

ДИЗЕЛЬ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

- 5.10 Общие сведения о дизеле тепловоза**
- 5.11 Рама и блок дизеля**
- 5.12 Цилиндровые втулки и крышки цилиндров**
- 5.13 Поршневой комплект**
- 5.14 Шатуны и шатунные подшипники**
- 5.15 Коленчатый вал и коренные подшипники**
- 5.16 Механизм газораспределения**
- 5.17 Выхлопная система**
- 5.18 Топливная система**
- 5.19 Управление дизелем**
- 5.20 Система воздухообеспечения дизеля**
- 5.21 Масляная система**
- 5.22 Водяная система**
- 5.23 Шахта холодильника. Редукторы**

История тепловозостроения

Исторические факты



Почти столетие на железных дорогах единственным типом локомотива был стефенсоновский паровоз.

В конце XIX века появились двигатели внутреннего сгорания. Сначала они были газовыми.

Вагон-газоход, курсировавший на Дрезденской городской железной дороге в 1892 г., можно считать первым тепловозом. Мощность его двигателя составляла 7,35 кВт (10 л. с.).



В 1892 г. **Рудольф Дизель** взял патент, а в 1897 г. представил вариант двигателя внутреннего сгорания, который был назван его именем. Первый дизель имел мощность 14,7 кВт (20 л. с.), его коэффициент полезного действия превышал коэффициент полезного действия паровых машин и не зависел от размеров двигателя.

Очень экономичный, компактный, удобный и простой по устройству дизель быстро получил широкое распространение, в том числе и на транспорте. Правда, железные дороги начали использовать дизель позже других видов транспорта.



В 1912 г. на линии Винтертур — Ромаспорн в Швейцарии были проведены **испытания первого тепловоза** мощностью 705 кВт (960 л.с.), созданного **Дизелем и Клозэ**.

В 1913 г. в Германии на линии Берлин — Мансфельд попытались использовать этот локомотив для движения пассажирского поезда. Но оказалось, что он не пригоден для поездной работы, так как развивал большую мощность лишь при больших скоростях, а при трогании с места и на подъемах мощности не хватало.



Предлагались,
проектировались и
создавались тепловозы с
механической, электрической,
гидравлической, газовой и
другими типами передач.

В годы первой мировой войны фирмой "Крош" (Франция) были построены узкоколейные тепловозы мощностью 88 кВт (120 л. с.) с электрической передачей, а заводом Балдвина (США) - с механической передачей автомобильного типа. Шведский узкоколейный тепловоз мощностью (88 кВт) с электрической передачей был построен в 1922 г.

Тепловозостроение в СССР и России

- Период первых практических тепловозов (1924—1941)
- Начало отечественного тепловозостроения было положено 4 января 1922 года постановлением [СТО РСФСР](#) Начало отечественного тепловозостроения было положено 4 января 1922 года постановлением СТО РСФСР, инициатором которого был [В. И. Ленин](#).
- В июне 1920 года [Ю. В. Ломоносов](#) пишет докладную записку В. И. Ленину и предлагает «...немедленно приступить к постройке двадцати тепловозов...»
- 30 января 1922 года на заседании коллегии [НКПС](#) было признано целесообразным сооружение трёх тепловозов.
- Рассматривались проекты тепловозов с газовой, механической и электрической тяговыми передачами.

- Строительство тепловозов с электрической передачей осуществлялось: на заводах [Ленинграда](#) Строительство тепловозов с электрической передачей осуществлялось: на заводах Ленинграда (ЮЭ№ 002, позднее обозначался ГЭ1, Щ — ЭЛ1 и [ЩЭЛ1](#)) Строительство тепловозов с электрической передачей осуществлялось: на заводах Ленинграда (ЮЭ№ 002, позднее обозначался ГЭ1, Щ — ЭЛ1 и ЩЭЛ1) по проекту профессора [Я. М. Гаккеля](#) Строительство тепловозов с электрической передачей осуществлялось: на заводах Ленинграда (ЮЭ№ 002, позднее обозначался ГЭ1, Щ — ЭЛ1 и ЩЭЛ1) по проекту профессора Я. М. Гаккеля и в [Германии](#) Строительство тепловозов с электрической передачей осуществлялось: на заводах Ленинграда (ЮЭ№ 002, позднее обозначался ГЭ1, Щ — ЭЛ1 и ЩЭЛ1) по проекту профессора Я. М. Гаккеля и в Германии (ЮЭ№ 001, позднее Э — ЭЛ2 и [ЭЭЛ2](#)) по проекту профессора

- Первыми в мире магистральными тепловозами стали советские [Щэл1](#) Первыми в мире магистральными тепловозами стали советские Щэл1 системы инженера [Гаккеля](#) Первыми в мире магистральными тепловозами стали советские Щэл1 системы инженера Гаккеля и [Ээл2](#) Первыми в мире магистральными тепловозами стали советские Щэл1 системы инженера Гаккеля и Ээл2 системы инженера [Ломоносова](#) Первыми в мире магистральными тепловозами стали советские Щэл1 системы инженера Гаккеля и Ээл2 системы инженера Ломоносова, оба имели электрическую передачу([1924 г.](#))

- 6 ноября 1924 года тепловоз Ломоносова Юэ001, впоследствии получивший серию и номер Ээл2, совершил первый пробег на рельсах, специально уложенных во дворе завода в Эсслингене.
- Это событие стало мировой технической сенсацией — на испытания были приглашены видные деятели технической науки, прессы... Скептики воочию убедились, что локомотив с двигателем Дизеля имеет тяговую характеристику, пригодную для практической работы с поездами.

- Я. М. Гаккель закончил проработку проекта тепловоза под дизель в 1000 л.с. в сентябре 1921 года.
- Окончательные параметры построенного тепловоза Юэ002, впоследствии Щэл1:
 - мощность 1000 л.с., масса 180 т,
 - сила тяги 22т,
 - конструкционная скорость 75 км/ч.
 - электропередача — системы Варда Леонардо в модификации Гаккеля.
 - запас топлива 8 т, воды — 2 т и масла — 1т.
- 4 февраля ЮЭ№ 001 был зачислен в инвентарный локомотивный парк. Эта дата считается началом тепловозной тяги.
- 30 декабря 1925 года в инвентарный парк был зачислен тепловоз ЩЭЛ1.

- Параллельно с Юэ001 на заводах Гогенцоллерн, Крупп и Магнет верке создавался первый в мире мощный тепловоз с механической передачей, вначале называвшийся Юм005 и позже переименованный в Эмх3.
- Любопытно отметить, что одним из первых машинистов, работавших на Эмх3, был [В. А. Малышев](#) Любопытно отметить, что одним из первых машинистов, работавших на Эмх3, был В. А. Малышев, именем которого был назван впоследствии завод, развернувший в том числе и массовый выпуск отечественных тепловозов — [ХЗТМ](#).

- Помимо мощных магистральных тепловозов в СССР строились также и маневровые тепловозы.
- Первыми стали Ымх1 и Ымх2 типа 0-2о-0, заказанные в Германии у Круппа и прибывшие в 1931 году.
- В 1933 году на Калужском заводе строится маневровый тепловоз АА-1 типа 0-3о-0, также с 300-сильным дизелем и КПП с пневмомуфтами.
- В 1936 года Калужский завод построил мотовозы мощностью 140 л. с. МД2.
- Помимо относительно маломощных тепловозов с механической передачей были построены мощные маневровые тепловозы с электропередачей — [Оэл7](#) Помимо относительно маломощных тепловозов с механической передачей были построены мощные маневровые тепловозы с электропередачей — Оэл7, [Оэл6](#) Помимо относительно маломощных тепловозов с механической передачей были построены мощные маневровые тепловозы с

- Окончательно постройка тепловозов Ээл на Коломенском заводе была остановлена в связи с началом Великой Отечественной войны.
- До войны на Коломенском заводе построили 50 тепловозов.,
- Когда в 1955 году ему поручили приступить к серийному выпуску ТЭЗ, это было воспринято как продолжение славного дела
- 3 марта 1956 года, в праздничной обстановке, началась сборка первого дизеля 2Д100 для такого локомотива, а 29 июня с заводской территории, столь же торжественно, вывели головной тепловоз, секциям которого присвоили номера 0051 и 0052.
- Эксплуатация тепловозов показала высокую эффективность их применения по сравнению с паровозами

Послевоенный период (1945—1955)[

- В 1947 году на Харьковском заводе транспортного машиностроения ([ХЗТМ](#)) был построен первый тепловоз серии [ТЭ1](#). Его прототипом послужил американский тепловоз серии [ДА](#).
- В 1948 году на ХЗТМ был построен первый двухсекционный тепловоз серии [ТЭ2](#), совершенно новый в концептуальном плане.
- В ТЭ2 впервые были использованы компоновочные и технологические принципы, ставшие определяющими для советского магистрального тепловоза на десятилетия вперед.
- Его создатели удостоились в 1952 году [Сталинской премии](#) 2-й степени.
- Фактически ТЭ2 явился развитием предвоенного

- Следующим этапом развития тепловозостроения в СССР стали создание и освоение в серийном производстве двухсекционного тепловоза [ТЭЗ](#).
- Опытная секция серии ТЭЗ была построена на ХЗТМ в 1953 г., а в 1956 развернуто его крупносерийное производство.
- По мощности ТЭЗ превосходил самые мощные паровозы того времени (4000 л. с. против 3100 у [ФД](#) По мощности ТЭЗ превосходил самые мощные паровозы того времени (4000 л. с. против 3100 у ФД в форсированном режиме, 2600 л. с. у [ЛВ](#) По мощности ТЭЗ превосходил самые мощные паровозы того времени (4000 л. с. против 3100 у ФД в форсированном режиме, 2600 л. с. у ЛВ, 3070 л. с. у [П36](#) — самого совершенного послевоенного пассажирского паровоза), а по силе тяги значительно их превосходил, при этом ТЭЗ развивал с поездами существенно большие скорости.
- Конструкция ТЭЗ была настолько удачной, что в середине 80х годов ставился вопрос о

Новый период (1956—1975)

- В конце 1956 года [ХЗТМ](#)В конце 1956 года ХЗТМ построил первые два пассажирских тепловоза серии [ТЭ7](#) (модификация ТЭ3), а в 1957 году перешел к их серийному производству.
- В ноябре 1958 года [ХЗТМ](#)В ноябре 1958 года ХЗТМ выпустил первый тепловоз серии [ТЭ10В](#) ноября 1958 года ХЗТМ выпустил первый тепловоз серии ТЭ10 конструкции А. А. Кирнарского, а в 1960 году двухсекционный тепловоз серии ТЭ12 (в серии именован как 2ТЭ10). Этот тепловоз послужил основой для создания целого ряда серий двухсекционных, а впоследствии трёх- и четырёхсекционных тепловозов на [Ворошиловградском \(Луганском\)](#) заводе.
- В 1960 году [ХЗТМ](#)В 1960 году ХЗТМ начал производство пассажирских тепловозов серии ТЭ11 (в серии -[ТЭП10В](#) 1960 году ХЗТМ начал производство пассажирских тепловозов серии ТЭ11 (в серии -ТЭП10). Одновременно на [Коломенском заводе](#)В 1960 году ХЗТМ начал производство пассажирских тепловозов серии ТЭ11 (в серии -

