

Сандул Олег Артурович,
обучающийся АУ
«Сургутский политехнический колледж»,
г. Сургут

Шаисламова Нуралия Дамировна,
преподаватель АУ
«Сургутский политехнический колледж»,
г. Сургут

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЕЙ PORSCHE TAYCAN 4S И PORSCHE PANAMERA 4S

**АВТОМОБИЛЬНЫЙ
ТРАНСПОРТ:
ОТ ИСТОРИИ
ДО ИННОВАЦИЙ**

УДК: 629.113

Статья посвящена актуальным вопросам автомобилестроения. Автор отвечает на вопросы: чем отличается двигатель внутреннего сгорания от электродвигателя? в чем преимущества и недостатки? что экологичнее ДВС или электродвигатель? Также автор приходит к выводу, что электромобиль с огромным преимуществом выигрывает у транспортного средства на ДВС. За ним будущее. Поэтому, выбирая новый автомобиль, стоит отдать предпочтение именно варианту на электродвигателе.

The article is devoted to current issues in the automotive industry. The author tries to answer the questions: what is the difference between an internal combustion engine and an electric motor, what are the advantages and disadvantages, what is more environmentally friendly: an internal combustion engine or an electric motor? The author also comes to the conclusion that an electric car has a huge advantage over an internal combustion engine vehicle. He is the future. Therefore, when choosing a new car, you should give preference to the option with an electric motor.

Ключевые слова

двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, экологичность двигателя, автомобиль будущего.

Keyword

internal combustion engine, electric motor, environmental friendliness of the engine, car of the future.

В наше время почти каждая семья имеет автомобиль. Без него люди не представляют свою жизнь. И даже в нашем городе Сургуте в час пик можно попасть в продолжительную пробку. И в такой пробке токсичность выхлопа выходит за допустимые рамки. Именно поэтому было принято решение сравнить ДВС и электродвигатель.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Первый электрический двигатель был изобретен Майклом Фарадеем в 1821 году, когда великий физик продемонстрировал возможность преобразования электрической энергии в механическую. Магнетизм и электричество захватили умы ученых по всему миру, что привело к быстрому развитию данной области. Уже в 1828 году венгерский изобретатель Аньош Йедлик смог внедрить электромотор в игрушечную модель автомобиля и показать, что машина может успешно двигаться. Первая машина на электрическом двигателе с использованием гальванических элементов была создана в 1837 году изобретателем Робертом Дэвидсоном. С изобретением в 1859 году свинцово-кислотных аккумуляторов, поддерживающих перезарядку и позволяющих долгое время сохранять заряд, промышленники стали вкладывать значительные средства в развитие электромобилей. В 1890-х годах значительно повысилась емкость аккумуляторов, что сделало автомобили на электродвигателях более привлекательными. В XX столетии производство автомобилей с двигателем внутреннего сгорания постоянно расширялось и обходилось всё дешевле, электромобилей стали создавать всё меньше и меньше. Причиной стали серьезные минусы: недостаточно большая емкость аккумуляторов, а следовательно, и малый запас хода. Однако на улицах крупнейших городов можно было увидеть как машины с двигателями внутреннего сгорания, так и электромобили. В Нью-Йорке, например, в 1910-х годах работали до 70 тысяч такси на электричестве. К 1940 году выпуск электромобилей практически прекратился.

В конце 60-х годов произошло возрождение электрического транспорта. Во-первых, цена нефти возросла. Во-вторых, выхлопные газы автомобилей, особенно в крупных городах, оказывают серьезное влияние на здоровье человека. Тут и вспомнили об электромобиле. Начался новый этап в развитии данного вида транспорта.

В 60-х – 70-х годах прошлого века разработкой и производством электромобилей стали заниматься фирмы, главным образом в Соединённых Штатах. В начале 21-го века интерес к электрическим и альтернативным топливным транспортным средствам в частных автомобилях возрос. Калифорнийский производитель электромобилей Tesla Motors начал разработку в 2004 году Tesla Roadster, который впервые был доставлен клиентам в

2008-м. Родстер был первым легальным серийным полностью электрическим автомобилем, использующим литий-ионные аккумуляторные батареи, и первым серийным полностью электрическим автомобилем, который проезжал более 320 км (200 миль) за заряд.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Электродвигатели разделяются между собой в зависимости от применяемого тока, который может быть переменным или постоянным. Особенностью переменного тока является смена его направления определенное количество раз в течение секунды. Как правило, используется переменный ток с частотой в 50 герц. При подключении ток вначале начинает протекать в одном направлении, а затем его направление полностью изменяется. Таким образом, стороны петли, получая толчок, притягиваются поочередно к различным полюсам. То есть фактически происходит их упорядоченное притягивание и отталкивание. Поэтому, при изменении направления, будет происходить вращение проволочной петли вокруг своей оси. С помощью этих круговых движений происходит преобразование энергии из электрической в механическую.

