

Лекция 1

ЭЛЕКТРОННОЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ

История появления электрического и затем электронного оборудования в автомобиле началась на стыке 19 и 20 столетий. Параллельно происходило развитие электротехники, радиотехники и электроники, что неизбежно сказывалось и на автомобильном оборудовании.

В начале 20 века, когда начала развиваться автомобилизация были примерно равными долями представлены автомобили с паровым двигателем, с электрическим двигателем и с ДВС. Причем в некоторых крупных городах США в качестве такси доминировали электромобили. Это происходило потому, что совпало несколько способствующих этому факторов. Основным видом транспорта были извозчики, они заполняли почти все улицы и формировали скоростной режим транспортного потока, средняя скорость которого была 15- 20 км/ч. Электромобили на основе свинцовых аккумуляторов и коллекторных электродвигателей в таких условиях были вполне конкурентоспособны. Кроме того, городские власти, озабоченные проблемой вывоза с улиц города конского навоза, создавали налоговые льготы для них, а также на некоторых стоянках такси были бесплатные розетки сети постоянного напряжения для зарядки аккумуляторов во время ожидания пассажиров. В то время в городах США конкурировали сети постоянного и переменного тока напряжением 110В, и это обстоятельство было одним из аргументов сторонников сетей постоянного тока. Таким образом, низкая скорость и малый пробег электромобилей тех лет не являлись большой проблемой

для такси. Кроме того, электромобили тогда были проще и надежнее бензиновых и паровых двигателей, были тише и не дымили и, главное, у них не было проблем с запуском двигателя и они были готовы ехать немедленно. Однако на загородных дорогах бензиновые автомобили были вне конкуренции, т.к. имели большую скорость и имели большой пробег на одной заправке. По мере того, как автомобили с ДВС совершенствовались, а из-за массового выпуска цена их уменьшалась, они быстро вытеснили электромобили и паровые автомобили. Поэтому электрооборудование автомобилей дальше долгое время развивалось применительно к автомобилям с ДВС.

На автомобилях с ДВС электрическая система зажигания появилась сразу, как только были созданы первые газовые ДВС. На первых ДВС была батарейная система зажигания (СЖ), затем появилась СЖ с магнето. После электрического зажигания на автомобилях началось внедрение электрического стартера и электрического освещения дороги. Это потребовало иметь на борту аккумулятор и генератор постоянного тока для его зарядки. В это время сформировался стандарт напряжения в бортовой сети автомобиля 6В. Это напряжение обеспечивал простой трехбаночный свинцовый аккумулятор и это напряжение позволяло иметь в автомобильных лампах толстую нить накаливания, что в условиях постоянной тряски удлиняло время жизни тех лампочек. Появилась возможность на автомобиле устанавливать лампы габаритов, стоп-сигналов, поворотов. Со временем добавились электрические звуковые сигналы, стеклоочистители. В автомобилях появились дополнительные удобства: электростеклоподъемники, подогрев стекол, зеркал, руля и сидений, регулируемый вентилятор отопителя, а со временем и кондиционер. В 30-е годы появились радиоприемники. С появлением большого числа потребителей стало актуальным повышение

напряжения бортсети до 12В, что также улучшило работу контактной батарейной системы зажигания.

В 50-х - 60-х годах началась полупроводниковая революция в электронной технике. Начиная с 60 – 70 годов 20 века началось внедрение электронного оборудования в автомобильную технику, что позволило улучшить потребительские качества автомобилей. Одной из основных задач совершенствования автомобиля в те годы была задача повышения надежности автомобиля. Первым шагом в этом направлении было появление в автомобиле трехфазных кремниевых мостов, это были полупроводниковые выпрямители, встроенные в генераторы переменного тока, что позволило повысить мощность и надежность генератора, снизить его вес и габариты, упростить обслуживание. Далее усилия были направлены на систему зажигания. Контактная система зажигания была одной из наиболее проблематичных систем в автомобиле и требовала много времени на обслуживание, поскольку часто была причиной отказов в работе ДВС. Контакты заменили электронным ключом, и, позднее, ввели электронное управление этим ключом с более точным определением оптимального угла опережения зажигания. В качестве электронного ключа сначала использовали биполярные транзисторы, затем транзисторы Дарлингтона, но они были недостаточно стойкими относительно электрического пробоя и к настоящему времени системы зажигания перешли на электронные ключи на IGBT транзисторах (биполярных транзисторах с изолированным затвором), которые, как правило, безотказно работают весь срок службы автомобиля. Удалось также отказаться от ненадежного высоковольтного распределителя зажигания, поставив на каждую свечу отдельный ключ и катушку зажигания. Угол опережения зажигания вначале регулировался механическими центробежным и вакуумным регуляторами, но они требовали регулировки и обслуживания, не учитывали ряд важных

