

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие существенно обновился автомобильный и тракторный парк России, изменился его структурный, количественный и качественный состав.

Ускоренно развивается производство автомобилей с дизельными, впрысковыми (инжекторными) и газовыми поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Расширяется номенклатура тракторов сельскохозяйственного назначения, выполняющих широкий спектр аграрных работ. Возрастает доля универсально-пропашных тракторов с переключением передач на ходу. Особое внимание уделяется электронным системам управления, улучшению топливной экономичности двигателей, экологической, активной и пассивной безопасности, снижению уровня шума и вибраций, повышению энергонасыщенности автомобилей и тракторов, использованию альтернативных видов моторного топлива.

Однако выпуск современных автомобилей и тракторов сам по себе не решит задач, стоящих перед агропромышленным комплексом страны. Важная роль при этом принадлежит инженерно-техническим работникам, обеспечивающим их надежную и долговечную работу в условиях эксплуатации. Инженер должен знать устройство и принцип работы основных механизмов, систем и агрегатов автомобилей и тракторов, ассортимент моторных топлив и их эксплуатационные свойства, основные операции по техническому обслуживанию и регулировкам, обладать практическими навыками устранения обнаруженных неисправностей.

Книга «Конструкция автомобилей и тракторов» представляет собой систематизированное, краткое, логическое и аргументированное изложение учебного материала с учетом современных технических мировых достижений в автомобильной и тракторной промышленности.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

1.1. Классификация автомобилей и тракторов

Автомобиль — самоходное наземное транспортное средство, предназначенное для перевозки грузов, людей или выполнения специальных операций (например, буксирования прицепов).

Автомобили классифицируют по следующим признакам: назначению, типу шасси, приспособляемости к дорожным условиям, количеству осей, виду потребляемого топлива и типу двигателя.

По назначению автомобили подразделяют на четыре группы:

- *грузовые* (УАЗ-3303, ГАЗ-6641, ГАЗ-3302, ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301, ЗИЛ-4334, ЗИЛ-133Г4, ЗИЛ-431410, Урал-4320, КамАЗ-5320 и др.), предназначенные для перевозки грузов;

- *пассажирские* (легковые автомобили ВАЗ-2112, ВАЗ-2120, ВАЗ-1117, ГАЗ-3110, УАЗ-3162, УАЗ-3151 и автобусы ПАЗ-3204, ПАЗ-4234, ГолАЗ-6238, КАВЗ-4239, НЕФАЗ-52994, УАЗ-2206, ЛиАЗ-5256 и др.), предназначенные для перевозки людей;

- *специализированные* (автопоезда, автосамосвалы, автоцистерны, автофургоны, авторефрижераторы, контейнеровозы и др.), предназначенные для выполнения транспортных работ, связанных с перевозкой определенных видов груза;

- *специальные* (автокраны, автореммастерские, пожарные, коммунальные машины, автобетономешалки и др.), предназначенные для выполнения нетранспортных работ, связанных с подъемно-транспортными операциями, уборкой мусора и снега, поливкой дорог и тротуаров, приготовлением бетонного раствора и прочими работами.

Грузовые автомобили в зависимости от их *полной массы* делятся на 6 классов (табл. 1). Общепринятая классификация по *грузоподъемности* (m) проводится для автомобилей с одним типом кузова и при одинаковой комплектации, например, грузовые автомобили с бортовой платформой могут быть разделены на следующие классы: особо малый (менее 1 т), малый (1–3 т), средний (3–8 т), большой (8–15 т), особо большой (15–26 т), сверх особо большой (более 26 т).

По типу платформы (кузова) грузовые автомобили могут быть общего назначения (с откидными бортами) и со специальным кузовом для перевозки сыпучих и жидких грузов (самосвалы, цистерны и др.).