- Рассматриваемый период характеризуется также разработкой тепловозов с гидравлической передачей.
- В конце 1956 года Муромский завод им. Ф. Э. Дзержинского построил два первых маневровых тепловоза серии [ТГМ1](#) В конце 1956 года Муромский завод им. Ф. Э. Дзержинского построил два первых маневровых тепловоза серии ТГМ1, в 1962 году он же построил первый маневровый тепловоз серии [ТГМ23](#).
- В конце 1956 года выпущен первый тепловоз серии [ТГМ2](#).
- В октябре 1958 года [Калужский машиностроительный завод](#) В октябре 1958 года Калужский машиностроительный завод выпустил первый маломощный тепловоз серии [ТГК](#),
- в 1960 году — тепловоз серии [ТГК2](#).
- В 1959 году Людиновский завод построил первые пять тепловозов серии [ТГМ3](#)

- Помимо маневровых тепловозов с гидравлической передачей в этот период строились и магистральные гидротепловозы. Первым таким тепловозом стал опытный ТГ100 — 001, построенный в 1959 году Луганским заводом. В конце того же года завод построил первый тепловоз серии [ТГ102](#).
- Луганский завод в 1961 году изготовил опытный тепловоз [ТГ105](#) Луганский завод в 1961 году изготовил опытный тепловоз ТГ105 — 001, в октябре того же года был построен первый тепловоз серии [ТГ106](#).
- В конце 1962 года Коломенский завод построил первый тепловоз серии [ТГП50](#).
- Тепловозы ТГ106 и ТГП50 были мелкосерийными локомотивами (было построено соответственно три и две единицы).
- В 1967 году [Людиновский тепловозостроительный завод](#) В 1967 году Людиновский тепловозостроительный завод построил первые два

- В СССР, помимо маневровых тепловозов с гидropередачей также строились подобные локомотивы с электрической передачей.
- В 1956 году Калужский завод построил первый тепловоз-электростанцию серии МЭС.
- В 1958 и 1959 годы [Ворошиловградский \(Луганский\)](#) завод построил четыре тепловоза серии ТЭВ (ТЭЛ)
- 19 июля 1958 года [Брянский машиностроительный завод](#) 19 июля 1958 года Брянский машиностроительный завод построил первый тепловоз серии [ТЭМ1](#).
- В 1960 г. начал строить тепловозы серии [ТЭМ2](#) (усиленный вариант тепловоза серии ТЭМ1).
- Этот тепловоз является родоначальником целого ряда модифицированных локомотивов.

- На его же базе были созданы экспортные тепловозы (ТЭМ4, [ТЭМ15](#) и др.).
- В 1970 году Брянский завод изготовил партию тепловозов серии [ТЭМ5](#). В 1971 году он же выпустил лёгкий универсальный тепловоз серии ТЭМ6. В 1964 году Луганский завод построил два опытных тепловоза серии М62.
- В 1965—1988 годах завод строил подобные тепловозы для Венгрии и других стран.
- В 1970—1976 годах тепловозы серии [М62](#) строились для СССР.
- Тот же завод в 1968—1969 годах построил два опытных тепловоза серии [ТЭ109](#).
- С 1975 года [Людиновский тепловозостроительный завод](#) С 1975 года Людиновский тепловозостроительный завод строит маневрово-вывозной тепловоз повышенной мощности [ТЭМ7](#).

- 3 марта 1971 года Ворошиловградский завод выпустил первый тепловоз серии [2ТЭ116](#). Эти тепловозы продолжают строиться и сейчас.
- Этот завод в том же году построил первые два тепловоза серии [ТЭ114](#). Завод построил более 240 таких тепловозов для Сирии, Египта и других стран, и лишь 14 для отечественных промышленных предприятий.
- В 1973 году Коломенский завод начал серийный выпуск пассажирского тепловоза [ТЭП70](#) В 1973 году Коломенский завод начал серийный выпуск пассажирского тепловоза ТЭП70. А в 1976 году построен первый [ТЭП75](#).
- В 1988 году Коломенским заводом построен пассажирский тепловоз с восьмиосным экипажем мощностью 6000 л. с. [ТЭП80](#), на котором поставлен мировой рекорд скорости для тепловозов — 271 км/ч.
- Знаменательной вехой в истории отечественного тепловозостроения стало создание в 1975 году Людиновским заводом мощного маневрово—вывозного тепловоза серии [ТЭМ7](#). Эти тепловозы выпускаются по сей день (тепловозы серии ТЭМ7А).

Новейший период (1976—1985)

- Коломенским заводом в 1976 году создан пассажирский тепловоз серии [ТЭП75](#) (на основе тепловоза серии ТЭП70).
- Данный период характерен тем, что большую часть новых магистральных тепловозов создал Ворошиловградский завод. В 1976 году завод, прекратив строить для советских железных дорог односекционные тепловозы серии М62, начал выпускать двухсекционные локомотивы серии 2М62. В 1977 году тот же завод создал грузовой тепловоз серии 2ТЭ121.
- Уже в 1979 году Ворошиловградский завод построил первые трёхсекционные тепловозы серии 3ТЭ10М, а затем с 1981 года начал выпускать и двухсекционные тепловозы серии 2ТЭ10М.
- В том же году появились тепловозы серии 2ТЭ10МК.
- В 1981—1982 годах было построено четыре опытных тепловоза серии 2ТЭ116А.
- В конце 1982 году был построен опытный четырёхсекционный тепловоз 4ТЭ130 — 001.
- В 1983 году появились тепловозы серии 4ТЭ10С, предназначенные для Байкало-Амурской магистрали.

- В 1984 г. был построен опытный тепловоз [ТЭ136](#) — 0001.
- В 1985 году — опытный тепловоз [ТЭ127](#) — 0001.
- В данный период построен также целый ряд маневровых тепловозов.
- В конце 1978 года Брянский завод построил опытный тепловоз серии ТЭМ2У, а с 1984 года начал строить их серийно.
- В 1978 году тот же завод изготовил опытный тепловоз ТЭМ2УС — 0001. В том же году Людиновский завод построил опытный тепловоз [ТЭМ12](#) — 0001.
- В 1979 году появились тепловозы серии [ТЭМ3](#).
- В 1981 году Камбарский машиностроительный завод начал строить тепловозы серии [ТГМ40](#).
- Людиновский завод в 1983—1984 годах построил опытные тепловозы [ТГМ9](#), ТГМ12 и ТГМ14.

Современный период (1987 — наши дни)

- Современный период отечественного тепловозостроения начался созданием в 1987—1988 годах Ворошиловградским заводом опытного двухсекционного грузового тепловоза [2ТЭ126](#) Современный период отечественного тепловозостроения начался созданием в 1987—1988 годах Ворошиловградским заводом опытного двухсекционного грузового тепловоза 2ТЭ126 — 0001 (на базе тепловоза серии [ТЭ136](#)).
- В 1988 году Коломенский завод построил новый пассажирский тепловоз [ТЭП80](#) — 0001, а в 1989 — ТЭП80 — 0002.
- На базе тепловоза ТЭП70 создан грузовой тепловоз 2ТЭ70 с двумя шестиосными секциями, унифицированный по основным узлам с пассажирскими тепловозами ТЭП70У и ТЭП70БС, предназначенный для вождения грузовых поездов

- В 1990-х годах, несмотря на отсутствие заказов от МПС, Брянский завод продолжал работы над созданием новых типов локомотивов.
- Основу выпуска маневровых тепловозов на БМЗ составляет серия ТЭМ18 различных модификаций с дизелем 1-ПД4Д производства предприятия ОАО «Пензадизельмаш» и с передачей постоянного тока.
- Модификация ТЭМ18В строилась с дизелем Wärtsilä (W6L20LA мощностью 882 кВт).
- В 1997 году БМЗ построен первый в России газодизельный тепловоз серии ТЭМ18Г.
- В 2000 году завод изготовил принципиально новый маневрово-вывозной тепловоз [ТЭМ21](#) — 001.
- В 2005—2006 годах на заводе совместно с ВНИКТИ созданы грузовые двухсекционные тепловозы серий [2ТЭ25А](#) В 2005—2006 годах на заводе совместно с ВНИКТИ созданы грузовые двухсекционные тепловозы серий 2ТЭ25А и [2ТЭ25К](#).

- Людиновским заводом в 1990-х годах созданы новые локомотивы для железных дорог Сахалина: магистральный тепловоз серии [ТГ22](#) Людиновским заводом в 1990-х годах созданы новые локомотивы для железных дорог Сахалина: магистральный тепловоз серии ТГ22 и маневровый серии [ТГМ11](#) Людиновским заводом в 1990-х годах созданы новые локомотивы для железных дорог Сахалина: магистральный тепловоз серии ТГ22 и маневровый серии ТГМ11 взамен исчерпавших свой срок службы тепловозов серий [ТГ16](#) Людиновским заводом в 1990-х годах созданы новые локомотивы для железных дорог Сахалина: магистральный тепловоз серии ТГ22 и маневровый серии ТГМ11 взамен исчерпавших свой срок службы тепловозов серий ТГ16 и [ТГМ7](#).
- В 1998 году совместно с фирмой General Motors (США) заводом были построены два грузовых



В 1924 г. в Ленинграде был создан магистральный тепловоз ГЭ1 (Щэл1) системы Я. М. Гаккеля мощностью 735 кВт (1000 л. с.) с электрической передачей.

В ноябре 1924 г. тепловоз вышел на железнодорожную магистраль и в январе 1925 г. прибыл в Москву.

Одновременно в Москве появился тепловоз с электрической передачей Ээл2 мощностью 880 кВт (1200 л. с.), построенный в Германии по проекту русских инженеров, так же как и тепловоз с механической передачей Эмх3, поступивший в эксплуатацию на сеть советских железных дорог в 1927 г.



ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ

Ээл²

грузовой
с электрической
передачей

1924 г.

До второй мировой войны на заводах СССР, кроме тепловоза Щэл1, были построены единичные экземпляры тепловозов Оэлб, Оэл7, Оэл10, ВМ, Оэл9 и несколько десятков тепловозов серии Ээл.

Тепловозная тяга впервые была введена на бывшей Ашхабадской железной дороге на протяжении более 700 км.



