

Федеральное агентство по образованию РФ
Московский государственный технический университет «МАМИ»

Кафедра "Автомобили" имени академика Чудакова Е.А.

В.В. Ломакин, К.Е. Карпухин, В.Н. Кондрашов

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Допущено учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по специальности «Автомобиле- и тракторостроение»

Москва 2008г.

УДК 629.113

В.В. Ломакин, К.Е. Карпухин, В.Н. Кондрашов. Тенденции развития автомобилестроения. Учебное пособие. М: МГТУ "МАМИ", 2008г. 70 с.

В пособии приведены материалы по истории развития автомобильного транспорта. Приведены новейшие тенденции развития автомобильного парка России и мира в целом. Рассмотрены перспективные направления развития конструкции автомобиля. Рассмотрено применение альтернативных видов топлива. Показано эффективное использование энергии и снижение вредного воздействия на окружающую среду, и здоровье человека. Рассмотрены аспекты активной, пассивной и экологической безопасности. Рассмотрены проблемы утилизации старых автомобилей.

Предназначено для инженерно-технических работников автотранспортных предприятий. Может быть рекомендовано студентам вузов, обучающимся на автомобильных специальностях.

Рецензенты: д.т.н., проф. МГТУ им. Баумана Г.А. Гладов
д.т.н., проф. МГУПИ Е.А. Галевский

В.В.Ломакин, К.Е. Карпухин, В.Н. Кондрашов
МГТУ «МАМИ».

Содержание.

Введение	4
1. История развития автомобилестроения	5
2. Автомобиль и современное общество. Требования к конструкции	10
3. Перспективное направление развития автомобиля	13
4. Проблемы загрязнения окружающей среды. Предпосылки создания автомобилей с гибридными силовыми установками	15
5. Обзор современных транспортных средств с гибридными силовыми установками	18
6. Применение альтернативных видов топлива	37
7. Электродвигатели	40
8. Топливные элементы	42
9. Проблемы утилизации старых автомобилей	51
10. Экологическая безопасность и методы ее контроля	53
11. Тенденции развития автомобильных трансмиссий	57
12. Направление развития конструкции рулевого управления	61
13. Перспективные направления развития тормозных систем	62
14. Тенденции развития систем безопасности автомобиля	66
Список использованной литературы	68

Введение

Автомобильный транспорт во всем мире, и в частности, в России развивается бурными темпами. В настоящее время производство автомобилей в мире неуклонно растет, увеличиваясь в среднем на 2 млн. в год. Каждые четыре из пяти автомобилей общего мирового парка - легковые и на их долю приходится более 60% пассажиров, перевозимых всеми видами транспорта.

Помимо тех неоспоримых удобств, которые легковой автомобиль создает в жизни человека, очевидно общественное значение массового пользования личными автомобилями: увеличивается скорость сообщения при поездках; сокращается число штатных водителей; облегчается доставка городского населения в места массового отдыха, на работу и т.д.

Персональный автомобиль в современном мире наиболее привлекателен для человека как средство каждодневного транспорта, во-первых, по своим техническим возможностям, во-вторых, из-за способности удовлетворить в наибольшей степени индивидуальные запросы каждого владельца. Это привело к тому, что автомобиль стал самым массовым транспортным средством в мире, количество автомобилей увеличивается (в первую очередь легковых), и, видимо, эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем.

1. История развития автомобилестроения

Автомобиль — наземное безрельсовое механическое транспортное средство, приводимое в действие собственным двигателем и имеющее не менее четырех колес. В ряде случаев к автомобилям относят и трехколесные транспортные средства, если их собственная масса превышает 400 кг.

Запас источника энергии для работы двигателя может находиться непосредственно на автомобиле (топливо в баках, электрическая энергия тяговых аккумуляторных батарей) либо подводиться от стационарных устройств (контактная сеть троллейбуса).

Попытки создания безлошадных «самобеглых» экипажей предпринимались, начиная с XVII. Паровая машина, развивавшая мощность около 2 л.с., располагалась на переднем колесе и поворачивалась вместе с ним. Повозка могла перевозить до 3 т груза со скоростью 2-4 км/ч. При движении требовались частые остановки для поддержания огня в топке, чтобы постоянно обеспечивать необходимое давление пара. В те же годы экипажи с паровым двигателем не могли конкурировать с гужевыми повозками и поэтому не получили широкого применения. Ситуация принципиально изменилась после создания двигателя внутреннего сгорания (ДВС). В 1859-1860гг. французский механик Этьен Ленуар построил поршневой двигатель, который работал за счет сжигания в цилиндре светильного газа. Правда, конструкция такого двигателя была ближе к паровой машине, чем к известному нам двигателю внутреннего сгорания. Более удачную конструкцию двигателя создал в 1876 г. в Германии Николаус-Август Отто. Поршневой газовый двигатель Отто работал по четырехтактному циклу (один рабочий ход поршня и три подготовительных), смесь газа с воздухом сжималась в цилиндре перед воспламенением запальной свечой.

Реально применить двигатель внутреннего сгорания на колесном экипаже удалось лишь после перевода его с газового топлива на жидкое нефтяное (бензин). Заслуга в создании такого двигателя принадлежит

Готлибу Даймлеру. В 1885-1886 гг. немецкие инженеры Г. Даймлер и К. Бенц независимо друг от друга запатентовали коляски с двигателем внутреннего сгорания, которые и принято считать первыми в мире автомобилями. Двигатель Даймлера имел частоту вращения в 4-5 раз выше, чем у газовых двигателей того времени, что при равной мощности позволило существенно снизить габариты и массу двигателя.

Начало истории российского автомобилестроения положил автомобиль, построенный петербургскими промышленниками Е. А. Яковлевым и П. А. Фрезе в 1896 г. Экипаж имел одноцилиндровый четырехтактный двигатель и мог развивать скорость свыше 20 км/ч. Двигатель имел ряд технических новшеств: электрическое зажигание, съемную головку цилиндра, смазку деталей под давлением.

Необходимо отметить, что в конце XIX — начале XX века с бензиновыми автомобилями успешно конкурировали автомобили с электрическим и паровым приводом: было создано и выпускалось достаточно большое их количество. Но преимущества ДВС привели к тому, что постепенно (после 1910 г.) выпуск электромобилей и паромобилей сократился до минимума. Паровые легковые автомобили фирмы Стенли Уайт и Добл в США производились до середины 30-х годов. В Англии паровые грузовики Фоден и Сентинел выпускались и в 50-е годы. В целом причиной прекращения их производства стала даже не столько низкая экономичность, сколько эксплуатационные неудобства: долгий разогрев котла, сложность контроля над силовой установкой, замерзание воды зимой. Конец XIX — начало XX века характеризуются началом промышленного производства автомобилей во многих странах мира. В России среди других производителей наиболее крупным в тот период являлся автомобильный отдел Русско-Балтийского вагонного завода в Риге. В общей сложности предприятие с 1909 по 1915 г. выпустило более 800 автомобилей марки «Руссо-Балт» различных моделей.

Конструкция большинства автомобилей выпускаемых в этот период имела общие технические решения:

— четырехколесный (двухосный) экипаж передние колеса управляемые, - задние, ведущие колеса были оснащены пневматическими шинами;

— несущим элементом автомобиля являлась рама, в передней части которой продольно был установлен многоцилиндровый двигатель внутреннего сгорания;

— трансмиссия состояла из фрикционного сцепления, одного или нескольких зубчатых редукторов (также применялись цепные или ременные передачи);

— рулевое управление включало в себя рулевое колесо, которое через редуктор было связано с передними поворотными колесами. Шкворни правого и левого управляемых колес соединялись шарнирной рулевой трапецией.

Многие принципиальные решения, заложенные в конструкцию автомобиля в те годы, успешно применяются и в настоящее время.

Сдерживало развитие автомобилизации в указанный период то, что выпускаемые автомобили имели высокую цену при низкой надежности. Они приобретались либо состоятельными людьми, либо для оснащения армии.

Началом массового выпуска автомобилей можно считать создание американским предпринимателем Генри Фордом удачной конструкции автомобиля «Ford-T» и применение для его сборки с 1913 г. специализированного конвейера, что позволило резко увеличить объемы выпуска и, как следствие, снизить себестоимость автомобиля. За 19 лет было выпущено свыше 15 млн. этих автомобилей. Автомобиль стал доступен гражданам со средним достатком. Можно сказать, что именно тогда автомобиль из экзотической игрушки превратился в массовое транспортное средство.

Важной вехой в истории автомобилестроения является начало применения на автомобилях двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Данный тип двигателя был запатентован немецким инженером Рудольфом Дизелем в 1892 г., но на автомобилях (в первую очередь грузовых) дизель начал серийно устанавливаться в 20е годы XX века.

Период с конца 20-х годов до начала второй мировой войны характеризовался совершенствованием отдельных систем автомобиля, увеличением мощности двигателей и скоростей движения. Фирмы-изготовители экспериментируют с местом расположения двигателя, с устройством подвески и трансмиссии. По заказу армии создаются многоосные автомобили, в том числе повышенной проходимости. Конструкции автомобилей различного назначения начинают существенно отличаться друг от друга.

После второй мировой войны (в 50 — 60-е гг.) произошло резкое увеличение объемов выпуска автомобилей. Революционным решением того времени было массовое применение в конструкции легковых автомобилей и автобусов несущих (безрамных) кузовов. Это позволило облегчить автомобиль, экспериментировать с формой кузова, расположить двигатель поперек автомобиля, сделать ведущими передние колеса и т. д.

Но резкое увеличение количества автомобилей привело и к негативным последствиям: повысилось число погибших и раненых на дорогах, загрязнилась окружающая среда, стала ощущаться нехватка углеводородного топлива.

Для уменьшения тяжести последствий массовой автомобилизации фирмы-изготовители под давлением общества и государства стали вносить в конструкцию существенные изменения. Можно проследить три этапа совершенствования конструкции автомобилей:

1. Повышение конструктивной безопасности (с начала 60-х годов). В этот период на автомобиле стали применяться ремни и подушки

безопасности, безопасные стекла, двухконтурные тормозные системы, ударопоглощающие бамперы и т. д.

2. Уменьшение расхода топлива (после нефтяных кризисов 70-х годов). В это время началась борьба за снижение собственной массы автомобиля, придание ему аэродинамических форм. Совершенствуется конструкция двигателей, шин, исследуется вопрос применения альтернативных видов автомобильного топлива.

3. Уменьшение негативного влияния на окружающую среду (с середины 80-х годов). Совершенствуется рабочий процесс двигателя, применяются различные фильтры и нейтрализаторы отработавших газов, уменьшающие объем вредных выбросов автомобиля. За счет различных конструктивных решений автомобиль становится менее шумным. Возникает вопрос о приспособленности конструкции автомобиля к переработке (утилизации) после прекращения эксплуатации. Исследуются экологически чистые типы силовых агрегатов.

Организация массового производства автомобилей в нашей стране приходится на период 1932 – 1941 гг. и связана со строительством Нижегородского автомобильного завода (ныне ГАЗ) и реконструкцией московского завода АМО (ныне АМО ЗИЛ). ГАЗ выпускал грузовые автомобили ГАЗ-АА и легковые ГАЗ-А, московский завод – грузовые ЗИС-5.

В годы Великой Отечественной войны и после ее окончания были введены в строй новые заводы в городах Ульяновске (УАЗ), Минске (МАЗ), Запорожье (ЗАЗ), Кременчуге (КрАЗ), Миассе (УралАЗ) и т.д. Развернут массовый выпуск легковых автомобилей на Московском заводе малолитражных автомобилей МЗМА (впоследствии «Москвич»). Резкое увеличение объема выпуска отечественных автомобилей связано с введением в строй в 1970 г. Волжского автомобильного завода (ВАЗ, г. Тольятти) и чуть позже Камского объединения по производству большегрузных автомобилей (КамАЗ, г. Набережные Челны).

2. Автомобиль и современное общество. Требования к конструкции

Современный автомобиль должен удовлетворять трем функциям:

- функциональности
- потребительским свойствам
- свойствам общественной безопасности

Функциональные свойства - определяют свойства и способности автомобиля эффективно выполнять свою функцию перевозку людей, грузов, оборудования.

К функциональным свойствам можно отнести:

1. тягово-скоростные свойства – способность двигаться с высокой средней скоростью, интенсивно разгоняться, преодолевать подъемы;
2. управляемость и устойчивость – способность автомобиля изменять (управляемость) или поддерживать постоянными (устойчивость) параметры движения в соответствии с действиями водителя;
3. топливную экономичность – путевой расход топлива в заданных условиях эксплуатации;
4. маневренность – способность движения на ограниченных площадях (например, на узких улицах, во дворах, паркинг);
5. проходимость – возможность движения в тяжелых дорожных условиях (снег, распутица, преодоление водных преград и т.п.) и по бездорожью;
6. плавность хода – способность движения по неровным дорогам при допустимом уровне вибровоздействия на водителя, пассажиров и на сам автомобиль;
7. надежность – безотказная эксплуатация, длительный срок службы, приспособленность к проведению технического обслуживания и ремонта автомобиля.