Легковые автомобили подразделяются по *рабочему объему цилиндров двигателя* на четыре класса (табл. 1). Легковые автомобили каждого класса делят по размеру:

Система обозначения автомобилей

Легковые автомобили	Рабочий объем двигателя, л		до 1,2	от 1,2 до 1,8	от 1,8 до 3,5	свыше 3,5	—	—	—
	Индекс		11	21	31	41	—	—	—
Автобусы	Габаритная длина, м		—	до 5,0	от 6,0 до 7,5	от 8,0 до 9,5	от 10,5 до 12,0	свыше 16,5	
	Индекс		—	22	32	42	52	62	
Грузовые автомобили	Полная масса, т		до 1,2	от 1,2 до 2,0	от 2,0 до 8,0	от 8,0 до 14,0	от 14,0 до 20,0	от 20,0 до 40,0	свыше 40,0
	С бортовой платформой	Индекс	13	23	33	43	53	63	73
	Седельные тягачи		14	24	34	44	54	64	74
	Самосвалы		15	25	35	45	55	65	75
	Цистерны		16	26	36	46	56	66	76
	Фургоны		17	27	37	47	57	67	77
	Специальные		19	29	39	49	59	69	79

- А-класс: малогабаритные городские автомобили. Типичные представители Ford Ka, Chevrolet Spark, VAZ-1111 и др.;
- В-класс: малогабаритные автомобили особо малого класса. Типичные представители Kia Rio; VAZ-2107, VAZ-2115, VAZ-2110 и др.;
- С-класс: средний класс (или гольф-класс). Типичные представители KIA Ceed, Renault Megane, Volkswagen Golf, Ford Focus, Chevrolet Cruze;
- D-класс: средний класс. Типичные представители BMW 3, Hyundai Sonata, Ford Mondeo;
- Е-класс: высший средний класс. Типичные представители BMW 5, Nissan Maxima, Ford Scorpio, ГАЗ-31105;
- F-класс: представительский класс. Типичные представители BMW 7, ЗИЛ-41047.

По типу шасси автомобили подразделяют на две группы:

- *рамные* (ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301, УАЗ-3303 и др.), имеющие в качестве остова раму, к которой крепят узлы, агрегаты и механизмы;
- *безрамные* (ВАЗ-2170, ВАЗ-2112, ГАЗ-3110, ИЖ-2126 и др.), у которых узлы, агрегаты и механизмы крепят к несущему кузову.

По приспособляемости к дорожным условиям автомобили подразделяют на две группы:

- *нормальной проходимости* (ГАЗ-3302, ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301, ВАЗ-2112, ВАЗ-2170, ВАЗ-1117, ГАЗ-3110 и др.), предназначенные для работы главным образом на дорогах с твердым покрытием и сухих грунтовых дорогах;

- *повышенной проходимости* (УАЗ-3303, ГАЗ-6641, Урал-4320, ВАЗ-2131, УАЗ-3162, УАЗ-3151 и др.), которые могут передвигаться и работать в условиях бездорожья.

У автомобилей повышенной проходимости две и более осей — ведущие. Колесная формула автомобилей нормальной проходимости 4×2, повышенной проходимости 4×4, 6×4, 6×6.

Автомобили 4×4 (ВАЗ-2121, УАЗ-3303, УАЗ-3160, ГАЗ-6641), 6×6 (ЗИЛ-131, ЗИЛ-433420, УРАЛ-4320) называют полноприводными.

По количеству осей автомобили могут быть двух типов:

- *двухосные* с ведущим приводом на заднюю ось (ГАЗ-3110, ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301), с ведущим приводом на переднюю ось (ВАЗ-1117, ВАЗ-2108, ВАЗ-2110, ВАЗ-2112), с ведущим приводом на переднюю и заднюю оси (ВАЗ-2131, УАЗ-3151, УАЗ-3160, ГАЗ-6641);

- *трехосные* с ведущим приводом на три (КамАЗ-4310, ЗИЛ-433420, Урал-4320) или на две задние оси (ЗИЛ-133Г4, КамАЗ-5320).

По виду потребляемого топлива и типу двигателя автомобили:

- *карбюраторные* (ГАЗ-3302, ГАЗ-33027, ЗИЛ-431410 и др.);
- *дизельные* (ЗИЛ-5301, ЗИЛ-4329, КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, УРАЛ-4320 и др.);

- *впрысковые** (ВАЗ-2112, ВАЗ-2115, УАЗ-3160 и др.);

- *работающие на альтернативном топливе* (газобаллонные, газогенераторные) (ГАЗ-5307, ЗИЛ-138, ГАЗ-2407 и др.);

- *электрические* (Е1 LADA);

- *с комбинированными силовыми установками.*

Для обозначения марки автомобилей используют сокращенное название завода-изготовителя (ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, ВАЗ, УАЗ) и четырехзначный цифровой индекс. Первая цифра обозначает класс, вторая — вид автомобиля, последующие две цифры — номер модели. Номер модификации базовой модели обозначают пятой и шестой цифрами.