Широкое внедрение тепловозной тяги началось после окончания второй мировой войны. В СССР один за другим с небольшим интервалом появляются тепловозы ТЭ1 мощностью 735 кВт (1000 л. с.) и двухсекционный тепловоз ТЭ2 мощностью 1470 кВт (2000 л. с.).



В 1953 г. был построен первый тепловоз ТЭЗ мощностью в двух секциях 2940 кВт (4000 л. с.), а с 1956 г. начато его серийное производство.



- К этому периоду относится начало бурного развития отечественного тепловозостроения.
- Локомотивостроительные заводы **Харькова, Луганска, Коломны, Ленинграда, Брянска, Людинова, Муром** за 4-5 лет разработали десятки типов различных тепловозов и построили 15 образцов опытных локомотивов.
- Среди них магистральные и маневровые тепловозы с электрической передачей **ТЭ10, ТЭ50, ТЭ10Л, ТЭП60, ТЭ40, ТЭМ1** и с гидравлической передачей **ТГМ2, ТГМ3, ТГ100, ТГ102, ТГ105, ТГ106, ТГП60**.
- Одновременно росла протяженность линий, обслуживаемых тепловозами.

1950 г. 3 тыс. км,

1960 г. — 18 тыс.,

1970 г. — 76 тыс. км.

1979 г. - 100 тыс. км.



Тепловоз 2ТЭ10Л

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ

ТГ100

грузовой
с гидравлической
передачей



1959 г.

Появившийся в [1924](#)Появившийся в 1924 году в СССР_Появившийся в 1924 году в СССР тепловоз стал как экономически выгодной заменой устаревшим низкоэффективным [паровозам](#)Появившийся в 1924 году в СССР тепловоз стал как экономически выгодной заменой устаревшим низкоэффективным паровозам, так и дополнением появившимся в то же время [электровозам](#), требующим существенных дополнительных затрат на электрификацию пути и рентабельным поэтому на магистралях со сравнительно большим грузо- и пассажиропотоком.

За прошедший век в конструкции тепловоза было опробовано и внедрено множество усовершенствований_За прошедший век в конструкции тепловоза было опробовано и внедрено множество усовершенствований : возросла мощность двигателя с нескольких сотен [лошадиных сил](#)За прошедший век в конструкции тепловоза было опробовано и внедрено множество усовершенствований : возросла мощность двигателя с нескольких сотен лошадиных сил до шести — двенадцати тысяч ([ТЭП80](#)За прошедший век в конструкции тепловоза было опробовано и внедрено множество усовершенствований : возросла мощность двигателя с нескольких сотен лошадиных сил до шести — двенадцати тысяч (ТЭП80, [4ТЭ10С](#)За прошедший век в конструкции тепловоза было опробовано и внедрено множество

Дайте определение

- Тепловоз это

- Тепловóз — автономный локомотив Тепловóз — автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания Тепловóз — автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания, чаще всего дизельным Тепловóз — автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания, чаще всего дизельным, энергия которого (электричество переда



ю)

Ключевые слова из определения «ТЕПЛОВОЗ»

- Локомотив
- Двигатель внутреннего сгорания
- Силовая передача

Локомотив

(от лат. *loco* «с места» (аблатив «с места» (аблатив лат. *locus* «место») + лат. *motivus*, «сдвигающий») — самоходный рельсовый экипаж, предназначенный для тяги несамоходных вагонов.

Локомотив — это силовое тяговое средство, относящееся к подвижному составу и предназначенное для передвижения по рельсовым путям поездов или отдельных вагонов.

При этом локомотив сам по себе не предназначен для перевозки пассажиров, груза или выполнения какой-либо иной работы.

По типу энергетической установки локомотивы подразделяют на:

паровозы — локомотивы с поршневой паровой машиной;

мотовозы мотовозы — с бензиновым или дизельным двигателем, мощностью до 150 л. с. и механической передачей:
газотурбовозы — с газотурбинным двигателем;

электротепловозы, тяговые электродвигатели которых могут получать энергию как из контактной сети, так и от собственного двигателя внутреннего сгорания;

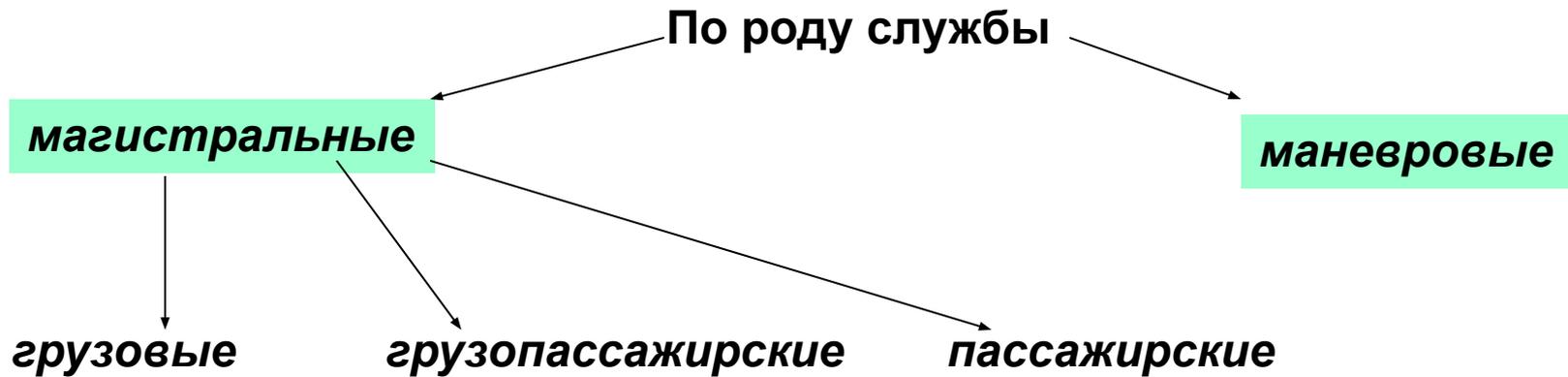
гировозы, не имеющие собственного двигателя, но запасующие энергию в виде кинетической энергии вращающегося маховика.

электровозы электровозы — с тяговыми электродвигателями, получающими энергию из контактной сети;

тепловозы тепловозы — с двигателем внутреннего сгорания тепловозы — с двигателем внутреннего сгорания, обычно дизельным, мощностью более 150 л. с. и электрической или гидравлической передачей. Разновидностью тепловоза так же контактно-аккумуляторные электровозы, получающие энергию от контактной сети и запасующие её в аккумуляторах, что позволяет им работать также и на неэлектрифицированных путях;

атомовозы атомовозы, имеющие ядерную энергетическую установку (построенных экземпляров нет):
пневматические локомотивы, запасующие энергию в виде потенциальной энергии сжатого воздуха в резервуаре высокого давления.

Классификация локомотивов



Грузовые локомотивы

Грузовые локомотивы чаще двухсекционные с одной кабиной управления в каждой секции ([ВЛ80](#)), и односекционные).

Грузовые локомотивы могут иметь и большее количество секций, т. н. бустеров, не имеющих кабины управления.

Пассажирские локомотивы

Пассажирские локомотивы — односекционные и двухсекционные, с двумя кабинами управления, расположенными у торцов секции (двухсекционные — ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200; ТЭ7, ТЭП60, ТЭП70,).

Маневровые локомотивы

Маневровые локомотивы — односекционные. В связи с тем, что маневровый локомотив часто меняет направление движения (взад-вперед), то у него одна кабина управления.

Для [маневровой работы](#) могут использоваться как тепловозы, так и электровозы.

Классификация локомотивов

По ширине колеи

По ширине колеи локомотивы можно разделить на *локомотивы с нормальной колеёй* и *локомотивы для узкоколейных железных дорог*.

При этом не следует путать собственно российские узкоколейные железные дороги и магистральные железные дороги ряда стран с более узкой шириной колеи, чем на территории бывшего СССР.

Широкое распространение на предприятиях имела колея 750 мм.

Отдельно следует отметить ж. д. на о. Сахалин шириной 1067 мм, доставшаяся в наследство от Японии.

Двигатель внутреннего сгорания

- Дайте определение

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС)

— двигатель,

в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) **двигателя.**

ДВС преобразует тепловую энергию от **сгорания** топлива в механическую работу.

Чем двигатель внутреннего сгорания отличается от двигателя внешнего сгорания?

Чем двигатель внутреннего сгорания отличается от двигателя внешнего сгорания?

По сравнению с двигателями внешнего сгорания ДВС:

не имеет дополнительных элементов теплопередачи — топливо само образует рабочее тело;

компактнее, так как не имеет целого ряда дополнительных агрегатов;

легче;

экономичнее;

потребляет топливо, обладающее весьма жёстко заданными параметрами (испаряемостью, температурой вспышки паров, плотностью, теплотой сгорания, октановым или цетановым числом), так как от этих свойств зависит сама работоспособность ДВС.



В 1807 г. французско-швейцарский изобретатель [Франсуа Исаак де Риваз](#) построил первый поршневой двигатель, называемый часто [двигателем де Риваза](#). Двигатель работал на газообразном водороде, имея элементы конструкции, с тех пор вошедшие в последующие прототипы ДВС: поршневую группу и искровое зажигание. [Кривошипно-шатунного механизма](#) в конструкции двигателя ещё не было.



Первый практически пригодный двухтактный газовый ДВС был сконструирован французским механиком [Этьеном Ленуаром](#) в 1860 году. Мощность составляла 8,8 [кВт](#) Мощность составляла 8,8 кВт (11,97 [л. с.](#)). Двигатель представлял собой одноцилиндровую горизонтальную машину двойного действия, работавшую на смеси воздуха и [светильного газа](#) с электрическим искровым зажиганием от постороннего источника. В конструкции двигателя появился [кривошипно-шатунный механизм](#). [КПД](#) двигателя не превышал 4,65 %. Несмотря на недостатки, двигатель Ленуара получил некоторое распространение. Использовался как лодочный двигатель.



Познакомившись с двигателем Ленуара, осенью 1860 года выдающийся немецкий конструктор [Николаус Аугуст Отто](#) с братом построили копию газового двигателя Ленуара и в январе 1861 года подали заявку на патент на двигатель с жидким топливом на основе газового двигателя Ленуара в Министерство коммерции Пруссии, но заявка была отклонена.

