

**ЯКУТСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**  
(филиал) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Сибирский государственный университет водного транспорта»

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ**

**Д.В.С**

курсанта: Марков Павел Павлович

Специальность 26.02.03 «Судовождение»

# Двигатель внутреннего сгорания

**Двигатель внутреннего сгорания** (сокращённо **ДВС**) — это тип двигателя, тепловая машина, в которой химическая энергия топлива (обычно применяется жидкое или газообразное углеводородное топливо), сгорающего в рабочей зоне, преобразуется в механическую работу.

Несмотря на то, что ДВС являются относительно несовершенным типом тепловых машин (сильный шум, токсичные выбросы, меньший ресурс), благодаря своей автономности (необходимое топливо содержит гораздо больше энергии, чем лучшие электрические аккумуляторы) ДВС очень широко распространены, например в транспорте.



# История создания двигателей внутреннего сгорания

В 1799 году французский инженер Филипп Лебон открыл светильный газ. В 1799 году он получил патент на использование и способ получения светильного газа путём сухой перегонки древесины или угля. Это открытие имело огромное значение прежде всего для развития техники освещения. Очень скоро во Франции, а потом и в других странах Европы газовые лампы стали успешно конкурировать с дорогостоящими свечами. Однако светильный газ годился не только для освещения.



# Патент на конструкцию газового двигателя.

В 1801 году Лебон взял патент на конструкцию газового двигателя.

Принцип действия этой машины основывался на известном свойстве открытого им газа: его смесь с воздухом взрывалась при воспламенении с выделением большого количества теплоты. Продукты горения стремительно расширялись, оказывая сильное давление на окружающую среду. Создав соответствующие условия, можно использовать выделяющуюся энергию в интересах человека. В двигателе Лебона были предусмотрены два компрессора и камера смешения. Один компрессор должен был накачивать в камеру сжатый воздух, а другой - сжатый светильный газ из газогенератора.

Газовоздушная смесь поступала потом в рабочий цилиндр, где воспламенялась. Двигатель был двойного действия, то есть попеременно действовавшие рабочие камеры находились по обе стороны поршня. По существу, Лебон вынашивал мысль о двигателе внутреннего сгорания, однако в 1804 году он погиб, не успев воплотить в жизнь своё изобретение.

# Жан Этьен Ленуар

- В последующие годы несколько изобретателей из разных стран пытались создать работоспособный двигатель на светильном газе. Однако все эти попытки не привели к появлению на рынке двигателей, которые могли бы успешно конкурировать с паровой машиной. Честь создания коммерчески успешного двигателя внутреннего сгорания принадлежит бельгийскому инженеру Жану Этьену Ленуару. Работая на гальваническом заводе, Ленуар пришёл к мысли, что топливовоздушную смесь в газовом двигателе можно воспламенять с помощью электрической искры, и решил построить двигатель на основе этой идеи.
- Ленуар не сразу добился успеха. После того как удалось изготовить все детали и собрать машину, она проработала совсем немного и остановилась, так как из-за нагрева поршень расширился и заклинил в цилиндре. Ленуар усовершенствовал свой двигатель, продумав систему водяного охлаждения. Однако вторая попытка запуска также закончилась неудачей из-за плохого хода поршня. Ленуар дополнил свою конструкцию системой смазки. Только тогда двигатель начал работать.

# Август Отто

В 1864 году было выпущено уже более 300 таких двигателей разной мощности.

Разбогатец, Ленуар перестал работать над усовершенствованием своей машины, и это предопределило её судьбу- она была вытеснена с рынка более совершенным двигателем, созданным немецким изобретателем Августом Отто.

В 1864 году тот получил патент на свою модель газового двигателя и в том же году заключил договор с богатым инженером Лангеном для эксплуатации этого изобретения. Вскоре была создана фирма "Отто и Компания".