Потребительские свойства - это свойства, которые характеризуют способность удовлетворять требованиям владельцев автомобиля, но не связанные с эффективностью выполнения транспортного процесса.

К потребительским свойствам можно отнести:

1. уровень комфорта при использовании – сложное свойство, определяемое удобством посадки, входа – выхода, наличием систем регулирования температуры (отопитель, кондиционер, климат-контроль), качеством аудиосистемы, наличием сервоприводов (электроподъемники стекол, дистанционное закрывание дверей и т.п.), качеством материалов обивки салона и т.д.;
2. приспособленность к перевозке громоздких и длинномерных вещей (например, лыж);
3. привлекательность внешнего вида автомобиля;
4. престижность и соответствие моде.

Свойства общественной безопасности жестко регламентируются государством в законодательном порядке и контролируются перед началом выпуска модели и в течение срока службы при периодических проверках технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации.

Свойства безопасности подразделяются на три группы:

1. активная безопасность;
2. пассивная безопасность;
3. экологическая безопасность.

Свойства активной безопасности характеризуют способность снижать вероятность вовлечения автомобиля в ДТП и включают в себя:

- тормозные свойства – способность автомобиля быстро снижать скорость и надежно удерживаться на месте;
- управляемость и устойчивость в аварийных режимах – способность автомобиля к совершению резких маневров в критических ситуациях (объезд препятствия, крутой поворот);
- обзорность с места водителя – возможность водителя получить визуальную информацию об окружающей обстановке связана с конструкцией стекол, зеркал заднего вида и т.п.;

— внешнюю информативность автомобиля – количество, цвет, место расположения внешних световых приборов (фар, указателей поворота, сигналов торможения и т.п.);

— уровень шума на рабочем месте водителя – степень снижения работоспособности водителя при длительном воздействии шума.

Свойства пассивной безопасности определяют способность снижать тяжесть последствий уже совершившихся ДТП и включают в себя:

— свойства, снижающие уровень травматизма водителя и пассажиров при аварии, связаны с энергопоглощающими свойствами кузова, наличием защитных устройств (ремней, надувных подушек безопасности, демпфирующих элементов внутри кузова, подголовников), конструкцией стекол, рулевой колонки, внутренней отделки салона;

— свойства, снижающие уровень травматизма пешеходов, определяются, например, отсутствием травмоопасных выступов автомобиля;

— пожаробезопасность определяется конструкцией топливной системы, местом расположения топливного бака, наличием средств пожаротушения и т.п.

Свойства экологической безопасности характеризуют степень воздействия автомобиля на окружающую среду и включают в себя:

— уровень вредных элементов в отработавших газах автомобильных двигателей – степень загрязнения воздушной среды токсичными веществами, в первую очередь оксидом углерода, окислами азота, углеводородом, сажей;

— уровень внешнего шума – уровень вредного воздействия на людей, находящихся вблизи оживленных автомагистралей;

— степень использования экологически безвредных материалов в конструкции автомобиля, например, безасбестовых тормозных накладок;

— приспособленность к утилизации – приспособленность автомобиля, его узлов и агрегатов к повторной переработке после выхода из строя.

3. Перспективное направление развития автомобиля

Персональный легковой автомобиль в современном мире наиболее привлекателен для человека как средство каждодневного транспорта, во-первых, по своим техническим возможностям, во-вторых, из-за способности удовлетворить в наибольшей степени индивидуальные запросы каждого владельца.

Это привело к тому, что автомобиль стал самым массовым транспортным средством в мире, количество автомобилей увеличивается (в первую очередь легковых), и, видимо, эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем.

Но массовая автоматизация несет и негативные последствия: гибель и ранения людей на дорогах, загрязнения окружающей среды, снижение скорости перемещения из-за транспортных заторов, влияние на здоровье человека транспортного шума, увеличение площадей полезных земель, занятых автомобильными дорогами, стоянками и т.д.

Установлено, что причинами большинства дорожно-транспортных происшествий являются ошибки водителей. Можно ожидать, что получат дальнейшее распространение системы, скорее всего, электронные, которые будут принимать на себя некоторые функции управления автомобилем или помощи водителю в критических режимах.

Получат распространение общие информационные системы, имеющие связь с каждым автомобилем (системы телематики) и позволяющие осуществлять контроль за состоянием транспортной сети определенного региона и заранее предупреждать водителя о возникновении аварийных ситуаций, рекомендовать наиболее рациональные маршруты движения. По оценкам европейских специалистов применение электронных помощников водителя и систем телематики позволит к 2010 г. вдвое уменьшить число дорожно-транспортных происшествий.

Получат дальнейшее развитие устройства, позволяющие снижать вредные выбросы традиционных двигателей внутреннего сгорания. Усилится

борьба за экономию нефтяного топлива как с позиций снижения объемов его потребления, так и с позиции уменьшения объемов выбросов CO₂, создающего парниковый эффект.

Увеличится доля автомобилей, работающих на альтернативных источниках энергии: природный газ, водород, биотопливо. Экономии энергии будет способствовать уменьшение собственной массы автомобиля, применение гибридных силовых установок. Ожидается, что общий расход энергии автомобилями к 2010 г. по сравнению с 2000 г. уменьшится на 25 %.

Будет снижен транспортный шум автомобилей, в первую очередь за счет разработки и использования малозумных автомобилей.

Данное направление охватывает широкий круг вопросов, и связано со стремлением автопроизводителей создавать автомобили, наиболее полно отвечающие индивидуальным запросам конкретного человека. Можно ожидать снижение до 1,5 лет периодичности выпуска на рынок новых моделей, увеличение количества модификаций автомобиля, применение новых устройств, повышающих комфорт (систем поддержания необходимого климата в салоне, устройств автоматического управления агрегатами и т.д.).

Особую роль будет играть широкое применение информационных систем, позволяющих водителю получать при движении объективную и полную информацию как о работе самого автомобиля (средства встроенной диагностики), так и различную информацию из глобальных информационных систем (системы телематики). Это сделает возможным более эффективно интегрировать автомобиль в общую транспортную систему, а водителя и пассажиров – в системе обмена информацией с другими людьми.

4. Проблемы загрязнения окружающей среды. Предпосылки создания автомобилей с гибридными силовыми установками

Автомобильный транспорт, в прошлом столетии занял одну из ведущих позиций, в первую очередь по причине своей массовости универсальности и мобильности. По ряду социальных и экономических причин, а также в силу своих позитивных особенностей, таких как простота конструкции и управления, не высокая стоимость, обусловившими, его общедоступность, автомобиль занимает первое место среди индивидуальных транспортных средств. В тоже время автомобилестроение является одной из самых интенсивно развивающихся наукоемких и высокотехнологичных отраслей промышленности.

Стремительный рост потребления топливно-энергетических ресурсов, происходящий по причине непрерывного возрастания потребности общества в транспортных услугах, и имеющаяся тенденция к возрастающему росту потребления энергии на душу населения приводит к возникновению проблемы приближающегося энергетического кризиса. На долю автомобильного транспорта приходится 30 % всего потребления жидкого топлива нефтяного происхождения в нашей стране, около 21 и 56 % соответственно в Германии и США. В настоящее время половину всей энергии, произведенной в мире, вырабатывают из нефти. Практически все транспортные двигатели, стационарные и автономные энергоустановки работают на топливе нефтяного происхождения, это в свою очередь привело к истощению и возможности исчерпания в скором времени геологических запасов нефти. Поэтому потребление значительного количества топливно-энергетических ресурсов также следует отнести к негативным факторам влияния автотранспорта на состояние общей экологической обстановки.

Известно, что современный автомобиль имеет достаточно хорошие показатели топливной экономичности и экологичности при равномерном движении в достаточно широком диапазоне рабочих скоростей. при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянное

чередование фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателе, эти же показатели существенно ухудшаются. Причин этому несколько - недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скоростью, вследствие чего двигатель работает с повышенными удельными расходами, постоянные затраты энергии на накопление автомобилем кинетической энергии, которая затем через короткий промежуток времени переводится в тепло и безвозвратно теряется в фазе служебного замедления автомобиля, бесполезная затрата энергии при работе двигателя в режиме холостого хода.

С перечисленными недостатками можно вести борьбу разными методами - внедрением системы «стоп - старт», позволяющей исключить работу двигателя при служебной стоянке в режиме городского цикла, внедрением систем рекуперации энергии торможения, гасящих накопленную при разгоне кинетическую энергию не фрикционными тормозами, а системой рекуперации, позволяющей в дальнейшем использовать эту энергию для разгона автомобиля. Можно увеличить степень использования мощности двигателя при равномерном движении с относительно невысокой скоростью городского цикла путем применения бесступенчатой передачи вместо ступенчатой трансмиссии, осуществляя при этом регулирование скорости равномерного движения не дросселированием двигателя, как это осуществляется при ступенчатых трансмиссиях, а путем регулирования частоты вращения ДВС при работе его по характеристике минимальных расходов.

Все перечисленные пути улучшения характеристик автомобиля при его работе в городском цикле ведут к значительному усложнению и удорожанию конструкции автомобиля, поэтому до настоящего времени не нашли широкого применения в массовом автостроении.

Но эти проблемы можно решить одним конструктивным решением - применением автомобиля с гибридной силовой установкой (ГСУ).

Гибридная силовая установка представляет собой сочетание в качестве источника энергии двигателя внутреннего сгорания, работающего, как правило, на режиме минимально возможного удельного расхода топлива и электрического накопителя энергии, питающего тяговый электродвигатель. Отличие от электромобилей заключается, прежде всего, в том, что накопитель энергии заряжается от генератора получающего энергию от двигателя внутреннего сгорания в том случае, когда у него есть избыток энергии.

Можно разделить все варианты гибридных силовых установок на две принципиальные группы, которые получили соответственно название последовательной и параллельной схем.

В первом случае двигатель внутреннего сгорания отдает энергию только генератору, который либо питает только тяговый электродвигатель, либо дополнительно заряжает накопитель энергии. При нехватке энергии генератора для обеспечения необходимого режима работы автомобиля тяговый электродвигатель получает дополнительную энергию от накопителя энергии, при избытке ее - отдает избыток в накопитель. При желании возможно, на ограниченном протяжении пути, движение в режиме электромобиля с выключенным двигателем внутреннего сгорания.

Во втором случае двигатель внутреннего сгорания через механическую трансмиссию отдает энергию автомобилю и через специальную систему отбора мощности может при избытке энергии через генератор питать накопитель энергии, а при дефиците энергии через эту же систему получать дополнительную энергию от накопителя и элементы электротрансмиссии.

Сравнение двух систем не может дать однозначного ответа о преимуществе одной из них. К преимуществам первой системы следует, в первую очередь, отнести относительную техническую простоту реализации, к недостаткам – меньший, в сравнении со второй, системой КПД электрической трансмиссии.

5. Обзор современных транспортных средств с гибридными силовыми установками

Автором первого в мире автомобиля такого типа был знаменитый конструктор Фердинанд Порше.

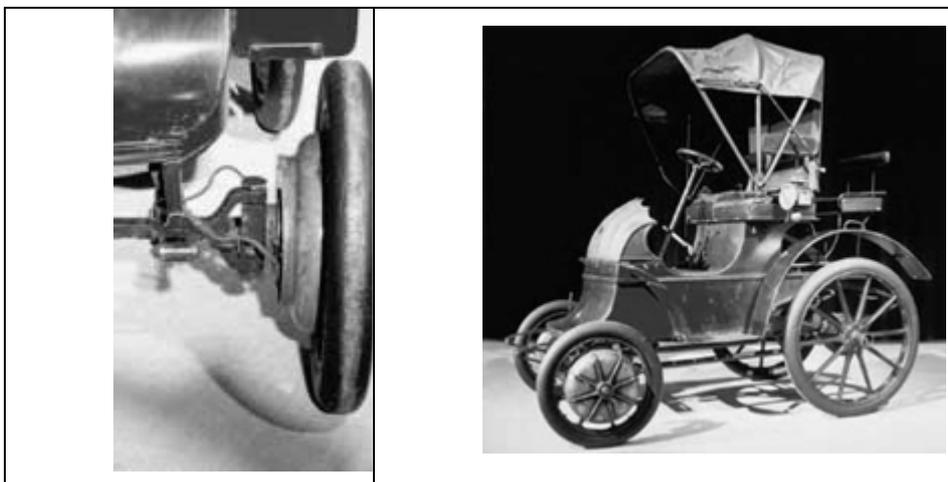


Рис.5.1. Автомобиль Фердинанда Порше с гибридной силовой установкой.

