

УДК 621.43

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Котович А.С., Побыванец М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Развитие автомобилестроения началось 1768 году с появления первого самоходного транспортного средства на паровой тяге. Уже в 1806 году появились первые транспортные средства с ДВС. С тех пор конструкция ДВС не раз менялась для достижения наиболее эффективной работы. Но как бы учёные умы не старались, ДВС остаётся не самым эффективным механизмом с точки зрения затрат топлива и получаемой на выходе механической работы. Это в своё очередь подталкивает развитие альтернативных двигателей для автомобилестроения из которых на данный момент самым перспективным является электродвигатель.

Электродвигатель - это устройство для эффективного преобразования электрической энергии в механическую.

В основе этого преобразования лежит магнетизм. В электродвигателях используются постоянные магниты и электромагниты, кроме того, используются магнитные свойства различных материалов, чтобы создавать эти устройства.

Современный электродвигатель является прямым потомком двигателя, разработанного еще Николой Тесла. Бесщеточный, 4 - х полюсный, 3 - х фазный двигатель переменного тока с жидкостным охлаждением.

Он имеет небольшие размеры по сравнению с двигателями внутреннего сгорания.

Состоит из двух частей: ротор и статор. Применяемые материалы алюминий, сталь, медь. Единственная точка контакта в двигателе - подшипники.

История создания

Принцип преобразования электрической энергии в механическую энергию электромагнитным полем был продемонстрирован британским учёным Майклом Фарадеем в 1821 и состоял из свободно висящего провода, окунающегося в ртуть. Постоянный магнит был установлен в середине ванны с ртутью. Когда через провод пропускался ток, провод вращался вокруг магнита, показывая, что ток вызывал циклическое магнитное поле вокруг провода.

Изобретатели стремились создать электродвигатель для производственных нужд. Они пытались заставить железный сердечник двигаться в поле электромагнита возвратно-поступательно, то есть так, как движется поршень в цилиндре паровой машины. Русский ученый Б. С. Якоби пошёл иным путём. В 1834 г. он создал первый в мире практически пригодный электродвигатель с вращающимся якорем и опубликовал теоретическую работу «О применении электромагнетизма для приведения в движение машины».

В 1839 г. Якоби построил лодку с электромагнитным двигателем, который от 69 элементов Грове развивал 1 лошадиную силу и двигал лодку с 14 пассажирами по Неве против течения.

Типы

Существует несколько типов электродвигателей. Отметим два главных класса: *AC* и *DC*.

Электродвигатели класса *AC* (*Alternating Current*) требуют для работы источник переменного тока или напряжения.

Электродвигатели класса *DC* (*Direct Current*) требуют для работы источник постоянного тока или напряжения.

Двигателем внутреннего сгорания (сокращенное наименование - ДВС) называется тепловая машина, преобразующая химическую энергию топлива в механическую работу.

Отрасль автомобилестроения была заложена в Германии, где в 1885 году Карл Бенц (1848 -1929) сконструировал свою трехколесную "повозку с бензиновым двигателем". Тогда же Готтлиб Даймлер (1834 - 1900) построил велосипед с мотором, а год спустя - "повозку" на моторной тяге.

В 1807 г. французско-швейцарский изобретатель Франсуа Исаак де Ривас построил первый поршневой двигатель, называемый часто двигателем де Риваса. 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 Лемуаром (1822 - 1900) в 1860 году. 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 Лемуара получил некоторое распространение. Использовался как лодочный двигатель.

В настоящее время двигатель внутреннего сгорания является основным видом автомобильного двигателя.

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.
- по количеству и расположению цилиндров.

Типы ДВС:

- 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).

Из представленных типов двигателей самым распространенным является поршневой ДВС, поэтому устройство и принцип работы рассмотрены на его примере.

Достоинствами поршневого двигателя внутреннего сгорания, обеспечившими его широкое применение, являются: автономность, универсальность (сочетание с различными потребителями), невысокая стоимость, компактность, малая масса, возможность быстрого запуска, многотопливность.

Вместе с тем, двигатели внутреннего сгорания имеют ряд существенных **недостатков**, к которым относятся: высокий уровень шума, большая частота вращения коленчатого вала, токсичность отработавших газов, невысокий ресурс, низкий коэффициент полезного действия.

