

Специальное приложение журнала "Изобретатель"  
**НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ**

**Тенденции развития современного  
легкового автомобиля**

Tendencies of development of the modern car

Савич Е.Л., Кручек А.С.

Savich E., Kroutchek A.

Белорусский национальный технический университет

**Аннотация.** Рассмотрены конструктивные особенности современных легковых автомобилей по основным направлениям дорожной и экологической безопасности, комфорта и снижения расхода топлива.

**The summary.** In the article construction features of modern cars on basis directions of road and ecology safety, comfort and decrease of fuel consumption are look.

**Введение.** Трудно представить современный мир без автомобиля, который является неотъемлемой составляющей жизни общества. За 125 лет существования автомобиля он претерпел существенные изменения. По прогнозам специалистов в ближайшее десятилетие только 15...18 % изменений конструкции автомобилей будет отдано механике, основные изменения будут касаться электронных систем управления автомобилем.

**Основная часть.** Конструкция современного авто-

мобиля развивается одновременно в следующих направлениях: обеспечение безопасности водителя и пассажиров; снижение расхода топлива и загрязнения окружающей среды; улучшение динамических свойств автомобиля и его проходимости; комфортность для водителя и пассажиров.

**Системы безопасности современного легкового автомобиля** подразделяются на активные, пассивные и вспомогательные.

**Активная безопасность автомобиля** — комплекс его свойств, снижающих возможность возникновения дорожно-транспортных происшествий.

**Пассивная безопасность** — конструктивные мероприятия, направленные на сведение к минимуму вероятности ранений человека при ДТП.

**Вспомогательные средства безопасности** дополняют основные системы безопасности.

**Активная безопасность автомобиля.** В настоящее время согласно международным требованиям все автомобили должны быть оборудованы *системой стабилизации управления автомобилем или системой курсовой устойчивости (ESP)* – аббревиатура Европы и США), которая предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля за счет заблаговременного определения и устранения критической ситуации.

ESP позволяет удерживать автомобиль в пределах заданной водителем траектории при различных режимах движения (разгоне, торможении, движении по прямой, в поворотах и при свободном качении).

ESP включает ряд составляющих его систем. Основной системой является *антиблокировочная тормозная система (ABS)*. Главным назначением ABS является предотвращение блокировки колес, что уменьшает тормозной путь и повышает устойчивость автомобиля при торможении. Кроме этого производится перераспределение усилий при торможении, чтобы колёса передней оси блокировались раньше колёс задней оси. ESP уменьшает разворачивающиеся моменты, стремящиеся повернуть автомобиль относительно вертикальной оси при торможении на участках дорожного полотна с различными сцепными свойствами (выбоины, заполненные щебнем; разная степень износа дорожного полотна). Если колеса автомобиля начинают буксовать, буксующее колесо начинает подтормаживать, что приводит к автоматической блокировке дифференциала и прекращению буксования колес.

Тормозная система современного автомобиля может автоматически подтормозить в случае необходимости, если дистанция между впереди идущим автомобилем критическая, а водитель не начал торможение. Автоматически может усиливаться давление на тормозную педаль, если водитель нажимает на нее слабо, делая это во много раз быстрее, чем на то способен человек. Эта же функция тормозной системы предотвращает недостаточное сцепление тормозных колодок с тормозными дисками, возникающее при нагреве.

В ESP может применяться система удаления влаги с тормозных дисков, при кратковременном повышении давления в контуре передних колес, за счет чего тормозные колодки прижимаются к дискам и происходит испарение влаги.

ESP позволяет автоматически стабилизировать поперечное положение кузова в поворотах за счет автоматического изменения хода подвески и подтормаживания отдельных колес.

В систему ESP входит и рулевое управление с электрическим усилителем, пришедшим на смену гидравлическому. В случае необходимости может производиться дополнительное подворачивание рулевого колеса в нужную сторону с помощью электродвигателя рулевого управления. Применение динамического рулевого управления изменяет передаточное отношение рулевого механизма в зависимости от скорости движения автомобиля и угла поворота рулевого колеса.