Первый патент на гибридный двигатель Фердинанд Порше получил, когда ему было всего 22 года, когда он работал у венского кузовных дел мастера Людвиг Лонера, владельца фабрики "K & K Hofwagenfabrik Jakob Lohner & Co". Поставщик австрийского Императорского дома Лонер заинтересовался рекордом, установленным 29 апреля 1899 года бельгийцем Камиллом Женатци на электромобиле. Впервые транспортное средство превысило скорость 100 км/ч. На такое ни один автомобиль с бензиновым двигателем не был способен. И это не давало Лонеру покоя. Порше и Лонер тоже построили электрический автомобиль - со всеми ведущими колесами. Большая часть массы машины (1800 из 2300 килограммов) приходилась на аккумуляторы. Тяжелые батареи и малый радиус действия новинки так и остались непреодолимыми недостатками электромобилей. Требовалось как-то разрешить эту тупиковую ситуацию. В качестве альтернативы Порше предложил Лонеру поставить на электрический экипаж вспомогательный двигатель внутреннего сгорания. Мотор работал бы в паре с генератором, который вырабатывал ток для электромоторов. Более того, Порше задумал

разместить электромоторы в передних колесах. В этом случае отпадала необходимость в трансмиссии, в том числе наиболее сложном ее узле - дифференциале. Оба ведущих колеса не имели между собой механической связи. Об отрицательном влиянии большой неподрессоренной массы просто не задумывались. Мощность каждого электромотора составляла 1,84 кВт (2,5 л.с.) при 120 об/мин, а рабочее напряжение - 90 В. Скорость регулировалась контроллером: электромобиль мог двигаться в трех режимах: до 17, до 37 и до 50 км/ч. Так Порше изобрел первый в мире гибридный автомобиль (рис.5.1).

Годом позже некто Тозэн во Франции создал переднеприводный экипаж с мотор-колесами. Вспомним и паровую телегу Кюньо 1769 года - тоже переднеприводную! В чем Порше оказался удачливее других - машины системы "Lohner-Porsche" пользовались успехом. Первый, украшающий теперь экспозицию Венского технического музея, произвел фурор на Парижской Ярмарке 1900 года. Похожее авто заказал кронпринц Австрийский Франц-Фердинанд. Тот самый, про которого бравый солдат Швейк сказал: "А Фердинанда-то нашего убили!" Кронпринца застрелят в Сараево в 1914 году, открыв тем самым череду покушений на важных особ в автомобилях. А в 1906 году патент на систему "Lohner-Porsche" купила компания "Daimler". Сделку организует знаменитый Эмиль Элинек, в честь дочери которого легковые машины заводов Даймлера получили название "Mercedes". Тут-то дело было поставлено на промышленную основу. Гибридные автомобили Порше широко использовались в пожарной охране и медицинской службе, для перевозки товаров. Кроме того, к 1911 году в Германии и Австрии было открыто десять троллейбусных линий протяженностью 50 километров. Троллейбусы с мотор-колесами системы "Lohner-Porsche" получали ток не от бензиновых двигателей, а от проводов. С развитием традиционных автомобилей о машинах с гибридной силовой установкой надолго забыли и вспомнили только недавно в связи с экологическими проблемами. Однако он вовсе не был первым, кто создал

мотор-колесо или передний привод. В 1897 году братья Грэф построили автомобиль с передними ведущими колесами.

TOYOTA PRIUS (Япония)

Первая версия данной машины (рис.5.2) оснащена параллельной схемой гибридных силовых установок. В гибридной силовой установке автомобиля объединены 1,5-литровый 72-сильный бензиновый двигатель внутреннего сгорания с высокой степенью сжатия, генератор переменного тока, в качестве тягового электродвигателя обратимая электромашинка переменного тока мощностью 33 кВт и аккумулятор. Оба двигателя вращают через согласующий редуктор передние ведущие колёса. Установленный за ДВС планетарный механизм разделяет поток мощности на две ветви: одна идёт к главной передаче, другая к генератору переменного тока, который заряжается через преобразователь накопитель, от которого при необходимости питается и тяговый электромотор. При торможении электромотор действует в режиме генератора и через преобразователь пополняет запас энергии в батарее. А при пуске ДВС он играет роль стартера. Четырёхцилиндровый ДВС применённый в СУ имеет рабочий объём 1,5 литра и развивает мощность 43 кВт при 4000 об/мин. Данный двигатель работает по циклу Аткинсона характеризующемуся переменной степенью сжатия, он оснащён двумя распределительными валами, четырьмя клапанами на цилиндр, системой изменяемых фаз газораспределения и электронным распределённым впрыском топлива. ГСУ используются две электрические машины: с 33-киловаттным синхронным мотор-генератором переменного тока и генератором, встроенным в маховик ДВС. В качестве накопителя электроэнергии применена никель-металлгидридная батарея из 40 банок на 240 ампер-часов, разработанная совместно с компанией Panasonic.

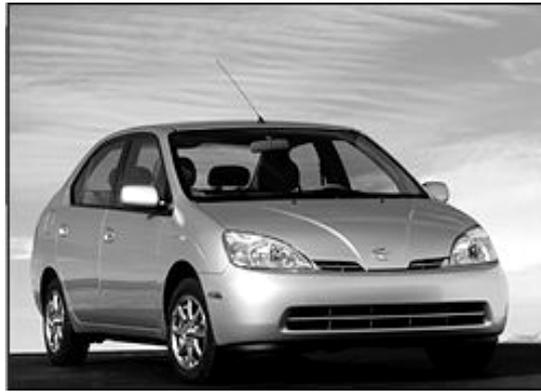


Рис. 5.2. Toyota Prius первого поколения.

Согласно результатам испытаний автомобиль выбрасывает в атмосферу в 12,5 раз меньше монооксида и в 4,7 раза меньше углеводородов, чем того требуют действующие нормы Евро - 3. Расход топлива в среднем составляет около 4,5 л/100 км, что в два раза меньше, чем у одноклассника Toyota Corolla с 1,5-литровым двигателем.

Вторая версия этой машины (рис 5.3) включает: модернизированную гибридную установку Hybrid Synergy Drive, 1,5-литровый высокоэкономичный двигатель мощностью 77 л.с., электродвигатель-генератор мощностью 68 л.с., бесступенчатую механическую передачу E-CVT и никельметаллгидридную аккумуляторную батарею. Приус второго поколения на 15% экономичнее предшественницы, средний расход 4,3 л/100 км. В настоящее время произведено свыше 250 тыс. этих машин.



Рис. 5.3. Toyota Prius второго поколения.

HONDA INSIGHT (Япония)

Эта машина (рис. 5.4) представляет собой другой подход к проблеме и её решению данная ГСУ выполнена по последовательной схеме. На

коленчатом валу 3-цилиндрового двигателя объемом 1,0 л и мощностью 50 кВт вместо маховика установлен очень компактный, толщиной всего 60 мм. 10-киловаттный электромотор-генератор, который через управляющий контроллер соединён с блоком никель-металлогидридных аккумуляторов общим напряжением 144В. Батареи установлены под полом багажника, а общий вес системы, названной конструкторами Integrated Motor Assist, составляет всего 75 кг.

При размеренной езде он ведёт себя как обычный бензиновый автомобиль, а при интенсивных ускорениях включается электромотор, помогая ДВС, обеспечивая прибавку в 8 л.с. и 12 Нм. Кроме того, электродвигатель выполняет функции стартера, причём делать это ему приходится чаще, чем стартеру обычного автомобиля, так как при остановке, электроника автоматически глушит двигатель, чтобы уменьшить расход топлива и выбросы вредных веществ. Это одна из причин того, что автомобиль потребляет только 3,4 л/100 км, что перекрывает требования ЕВРО 4. Вторая причина заложена в конструкции алюминиевого кузова массой всего 162 кг, который в полтора раза легче и жестче, чем стальной кузов трехдверного хэтчбека Honda Civic. В результате неплохо оснащенный Insight с электроусилителем руля, АБС, кондиционером, электростеклоподъемниками и т.д., имеет массу всего 850 кг. А коэффициент аэродинамического сопротивления C_x составил всего 0,25. Последние обстоятельства помогли также достичь максимальной скорости 180 км/ч и времени разгона до 100 км/ч 12 секунд.

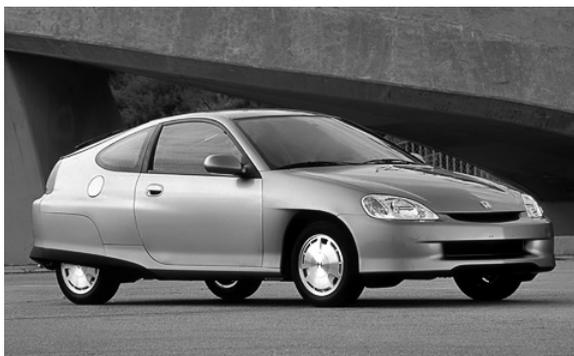


Рис. 5.4. Honda Insight.

AUDI DUO (Германия).

Гибридомобиль Audi Duo (рис. 5.5) был разработан на базе серийной модели A4 TDI Avant с кузовом универсал и внешне ничем от него не отличается. Автомобиль разработан вместе со специалистами университета австрийского города Леонберг и немецкой фирмой Siemens. Принципиальная схема выполненная по параллельной схеме включает в себя: 1,9-литровый турбодизель мощностью 66 кВт (90 л.с.), развиваемой при 4000 об/мин, максимальный крутящий момент составляет 202 Нм при 1900 об/мин, и синхронный электродвигатель 3-фазного тока с водяным охлаждением фирмы Siemens, развивающий мощность 21 кВт. Он установлен непосредственно у КП, а ДВС приводит в действие передние колёса.

Автомобиль может приводиться как обоими двигателями сразу (режим Duo), так и каждым по отдельности. Переключение режимов производится из салона с помощью переключателя на центральной консоли. В режиме Duo электроника самостоятельно выбирает наиболее благоприятный для данных условий эксплуатации тип привода. При размеренной манере езды работает электродвигатель, при интенсивном разгоне включается дизель. ДВС запускается автоматически и в том случае, если разряжен накопитель. Во время работы дизельного двигателя электрическая машина работает в режиме генератора и заряжает батареи.



Рис. 5.5. Audi Duo.

RENAULT KOLEOS (Франция).

На автосалоне в Женеве 2000 года состоялась премьера нового концепт-кара Renault Koleos. Это полноприводный однообъемный автомобиль с ГСУ (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Renault Koleos.

Четырехместный Koleos длиной 4,5 метра французы преподносят как своеобразный гибрид-седан бизнес-класса и внедорожника. Koleos оснащен гидропневматической подвеской, которая позволяет изменять дорожный просвет в пределах 100 мм. За положением кузова над дорогой следит электроника, автоматически меняя его в зависимости от скорости движения и качества дорожного покрытия. Одновременно изменяется и жесткость амортизаторов: при езде по автобану подвеска становится более жесткой, а при проезде неровностей на невысоких скоростях амортизаторы переходят в "комфортный" режим работы. Но самое интересное - это ГСУ. В городских пробках задние колеса машины приводит электродвигатель мощностью 30 кВт, который питается от литий-ионных аккумуляторов. На автострадах в дело вступает 170-сильный двухлитровый шестнадцатиклапанный бензиновый двигатель F4R с турбонаддувом, приводя передние колеса, а на бездорожье оба мотора работают одновременно.

MERCEDES S - CLASS (Германия).

В этой машине (рис. 5.7) электромотор с планетарной раздаточной коробкой и хитрым двухмассовым маховиком заменил коробку передач. "Родная" бензиновая V-образная "шестерка" автомобиля отдает в трансмиссию 132 кВт/180 л.с., а электродвигатель добавляет еще 80 кВт/109 л.с. Неудивительно, что гибридный лимузин способен без труда разогнаться до 220 км/ч, расходуя в среднем на 25% меньше невозполнимого (в глобальном смысле) углеводородного топлива - бензина. Тяговые характеристики электромотора идеальны для автомобиля: крутящий момент при 0 об/мин максимален, так что тяжелый лимузин набирает 100 км/ч всего

за 9,7 с. Разумеется, использована и обратимость электрических машин: мотор выполняет и функции генератора, причем такого же мощного. В новом концепте 42-вольтовая сеть электропитания удовлетворяет запросы и прожорливых электромагнитных приводов клапанов, и моментально подогреваемого катализатора, и новейших электромеханических тормозов, не говоря о такой мелочи, как климатическая установка. Более того, если водитель не жмет на педаль тормоза, что называется, до упора, то замедление осуществляется "электрически": генератор подзаряжает аккумуляторную батарею, возвращая затраченную при разгоне энергию.



Рис. 5.7. Mercedes S-class.

MERCEDES CITO (ГЕРМАНИЯ).

Новый городской автобус Mercedes модели Cito (рис. 5.8), которая относится к категории «миди-бусов» (так в Западной Европе называют короткие автобусы) с последовательной гибридной силовой установкой, впервые представленный на выставке IAA-98 в Ганновере, интересен также модульной технологией постройки. Автобус собирается из пяти основных модулей. Все панели - алюминиевые, на алюминиевых профилях - соединены с помощью болтов, заклепок и клея. В состав ГСУ входит четырехцилиндровый дизель OM 904LA мощностью 170 л. с. соединенный с генератором, который вырабатывает ток для тягового электромотора.



Рис. 5.8. Mercedes Cito.

DODGE POWERBOX (США).