Например, марка грузового автомобиля ГАЗ-3309 означает, что это автомобиль третьего класса (по полной массе автомобиля) с бортовой платформой, номер модели серийного выпуска 09.

Трактор — колесная или гусеничная самоходная машина, используемая в качестве энергетического средства для передвижения и приведения в действие прицепных или навесных сельскохозяйственных орудий, а также для

* АО «АвтоВАЗ» с 2002 г. полностью перешло на выпуск автомобилей с впрысковыми двигателями.

вращения рабочих органов стационарных сельскохозяйственных машин через вал отбора мощности (ВОМ) или ременную передачу от приводного шкива.

Тракторы классифицируют по следующим признакам.

По назначению:

- *общего назначения* (ДТ-75М, ДТ-75НМ, ДТ-75Д, Т-4А, Т-404, Т-150, Т-150К, ХТЗ-181, К-744, ВТ-100, ВТ-130 и др.) — применяют для выполнения основных сельскохозяйственных работ, при возделывании сельскохозяйственных культур (вспашке, дисковании, культивации, бороновании, посеве и уборке);

- *пропашные* (Т-38, Т-70С и др.) — используют для возделывания и уборки определенной пропашной культуры;

- *универсально-пропашные* (ЛТЗ-55А, МТЗ-80/82, ВТЗ-45АТ, ВТЗ-2032А, ВТ-2048А, ВТЗ-2080АС и др.) — используют при уходе за различными пропашными культурами и на транспортных работах;

- *специализированные* (МТЗ-80Х, Т-70В, ДТ-75Б, Т-40АМН, МТЗ-80К и др.) — предназначены для выполнения определенного вида работ (на Х — хлопчатнике, В — виноградниках) или разных работ, но в строго определенных условиях (Б — болотоходный, Н — низкоклиренсный, К — крутосклонный);

- *малогабаритные* (Беларус-132Н, КМЗ-012, Т-0,2 «Уралец», Беларус-310 и др.) — предназначены для выполнения транспортных и сельскохозяйственных работ на небольших участках;

- *пешеходные* (мотоблоки) (МБ-1, МБ-2Б, МБ-23Б и др.) — одноосные тракторы для работы на приусадебных участках.

По типу движителей тракторы делят на три группы:

- *колесные* (Т-40М/АМ, ЛТЗ-55, ЛТЗ-155, МТЗ-80/82, Т-150К, ЮМЗ-6, К-744, МТЗ-100/102, ВТЗ-45АТ, ВТЗ-2032А, ВТЗ-2063А);

- *гусеничные* (ДТ-75М, ДТ-175С, Т-4А, Т-150, Т-250, Т-170М);

- *полугусеничные* (МТЗ-82Р, ЮМЗ-6КЛ).

По типу остова тракторы бывают:

- *рамные*, остов которых представляет единую раму (гусеничные тракторы ДТ-75М, Т-150, Т-150К, К-701, К-744, Т-70С) или соединенную шарнирно двойную раму (колесные тракторы К-744, Т-150К);

- *полурамные* (Т-40М/АМ, МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, Т-30А), у которых остов образован полурамой и корпусом заднего моста;

- *безрамные* (в основном малогабаритные тракторы типа Риони-2, Кутаиси-718) — остов состоит из соединенных между собой корпусов агрегатов трансмиссии.

По номинальному тяговому усилию* (кН) тракторы подразделяют на 9 классов: 2 кН (Т-0,2 «Уралец», Беларус 082), 6 кН (Т-30-69, Беларус 310),

* Номинальное тяговое усилие — усилие, развиваемое трактором на рабочей передаче при его движении по стерне на почвах нормальной влажности и плотности при условии, что буксование движителей не превышает для гусеничных тракторов 3–5%, колесных тракторов с формулой 4К2 — 15–18%, 4К4 — 9–12%.