факторов. Были на части автомобилей аналоговые электронные регуляторы, но их функции вскоре стали выполнять цифровые системы зажигания, которые учитывают больше факторов для оптимального момента зажигания. Такие системы зажигания стали совмещать с цифровой электронной системой впрыска. Электронная цифровая система впрыска заменила карбюратор на бензиновых автомобилях, который также доставлял много неприятностей владельцам автомобилей, поскольку часто готовил неоптимальную смесь бензина с воздухом. Из-за этого имели место, повышенный расход бензина, трудности с запуском двигателя и другие проблемы. Электронная система управления двигателем (ЭСУД) взяла на себя также и другие функции управления двигателем (поддержание температуры охлаждающей жидкости, управление тахометром, спидометром, абсорбером и т.д.). Аналогичные функции системы питания были реализованы и в современных дизельных автомобильных двигателях (системы Common Rail). Система впрыска Common Rail является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. Работа системы Common Rail основана на подаче топлива к электрическим форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (Common Rail в переводе общая рампа).

ЭСУД также выполняет функцию диагностики основных параметров различных систем двигателя, предупреждая водителя о неисправностях, облегчает поиск неисправностей при ремонте автомобиля. Основные элементы ЭСУД впервые разработаны специалистами фирмы Bosch.

Кроме ЭСУД в современном автомобиле электронные устройства выполняют управление многими другими системами и устройствами.

Электронные системы управления тормозными механизмами. Антиблокировочная система ABS (Anti-lock Brake System) предотвращает блокировку колёс автомобиля при резком торможении на скользкой

поверхности. ESP - электронная система курсовой устойчивости, ESP (Electronic Stability Program — «программа электронной стабилизации»). TCS - Traction Control System. Эта система позволяет избежать пробуксовки колес автомобиля в момент, когда одно колесо вращается быстрее другого, система автоматически определяет это и подтормаживает его для восстановления сцепления с дорогой. EBD - электронная система распределения тормозных сил, EBD (Electronic Brake Distribution) улучшает эффективность торможения, изменяя соотношение тормозных сил между передними и задними колёсами при изменении загрузки автомобиля. Так же, эта система перераспределяет тормозные усилия на правых и левых колёсах при торможении в поворотах, что помогает сохранить курсовую устойчивость. Brake Assist - усилитель экстренного торможения Система Brake Assist сокращает тормозной путь при паническом торможении, когда водитель нажимает на педаль тормоза быстро, но с малым усилием. Brake Assist мгновенно увеличивает давление в тормозной системе, не дожидаясь от водителя полного нажатия на педаль. Это позволяет машине чуть раньше начать торможение с большей эффективностью.

В современных автомобилях широко применяют электронные системы управления трансмиссией. Развитие «электронных» автоматических коробок перемены передач (АКПП) привело к появлению адаптивных коробок передач. Разрабатываемые алгоритмы управления становятся все более интеллектуальными, что приводит к появлению новых качеств в тех же самых с механической точки зрения трансмиссиях. Бортовой компьютер следит за манерой и особенностями управления водителем и подстраивает работу коробки передач и двигателя соответствующим образом.

Tiptronic — это система управления работой АКПП, в которой наряду с автоматическим предусмотрен и полуавтоматический режим управления, при котором команду на переключение передачи дает водитель, а качество этих переключений обеспечивает система управления. В зависимости от производителя этот режим может иметь разные названия (Autostick, Steptronic, Tiptronic), реализуется он только на автомобилях, имеющих электронную систему управления АКПП,

Роботизированная коробка передач DSG (Direct Shift Gearbox) является в настоящее время самой совершенной автоматизированной коробкой, устанавливаемой на массовые модели легковых автомобилей. Коробка DSG обеспечивает переключение передач без разрыва потока мощности, что значительно повышает ее потребительские качества по сравнению с другими «роботами». Непрерывная передача крутящего момента от двигателя к ведущим колесам достигнута за счет применения двух сцеплений и соответствующих им двух рядов передач. Коробка передач DSG имеет шестиступенчатую и семиступенчатую конструкции. Семиступенчатая коробка (крутящий момент до 250 нм) устанавливается на легковые автомобили В, С и некоторые модели D класса. Шестиступенчатая коробка передач передает крутящий момент до 350 нм и устанавливается на более мощных машинах.