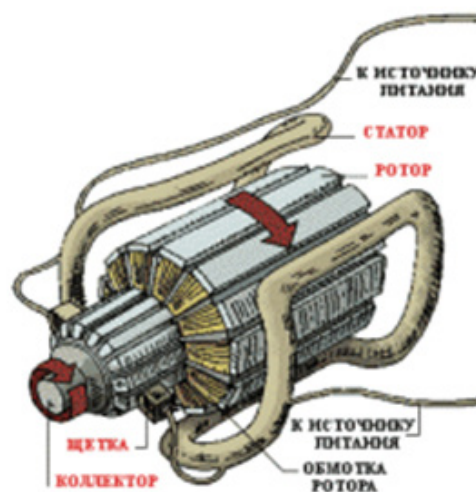


Рис. 1. Устройство двигателя переменного тока

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Первыми изобретенными двигателями были устройства постоянного тока. Переменный ток в это время был еще неизвестен. В отличие от переменного, движение постоянного тока осуществляется всегда в одном направлении. Вращение ротора прекращается после того, как произойдет оборот на 90 градусов. Направление магнитного поля совпадает с направлением электрического тока. Поэтому металлическое кольцо, подключенное к источнику постоянного тока, разрезается на две части и носит на-

звание кольцевого коммутатора. В начале вращения протекание тока происходит по первой стороне коммутатора и по проводам. Электроток, протекающий по проволочной петле, создает в ней магнитное поле. При дальнейшем вращении петли происходит и вращение коммутатора. После прохождения кольцом пустого пространства происходит его переход на другую часть коммутатора. Далее происходит эффект переменного электротока, благодаря которому вращение петли продолжается.

ДИВГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

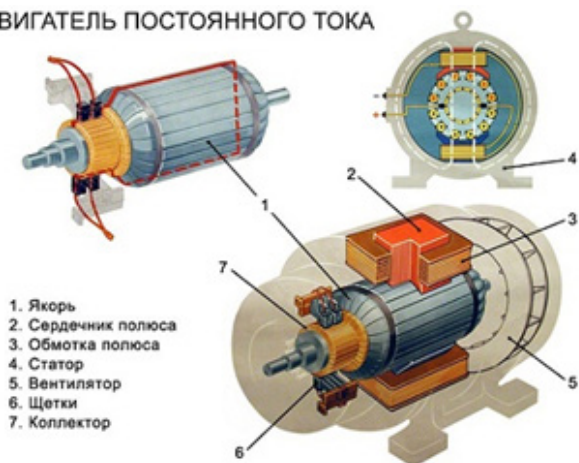


Рис. 2. Устройство двигателя постоянного тока

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Попытки создать устройство, подобное двигателю внутреннего сгорания, начались с 18 века. Созданием устройства, которое могло бы преобразовывать энергию топлива в механическую, занимались многие изобретатели. Первыми в этой области были братья Ньепс из Франции. Они придумали прибор, который сами назвали «пиреолофор». В качестве топлива для данного двигателя должна была использоваться угольная пыль. Однако данное изобретение так и не получило научного признания и существовало по сути только в чертежах.

Первым успешным двигателем, который начал продаваться, был ДВС бельгийского инженера Ж.Ж. Этьена Лемуара. Год рождения этого изобретения – 1858-й. Это был двухтактный электрический двигатель с карбюратором и искровым зажиганием. Топливом для устройства служил каменноугольный газ. Однако изобретатель не учел потребность в смазке и охлаждении своего двигателя, поэтому он работал очень недолго. В 1863 году Лемуар переделал свой двигатель – добавил недостающие системы и в качестве топлива ввел в использование керосин.

Устройство было крайне несовершенным, сильно нагревалось, неэффективно использовало смазку и топливо. Однако с помощью него ездили трехколесные автомобили, которые были далеки от совершенства. В 1864 году был изобретен одноцилиндровый карбюраторный двигатель, работающий от сгорания нефтепродуктов. Автором изобретения стал Зигфрид Маркус. Он же представил общественности транспортное средство, развивающее скорость 10 миль в час. В 1873 году еще один

инженер Джордж Брайтон смог сконструировать двухцилиндровый двигатель. Изначально он работал на керосине, а позже на бензине. Недостатком этого двигателя была излишняя массивность.