На первый взгляд, двигатель Отто представлял собой шаг назад по сравнению с двигателем Ленуара. Цилиндр был вертикальным. Вращаемый вал помещался над цилиндром сбоку. Вдоль оси поршня к нему была прикреплена рейка, связанная с валом. Двигатель работал следующим образом. Вращающийся вал поднимал поршень на  $1/10$  высоты цилиндра, в результате чего под поршнем образовывалось разрежённое пространство и происходило всасывание смеси воздуха и газа. Затем смесь воспламенялась. Ни Отто, ни Ланген не владели достаточными знаниями в области электротехники и отказались от электрического зажигания. Воспламенение они осуществляли открытым пламенем через трубку. При взрыве давление под поршнем возрастало примерно до 4 атм. Под действием этого давления поршень поднимался, объём газа увеличивался и давление падало. При подъёме поршня специальный механизм отсоединял рейку от вала. Поршень сначала под давлением газа, а потом по инерции поднимался до тех пор, пока под ним не создавалось разрежение. Таким образом, энергия сгоревшего топлива использовалась в двигателе с максимальной полнотой. В этом заключалась главная оригинальная находка Отто. Рабочий ход поршня вниз начинался под действием атмосферного давления, и после того, как давление в цилиндре достигало атмосферного, открывался выпускной клапан, и поршень своей массой вытеснял отработанные газы. Из-за более полного расширения продуктов сгорания КПД этого двигателя был значительно выше, чем КПД двигателя Ленуара и достигал 15%, то есть превосходил КПД самых лучших паровых машин того времени.

Поскольку двигатели Отто были почти в пять раз экономичнее двигателей Лемуара, они сразу стали пользоваться большим спросом. В последующие годы их было выпущено около пяти тысяч штук. Отто упорно работал над усовершенствованием их конструкции. Вскоре зубчатую рейку заменила кривошипно-шатунная передача. Но самое существенное из его изобретений было сделано в 1877 году, когда Отто взял патент на новый двигатель с четырёхтактным циклом. Этот цикл по сей день лежит в основе работы большинства газовых и бензиновых двигателей. В следующем году новые двигатели уже были запущены в производство.

Четырёхтактный цикл был самым большим техническим достижением Отто. Но вскоре обнаружилось, что за несколько лет до его изобретения точно такой же принцип работы двигателя был описан французским инженером Бо де Рошем. Группа французских промышленников оспорила в суде патент Отто. Суд счёл их доводы убедительными. Права Отто, вытекавшие из его патента, были значительно сокращены, в том числе было аннулировано его монопольное право на четырёхтактный цикл.

Хотя конкуренты наладили выпуск четырёхтактных двигателей, отработанная многолетним производством модель Отто всё равно была лучшей, и спрос на неё не прекращался. К 1897 году было выпущено около 42 тысяч таких двигателей разной мощности. Однако то обстоятельство, что в качестве топлива использовался светильный газ, сильно суживало область применения первых двигателей внутреннего сгорания. Количество светильногазовых заводов было незначительно даже в Европе, а в России их вообще было только два — в Москве и Петербурге.



# Поиски нового горючего

Поэтому не прекращались поиски нового горючего для двигателя внутреннего сгорания. Некоторые изобретатели пытались применить в качестве газа пары жидкого топлива. Ещё в 1872 году американец Брайтон пытался использовать в этом качестве керосин. Однако керосин плохо испарялся, и Брайтон перешёл к более лёгкому нефтепродукту - бензину. Но для того, чтобы двигатель на жидком топливе мог успешно конкурировать с газовым, необходимо было создать специальное устройство для испарения бензина и получения горючей смеси его с воздухом. Брайтон в том же 1872 году придумал один из первых так называемых "испарительных" карбюраторов, но он действовал неудовлетворительно.