На полноприводном автомобиле (рис. 5.9) установлено два двигателя. Расположенный под капотом 250-сильный турбомотор V6 2.7 л. через автоматическую трансмиссию приводит задние колеса. Этот двигатель питается сжатым природным газом, который хранится в баллонах, «упакованных» в мощную лонжеронную раму автомобиля. А передние колеса приводятся 52-киловаттным электромотором Siemens, который питается от аккумуляторных батарей. Электромотор помогает двигателю внутреннего сгорания только при разгоне и при преодолении пересеченной местности, а при торможении подзаряжает аккумуляторы (рекуперация энергии). Dodge PowerBox оснащен независимой пневматической подвеской всех колес. Снаряженная масса машины - 1814 кг, максимальная скорость - 192 км/ч. Средний расход газа составляет 9 л/100 км.



Рис. 5.9. Dodge Powerbox.

DODGE DURANGO (США).

Отдельным направлением разработки автомобилей с параллельными гибридными СУ можно считать работы специалистов концерна Daimler-Chrysler. Проект американцев получил название "through-the road" (TTR) Hybrid. Спецификой проекта является то, что задачей работы было сделать более компактным привод обычного автомобиля класса SUV (Sport Utility Vehicle) - крупногабаритные автомобили повышенной проходимости и грузовые пикапы на их базе, пользующиеся в США большой популярностью. Исследования показали, что установка гибридного привода на такой автомобиль даёт экономию на 70% больше, чем установка на обычный

легковой автомобиль. По условиям проекта технические характеристики не должны при этом ухудшиться, а стоимость сведена к минимуму.

В качестве агрегатоносителя выбор пал на заднеприводную модель Durango отделения Dodge (рис. 5.10).

Этот автомобиль был преобразован в полноприводный путём добавления электродвигателя, приводящего передние колёса. Стоимость и вес трёхфазного электромотора мощностью 88,5 л.с., дающего крутящий момент 190Нм, компенсируется в данном случае исключением из конструкции таких элементов полноприводного автомобиля, как раздаточная коробка и приводной вал передних колёс.

Кроме того, 8-цилиндровый V-образный двигатель рабочим объёмом 5,9 литра был заменён менее мощным 3,9-литровым 6-цилиндровым. Вследствие этого стал меньше каталитический нейтрализатор, муфта вентилятора, радиатор, приводной вал. Объём топливного бака уменьшился на 20% и составил теперь 75 литров. В результате потребление топлива уменьшилось до 12,6 л/100 км, по сравнению с 15,2 л/100 км у обычного полноприводного Durango.



Рис. 5.10. Dodge Durango.

MAZDA MX SPORT TOURER (Япония).

Концепт-кар Mazda MX Sport Tourer - экономичный спорт-универсал ближайшего будущего (рис. 5.11). Автомобиль полноприводный и оснащен гибридной силовой установкой, которая объединяет четырехцилиндровый двухлитровый бензиновый мотор и электродвигатель мощностью 40 кВт. На загородных трассах работает бензиновый двигатель, и крутящий момент

передается на все четыре колеса. В городе, где выброс вредных веществ особенно нежелателен, автомобиль переходит на электротягу, причем привод в этом случае - только на задние колеса. Кроме этого в автомобиле применен бесступенчатый вариатор (CVT) тороидального типа, а с помощью расположенных на руле кнопок можно по усмотрению водителя выбирать одно из нескольких фиксированных передаточных чисел.



Рис. 5.11. Mazda MX Sport Tourer.

SUBARU HM-01.

Subaru HM-01 - это компактный автомобиль будущего (рис. 5.12), применяющий улучшенный гибрид с быстрой реакцией с системой привода всех колес, четырех цилиндровый двигатель объемом 660-см³, а в качестве ключевого элемента трансмиссии вариатор тороидального типа (CVT) привода передних колес. Электромотор управляет задними колесами, чтобы обеспечить оптимальное сцепление, гарантировать устойчивость автомобиля в течение движения и в неблагоприятных условиях поверхности. На автомобиле применяется 42-/14-V АКБ.

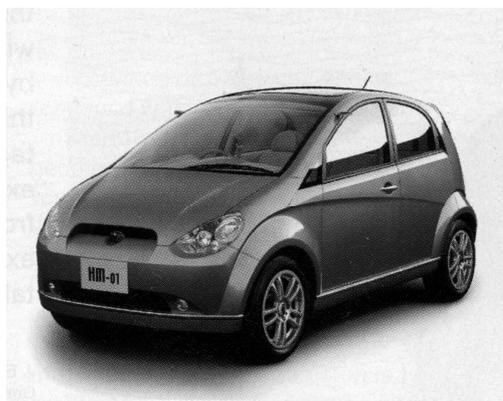


Рис. 5.12. SUBARU HM-01.

ИЖ- 21261 (Россия).

Этот гибрид разработал Ижмаш на базе Орбиты (рис. 5.13). За основу взят не серийный хэтчбек, а перспективный универсал ИЖ-21261. Конструкторы старались применить в новой машине агрегаты, серийно выпускаемые отечественными заводами. Бензиновый двухцилиндровый двигатель ВАЗ 1111, причем 30-сильный 650-кубовый с максимальным крутящим моментом 44,1 Н.м. В качестве второго мотора тяговый электродвигатель постоянного тока ПТ-125-12. Напряжение питания якоря у него - 120В, крутящий момент - 49 Нм. Накопителями энергии служат восемь стандартных аккумуляторов 6СТ-55: два блока по четыре аккумулятора в каждом.

Батареи находятся в заднем свесе автомобиля, а оба двигателя вписались в моторный отсек: бензиновый справа продольно, электрический слева. Они установлены на подмоторной раме, сваренной из штампованных деталей. Для автомобиля выбрана параллельная структурная схема. Редуктор, связывающий коленчатый вал бензинового мотора и якорь электродвигателя, - оригинальная разработка. Он может передавать крутящий момент, как с одного двигателя на другой, так и с обоих двигателей на трансмиссию. На выходном валу редуктора укреплен маховик со сцеплением, далее - стандартные «ижевские» коробка передач, карданный вал, задний мост. Режимы работы силовой установки переключает микропроцессорная пускорегулирующая аппаратура.

ДВС без стартера весит 70 кг, электродвигатель - 68, подрамник - 10, аккумуляторы в общей сложности - 124 кг, при этом снаряженная масса по сравнению со стандартным ИЖ-21261 увеличилась только на 120 кг. Так как аккумуляторы находятся сзади, улучшилась распределение нормальных реакций по осям машины. На передние колеса прототипа приходится 51% полной массы, а на задние - 49%, в то время как у ИЖ-21261 передняя ось загружена на 54,3%, а задние колеса - на 45,7%.



Рис. 5.13. ИЖ-21261.

LEXUS RX 400 H (Япония).

Мировая премьера гибридного Lexus прошла в январе 2005 года на автосалоне в Детройте. Внешне гибридный Lexus RX400h (рис. 5.14) отличается от бензинового RX300 только светодиодными задними фонарями, передним бампером и шильдиками RX400h. Происхождение индекса «400» (в «Лексусах», как и в «Мерседесах», цифровой индекс модели, как правило, совпадает с объемом двигателя в кубических дециметрах) японцы объясняют одинаковой мощностью гибридного силового агрегата со среднестатистическим восьмицилиндровым мотором. Все же основные отличия - в технической начинке машины.

В гибридном Lexus не один, а сразу три двигателя. Помимо 3,3-литрового шестицилиндрового бензинового мотора в машине два электродвигателя: один для задних колес, другой - для передних. Электромоторы питаются от никель-металлогидридной аккумуляторной батареи с напряжением 288 вольт. Все вместе они развивают суммарную мощность 272 л.с. Эта комбинированная силовая установка носит красивое название Hybrid Synergy Drive (рис. 5.15).

Такая же система применена на самом первом серийном гибриде Toyota - седане Prius. Только у переднеприводного «Приуса» моторов лишь два: бензиновый и электрический. Поэтому и алгоритмы работы трансмиссии продуманы несколько по-другому.

При трогании с места и движении с маленькой скоростью у «Лексуса», как и у «Приуса», включаются только электромоторы. Машина начинает движение в режиме полного привода. На трассе задний электромотор отключается, а вместо него задействуется бензиновый двигатель, который вместе с передним электродвигателем вращает передние колеса. Заодно бензиновый мотор подпитывает аккумулятор. При интенсивном разгоне работают все три мотора, и машина «гребет» всеми четырьмя колесами. Когда Lexus тормозит, электромоторы работают как генераторы, подзаряжая батарею. На остановках бензиновый двигатель отключается для экономии топлива. Управляет силовой установкой и распределяет энергию между моторами и батареей электроника.

Разгон до 100 км/ч у гибридного внедорожника занимает 7,6 с. Lexus 11X300 проделывает это за 9 с. Точный расход топлива гибрида японцы не раскрывают, обещают только, что он «такой же, как у седана среднего класса с 4-цилиндровым двигателем». Максимальная скорость «примерно такая же, как у бензиновой версии», т. е. в районе 200 км/ч. Поведением автомобиля на дороге управляет система интегрированного управления динамикой VDIM. Она объединяет ABS, антипробуксовочную систему TRC, систему курсовой устойчивости VCS и электроусилитель руля EPS.



Рис. 5.14. LEXUS RX 400h.

Впрочем, у гибридного «Лексуса», кроме скромного для полноприводного автомобиля аппетита на топливо, есть и другие

преимущества. Например, он динамичнее бензинового собрата. Кроме того, электрический привод, особенно при спокойной езде, по определению работает тише самой совершенной механики.

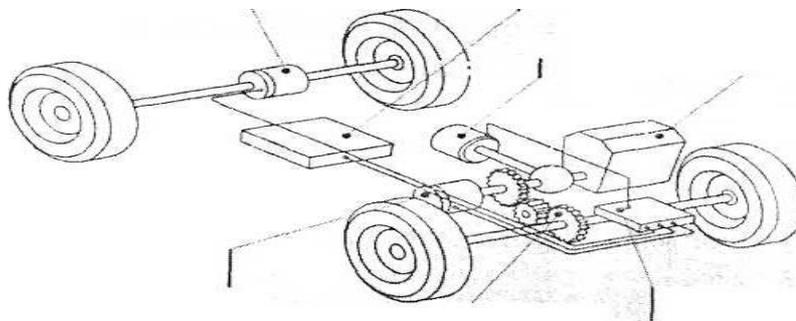


Рис. 5.15. Гибридная силовая установка Hybrid Synergy Drive.

FORD ESCAPE HYBRID (США).

Ford Escape (рис. 5.16) удовлетворил жюри, состоящее из 50 журналистов самых именитых автомобильных изданий Америки, по всем параметрам, не говоря уже о том, что это - первый полностью гибридный внедорожник в мире. К достоинствам Ford Escape как гибридного автомобиля можно добавить те замечательные характеристики, которые сделали его самым продаваемым внедорожником малого класса в Америке. Приводимый в движение при помощи бензинового или электрического двигателя (или при помощи их обоих одновременно), переднеприводной Ford Escape Hybrid на данный момент является одним из самых экологичных автомобилей мира. Спрос на Ford Escape Hybrid растет с каждым днем с того самого момента, когда автомобиль был представлен широкой публике - это произошло летом 2004 года. На данный момент уже продано 4000 машин, а количество заявок исчисляется десятками тысяч.



Рис. 5.16. Ford Escape Hybrid.

MERCURY MARINER HYBRID (США).

Mercury Mariner Hybrid (рис. 5.17) с бензоэлектрическим двигателем позиционируется как модель 2006 года. Он вдвое экономичнее, чем базовый вариант с обычным бензиновым мотором: расход топлива не превышает 7,2 литра на 100 км в городе и 8,2 литра на 100 км по шоссе. В следующем году Ford наметил произвести и продать на рынке около 2.000 новых гибридов Mercury Mariner. Представители компании допускают, что спрос на них может составить 4.000 автомобилей в год. Напомним, что первым гибридом Ford стал внедорожник Escape Hybrid, который запущен год назад. В 2004 году он разошелся тиражом 2.566 экземпляров, отвоевав 3% рынка гибридов в США.



Рис. 5.17. Mercury Mariner Hybrid.

На франкфуртской выставке IAA-2005 несколько фирм представляли свои прототипы с гибридными силовыми установками. Первый шаг сделала фирма «Audi». На полноприводном «Audi-Q7» (рис. 5.18) в паре с V-

образным восьмицилиндровым двигателем внутреннего сгорания мощностью 350 л.с. работает 32-киловаттный электромотор, установленный между двигателем и автоматической коробкой передач. Бензиновый и электрический агрегаты могут действовать вместе и порознь.



Рис. 5.18. Audi-Q7.

Концептуальный «Smart Crosstown» (рис. 5.19) оснащен 61-сильным бензиновым (0,7 л) и 23-киловаттным электродвигателями и шестиступенчатой коробкой передач с последовательным переключением. Максимальная скорость гибридного автомобиля - 135 км/ч.



рис. 5.19 Smart Crosstown.

