

**муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
города Ростова-на-Дону «Школа № 6  
имени Героя Советского Союза Самохина Н.Е.»**

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ**

на тему:

«Двигатель внутреннего сгорания»

Выполнил учащийся 11«А» класса:

Кзаков Иван Андреевич

Научный руководитель:

Кзарова Лаура Варужановна

Допуск к защите: \_\_\_\_\_

2023года

## Содержание

Введение.....	3
Глава 1.....	4
1.1 Что такое двигатель внутреннего сгорания?.....	4
1.2 История создания двигателей внутреннего сгорания.....	4-5
1.3 Классификация двигателей внутреннего сгорания.....	5-6
Глава 2.....	6
2.1 Преимущества и недостатки двигателей внутреннего сгорания.....	6-7
2.2 Характеристики двигателя внутреннего сгорания.....	7-8
2.3 Поломки и ремонт.....	8-9
2.4 Влияние на экологию.....	9-11
Заключение.....	12
Список литературы.....	13

## Введение

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. На данный момент является одним из самых распространённых типов двигателей. В этой работе будет показаны основы строения ДВС, принцип работы на примере ВАЗ-2101.

**Актуальность темы:** Потому что двигатель внутреннего сгорания - автономен от магистральных линий подачи горючего или энергии, его актуальность сохраняется. Железная дорога прекрасно электрифицируется (хотя и не везде) именно потому, что там выверенные, однообразные пути, съехать с которых невозможно. То же самое касается троллейбусов, трамваев и поездов метро. Но вот уже автомобиль не может быть так легко электрифицирован. Приемлемые по вместимости батареи очень тяжелы и громоздки. Последствия их производства и утилизации, все эти выбросы вредных веществ, "на круг" выходят даже хуже для природы, чем весь цикл "бензинового фырчащего" мотора. По запасу хода электромобиль уступает бензиновым и дизельным аналогам. Некоторые батареи склонны загораться или даже взрываться самопроизвольно. Сеть электрических заправок существует не везде, а выработка необходимой для зарядки энергии приводит к ещё большему засорению природы. Не говоря уже о том, что в ряде местностей, да почти везде, электросети магистральные на такой прирост нагрузки не рассчитывались.

**Проблема:** загрязнение воздушной среды способствует как заболеваниям человека, животных, растений, так и изменениям окружающей среды

**Объект исследования:** Двигатель

**Предмет исследования:** Пример ДВС

**Цель работы:** разобраться в истории создания, устройстве и работе двигателя внутреннего сгорания.

**Задачи:**

- Расширить знания о двигателях внутреннего сгорания
- Изучить устройство двигателей внутреннего сгорания
- Найти способ снизить загрязнение окружающей среды двигателем внутреннего сгорания

**Метод проведения исследования:** просмотр учебных материалов, изучение работы двигателей, анализ и обобщение, полученного материала

**Гипотеза:** возможно ли снизить загрязнение окружающей среды двигателем внутреннего сгорания?

**Практическая значимость:** данный проект можно было бы использовать на уроках физики для повышения знаний обучающихся о ДВС

## **Глава 1**

### **Что такое двигатель внутреннего сгорания?**

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС), а ранее Двигатели внутреннего горения - разновидность теплового двигателя, в котором топливная смесь сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) двигателя.

Продукты сгорания образуют рабочее тело. Такой двигатель является первичным, химическим, и преобразует энергию сгорания топлива в механическую работу. Существует большое число разнообразных двигателей с внутренним сгоранием, отличающихся назначением, способом отдачи мощности и другими параметрами.

Мощные и лёгкие, двигатели внутреннего сгорания позволили создать не существовавшие до этого виды транспорта (автомобиль, мотоцикл, теплоход, винтовой и реактивный самолёты, вертолёт, ракету, космический корабль), улучшить экономичность и экологичность корабельных силовых установок и локомотивов. Моторизация привела к ускорению темпа жизни людей, возникновению целой автомобильной культуры (США); в военном деле позволила разработать необычайно разрушительные машины смерти (танк, истребитель, бомбардировщик, ракеты с обычной и ядерной боеголовкой, подводную лодку с торпедами и другие). Альтернативное семейство двигателей внешнего сгорания имеет отдельные топливо и рабочее тело, чем обусловлена сравнительно медленная передача тепла сгорания от продуктов сгорания рабочему телу, поэтому их удельная мощность значительно ниже.