# Бензиновый двигатель

Работоспособный бензиновый двигатель появился только десятью годами позже. Изобретателем его был немецкий инженер Юлиус Даймлер. Много лет он работал в фирме Отто и был членом её правления. В начале 80-х годов он предложил своему шефу проект компактного бензинового двигателя, который можно было бы использовать на транспорте. Отто отнёсся к предложению Даймлера холодно. Тогда Даймлер вместе со своим другом Вильгельмом Майбахом принял смелое решение — в 1882 году они ушли из фирмы Отто, приобрели небольшую мастерскую близ Штутгарта и начали работать над своим проектом.

Проблема, стоявшая перед Даймлером и Майбахом была не из лёгких: они решили создать двигатель, который не требовал бы газогенератора, был бы очень лёгким и компактным, но при этом достаточно мощным, чтобы двигать экипаж. Увеличение мощности Даймлер рассчитывал получить за счёт увеличения частоты вращения вала, но для этого необходимо было обеспечить требуемую частоту воспламенения смеси. В 1883 году был создан первый бензиновый двигатель с зажиганием от раскалённой полый трубочки, открытой в цилиндр. Первая модель бензинового двигателя предназначалась для промышленной стационарной установки.

Первая модель бензинового двигателя предназначалась для промышленной стационарной установки.

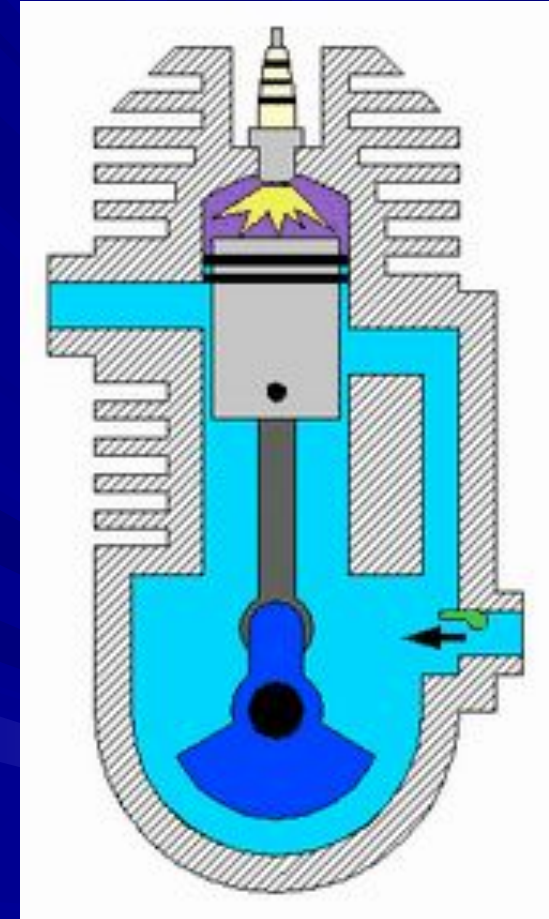
Процесс испарения жидкого топлива в первых бензиновых двигателях заставлял желать лучшего. Поэтому настоящую революцию в двигателестроении произвело изобретение карбюратора. Создателем его считается венгерский инженер Донат Банки. В 1893 году взял патент на карбюратор с жиклёром, который был прообразом всех современных карбюраторов. В отличие от своих предшественников Банки предлагал не испарять бензин, а мелко распылять его в воздухе. Это обеспечивало его равномерное распределение по цилиндру, а само испарение происходило уже в цилиндре под действием тепла сжатия. Для обеспечения распыления всасывание бензина происходило потоком воздуха через дозирующий жиклёр, а постоянство состава смеси достигалась за счёт поддержания постоянного уровня бензина в карбюраторе. Жиклёр выполнялся в виде одного или нескольких отверстий в трубке, располагавшейся перпендикулярно потоку воздуха. Для поддержания напора был предусмотрен маленький бачок с поплавком, который поддерживал уровень на заданной высоте, так что количество всасываемого бензина было пропорционально количеству поступающего воздуха.