Гибридный привод подходит и для спортивного родстера, считает фирма «Дайхатсу». У концепта HVS (Hybrid Vehicle Sport), помимо 1,5-литрового бензинового мотора мощностью 105 л.с. 777 кВт, три электрических. Два - общей мощностью 36 кВт действуют на передние колеса, третий - 22 киловаттный через многодисковые сцепления, управляемые электроникой, на задние (рис. 5.20).



Рис.5.20 HVS.

На сегодня несколько зарубежных фирм занимаются разработкой автотранспортных средств с гибридным приводом, в котором совмещены преимущества двигателя внутреннего сгорания и электропривода. И, как правило, это в основном легковые автомобили. А вот американские "AC Delco Systems" и "Allison Transmission" спроектировали и изготовили 22-местный автобус с данным приводом. Кроме того, есть специальные места для установки инвалидных кресел-каталок. Отсутствие традиционной трансмиссии позволило на максимально возможную величину опустить уровень пола, облегчив тем самым вход и выход пассажиров. При длине 6,71 и ширине 2,44 м его масса около 6,4 т.

По замыслу создателей такой автобус при работе на пригородных маршрутах должен использовать электропривод с питанием лишь от аккумуляторных батарей в центральной, наиболее загазованной части города, а на остальном маршруте на помощь электроприводу приходит ДВС. Его роль ограничена приведением в действие электрогенератора, который заменяет собой в качестве источника тока тяговые аккумуляторные батареи автобуса. В результате пробег автобуса без подзарядки батарей и дозаправки топливом при скорости движения 80 км/ч составляет 360 км вместо 80 км при той же скорости и питании только от батарей.

Электродвигатели автобуса встроены непосредственно в задние его колеса и образуют так называемые мотор-колеса общей мощностью 70 кВт. Их питание и управление осуществляют два связанных только электронной системой управления контура, которые обслуживают каждый свое колесо. В

состав контура входят блок из 26 аккумуляторных 12-вольтных батарей повышенной емкости, преобразователь постоянного тока в переменный и объединенная система охлаждения мотор-колеса и преобразователя. Необходимость преобразования постоянного тока в переменный объясняется тем, что электродвигатели мотор-колес работают на переменном токе, а это значительно повышает общий КПД привода. Ведь эффективность электродвигателя постоянного тока 70-85%, а переменного 90-95%. В данном автобусе использован, традиционный для электромобилей принцип рекуперативного торможения, когда при нажатии водителем тормозной педали электродвигатели мотор-колес переключаются системой управления на работу в режиме генератора и подзаряжают аккумуляторные батареи. Таким образом, можно восстановить до четверти их первоначального заряда и увеличить пробег без подзаряда. По результатам дорожных испытаний автобуса, длящихся уже более полутора лет, фирмы планируют разработать и испытать несколько более совершенных автомобилей разных типов с гибридным приводом прежде, чем начнется их серийное производство.

6. Применение альтернативных видов топлива

За последние двадцать лет автомобильная промышленность достигла огромных результатов по снижению содержания вредных веществ в отработавших газах. Запрет на использование этилированных бензинов, применение каталитических нейтрализаторов отработавших газов и современных систем питания ДВС, позволили существенно уменьшить вредное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье человека.

При работе автомобильных ДВС в атмосферу выбрасываются не только токсичные газы, но и двуокись углерода (CO_2). Этот газ выполняет важную роль в атмосфере Земли. Однако, за последние 100 лет его содержание в атмосфере значительно увеличилось и не последнюю роль в этом играет автомобильный транспорт. Некоторые ученые утверждают, что увеличение содержания CO_2 в атмосферном воздухе приводит к глобальному потеплению.

Двигатели современных автомобилей стали более экономичными, а это привело к уменьшению выбросов двуокиси углерода. Применение альтернативных видов топлива также способствует как снижению вредных веществ в отработавших газах, так и снижению количества двуокиси углерода.

Сжиженные нефтяные газы (LPG — Liquefied Petroleum Gas) дают возможность снизить содержание вредных веществ в отработавших газах и одновременно примерно на 10 % уменьшить количество CO_2 , выделяемого при работе ДВС.

Сжатый природный газ (CNG — Compressed Natural Gas) — это альтернативное топливо, которое может использоваться в ДВС с искровым зажиганием и в дизелях. Для использования в качестве топлива в ДВС он должен быть сжат до высокого давления, чтобы занимать меньший объем. Этот газ может транспортироваться в баллонах высокого давления. При его

использовании в качестве топлива, обеспечивается снижение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Метанол (Methanol) — спиртовое топливо, получаемое в процессе переработки нефти или каменного угля. При использовании метанола в качестве топлива для ДВС обеспечивается снижение уровня двуокиси углерода в отработавших газах на 5 % по сравнению с бензином. Однако для получения той же мощности требуется вдвое большее количество топлива, чем при использовании бензина.

Этанол (Ethanol) — спиртовое топливо, получаемое из растений, таких как кукуруза, сахарный тростник и др., имеет примерно такие же свойства, как метанол и производит при сгорании меньшее количество оксидов азота и снижение содержания двуокиси углерода на 4 % по сравнению с бензином.

Отработавшие газы ДВС, работающего на этаноле, содержат вредные альдегиды, которые обладают неприятным запахом, вызывают раздражение слизистых оболочек организма человека и не могут быть устранены с помощью каталитических нейтрализаторов.

Водород (H_2) — горючий газ, который при сгорании соединяется с кислородом образуя воду. Водород является наиболее перспективной альтернативой углеводородным видам топлива. Водород также является перспективным топливом для использования в силовых установках на топливных элементах.

Перечисленные альтернативные виды топлива могут в отдельных случаях, использоваться для автомобильных двигателей. Многие производители автомобилей имеют в своей программе выпуск автомобилей, которые могут использовать альтернативные виды топлива. Наиболее распространены автомобили, которые могут использовать наряду с бензином сжиженный газ или природный сжатый газ (Volvo, Vauxhall, Mercedes и др.).

Больших успехов в использовании водорода в качестве автомобильного топлива добилась компания BMW, которая разработала ДВС, работающие на водороде. Двигатели опытных автомобилей BMW 750hL и Mini Cooper

Hydrogen оборудованы системой впрыска жидкого и охлажденного водорода, смешивающегося с воздухом во впускном трубопроводе. Такой подход дает возможность улучшить наполнение цилиндров ДВС топливно-воздушной смесью и свести до минимума загрязнение окружающей среды.

Использование альтернативных видов автомобильного топлива может несколько замедлить перспективу исчерпания мировых запасов нефти, но полностью не решает данной проблемы. Поэтому большинство ведущих мировых производителей автомобилей сейчас вплотную занимаются разработкой силовых установок, где используются альтернативные источники энергии.

7. Электродвигатели

Любой тип электрического транспортного средства нуждается в тяговом приводном электродвигателе, наличие его и является признаком электрического автомобиля. Когда гибридные автомобили и автомобили на топливных элементах заменят автомобили с двигателями внутреннего сгорания, понадобится все больше и больше таких двигателей. Оптимизация их конструкции становится очень важной проблемой.

Одна из проблем, хотя и не самая важная, связанная с использованием первых электромобилей, заключалась в том, что на них устанавливались маломощные электродвигатели с еще более неэффективной системой управления, которые были шумными и имели плохую отдачу. Электрический силовой узел, приемлемый для электрокара, может быть не совместимым с легковым автомобилем. В начале 1990-х казалось, что выбор между электродвигателями переменного и постоянного тока окончательно сбалансировался. Электродвигатели переменного тока в основном имеют большую мощность, но требуют преобразования постоянного тока от аккумулятора в переменный, питающий ток электродвигатель. Прототипы электрических автомобилей, которые появились к 2000 г. (в основном в Японии), применили синхронные двигатели переменного тока, хотя фирма Honda использовала бесщеточный мотор-генератор, установив его между двигателем и трансмиссией на своем гибридном автомобиле Insight, дошедшем до серийного производства. Большинство современных тяговых двигателей переменного тока работают при напряжении в пределах 70-120В, что является результатом компромисса между размерами электродвигателя, его мощностью и электрической безопасностью. Основная часть современных электромобилей использует одноступенчатую трансмиссию за счет способности тягового электродвигателя развивать максимум крутящего момента при очень небольшой скорости. С помощью современной технологии и принудительного охлаждения электродвигатели могут обеспечивать очень высокое соотношение крутящего момента к весу.

Двигатель компании Zytex (Великобритания) создает крутящий момент 60 Н*м при весе всего 13 кг и является достаточно компактным, чтобы быть смонтированным практически в ступице колеса.

Главное место в современной системе управления электродвигателями занимает электроника, а все современные электродвигатели не имеют щеток. На большинстве электромобилей сегодня используется электронное управление двигателями, основанное на высокочастотном принципе. Возможно, более совершенной альтернативой станет векторное управление, которое было продемонстрировано японской фирмой Mitsubishi на своем концептуальном автомобиле и которое обеспечивает еще большую эффективность.

Электрические автомобили могут экономить энергию путем рекуперации (от лат. recuperator — снова получающий, возвращающий). Это достигается переводом тяговых электродвигателей в режим генератора, чтобы запасти часть кинетической энергии, которая теряется (переходит в тепло и рассеивается) во время торможения. Для обеспечения эффективной рекуперации требуется электронное управление, что в итоге позволяет существенно увеличить пробег электрических и гибридных автомобилей.

Таким образом, сегодня можно сказать, что аккумуляторные электромобили имеют право на жизнь, но в основном — в виде технологических транспортных средств с небольшими пробегами. Более перспективными автомобилями являются электромобили на топливных элементах и гибридные автомобили, которые являются промежуточным звеном, которое необходимо при переходе от традиционных автомобилей с ДВС к топливно-элементным конструкциям

8. Топливные элементы

Топливный элемент — это электрохимическое устройство преобразования энергии, которое за счет химической реакции преобразовывает водород и кислород в электричество. В результате этого процесса образуется вода и выделяется большое количество тепла. Топливный элемент очень похож на аккумулятор, который можно зарядить и затем использовать накопленную электрическую энергию.

Изобретателем топливного элемента считают Вильяма Р. Грува, который изобрел его еще в 1839 г. В этом топливном элементе в качестве электролита использовался раствор серной кислоты, а в качестве топлива — водород, который соединялся с кислородом в среде окислителя. Следует отметить, что до недавнего времени топливные элементы использовались только в лабораториях и на космических аппаратах.

В перспективе топливные элементы смогут составить конкуренцию многим другим системам для преобразования энергии (включая газовую турбину на электростанциях) ДВС в автомобиле и электрическим батарейкам в портативных устройствах. Двигатели внутреннего сгорания сжигают топливо и используют давление, созданное расширением выделяющихся при сгорании газов, для выполнения механической работы. Аккумуляторные батареи хранят электрическую энергию, преобразовывая ее затем в химическую энергию, которая при необходимости может быть преобразована обратно в электрическую энергию. Потенциально топливные элементы очень эффективны. Еще в 1824 г. французский ученый Карно доказал, что циклы сжатия-расширения двигателя внутреннего сгорания не могут обеспечить КПД преобразования тепловой энергии (являющейся химической энергией сгорающего топлива) в механическую выше 50 %. Топливный элемент не имеет движущихся частей (по крайней мере, внутри самого элемента), и поэтому они не подчиняются закону Карно. Естественно, они будут иметь больший, чем 50 %, КПД и особенно эффективны при малых нагрузках. Таким образом, автомобили с топливными элементами готовы стать (и уже

доказали это) более экономичными, чем обычные автомобили в реальных условиях движения.

Топливный элемент обеспечивает выработку электрического тока постоянного напряжения, который может использоваться для привода в действие электродвигателя, приборов системы освещения и других электросистем в автомобиле. Имеются несколько типов топливных элементов, различающихся используемыми химическими процессами. Топливные элементы обычно классифицируются по типу используемого в них электролита, который они используют. Некоторые типы топливных элементов являются перспективными для применения их в качестве силовых установок электростанций, а другие могут быть полезны для маленьких портативных устройств или для привода автомобилей.

Щелочной топливный элемент — это один из самых первых разработанных элементов. Они использовались в космической программе США, начиная с 1960-х гг. Такие топливные элементы очень восприимчивы к загрязнению и поэтому они требуют очень чистого водорода и кислорода. Кроме того, они очень дороги, и поэтому этот тип топливного элемента, скорее всего, не найдет широкого применения на автомобилях.

Топливные элементы на основе фосфорной кислоты могут найти применение в стационарных установках невысокой мощности. Они работают при довольно высокой температуре и поэтому требуют длительного времени для своего прогрева, что также делает их неэффективными для использования в автомобилях.

Твердоокисные топливные элементы лучше подходят для крупных стационарных генераторов электроэнергии, которые могли бы обеспечивать электричеством заводы или населенные пункты. Этот тип топливного элемента работает при очень высоких температурах (около 1000 °C). Высокая рабочая температура создает определенные проблемы, но, с другой стороны, имеется преимущество — пар, произведенный топливным элементом, может

быть направлен в турбины, чтобы выработать большее количество электричества, В целом это улучшает суммарную эффективность системы.