В 1876 году произошел рывок в индустрии создания двигателей внутреннего сгорания. Николас Отто впервые создал технически сложное устройство, которое эффективно преобразовывало энергию топлива в механическую энергию. В 1883 году француз Эдуард Деламар разрабатывает чертеж двигателя, топливом для которого служит газ. Однако его изобретение существовало только на бумаге. В 1885 году в истории автомобилестроения появляется громкое имя – Готтлиб Даймлер. Он смог не только изобрести, но и запустить в производство прототип современного газового двигателя – с вертикально расположенными цилиндрами и карбюратором. Это был первый компактный двигатель, который к тому же способствовал развитию приличной скорости перемещения.

Параллельно с Даймлером над созданием двигателей и автомобилей работал Карл Бенц. В 1903 году предприятия Даймлера и Бенца объединились, дав начало полноценному предприятию автомобилестроения. Так началась новая эра, послужившая дальнейшему совершенствованию двигателя внутреннего сгорания.

Сравнительная таблица автомобиля с ДВС и электродвигателем приведена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение автомобиля с ДВС и электродвигателем

Двигатель внутреннего сгорания		Электродвигатель	
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
Более низкая стоимость	Основной загрязнитель окружающей среды	КПД 90-95%	Меньший пробег на одной заправке
Хорошо налаженная сеть заправочных станций	Очень большие расходы на смазочные и топливные материалы	Нет потери на трение в трансмиссии	Более высокая стоимость (уменьшается с началом серийного производства)
Большой ассортимент моделей машин	Громоздкость и низкий КПД 20-60%	Высокая экологичность	-
-	-	Возможность подзарядки от розетки	-

-	-	Меньший шум и высокая плавность хода	-
-	-	Возможность подзарядки от рекуперативного торможения	-

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В подавляющем большинстве легковых автомобилей устанавливают четырехтактные двигатели внутреннего сгорания.

Он показан на рис. 3:

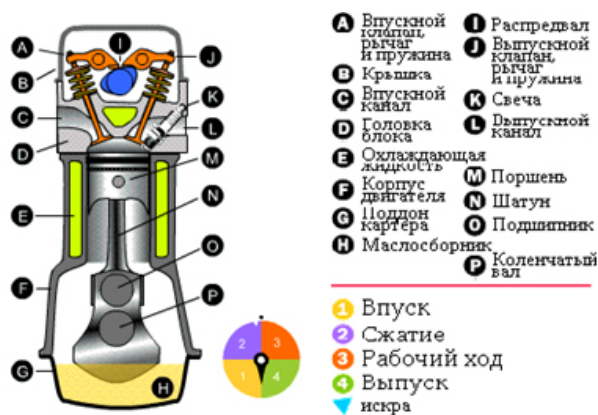


Рис. 3. Устройство двигателя внутреннего сгорания

Топливо-воздушная смесь, попадая через впускной клапан в камеру сгорания (такт первый – впуск), сжимается (такт второй – сжатие) и воспламеняется от искры свечи зажигания. При сжигании топлива под воздействием высокой температуры в цилиндре двигателя образуется избыточное давление, заставляющее поршень двигаться вниз к так называемой нижней мертвой точке (далее – НМТ), совершая при этом такт третий – рабочий ход. Перемещаясь во время рабочего хода вниз, с помощью шатуна, поршень приводит во вращение коленчатый вал. Затем, перемещаясь от НМТ к верхней мертвой точке (далее – ВМТ) поршень выталкивает отработанные газы через выпускной клапан в выхлопную систему автомобиля – это четвертый такт (выпуск) работы двигателя внутреннего сгорания.

Такт – это процесс, происходящий в цилиндре двигателя за один ход поршня. Совокупность тактов, повторяющихся в строгой последовательности и с определенной периодичностью, обычно называют рабочим циклом, в данном случае двигателя внутреннего сгорания.

Такт первый – ВПУСК. Поршень перемещается от ВМТ к НМТ, при этом возникает разрежение и полость цилиндра ДВС заполняется горючей смесью через от-

крытый впускной клапан. Смесь, попадая в камеру сгорания, смешивается с остатками отработавших газов. В конце впуска давление в цилиндре составляет 0,07 – 0,095 МПа, а температура – 80-120 °С.

Такт второй – СЖАТИЕ. Поршень движется к ВМТ, оба клапана закрыты, рабочая смесь в цилиндре сжимается, а сжатие сопровождается повышением давления (1,2 – 1,7 МПа) и температуры (300-400 °С).