Чтобы обеспечить комфортное и безопасное трогание автомобиля, находящегося на подъеме, в современных легковых автомобилях применяется тормозная система, которая *облегчает трогание на подъеме*, позволяя выполнить его, не прибегая к помощи стояноч-

ного тормоза.

Для снижения утомляемости водителя при дальних поездках в легковых автомобилях используется *активный круиз-контроль*, автоматически настраивающий скорость в целях поддержания надлежащего расстояния между транспортными средствами в той же полосе движения.

Для исключения аварии при перестроении в другой ряд в автомобилях применяется *система смены полосы движения*, которая предназначена для наблюдения за ситуацией в соседних рядах и позади автомобиля, предупреждая водителя об опасности при обгоне и перестроении автомобиля контрольной лампой или вибрацией рулевого колеса.

*Электромеханический усилитель рулевого управления* с электронным управлением позволяет поддерживать возврат управляемых колес в среднее положение в зависимости от давления воздуха в шинах, разной степени износа протектора, бокового ветра, поперечного уклона дороги.

В целях облегчения и безопасности парковки, что особенно актуально в настоящее время для больших городов, применяются *системы парковки*. Они

подразделяются на *предупреждающие системы* (звуковую, систему с одной видеокамерой заднего вида и систему с несколькими видеокамерами), а также *систему автоматической парковки*. Последняя, осуществляет не только осмотр пространства вокруг автомобиля, но и самостоятельно поворачивает рулевое колесо с электроусилителем рулевого управления при парковке автомобиля задним ходом. Водитель при этом управляет во время парковки педалями акселератора, сцепления или тормоза. При необходимости в любой момент времени водитель может взять на себя контроль рулевого управления и прервать процесс автоматической парковки.

Широкое распространение в современных легковых автомобилях находят *адаптивные системы освещения*, автоматически приспособляющиеся к дорожной обстановке и желаниям водителя. Самое простое решение – дополнительная «боковая» лампочка или комплект светодиодов, которые загораются при повороте рулевого колеса или включенном указателе поворотов на скорости до 70 км/ч, позволяя освещать дорогу по направлению поворота.

В целях недопустимости ослепления встречных водителей легковые автомобили могут оборудоваться автоматической *системой отключения дальнего света*. Распознавание дорожной обстановки впереди автомобиля осуществляется видеокамерой дальнего света, расположенной в основании внутреннего зеркала заднего вида, жёстко закреплённого на ветровом стекле.

Более совершенной является *автоматическая коррекция дальности света фар*. Такая система плавно переключает ближний и дальний свет фар в зависимости от фактических условий окружающей среды и дорожной обстановки.

Для исключения ослепления встречных водителей применяется *инфракрасное освещение дальним светом*, который встречный водитель не видит. Инфракрасный свет освещает дорогу на 300 м и обстановка на дороге наблюдается через специальную видеокамеру.

В зависимости от загрузки в салоне, чтобы исключить ослепление встречных водителей фарами, современные легковые автомобили оснащаются фарами с устройством автоматического регулирования наклона фар.

К активной безопасности современного автомобиля следует отнести и *безопасные шины* (с усиленными боковинами, с несколькими герметизирующими слоями, самозаклеивающиеся).

**Пассивная безопасность.** Для обеспечения безопасности, как пассажиров, так и остальных участников дорожного движения, автомобиль должен быть оборудован целым рядом систем. Важнейшими компонентами системы пассивной безопасности современных автомобилей являются:

*травмобезопасная рулевая колонка и узел педалей; система ремней безопасности с натяжителями; активные подголовники; система подушек безопасности; устойчивый к деформации кузов; аварийный выключатель АКБ; изготовление травмобезопасных конструкций кузовов и применение при их изготовлении мягких материалов, например алюминия.*

**Вспомогательные средства безопасности.** Для того, чтобы при опоздании влаги на стекле включить стеклоочиститель в зависимости от количества осадков с нулевого положения до максимального цикла очищения, или включать фары в зависимости от условий освещения в автомобилях применяется датчик дождя и освещенности.