9 кН (ВТЗ-45АТ, ЛТЗ-55А), 14 кН (ЮМЗ-6Л, МТЗ-80/82, Беларусь 921, ЛТЗ-60АВ), 20 кН (Т-70С, Беларусь 1221, ЛТЗ-155), 30 кН (Агромаш-90, Т-150К, Беларусь 1523, Terrion АТМ 3180), 40 кН (Беларус 2022, Terrion АТМ 4200), 50 кН (Беларус 3023, Terrion АТМ 5280, К-701, К-744Р, Т-404, Т-250), 70 кН (Terrion АТМ 7360).

В каждом тяговом классе имеются базовые модели и модификации. Марка трактора — это условное кодовое название модели с определенной конструкцией. Единого стандарта к наименованию модели трактора в России нет.

1.2. Общее устройство автомобилей и тракторов

Конструкция и расположение механизмов, узлов и агрегатов, из которых состоит автомобиль или трактор, могут быть различными, но принципы действия аналогичны.

Автомобиль включает в себя следующие основные части: двигатель 12 (рис. 1), шасси (сцепление 3, коробка передач 4, карданная передача 5, главная передача 6, дифференциал 7, передняя и задняя подвеска 2 и 8, колесные движители 1 и 9, рама 10, рулевое управление 11), тормозная система и кузов (на рис. 1 не показаны).

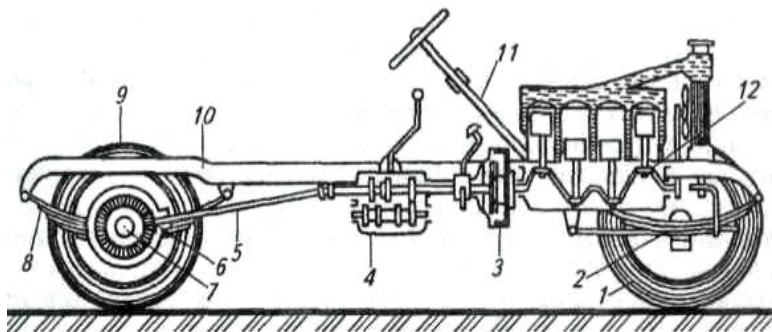


Рис. 1

Основные части автомобиля:

1 — управляемое колесо; 2 — передняя подвеска; 3 — сцепление; 4 — коробка передач; 5 — карданная передача; 6 — главная передача; 7 — дифференциал; 8 — задняя подвеска; 9 — ведущее колесо; 10 — рама; 11 — рулевое управление; 12 — двигатель.

Двигатель — поршневой двигатель внутреннего сгорания является силовым агрегатом, предназначенным для преобразования химической энергии сгорающего в его цилиндрах топлива в механическую энергию.

Шасси — совокупность механизмов, агрегатов и систем, обеспечивающих движение и управление автомобилем.

В шасси входят трансмиссия, несущая система (рама) 10, передняя 2 и задняя 8 подвески, управляемое 1 и ведущее 9 колеса, рулевое управление 11 и тормозная система.

Трансмиссия — совокупность механизмов, передающих крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам и изменяющих его величину и направление. В трансмиссию входят сцепление 3, коробка передач 4, карданная передача 5, главная передача 6 и дифференциал 7.

Рулевое управление поддерживает и при необходимости изменяет направление движения автомобиля.

Тормозная система снижает скорость, останавливает автомобиль и удерживает его в неподвижном положении.

Автомобили могут иметь вспомогательное оборудование: системы отопления и вентиляции, компрессор, лебедка, тягово-сцепное устройство и т. д.

Трактор включает в себя следующие основные части (рис. 2): двигатель 2, трансмиссию 5, ходовую часть 1, механизмы управления 6, рабочее и вспомогательное оборудование 4 и 3.

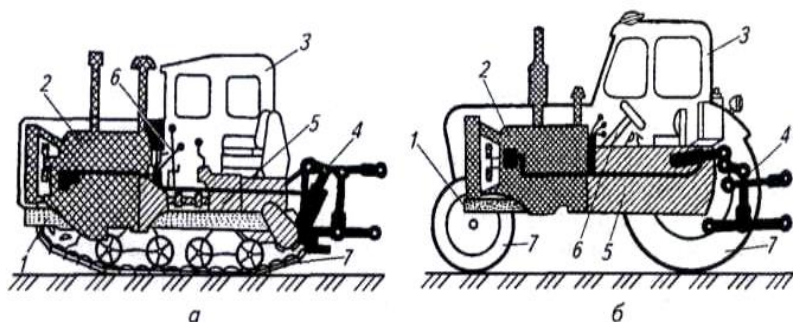


Рис. 2

Основные части трактора:

а — гусеничного; *б* — колесного; 1 — ходовая часть; 2 — двигатель; 3 — вспомогательное оборудование; 4 — рабочее оборудование; 5 — трансмиссия; 6 — механизмы управления; 7 — движители.