Первые двигатели внутреннего сгорания были одноцилиндровыми, и, для того чтобы увеличить мощность двигателя, обычно увеличивали объём цилиндра. Потом этого стали добиваться увеличением числа цилиндров.

В конце XIX века появились двухцилиндровые двигатели, а с начала XX столетия стали распространяться четырёхцилиндровые.

# Состав

- Поршневые двигатели — камерой сгорания является цилиндр, где химическая энергия топлива превращается в механическую энергию, которая из возвратно-поступательного движения поршня превращается во вращательную с помощью кривошипно-шатунного механизма. По типу используемого топлива делятся на:
- Бензиновые — смесь топлива с воздухом готовится в карбюраторе и далее во впускном коллекторе, или во впускном коллекторе при помощи распыляющих форсунок (механических или электрических), или непосредственно в цилиндре при помощи распыляющих форсунок, далее смесь подаётся в цилиндр, сжимается, а затем поджигается при помощи искры, проскакивающей между электродами свечи.
- Дизельные — специальное дизельное топливо впрыскивается в цилиндр под высоким давлением. Горючая смесь образуется (и сразу же сгорает) непосредственно в цилиндре по мере впрыска порции топлива. Воспламенение смеси происходит под действием высокой температуры воздуха, подвергшегося сжатию в цилиндре.



- Газовые — двигатель, сжигающий в качестве топлива углеводороды, находящиеся в газообразном состоянии при нормальных условиях:
- Смеси сжиженных газов — хранятся в баллоне под давлением насыщенных паров (до 16 атм). Испарённая в испарителе жидкая фаза или паровая фаза смеси ступенчато теряет давление в газовом редукторе до близкого атмосферному, и всасывается двигателем во впускной коллектор через воздушно-газовый смеситель или впрыскивается во впускной коллектор посредством электрических форсунок. Зажигание осуществляется при помощи искры, проскакивающей между электродами свечи.
- Сжатые природные газы — хранятся в баллоне под давлением 150—200 атм. Устройство систем питания аналогично системам питания сжиженным газом, отличие — отсутствие испарителя.
- Генераторный газ — газ, полученный превращением твёрдого топлива в газообразное. В качестве твёрдого топлива используются:

