

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 22.12.2021 15:43:36
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов



РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТО- МОБИЛИЗАЦИИ

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Курск 2018

УДК 621.4

Составители: А.Ю. Алтухов, Е.В. Агеева

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *Е.В. Агеев*

Развитие и современное состояние автомобилизации: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Юго- Зап. гос. ун-т; сост.: А.Ю. Алтухов, Е.В. Агеева. Курск, 2018. 80 с.

Методические указания содержат весь необходимый материал для выполнения практических работ по дисциплине «Развитие и современное состояние автомобилизации».

Приведены содержание и объём практических работ, а также методика их проведения. В методические указания включены вопросы для повторения пройденного материала.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 23.03.03.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 4,4 Уч.-изд.л 3,6. Тираж 50 экз. Заказ. 1430 Бесплатно

Юго–Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Оглавление

Введение	4
Требования к выполнению отчета	5
<i>Практическое занятие № 1. Механические средства передвижения. Паровые автомобили</i>	<i>7</i>
<i>Практическое занятие № 2. Двигатели внутреннего сгорания автомобилей. Бензиновые, дизельные, гибридные.....</i>	<i>13</i>
<i>Практическое занятие № 3. Трансмиссии автомобилей. Гидромеханические трансмиссии, вариаторы, роботизированные трансмиссии, роботизированные трансмиссии с двумя сцеплениями, механические трансмиссии, дифференциалы, электронноуправляемые дифференциалы.</i>	<i>27</i>
<i>Практическое занятие № 4. Электронные системы автомобилей. Системы поддержания курсовой устойчивости автомобилей, антиблокировочная система, мультимедийные системы в автомобилях, системы помощи водителю, системы активной безопасности в автомобилях, системы превентивной безопасности в автомобилях.....</i>	<i>46</i>
<i>Практическое занятие № 5. Кузова современных автомобилей. Требования к конструкции и материалам. Технологии сварки, сборки, окраски.....</i>	<i>67</i>
<i>Практическое занятие № 6. Автомобили будущего.</i>	<i>73</i>
Перечень вопросов для подготовки к зачету.....	78
Библиографический список литературы.....	80

Введение

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Развитие и современное состояние автомобилизации». Данная дисциплина занимает особое место в процессе формирования специалистов в области автомобильного транспорта. Поэтому глубокие знания, полученные в процессе освоения данной дисциплины, напрямую связаны с высоким качеством подготовки специалистов-транспортников.

Настоящие методические указания предназначены для проведения практических занятий по дисциплине «Развитие и современное состояние автомобилизации», являющихся основой получения практических и закрепления теоретических знаний.

Практические занятия по дисциплине «Развитие и современное состояние автомобилизации» проводятся с целью привития студентам твёрдых знаний по современному состоянию автомобилизации. В методических указаниях приведены материалы по проведению занятий, для каждого из которых отмечены последовательность выполнения, а так же даются все необходимые материалы для выполнения задания.

Требования к выполнению отчёта

На первом занятии, студентам сообщают содержание и цели занятий по дисциплине, проводят инструктаж по технике безопасности, знакомят с документацией и организацией рабочих мест, графиком выполнения работ.

Предварительной подготовкой к занятиям студенты занимаются дома. При домашней подготовке необходимо изучить содержание занятия по методическим указаниям и повторить теоретический материал. При незнании теоретических выкладок студенты к выполнению занятия не допускаются.

После выполнения задания студенты предъявляют преподавателю отчет. После защиты результатов работы и оценки ее качества преподавателем студенты допускаются к следующей работе.

Отчет по занятиям выполняется на писчей бумаге стандартного формата А4 (297×210). Все листы сшиваются в папке скоросшивателем или переплетаются. Допускается выполнение отчета в общей тетради.

Содержание отчета следует иллюстрировать таблицами, схемами, рисунками и т.д. Графическому материалу по тексту необходимо давать пояснение в виде ссылок на рисунки и схемы, а внизу под графическим материалом обязательно выполнять подрисовочную надпись.

В тексте отчета не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых.

В отчете используется сплошная нумерация страниц. На титульном листе номер страницы не проставляется.

Титульный лист является первой страницей отчета и заполняется по определенным правилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения и кафедры, по которой выполняются работы.

В среднем поле пишется: «Отчет по практическим занятиям по дисциплине...» Далее ближе к левому краю указываются фамилия, имя и отчество студента, курс, группа (шифр), а к правому краю (чуть ниже) указываются фамилия, имя, отчество преподавателя, а также его ученая степень и ученое звание.

В нижнем поле указывается место выполнения и год выполне-

ния (без слова «год»).

Титульный лист оформляется печатным шрифтом (или набранным на компьютере). В случае выполнения отчета в тетради титульный лист оформляется печатным шрифтом от руки.

После титульного листа помещается содержание (оглавление), где приводятся все заголовки работ и указываются страницы, на которых они помещены. Необходимо помнить, что все заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом, а заголовки последующей ступени сдвигают на три – пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени.

Различного рода вспомогательные или дополнительные материалы помещают в приложении.

Схемы, рисунки, графики необходимо выполнять карандашом, черной пастой или тушью на листах писчей, чертежной или миллиметровой бумаги, которые вкладываются в отчёт. При необходимости можно использовать листы нестандартного формата.

Практическое занятие № 1

Тема: Механические средства передвижения.

Паровые автомобили.

Цель занятия – изучить назначение, конструкцию и принцип действия механических средств передвижения и паровых автомобилей.

Методические указания

В начале занятия студентам необходимо тщательно изучить информационный материал, после чего кратко изложить изученный материал в тетради для практических занятий.

Краткие теоретические сведения

Механические средства передвижения

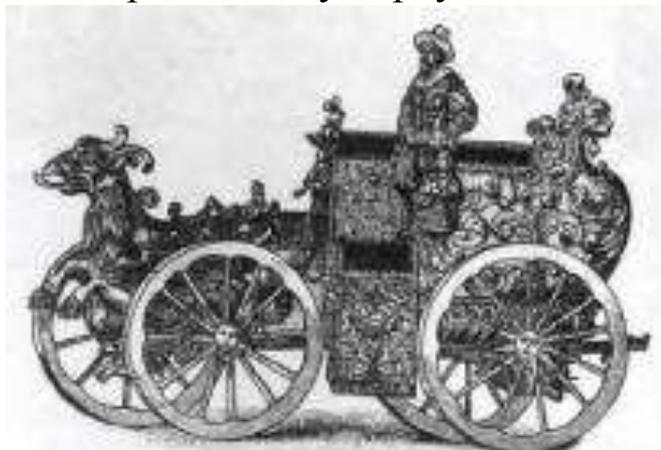
В понимании современного человека слово "автомобиль" означает транспорт, который оснащен автономным двигателем (это может быть и двигатель внутреннего сгорания, электрический и даже паровой котел). Пару веков назад автомобилем называли все «самодвижущиеся повозки».



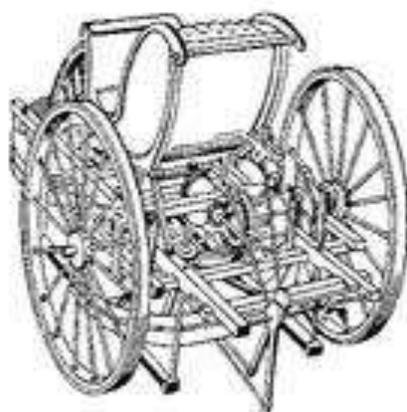
Люди пользовались механическими средствами передвижения еще задолго до изобретения автомобиля. В качестве движущей силы пытались использовать и мускулы человека, и даровые ресурсы. Вот, например, в древнем Китае были сухопутные повозки с парусами, которые приводились в движение силой ветра. В Европу такое новшество пришло только в 1600х годах, благодаря конструктору Симону Стевину.

Нюрнбергским часовщиком И. Хаучем была построена механическая повозка, источником движения которой была большая часовая пружина. Одного завода такой пружины хватало на 45 минут езды. Эта повозка действительно передвигалась, однако находились скептики, которые утверждали, что внутри нее спрятаны два человека, приводящие ее в движение. Но, несмотря на это, она

все-таки была куплена королем Швеции Карлом, который пользовался ею для поездок по королевскому парку.



Согласно книге, изданной в Париже в 1793 году, автором которой был Озанам, уже в течение нескольких лет по Парижским улицам ездил коляска, приводимая в движение лакеем, который нажимал на подножки, расположенные под кузовом.



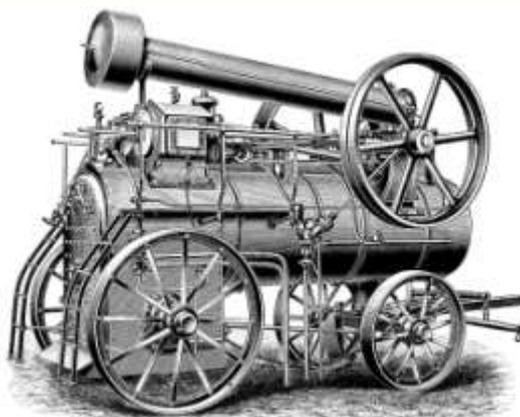
В России (XVIII века) были изобретены две конструкции механических экипажей: самобеглая коляска Л.Л. Шамшуренкова (1752 г.) и самокатка И.П. Кулибина (1791 г.). Подробного описания самобеглой коляски не сохранилось, но известно, что ее испытания успешно состоялись 2 ноября 1752 году. По изобретению И.П. Кулибина сохранилась куда больше информации: она представляла собой трехколесную педальную коляску с маховиком и трехскоростной коробкой смены передач. Холостой ход педалей осуществлялся за счет установленного между педалями и маховиком храпового механизма. Ведущими колесами считались два задних, а управляемым – переднее. Вес коляски (вместе со слугой и пассажирами) составлял 500 кг, а развиваемая ей скорость – до 10 км/ч.

Позднее, русский изобретатель Е.И. Артамонов (крепостной слесарь Нижнетагильского завода) в 1801 году построил первый двухколесный металлический велосипед.

Следующим этапом в развитии автомобилестроения стало появление паровых машин.

Паровые автомобили

Начнем с того, что еще в семнадцатом веке пар стали рассматривать как средство для привода, проводили с ним всяческие опыты, и лишь только в 1643 году Эванджелистом Торричелли было открыто силовое действие давления пара. Кристиан Гюйгенс через 47 лет спроектировал первую силовую машину, приводившуюся в действие взрывом пороха в цилиндре. Это был первый прототип двигателя внутреннего сгорания. На аналогичном принципе устроена водозаборная машина аббата Отфея. Вскоре Дени Папен решил заменить силу взрыва на менее мощную силу пара. В 1690 году им была построена первая паровая машина, известная также как паровой котел.



Она состояла из поршня, который с помощью кипящей воды перемещался в цилиндре вверх и за счет последующего охлаждения снова опускался – так создавалось усилие. Весь процесс происходил таким образом: под цилиндром, который выполнял одновременно и функцию кипятильного котла, размещали печь; при нахождении поршня в верхнем положении печь отодвигалась для облегчения охлаждения.