Ходовая часть — служит для преобразования вращательного движения колес (гусениц) при их сцеплении с почвой в поступательное движение трактора. В ходовую часть универсально-пропашного колесного трактора входят полурама, корпуса механизмов трансмиссии, колеса и подвеска. В ходовую часть гусеничного трактора входят рама, гусеничный движитель, подвеска.

Механизмы управления изменяют направление движения трактора, останавливают его и удерживают в неподвижном положении. Механизмы управления колесного трактора состоят из рулевого управления, дифференциала и тормозов. Механизмы управления гусеничного трактора включают механизм поворота и тормоза.

Рабочее оборудование служит для использования мощности двигателя при выполнении различных работ. К рабочему оборудованию относятся при-

цепное устройство, навесная система и ее привод, вал отбора мощности (ВОМ), приводной шкив и гидрофицированный крюк.

К *вспомогательному оборудованию* относятся кабина с системой отопления и вентиляции, капот, компрессор и т. д.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют автомобили и тракторы?
2. Назовите тяговые классы сельскохозяйственных тракторов и отнесите к ним основные модели тракторов, выпускаемых отечественными заводами.
3. Как строится система индексации автомобилей?
4. Что принято называть базовой моделью и модификацией автомобиля или трактора?
5. Перечислите основные отечественные заводы, выпускающие автомобили и тракторы.
6. Назовите основные направления совершенствования тракторов и автомобилей на современном этапе.
7. Из каких основных частей состоит автомобиль и трактор?

2. ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

2.1. Классификация поршневых ДВС

Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) классифицируют:

- *по способу смесеобразования* — с внутренним (дизели, впрысковые двигатели) и внешним (карбюраторные и газовые двигатели) смесеобразованием;
- *по способу воспламенения горючей смеси* — с воспламенением от сжатия (дизели) и с принудительным воспламенением от электрической искры (карбюраторные, газовые и впрысковые двигатели);
- *по способу осуществления рабочего процесса* — двухтактные и четырехтактные;
- *по виду применяемого топлива* — дизельные, бензиновые (впрысковые и карбюраторные) и газовые;
- *по способу охлаждения* — с жидкостным и воздушным охлаждением;
- *по числу цилиндров* — одноцилиндровые и многоцилиндровые;
- *по расположению цилиндров* — рядные и V-образные.

По сравнению с бензиновыми и газовыми ДВС дизели имеют меньшую удельную мощность (мощность, отнесенная к массе двигателя), поэтому в основном их устанавливают на тракторах и грузовых автомобилях большой грузоподъемности. За счет более высокой степени сжатия горючей смеси дизели обладают лучшей топливной экономичностью. На автомобили главным образом устанавливают карбюраторные, газовые и впрысковые ДВС. Выбор двигателя оказывает влияние на конструкцию автомобиля, но наиболее важными являются не сами конструктивные особенности ДВС, а его характеристики.

В целом перспективы различных типов поршневых ДВС с кривошипно-шатунным механизмом в значительной мере будут определяться топливно-энергетическим балансом в стране, наличием так называемых альтернативных топлив и стоимостью их использования, затратами на модернизацию.

В последние годы отечественные тракторные и автомобильные заводы, различные научные и опытно-конструкторские учреждения работают над созданием тракторов и автомобилей, двигатели которых работают на альтернативных видах топлива. Перевод двигателей, например, для работы на сжиженном нефтяном газе, кроме экономии жидкого топлива, позволяет существенно снизить выбросы вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах: практически полностью ликвидируются выбросы оксидов серы и твердых частиц в виде сажи, в 1,5–2,0 раза уменьшаются выбросы оксидов азота и на 2–4 дБА снижается шумность работы.