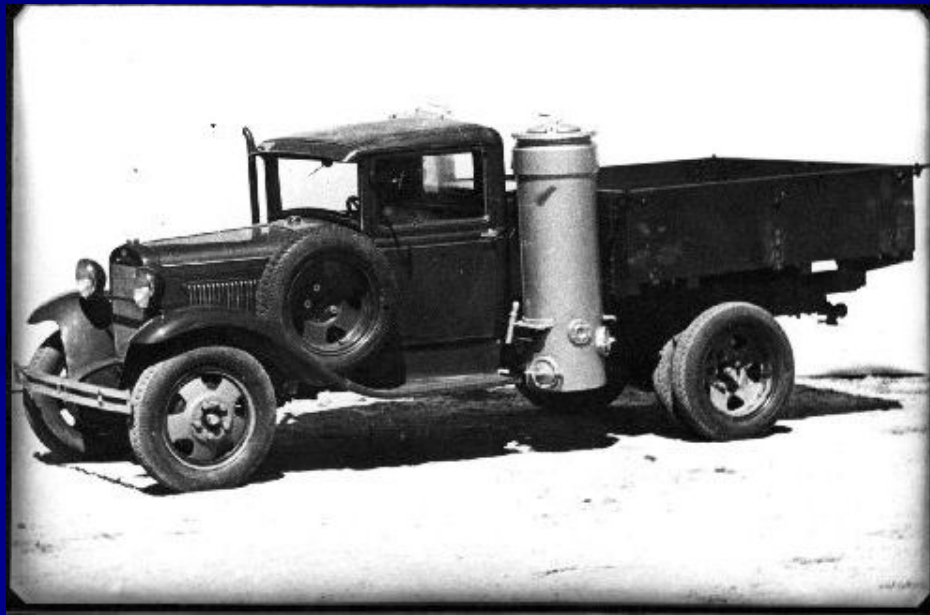


- Уголь
- Торф
- Древесина
- Газодизельные — основная порция топлива готовится, как в одной из разновидностей газовых двигателей, но зажигается не электрической свечой, а запальной порцией дизтоплива, впрыскиваемого в цилиндр аналогично дизельному двигателю.
- Роторно-поршневой
- Комбинированный двигатель внутреннего сгорания — двигатель внутреннего сгорания, представляющий собой комбинацию из поршневой (роторно-поршневой) и лопаточной машины (турбина, компрессор), в котором в осуществлении рабочего процесса участвуют обе машины. Примером комбинированного ДВС служит поршневой двигатель с газотурбинным наддувом (турбонаддув).
- RCV - двигатель внутреннего сгорания, система газораспределения которого реализована за счёт вращения цилиндра. Цилиндр совершает вращательное движение попеременно проходя впускной и выпускной патрубков, поршень при этом совершает возвратно-поступательные движения.



# Дополнительные агрегаты, требующиеся для ДВС

- Недостатком ДВС является то, что он производит высокую мощность только в узком диапазоне оборотов. Поэтому неотъемлемыми атрибутами двигателя внутреннего сгорания являются трансмиссия и стартёр. Лишь в отдельных случаях (например, в самолётах) можно обойтись без сложной трансмиссии. Постепенно завоёвывает мир идея гибридного автомобиля, в котором мотор всегда работает в оптимальном режиме.
- Также ДВС нужны топливная система (для подачи топливной смеси) и выхлопная система (для отвода выхлопных газов).





Рядный

четырёхцилиндровый

двигатель



**Двигатель**

**внутреннего**

**сгорания: будущее**

**есть**

Двигатель внутреннего сгорания без преувеличения раскрутил мотор научно-технического прогресса. Автомобильный транспорт является важнейшим средством перевозки пассажиров и грузов. В США сегодня на 1000 человек приходится почти 800 автомобилей, а к 2020 году в России этот показатель составит около 350 машин на тысячу населения.

Подавляющее большинство из более миллиарда автомобилей на планете все еще используют двигатель внутреннего сгорания (ДВС), изобретенный в XIX веке. Несмотря на все технологические ухищрения и «умную» электронику, коэффициент полезного действия современных бензиновых двигателей все еще "топчется" вокруг отметки в 30%. Самые экономичные дизельные ДВС имеют КПД в 50%, то есть даже они половину топлива выбрасывают в виде вредных веществ в атмосферу.