Позже два англичанина, Томас Ньюкомен и Коули – один кузнец, другой стекольщик, – усовершенствовали систему путем разделения кипящего котла и цилиндра и добавления бака с холодной водой. Эта система функционировала с помощью клапанов или кранов – одного для пара и одного для воды, которые поочередно открывались и закрывались. Затем англичанин Бэйтон перестроил клапанное управление в подлинно тактовое.

Применение паровых машин на практике.

Машина Ньюкомена вскоре стала известна повсюду и, в частности, была усовершенствована, разработанной Джеймсом Уаттом в 1765 году системой двойного действия. Теперь паровая машина оказалась достаточно завершённой для использования в транспортных средствах, хотя из-за своих размеров лучше подходила для стационарных установок. Уатт предложил свои изобретения и в промышленности; он построил также машины для текстильных фабрик.

Первая паровая машина, используемая в качестве средства передвижения, был изобретена французом Николя Жозефом Куньо, инженером и военным стратегим-любителем. В 1763 или 1765 году он создал автомобиль, который мог перевозить четырех пассажиров при средней скорости 3,5 и максимальной – 9,5 км/час. За первой попыткой последовала вторая – появился автомобиль для транспортировки орудий. Испытывался он, естественно, военными, но из-за невозможности продолжительной эксплуатации (непрерывный цикл работы новой машины не превышал 15 минут) изобретатель не получил поддержки властей и финансистов. Между тем в Англии совершенствовалась паровая машина. После нескольких безуспешных, базировавшихся на машине Уатта попыток Мура, Вильяма Мердока и Вильяма Саймингтона, появилось рель-

совое транспортное средство Ричарда Тревисика, созданное по заказу Уэльской угольной шахты. В мир пришел активный изобретатель: из подземных шахт он поднялся на землю и в 1802 году представил человечеству мощный легковой автомобиль, достигавший скорости 15 км/час на ровной местности и 6 км/час на подъеме.

Приводимые в движение паром транспортные средства все чаще использовались и в США: Натан Рид в 1790 году удивил жителей Филадельфии своей моделью парового автомобиля. Однако еще больше прославился его соотечественник Оливер Эванс, который спустя четырнадцать лет изобрел автомобиль-амфибию. После наполеоновских войн, во время которых «автомобильные эксперименты» не проводились, вновь началась работа над изобретением и усовершенствованием паровой машины. В 1821 году ее можно было считать совершенной и достаточно надежной. С тех пор каждый шаг вперед в сфере приводимых в движение паром транспортных средств определенно способствовал развитию будущих автомобилей.



В 1825 году сэр Голдсуорт Гарни на участке длиной 171 км от Лондона до Бата организовал первую пассажирскую линию. При этом он использовал запатентованную им карету, имевшую паровой двигатель. Это стало началом эпохи скоростных дорожных экипажей, которые, однако, исчезли в Англии, но получили широкое распространение в Италии и во Франции. Подобные транспортные средства достигли наивысшего развития с появлением в 1873 году «Реверанса» Амедэ Балле весом 4500 кг и «Мансея» – более компактного, весившего чуть более 2500 кг и достигавшего скорости 35 км/час.



Оба были предвестниками той техники исполнения, которая стала характерной для первых «настоящих» автомобилей. Несмотря на большую скорость кпд паровой машины был очень маленький. Болле был тем, кто запатентовал первую хорошо действующую систему рулевого управления, он так удачно расположил управляющие и контрольные элементы, что мы и сегодня это видим на приборном щитке.

Несмотря на грандиозный прогресс в области создания двигателя внутреннего сгорания, сила пара все еще обеспечивала более равномерный и плавный ход машины и, следовательно, имела много сторонников. Как и Болле, который построил и другие легкие автомобили, например *Rapide* в 1881 году со скоростью движения 60 км/час, *Nouvelle* в 1873 году, которая имела переднюю ось с независимой подвеской колес, Леон Шевроле в период между 1887 и 1907 годами запустил несколько автомобилей с легким и компактным парогенератором, запатентованным им в 1889 году. Компания *De Dion-Bouton*, основанная в Париже в 1883 году, первые десять лет своего существования производила автомобили с паровыми двигателями и добилась при этом значительного успеха – ее автомобили выиграли гонки Париж-Руан в 1894 году.

Успехи компании *Panhard et Levassor* в использовании бензина привели, однако, к тому, что и *De Dion* перешел на двигатели внутреннего сгорания. Когда братья Болле стали управлять компанией своего отца, они сделали то же самое. Затем и компания *Chevrolet* перестроила свое производство. Автомобили с паровыми двигателями все быстрее и быстрее исчезали с горизонта, хотя в США они использовались еще до 1930 года. На этом самом моменте и прекратилось производство и изобретение паровых машин.

Практическое занятие №2

Тема: Двигатели внутреннего сгорания автомобилей. Бензиновые, дизельные, гибридные.

Цель занятия – изучить рабочие циклы двигателей внутреннего сгорания и индикаторную диаграмму четырехтактного бензинового двигателя

Методические указания

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, затем по учебным макетам и плакатам изучить материал темы, после чего кратко изложить изученный материал в тетради для практических занятий.

Краткие теоретические сведения

Двигатель – энергосиловая машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу. На большинстве современных автомобилей и тракторов установлены тепловые двигатели, называемые двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В них теплота, выделяемая при сгорании топлива в цилиндрах, преобразуется в механическую работу.

По конструкции ДВС разделяют на поршневые и роторные. В поршневых двигателях расширяющиеся при сгорании топлива газы перемещают поршень, возвратно-поступательное движение которого преобразуется во вращательное движение коленчатого вала. В зависимости от способа смесеобразования и воспламенения поршневые двигатели делятся на две основные группы.

К первой относятся двигатели с внешним смесеобразованием и принудительным воспламенением. Самые распространенные двигатели этой группы – карбюраторные, работающие на бензине, сжатом или сжиженном газе. В этих двигателях смесь образуется вне цилиндра в специальном приборе – карбюраторе, а воспламеняется в цилиндре электрической искрой.

Ко второй группе относятся дизельные двигатели (дизели) – двигатели с внутренним смесеобразованием и воспламенением от сжатия. В дизелях смесь образуется в процессе впрыскивания топлива в цилиндр, а затем самовоспламеняется под действием высокой температуры.

В роторных двигателях расширяющиеся при сгорании топлива газы воздействуют на вращающуюся деталь – ротор. Эти двигатели делятся на газотурбинные и роторно-поршневые.

Автотранспортные поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируются:

- по способу осуществления рабочего цикла – четырехтактные и двухтактные;

- по способу смесеобразования – внешнее (карбюраторные или газовые) и внутреннее (дизели и двигатели с впрыскиванием бензина непосредственно в цилиндры);

- по способу воспламенения рабочей смеси – принудительное от электрической искры (бензиновые, газовые и др.) и от сжатия (дизели и газо- дизели);

- по виду применяемого топлива – бензиновые, газовые, дизели;

- по числу цилиндров – одноцилиндровые и многоцилиндровые (двух-, трех-, четырех-, шести-, восьмицилиндровые и т.д.);

- по расположению цилиндров – однорядные: с вертикальным расположением цилиндров в один ряд и с наклонным расположением оси цилиндра под углом $20...40^\circ$; двухрядные: с расположением цилиндров под углом $67..90^\circ$ (V-образные) и с противоположным горизонтальным расположением цилиндров;

- по способу наполнения цилиндров свежим зарядом – двигатели без наддува, в которых наполнение осуществляется за счет разряжения, создаваемого в цилиндре при движении поршня от ВМТ к НМТ, и с наддувом – наполнение цилиндра свежим зарядом происходит под давлением, создаваемым компрессором;

- по способу регулирования мощности – качественное и количественное;

- по рабочему объему цилиндров – микролитражные, малолитражные, среднелитражные и большого литража;

- по охлаждению – жидкостное или воздушное;

- по отношению хода поршня к диаметру цилиндра S/D – короткоходные и длинноходные.

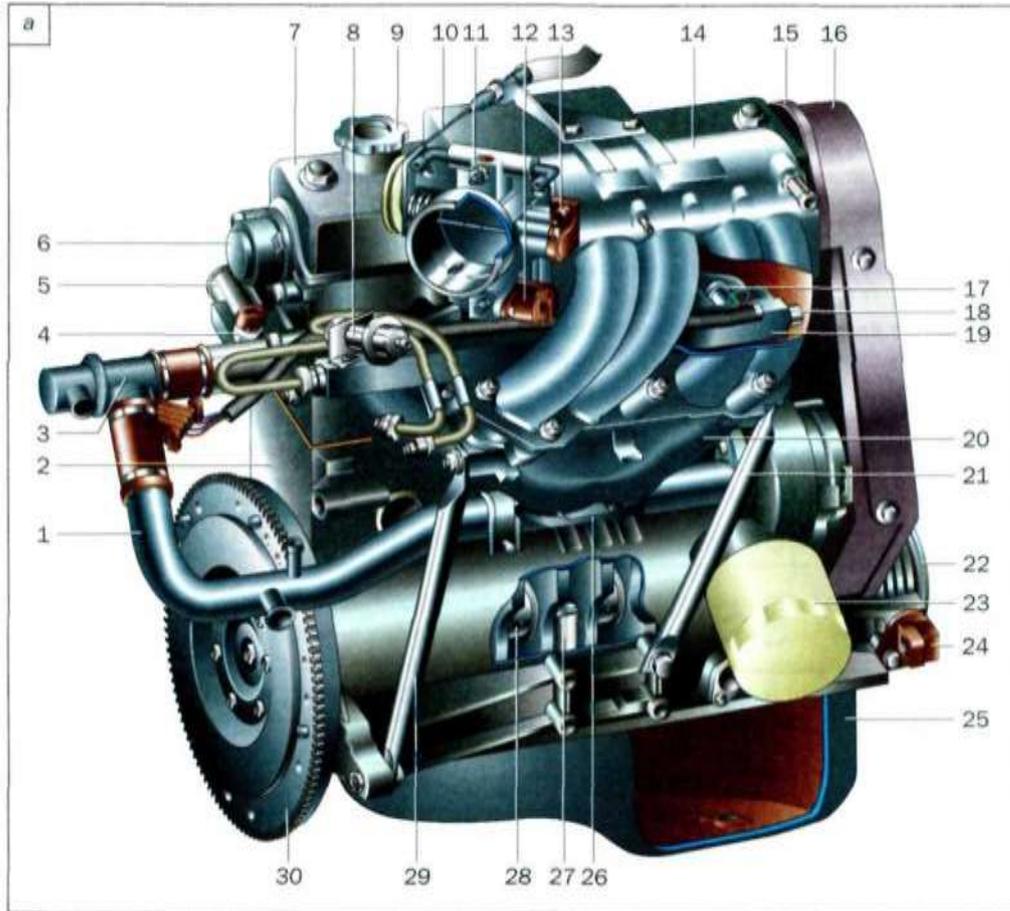
Двигатель внутреннего сгорания состоит из кривошипно-шатунного механизма, механизма газораспределения и систем

смазки, охлаждения, питания, вентиляции и зажигания (двигатели, работающие на легких топливах, бензине, газе и др.).