В зависимости от вида применяемого топлива различают бензиновые и дизельные двигатели. Альтернативными видами топлива, используемыми в двигателях внутреннего сгорания, являются природный газ, спиртовые топлива - метанол и этанол, водород.

Водородный двигатель с точки зрения экологии является перспективным, т.к. не создает вредных выбросов. Наряду с ДВС водород используется для создания электрической энергии в топливных элементах автомобилей.

Устройство двигателя внутреннего сгорания

Поршневой двигатель внутреннего сгорания включает корпус, два механизма (кривошипно-шатунный и газораспределительный) и ряд систем (впускную, топливную, зажигания, смазки, охлаждения, выпускную и систему управления).

Корпус двигателя объединяет блок цилиндров и головку блока цилиндров. Кривошипно-шатунный механизм преобразует возвратно - поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Газораспределительный механизм обеспечивает своевременную подачу в цилиндры воздуха или топливно-воздушной смеси и выпуск отработавших газов.

Впускная система предназначена для подачи в двигатель воздуха. Топливная система питает двигатель топливом. Совместная работа данных систем обеспечивает образование топливно-воздушной смеси. Основу топливной системы составляет система впрыска.

Система зажигания осуществляет принудительное воспламенение топливно-воздушной смеси в бензиновых двигателях. В дизельных двигателях происходит самовоспламенение смеси.

Система смазки выполняет функцию снижения трения между сопряженными деталями двигателя. Охлаждение деталей двигателя, нагреваемых в результате работы, обеспечивает система охлаждения. Важные функции отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, снижения их шума и токсичности предписаны выпускной системе.

Система управления двигателем обеспечивает электронное управление работой систем двигателя внутреннего сгорания.

Работа двигателя внутреннего сгорания

Принцип работы ДВС основан на эффекте теплового расширения газов, возникающего при сгорании топливно-воздушной смеси и обеспечивающего перемещение поршня в цилиндре.

Работа поршневого ДВС осуществляется циклически. Каждый рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала и включает четыре такта (четырёхтактный двигатель): впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Во время тактов впуск и рабочий ход происходит движение поршня вниз, а тактов сжатие и выпуск - вверх. Рабочие циклы в каждом из цилиндров двигателя не совпадают по фазе, чем достигается равномерность работы ДВС. В некоторых конструкциях двигателей внутреннего сгорания рабочий цикл реализуется за два такта - сжатие и рабочий ход (двухтактный двигатель).

На такте впуск впускная и топливная системы обеспечивают образование топливно-воздушной смеси. При открытии впускных клапанов газораспределительного механизма воздух или топливно-воздушная смесь за счет разрежения, возникающего при движении поршня вниз, подается в камеру сгорания.

На такте сжатия впускные клапаны закрываются, и топливно-воздушная смесь сжимается в цилиндрах двигателя.

Такт рабочий ход сопровождается воспламенением топливно-воздушной смеси (принудительное или самовоспламенение). В результате возгорания образуется большое количество газов, которые давят на поршень и заставляют его двигаться вниз. Движение поршня через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение коленчатого вала, которое затем используется для движения автомобиля.

При такте выпуск открываются выпускные клапаны газораспределительного механизма, и отработавшие газы удаляются из цилиндров в выпускную систему, где производится их очистка, охлаждение и снижение шума. Далее газы поступают в атмосферу.

Рассмотренный принцип работы двигателя внутреннего сгорания позволяет понять, почему ДВС имеет небольшой коэффициент полезного действия - порядка 40%. В конкретный момент времени как правило только в одном цилиндре совершается полезная работа, в остальных - обеспечивающие такты: впуск, сжатие, выпуск.

Электромобиль

В отличие от привычных нам автомобилей, у электромобилей нет большого и тяжелого двигателя, ведь взрывать топливно-воздушную смесь и преобразовывать энергию во вращение колес нет необходимости. Вместо этого есть индукционный электродвигатель который может располагаться как между задними колесами, так и отдельно у каждого колеса. Создатели утверждают, что эффективность преобразования энергии в движение такой силовой установкой в 3 раза выше, чем у стандартного двигателя внутреннего сгорания.