### **История создания двигателя внутреннего сгорания**

Тепловые машины (в основном, паровые) с момента появления отличались большими габаритами и массой, обусловленными применением внешнего сгорания (требовались котлы, конденсаторы, испарители, теплообменники, тендеры, насосы, водяные резервуары и др.), в то же время основная (функциональная) часть паровой машины (поршень и цилиндр) сравнительно невелика. Поэтому мысль изобретателей всё время возвращалась к возможности совмещения топлива с рабочим телом двигателя, позволяющего значительно уменьшить габариты и вес, интенсифицировать процессы впуска и выпуска рабочего тела. Особенно важны эти отличия на транспорте.

В создание различных ДВС внесли наибольший вклад такие инженеры как Джон Барбер (изобретение газовой турбины в 1791), Роберт Стрит (патент на двигатель на жидком топливе, 1794 год), Филипп Лебон (открытие светильного газа в 1799, первый газовый двигатель в 1801), Франсуа Исаак де Риваз (первый поршневой двигатель, 1807), Жан Этьен Лемуар (газовый двигатель Лемуара, 1860), Николаус Отто (двигатель с искровым зажиганием и сжатием смеси в 1861 году, четырёхтактный двигатель в 1876-м), Рудольф Дизель (двигатель Дизеля на угольной пыли, 1897, двигатель на керосине с КПД 25 % в этом же году), Готлиб Даймлер и Вильгельм Майбах, Огнеслав Степанович Костович (бензиновый мотор с карбюратором, 1880-е), Густав Васильевич Тринклер (дизельные двигатели на жидком топливе, 1899), Раймонд Александрович Корейво, Фридрих Артурович Цандер, Вернер фон Браун (реактивные и турбореактивные двигатели, начиная с 1930-х и заканчивая Лунной программой).

Таким образом, ДВС развивались с отставанием от паровых машин (так, паровой насос для откачки воды был изобретён Томасом Севери в 1698 году), что было обусловлено отсутствием подходящего горючего, материалов и технологий. Сама идея ДВС была предложена Христианом Гюйгесом ещё в 1678 году, в качестве топлива нидерландский учёный предлагал использовать порох. Англичанин Этьен Барбер пытался использовать для этого смесь воздуха с газом, полученным при нагреве древесины.

### **Классификация двигателей внутреннего сгорания**

1. Поршневые двигатели — камерой сгорания служит цилиндр, возвратно-поступательное движение поршня с помощью кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращение вала. Некоторые типы поршневых ДВС не имеют кривошипно-шатунного механизма (дизель-молот, огнестрельное оружие, шайбовые ДВС).

2. Газотурбинные двигатели — для преобразования энергии газов в крутящий момент служит ротор с лопатками специального профиля.

Перед сгоранием в камере двигателя воздух сжимается компрессорной частью, топливо впрыскивается в камеру сгорания.

3.Роторно-поршневые двигатели — камеру сгорания ограничивает треугольный ротор, выполняющий функцию поршня.

4.Реактивные двигатели — развиваемая двигателем мощность сразу используется для поступательного движения ракеты или самолёта, дополнительное преобразование в крутящий момент и трансмиссия отсутствует (двигатель является также движителем). Поэтому имеют наивысшие удельные мощностные показатели; являются единственными двигателями, способными выводить аппараты на орбиту. В одно время для военного применения российские военные обсуждали вопросы создания реактивного атомного двигателя, где ядерная реакция проходила бы внутри камеры ДВС.

5.Турбореактивные двигатели — разновидность реактивных, в качестве окислителя использует атмосферный воздух, предварительно сжимаемый компрессором. Ввиду этого может быть использован только в пределах земной атмосферы. Обычно их неточно называют просто реактивными, например, «самолёт с реактивным двигателем». Можно рассматривать турбореактивный двигатель и как разновидность газотурбинного, так как он имеет все основные его части, кроме выходного вала.