В качестве альтернативных видов топлива рассматриваются не только сжиженный нефтяной газ и сжатый природный газ, но и метанол, этанол, масла растительного происхождения, спирты, водород, биотопливо (жидкое и твердое), биогаз и др. В ближайшей перспективе более вероятна постепенная замена природных нефтяных (минеральных) топлив синтетическими, вырабатываемыми из каменного угля, а также биотопливом. В более далекой перспективе широкие возможности имеются у водорода, который можно получить путем разложения воды. Но он станет доступным для массового потребителя только после создания дешевой и безопасной установки для разложения воды и хранения водорода на борту автотранспортных средств.

В пользу того, что в ближайшие десятилетия основным типом теплового двигателя останется поршневой ДВС с кривошипно-шатунным механизмом, свидетельствуют следующие факты:

- наличие отлаженных технологий массового производства поршневых ДВС, обеспечивающих их сравнительно невысокую стоимость;
- наличие высококвалифицированных специалистов в области проектирования, производства, эксплуатации и ремонта поршневых ДВС;
- поршневой ДВС — один из наиболее технически совершенных, надежных и экономичных альтернативных вариантов двигателей;
- возможность использования в поршневых ДВС (без существенных изменений конструкции) альтернативных видов топлива;
- возможность модернизации поршневого ДВС (конструкция, организация рабочего процесса, автоматизация систем управления подачей топлива, воздуха, зажиганием и т. д.).

2.2. Общее устройство поршневого ДВС и принцип его работы

Поршневой ДВС состоит из следующих механизмов и систем: кривошипно-шатунного механизма, уравнивающего механизма, газораспределительного механизма, декомпрессионного механизма, системы охлаждения, системы смазки, системы питания, системы регулирования частоты вращения коленчатого вала, системы пуска и системы зажигания (только у бензиновых ДВС).

Остовом двигателя (рис. 3) является картер 11, который снизу закрывается поддоном. На картере укреплен цилиндр 6, в котором перемещается поршень 7, соединенный поршневым пальцем 8 с шатуном 9 и шейкой коленчатого вала 12. В головке 1 цилиндра выполнены два канала — впускной и выпускной, перекрываемые клапанами 5 и 4. На дизельном ДВС для подачи топлива в камеру сгорания цилиндра установлен топливный насос высокого давления 15 и форсунка 3. Топливо и воздух поступают в цилиндр отдельно, где в камере сгорания перемешиваются с нагретым воздухом и остаточными газами от предыдущего цикла, образуя рабочую смесь, которая самовоспламеняется от сжатия.

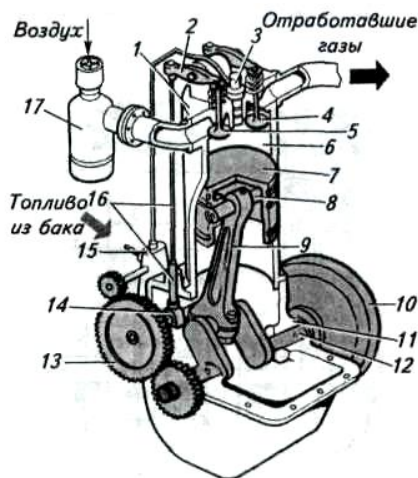


Рис. 3

Одноцилиндровый дизельный ДВС:

1 — головка цилиндра; 2 — коромысло; 3 — форсунка; 4 — выпускной клапан; 5 — впускной клапан; 6 — цилиндр; 7 — поршень; 8 — поршневой палец; 9 — шатун; 10 — маховик; 11 — картер; 12 и 14 — коленчатый и распределительный валы; 13 — шестерня привода распределительного вала; 15 — топливный насос высокого давления; 16 — передаточные детали (толкатель, штанга) механизма газораспределения; 17 — воздухоочиститель.

У карбюраторного ДВС в цилиндр поступает горючая смесь (смесь топлива и воздуха в определенной пропорции), приготовленная вне цилиндра в карбюраторе. Воспламенение горючей смеси у карбюраторного двигателя осуществляется принудительно от электрического разряда свечи зажигания, ввернутой в головку цилиндра.