Исследования показывают, что при ослеплении ярким светом через зеркало заднего вида наблюдается кратковременная потеря зрения и увеличивается время реакции водителя. В связи с этим, в автомобилях находят все более широкое распространение специальные темнеющие зеркала заднего вида, не допускающие ослепление водителей светом фар сзади движущегося транспортного средства.

**Снижение расхода топлива и загрязнения окружающей среды.** Этот путь развития современного легкового автомобиля направлен на совершенствование процессов смесеобразования и сгорания топлива в двигателе, применение новых конструкций трансмиссии, снижение массы автомобиля. Основными методами совершенствования процессов смесеобразования современных двигателей являются следующие.

**Изменение фаз газораспределения.** Суть метода состоит в том, что распределительный вал вращается не синхронно с коленчатым валом, а может поворачиваться на определенный угол, изменяя тем самым время открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов, оптимизируя процессы впуска и выпуска.

**Изменение высоты подъема клапана.** Этот способ применяется для улучшения наполнения цилиндра двигателя.

**Турбонаддув и интеркуллер.** Мощность, развиваемая двигателем, зависит от количества воздуха и смешанного с ним топлива, которое может быть подано в двигатель. Для увеличения количества воздуха подаваемого в цилиндры в двигателях современных автомобилей применяют подачу воздуха под давлением с помощью турбокомпрессора и охлаждение воздуха с помощью интеркуллера.

**Системы впрыска бензиновых двигателей (инжекторные).** В легковых автомобилях применяются 2 вида таких систем: система впрыска во впускной трубопровод с давлением впрыска 3 кгс/см<sup>2</sup> и система впрыска непосредственно в цилиндры двигателя с давлением впрыска 30...120 кгс/см<sup>2</sup>. Вторая система обеспечивает работу двигателя на сверхобедненных смесях и соответственно обеспечивает более экономичную работу двигателя, однако вследствие своей сложности более дорогая, чем первая. Воспламенение топливовоздушной смеси в обеих системах осуществляется свечой зажигания.

**Системы зажигания современных легковых автомобилей микропроцессорные.** В таких системах отсутствует прерыватель-распределитель и прерывание цепи низкого напряжения осуществляется с помощью электронного блока управления. При этом на каждый цилиндр устанавливается комплект – индивидуальная катушка-свеча, что позволяет на каждый цилиндр устанавливать индивидуальный угол опережения зажигания.

**Системы питания дизельных двигателей** осуществляют впрыск топлива непосредственно в цилиндры двигателя без впрыска в предкамеры. Топливо нагнетается в специальный гидроаккумулятор, после чего подается в электро или пьезогидравлические форсунки, а оттуда при давлении до 2600 кгс/см<sup>2</sup> в цилиндры. Такие системы носят название Common Rail. Применение пьезогидравлических форсунок, имеющих очень маленькое время срабатывания, позволяет осуществить до 7 впрысков за один ход поршня. За счет этого расход топлива и токсичность отработавших газов снижаются.

**Трансмиссия.** Основным направлением развития трансмиссии легковых автомобилей является изменение конструкций коробок передач. До сих пор могут устанавливаться традиционные механические коробки, которые, однако, имеют более высокий спектр количества передач. Вместо традиционных 4-5 передач применяются 6-8 передач. Автоматические гидромеханические коробки получили электронное управление и многоступенчатость.

Производители современных автомобилей в целях повышения экономичности и комфортности внедряют в производство механические коробки передач с электронным управлением (*автоматические механические коробки передач или роботизированные*) не уступающие по комфортности электрогидравлическим коробкам передач, но обладающими меньшими потерями на привод трансмиссии.

**Снижение массы автомобиля.** Одним из действенных методов уменьшения потребления топлива легковыми автомобилями, а значит и токсичностью, особенно для уменьшения выбросов CO<sub>2</sub>, является нормирование, которое обязательно при внедрении Euro 6, снижение их массы, преимущественно за счет кузова. Для снижения веса кузова, при сохранении его прочности, в современных автомобилях применяют высокопрочную тонколистовую сталь, доля которой в верхней и нижней частях кузова составляет 50...60%, а также алюминий и материалы из пластика.

Снижение массы осуществляется также за счет применения легких материалов и для агрегатов автомоби-

ля, например, изготовление головок блока, поршней и даже цилиндров из алюминиевых сплавов, шатунов из титана. Отдельные детали двигателей, например, валы коробки передач, распределительный вал, для снижения массы, изготавливаются пустотелыми. Традиционные шестерни выполняются в виде спиц и т.д.

Снижение выбросов токсичных веществ кроме путей указанных выше осуществляется следующими способами.

*Рециркуляция отработавших газов.* Суть способа заключается в том, что часть отработавших газов из выпускной системы направляется во впускную систему. Это делается для того, чтобы в поступающем в цилиндре воздухе уменьшить количество кислорода, для снижения оксидов азота при сгорании.

*Каталитическая нейтрализация.* Действие каталитического нейтрализатора основано на беспламенном поверхностном окислении (дожигании) токсичных веществ в присутствии катализатора (платина, палладий). В результате этого процесса дожигаются продукты неполного сгорания СН и СО и разлагаются оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ).

*Сажевые фильтры* применяются для снижения выброса сажевых частиц (дымности) отработавших газов дизелей.

*Селективное каталитическое восстановление.* Наиболее эффективным методом снижения выбросов  $\text{NO}_x$  в отработавших газах является добавка в них раствора мочевины с концентрацией 32,5% по массе. Содержащиеся в отработавших газах оксиды азота в катализаторе восстановления превращаются в азот ( $\text{N}_2$ ) и воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

*Улавливание топливных паров из топливного бака бензинового двигателя* осуществляется с помощью адсорбера (емкость с активированным углем) для снижения выбросов углеводородов от испаряющегося топлива.

*Система подачи дополнительного воздуха в выпускной трубопровод* служит для дожигания продуктов неполного сгорания.

Началось серийное производство *гибридных автомобилей* представляющих собой комбинацию двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя-генератора. Применение гибридных автомобилей стало очень актуально в связи с ограничениями выбросов  $\text{CO}_2$ , и постоянно снижающихся запасов ископаемых источников энергии.

**Комфортность для водителя и пассажиров.** Комфорт – одно из основных потребительских качеств современного автомобиля, который реализуется в автомобиле с помощью различных механических и электронных систем, именуемых системами комфорта. Состав систем комфорта различается в зависимости от класса автомобиля. Ниже приводятся основные системы комфорта.

*Климат-контроль.* Широкое распространение получили в настоящее время кондиционеры с электронным управлением – системы климат-контроля. Такие системы позволяют автоматически поддерживать индивидуально заданную температуру для каждого места в салоне.

*Индивидуальные отопители-подогреватели,* работающие на том же топливе, что и двигатель автомобиля, обеспечивая запуск двигателя, прогретый салон и свободные от льда и снега стекла ещё до начала поездки.

Для определения нахождения автомобиля в текущий момент и маршрута движения широкое распространение нашли *навигационные системы.*

К системам комфорта современных легковых автомобилей можно отнести также

- удобство управления автомобилем (автоматические коробки передач, рулевые управления с усилителями, опции тормозной системы и др.);
- голосовое управление климат-контролем, аудио и телевизионной связью и др.

**Заключение.** Рассмотрены тенденции развития легковых автомобилей актуальные на настоящее время. Будущее за автоматизацией управления автомобилем и замещением функций человека в управлении автомобилем, при минимальном воздействии на окружающую среду.