6.Турбовинтовые двигатели — газотурбинный, приводящий в движение воздушный винт. Применяются в авиации, на умеренных скоростях имеют более высокий КПД, чем турбореактивные.

## Глава 2

### Преимущества и недостатки двигателей внутреннего сгорания

Как и большинство вещей и предметов в мире, двигатель внутреннего сгорания имеет свои плюсы и минусы, о которых мне бы хотелось рассказать, сравнив двигатель внутреннего сгорания с двигателем внешнего сгорания

Преимущества :

- не имеет дополнительных элементов теплопередачи — продукты сгорания и образуют рабочее тело.
- компактнее, так как не имеет целого ряда дополнительных агрегатов, часто тяжелых и громоздких (паровой котел, конденсатор пара);

- по этим причинам легче и дешевле (удельная мощность намного выше);
- экономичнее по причине быстрого рабочего процесса с высокой температурой сгорания без дополнительной теплопередачи;

#### Недостатки:

- потребляет топливо, обладающее весьма жёстко заданными параметрами (испаряемость, температурой вспышки паров, плотность, теплотой сгорания, октановым или цетановым числом), так как от этих свойств зависит сама работоспособность ДВС;
- не имеет возможности работать по замкнутому циклу (как двигатель Стирлинга), использование внешних источников теплоты и холода невозможно.
- не способен развивать крутящий момент вне рабочих чисел оборотов, и поэтому в подавляющем большинстве случаев нуждается в передаче, согласующей выходные параметры ДВС с нагрузкой, и в устройстве, обеспечивающем запуск (в отличие от паровой машины, имеющей максимум момента при трогании от нулевых оборотов).
- практически все виды топлива для ДВС — не возобновляемые ресурсы (природный газ и нефтепродукты). Исключения (этиловый спирт, биогаз, генераторный газ) используются реже, ввиду снижения выходных характеристик двигателя (крутящего момента, мощности, скорости вращения). Водород применяется из-за дороговизны и трудностей хранения в жидком виде по большей части для двигателей космических кораблей, применение в наземном транспорте распространения не получило

#### **Характеристики двигателя внутреннего сгорания**

Потребительские качества двигателя (принимая за образец классический поршневой или комбинированный двигатель, отдающий крутящий момент) можно охарактеризовать следующими показателями:

1. Массовые показатели, в килограммах массы двигателя на литр рабочего объёма (обычно от 30 до 80) — удельная масса, и в киловаттах на килограмм — удельная мощность. Они важнее для транспортных, особенно для авиационных, двигателей.
2. Удельный расход топлива, г/л. с.\*час (г/кВт\*ч), или для конкретных видов топлив с разной плотностью и агрегатным состоянием, л/кВт\*ч, м<sup>3</sup>/кВт\*ч.
3. Ресурс в часах (моточасах). Некоторые применения ДВС не требуют большого ресурса (пусковые ДВС, двигатели ПТУР,

торпед и дронов), и потому в их конструкции могут отсутствовать, например, фильтры для масла и воздуха. Ресурс таких специфических ДВС, как огнестрельное оружие, исчисляются в количестве выстрелов до смены ствола. Наиболее долговечные двигатели должны иметь ресурс в десятки и сотни тысяч часов (судовые и мощные стационарные), соответствующий ресурсу судна или силовой установки.

4. Экологические характеристики (как самостоятельные, так и в составе транспортного средства), определяющие возможность его эксплуатации.
5. Транспортные характеристики, определяющие кривую крутящего момента в зависимости от числа оборотов. При работе двигателя по винтовой характеристике, обычно без трансмиссии, специальная корректировка транспортной характеристики не требуется, но в автомобилях и тракторах хорошая транспортная характеристика (высокий запас крутящего момента, тихоходная настройка) позволяют уменьшить число передач в трансмиссии и облегчить управление.
6. Шумность двигателя, зачастую определяемая его применением в люксовых моделях автомобилей или подводных лодках. Для снижения шумности часто снижают жёсткость подвески двигателя, усложняют схемы выпуска газов (например, выпуск газов через винт в подвесных двигателях), а также капотируют.