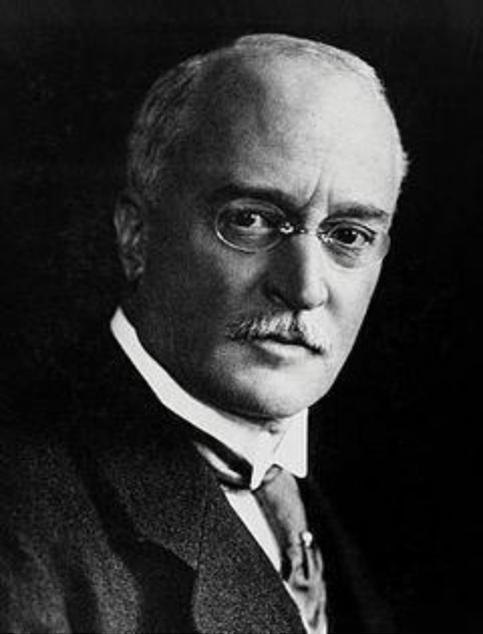
В 1863 году создал двухтактный атмосферный двигатель внутреннего сгорания. Двигатель имел вертикальное расположение цилиндра, зажигание открытым пламенем и [КПД](#) до 15 %. Вытеснил двигатель Ленуара.

В 1876 г. Николаус Аугуст Отто построил более совершенный [четырёхтактный](#) газовый двигатель внутреннего сгорания.

- В 1880-х годах Огнеслав Степанович Костович В 1880-х годах Огнеслав Степанович Костович в России построил первый бензиновый карбюраторный двигатель.
- В 1885 году немецкие инженеры Готтлиб Даймлер В 1885 году немецкие инженеры Готтлиб Даймлер и Вильгельм Майбах В 1885 году немецкие инженеры Готтлиб Даймлер и Вильгельм Майбах разработали лёгкий бензиновый карбюраторный двигатель. Даймлер и Майбах использовали его для создания первого мотоцикла В 1885 году немецкие инженеры Готтлиб Даймлер и Майбах использовали его для создания первого мотоцикла в 1885, а в 1886 году — на

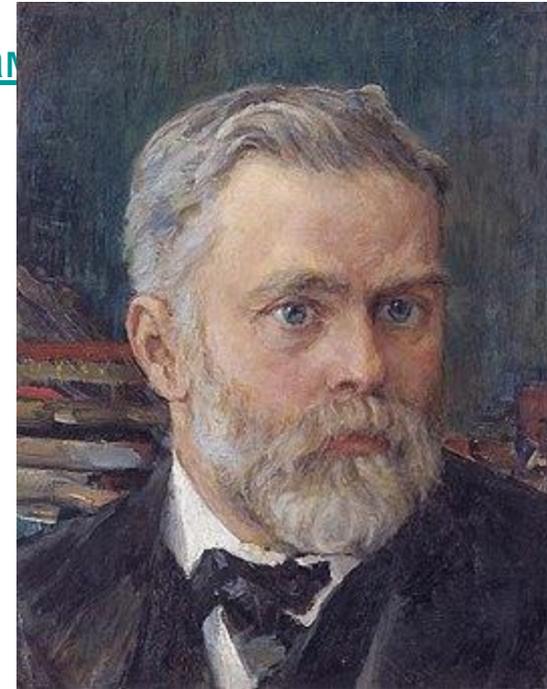


Мотоцикл Даймлера с ДВС 1885 года



Рудольф Дизель

Немецкий инженер Рудольф Дизель стремился повысить эффективность двигателя внутреннего сгорания и в 1897 предложил двигатель с воспламенением от сжатия.



Эммануил
Людвигович
Нобель

На заводе «Людвиг Нобель» Эммануила Людвиговича Нобеля в Петербурге в 1898—1899 Густав Васильевич

Тринклер усовершенствовал этот двигатель, используя бескомпрессорное распыливание топлива, что позволило применить в качестве топлива нефть.

В результате бескомпрессорный двигатель внутреннего сгорания высокого сжатия с самовоспламенением стал наиболее экономичным стационарным тепловым двигателем.

Виды двигателей внутреннего сгорания

Поршневые двигатели Поршневые двигатели — камерой сгорания служит цилиндр, возвратно-поступательное движение поршня с помощью кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращение вала.

Газовая турбина — преобразование энергии осуществляется ротором с клиновидными лопатками.

Роторно-поршневые двигатели — в них преобразование энергии осуществляется за счёт вращения рабочими газами ротора специального профиля (двигатель Ванкеля).

Виды двигателей внутреннего сгорания

ДВС классифицируют:

- **по назначению** — на транспортные, стационарные и специальные.
- **по роду применяемого топлива** — лёгкие жидкие (бензин, газ), тяжёлые жидкие (дизельное топливо, судовые мазуты).
- **по способу образования горючей смеси** — внешнее (карбюратор) и внутреннее (в цилиндре ДВС).
- **по объёму рабочих полостей и весогабаритным характеристикам** — лёгкие, средние, тяжёлые, специальные.

Виды двигателей внутреннего сгорания

Помимо приведённых выше общих для всех ДВС критериев классификации существуют критерии, по которым классифицируются отдельные типы двигателей.

Так, поршневые двигатели можно классифицировать по количеству и расположению цилиндров, коленчатых и распределительных валов, по типу охлаждения, по наличию или отсутствию крейцкопфа, наддува (и по типу наддува), по способу смесеобразования и по типу зажигания, по количеству карбюраторов, по типу газораспределительного вала, по отношению диаметра цилиндра к ходу поршня, по сте

Дайте определение

- Тепловоз это

- **Тепловóз** — автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания, чаще всего дизельным, энергия которого через силовую передачу (электрическую, гидравлическую, механическую) передаётся на колёсные пары.

Классификация тепловозов

по роду службы

поездные

грузовые (сила тяги)
пассажирские (скорость)
грузопассажирские

промышленные

для передвижения вагонов в пределах станции или на подъездных путях предприятий с малыми радиусами кривых

маневровые

по типу передачи

с электропередачей

с гидравлической
передачей

с механической
передачей

В наименованиях большинства серийных тепловозов, производившихся в СССР, буквы обозначают следующее:

- **Т** — тепловоз
 - **Э** — электрическая передача
 - **Г** — [гидравлическая передача](#)
 - **П** — пассажирский
 - **М** — маневровый
-
- Стоящая впереди цифра обозначает количество секций (например, 2ТЭ116 — тепловоз из двух секций; 4ТЭ10С — из четырёх секций).
 - Отсутствие впереди цифры чаще всего указывает на тепловоз из одной секции.
-
- В наименованиях большинства магистральных тепловозов по номеру серии можно определить и завод-изготовитель:
 - **От 1 до 49** — [Харьковский завод транспортного машиностроения](#),
 - **От 50 до 99** — [Коломенский тепловозостроительный завод](#),
 - **От 100 и выше** — [Луганский тепловозостроительный завод](#)

Не следует путать тепловоз с другими видами ЛОКОМОТИВОВ или САМОДВИЖУЩИХСЯ МОТОРНЫХ ВАГОНОВ.

Дизель-поезд (равно как и скоростные дизель-поезда Fliegender Hamburger, поезда ICE TD системы Intercity-Express и первые образцы TGV) — это самостоятельная разновидность моторвагонного подвижного состава, в котором дизельный двигатель размещён внутри специального моторного вагона или особого прицепного движущего модуля.

Тем не менее, существуют дизель-поезда с тепловозной тягой, в составе которых на постоянной основе вместо моторных вагонов используются серийные тепловозные секции, которые обычно сцепляются по краям пассажирского состава с одной или двух сторон, в случае использования одной секции с противоположной стороны находится головной прицепной вагон с кабиной управления.

Зачастую аналогичные тепловозы также эксплуатируются как самостоятельные тяговые единицы. Например, дизель-поезда ДРБ1, ДДБ1, ДПМ1 и ДПЛ1 используют секции тепловозов 2М62, дизель-поезда ДПЛ2 и ДТ116 — секции 2ТЭ116, а дизель-поезд ДЛ2 имел уникальные тепловозные секции, конструктивно схожие с тепловозом ТГ21.

Отечественные дизель-поезда с тепловозной тягой

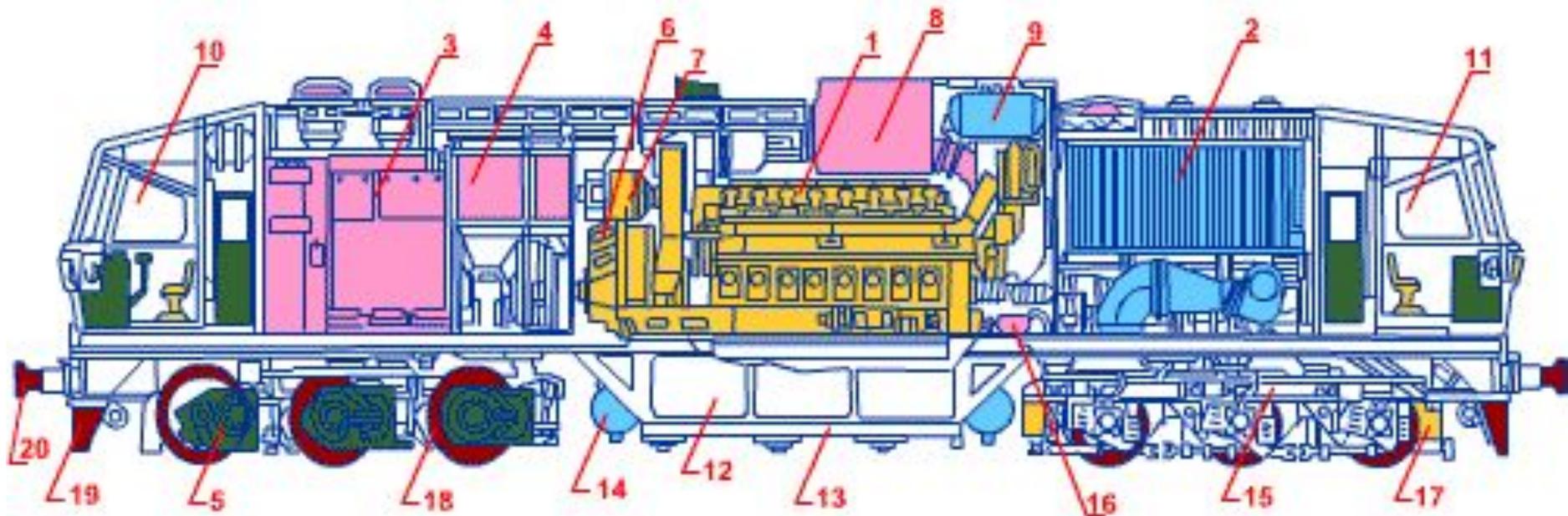


- **Электротепловоз** — тип локомотива, который может работать как в режиме тепловоза, так и в режиме электровоза (не следует путать с **дизель-электровозом** — тепловозом с электропередачей, аналогично *дизель-электроход* — теплоход с электропередачей).
- Существуют как электротепловозы, которые неразрывно совмещают электровозное и тепловозное оборудование в едином кузове, так и многосекционные электротепловозы с ярко выраженным разделением на электровозную и тепловозную секции, однако у части из них самостоятельная эксплуатация тепловозной секции невозможна без электровозной.
- Например, у промышленного электротепловоза **ОПЭ1** Например, у промышленного электротепловоза ОПЭ1 имеются отдельная электровозная и тепловозная секции, которые могут работать самостоятельно, а у **ОПЭ1А** — только в сцепе с электровозом ввиду отсутствия у них кабины управления.