Вариатор (вариаторная коробка передач) является бесступенчатой коробкой передач, т.е. обеспечивает в заданном диапазоне плавное изменение передаточного числа. Основное преимущества вариатора по сравнению с другими коробками заключается в эффективном использовании мощности двигателя за счет оптимального согласования нагрузки на автомобиль с оборотами коленчатого вала, тем самым достигается высокая топливная экономичность. Вариаторная коробка

передач имеет общепризнанное название (аббревиатуру) CVT – Continuously Variable Transmission (в переводе – постоянно изменяющаяся трансмиссия). В силу особенностей конструкции вариаторная передача не может обеспечить реверсивного движения. Для осуществления движения задним ходом в коробке передач применяются дополнительные механизмы. В качестве такого механизма обычно выступает планетарный редуктор. На вариаторной коробке передач применяется, электронная система управления, которая выполняет следующие функции:

- осуществление синхронного изменения диаметра шкивов вариатора в соответствии с режимами работы двигателя;
- управление сцеплением;
- обеспечение работы планетарного редуктора.

Роботизированная коробка передач (другое наименование – автоматизированная коробка передач, обиходное название – коробка-робот) представляет собой механическую коробку передач, в которой функции выключения сцепления и переключения передач автоматизированы. Автоматизация данных функций стала возможной за счет применения в управлении коробкой электронных компонентов. Роботизированная коробка передач сочетает в себе комфорт автоматической коробки передач, надежность и топливную экономичность механической коробки передач. При этом «робот» в большинстве своем значительно дешевле классической АКПП.

Электронные системы, которые называются «круиз контроль» обеспечивают поддержание заданной скорости без участия водителя, он может снять ногу с педали акселератора. Если понадобится снизить или повысить скорость автомобиля, водителю надо нажать педаль тормоза или газа и автомобиль автоматически перейдет на режим управления

скоростью водителем. Многие современные автомобили имеют так называемый «адаптивный круиз контроль», когда система с помощью радара определяет, что расстояние до едущего впереди автомобиля сокращается и тогда система снижает скорость, чтобы сохранить дистанцию. При необходимости система может остановить автомобиль.

Системы освещения и сигнализации современных автомобилей все чаще используют светодиодные источники света, которые обычно работают с электронными импульсными стабилизаторами тока. Кроме того во многих автомобилях для головного света используют газоразрядные лампы, для которых необходимы электронные преобразовательные блоки, питающие газоразрядные лампы напряжением около 70 вольт и обеспечивающие для них поджигающий импульс в несколько киловольт.

Электронные узлы есть в системах климат-контроля, которые поддерживают заданную температуру в салоне, в системе парктроник, в системах вывода на многофункциональный дисплей изображения с камеры заднего (иногда и переднего) вида, что помогает при тесной парковке.

В современных автомобилях устанавливают системы позиционирования (автомобильные навигационные системы), которые на экран выводят карты с положением машины и помогают построить маршрут движения, что включает обеспечение водителя картой, вычисление расстояния и нахождение пути к месту назначения, определение и отражение на карте оптимальных маршрутов, голосовые указания и показ на дисплее поворотов и перекрестков. В рамках лекционного курса мы рассмотрим принцип работы спутниковых систем позиционирования, отметим особенности различных спутниковых систем, способы повышения точности определения местоположения, в

том числе достижения возможности определения нахождения автомобиля на необходимой полосе многополосной магистрали.

Общеввропейская система экстренного реагирования при авариях eCall и российская государственная система «Эра-глонасс» — основаны на системах позиционирования в сочетании с сотовыми системами. Также системы позиционирования и сотовые системы применяют при поиске угнанных автомобилей.

Важным элементом современного автомобиля являются системы обеспечения безопасности при аварийных ситуациях. К ним относятся системы обеспечивающие срабатывания подушек безопасности при авариях, системы аварийного отключения подачи топлива, звуковое и световое предупреждение о необходимости пристегнуть ремни безопасности и т.д.

Большинство современных автомобилей содержат бортовой компьютер, который помогает получить водителю много полезной информации: мгновенный и интегральный расходы топлива, возможный пробег на остатке топлива в баке, визуальные и голосовые предупреждения о превышении скорости, выходе за допустимые пределы температуры охлаждающей жидкости, различных неисправностях автомобиля и т.д.