### **Поломки и ремонт**

Заложенный при проектировании ресурс из денежных соображений должен быть израсходован (при увеличении расчётной долговечности возрастает вес и стоимость двигателя), однако вследствие естественного разброса условий эксплуатации некоторые двигатели могут выходить из строя раньше намеченного. Кроме полного отказа, причиной ухода в ремонт может быть нарушение экологических требований, снижение мощности, увеличение расхода топлива, ускоренный износ (стук, задиры) и т. д.

Ремонт ДВС классифицируют на текущий, промежуточный, и капитальный. Первый подразумевает оставление основных деталей без смены (для поршневых — без выема поршней и коленвала), второй — частичную смену основных деталей (для поршневых — замена поршневых колец, вкладышей вала без шлифования), капитальный же включает замену основных деталей и шлифование вала. Для газотурбинных установок промежуточный ремонт не осуществляется.

Высокие экологические требования вызвали смену политики многих двигателестроительных заводов, оставлявших ранее много промежуточных размеров для ремонта, так что современные двигатели имеют либо малое количество ремонтных размеров, либо расточка их вовсе не предусмотрена. Это компенсируется увеличением ресурса до капитального ремонта (или



полного ресурса). Во избежание преждевременного отказа двигателя из-за нарушений условий эксплуатации, их комплектуют устройствами контроля уровня масла, охлаждающей жидкости, температуры, вибрации (тензодатчики) и другими. Вкупе с электронным управлением подачи топлива и момента зажигания, современный двигатель становится всё более компьютеризованным устройством. Во многих случаях диагностика поломок производится с помощью так называемых мотор-тестеров, подключаемых к диагностическому разъёму транспортного средства. Однако при возникновении механических, а не программных или электронных поломок, двигатель всё-таки нуждается в частичном или полном(капитальном) ремонте.

### **Влияние на экологию**

Внутри ДВС, кроме сгорания топлива, происходит также образование окислов азота (NOx), моноокси углерода (CO) и различных углеводородов (CxHy, чаще пишут CH). Дизельные двигатели также могут выбрасывать элементарный углерод в виде сажи (C). Количество образующихся веществ зависит в конечном счёте от протекающего рабочего процесса, в частности, температуры сгорания, количества топлива в прилегающих к стенкам камеры сгорания областях (зоны гашения пламени), времени сгорания, а также гомологии и элементарного состава топлива (так, водородное топливо не может давать выбросов CO, CH и C, поскольку не содержит углерода; бензины с большим содержанием ароматических углеводородов дают большие выбросы бенз-альфа-пирена и так далее). Эти вещества наносят вред окружающей среде и человеку и называются вредными выбросами. Уменьшение расхода топлива транспортным средством уменьшает и вредные выбросы, приходящиеся на километр пути. Отсюда видна важность топливной экономичности автомобилей, выбрасывающих более половины мировых загрязнений.

В первые десятилетия внедрения двигателей внутреннего сгорания вредным выбросам не уделялось достаточное внимание, поскольку автомобилей и собственно двигателей было меньше. В дальнейшем производителей обязали соблюдать определённые нормы выбросов, причём с годами они становятся всё строже. Для уменьшения выбросов в принципе возможны три способа:

1. Выбор экологически чистого топлива (водород, природный газ) или улучшение традиционного жидкого (бензин и дизтопливо «Евро-5»).
2. Изменение параметров цикла двигателя или разработка новых (снижение степени сжатия, расслоение заряда, внутрицилиндровый впрыск, системы компьютерного управления с использованием датчиков кислорода, система Common rail на дизелях и др.).

### 3. Снижение содержания вредных выбросов с использованием термических (ранее) и каталитических (в настоящее время) нейтрализаторов.