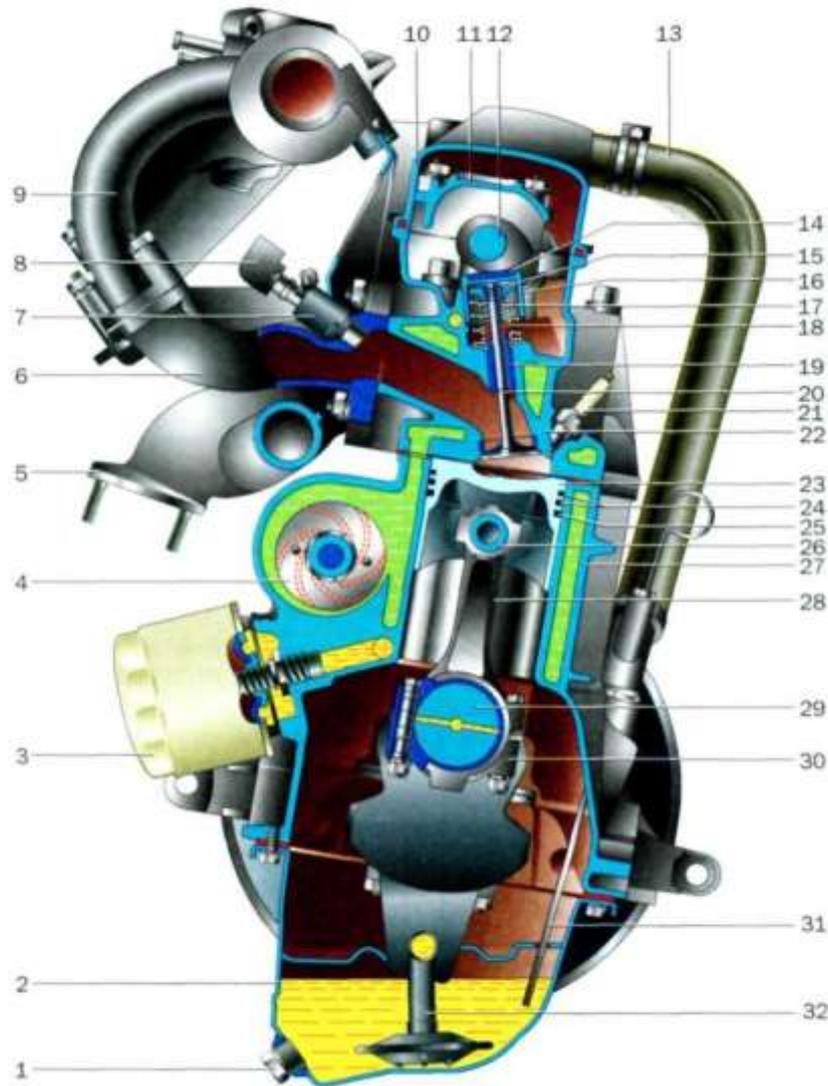
Важным показателем оценки работы поршневых двигателей является степень токсичности и дымности отработавших газов.

Четырехтактный двигатель состоит из цилиндров, установленных на картере и закрытых сверху головкой. Снизу к картеру крепится поддон. В головке цилиндров установлены клапаны — впускные и выпускные — и свечи зажигания (в бензиновых) или форсунки для впрыска топлива (в дизелях). Внутри цилиндра возвратно-поступательно перемещается поршень, который через поршневой палец соединен с верхней головкой шатуна. Нижняя головка шатуна охватывает шатунную шейку коленчатого вала, коренные шейки которого установлены на подшипниках в картере двигателя. Поршень уплотняется в цилиндре посредством поршневых колец. На конце коленчатого вала закреплен маховик. Положение, которое занимает поршень в конце его хода вверх, называется верхней мертвой точкой (ВМТ), а положение в конце хода вниз — нижней мертвой точкой (НМТ). Перемещение поршня от одной мертвой точки до другой при работе двигателя называется тактом. Объем, который образуется над поршнем при нахождении его в ВМТ, называется объемом камеры сгорания. Объем, который освобождает поршень при его движении от ВМТ к НМТ, называется рабочим объемом или литражом двигателя. Сумма объема камеры сгорания и рабочего объема называется полным объемом цилиндра.

Очень важным параметром поршневого двигателя является степень сжатия, которая определяется как отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания. Степень сжатия современных автомобильных двигателей с искровым зажиганием равна примерно 10. Автомобильные четырехтактные дизели имеют более высокую степень сжатия, не менее 20.



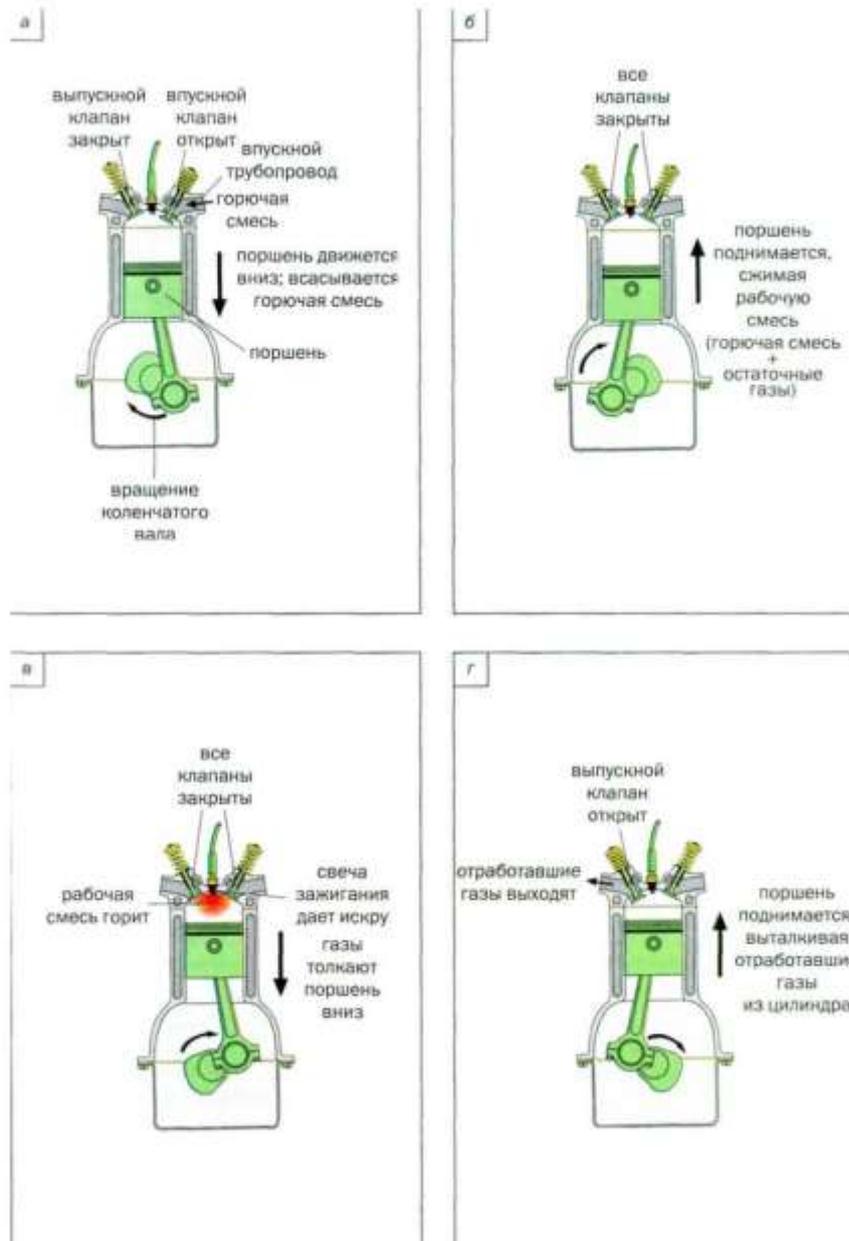
Двигатель ВАЗ-2111: 1 — подводящая труба насоса охлаждающей жидкости; 2 — блок цилиндров; 3 — термостат; 4 — датчик температуры охлаждающей жидкости системы управления двигателем; 5 — выпускной патрубков охлаждающей жидкости; 6 — заглушка головки блока цилиндров; 7 — крышка головки блока цилиндров; 8 — регулятор давления топлива; 9 — крышка маслозаливной горловины; 10 — трос привода дроссельной заслонки; 11 — дроссельный узел; 12 — регулятор холостого хода; 13 — датчик положения дроссельной заслонки; 14 — ресивер; 15 — задняя крышка привода распределительного вала; 16 — передняя крышка привода распределительного вала; 17 — форсунка; 18 — пробка штуцера топливной рампы; 19 — топливная рампа; 20 — впускной коллектор; 21 — правый опорный кронштейн впускного коллектора; 22 — шкив привода генератора; 23 — масляный фильтр; 24 — датчик положения коленчатого вала; 25 — поддон картера; 26 — выпускной коллектор; 27 — шатун; 28 — коленчатый вал; 29 — левый опорный кронштейн выпускного коллектора; 30 — маховик



Поперечный разрез двигателя ВАЗ-2111:

1 — пробка сливного отверстия поддона картера; 2 — поддон картера; 3 — масляный фильтр; 4 — насос охлаждающей жидкости; 5 — выпускной коллектор; 6 — впускной коллектор; 7 — форсунка; 8 — топливная рампа; 9 — ресивер; 10 — крышка головки блока цилиндров; 11 — крышка подшипников распределительного вала; 12 — распределительный вал; 13 — шланг вентиляции картера; 14 — регулировочная шайба клапана; 15 — сухари клапана; 16 — толкатель; 17 — пружины клапана; 18 — маслоотъемный колпачок; 19 — направляющая втулка клапана; 20 — клапан; 21 — свеча зажигания; 22 — головка блока цилиндров; 23 — поршень; 24 — компрессионные кольца; 25 — маслоотъемное кольцо; 26 — поршневой палец; 27 — блок цилиндров; 28 — шатун; 29 — коленчатый вал; 30 — крышка шатуна; 31 — указатель уровня масла; 32 — приемник масляного насоса

Четырехтактный цикл последовательно включает в себя следующие такты: впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.



Четырехтактный цикл: а — впуск; б — сжатие; в — рабочий ход; г — выпуск

При работе бензинового двигателя в начале такта впуска открывается впускной клапан, а поршень перемещается от ВМТ. По мере перемещения поршня по направлению к НМТ в цилиндре образуется разрежение и в него поступает смесь паров бензина и воздуха, которую принято называть топливно-воздушной или горючей смесью. После прохода поршнем НМТ он за счет вращения коленчатого вала начнет подниматься к ВМТ, что является началом такта сжатия. В начале такта сжатия закрывается впускной клапан и

оба клапана остаются закрытыми в течение всего такта. При перемещении поршня к ВМТ горючая смесь, находящаяся в цилиндре, сжимается, ее давление и температура возрастают. Максимальное значение давления сжатия возникает, когда поршень достигает ВМТ. Но поскольку процесс сгорания топлива занимает определенное время, горючую смесь необходимо поджечь заранее, до того как поршень дойдет до ВМТ в такте сжатия. Смесь воспламеняется с помощью электрической искры, проскакивающей между электродами свечи зажигания. Угол поворота коленчатого вала от момента появления искры до ВМТ называется углом опережения зажигания. При сгорании топлива выделяется большое количество энергоемких газов, которые давят на поршень, заставляя его в следующем такте совершать рабочий ход, который происходит при закрытых клапанах, когда поршень движется по направлению от ВМТ к НМТ. После рабочего хода начинается такт выпуска. При этом открывается выпускной клапан, а поршень движется по направлению к ВМТ, вытесняя отработавшие газы в атмосферу. Затем цикл повторяется в той же последовательности.