Такт третий – РАСШИРЕНИЕ. При воспламенении рабочей смеси в цилиндре ДВС выделяется значительное количество теплоты, резко увеличивается температура (до 2500 градусов по Цельсию). Под давлением поршень перемещается к НМТ. Давление равно 4 – 6 МПа.

Такт четвертый – ВЫПУСК. Поршень стремится к ВМТ через открытый выпускной клапан, отработавшие газы выталкиваются в выпускной трубопровод, а затем в окружающую среду. Давление в конце цикла: 0,1 – 0,12 МПа, температура 600-900 °С.

Вы смогли убедиться, что двигатель внутреннего сгорания устроен не очень сложно. Как говорится, все гениальное – просто.

СРАВНЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ С ДВС И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Преимущества электродвигателя перед ДВС:

1. ТЭД (тяговый электродвигатель) имеет коэффициент полезного действия (далее – КПД) до 90-95% по сравнению с 22-60% у ДВС.
2. Нет потери на трение в трансмиссии.
3. Максимальный крутящий момент ТЭД развивается с начала движения, в момент пуска, поэтому ему не нужна коробка передач.
4. Высокая экологичность ввиду отсутствия применения нефтяных топлив, антифризов, трансмиссионных и моторных масел.
5. Возможность подзарядки от бытовой электрической сети (розетки).
6. Меньший шум за счёт небольшого количества движимых частей и механических передач.
7. Высокая плавность хода с широким интервалом изменения частоты вращения вала двигателя.
8. Возможность подзарядки источников энергии во время рекуперативного торможения.
9. Возможность торможения самим электродвигателем (режим электромагнитного тормоза) без использования механических тормозов – отсутствие трения и, соответственно, износа тормозов [2].

Недостатки электрического двигателя перед ДВС:

1. Меньший пробег на одной заправке.
2. Более высокая стоимость (уменьшается с началом серийного производства).

Главные преимущества автомобилей с ДВС:

По сравнению с электромобилями, у автомобилей с ДВС более низкая стоимость.

Большой ассортимент различных машин, наличие множества вспомогательных устройств и дополнительных опций.

Хорошо налаженная сеть заправочных станций практически по всей планете.

Главные недостатки автомобилей с ДВС:

Данный транспорт является одним из основных загрязнителей окружающей среды в мире.

Эти модели, как правило, громоздки, поскольку маленькие машины под ДВС сегодня почти не производят.

Очень большие расходы на смазочные и топливные материалы.

Мы сравнили Porsche Panamera 4S и Porsche Taycan 4S, и вот что получилось:

Таблица 2. Характеристика Porsche Taycan 4S

Емкость батареи	93.4 кВт.ч
Цена за кВт	10 р за кВт
Расход энергии	16 кВт.ч
Цена 1 км	$10 * 0.16 = 1.6$ р
Цена полного заряда	$93.4 * 10 = 934$

Таблица 3. Характеристика Porsche Panamera 4

Емкость топливного бака	100 л
Цена за литр	53.9
Расход топлива	11.1 л/100км
Цена за 1 км	5.98 р
Цена полного бака	$53.9 * 100 = 5390$

Таким образом, в ходе сравнительного анализа Porsche Taycan 4S и Porsche Panamera 4S выяснилось, что 1 км пути выгодней в 4 раза на электромобиле. Очевидно, что электромобиль с огромным преимуществом выигрывает у транспортного средства с ДВС. За ним будущее. Поэтому, выбирая новый автомобиль, стоит отдать предпочтение именно варианту с электродвигателем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В.Е. Ютт, В.И. Строганов. – М.: МАДИ, 2020. – 108 с.
2. Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения 05.02.2022).
3. Режим доступа <https://hevcars.com.ua/reviews/dvigatel-elektromobilya/> (дата обращения 05.02.2022).
4. Режим доступа <https://electric-machines.ru/component/content/article/38-2010-11-17-15-38-41/46-2010-11-17-15-39-09.html> (дата обращения 05.02.2022).
5. Режим доступа <https://tractorreview.ru/dvigateli/ustroystvo/dvigatel-vnutrennego-sgoraniya-ustroystvo-i-printsip-raboty.html> (дата обращения 05.02.2022).
6. Режим доступа https://trigada.ucoz.com/publ/ustrojstvo_i_princip_raboty_prostejshego_ehlektrodvigatelja/1-1-0-270. (дата обращения 05.02.2022).