- Газотурбовоз Газотурбовоз — локомотив с газотурбинным двигателем.
- Газотурбинный двигатель тоже является двигателем внутреннего сгорания.
- Газотурбовоз представляет собой разновидность тепловоза, однако по типу двигателя выделен в отдельный класс.
- Некоторые газотурбовозы также оснащаются дизелем небольшой мощности для манёвров и следования резервом ввиду большого расхода топлива у газовой турбины, и в этом случае они могут работать в режиме тепловоза.

- **Локомотиль** — как правило, паровая силовая установка, работающая в составе механических комплексов в качестве механического двигателя, в некоторых случаях способная к самостоятельному передвижению, либо паровое самодвижущееся безрельсовое транспортное средство, чаще всего — тяжёлый паровой тягач.
- Иногда локомотилем называют серийный автомобиль, напр. ЗИЛ-130 Иногда локомотилем называют серийный автомобиль, напр. ЗИЛ-130, КрАЗ-256Б, оборудованный соответствующими колёсами, способный длительно двигаться по рельсам и осуществлять на них маневровые работы с отдельными железнодорожными вагонами.

Общий принцип работы и конструкция тепловоза



- 1 — дизель
- 2 — холодильная камера
- 3 — высоковольтная камера
- 4 — выпрямительная установка
- 5 — тяговый электродвигатель
- 6 — тяговый генератор
- 7 — стартер-генератор
- 8 — глушитель
- 9 — бак для воды
- 10 — передняя кабина машиниста

- 11 — задняя кабина машиниста
- 12 — аккумуляторная батарея
- 13 — топливный бак
- 14 — воздушный резервуар
- 15 — тележка
- 16 — топливный насос
- 17 — бункер песочницы
- 18 — колёсная пара
- 19 — метельник
- 20 — буфер

Передача, её значение и виды

- Основная сложность при создании тепловоза заключалась в его неработоспособности при непосредственном соединении вала дизеля с колёсными парами из-за несоответствия скоростной характеристики дизеля и тяговой характеристики локомотива.
- **Зависимость силы тяги от скорости движения является основной характеристикой тепловоза и называется *тяговой характеристикой*.**
- Для случая максимального использования мощности локомотива график такой характеристики представляет собой гиперболу, в каждой точке которой произведение силы тяги на скорость локомотива равно его максимальной мощности.
- История создания тепловоза как пригодного к эксплуатации локомотива, по сути, является историей создания передачи, обеспечивающей должное согласование дизеля и локомотива и делающей работоспособной систему «локомотив с дизелем».

Передача, её значение и виды

- В современных тепловозах используются
 - электрическая,
 - гидравлическая (гидродинамическая)/гидромеханическая
 - и механическая передачи.
-
- До введения передачи делались попытки создания специальных дизелей ([Василий Гриневецкий](#) До введения передачи делались попытки создания специальных дизелей (Василий Гриневецкий), использования дополнительных источников энергии в виде подачи в цилиндры дизеля сжатого воздуха (тепловоз [Р. Дизеля](#) До введения передачи делались попытки создания специальных дизелей (Василий Гриневецкий), использования дополнительных источников энергии в виде подачи в цилиндры дизеля сжатого воздуха (тепловоз Р. Дизеля и [А. Клозе](#) До введения передачи делались попытки создания специальных дизелей (Василий Гриневецкий), использования дополнительных источников энергии в виде подачи в цилиндры дизеля сжатого воздуха (тепловоз Р. Дизеля и А. Клозе), построение [теплопаровозов](#) До введения передачи делались попытки создания специальных дизелей (Василий Гриневецкий), использования дополнительных источников энергии в виде подачи в цилиндры дизеля сжатого воздуха (тепловоз Р.



Механическая передача включает

- фрикционную муфту,
- коробку передач с реверс-редуктором;

а также карданные валы с осевыми редукторами или отбойный вал с дисковой передачей.

Механическая передача

обладает относительно высоким КПД и относительно высоким КПД и небольшим весом при передаче небольшой мощности, однако при переключении передач неизбежно возникают рывки. На практике её используют на локомотивах малой мощности (мотовозах), дрезинах и на автомотрисах.

Единственным в мире магистральным тепловозом с мощностью дизеля 1200 л. с., имевшим такую передачу, был ломоносовский Эмх3, первоначально Юм005. Эксплуатация его на Ашхабадской дороге показала техническую несостоятельность механической передачи в магистральном тепловозе такой мощности — несмотря на специально принимаемые меры, элементы передачи, особенно конические шестерни, при переключении передач из-за рывков выходили из строя. А на дорогах со сложным профилем дело доходило до разрыва поезда.

Но и меньшее, до 1050 л. с.

В электрической передаче вал дизеля вращает тяговый генератор, питающий тяговые электродвигатели (ТЭД).

В свою очередь вращение вала ТЭД передаётся колёсной паре — при индивидуальном приводе — через осевой редуктор.

Редуктор представляет собой соединённые зубчатые колёса, располагающиеся на валу ТЭД и оси колёсной пары.

Электропередача постоянного тока обладает гиперболической тяговой характеристикой, при которой увеличение сопротивления движения вызывает увеличение силы тяги, а уменьшение — ускорение локомотива, легко управляется и регулируется.

Электропередача позволяет управлять несколькими тепловозами по системе многих единиц из одной кабины. Недостатками её являются большая масса и относительная дороговизна необходимого оборудования.

Электропередача обеспечивает электродинамическое (реостатное) торможение, при котором ТЭД работают как генераторы, нагруженные тормозными реостатами; за счёт сопротивления вращению валов ТЭД осуществляется торможение. Электродинамическое торможение уменьшает износ тормозных колодок.

Электропередача постоянного тока

Использовалась первоначально в тепловозах ввиду простоты устройства и удачных характеристик.

Однако из-за большого веса агрегатов и наличия механически изнашиваемых электрически нагруженных элементов конструкции — коллекторов, требующих тщательного ухода и ограничивающих рабочий ток якорей — в дальнейшем (в СССР с конца 1960-х годов) с ростом передаваемой мощности стали постепенно внедряться агрегаты переменного тока.

Их внедрению содействовало появление компактных, недорогих и весьма надёжных кремниевых [выпрямителей](#).

ЭЭПТ - Электропередача переменно-постоянного тока

- была запатентована 26 марта 1956 г. в Советском Союзе И. Б. Башуком, доцентом кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» МИИТа.

С первой половины 60-х гг. XX в. ряд ведущих тепловозостроительных предприятий многих государств мира приступили к серийному созданию тепловозов с передачей переменного-постоянного тока.

В СССР эта работа выполнялась [Луганским тепловозостроительным заводом](#), и в 1963 г. был изготовлен тепловоз [ТЭ109](#)

На его основе позднее был спроектирован капотный тепловоз [ТЭ114](#).



На тепловозе ТЭ109
установлены
синхронный тяговый
генератор ГС501,
выпрямительная установка
УВКТ-2,
ТЭДы ЭД107А.

Синхронный генератор представляет собой 12-полюсную машину с двумя трёхфазными обмотками на статоре, сдвинутыми относительно друг друга на 30 электрических градусов.

Ток возбуждения подводится к полюсам при помощи двух колец и шести щёток, съём рабочего тока происходит от шести неподвижных шин статора.



Первый
двухсекционный
грузовой тепловоз
повышенной
мощности **2ТЭ116**
был построен в 1971 г.

В 1973 г. Коломенский тепловозостроительный завод начал строить пассажирский тепловоз **ТЭП70** мощностью 4000 л. с. В дальнейшем принцип компоновки этой передачи был принят на всех серийных магистральных тепловозах СССР и России: грузовых — **2ТЭ121** грузовых — 2ТЭ121, 2ТЭ136; пассажирских — **ТЭП75**, рекордном **ТЭП80** **ТЭП80** и маневровых **ТЭМ7** **ТЭП80** и маневровых ТЭМ7 и **ТЭМ7А**.



Академик [М. П. Костенко](#) доказал возможность получения любого вида характеристики асинхронного двигателя при регулировании частоты и питающего напряжения в потребной закономерности.

Первым отечественным опытом использования асинхронных ТЭД стал опытный тепловоз ВМЭ1А.

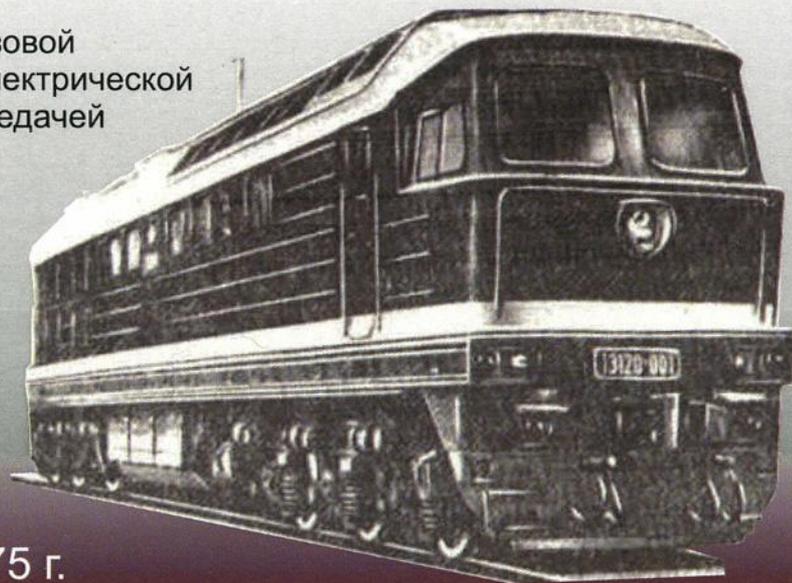


Особенностью использования асинхронных ТЭД является необходимость управления частотой питающего их напряжения для получения необходимой характеристики.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ

ТЭ120

грузовой
с электрической
передачей



1975 г.

В [1975](#) году в СССР на базе тепловоза ТЭ109 был построен опытный тепловоз [ТЭ120](#) с электрической передачей переменного тока, где использовались тяговый генератор и ТЭДы переменного тока. Электрической передачей переменного тока оснащён отечественный маневровый тепловоз [ТЭМ21](#).

Использование генераторов и ТЭД переменного тока позволяет увеличить мощность передачи, снизить массу, существенно повысить надёжность в эксплуатации и упростить обслуживание.