Дизельные двигатели

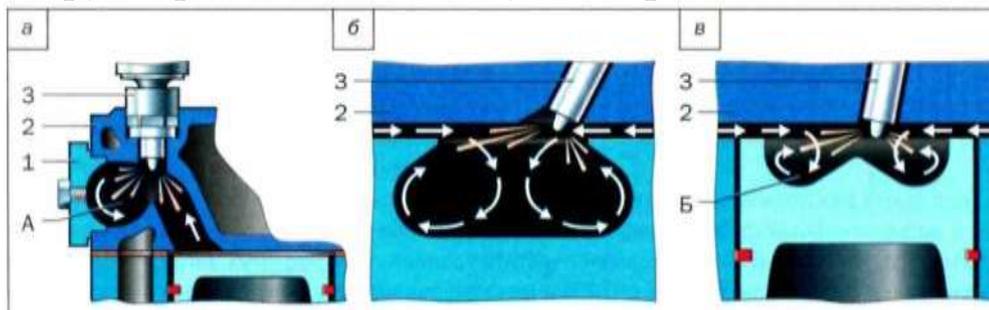
Когда в 1897 г. Рудольф Дизель создал первый работоспособный двигатель, он не мог предвидеть, какие изменения претерпит его идея. Особенно большие изменения в системе питания дизелей произошли в последние годы, что сделало эти двигатели более пригодными для применения не только на грузовых, но и на современных легковых автомобилях. Более дешевое топливо, высокая экономичность дизельных двигателей, по сравнению с бензиновыми, всегда привлекали автомобилистов, но широкое применение дизелей сдерживалось присущими им недостатками — шумностью при работе, повышенным дымлением и сложностью пуска холодного двигателя. Современные конструкции дизелей в большинстве не имеют этих недостатков.

Система питания дизеля обеспечивает подачу очищенного дизельного топлива к цилиндрам, сжимает его до высокого давления, подает его в мелкораспыленном виде в камеру сгорания и смешивает с горячим (700-900 °С) от сжатия в цилиндрах (3-5 МПа) воздухом так, чтобы оно самовоспламенилось. После завершения рабочего хода необходимо очистить цилиндры от продуктов сгора-

ния.

Дизельное топливо отличается от бензина более высокой плотностью и смазывающей способностью. Для оценки способности дизельного топлива к самовоспламенению служит цетановое число. Цетановым числом называется процентное содержание цетана в его смеси с альфа-метилнафталином, при условии что эта смесь обладает такой же задержкой воспламенения, что и данное топливо. Существующие дизельные топлива имеют цетановое число 45-50; при этом для современных дизельных двигателей предпочтительнее более высокие числа.

Существует два варианта процесса смесеобразования в дизелях, обусловленных формой камеры сгорания. В первом варианте топливо впрыскивается в предварительную камеру (предкамеру), а во втором варианте впрыск топлива осуществляется непосредственно в камеру сгорания, выполненную в поршне.



Варианты впрыска топлива в камеру сгорания дизеля. Разделенная (а) и неразделенные (б, в) камеры сгорания: а — вихревая (фирма «Перкинс »); б—дельтавидная (двигатель Д-245); в — торoidalная (двигатель КамАЗ); 1 — вставка вихревой камеры; 2 — головка цилиндров; 3 — форсунка; А — полость вихревой камеры; Б — полость в поршне

Двигатели, выполненные по первому варианту, называются дизелями с разделенной камерой сгорания и обозначаются IDI (In Direct Injection), а выполненные по второму варианту — дизелями с непосредственным впрыском — DI (Direct Injection). Дизели с разделенной камерой сгорания мягче работают и меньше шумят. Тем не менее двигатели с непосредственным впрыском все более широко используются на автомобилях, потому что их топливная экономичность примерно на 20 % выше.

Основной функциональной задачей систем питания двигателей обоих типов является подача точного количества топлива в со-

ответствующий цилиндр и в точно определенное время. В высокооборотных дизелях легковых автомобилей процесс впрыска занимает всего тысячную долю секунды, и при этом впрыскивается только небольшая доза топлива.

В систему питания дизеля входят: топливный бак, топливные фильтры, подкачивающий насос, топливный насос высокого давления (ТНВД), трубопроводы, форсунки, воздушный фильтр и система выпуска отработавших газов.

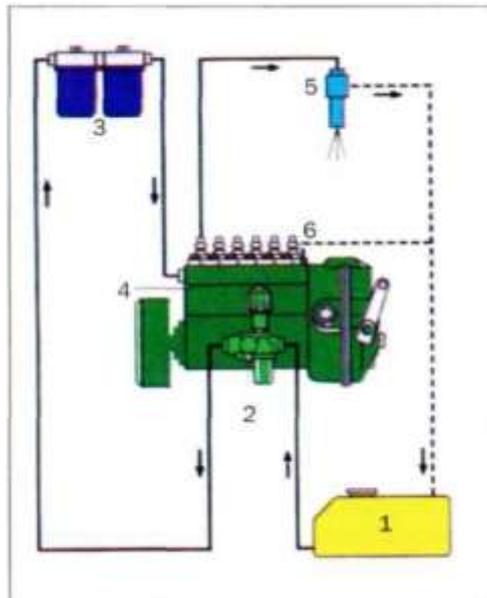
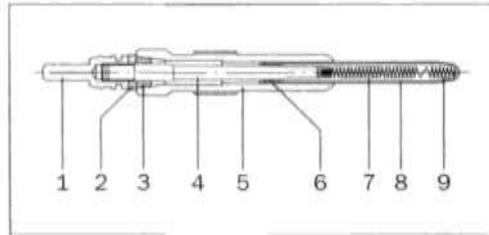


Схема системы питания дизеля:

1 — топливный бак; 2 — подкачивающий насос; 3 — топливный фильтр; 4 — топливный насос высокого давления; 5 — форсунка; 6 — сливная магистраль

Для облегчения пуска дизеля в холодное время часто применяются свечи накаливания, которые отличаются от искровых свечей зажигания тем, что они являются просто электрическими нагревателями и подогревают холодный воздух перед подачей его в цилиндры двигателя в процессе пуска. Топливный бак должен удовлетворять требованиям безопасности. Топливо из бака поступает в нагнетательный трубопровод, а затем к топливному фильтру, с помощью подкачивающего насоса. Топливный фильтр должен очистить топливо от возможных загрязнений, чтобы механические примеси не попали в ТНВД и далее. К топливному баку присоединяется также сливной трубопровод, по которому в бак сливаются излишки топлива из ТНВД и форсунок.



Свеча накаливания закрытого типа: 1 — наконечник; 2 — изолирующая прокладка; 3 — двойное уплотнение; 4 — стержень; 5 — корпус; 6 — уплотнение защитной оболочки; 7 — нагревательная спираль; 8 — трубка; 9 — порошок

Самым сложным и дорогим устройством системы питания дизеля является топливный насос высокого давления (ТНВД). При создании первых стационарных двигателей Рудольф Дизель выяснил, что для надежного самовоспламенения топлива оно должно подаваться в цилиндр под высоким давлением. В его конструкциях для этого использовался мощный и громоздкий компрессор. В 20-е гг. Роберт Бош разработал компактный и надежный ТНВД. Первый серийный ТНВД для грузового автомобиля был выпущен фирмой Bosch еще в 1927 г., а в 1936 г. был налажен выпуск ТНВД для легковых автомобилей.

ТНВД не только создает давление топлива, но и распределяет его по форсункам соответствующих цилиндров в соответствии с порядком работы двигателя. Форсунки соединяются с ТНВД трубопроводами высокого давления. Форсунки входят своей нижней частью — распылителями — в камеры сгорания. Распылители имеют очень маленькие отверстия, необходимые для того, чтобы топливо поступало в камеру сгорания в мелко распыленном виде и легко воспламенялось.

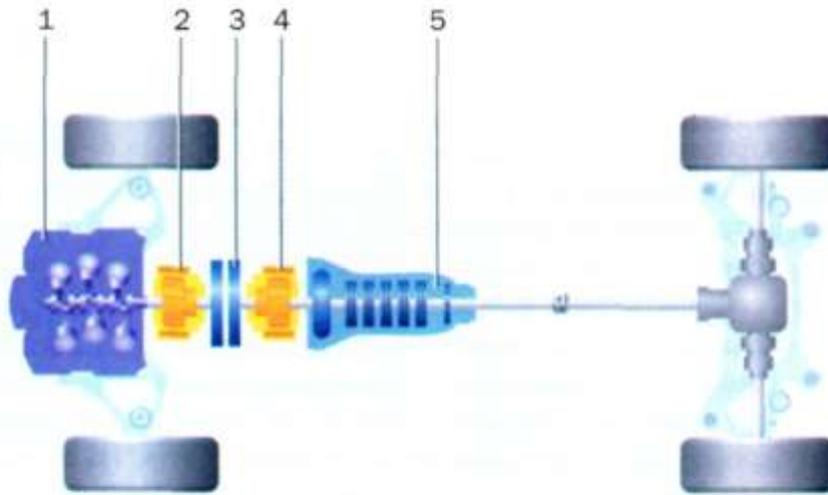
Воздушный фильтр устанавливается на впускном трубопроводе двигателя и очищает поступающий в цилиндры воздух. Выпускная система содержит трубопроводы, глушитель и часто оборудуется каталитическими нейтрализаторами и другими устройствами для снижения количества вредных веществ в отработавших газах.

Момент подачи топлива и его количество до недавнего времени контролировались в дизелях механическим способом. Эти функции выполнялись ТНВД и форсунками.

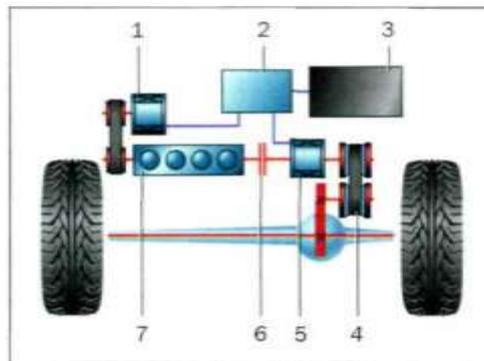
Гибридные автомобили

Очевидным способом преодолеть ограниченный запас хода аккумуляторных электромобилей является использование небольшого ДВС и электрического генератора для подзарядки аккумуляторных батарей во время движения. Рабочий объем ДВС может быть выбран из необходимости получения средней мощности, требующейся автомобилю, а не максимальной, нужной для ускорения. При этом ДВС большую часть времени может работать в режиме наилучшей экономичности и токсичности отработавших газов (или даже на время выключаться). Для обеспечения необходимой эффективности разгона может одновременно использоваться энергия от аккумуляторных батарей и ДВС.