Снизу автомобиля поместились батареи. В зависимости от комплектации емкость может варьироваться от 60 кВт·ч до 85 кВт·ч. Такая емкость обеспечит средний запас хода от 330 до 425 км.

Расположение аккумуляторов в нижней части автомобиля в сочетании с относительно легким кузовом из алюминия позволяет расположить центр тяжести на уровне в 45 см, что очень низко, а также распределить его равномерно и как можно ближе к центру авто, как по длине, так и по ширине шасси. А, как известно, чем ниже и ближе центр тяжести, к геометрическому центру тяжести автомобиля, тем лучше управляемость, поведение на поворотах и меньше риск опрокидывания при дорожно-транспортных происшествиях.

Двигатель, работает по простому индукционному принципу, который используется в массе бытовых приборов. На катушки в статоре подается переменный ток, а благодаря электромагнитной индукции в движение приводится ротор. На данный момент самый массовый и инновационный электромобиль *Tesla Model S*, в котором используется трехфазный четырехполюсной двигатель. Охлаждается он за счет циркуляции жидкости. С его помощью достигается мощность в 416 л.с. и вращающий момент в 600 Н·м. Такие показатели позволяют разогнаться с места до сотни за 4,4 секунды.

Помимо того, что электрический двигатель не производит выхлопных газов, что позитивно сказывается на экологии, ему еще не нужно время на подачу топлива и преобразования его во вращение колес, что означает, что задержка между нажатием на педаль газа и подачей мощности почти нулевая. А система рекуперации позволяет не только почти не пользоваться педалью тормоза в городских условиях, но и заряжать батареи автомобиля в процессе рекуперативного торможения.

Самое болезненное место любого электрического автомобиля - время и место зарядки. Компания *Tesla* предлагает систему “суперзарядки”, которая за полчаса способна зарядить аккумуляторы на 50% от общего объёма. Однако такие заправки есть далеко не везде, и не всегда вы будете проезжать мимо них. С помощью адаптера можно заряжать электромобиль и от стандартной розетки, но занимать это может очень долгое время - более 15 часов при токе в 20 А. Поскольку время зарядки электромобилья является самым большим недостатком данного вида техники, работы по усовершенствованию этого процесса ведутся постоянно, и уже начиная с 2013 года существует возможность заменить аккумуляторы на полностью заряженные всего за 90 секунд, правда на данный момент это производится только на специальной станции технического обслуживания, но в свою очередь это означает что уже не за горами тот момент когда мы сможем самостоятельно проводить эту процедуру и в походных условиях, что существенно увеличит дальность передвижения, если конечно же раньше не усовершенствуется технология производства и ёмкость аккумуляторов.

Итоги

Преимущества ДВС:

1. Высокая дальность передвижения на одной заправке;
2. Малый вес и объем источника энергии (топливного бака).

Недостатки ДВС:

1. Низкий средний КПД во время эксплуатации;
2. Высокое загрязнение окружающей среды;
3. Обязательное наличие КПП;
4. Отсутствие режима рекуперации энергии;

5. Работа ДВС подавляющую часть времени с недогрузом.

Преимущества электродвигателя:

1. Малый вес;
2. Нет необходимости в КПП;
3. Высокий КПД;
4. Возможность рекуперации энергии.

Недостатки электродвигателя:

1. Малое расстояние на одной зарядке;
2. Долгая зарядка;
3. Малый срок службы батареи;
4. Большой объем и вес батареи.

КПД тягового электродвигателя составляет 88 - 95 % , в то время как КПД ДВС 22 - 53%.

Литература

1. Войнаровский П. Д., Электродвигатели // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). - СПб., 1890 - 1907.
2. Интернет ресурс ru.wikipedia.org.
3. Хачиян А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. М.: Высш. шк., 2007.
4. Архангельский В. М. Автомобильные двигатели. М.: Машиностроение, 2006.
5. Вырубов Д.Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. М.: Машиностроение, 2007.
6. Интернет ресурс electrik.info.
7. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей./ Учебник для студентов вузов/ под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. 3 - е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2007.