Одна из наиболее многообещающих систем — протонно-обменный мембранный топливный элемент — ПОМТЭ (PEMFC — Protone Exchange Membrane Fuel Cell). В настоящий момент этот тип топливного элемента является наиболее перспективным, поскольку он может приводить в движение автомобили, автобусы и другие транспортные средства.

В топливных элементах применяется электрохимический процесс соединения водорода с кислородом, получаемым из воздуха. Как и в аккумуляторных батареях, в топливных элементах используются электроды (твердые электрические проводники) находящиеся в электролите (электрически проводимая среда). Когда в контакт с отрицательным электродом (анодом) входят молекулы водорода, последние разделяются на протоны и электроны. Протоны проходят через протонно-обменную мембрану (ПОМ) на положительный электрод (катод) топливного элемента, производя электричество. Происходит химическое соединение молекул водорода и кислорода с образованием воды, как побочного продукта этой реакции. Единственный вид выбросов от топливного элемента — водяной пар.

Электричество, произведенное топливными элементами, может использоваться в электрической трансмиссии автомобиля (состоит из преобразователя электроэнергии и асинхронного двигателя переменного тока) для получения механической энергии для привода в движение автомобиля. Работа преобразователя электроэнергии заключается в преобразовании постоянного электрического тока, произведенного топливными элементами, в переменный ток, на котором работает тяговый электродвигатель транспортного средства.

Протонно-обменная мембрана топливного элемента (ПОМТЭ) использует одну из самых простых реакций любого топливного элемента

Сначала рассмотрим, как устроен топливный элемент.

Анод, отрицательный полюс топливной ячейки проводит электроны, которые освобождены от водородных молекул, чтобы они могли использоваться во внешнем электрическом контуре (цепи). Для этого в нем гравятся каналы, распределяющие водород равномерно по всей поверхности катализатора. Катод (положительный полюс топливной ячейки) имеет гравированные каналы, которые распределяют кислород по поверхности катализатора. Он также проводит электроны назад от внешнего контура (цепи) до катализатора, где они могут соединиться с водородными ионами и кислородом с образованием воды. Электролит — протонно-обменная мембрана. Это особый материал, похожий на обычный пластик, но обладающий способностью пропускать положительно заряженные ионы и блокировать проход электронов.

Катализатор — специальный материал, который облегчает реакцию между кислородом и водородом. Катализатор обычно изготавливается из платинового порошка, нанесенного очень тонким слоем на углеродистую бумагу или ткань. Катализатор должен быть шероховатым и пористым, для того чтобы его поверхность могла максимально соприкоснуться с водородом и кислородом. Покрытая платиной сторона катализатора находится перед протонно-обменной мембраной (ПОМ).

Газообразный водород (H_2) подается в топливный элемент под давлением со стороны анода. Когда молекула H_2 входит в контакт с платиной на катализаторе, она разделяется на две части, два иона (H^+) и два электрона (e^-). Электроны проводятся через анод, где они проходят через внешний контур (цепь), выполняя полезную работу (например, приводя в действие электродвигатель) и возвращаются со стороны катода топливного элемента.

Тем временем со стороны катода топливного элемента газообразный кислород (O_2) продавливается через катализатор, где он формирует два атома кислорода. Каждый из этих атомов имеет сильный отрицательный заряд, который обеспечивает притяжение двух ионов H^+ через мембрану, где они

объединяются с атомом кислорода и двумя электронами из внешнего контура (цепи) с образованием молекулы воды (H_2O).

Эта реакция в отдельном топливном элементе производит мощность приблизительно 0.7 Вт. Чтобы поднять мощность до требуемого уровня, необходимо объединить много отдельных топливных элементов, чтобы сформировать батарею топливных элементов.

Топливные элементы на основе ПОМ работают при относительно низкой температуре (около 80 °С), а это означает, что они могут быть быстро нагреты до рабочей температуры и не требуют дорогих систем охлаждения. Постоянное совершенствование технологий и материалов, используемых в этих элементах, позволили приблизить их мощность к уровню, когда батарея таких топливных элементов, занимающая небольшую часть багажника автомобиля, может обеспечить энергию, необходимую для привода автомобиля.

На протяжении последних лет большинство из ведущих мировых производителей автомобилей (DaimlerChrysler, GM, Ford, Honda, Toyota и др.) инвестируют большие средства в разработку конструкции автомобилей, использующих топливные элементы. К 1999г. многие из производителей автомобилей продемонстрировали автомобили на топливных элементах с удовлетворительными мощностными и динамическими характеристиками, хотя они имели довольно высокую стоимость. Совершенствование конструкций таких автомобилей происходит очень интенсивно.

Компания DaimlerChrysler в 1994г. впервые представила микроавтобус NECAR I на топливных элементах, в котором оставалось место только для водителя, а все остальное пространство занимал экспериментальный силовой узел. Другой автомобиль NECAR V изготовлен на базе автомобиля Mercedes-Benz А-класса, причем вся силовая установка, вместе с топливными элементами расположена под полом автомобиля

Такое конструктивное решение дает возможность разместить в салоне автомобиля четырех пассажиров и багаж. Здесь в качестве топлива для

автомобиля используется не водород, а метанол. Метанол с помощью реформера (устройства, перерабатывающего метанол в водород), преобразуется в водород, необходимый для питания топливного элемента. Использование реформера на борту автомобиля дает возможность использовать в качестве топлива практически любые углеводороды, что позволяет заправлять автомобиль на топливных элементах, используя имеющуюся сеть заправок. Теоретически топливные элементы не производят ничего, кроме электричества и воды. Преобразование топлива (бензина или метанола) в водород, необходимый для топливного элемента, несколько снижает экологическую привлекательность такого автомобиля. Альтернатива заключается в использовании в автомобиле сжатого или сжиженного водорода, но в этом случае заправка автомобиля не настолько удобна, и, хотя в некоторых странах (США, Япония, Германия) уже существуют водородные заправки, их явно недостаточно для широкого распространения водородных автомобилей. Рано или поздно наступит момент, когда бензин станет очень дорогим, а основные запасы нефти исчерпаются. Кроме того, использование бензина мало поможет в решении проблемы с выбросами CO_2 . Использование водорода может сделать систему на топливных элементах гораздо проще, но потребует решения огромных проблем в связи с хранением топлива, его передачи и распределения, а также выполнения строгих мер по безопасности.

Компания Honda, которая занимается топливными элементами с 1989г., изготовила в 2003 г. небольшую партию автомобилей Honda FCX-V4 с протонно-обменными топливными элементами мембранного типа фирмы Ballard. Эти топливные элементы вырабатывают 78 кВт электрической мощности, а для привода ведущих колес используются тяговые электродвигатели мощностью 60 кВт и с крутящим моментом 272 Н*м. Автомобиль на топливных элементах, по сравнению с автомобилем традиционной схемы, имеет массу примерно на 40 % меньшую, что

обеспечивает ему отличную динамику, а запас сжатого водорода дает возможность пробега до 355 км.

Автомобиль Honda FCX — первый в мире автомобиль на топливных элементах, который прошел государственную сертификацию в США. Автомобиль сертифицирован по нормам ZEV — Zero Emission Vehicle (автомобиль с нулевым загрязнением). Компания Honda не собирается пока продавать эти автомобили, а передает порядка 30 автомобилей в лизинг в шт. Калифорния и г. Токио, где уже существует инфраструктура водородных заправок.

Большие исследования по разработке и созданию автомобилей на топливных элементах проводит компания General Motors. При создании концептуального автомобиля GM Ну Wire было получено 26 патентов.

Основу автомобиля составляет функциональная платформа толщиной 150мм. Внутри платформы располагаются баллоны для водорода, силовая установка на топливных элементах и системы управления автомобиля, использующие новейшие технологии электронного управления по проводам. Шасси автомобиля Ну Wire представляет собой платформу небольшой толщины, в которой заключены все основные элементы конструкции автомобиля: баллоны для водорода, топливные элементы, аккумуляторы, электродвигатели и системы управления. Такой подход к конструкции дает возможность в процессе эксплуатации менять кузова автомобиля.

Компания также проводит испытания опытных автомобилей Opel на топливных элементах и проектирует завод по производству топливных элементов.

Проблеме использования водорода в качестве топлива для автомобилей уделяет много внимания компания BMW. Совместно с фирмой Magna Steyer, известной своими работами по использованию сжиженного водорода в космических исследованиях, BMW разработала топливный бак для сжиженного водорода, который может использоваться на автомобилях

Компания провела серию испытаний на безопасность конструкции по стандартным методикам и подтвердила ее надежность. В сентябре 2002г. на автосалоне во Франкфурте-на-Майне (Германия) был показан автомобиль Mini Cooper Hydrogen, который использует в качестве топлива сжиженный водород. Топливный бак этого автомобиля занимает такое же место, как и обычный бензобак. Водород в этом автомобиле используется не для топливных элементов, а в качестве топлива для ДВС. В 2003г. фирма BMW объявила о выпуске первого серийного автомобиля с топливным элементом BMW 750 hL. Батарея топливных элементов используется вместо традиционного аккумулятора.

Этот автомобиль имеет 12-цилиндровый двигатель внутреннего сгорания, работающий на водороде, а топливный элемент служит альтернативой обычному аккумулятору, обеспечивая возможность работы кондиционера и других потребителей электроэнергии при длительных стоянках автомобиля с неработающим двигателем

Эта же фирма BMW разработала также роботизированные заправочные колонки, которые обеспечивают быструю и безопасную заправку автомобилей сжиженным водородом

Появление в последние годы большого количества разработок, направленных на создание автомобилей, использующих альтернативные виды топлива и альтернативные силовые установки, свидетельствует о том, что двигатели внутреннего сгорания, которые доминировали на автомобилях в течение прошедшего столетия, в конце концов, уступят дорогу более чистым экологически, эффективным и бесшумным конструкциям. Их широкое распространение на данный момент сдерживается не техническими, а, скорее, экономическими и социальными проблемами. Для их широкого применения необходимо создать определенную инфраструктуру по развитию производства альтернативных видов топлива, созданию и распространению новых заправочных станций и по преодолению ряда психологических барьеров. Использование водорода в качестве автомобильного топлива

потребуется решения вопросов хранения, доставки и распределения, с принятием серьезных мер безопасности.

Теоретически водород доступен в неограниченном количестве, но его производство является весьма энергоемким. Кроме того, для перевода автомобилей на работу на водородном топливе необходимо произвести два больших изменения системы питания: сначала перевести ее работу с бензина на метанол, а затем, в течение некоторого времени и на водород. Пройдет еще некоторое время, перед тем как этот вопрос будет решен.

9. Проблемы утилизации старых автомобилей

Ведущие автомобильные страны несколько десятилетий тому назад столкнулись с проблемой утилизации старых автомобилей, изношенных запасных частей и отработанных эксплуатационных жидкостей. Проблема постоянно обостряется, поскольку количество списываемых автомобилей увеличивается. Это связано с политикой автомобилестроительных фирм, направленной (из конкурентных соображений) на снижение сроков постановки на производство новых автомобилей, что провоцирует потребителя чаще (каждые 3-5 лет) покупать новый автомобиль и, следовательно, продавать или сдавать на утилизацию старый.

Нагрузка на окружающую среду от массы списанных автомобилей заставила автомобильный мир разработать концепцию «жизненного цикла» автомобиля (The Total Life Cycle — TLC). Основная идея данной концепции — обеспечить максимально возможное повторное использование деталей, материалов старых автомобилей (Recycling), что рассматривается как возможное:

- повторное использование части деталей и узлов автомобиля;
- использование материалов старого автомобиля после измельчения и обработки для получения новых конструкционных материалов (например, переплавка металлов);
- получение тепловой энергии за счет сжигания некоторых элементов старого автомобиля.

В настоящее время около 75 % массы европейских автомобилей выпуска после 1987 г. пригодно для повторного использования. Но 25 % массы каждого старого автомобиля попадает на свалку, что неприемлемо как с экологической, так и с экономической точки зрения. Для уменьшения этой доли страны Европейского сообщества (ЕС) приняли целый ряд нормативных документов (европейские нормы, директива ЕС), направленных на реализацию комплекса мероприятий, которые позволят повторно использовать до 95 % массы автомобиля. Одно из важнейших направлений

данной программы — создание конструкций новых автомобилей, ориентированных на последующую утилизацию. Это может быть обеспечено тремя путями:

- разработка конструкций деталей, пригодных для повторного использования;
- использование материалов, пригодных для повторного использования;
- использование в конструкции новых автомобилей деталей, полученных при переработке старых.

В связи с этим автомобилестроительные компании используют в конструкции новых автомобилей легкоразъемные соединения (для снижения затрат на разборку), проектируют детали по принципу «одна деталь — один материал», стараются разумно ограничить количество материалов в одном автомобиле, исключают из конструкции особо вредные материалы (свинец, ртуть, кадмий и т. д.).

Для облегчения разборки автомобилей и сортировки деталей с 2000г. в ЕС введена единая маркировка деталей новых автомобилей, а заводы-изготовители обязаны для каждой выпускаемой модели автомобиля разрабатывать инструкции по его разборке для последующей переработки.