В действительности гибридные автомобили могут быть разделены на два класса: последовательный гибрид, в котором вся энергия переводится в электричество, и параллельный гибрид, в котором ДВС соединяется с ведущими колесами механически через трансмиссию, а поток электроэнергии передается параллельно. Последовательный тип дает конструктору автомобиля наибольший выбор компоновки, потому что все соединения (за исключением привода от тягового двигателя к ведущим колесам) — электрические, каждый узел может быть размещен в любом месте автомобиля и с наибольшим удобством. С другой стороны, при параллельном типе может использоваться более легкий и малогабаритный электродвигатель. В последовательном гибриде электродвигатель должен развивать полную движущую силу, в то время как в параллельном гибриде он нужен для обеспечения только 30 % этой силы. Гибридный автомобиль включает в себя двигатель внутреннего сгорания и электропривод для оптимального использования энергии. Механическая энергия торможения преобразуется в электрическую и накапливается в аккумуляторной батарее. ДВС работает при наиболее эффективных скоростях и нагрузках. Фирма Nissan продемонстрировала этот гибридный привод в 1999 г.



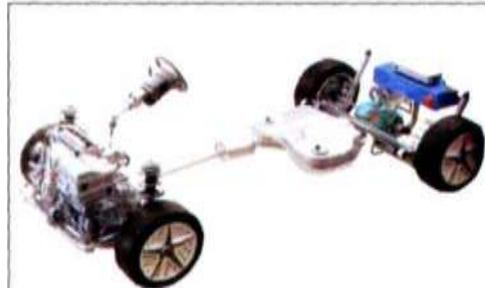
Автомобиль компании DaimlerChrysler выполнен по схеме параллельного «гибрида»: 1 — ДВС (шестицилиндровый); 2 — электродвигатель № 1; 3 — сцепление; 4 — электродвигатель № 2; 5 — автоматическая коробка передач



Гибридный автомобиль: 1 — синхронный электродвигатель с постоянными магнитами; 2 — преобразователь; 3 — ионнолитиевый аккумулятор; 4 — вариатор CVT; 5 — электродвигатель; 6 — сцепление; 7 — двигатель OG 18DE

В течение долгого времени отношение к гибриднему автомобилю определялось стоимостью применения вместо одной — двух силовых установок: ДВС и электродвигателя, а это означало, что такой автомобиль всегда будет дороже, чем его конкуренты. Со всем недавно проведенный детальный анализ показал, что гибридный автомобиль может быть конкурентоспособным, когда более высокая стоимость компенсируется лучшей экономичностью и

низкими вредными выбросами, которые являются результатом действия системы управления энергией, заключающейся в ее гибкости и способности запасать, регенерировать и сохранять энергию, которая теряется в обычных ДВС. Эти новые подходы привели к созданию фирмами Toyota и Honda гибридных автомобилей моделей Toyota Prius и Insight. Шасси гибридного автомобиля Toyota HV-M4 включает в себя адаптированный бензиновый силовой агрегат объемом 2,4 л, который расположен поперечно спереди. Наиболее очевидными новшествами являются: смонтированный сзади электродвигатель (с приводом на задние колеса) и батарея аккумуляторов, установленная выше. По утверждению фирмы Toyota, в 2003 г. автомобили Toyota Prius начали приносить прибыль фирме от их продажи.



Шасси гибридного автомобиля Toyota HV-M4

Гибридный автомобиль Honda Insight представляет собой легковой автомобиль с двухместным кузовом купе и с гибридной силовой установкой. Силовой узел интегрирован так же, как и на автомобиле Toyota Prius, с использованием концепции Honda (IMA). Используется трехцилиндровый, 12-клапанный, однолитровый двигатель с электродвигателем-генератором, который расположен между двигателем и пятиступенчатой механической коробкой передач. Двигатель автомобиля Insight имеет мощность 68 л. с. и максимальный крутящий момент 91 Н·м при 4 800 мин⁻¹. При полном использовании электродвигателя мощность в среднем поднимается до 76 л. с., а максимальный крутящий момент увеличивается до 113 Н·м всего при 1 500 мин⁻¹, что показывает преимущество электродвигателя, который развивает максимальные крутящие моменты при низких оборотах. Эти цифры указывают также на то, что автомобиль Insight является гибридом в меньшей степени, чем Toyota Prius — ДВС и электродвигатель сбалансированы в большей сте-

пени. Гибридный автомобиль Insight отличается от тех гибридных автомобилей, которые демонстрировались в конце 90-х гг. компаниями Citroen и FIAT, и каждый из которых был в большей степени электромобилем с небольшим ДВС и генераторами, которые заменили аккумуляторы. При разряженных аккумуляторах и двигателе, работающем в маломощном режиме, эти автомобили могли двигаться со скоростью не более 50 км/ч. В таких случаях ДВС использовался только как автономный источник электричества, увеличивая возможное расстояние от зарядной станции. В настоящее время многие автомобильные компании (Volvo, Ford, FIAT, GMC и др.) имеют свои опытные варианты гибридных автомобилей.



Гибридный автомобиль Ford

Практическое занятие № 3

Тема. Трансмиссии автомобилей. Гидромеханические трансмиссии, вариаторы, роботизированные трансмиссии, роботизированные трансмиссии с двумя сцеплениями, механические трансмиссии, дифференциалы, электронноуправляемые дифференциалы.

Цель занятия – изучить трансмиссии автомобилей; гидромеханические трансмиссии, вариаторы, роботизированные трансмиссии, роботизированные трансмиссии с двумя сцеплениями, механические трансмиссии, дифференциалы, электронноуправляемые дифференциалы.

Методические указания

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, после чего кратко изложить изученный материал в тетради для практических занятий

Краткие теоретические сведения

Двигатели внутреннего сгорания, являющиеся на сегодняшний день основным источником энергии для автомобилей, имеют максимальные значения крутящего момента и мощности при разных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя. Для того чтобы использовать соответствующие обороты двигателя при различных скоростях движения автомобиля, необходимо иметь возможность изменять передаточное число трансмиссии. Общее передаточное число трансмиссии в любой момент времени можно определить отношением частоты вращения коленчатого вала двигателя к частоте вращения ведущих колес.

Крутящий момент, передающийся на ведущее колесо, определяет тяговое усилие, действующее в контакте колеса с дорогой. Это усилие определяется делением величины крутящего момента на радиус колеса. Для движения автомобиля необходимо, чтобы тяговое усилие было больше суммы сил сопротивления движению (силы сопротивления качению, силы сопротивления подъему, силы инерции, аэродинамического сопротивления). Сумма сил сопротивления движению изменяется в широких пределах в зависимости от условий движения, поэтому трансмиссия автомобиля должна обеспечивать возможность изменения тягового усилия путем изменения в широком диапазоне крутящего момента. Максимальное

тяговое усилие ограничивается не возможностями двигателя и трансмиссии, а сцеплением колес с дорогой. Это усилие не должно превышать силу сцепления, иначе ведущие колеса будут проскальзывать и автомобиль не сможет двигаться. Силу сцепления можно определить, умножив часть массы автомобиля, приходящегося на одно колесо, на коэффициент сцепления — ϕ . Коэффициент сцепления зависит от состояния дорожного покрытия, качества и состояния шин и находится в пределах от 0,1 до 0,9.

Наибольшее суммарное тяговое усилие может быть реализовано, если все колеса автомобиля будут ведущими. Тем не менее для движения автомобиля по дорогам с твердым покрытием достаточно двух ведущих колес на одной оси. Увеличение числа ведущих колес приводит к усложнению трансмиссии и увеличению механических потерь, поэтому конструкторам автомобилей приходится применять компромиссные решения в зависимости от назначения автомобиля.

Выбор типа привода ведущих колес и компоновки автомобиля определяют возможность в наибольшей степени реализовать те или иные его свойства. Особенности привода оказывают влияние на топливную экономичность, безопасность, массу и компактность автомобиля, а также на показатели устойчивости, управляемости и тормозной динамики.

Механические трансмиссии

У автомобилей классической компоновки с колесной формулой 4x2 крутящий момент от двигателя передается через сцепление к коробке передач. В коробке передач крутящий момент может ступенчато изменяться в соответствии с включенной передачей. Двигатель, сцепление и коробка передач обычно объединяются в один блок, образуя силовой агрегат. От коробки передач крутящий момент передается через карданную передачу к главной передаче, где увеличивается, и далее через дифференциал и полуоси подводится к ведущим колесам. Главная передача, дифференциал и полуоси с колесами образуют ведущий мост.

Если силовой агрегат располагается в непосредственной близости от ведущего моста (переднеприводные автомобили и автомобили заднемоторной компоновки с задними ведущими колесами), в трансмиссии можно обойтись без карданной передачи между ко-

робкой передач и главной передачей. При такой компоновке главная передача и дифференциал обычно объединяются в один агрегат, а для привода ведущих колес используются полуоси с шарнирами.

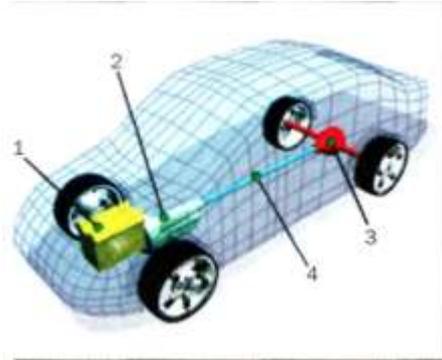


Схема трансмиссии автомобиля классической компоновки: 1 — двигатель; 2 — коробка передач; 3 — главная передача и дифференциал; 4 — карданная передача

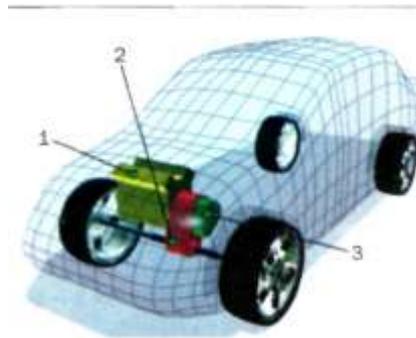


Схема трансмиссии переднеприводного автомобиля: 1 — двигатель; 2 — главная передача и дифференциал; 3 — коробка передач

Дифференциал

При повороте автомобиля, все его колеса проходят разный по длине путь, и если между двумя ведущими колесами существует жесткая связь, они начнут проскальзывать. Скольжение колес при повороте приводит к повышенному расходу топлива, износу шин, нарушению устойчивости и т. п.

Дифференциал позволяет ведомым валам вращаться с разными угловыми скоростями и выполняет функции распределения подводимого к нему крутящего момента между колесами или ведущими мостами. Дифференциалы бывают межколесными и межосевыми (в случае установки между несколькими ведущими мостами).

Впервые дифференциал был применен в 1897 г. на паровом автомобиле. В настоящее время все автомобили имеют межколесные дифференциалы на ведущих мостах. Наиболее распространенным является конический симметричный дифференциал, включающий в себя: корпус, сателлиты, ось сателлитов (или крестовину) и полуосевые шестерни. Обычно число сателлитов в дифференциалах легковых автомобилей — два, грузовых и внедорожных — четыре.