Использование асинхронных тяговых двигателей, ставшее возможным после появления полупроводниковых [тиристоров](#), значительно снижает возможность [боксования](#) тепловоза, что позволяет уменьшить массу локомотива при сохранении его тяговых свойств. За счёт облегчения двигателей, интегрированных в тележки, повышается плавность хода тепловоза и уменьшается его воздействие на путь.

Даже в случае использования промежуточных блоков — выпрямителя и инвертора — применение синхронного генератора с асинхронными ТЭД оказывается оправданным экономически и технически. Передачи постоянного тока, отличающиеся сравнительной простотой конструкции, продолжают использоваться на тепловозах до 2000 л. с.

Гидравлическая передача тепловозов

Гидравлическая (гидродинамическая) передача включает гидроредуктор и механическую передачу на колёсные пары. В гидроредукторе крутящий момент преобразуется с помощью [гидромуфт](#) преобразуется с помощью гидромуфт и [гидротрансформаторов](#).



Гидромуфты компрессора и главного вентилятора тепловоза ЧМЭЗ
Fluid couplings of compressor & cooler of shunter



Гидромуфта состоит из насосного колеса, вращаемого двигателем, и турбинного колеса, с которого снимается мощность.

Насосное и турбинное колеса находятся на минимальном расстоянии друг от друга в герметической торообразной полости, заполненной жидкостью (маслом), передающей энергию вращения насосного колеса турбинному.

Регулировка передаваемого крутящего момента в гидромуфте осуществляется изменением количества и давления рабочей жидкости (масла) на лопатках насосного и турбинного колеса.

Гидротрансформатор имеет промежуточное — реакторное колесо, изменяющее направление и силу потока масла на турбинном колесе.

Переключение гидротрансформаторов осуществляется опустошением отключаемого и заполнением включаемого маслом. Для повышения КПД передачи используются самоблокирующиеся обгонные муфты, пакеты фрикционов, на определённых режимах замыкающие элементы передачи.



Тележка с гидравлической передачей



Дизельный двигатель (слева) и гидропередача (справа) тепловоза [Class 35](#)

- Гидравлическая передача легче электрической, не требует расхода цветных металлов, менее опасна в эксплуатации.
- Однако гидropередача — агрегат, требующий высокой квалификации и технической культуры обслуживающего персонала, а также высокого качества масел; ввиду несоблюдения указанных «условностей» и недоведённости конструкции эксплуатация тепловозов ТГ в СССР не была успешной.
- В СССР и в России гидropередача применяется главным образом на маневровых тепловозах (ТГМ), а также на магистральных тепловозах малых серий ([ТГ102В](#) СССР и в России гидropередача применяется главным образом на маневровых тепловозах (ТГМ), а также на магистральных тепловозах малых серий (ТГ102 — самая многочисленная нормальной колеи; [ТГ16В](#) СССР и в России гидropередача применяется главным образом на маневровых тепловозах (ТГМ), а также на магистральных тепловозах малых серий (ТГ102 — самая многочисленная нормальной колеи; ТГ16, [ТГ22](#) — узкоколейные для Сахалинской ж. д.).
- Подавляющее большинство тепловозов с гидropередачей построено в Германии, а большинство собственно гидropередач сделано фирмой [Voith](#).
- На сегодняшний день самым мощным серийным тепловозом с гидropередачей является немецкий [Voith Maxima 40CC](#) На сегодняшний день самым мощным серийным тепловозом с гидropередачей является немецкий Voith Maxima 40CC ([англ.](#) На сегодняшний день самым мощным серийным тепловозом с гидropередачей является

Тема 5.10

«Общие сведения о дизеле тепловоза»

Принцип действия двух- и четырехтактного двигателя внутреннего сгорания с самовоспламенением топлива. Понятия «мертвая точка поршня», «камера сгорания», «степень сжатия», «такт», «рабочий цикл». Индикаторная диаграмма рабочего цикла дизеля. Мощность и КПД дизеля.

Компоновка и техническая характеристика дизеля тепловоза.

**Принцип действия 2-ч и 4-ч
тактного двигателя
внутреннего сгорания с
самовоспламенением топлива**

Двигатель внутреннего сгорания

Двигатель внутреннего сгорания

(ДВС) — двигатель, в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) двигателя.

ДВС преобразует тепловую энергию от сгорания топлива в механическую работу.

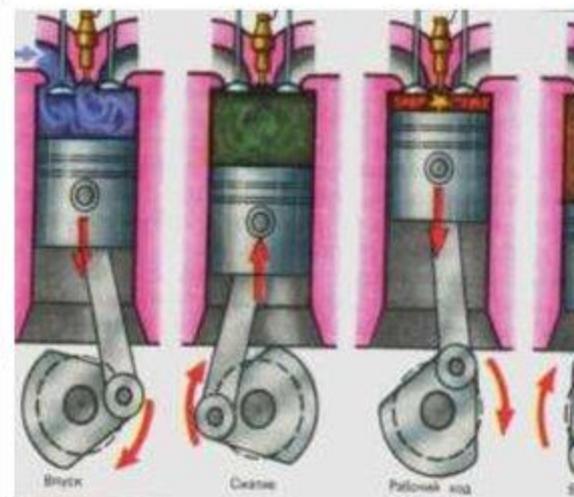
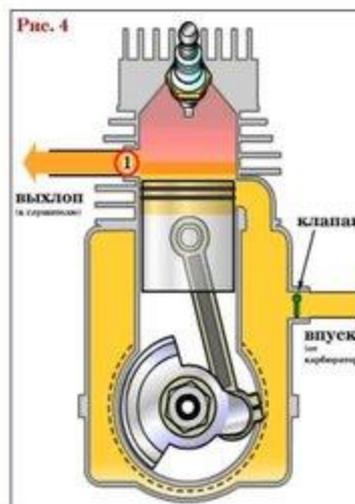
1. Классификация двигателей внутреннего сгорания

Двигателем внутреннего сгорания называется такой тепловой двигатель, у которого тепловая энергия, полученная от сгорания топлива, превращается в механическую работу непосредственно внутри цилиндра.

Двигатели внутреннего сгорания классифицируются по следующим основным признакам:

1. По способу осуществления рабочего цикла:

- а) **двухтактные** – все процессы рабочего цикла осуществляются за два хода поршня, при этом коленчатый вал совершает один оборот;
- б) **четырёхтактные** – все процессы рабочего цикла осуществляются за четыре хода поршня и два оборота коленчатого вала.



2-х тактный

4-х тактный

1. Классификация двигателей внутреннего сгорания:

а. По способу смесеобразования:

- а) *с внешним смесеобразованием* (карбюраторные и газовые двигатели - рабочая смесь образуется вне рабочего цилиндра);
- б) *с внутренним смесеобразованием* (дизели, современные инжекторные ДВС) - рабочая смесь образуется внутри цилиндра, при этом воздух и топливо подаются в цилиндр раздельно).

б. По способу воспламенения рабочей смеси:

- а) *с самовоспламенением от сжатия* (дизели - самовоспламенение смеси топлива и воздуха происходит только за счет высокой температуры в цилиндре, возникшей в результате сжатия воздуха);
- б) *с искровым зажиганием* (карбюраторные и газовые двигатели, у которых воспламенение рабочей смеси происходит за счет постороннего источника, например свечи).
- в) *с комбинированным воспламенением* (газодизели, в которых рабочая смесь принудительно зажигается путем самовоспламенения жидкого запального топлива).

1. Классификация двигателей внутреннего сгорания.

1. По роду применяемого топлива:

- 1) **жидкотопливные** (бензин, керосин, дизельное топливо, моторное, газотурбинное и др.);
- 2) **газовые** (сжиженный нефтяной, сжатый природный и др.);
- 3) **газожидкостные** (основное топливо - газ, запальное топливо - жидкое).

2. По средней скорости хода поршня:

По значению средней скорости поршня двигателя делят на три группы:

- 1) $v_{cp} < 6,5$ м / с - тихоходные;
- 2) $v_{cp} = (6,5 - 9)$ м / с - средней быстроходности;
- 3) $v_{cp} > 9$ м / с - быстроходные;

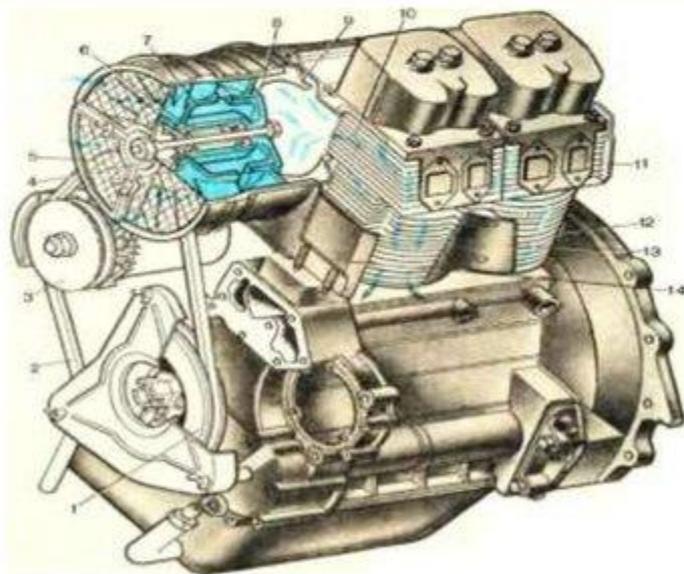
Чем выше средняя скорость поршня, тем двигатель при той же мощности компактнее, легче.

1. Классификация двигателей внутреннего сгорания.

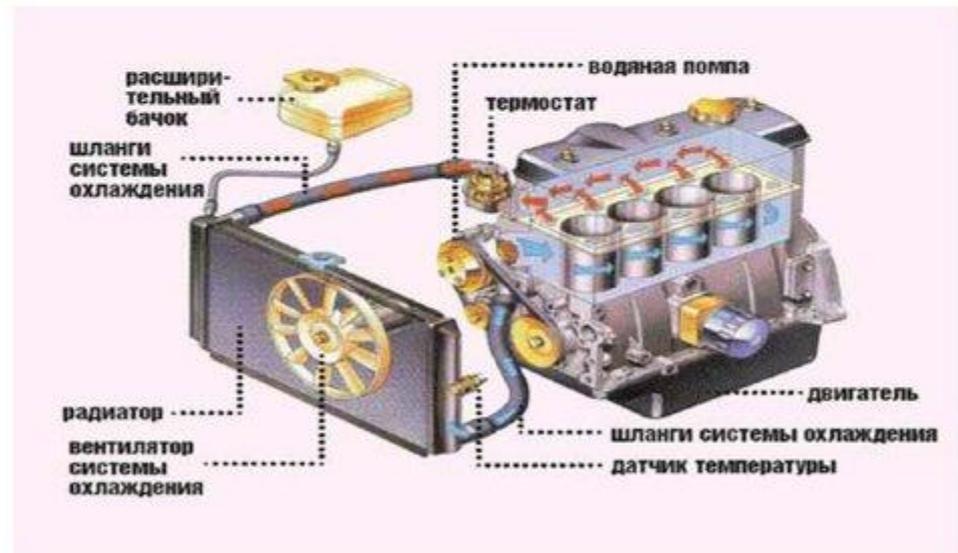
По способу охлаждения:

жидкостного охлаждения;

воздушного охлаждения.



Воздушное.



Жидкостное.

1. Классификация двигателей внутреннего сгорания:

По конструктивному исполнению:

- а) *однорядные* (с расположением цилиндров в один ряд, как правило, вертикально);
- б) *многорядные* (V – образные, звездообразные и т.д.).



Однорядный.



V – образный.

1. Классификация двигателей внутреннего сгорания:

1. По назначению:

Стационарные, транспортные (судовые, тепловозные, тракторные, автомобильные, авиационные). Могут использоваться как электроустановка (ДГУ), компрессорная установка.

2. По способу наполнения воздушным зарядом:

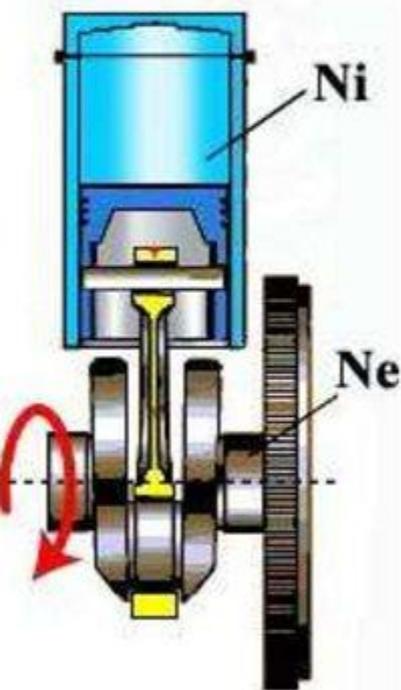
С турбокомпрессором или атмосферные.

3. По направлению вращения коленчатого вала:

Переверсивные, имеющие постоянное направление вращения колен-вала.

Непереверсивные, у которых изменение направления вращения достигается с помощью специального реверсивного механизма, изменяющего фазы газораспределения.

2. Основные понятия, показатели и параметры, характеризующие работу двигателя.



2.1. Мощность.

Мощностью называется работа, совершаемая за единицу времени, или энергия, которую вырабатывает двигатель для передачи приводимому агрегату.

При этом в двигателе различают два вида мощности:

1. Мощность, развиваемая газами в цилиндре двигателя, называется **индикаторной** и обозначается (**Ni**).
2. Мощность, снимаемая с коленчатого вала (маховика), называется **эффективной** и обозначается (**Ne**).

Она меньше индикаторной мощности на величину механических потерь внутри самого двигателя. Следовательно, **$Ne = Ni - Nm$** ;

где: **Ne** - эффективная мощность двигателя;

Ni - индикаторная мощность двигателя;

Nm - мощность, затрачиваемая на преодоление внутренних потерь в двигателе;

2. Основные понятия, показатели и параметры, характеризующие работу двигателя.

Таким образом, индикаторная мощность двигателя не полностью используется на полезную работу, так как часть ее затрачивается на внутренние механические потери.

Эти потери складываются из следующих составляющих:

1. потерь **на трение**, (это - трение поршней о гильзу цилиндра, трение в зубчатых передачах и подшипниках коленчатого вала);
2. **насосных** потерь (при впуске и выпуске, засасывая воздух и вытесняя отработанные газы, цилиндры, работают как насосы, затрачивая определенную энергию);
3. потерь на **привод навесных агрегатов** (насосов, вентилятора, генератора и др.).

Измеряется мощность в киловаттах (**кВт**) или в лошадиных силах (**л.с.**);

$1 \text{ л.с.} = 0,736 \text{ кВт.}$ или $1 \text{ кВт} = 1,36 \text{ л.с.}$

2. Основные понятия, показатели и параметры, характеризующие работу двигателя.

Такт – процесс, происходящий в цилиндре при движении поршня от одной мертвой точки до другой (или часть рабочего цикла, совершаемого в течение одного хода поршня).

Рабочий цикл – совокупность процессов, происходящих в цилиндре двигателя в определенной последовательности.

Для обеспечения равномерной нагрузки на узлы и детали двигателя, такты рабочего хода в цилиндрах многоцилиндровых двигателей происходят в определенной последовательности. Эта последовательность чередования рабочих ходов называется **порядком работы двигателя**.

Степень сжатия – отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_e}$$

Чем выше степень сжатия, тем экономичнее и мощнее двигатель.

2. Показатели, характеризующие работу двигателя:

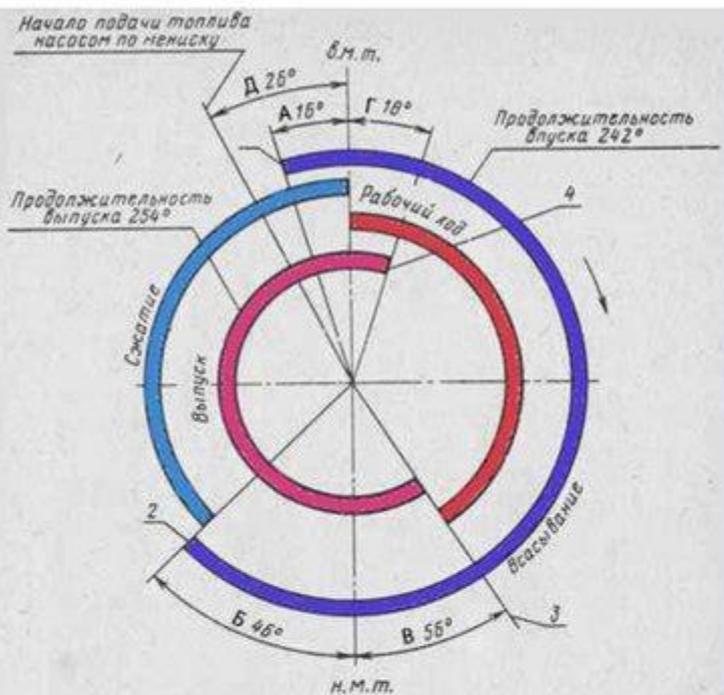


Рис. 8. Диаграмма фаз газораспределения:

1 — начало открытия впускного клапана; 2 — начало закрывания впускного клапана;
3 — начало открытия выпускного клапана; 4 — конец закрывания выпускного клапана.

Круговая диаграмма фаз газораспределения показывает время открытия и закрытия клапанов, это время выражается в углах поворота колен-вала и зависит от профиля кулачка, кулачкового вала механизма газораспределения.

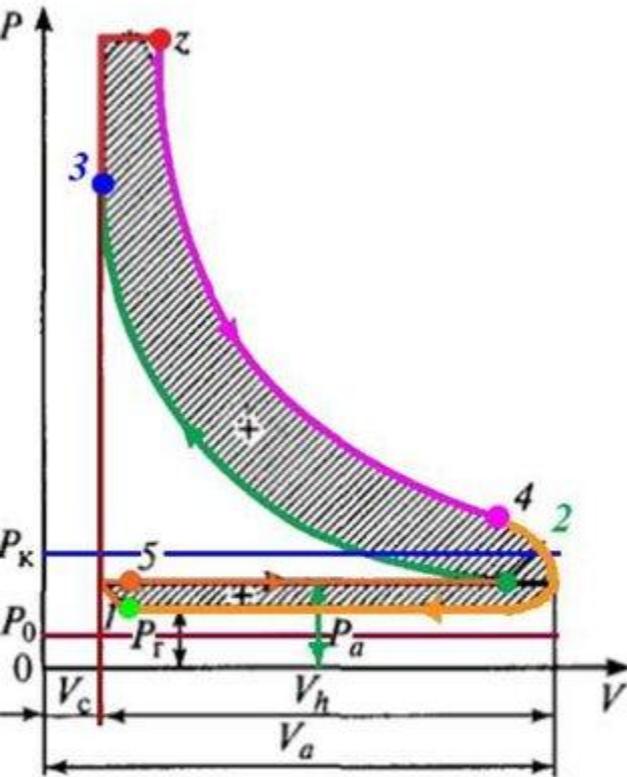
1. **Опережение всасывающего клапана** — необходимо в начале 1-го такта, этот клапан был достаточно открыт и не препятствовал проходу воздуха к цилиндрам.
2. **Запаздывание закрытия впускного клапана** — необходимо для того чтобы лучше заполнить цилиндр воздухом за счёт энергии.
3. **Угол опережения впрыска топлива** — необходим для того чтобы топливо в цилиндре смешалось с воздухом и воспламенилось.

4. **Опережение открытия выпускного клапана** — необходимо для того чтобы, к началу 4-го такта, основное давление цилиндра успело выйти и поршень затрачивал меньше работы на выталкивание.

5. **Запаздывание закрытия** — и совместное открытие клапанов обеспечивает полную очистку цилиндра от отработанных газов (продувка камеры сгорания).

2. Показатели, характеризующие работу двигателя:

Индикаторная диаграмма дизеля – это график работы дизеля, который показывает как изменяется давление в цилиндре в зависимости от положения поршней.



- Турбокомпрессор засасывает воздух при атмосферном давлении P_0 и сжимает его до давления P_k .
- Сжатый в турбине воздух проходит через охладитель и впускной коллектор.
- От турбины до цилиндра давление снижается от P_k до P_a , линия давления впуска расположена ниже линии P_k и выше линии P_0 .
- После заполнения цилиндра воздухом начинается процесс сжатия 2-3.
- В конце сжатия в цилиндр впрыскивается через форсунку топливо, которое воспламеняется в точке 3.
- Процесс сгорания 3-z.
- Расширение z-4.
- В точке 4 открываются выпускные клапана, и отработавшие газы выталкиваются в газовую турбину при давлении P_g .
- В четырехтактных дизелях энергии отработавших газов достаточно, чтобы нагнетатель сжимал воздух до давления P_k , более высокого, чем P_g .

В результате наддува площадь индикаторной диаграммы, а следовательно, и мощность двигателя возрастает.

2. Показатели, характеризующие работу двигателя:

2.2. Часовой расход топлива.

Об экономичности двигателя прямо судить по расходу им топлива.

Часовой расход показывает сколько топлива расходует весь двигатель за один час работы на заданной мощности.

Для стационарного двигателя он определяется умножением **удельно-эффективного расхода** на **мощность эффективную**.

$$G = g \cdot Ne \text{ (кг)}$$

где:

G - часовой расход топлива, (кг);

g – удельно-эффективный расход топлива, г / л.с. (кВт) в час;

Ne - эффективная мощность, л. с. (кВт);

Удельно-эффективным называют количество грамм топлива, расходуемое на 1 л. с. или 1 кВт за 1 час.

Расчетное значение удельного расхода топлива (g) каждого двигателя определяется на заводе изготовителе при стендовых испытаниях или при обкатке на ремонтном предприятии и заносится в его формуляр.

2. Показатели, характеризующие работу двигателя:

Удельным расходом топлива называется: расход топлива за единицу времени на единицу мощности .

На практике достаточно часто приходится решать задачи по расчету расхода топлива.

Например:

Известно, что двигатель будет работать на полной мощности непрерывно в течение **8 часов**. Необходимо узнать, какой запас топлива для этого потребуется?

Из формуляра двигателя находим его мощность эффективную

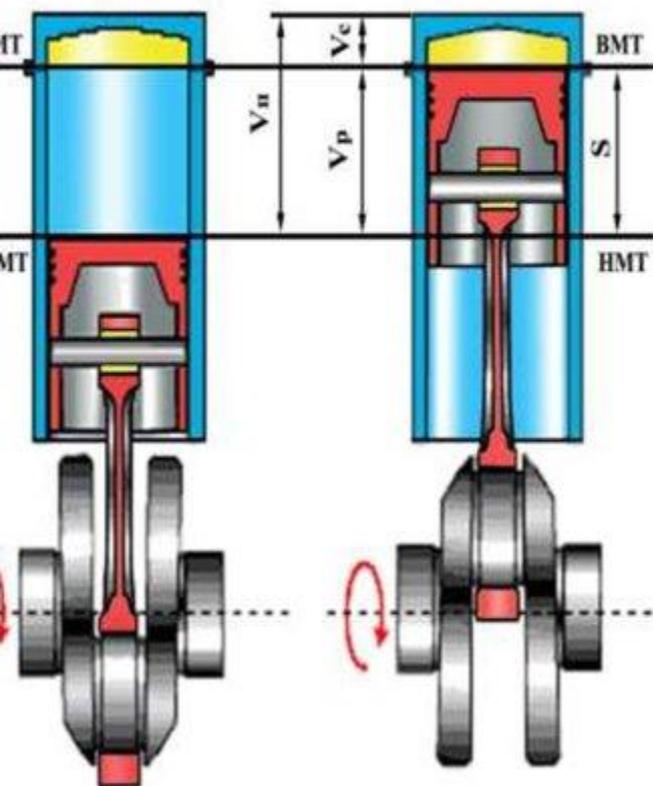
$N_e = 400$ л.с.) и удельный расход топлива ($g = 160$ г на л.с. в час).

На основании этих данных определим, сколько топлива израсходует данный двигатель за один час работы.

$G = g \cdot N_e = 160 \cdot 400 = 64000$ (г) или 64 (кг).

Значит, на **8 часов** потребуется $64 \cdot 8 = 512$ (кг) топлива.

3. Основные параметры двигателей внутреннего сгорания:



При вращении коленчатого вала поршень в цилиндре совершает возвратно-поступательные движения.

При этом существуют две крайние точки, в которых он меняет направление движения на противоположное:

верхняя мертвая точка - ***ВМТ***;

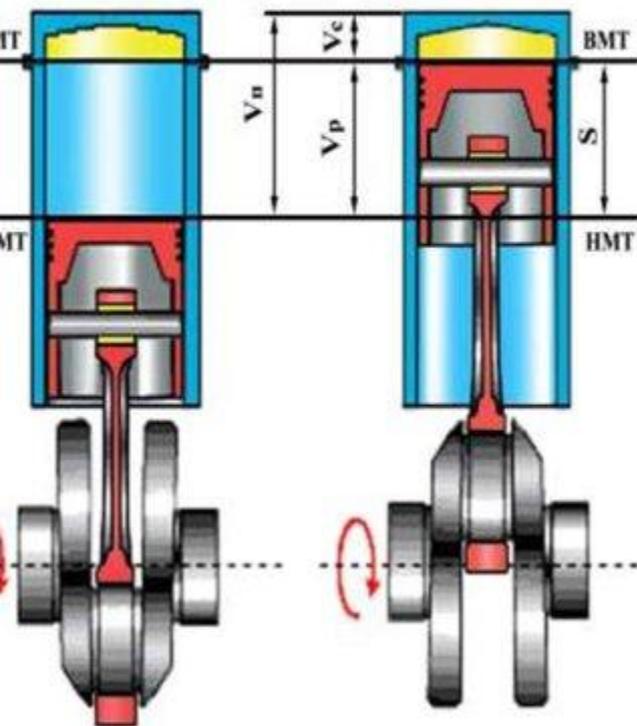
нижняя мертвая точка - ***НМТ***;

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – это крайнее положение поршня, при котором он максимально удален от оси коленчатого вала;

Нижняя мертвая точка (НМТ) - крайнее положение поршня, при котором он минимально удален от оси коленчатого вала;

Расстояние между ***ВМТ*** и ***НМТ*** называется - ***Ход поршня*** и обозначается (***S***);

3. Основные параметры двигателей внутреннего сгорания:



При перемещении поршня объем в цилиндре постоянно меняется.

Для двигателя внутреннего сгорания характерны следующие три объема:

Объем сжатия (V_c) - это объем, находящийся над поршнем, при его положении в ВМТ;

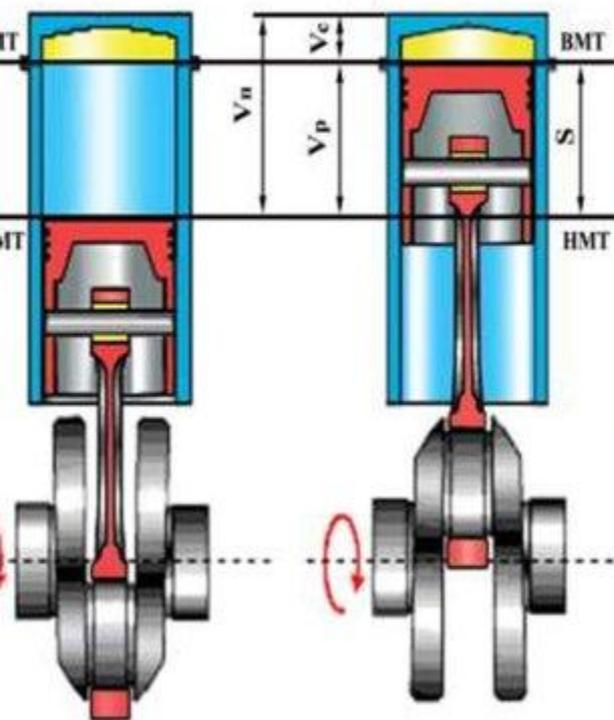
Рабочий объем цилиндра (V_p) - это объем заключенный между ВМТ и НМТ. Рабочий объем цилиндра является главным.

Полный объем цилиндра (V_n) - это объем, находящийся над поршнем, при его положении в НМТ.

В тоже время полный объем цилиндра представляет собой сумму объемов камеры сжатия (V_c) и рабочего объема (V_p), т. е.

$$V_n = V_p + V_c;$$

3. Основные параметры двигателей внутреннего сгорания:



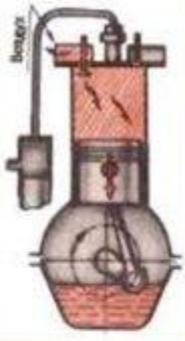
Важным конструктивным параметром любого поршневого двигателя внутреннего сгорания является **степень сжатия (E)**.

Она представляет собой отношение **полного объема** цилиндра к **объему камеры сжатия** т. е.

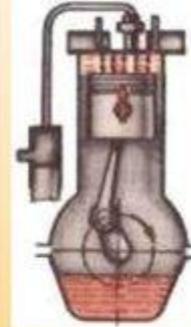
$$E = \frac{V_n}{V_c}$$

Таким образом, степень сжатия показывает во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сжатия, и является постоянной величиной для двигателя данной конструкции.

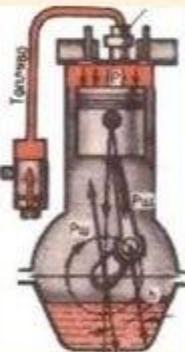
4. Принцип работы 4-хтактного двигателя:



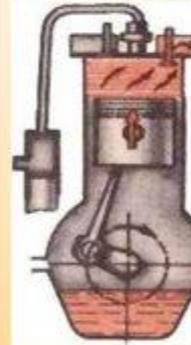
При первом такте – ходе поршня от ВМТ к НМТ, в цилиндре создается разрежение и через открытый впускной клапан в цилиндр через воздушный фильтр поступает очищенный от пыли воздух.



При втором такте поршень движется вверх и происходит процесс сжатия. Давление воздуха достигает $40-42 \text{ кг/см}^2$, а температура $750-800^\circ \text{ C}$.



В конце такта сжатия через форсунку в камеру сгорания впрыскивается топливо. Вследствие высокой температуры воздуха, распыленное топливо воспламеняется и происходит горение. Давление в цилиндре резко возрастает до $75-80 \text{ кг/см}^2$, температура до $1600-2000^\circ \text{ C}$. Под действием расширяющихся газов поршень с большой силой движется вниз, происходит рабочий ход до момента открытия выпускного клапана.



При четвертом такте поршень движется вверх и при открытом выпускном клапане происходит выхлоп – поршень вытесняет отработавшие газы. Давление в цилиндре несколько выше атмосферного и составляет $1,05-1,2 \text{ кг/см}^2$, температура $500-700^\circ \text{ C}$.

Полезная работа совершается только во время рабочего хода. Все остальные такты являются подготовительными и на их совершение затрачивается часть работы, полученной в такте рабочего хода.

Несущие части двигателя



Блок цилиндров является базой для крепления остальных несущих деталей ДВС и размещения всех механизмов и навесного оборудования. Блок изготавливается из чугуна и подвергается искусственному старению (усадке). Для придания жесткости, блок имеет коробчатое сечение и перегородки. В перегородках имеются расточки под:

- коленчатый вал
- отверстия под запрессованные втулки для кулачковых валов
- отверстия под запрессованные втулки для оси толкателя
- отверстия под подшипники вала привода топливного насоса высокого давления



Головка блока цилиндров изготавливается из чугуна или алюминиевого сплава. Над каждым цилиндром головки имеется:

- Направляющие втулки и седла клапанов
- медный стакан для форсунки
- отверстие для прохода штанг
- отверстие для слива масла
- отверстие для крепления

Головки крепятся к блоку через уплотнительную прокладку. Сверху закрываются клапанной крышкой