Бортовой компьютер, ЭСУД и многие другие электронные устройства автомобиля работают на основе микроконтроллеров (микропроцессоров), их структуру, их составляющие, основные принципы работы мы рассмотрим в лекционном курсе

Многочисленные микроконтроллеры взаимодействуют между собой и с внешним диагностическим оборудование с помощью CAN-шины (Area Network Controller), которая является надежным стандартизированным средством, разработанным для общения

микроконтроллерных устройств друг с другом в приложениях без главного компьютера. Это средство для передачи сообщений на основе протокола, предназначенного первоначально для мультиплексной электропроводки в автомобилях, которая во многих автомобилях применялась сначала чтобы сэкономить на меди, но впоследствии протокол стал использоваться также во многих других целях. Мультиплексная проводка снижает также вес автомобиля и позволяет легко организовать много дополнительных полезных функций, например, отключение без водителя ненужных потребителей электроэнергии (освещения салона, токообогрева, радиоприемника и др.), кратковременная подсветка дороги фарами, когда водитель покидает машину в темном гараже и т.д.

В курсе электронного и электрического оборудования мы рассмотрим также особенности тягового электропривода, а также других электрических и электронных узлов гибридных автомобилей и электромобилей, рассмотрим особенности эксплуатации таких автомобилей.

В заключение рассмотрим пути развития и перспективы применения электронного и электрического оборудования автомобилей.

Изучать курс будем в такой последовательности.

Тема 1. Введение. Предмет и задачи изучения дисциплины. История и этапы развития электрического и электронного оборудования автомобилей.

Тема 2 «Система энергоснабжения автомобиля»

Свинцово-кислотные аккумуляторы. Аккумуляторы гибридных автомобилей и электромобилей.

Тема 3. Автомобильные генераторы,

Регуляторы напряжения.

Тема 4. Система пуска автомобиля. Системы облегчающие пуск. .
Системы «старт-стоп».

Тема 5. Система зажигания автомобиля. Электронные блоки системы питания двигателя.

Тема 6. Электронная система управления двигателем.
Функциональная схема. Датчики системы.

Исполнительные устройства системы. Принцип работы микроконтроллера системы. Самообучения системы. Колодка диагностики и коды ошибок системы.

Система OBD-2.

Тема 7. Система освещения и сигнализации

Тема 8. Коммутационное и защитное оборудование.
Информационно-измерительная система автомобиля. CAN-шина.

Тема 9 Электропривод вспомогательного оборудования автомобиля

Тема 10. Электронная система управления тормозными механизмами. Электронная система управления трансмиссией. Круиз-контроль.

Тема 11. Электронное оборудование салона. Системы позиционирования.

Тема 12. Электромобили и гибридные автомобили.

Направления развития современного электрического и электронного оборудования автомобилей.

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Базовая литература

1. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. – М.: «За рулем», 2004 г.
2. Бронштейн М.И. Электронное управление двигателем, трансмиссией, ходовой частью автомобиля. Учебное пособие. – Харьков. ХГАДТУ: 2001 г.
3. Росс Твег. Системы впрыска топлива ВАЗ/ М. За рулем, 2006г.
4. Громаков Ю.А. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS. М. ЭКОТРЕНДЗ, 2005.
5. Бажинов О.В. Автомобільні гібридні силові установки: монографія / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко. – Харків:, 2016. – 186 с.

Дополнительная литература

1. Василевский В.И., Купеев Ю.А. Автомобильные генераторы./ М. «Транспорт», 1978 г.
2. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей (4-е издание), М. 2006
3. Росс Твег. Системы зажигания легковых автомобилей/ М. За рулем, 1997г.
4. Соснин Д.А. Новейшее автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН – Пресс., 2005. – 240 с.
5. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность): курс лекций / И.Е. Овчинников. – СПб.: Корона-Век, 2006. – 336 с

Информационные ресурсы

1. Все об мобильной энергии. [Электронный ресурс]. – Особенности зарядки последовательных аккумуляторов. – Режим доступа: // <http://mobipower.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=293>
2. Калачев Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.privod-ews.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf
3. Конспект лекцій з дисципліни «Елементна база електронних пристроїв» / Дзюбенко О.А. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://files.khadi.kharkov.ua>
4. Touareg с гибридным силовым агрегатом Устройство и принцип действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vwts.ru/vw/touareg2/touareg_hybrid_rus.pdf.
5. Светодиоды против галогенок — спецтест
<https://www.zr.ru/content/articles/911698-svetodiody-protiv-galogenok/>