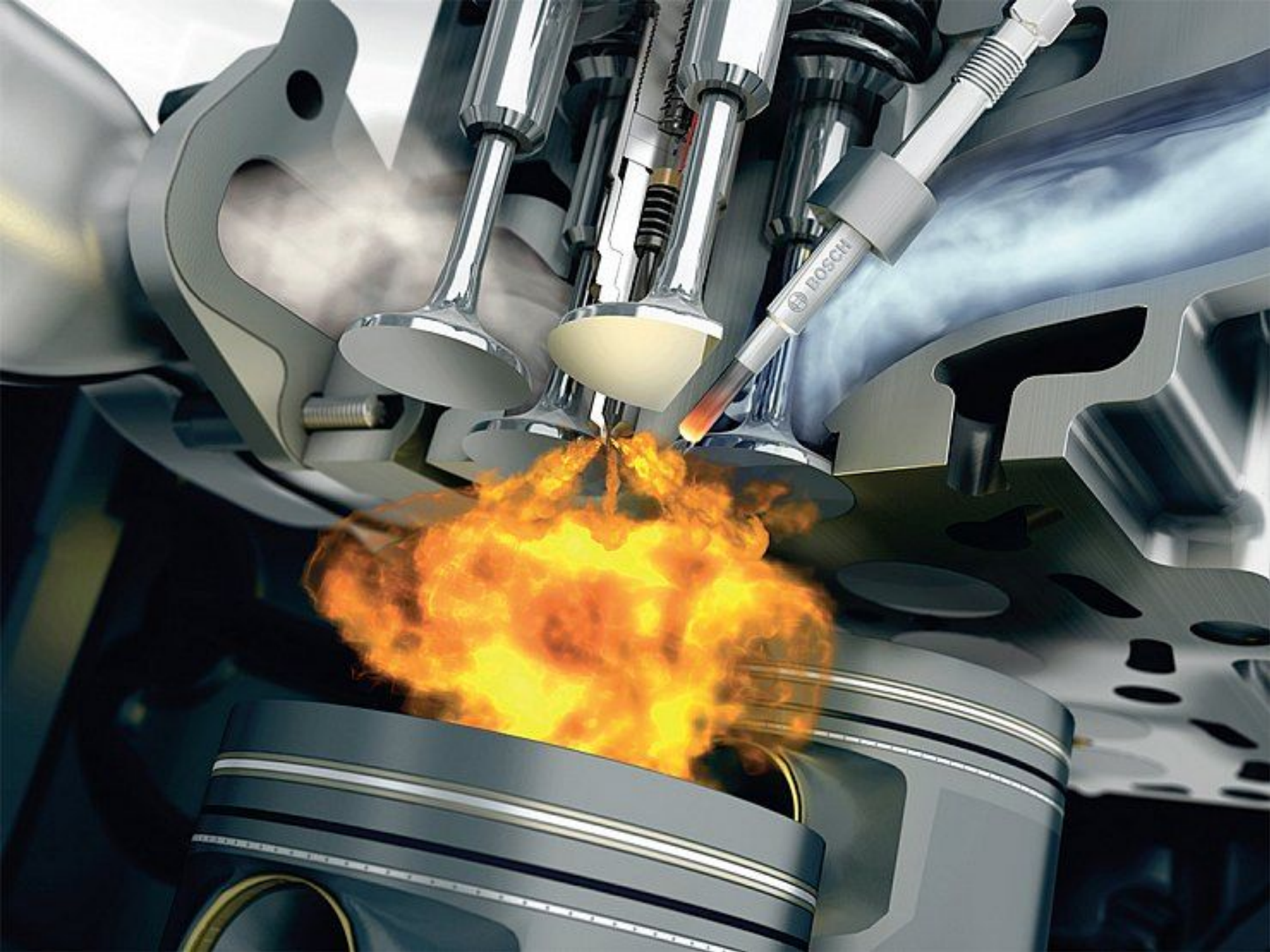
Естественно, говорить об экономичности ДВС не приходится, особенно если учесть, что современные автомобили сжигают по 10-20 литров горючего на 100 км пути. Не удивительно, что ученые по всему миру пытаются создать доступные электрические и водородные авто. Однако и концепция двигателя внутреннего сгорания не исчерпала потенциал модернизации. Благодаря последним достижениям в области электроники и материалов, появилась возможность создать по-настоящему эффективный ДВС.

Инженеры компании EcoMotors International творчески переработали конструкцию традиционного ДВС. Он сохранил поршни, шатуны, коленвал и маховик, однако новый двигатель на 15-20% эффективнее, кроме того намного легче и дешевле в производстве. При этом двигатель может работать на нескольких видах топлива, включая бензин, дизель и этанол.