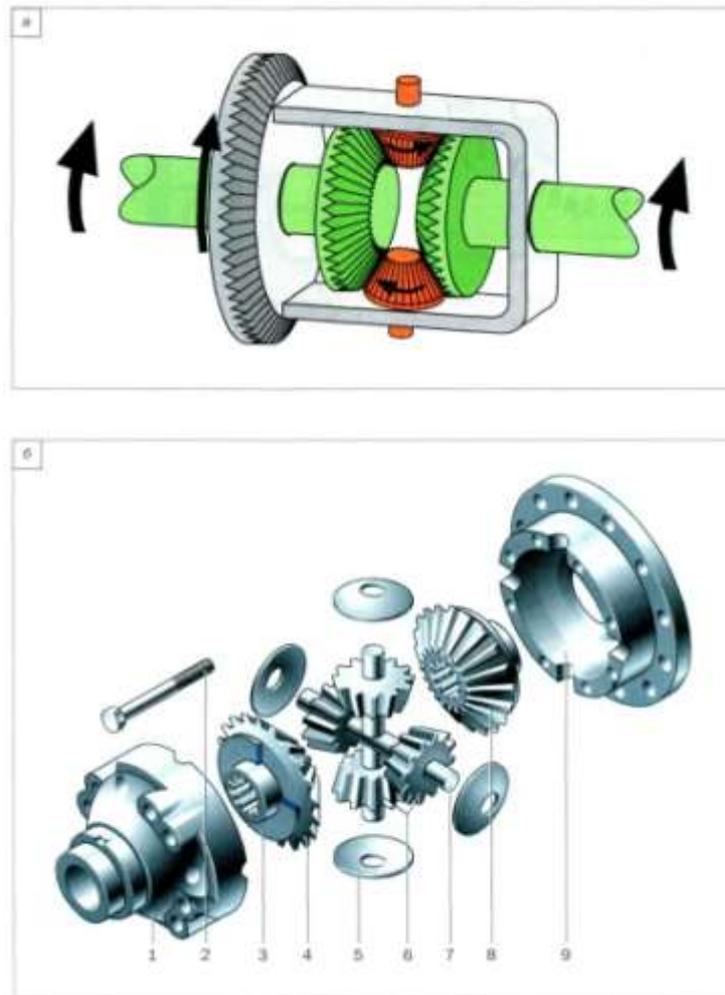


Схема работы (а) и детали (б) конического симметричного дифференциала: 1 — коробка сателлитов дифференциала правая; 2 — болт коробки сателлитов; 3 — опорная шайба шестерни; 4, 8 — полуосевые шестерни; 5 — опорная шайба сателлита; 6 — сателлиты; 7 — ось сателлитов; 9 — левая коробка сателлитов дифференциала

Симметричный дифференциал получил свое название за способность распределять подводимый момент поровну при любом

соотношении угловых скоростей, соединенных с ним валов. Применение такого дифференциала в качестве межколесного, обеспечивает устойчивость при прямолинейном движении, а также при торможении двигателем на скользкой дороге.

Существенным недостатком обычного дифференциала является снижение проходимости автомобиля, если одно из его колес попадает в условия малого сцепления с опорной поверхностью. При этом на колесо, находящееся в нормальных сцепных условиях, нельзя подвести крутящий момент, превышающий тот, который может быть реализован на колесе, находящемся в условиях малого сцепления (это приводит к пробуксовке колеса).

Автоматические трансмиссии

Переключение передач на первых автомобилях было довольно трудным делом и требовало определенного навыка. Поэтому уже тогда появлялись конструкции автоматических трансмиссий. Некоторые изобретатели пытались автоматизировать механические коробки передач, создавая хитроумные устройства, копирующие действия водителя при переключении передач, другие создавали бесступенчатые трансмиссии, используя различные устройства (в основном фрикционные), которые могут плавно изменять крутящий момент.

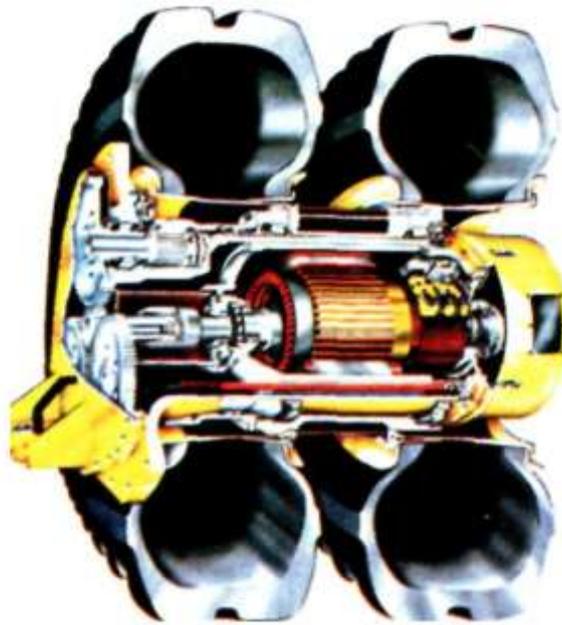
Все такие конструкции, как правило, были сложными, ненадежными и малоэффективными, потому, что в те времена не существовало соответствующих технологий и надежных систем управления. По мере развития конструкций механических коробок передач, сцеплений, появления синхронизаторов, процесс управления механической коробкой упростился и теперь для переключения передач не требуется большого опыта. В то же время, рост интенсивности движения, особенно на улицах больших городов приводит к тому, что многие водители предпочитают автоматические трансмиссии, избавляющие их от постоянного управления сцеплением и коробкой передач.

Автоматические трансмиссии, позволяющие водителю управлять режимом движения с помощью только двух педалей: «газа» и тормоза, могут иметь коробку передач или не иметь ее. Ко второму типу относятся гидрообъемные и электрические трансмиссии, которые позволяют в определенном диапазоне получить любое пере-

даточное число.

В гидрообъемной трансмиссии гидравлический насос, приводимый в действие от двигателя внутреннего сгорания, соединяется трубопроводами с гидродвигателями, которые приводят в действие ведущие колеса автомобиля. Гидростатический напор жидкости, создаваемый насосом, преобразуется в крутящий момент на валах гидродвигателей. Гидрообъемные трансмиссии не получили широкого распространения на автомобилях из-за низкого КПД и высокой стоимости, но довольно часто используются в дорожно-строительных машинах.

В электрических трансмиссиях ведущие колеса автомобиля приводятся в действие электродвигателями, к которым от генератора подается электрический ток. Электродвигатель с редуктором может располагаться непосредственно внутри колеса. Такая конструкция носит название мотор-колеса.



Мотор-колесо автомобиля

Электрические трансмиссии в ближайшем будущем получат широкое распространение при переходе к альтернативным источникам энергии.

В автоматических трансмиссиях с коробками передач используются ступенчатые (автоматизированные), бесступенчатые (вариаторы) и комбинированные (гидромеханические) коробки передач.

Гидромеханическая передача

Гидромеханическая передача (ГМП) успешно применяется на автомобилях уже более полувека и дает возможность заметно облегчить управление автомобилем.

Применение гидромеханической передачи на автомобиле позволяет получить следующие преимущества:

1. Обеспечение автоматизации переключения передач и отсутствие необходимости иметь педаль сцепления.
2. Повышение проходимости автомобиля в условиях бездорожья за счет отсутствия разрыва потока мощности при переключении передач.
3. Повышение долговечности двигателя и агрегатов трансмиссии за счет способности гидротрансформатора снижать динамические нагрузки.

В то же время как недостаток необходимо отметить потерю мощности и повышение расхода топлива за счет более низкого КПД ГМП по сравнению с автомобилем, имеющим механическую коробку передач.

Гидромеханическая передача включает в себя три основные части:

- гидротрансформатор;
- механическую коробку передач;
- систему управления.

На автомобилях ГМП впервые появилась в США: в 1940 г. коробка Hydramatic была установлена на автомобилях Oldsmobile. Справедливости ради необходимо отметить, что еще с начала 1930-х гг. на английских автобусах использовалась гидромеханическая трансмиссия Wilson, которая не была автоматической, но облегчала работу водителя. В настоящее время в США ГМП снабжаются 90 % легковых автомобилей, а также все городские автобусы и значительная часть грузовых автомобилей. В Европе массовое применение ГМП началось только в начале семидесятых годов прошлого века, когда эти передачи нашли применение в автомобилях Mercedes-Benz, Opel, BMW. В это же время в Европе строятся специализированные заводы по производству ГМП: фирма Borg-Warner строит завод в Англии (г. Летифорд), Ford — в г. Бордо

(Франция), GM — в Страсбурге (Франция). В Японии появляются сразу два специализированных производства — Jatco и Aisin-Warner.

Гидротрансформатор (Рисунок 3.34; 3.35) был изобретен немецким профессором Феттингером в 1905 г. Прежде чем найти применение на автомобилях, гидротрансформатор использовался на судах и тепловозах.

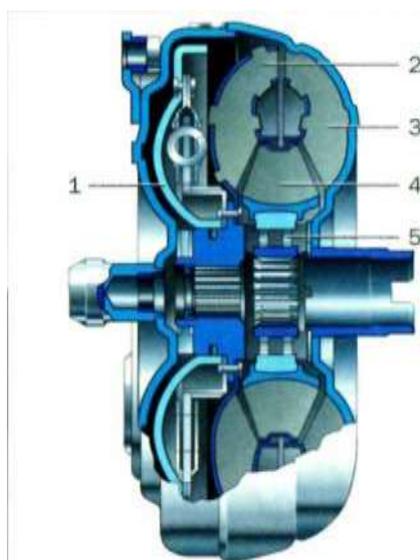


Схема гидротрансформатора:

1 — блокировочная муфта; 2 — турбинное колесо; 3 — насосное колесо; 4 — реакторное колесо; 5 — механизм свободного хода

Простейший гидротрансформатор, выполнен в виде камеры тороидальной формы и включает в себя три лопастных колеса: насосное, вал которого соединен с коленчатым валом двигателя; турбинное, соединенное с трансмиссией, и реактор, установленный в корпусе гидротрансформатора.

Гидротрансформатор заполняется специальной жидкостью. Каждое колесо имеет наружный и внутренний торцы, между которыми располагаются профилированные лопасти, образующие каналы для протока жидкости. Все колеса гидротрансформатора максимально приближены друг к другу, а вытеканию жидкости препятствует специальное уплотнение.

При вращении коленчатого вала двигателя вращается насосное колесо, которое перемещает жидкость, находящуюся между его лопастями. Жидкость не только вращается относительно оси

гидротрансформатора, но и за счет воздействия на нее центробежных сил перемещается вдоль лопастей насосного колеса по направлению от входа к выходу, что сопровождается увеличением кинетической энергии потока. На выходе из насосного колеса поток жидкости попадает на турбинное колесо, оказывая силовое воздействие на его лопасти. Затем поток попадает в реактор, пройдя который, возвращается к входу в насосное колесо. Таким образом, жидкость постоянно перемещается по замкнутому кругу циркуляции, образованному проточными частями всех трех лопастных колес, и находится с ними в силовом взаимодействии. При этом насос передает энергию двигателя потоку, а тот, в свою очередь, — турбине.