10. Экологическая безопасность и методы ее контроля

В России транспорт является одним из самых крупных загрязнителей окружающей среды. Он загрязняет воздух, почвы, поверхностные воды; создает шум и вибрации воздействует на здоровье населения и т.д. Доля транспорта в загрязнение атмосферы в среднем по России около 45%, а в крупных городах достигает 90%. В связи, с чем в зоне недопустимо высокого риска для здоровья проживает не менее 15 миллионов горожан. По оценкам специалистов только от шума, загрязнения воздуха и влияния на климат ежегодный ущерб окружающей среде достигает 170 миллиардов рублей. Транспортный комплекс России, это один из крупнейших загрязнителей атмосферного воздуха. При этом основной ущерб (около 63%) среди всех транспортных средств наносит автомобильный транспорт, причем огромная часть приходится на выбросы вредных веществ - 90%.

Таблица 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортными средствами в России в 2004г.

Вид транспорта	CO	CH	NOx	C	SO2	Pb	Всего
Автомобильный	10890	1535	1601	19,1	120	2,61	14167,7
Речной	16,2	12,1	46,1	4,9	16,2	—	95,5
Морской	12,1	8,3	30,6	2,7	31,7	—	85,4
Воздушный	60	14	72	—	16	—	162
Железнодорожный	32,9	16,3	119,5	—	—	—	176
Промышленный ж/д	8,4	5,8	37	1,8	—	—	53
Дорожные машины	133	26	67	5,8	9,4	—	241,2
Итого	11152,6	1617,5	1973,2	41,6	193,3	2,61	14981

По сравнению с 2003г. суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортным комплексом увеличились на 4,65% и составили в сумме 14981 тыс. т.

Автомобили, оборудованные двигателями внутреннего сгорания (ДВС), расходуют огромное количество моторного топлива и выбрасывают в окружающую среду вредные вещества вместе с выхлопными газами. Эта проблема особенно остро стоит в крупных городах и вблизи автомагистралей. К началу XXI века общий мировой парк легковых автомобилей, по различным оценкам, превысил 530 млн. единиц, увеличившись за последние 10 лет почти на 26%. Значительная доля мирового парка автомобилей приходится на Европу, включая Россию. Доля автомобилей в загрязнении атмосферы окружающей среды крупных городов составляет 80 - 90 %, в несколько раз превышая долю промышленных предприятий. В одной только России транспорт за год выбрасывают в атмосферу около 15 миллионов тонн вредных веществ. Причем ситуация осложняется тем, что выброс токсичных веществ, происходит именно на том уровне, где человек вдыхает воздух. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат около 200 различных компонентов, большинство из которых токсично. Период их существования длится от нескольких минут до 4-5 лет.

Рост численности автомобильного парка и объемов транспортных услуг приводит к заметному увеличению негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду, что в первую очередь проявляется в крупных городах, характеризующихся интенсивным движением транспорта. Именно это является основанием для территориального (регионального) подхода к решению проблемы поэтапного повышения экологических характеристик автомобильного парка.

Российский автопарк растет, а основные показатели (экономичности, экологичности, надежности, безопасности) отстают от мирового уровня. В среднем по стране «возраст» автопарка составляет 10-13 лет, а сами автотранспортные средства отечественного производства, в большинстве случаев, не удовлетворяют современным экологическим требованиям, что в

совокупности с быстрым ростом автомобильного парка приводит к еще большему возрастанию негативного воздействия на окружающую среду.

Низкий уровень экологических характеристик эксплуатируемых в России автомобилей обусловлен следующими основными причинами:

1. Большая часть отечественных автотранспортных средств сертифицирована в соответствии требованиями Правил ЕЭК ООН № 15-04, 83-02А и 49-01, действовавших в Европе до 1992г. Наиболее "старая" (с возрастом более 20 лет), но весьма значительная часть парка (около 10%) вообще не проходила экологическую сертификацию.

2. В небольших количествах на российский авторынок поступают автомобили с каталитическими нейтрализаторами отработавших газов (уровень Евро-1 и выше). Однако приемлемые экологические характеристики этих автомобилей достаточно быстро ухудшаются вследствие отсутствия эффективной системы их контроля в эксплуатации. Кроме того, экологические показатели горючего отстают от мирового уровня и не решена проблема повсеместного гарантированного обеспечения автотранспорта неэтилированным бензином.

3. Автомобили, производимые в России и странах СНГ (за исключением собираемых на их территории автомобилей зарубежного производства), характеризуются низкой конструктивной надежностью, что в условиях неудовлетворительного технического обслуживания и зачастую неэффективного экологического контроля приводит к быстрому росту выбросов загрязняющих веществ в процессе эксплуатации (по данным НИИАТ - в 1,5-4 раза по отдельным веществам).

4. Низким качественным техническим обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств, нехваткой современного оборудования и квалифицированного персонала.

5. Плохими дорожными и сложными климатическими условиями (долгий и холодный зимний период), которые приводят к ускоренному износу узлов и агрегатов автомобилей и как следствие увеличению выбросов.

Транспортный комплекс России продолжает развиваться. Растут объемы перевозок грузов и пассажиров, совершенствуется транспортная инфраструктура. Однако среди всех отраслей экономики транспортный комплекс по-прежнему остается одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Анализ тенденций развития транспортного комплекса России и его воздействий на окружающую среду показывает, что экологически ориентированная транспортная политика должна базироваться на жестких экологических нормативах, соответствующих действующим международным требованиям, и на эффективной системе контроля, за их соблюдением. Одной из наиболее сложных, но актуальных задач транспортной политики является формирование источников финансирования мероприятий, направленных на обновление автомобильного парка и улучшение его экологических и экономических характеристик.

11. Тенденции развития автомобильных трансмиссий

Широкое применение улучшенных систем повышенного трения появившихся в конце 1990-х гг. привело конструкторов автомобилей к разработке концепции «активной трансмиссии». Такая трансмиссия дает возможность изменять устойчивость и управляемость автомобиля путем управления распределением крутящего момента по правым и левым колесам автомобиля, а также, в случае полноприводного варианта, между передними и задними мостами. Распределение крутящего момента регулируется в зависимости от степени проскальзывания муфты, управление осуществляется гидравликой, которая сжимает диски муфты с разной силой, уменьшая или увеличивая величину передаваемого момента на ту или другую сторону. Контролирует работу муфт процессор (ЭБУ), который получает информацию от различных датчиков. Очень многое зависит от программного обеспечения ЭБУ, который должен распределять крутящий момент в зависимости от нагрузки на соответствующие колеса автомобиля. При повороте автомобиля большая часть крутящего момента должна перераспределяться на внешние (относительно центра поворота), более нагруженные, колеса. В полноприводном автомобиле может быть обеспечено распределение крутящего момента к каждому колесу в соответствии с максимально возможным по условиям сцепления с дорогой. Такой подход не сможет исключить возможность потери устойчивости автомобиля, обусловленной возможными ошибками водителя при управлении. Для более совершенной системы компьютер должен получать сигналы, соответствующие углу и скорости поворота рулевого колеса, курсовой скорости и поперечным ускорениям. При наличии точной информации от датчиков и правильного понимания желаний водителя имеется несколько способов, с помощью которых может корректироваться траектория автомобиля в случае сноса (когда автомобиль движется в повороте по более широкой траектории, чем было задумано) или заноса (когда задняя часть автомобиля «обгоняет» переднюю, а автомобиль стремится уйти внутрь желаемой траектории

поворота). Корректировка может производиться с помощью дифференциала или тормозов, а со временем, может быть, и непосредственно с помощью рулевого управления. Но тот же эффект можно получить также с помощью «активной» работы системы распределения крутящего момента. Предположим, что программное обеспечение интерпретирует прямолинейное движение как поворот автомобиля по дуге с бесконечным радиусом, обеспечивая системе возможность применять автоматическую коррекцию, если, например, автомобиль самопроизвольно разворачивается из-за неровности дороги, даже когда водитель и не поворачивает рулевое колесо.

Когда такая система «хочет» скорректировать траекторию поворота при сносе автомобиля с двумя ведущими колесами, она передает дополнительный крутящий момент на внешнее колесо (возможно, при одновременном снижении частоты вращения двигателя), что само по себе будет уменьшать радиус поворота и снижать скорость движения, уменьшая риск выхода из коридора движения, перед тем как траектория будет отрегулирована.

Большой интерес к таким активным системам проявлен в Японии. В 1996г. компания Honda представила свою систему ATTS:

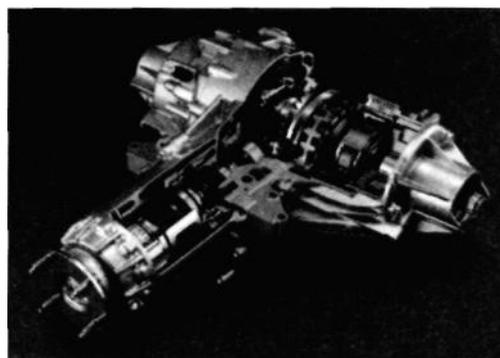


Рис. 11.1 Активная трансмиссия автомобиля Honda.

(Automatic Torque Transfer System — система автоматического распределения крутящего момента) для переднеприводного автомобиля и установила ее на некоторые из своих моделей легковых автомобилей, предназначенных для внутреннего рынка Японии. Отличительной

особенностью системы ATTS является то, что оценка всей информации о поведении автомобиля производится с помощью одного датчика, установленного за центром тяжести автомобиля. Фирма также адаптировала принцип ATTS для использования в главной передаче заднего моста полноприводного автомобиля. Такое размещение имеет то преимущество, что это распределение крутящего момента не влияет на работу рулевого управления (в переднеприводном автомобиле распределение момента может непосредственно влиять на так называемое «чувство руля»).

В полноприводных автомобилях распределение момента между передним и задним мостами оказывает более тонкое влияние. Направление большей доли крутящего момента на передние колеса будет уменьшать существующую избыточную поворачиваемость, и наоборот. В системах с активным управлением тремя дифференциалами перераспределение крутящего момента на колеса одной из сторон автомобиля может улучшить сцепление при движении на повороте, в то время как регулирование распределения момента между мостами может улучшить управляемость автомобиля. Такая сложная система активной трансмиссии предназначена в основном для автомобилей-участников ралли. На обычных автомобилях она обеспечивает поддержание нужного поведения автомобиля при движении и безопасность управления в ситуациях, когда водитель совершил ошибку и не обладает достаточным навыком, чтобы самостоятельно выйти из сложившейся ситуации.

В Японии компании Mitsubishi и Subaru продемонстрировали системы, которые управляют трансмиссией, изменяя курсовой угол автомобиля. К концу 2000г. специалисты компании Prodrive (Великобритания) представили свою собственную систему, которую они назвали Active Torque Dinamic (ATD) — активная динамика крутящего момента. Эта система была разработана для полноприводных автомобилей и может быть выполнена с различными уровнями сложности, в зависимости от поставленной задачи. На простейшем уровне ATD блокирует задний дифференциал в целях

предотвращения развития заноса; эта блокировка распределяет большую величину момента на внутреннее колесо, и траектория движения автомобиля выравнивается. На более высоком уровне управления АТД в нужные моменты обеспечивает подачу оптимальной величины крутящего момента к отдельным колесам. Компания Prodrive утверждает, что система активной трансмиссии действует быстрее, чем тормозные механизмы колес, и воспринимается водителем более естественно. Компания ожидает, что технология АТД будет широко использоваться на мощных полноприводных легковых автомобилях.

Компания Honda разработала и изготовила перспективную активную трансмиссию (рис. 11.1), в которой перераспределение крутящего момента по колесам автомобиля обеспечивается с помощью многодисковых муфт, управляемых мощными электромагнитами.

12. Направление развития конструкции рулевого управления

Наряду с такими традиционными направлениями совершенствования рулевого управления, как повышение его надежности и снижение стоимости производства, в последние годы наметилась тенденция разработки электронных устройств, помогающих водителю оптимально управлять траекторией автомобиля. Одна из таких систем — ESP, другая система, устанавливаемая на некоторых легковых автомобилях BMW, обозначается аббревиатурой AFS — Active Front Steering (активная система управления передними колесами). Система AFS (рис. 12.1) имеет разрезной рулевой вал, обе половины которого соединены с помощью сдвоенного планетарного редуктора. Корпус редуктора может поворачиваться с помощью электродвигателя, который включается по сигналу электронного блока управления, соединенного с датчиками. Таким образом, система AFS, анализирующая параметры криволинейного движения автомобиля в каждый момент времени, может увеличивать или уменьшать угол или угловую скорость поворота управляемых колес, тем самым, помогая водителю оптимально управлять автомобилем.

Развитие электроники позволяет говорить о возможности в будущем перейти на электроуправление поворотом колес автомобиля (система Steer by wire). В таких системах будет отсутствовать механическая связь между рулевым колесом и управляемыми колесами, каждое колесо будет поворачиваться индивидуальным электродвигателем по сигналу ЭБУ. При воздействии водителя на орган управления автомобилем генерируется электрический сигнал, который наряду с сигналами других датчиков анализируется блоком управления. В таких системах традиционное рулевое колесо становится необязательным и может быть заменено, например, джойстиком.