На впрысковом (инжекторном) ДВС для одноточечной подачи в цилиндр бензина установлены насос и форсунка, которая на такте впуска впрыскивает в воздушный поток топливо, образуя горючую смесь, а ее воспламенение происходит от свечи зажигания. При сгорании смеси образуются газы, которые под большим давлением давят на поршень, заставляя его совершать поступательное движение, а через шатун и кривошип вращать коленчатый вал. У впрыскowego ДВС с распределенной подачей топлива количество форсунок равно числу цилиндров.

Для равномерного вращения вала на его конце закреплен маховик 10.

Количество цилиндров у ДВС автотракторной техники может быть от одного до двенадцати.

2.3. Основные понятия и определения

При работе двигателя поршень в цилиндре может занимать два крайних положения (рис. 4): крайнее верхнее (при котором расстояние от днища

поршня до оси коленчатого вала наибольшее) — *верхняя мертвая точка* (ВМТ) и крайнее нижнее (при котором расстояние от днища поршня до оси коленчатого вала наименьшее) — *нижняя мертвая точка* (НМТ). В этих точках скорость поршня равна нулю.

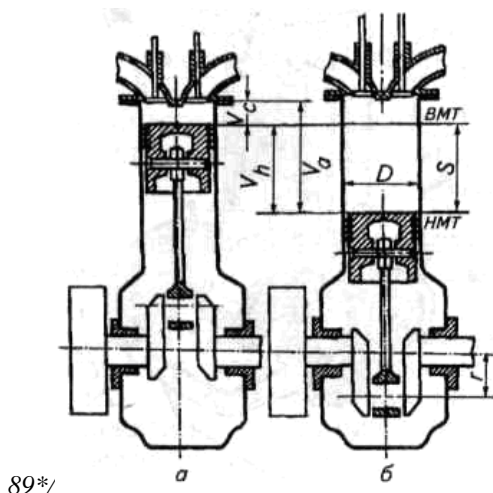


Рис. 4

Схема одноцилиндрового ДВС:

а — поршень в ВМТ; *б* — поршень в НМТ.

Расстояние, проходимое поршнем от одной мертвой точки до другой, называется *ходом поршня* (S). За один ход поршня коленчатый вал поворачивается на пол-оборота (180 градусов поворота коленчатого вала). У центрального кривошипно-шатунного механизма, когда ось цилиндра пересекает ось коленчатого вала, ход поршня равен двум радиусам кривошипа, т. е. $S = 2r$.

Радиус кривошипа (r) — расстояние между осями шатунной и коренной шейками коленчатого вала.

Объем камеры сгорания (V_c) — объем цилиндра над поршнем, когда последний находится в ВМТ.

Рабочий объем цилиндра (V_h) — объем, освобождаемый поршнем при перемещении от ВМТ к НМТ, т. е.

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot S \text{ см}^3,$$

где d — диаметр цилиндра, см; S — ход поршня, см.

Полный объем цилиндра (V_a) — объем цилиндра над поршнем, когда последний находится в НМТ, т. е. $V_a = V_c + V_h$, см³.

Литраж двигателя ($V_{\text{л}}$) — рабочий объем всех цилиндров двигателя, выраженный в единицах объема. При малых объемах (до 1 л) его выражают в кубических сантиметрах, при больших — в литрах.

Степень сжатия (ε) — отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания, т. е.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}.$$

Степень сжатия — безразмерная величина, показывающая во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сгорания (сжатия) или во сколько раз изменяется объем цилиндра при движении поршня от ВМТ к НМТ.

В бензиновых (карбюраторных и впрысковых) и газовых ДВС степень сжатия колеблется в пределах 6–14, а в дизелях 15–22.

Рабочий цикл двигателя — комплекс последовательных процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и выпуск), периодически повторяющихся в каждом цилиндре и обуславливающих работу двигателя.

Такт — это процесс (часть рабочего цикла), происходящий в цилиндре за один ход поршня. Двигатель, у которого рабочий цикл происходит за два хода поршня или один оборот коленчатого вала, называется *двухтактным*. Двигатель, у которого рабочий цикл происходит за четыре хода поршня или два оборота коленчатого вала, называется *четырёхтактным*.

На тракторах и автомобилях в качестве силовой установки используются многоцилиндровые четырехтактные поршневые ДВС.