**В целом двигатель EcoMotors имеет элегантную простую конструкцию, в которой на 50% меньше деталей, чем в обычном моторе**

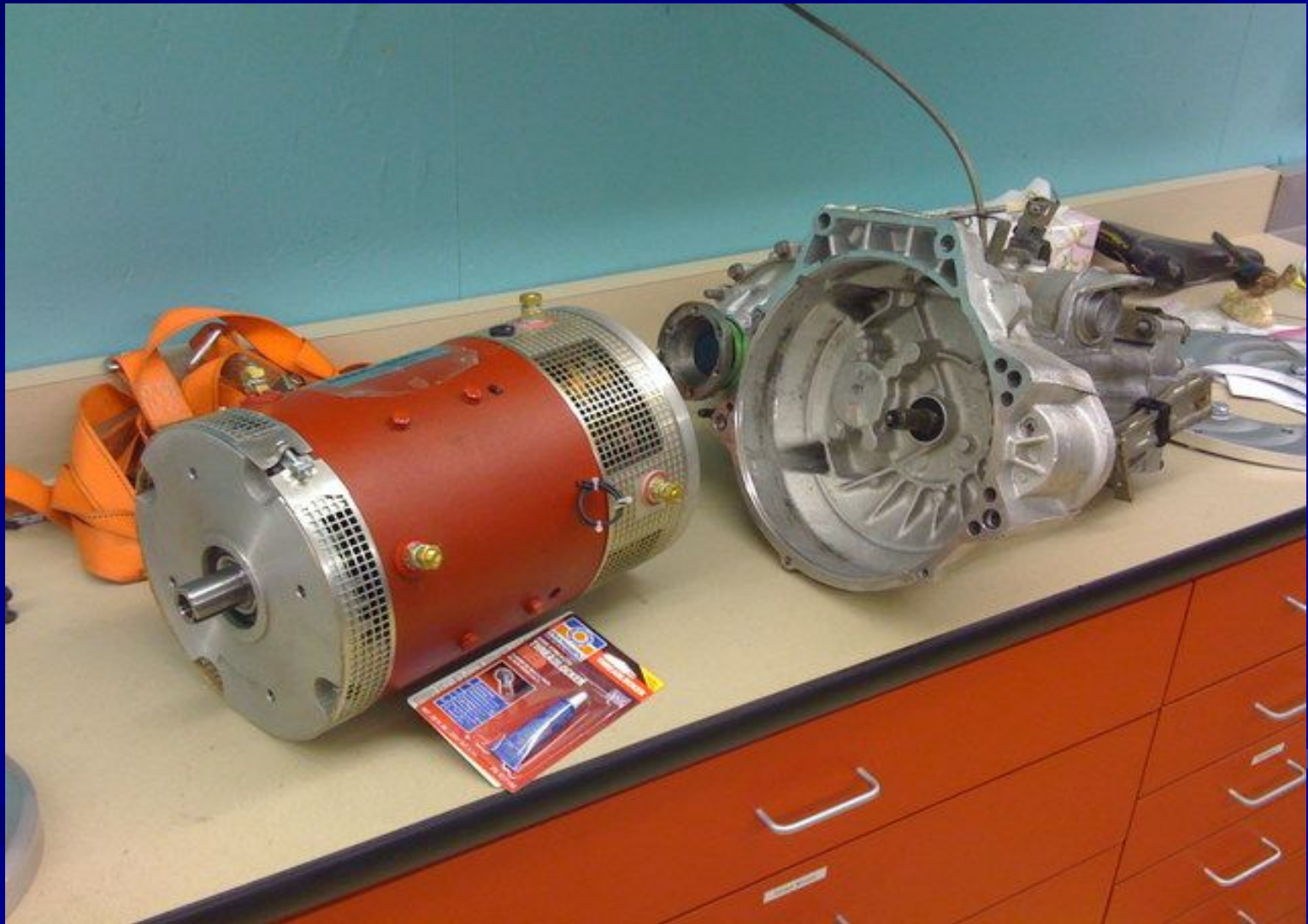
**Современный  
мотор: меньше,  
мощнее – но не  
вечно**



# АВТОМОБИЛЬ TESLA MODEL S



# Современный электродвигатель



# Принципиальная схема

