливе (угольной и торфяной пыли).
- Рис. 4. Газотурбинный двигатель: 1 — центробежный компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — топливная форсунка; 4 — сопловой аппарат; 5 — ра пной патрубок



Роторно-поршневой двигатель

- Основная идея роторно-поршневого двигателя в замене кривошипно-шатунных механизмов поршневых двигателей другими механизмами с вращательным движением звеньев, что позволит улучшить работу двигателя, сделать его более компактным и менее металлоемким. Рабочие процессы роторно-поршневых двигателей аналогичны рабочим процессам поршневых двигателей.
- Рис. 5. Разрез роторно-поршневого двигателя с планетарным движением ротора: 1 – свеча; 2 – корпус; 3 – левая боковая крышка; 4 – подшипник; 5 – ротор; 6 – левый противовес; 7 – эксцентриковый вал; 8 – правая боковая крышка; 9 – шарикоподшипник; 10 – правый противовес