Если бы между насосным и турбинным колесами отсутствовал реактор, то такая конструкция (гидромурфта) осуществляла бы перенос энергии от двигателя к трансмиссии гидравлическим способом, без возможности изменения крутящего момента. Расположенный между колесами гидротрансформатора неподвижный реактор, имеет лопасти специального профиля, которые изменяют направление потока жидкости, выходящей из турбинного колеса и направляют его под определенным углом на лопасти насосного колеса. Это позволяет значительно увеличить передаваемый от двигателя в трансмиссию крутящий момент.

Любой гидротрансформатор характеризуется определенным КПД, передаточным отношением, которое показывает соотношение угловых скоростей его колес, и коэффициентом трансформации, показывающим, во сколько раз увеличивается значение крутящего момента. Максимальный коэффициент трансформации зависит от конструкции гидротрансформатора и может составлять до 2,4 (при неподвижном турбинном колесе). При увеличении частоты вращения вала двигателя увеличивается угловая скорость насосного и турбинного колес, а увеличение крутящего момента в гидротрансформаторе плавно уменьшается. Когда угловая скорость турбинного колеса приближается к угловой скорости насосного, поток жидкости, поступающей на лопасти реактора, изменяет свое направление на противоположное.

Для того чтобы реактор на этом режиме не создавал помех потоку жидкости, его устанавливают на муфте свободного хода, и

он начинает свободно вращаться (гидротрансформатор переходит на режим гидромукты), что позволяет, в свою очередь, снизить потери. Такие гидротрансформаторы называют комплексными.

КПД гидротрансформатора определяет экономичность его работы. Максимальное значение КПД гидротрансформатора может быть от 0,85 до 0,97, но обычно находится в диапазоне от 0,7 до 0,8. В комплексном гидротрансформаторе на режиме гидромукты можно получить максимальное значение КПД — 0,97.

Изменение режимов работы гидротрансформатора происходит автоматически. Если увеличивать нагрузку на выходе из гидротрансформатора, то происходит уменьшение угловой скорости турбины, что приводит к увеличению коэффициента трансформации.

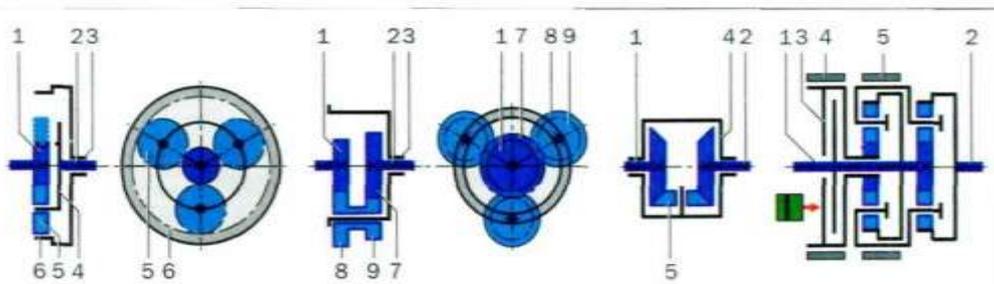
К сожалению, гидротрансформатор имеет малый диапазон передаточных чисел, не обеспечивает движения задним ходом, не разобщает двигатель от трансмиссии (необходима сложная система опорожнения проточных частей от рабочей жидкости). Поэтому за гидротрансформатором устанавливают специальную коробку передач, которая компенсирует указанные недостатки. Такая гидромеханическая передача является бесступенчатой и позволяет получить любое передаточное число в заданном диапазоне.

В гидромеханических передачах в основном применяются механические планетарные коробки передач, которые легко поддаются автоматизации, но иногда используют и обычные ступенчатые коробки передач с автоматическим управлением.

Простая планетарная передача состоит из центральной, «солнечной», шестерни и наружной шестерни в виде кольца, с внутренними зубьями; эти две шестерни связаны между собой посредством нескольких (обычно трех) шестерен-сателлитов, смонтированных на общей раме, которая называется водилом.

Для того чтобы планетарная передача изменяла крутящий момент, нужно обеспечить вращение одного из ее элементов («солнечной», коронной шестерни или водила), а один из элементов затормозить. В этом случае третий элемент будет вращаться с угловой скоростью, определяемой числом зубьев шестерен, входящих в планетарную передачу. Если одновременно затормозить два элемента, планетарная передача будет работать, как прямая с пере-

даточным числом равным единице. Планетарная передача позволяет легко реверсировать вращение для получения заднего хода автомобиля. В то же время такие передачи достаточно компактны, обеспечивают возможность получения больших передаточных чисел и легко соединяются последовательно для получения большого числа ступеней. Для переключения передач достаточно просто затормаживать валы отдельных элементов планетарной коробки передач. Раньше в качестве тормозных устройств часто использовали ленточные тормоза, а в последнее время они практически вытеснены многодисковыми «мокрыми» сцеплениями — фрикционами. Существуют и более сложные варианты планетарных передач.



Варианты исполнения планетарных передач: 1, 2, 3 — валы; 4 — водило; 5, 8, 9 — сателлиты; 6, 7 — коронное зубчатое колесо

Первые американские ГМП легковых автомобилей имели двухступенчатую передачу, причем низшая передача включалась вручную. Однако впоследствии одной автоматической передачи оказалось явно недостаточно и появились ГМП с двумя и тремя автоматическими передачами. Для повышения топливной экономичности, гидротрансформаторы стали делать блокирующимися — после разгона на высшей передаче насосное и турбинное колеса жестко соединялись фрикционной муфтой. Затем в конце 1980-х гг. блокировку гидротрансформатора стали применять на всех передачах, кроме первой.

Система автоматического управления обычно состоит из следующих подсистем:

- функционирования (гидравлические насосы, регуляторы давления);
- измерительная, собирающая информацию о параметрах управления;

- управляющая, вырабатывающая управляющие сигналы;
- исполнительная, осуществляющая управление переключением передач, работой двигателя;
- подсистема ручного управления;
- подсистема автоматических защит, предотвращающая возникновение опасных ситуаций.

Конец 80-х гг. ознаменовался повсеместным внедрением электроники. Она позволяет гораздо точнее выдерживать заданные моменты переключения (с точностью до 1 % вместо прежних 6-8 %). Появились дополнительные возможности: по характеру изменения скорости при данной нагрузке на двигатель компьютер может вычислить массу автомобиля и ввести соответствующие поправки в алгоритм переключения.



Современная четырехступенчатая ГМП автомобиля классической компоновки

Электронное управление предоставило неограниченные возможности для самодиагностики, что позволило корректировать процессы управления в зависимости от многих параметров (от температуры и вязкости жидкости до степени износа фрикционных элементов).

Однако, как и прежде, многое зависит от выбора закона переключения и организации переходного процесса переключения передач, а также тщательного согласования их с характеристиками двигателя. Например, многие автомобили BMW, Audi, Jaguar име-

ют одинаковые по конструктивным особенностям автоматические коробки передач одной и той же фирмы Zannradfabrik (ZF), но они работают совершенно по-разному.

С сентября 2003 г. на автомобили Mercedes-Benz класса E, S, SL и CL устанавливаются гидромеханические коробки передач 7G-Tronic. Эта семиступенчатая автоматическая коробка передач пришла на смену пятиступенчатому варианту ГМП. Новая ГМП позволила снизить расход топлива в среднем на 5 % в зависимости от модели автомобиля. Переключение передач происходит быстрее и более плавно.



Гидромеханическая коробка передач 7G-Tronic — первая в мире семиступенчатая автоматическая коробка (Mercedes-Benz)

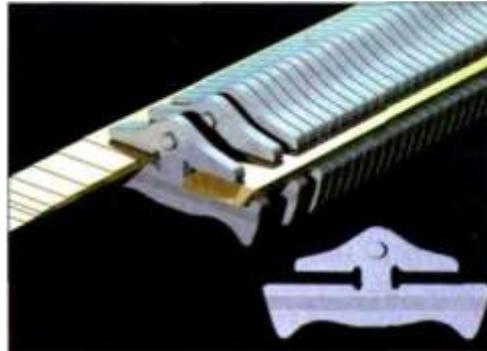
Переключение передач осуществляется тремя многодисковыми тормозами, на которые оказывают воздействие гидравлические цилиндры. Давление в системе управления создает гидронасос с приводом от двигателя через насосное колесо гидротрансформатора. В нижнюю часть коробки устанавливается гидравлическое исполнительное золотниковое устройство, которое с помощью электромагнитных клапанов и по команде блока управления соединяет гидронасос с гидравлическими элементами сцепления и тормозов.

Коробки передач с вариаторами

Коробки передач с вариаторами являются бесступенчатыми и дают возможность получить в заданном ограниченном диапазоне любое передаточное число. Во многих странах такие коробки передач обозначают буквами CVT (Continuously Variable Transmission) — постоянно изменяющаяся трансмиссия. История использования вариаторов различных типов в трансмиссиях легковых автомобилей насчитывает почти сто лет. В настоящее время в автоматических коробках передач применяют клиноременные и тороидные вариаторы.

Впервые на серийном автомобиле трансмиссия с клиноременным вариатором DAF Variomatic была использована в 1950 г. В трансмиссии Variomatic использовался бесконечный резиновый приводной ремень, зажатый между коническими поверхностями шкивов. Расстояние между двумя половинками шкивов изменялось, поэтому изменялся рабочий радиус ведущего шкива, а это в свою очередь заставляло изменять радиус ведомого шкива, половины которого сжимались пружиной. Такая конструкция обладала существенными недостатками. Резиновые ремни, расположенные под днищем автомобиля, быстро разрушались, и их замена являлась довольно сложной операцией. Величина передаваемого крутящего момента была небольшой и поэтому такую конструкцию можно было применять только на автомобилях с маломощными двигателями. Кроме того, автомобиль с такой трансмиссией мог двигаться задним ходом с той же скоростью, что и вперед, а это было довольно опасно. Голландский инженер Ван Доорн усовершенствовал конструкцию клиноременного вариатора, заменив резиновый ремень стальным, состоящим из набора отдельных пластин специальной формы.

Принципиальным отличием этой конструкции является то, что такой ремень может передавать не только тяговые, но и толкающие усилия. Ван Доорн использовал свою разработку в конструкции трансмиссии Transmatic, которая могла передавать крутящие моменты величиной до 150 Н*м. Трансмиссии с вариаторами не имеют нейтральной передачи, и поэтому при остановке автомобиля необходимо отсоединять двигатель от трансмиссии с помощью какого-либо устройства. В трансмиссиях Variomatic и Transmatic для этой цели использовалось центробежное сцепление, которое автоматически выключалось и включалось. Троганье с места и остановка автомобилей с этими трансмиссиями сопровождалась резкими рывками. Компания Subaru (Япония), использовавшая коробку передач с клиноременным вариатором на автомобиле Justy, применила электромагнитное порошковое сцепление с компьютерным управлением. Аналогичное решение использует и компания Nissan на автомобилях Micra с вариатором. Для ограничения скорости заднего хода применяют специальные ограничительные устройства.