Существующие нормы токсичности в развитых странах требуют обычно применения нескольких способов сразу. При этом обычно ухудшается топливная экономичность как автомобилей, так и всего транспортного (включая нефтеперегонные заводы) комплекса, поскольку оптимумы циклов по экономичности и экологичности у двигателей обычно не совпадают, а изготовление высокоэкологичного топлива требует больше энергии.

Наибольший процент вредных выбросов даёт наземный транспорт, в первую очередь легковые и грузовые автомобили. Установленные на них поршневые двигатели для достижения высокой экономичности имеют высокую температуру сгорания, при которой образуются окислы азота. Выбросы углеводородов ограничиваются в значительной степени эффективно работающими катализаторами, но к сожалению, при прогреве двигателя и на холостом ходу из-за низкой температуры отходящих газов их эффективность снижается.

В таких же вариантах ДВС, как газотурбинные и реактивные, сгорание организовано непрерывно, причём максимальная температура меньше. Поэтому они имеют обычно меньшие выбросы недогоревших углеводородов (по причине меньшей зоны гашения пламени и достаточной длительности сгорания) и выбросы окислов азота (по причине меньшей максимальной температуры). Температура в таких двигателях ограничена теплостойкостью лопаток, сопел, направляющих, и для транспортных двигателей составляет 800..1200 °С. Улучшения экологических показателей, например, ракет, достигают обычно подбором топлив (например, вместо НДМГ и перекиси азота применяют жидкие кислород и водород).

Ранее автомобильные и авиационные двигатели использовали этилированный бензин, продукты сгорания которого содержали практически не выводимый из организма человека свинец. Больше всего загрязнение сказывается в крупных городах, расположенных в низинах и окруженных возвышенностями: при безветрии в них образуется смог. В настоящее время нормируются не только собственно вредные выбросы, но также выделение транспортным средством углекислого газа и воды (в связи с влиянием на климат).

В последнее время высказываются серьёзные опасения в отношении дальнейшего применения двигателей на ископаемом топливе (большинство ДВС), в связи с проблемой глобального потепления. Вследствие введения с 2025 года в Европе новых экологических норм, европейские производители легковых автомобилей планируют переключиться на выпуск электромобилей. Это связано не только с ростом числа автомобилей, но и влиянием выбросов на всю экосистему: так, установлено, что вредные

выбросы (в значительной степени обусловленные автомобилями) снижают урожайность сельского хозяйства на 25 %

### **Заключение**

Во время создания своего проекта, я изучил устройство, характеристики и принцип работы двигателей внутреннего сгорания, также я узнал о их преимуществах и недостатках. Ключевой проблемой ДВС является загрязнение окружающей среды различными токсинами. Я считаю, что данная проблема имеет глобальное значение и её необходимо решать. Я убедился в том, что ДВС негативно влияет на окружающую среду. Углеводороды, которые должны разделяться на воду и углекислый газ полностью не сгорают и выбрасываются в атмосферу вместе с оксидом азота, диоксидом серы и других металлов. В настоящее время двигатели внутреннего сгорания ставят на легковые и грузовые автомобили, самолёты, теплоходы, тракторы, тепловозы, строительные краны, а также на речные и морские суда. Двигатели внутреннего сгорания используются повсеместно. Если бы их не было, то не было бы и некоторых отраслей человеческой деятельности. Двигатели внутреннего сгорания имеют как преимущества так и недостатки. К преимуществам можно отнести следующее:

1.Удобство. Достаточно иметь АЗС по дороге или канистру бензина в багажнике — и проблема заправки двигателя легко решается.

2.Высокая скорость заправки двигателя топливом.

3.Длительный ресурс работы. Современные двигатели внутреннего сгорания легко работают в заявленный производителем период (в среднем 100–150 тыс. км пробега, а некоторые и 300–350 тыс. км пробега).

4.Компактность. Двигатели внутреннего сгорания существенно компактнее, нежели двигатели внешнего сгорания.

К недостаткам я бы отнес: низкий КПД, токсичность выхлопных газов, высокий уровень шума, ограниченную по сравнению, например, с паровыми турбинами, агрегатную мощность.