Порядок работы двигателя — последовательное чередование одноименных тактов в цилиндрах двигателя. На отечественных автотракторных двигателях наиболее распространен следующий порядок работы цилиндров: у четырехцилиндровых 1–3–4–2 (Д-240, Д-245, СМД-14НГ, А-41), у шестицилиндровых рядных 1–5–3–6–2–4 (А-01М), у шестицилиндровых V-образных 1–4–2–5–3–6 (СМД-60), у восьмицилиндровых V-образных 1–5–4–2–6–3–7–8 (ЗМЗ-53, ЗИЛ-130), у двенадцатицилиндровых V-образных 1–12–5–8–3–10–6–7–2–11–4–9 (ЯМЗ-240Б). Например, цифры 1–3–4–2 означают, что за два оборота коленчатого вала после такта расширения в первом цилиндре следующий такт расширения произойдет в третьем цилиндре, затем в четвертом и во втором. Порядок работы двигателя зависит от расположения цилиндров и взаимного положения кривошипов коленчатого вала.

2.4. Рабочие циклы поршневых ДВС

Рабочий цикл четырехтактного дизеля

Впуск (первый такт) (рис. 5а). Поршень перемещается к НМТ и, действуя подобно насосу, создает разрежение в цилиндре. Через открытый впускной клапан цилиндр заполняется чистым воздухом под влиянием разности давлений. В конце такта впускной клапан закрывается, давление в цилиндре в среднем составляет 0,08–0,095 МПа, а температура — 30–50°C.

Сжатие и самовоспламенение (второй такт) (рис. 5б). Поршень, продолжая движение, перемещается вверх. Поскольку оба клапана закрыты,

поршень сжимает воздух. Температура воздуха при сжатии растет. Благодаря высокой степени сжатия давление в цилиндре повышается до 4 МПа, а воздух нагревается до температуры 600°C.

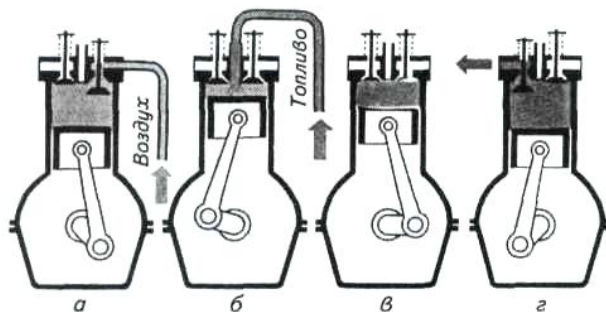


Рис. 5

Схема работы одноцилиндрового четырехтактного дизеля:

а — впуск; б — сжатие; в — расширение; г — выпуск.

В конце такта сжатия через форсунку в цилиндр впрыскивается порция дизельного топлива в мелко распыленном состоянии. Топливо, соприкасаясь с нагретым сжатым воздухом, испаряется и самовоспламеняется.

Рабочий ход или расширение (третий такт) (рис. 5в). Впрыскивание топлива через форсунку и его горение продолжают некоторое время после того, как поршень пройдет ВМТ. Благодаря задержке самовоспламенения топливо в основном сгорает во время этого такта. Оба клапана при рабочем ходе закрыты. Температура газов при сгорании достигает 2000°C, давление повышается до 8 МПа. Под большим давлением расширяющихся газов поршень перемещается вниз и передает воспринимаемое им усилие через шатун на коленчатый вал, заставляя его вращаться.

Выпуск (четвертый такт) (рис. 5г). Поршень перемещается к ВМТ, а выпускной клапан открывается. Отработавшие газы сначала под действием избыточного давления, а затем поршня удаляются из цилиндра. После перехода поршнем ВМТ выпускной клапан закрывается, а впускной клапан открывается.

Далее рабочий цикл повторяется.

Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя

Впуск. Поршень перемещается к НМТ. Впускной клапан открыт. Вследствие разрежения внутрь цилиндра через впускной канал из карбюратора поступает горючая смесь, которая перемешивается с остаточными газами, в результате чего образуется рабочая смесь.

Сжатие. Поршень движется к ВМТ. Впускной и выпускной клапаны закрыты. Объем над поршнем уменьшается, благодаря чему улучшаются испарение и перемешивание паров бензина с воздухом. К концу такта давление

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru