

**ТАШКЕНТСКИЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

**МАТЕРИАЛ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ
ТЕМАТИКЕ НА ТЕМУ «ДВИГАТЕЛИ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»**

2008 г.

Двигатель внутреннего сгорания

Двигатель внутреннего сгорания, тепловой двигатель, в котором энергия топлива, сгорающего в рабочей полости, преобразуется в механическую работу.

Первый практически пригодный газовый **Двигатель внутреннего сгорания** был сконструирован французским механиком Э. Ленуаром (1860). В 1876 немецкий изобретатель Н. Отто построил более совершенный 4-тактный газовый **Двигатель внутреннего сгорания**. По сравнению с паромашинной установкой **Двигатель внутреннего сгорания** принципиально более прост, т. к. устранено одно звено энергетического преобразования - парокотельный агрегат. Это усовершенствование обусловило большую компактность **Двигатель внутреннего сгорания**, меньшую массу на единицу мощности, более высокую экономичность, но для него потребовалось топливо лучшего качества (газ, нефть).

В 1880-х гг. О. С. Костович в России построил первый бензиновый карбюраторный двигатель. В 1897 нем. инженер Р. Дизель, работая над повышением эффективности **Двигатель внутреннего сгорания**, предложил двигатель с воспламенением от сжатия. Усовершенствование этого **Двигатель внутреннего сгорания** на заводе Л. Нобеля в Петербурге (ныне "Русский дизель") в 1898-99 позволило применить в качестве топлива нефть. В результате этого **Двигатель внутреннего сгорания** становится наиболее экономичным стационарным тепловым двигателем. В 1901 в США был разработан первый трактор с **Двигатель внутреннего сгорания**. Дальнейшее развитие автомобильных **Двигатель внутреннего сгорания** позволило братьям О. и У. Райт построить первый самолет с **Двигатель внутреннего сгорания**, начавший свои полеты в 1903. В том же 1903 рус. инженеры установили **Двигатель внутреннего сгорания** на судне "Вандал", создав первый теплоход. В 1924 по проекту Я. М. Гаккеля в Ленинграде был создан первый удовлетворяющий практическим требованиям поездной тепловоз.

По роду топлива **Двигатель внутреннего сгорания** разделяются на двигатели жидкого топлива и газовые. По способу заполнения цилиндра свежим зарядом - на 4-тактные и 2-тактные. По способу приготовления горючей смеси из топлива и воздуха - на двигатели с внешним и внутренним смесеобразованием. К двигателям с внешним смесеобразованием относятся карбюраторные, в которых горючая смесь из жидкого топлива и воздуха образуется в карбюраторе, и газосмесительные, в которых горючая смесь из газа и воздуха образуется в смесителе. В **Двигатель внутреннего сгорания** с внешним смесеобразованием зажигание рабочей смеси в цилиндре производится электрической искрой. В двигателях с внутренним смесеобразованием (дизелях) топливо самовоспламеняется при впрыскивании его в сжатый воздух, нагретый до высокой температуры.

Рабочий цикл 4-тактного карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** совершается за 4 хода поршня (такта), т. е. за 2 оборота коленчатого вала. При 1-м такте - впуске поршень движется от верхней мертвой точки (в. м. т.) к нижней мертвой точке (н. м. т.). Впускной клапан при этом открыт (рис. 1) и горючая смесь из карбюратора поступает в цилиндр. В течение 2-го такта - сжатия, когда поршень движется от н. м. т. к в. м. т., впускной и выпускной клапаны закрыты и смесь сжимается до давления $0,8-2 \text{ Мн/м}^2$

(8-20 кгс/см²). Температура смеси в конце сжатия составляет 200-400°. В конце сжатия смесь воспламеняется электрической искрой и происходит сгорание топлива. Сгорание имеет место при положении поршня, близком кв. м. т. В конце сгорания давление в цилиндре составляет 3-6 Мн/м² (30-60 кгс/1см²), а температура 1600-2200°. 3-й такт цикла - расширение называется рабочим ходом; в течение этого такта происходит преобразование тепла, полученного от сгорания топлива, в механическую работу. 4-й такт - выпуск происходит при движении поршня от н. м. т. к в. м. т. при открытом выпускном клапане. Отработавшие газы вытесняются поршнем.

Рабочий цикл 2- тактного карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** осуществляется за 2 хода поршня или за 1 оборот коленчатого вала (*рис. 2*). Процессы сжатия, сгорания и расширения практически аналогичны соответствующим процессам 4-тактного **Двигатель внутреннего сгорания** При прочих равных условиях 2-тактный двигатель должен быть в 2 раза более мощным, чем 4-тактный, т. к. рабочий ход в 2-тактном двигателе происходит в 2 раза чаще, однако на практике мощность 2-тактного карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** часто не только не превышает мощность 4-тактного с тем же диаметром цилиндра и ходом поршня, но оказывается даже ниже. Это обусловлено тем, что значительная часть хода (20-35%) поршень совершает при открытых окнах, когда давление в цилиндре невелико и двигатель практически не производит работы; продувка цилиндра требует затрат мощности на сжатие воздуха в продувочном насосе; очистка пространства цилиндра от продуктов сгорания газов и наполнение его свежим зарядом значительно хуже, чем в 4-тактном **Двигатель внутреннего сгорания**.

Рабочий цикл карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** может быть осуществлен при очень большой частоте вращения вала (3000-7000 об/мин). Двигатели гоночных автомобилей и мотоциклов могут развивать 15 000 об/мин и более. Нормальная горючая смесь состоит примерно из 15 частей воздуха (по массе) и 1 части паров бензина. Двигатель может работать на обедненной смеси (18 : 1) или обогащенной смеси (12 : 1). Слишком богатая или слишком бедная смесь вызывает сильное уменьшение скорости сгорания и не может обеспечить нормального протекания процесса сгорания. Регулирование мощности карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** осуществляется изменением количества смеси, подаваемой в цилиндр (количественное регулирование). Большая частота вращения и выгодные соотношения топлива и воздуха в смеси обеспечивают получение большой мощности в единице объема цилиндра карбюраторного двигателя, поэтому эти двигатели имеют сравнительно небольшие габариты и массу (1-4 кг/квт (0,75-3 кг/л. с.)). Применение низких степеней сжатия обуславливает умеренные давления в конце сгорания, вследствие чего детали можно делать менее массивными, чем, например, в дизелях. При увеличении диаметра цилиндра карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** возрастает склонность двигателя к детонации, поэтому карбюраторные **Двигатель внутреннего сгорания** не делают с большими диаметрами цилиндров (как правило, не более 150 мм). Примером карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** может служить двигатель ГАЗ-21 "Волга". Это 4-цилиндровый 4-тактный двигатель, развивающий мощность 55 квт (75 л. с.) при 4000 об/мин и степени сжатия 6,7. Удельный расход топлива на наиболее экономичном режиме составляет 290 г/(квт ч).

Наибольшая мощность 4-тактного карбюраторного **Двигатель внутреннего сгорания** 600 *квт* (800 л. с.). Мотоциклетные карбюраторные 2-тактные и 4-тактные **Двигатель внутреннего сгорания** имеют мощность от 3,5 до 45 *квт* (от 5 до 60 л. с.). Авиационные поршневые двигатели с непосредственным впрыском бензина и искровым зажиганием развивают до 1100 *квт* (1500 л. с.) и более.

Карбюраторные **Двигатель внутреннего сгорания** представляют собой сложный агрегат, включающий ряд узлов и систем.

Остов двигателя - группа неподвижных деталей, являющихся базой для всех остальных механизмов и систем. К остову относятся блок-картер, головка (головки) цилиндров, крышки подшипников коленчатого вала, передняя и задняя крышки блок-картера, а также масляный поддон и ряд мелких деталей.

Механизм движения - группа движущихся деталей, воспринимающих давление газов в цилиндрах и преобразующих это давление в крутящий момент на коленчатом валу двигателя. Механизм движения включает в себя поршневую группу (поршни, шатуны, коленчатый вал и маховик).

Механизм газораспределения служит для своевременного впуска горючей смеси в цилиндры и выпуска отработавших газов. Эти функции выполняют кулачковый (распределительный) вал, приводимый в движение от коленчатого вала, а также толкатели, штанги и коромысла, открывающие клапаны. Клапаны закрываются клапанными пружинами.

Система смазки - система агрегатов и каналов, подводящих смазку к трущимся поверхностям. Масло, находящееся в масляном поддоне, подается насосом в фильтр грубой очистки и далее через главный масляный канал в блок-картере под давлением поступает к подшипникам коленчатого и кулачкового валов, к шестерням и деталям механизма газораспределения. Смазка цилиндров, толкателей и других деталей производится масляным туманом, образующимся при разбрызгивании масла, вытекающего из зазоров в подшипниках вращающихся деталей. Часть масла отводится по параллельным каналам в фильтр тонкой очистки, откуда сливается обратно в поддон.

Система охлаждения может быть жидкостной и воздушной. Жидкостная система состоит из рубашек цилиндров и головок, заполненных охлаждающей жидкостью (водой, антифризом и т. п.), насоса, радиатора, в котором жидкость охлаждается потоком воздуха, создаваемым вентилятором, и устройств, регулирующих температуру воды. Воздушное охлаждение осуществляется обдувом цилиндров и головок вентилятором или потоком воздуха (на мотоциклах).

Система питания осуществляет приготовление горючей смеси из топлива и воздуха в пропорции, соответствующей режиму работы, и в количестве, зависящем от мощности двигателя. Система состоит из топливного бака, топливоподкачивающего насоса, топливного фильтра, трубопроводов и карбюратора, являющегося основным узлом системы.

Система зажигания служит для образования в камере сгорания искры, воспламеняющей рабочую смесь. В систему зажигания входят источники тока - генератор и аккумулятор, а также прерыватель, от которого зависит момент подачи искры. В систему включается распределитель тока высокого напряжения по соответствующим цилиндрам. В одном агрегате с прерывателем находятся конденсатор, улучшающий работу прерывателя, и катушка зажигания, с которой снимается высокое напряжение (12-20 кВ). В то время, когда **Двигатель внутреннего сгорания** не имели электрического зажигания, применялись запальные калоризаторы.

Система пуска состоит из электрического стартера, шестерен передачи от стартера к маховику, источника тока (аккумулятора) и элементов дистанционного управления. В функции системы входит вращение вала двигателя для пуска.

Система впуска и выпуска состоит из трубопроводов, воздушного фильтра на впуске и глушителя шума на выпуске.

Газовые **Двигатель внутреннего сгорания** работают большей частью на природном газе и газах, получаемых при производстве жидкого топлива. Кроме того, могут быть использованы: газ, генерируемый в результате неполного сгорания твердого топлива, металлургические газы, канализационные газы и пр. Применяются как 4-тактные, так и 2-тактные газовые **Двигатель внутреннего сгорания**. По принципу смесеобразования и воспламенения газовые двигатели разделяются на: **Двигатель внутреннего сгорания** с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием, в которых рабочий процесс аналогичен процессу карбюраторного двигателя; **Двигатель внутреннего сгорания** с внешним смесеобразованием и зажиганием струей жидкого топлива, воспламеняющегося от сжатия; **Двигатель внутреннего сгорания** с внутренним смесеобразованием и искровым зажиганием. Газовые двигатели, использующие природные газы, применяются на стационарных электростанциях, компрессорных газоперекачивающих установках и т. п. Сжиженные бутано-пропановые смеси используются для автомобильного транспорта.

Экономичность работы **Двигатель внутреннего сгорания** характеризуется эффективным КПД, который представляет собой отношение полезной работы к количеству тепла, выделяемого при полном сгорании топлива, затраченного на получение этой работы. Максимальный эффективный КПД наиболее совершенных **Двигатель внутреннего сгорания** около 44%.

Основным преимуществом **Двигатель внутреннего сгорания**, так же как и др. тепловых двигателей (например, [реактивных двигателей](#)), перед двигателями гидравлическими и электрическими является независимость от постоянных источников энергии (водных ресурсов, электростанций и т. п.), в связи с чем установки, оборудованные **Двигатель внутреннего сгорания**, могут свободно перемещаться и располагаться в любом месте. Это обусловило широкое применение **Двигатель внутреннего сгорания** на транспортных средствах (автомобилях, с.-х. и строительно-дорожных машинах, самоходной военной технике и т. п.).

Совершенствование **Двигатель внутреннего сгорания** идет по пути повышения их мощности, надежности и долговечности, уменьшения массы и габаритов, создания новых конструкций (см., например, [Ванкеля двигатель](#)). Можно наметить также такие тенденции

в развитии **Двигатель внутреннего сгорания**, как постепенное замещение карбюраторных **Двигатель внутреннего сгорания** дизелями на автомобильном транспорте, применение [многотопливных двигателей](#), увеличение частоты вращения и др.

Литература:

Д. Н. Вырубов, В. П. Алексеев. Двигатели внутреннего сгорания, т. 1-3, М., 1957-62; Двигатели внутреннего сгорания, М., 1968.