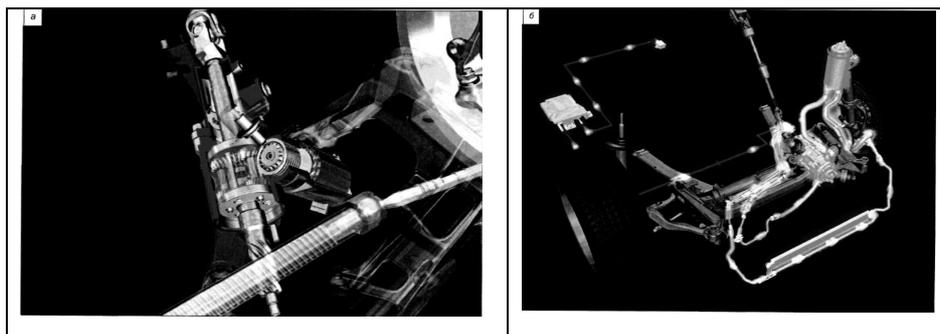


Рис. 12.1 Система AFS: а — рулевой механизм; б — общий вид

13. Перспективные направления развития тормозных систем

Современные антиблокировочные системы АБС положили начало появлению других электронных систем в тормозной системе. Стало общепринятым называть такие системы ЕВМ (Electronic Brake Management) — электронное управление тормозами. Иногда применяется другой термин DBC (Dynamic Brake Control) — динамический контроль торможения. Любая система АБС начинает работать после того, как заблокируется хотя бы одно из колес. При движении автомобиля происходит изменение вертикальных нагрузок, приходящихся на отдельные колеса. Чем больше нагрузка, тем большее тормозное усилие может развить тормозящее колесо. Если учитывать перераспределение вертикальных нагрузок, то можно существенно повысить как эффективность торможения, так и устойчивость автомобиля при торможении. Для этого автомобиль должен иметь надежные датчики, определяющие распределение вертикальных нагрузок по осям и бортам автомобиля, компьютер и соответствующее программное обеспечение. В качестве исполнительного устройства могут использоваться уже существующие сегодня модуляторы АБС.

Другим направлением совершенствования тормозной системы является применение систем ЕВА (Electronic Brake Assist) — электронная система помощи торможению. Система ЕВА впервые была представлена на автомобилях Mercedes, а позже появилась и на автомобилях других фирм. Эта система обеспечивает максимально возможную эффективность при экстренном торможении. Для вступления ее в действие компьютер определяет начало торможения в аварийном режиме, а для этого он должен проанализировать целый ряд факторов.

Так, например, на автомобилях BMW такая система активизируется только в том случае, если выполняются следующие условия:

- давление в главном тормозном цилиндре составляет более 3 МПа;
- нарастание давления происходит со скоростью более 600 МПа/с;
- скорость автомобиля составляет более 5 км/ч;

- автомобиль не движется задним ходом;
- хотя бы одно из колес не работает в режиме ABS (блокируется).

Только при выполнении всех этих условий компьютер дает команду на экстренное торможение. Система отключается, когда водитель отпускает тормозную педаль или скорость автомобиля падает до 5 км/ч.



Рис. 13.1 Электронные системы управления торможением

Системы электронного управления торможением получают все более широкое распространение в тормозных системах современных автомобилей. Так, тормозная система новой модели автомобиля Range Rover включает семь различных электронных систем (рис. 13.1).

Наряду со ставшими уже привычными ABS — антиблокировочной системой, DSC — системой поддержания устойчивости и ETS — противобуксовочной системой, имеются дополнительные:

- HDC (Hill Descent Control) — система автоматического притормаживания на спуске;
- EBD (Electronic Brake Distribution) — электронное распределение тормозных сил по осям автомобиля;
- CBC (Cornering Brake Control) — система распределения тормозных сил по бортам автомобиля на поворотах;
- EBA (Electronic Brake Assist) — система для экстренного торможения.

Работой всех этих систем управляет один электронный блок, который объединен в одном корпусе с гидравлическим модулем системы ABS и DSC, и соединен коммуникационными линиями с другими электронными блоками: управления двигателем, коробкой передач, раздаточной коробкой, пневматической подвеской. Гидравлический модуль формирует величину

давления тормозной жидкости в трубопроводах тормозной системы по сигналам блока управления, который вырабатывает их, анализируя данные, полученные от датчиков: частоты вращения колес, давления в тормозной системе, положения тормозной педали, угла поворота рулевого колеса, боковых и продольных ускорений.

Тормозные системы автомобилей могут стать еще более совершенными при широком применении так называемых систем торможения по проводам (BBW — Brake By Wire). В такой системе механическая связь между тормозной педалью и исполнительными устройствами отсутствует, а командный сигнал от водителя передается по кабелю. Система BBW может быть полностью электрической, с электромеханическими тормозными механизмами или комбинированной, в которой используются электрогидравлические устройства. Полностью электрические тормозные системы, скорее всего, начнут применяться только после перехода на электрооборудование автомобиля с напряжением 36 В. Электрогидравлические системы могут использоваться на переходном этапе. В таких системах давление жидкости создается гидравлическим насосом с электроприводом, а торможением управляют электромагнитные клапаны, получающие сигналы от компьютера. При таком варианте имеется возможность использовать существующие тормозные механизмы.

Компания BMW создала экспериментальный автомобиль с полностью электрическим тормозным приводом, использующим принцип BBW. Тормозные колодки прижимаются к тормозному диску шарико-винтовой передачей, которая приводится с помощью высокоскоростного электродвигателя.

Автомобиль продемонстрировал отличные тормозные свойства при исключительной плавности работы ABS, в которой было применено аналоговое управление, взамен привычного импульсного.

Автомобили с полностью электрической системой BBW имеют целый ряд преимуществ:

- уменьшение тормозного пути;
- регулируемая тормозная педаль (можно регулировать ее положение под конкретного водителя);
- отсутствие вибраций на педали;
- бесшумность работы;
- отсутствие гидравлики;
- меньшее количество деталей, компактность и простота сборки;
- снижение повреждений при аварии;
- способность обеспечить выполнение всех функций наиболее совершенных систем АБС, ESP, TCS, ЕВА, EBD и т. д.;
- дополнительные функции EPB (Electronic Parking Brake — электронный стояночный тормоз) и др.;
- хорошо сочетается с перспективными системами управления транспортом.

Отдельно следует остановиться на двух последних пунктах.

Стояночные системы с электронным управлением уже не являются делом будущего. Некоторые производители выпускают такие устройства, и они могут быть установлены на существующие автомобили.

Такие системы бывают двух типов — простые и автоматические APB (Automatic Parking Brake). В первом случае исполнительный агрегат, состоящий из электродвигателя, редуктора и блока управления, встраивается в привод управления стояночной тормозной системой, и водитель управляет его работой с помощью кнопки. При автоматической работе стояночная система включается при каждой остановке автомобиля и выключается, когда водитель нажимает педаль «газа». Такие стояночные системы уже серийно устанавливаются на некоторые автомобили Jaguar. Использование систем ВВW дает возможность легко сочетать их с разрабатываемыми системами управления транспортом, в которых может использоваться «интеллектуальный» круиз-контроль, когда система сама поддерживает безопасное расстояние в потоке транспорта и вмешивается в работу тормозной системы, обеспечивая при необходимости полную остановку автомобиля.

14. Тенденции развития систем безопасности автомобиля

Разработка систем безопасности автомобиля идет постоянно. Каждый год появляются системы (в основном электронные), которые делают автомобиль все более безопасным как для водителя и пассажиров, так и для других участников дорожного движения и пешеходов. На сегодняшний день основным направлением повышения безопасности является увеличение «зоны безопасности» вокруг автомобиля электронными средствами. Уже имеются системы, обнаруживающие близлежащие, но не видимые водителю объекты. Эти системы, в частности, помогают водителю при парковке автомобиля.

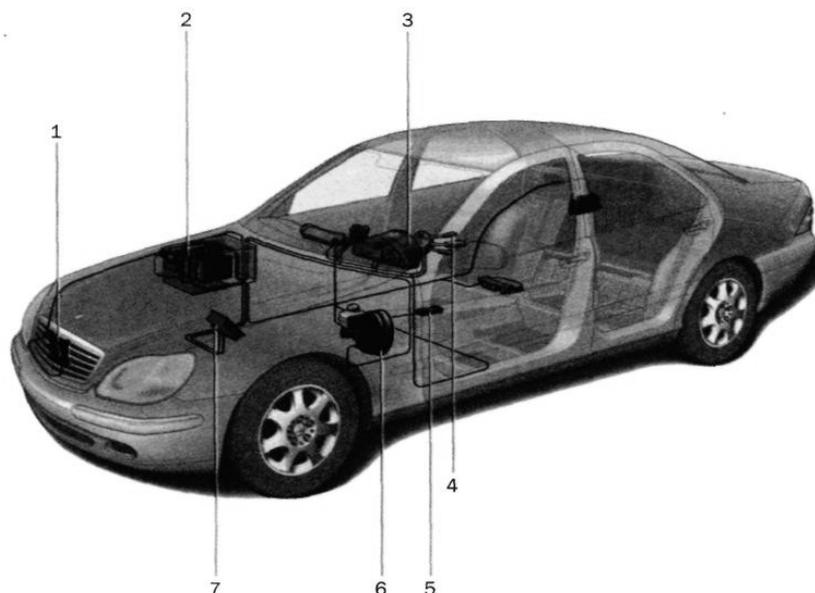


Рис.14.1. Система раннего предупреждения о возможности столкновения DISTRONIC: 1 — радарный датчик расстояния; 2 — блоки управления двигателем, трансмиссией и ESP; 3 — приборный щиток с дисплеем DISTRONIC; 4 — рычаг круиз-контроля; 5 — контрольный блок; 6 — вакуумный усилитель; 7 — блок управления DISTRONIC

Аналогичные системы могут использоваться для обнаружения движущихся объектов. Например, в случае бокового столкновения должен быть чрезвычайно малый промежуток времени между моментами удара и наполнения боковой подушки. Если бы датчик мог предупреждать даже за долю секунды до столкновения, можно было бы обеспечить лучшую защиту.

Даже при лобовом столкновении раннее предупреждение может сыграть положительную роль для вычисления характера и серьезности столкновения и создать наиболее оптимальное срабатывание систем безопасности (подушек, натяжителей ремней и т.д.). Раннее предупреждение удара сзади может обеспечить наилучшее срабатывание системы активных подголовников. Поэтому сейчас многие исследователи занимаются созданием защитного пространства вокруг автомобиля с помощью электроники, использующей датчики, сканирующие пространство вокруг автомобиля в различных направлениях. Например, система *distronic* (рис. 14.1) автомобиля Mercedes-Benz S-класса может автоматически поддерживать расстояние до впереди идущего автомобиля и при необходимости сбрасывать обороты двигателя, включать торможение и систему ESR.

Подобные системы, даже по современным стандартам, должны быть чрезвычайно «умными». Они должны учитывать случаи, когда подушки безопасности не должны срабатывать, например: автомобиль припарковался очень близко к другому автомобилю, или к стене гаража, или даже случайно задел другой автомобиль. Для создания работоспособных систем безопасности такого типа нужно решить еще очень много проблем, но это направление является наиболее важным из числа тех, которые призваны модернизировать системы защиты.

Список использованной литературы

1. Автокаталог «Мир легковых автомобилей». – М.: Издательство «За рулём», 2008г.
2. Автомобильный справочник «Bosch» - М: Издательство «За рулем», 2002г.
3. Бахмутов С.В., Карунин А.Л., Селифонов В.В., Карпухин К.Е., Круташов А.В., Ломакин В.В., Баулина Е.Е., Урюков Ю.В. Конструктивные схемы автомобилей с гибридными силовыми установками. Учебное пособие. - М.: МГТУ «МАМИ» 2007г.
4. Болштянский А.П., Зензин Ю.А., Щерба В.Е. Основы конструкции автомобиля. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Легион-Автодата, 2005г.
5. Долматовский Ю.А. Автомобиль за 100 лет. – М.: Издательство «Знание».
6. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. - М.: Издательство «За рулем», 2005г.
7. Шугуров Л.М. Автомобили России и СССР.– М.:ИЛБИ, 1994 г.
8. Данные Интернет порталов производителей автомобилей и компонентов.
9. Карунин А.Л. "Конструкция автомобиля. Шасси" учебник для Вузов. М: 2000 г.
10. Вахламов В.К. Техника автомобильного транспорта. М.: Издательский центр "Академия", 2004 г.

Для заметок

Учебное издание

Ломакин Владимир Владимирович
Карпухин Кирилл Евгеньевич
Кондрашов Владимир Николаевич

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Подписано в печать 22 .12.2008 Заказ 99-08 Объем 5 п.л. Тираж 250
Бумага типографская Формат 60x90/70
МГТУ «МАМИ», 107023, Москва, Б. Семёновская ул., дом 38