Стальной ремень Transmatic

Компания Honda разработала свою собственную конструкцию вариатора со стальным ремнем и шкивами. Для троганья с места и остановки используется многодисковое, мокрое сцепление, управляемое компьютером. Эта трансмиссия устанавливается на автомобиль среднего класса Civic, приводимый в движение 1,6-литровым двигателем, развивающим максимальный крутящий момент 140 Н м. Среди особенностей трансмиссии следует отметить компьютерный контроль (от электронной системы управления), давления для управления положением половин обоих шкивов вариатора. Эта система обеспечивает оптимальное давление без чрезмерного его увеличения. Слишком сильное «сжатие» снижает механическую эффективность, а также приводит к преждевременному износу ремня и увеличению шумности работы. Программирование вариатора на автомобиле Civic обеспечило хорошее соотношение с режимами экономичной работы двигателя, и это привело к повышению топливной экономичности автомобиля с вариатором при испытаниях в городском цикле движения, на 15 % по сравнению с топливной экономичностью автомобиля с обычной четырехступенчатой автоматической коробкой передач.

В 1995 г. немецкая компания ZF продемонстрировала автоматическую коробку передач с клиноременным вариатором Ecotronic, в которой использовался гидротрансформатор.

Такое решение усложняет и удорожает конструкцию, но обеспечивает плавное троганье с места и интенсивный разгон автомобиля. Наличие гидротрансформатора дает возможность уменьшить диапазон передаточных чисел вариатора, что снижает его размеры и габариты автоматической коробки передач. В на-

стоящее время ZF производит три варианта таких коробок передач. Наиболее мощный вариант из этого семейства коробок CFT25 имеет стальной ремень шириной 30 мм, планетарную передачу для обеспечения заднего хода, которая включается с помощью многодискового, мокрого сцепления. Коробка передач может передавать крутящий момент до 250 Н*м, что дает возможность использовать такие коробки передач на автомобилях среднего класса VW Passat, Ford Mondeo и др. Управление коробками передач ZF осуществляется с помощью компьютера, программное обеспечение которого обеспечивает адаптивное управление различными режимами движения.

Автомобили с современными автоматическими коробками передач, использующими вариатор со стальным ремнем, обладают гораздо лучшими показателями топливной экономичности и плавностью работы по сравнению с обычными гидромеханическими автоматами. Надежность и долговечность современных коробок передач с такими вариаторами также довольно высока. Однако широкое применение таких коробок сдерживается в силу не технических, а, скорее, психологических проблем. Водители привыкли, что при разгоне автомобиля с обычной механической или автоматической коробками передач они ощущают увеличение частоты вращения двигателя. Автомобиль с вариатором может интенсивно разгоняться и при постоянной частоте вращения двигателя, потому что вариатор поддерживает эту частоту, которая необходима для лучшего разгона. Такая работа обеспечивает наиболее оптимальный разгон, но из-за непривычного звука у водителя создается впечатление, что приемистость автомобиля недостаточна.

Для решения этой проблемы некоторые производители были вынуждены адаптировать управляющие системы своих вариаторов для искусственного создания ряда фиксированных передаточных чисел, преодолев, таким образом, психологическую проблему. У водителей таких автомобилей появилась возможность выбора между ручным последовательным (секвентальным) переключением передач с фиксированными значениями или бесступенчатым автоматическим управлением. Впервые такая конструкция была использована компанией Nissan в 1997 г. в коробке передач Hyper CVT-M6.

Компания Audi при создании коробки передач с вариатором Multitronic использовала другой принцип. При разгоне обеспечивается увеличение оборотов двигателя с увеличением скорости автомобиля. Такой режим разгона не является самым эффективным, но дает возможность решить психологические проблемы. При экстремальном разгоне управляющая электроника переключает вариатор на оптимальный режим работы. Новый подход обеспечил возможность автомобилю Audi A6 с коробкой передач Multitronic показать лучшие результаты по топливной экономичности и интенсивности разгона по сравнению с таким же автомобилем, но имеющим механическую коробку передач. Кроме автоматического режима Multitronic поддерживает режим секвентального переключения передач с шестью фиксированными передаточными числами. В конструкции используется мокрое многодисковое сцепление для обеспечения возможности старта с места. Приводной ремень Audi представляет собой многозвенную цепь, которая передает крутящий момент за счет трения между торцами осей пластин, составляющих цепь, и поверхностями шкивов. Гидравлическая система управления вариатором обеспечивает оптимальное усилие сжатия шкивов, не допуская проскальзывания цепи и обеспечивая необходимую долговечность вариатора.

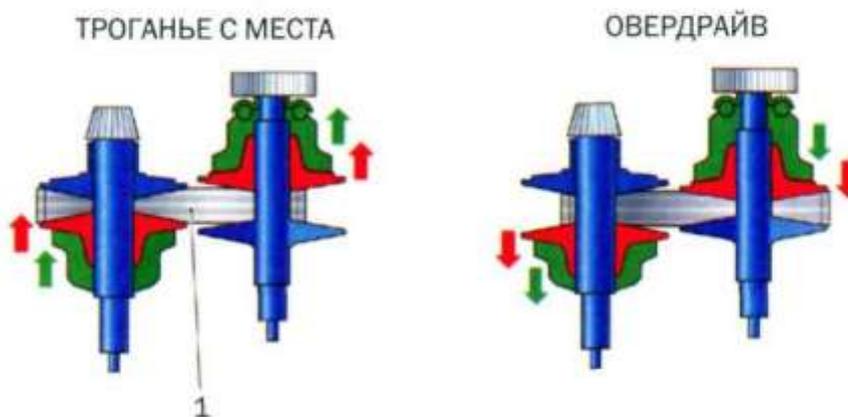


Схема работы вариатора Multitronic: 1 — цепь

В тороидном вариаторе между двумя колесами со сферической (тороидной) рабочей поверхностью зажимается ролик. Одно колесо является ведущим, а другое — ведомым. Передача крутящего момента обеспечивается силами трения между рабочими поверхностями колес и ролика. Изменение положения оси ролика в

поперечной плоскости приводит к изменению передаточного числа вариатора, равного отношению радиусов окружностей проходящих через точки контакта колес с роликом.

В зависимости от угла поворота ролика ведомое колесо может вращаться с той же скоростью, что и ведущее (если ролик горизонтален), с большей, или меньшей (если ролик поворачивается). При использовании тороидного вариатора в трансмиссии автомобиля так же, как и в случае клиноременного, необходимо обеспечить возможность получения заднего хода и отключения вариатора от двигателя с помощью сцепления.

Первый патент на конструкцию трансмиссии с тороидным вариатором был получен Чарльзом Хайтом еще в 1877 г. Такие трансмиссии производства Perbury-Hayes предлагались для автомобилей в 1930-е гг., однако они отличались недостаточной величиной передаваемого крутящего момента и низкой долговечностью из-за отсутствия соответствующих материалов и технологий. Основная проблема заключается в том, что передача крутящего момента целиком зависит от трения в контакте ролика с колесами, и чем выше передаваемый момент, тем больше должна быть сила трения, причем при очень малой площади контакта. Для увеличения трения давление между деталями вариатора должно быть выше, что может привести к повреждению вариатора.

В 1999 г. компания Nissan начала устанавливать на некоторых из своих автомобилей, предназначенных для японского рынка, коробки передач Extroid. В этой коробке передач используется сдвоенный тороидный вариатор, разделяющий поток мощности с целью уменьшения размеров узла. Коробка передач была сконструирована для продольной установки на мощные заднеприводные автомобили и может передавать крутящий момент до 300 Н \cdot м, что на сегодняшний день является рекордом для коробок передач с вариаторами.

Возможность передачи таких усилий обеспечена применением высококачественных сталей и специальных трансмиссионных масел.

Усилия сжатия колес и роликов вариатора составляют величину до 10 т. При таких усилиях сжатия повернуть ролик для изменения передаточного числа вариатора не просто.

Nissan использует оригинальную систему поворота роликов, в которой ролики поворачиваются автоматически при их небольшом смещении относительно оси вращения. Совместно с вариатором в коробке передач Extroid работает гидротрансформатор. Для включения заднего хода используется планетарная передача, управляемая с помощью многодискового мокрого фрикционного сцепления.

На Токийском автосалоне 1999 г. компания Mazda продемонстрировала трансмиссию, которая включает в себя два тороидных вариатора, двухступенчатую планетарную передачу и два автоматических сцепления.

При трогании автомобиля с места планетарная передача понижает передаточное число, в целях получения высокого крутящего момента. На большой скорости привод на колеса осуществляется непосредственно от тороидного вариатора. Коробка передач включает в себя и главную передачу с дифференциалом и предназначена для поперечной установки на переднеприводные автомобили.

Практическое занятие № 4

Тема. Электронные системы автомобилей. Системы поддержания курсовой устойчивости автомобилей, антиблокировочная система, мультимедийные системы в автомобилях, системы помощи водителю, системы активной безопасности в автомобилях, системы превентивной безопасности в автомобилях.

Цель занятия – изучить электронные системы автомобилей; системы поддержания курсовой устойчивости автомобилей, антиблокировочную систему, мультимедийные системы в автомобилях, системы помощи водителю, системы активной безопасности в автомобилях, системы превентивной безопасности в автомобилях.

Методические указания

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, после чего кратко изложить изученный материал в тетради для практических занятий

Краткие теоретические сведения

Основное назначение системы автоматизации – это получение информации об управляемом процессе, ее обработка и использование для формирования управляющего воздействия на процесс.

В зависимости от назначения различают следующие автоматические системы:

1. Системы автоматической сигнализации. Извещают водителя о состоянии систем автомобиля.
2. Системы автоматического контроля. Без участия водителя осуществляют контроль различных параметров и величин, характеризующих работу какого-либо агрегата автомобиля.
3. Системы блокировки и защиты. Предотвращают возникновение аварийных ситуаций.
4. Системы автоматического пуска и остановки. Включают и останавливают различные приводы, при необходимости реверсируют направление движения рабочих органов по заранее заданной программе.
5. Системы автоматического управления. Осуществляют управление теми или иными агрегатами или процессами.

Важнейшей функцией системы автоматического управления является управление как таковое. В широком смысле слова управ-

ление – это организация какого-либо процесса, обеспечивающего достижение поставленной цели. Управление осуществляется путем получения, хранения, анализа и преобразования исходной информации в сигнал, подлежащий исполнению. Подобные процессы изучает кибернетика. Таким образом, изучение систем автоматики является одной из задач кибернетики.

Системы управления содержат технические средства, с помощью которых осуществляется выполнение заданных функций. Эти средства называются элементами автоматики. Каждый элемент имеет свое назначение.

Антиблокировочные системы

При экстренном торможении (особенно на мокром дорожном покрытии) значительное усилие на педаль тормоза может привести к блокировке колес. Сцепление шин с дорожным покрытием в этом случае резко ослабевает и управляемость падает с возникновением заноса. Это связано с тем, что при блокировке колеса весь запас по сцеплению колеса с дорогой используется в продольном направлении и оно перестает воспринимать боковые силы, которые удерживают автомобиль на заданной траектории.

Торможение колеса без блокировки позволяет реализовывать как продольные силы F_u в контакте колеса с дорогой (торможение), так и поперечные F_s (управляемость, устойчивость). Кроме того, как было отмечено выше, катящееся колесо имеет больший запас по сцеплению, чем заблокированное.

Первые патенты на антиблокировочные системы появились в конце 20-х гг. Однако лишь в 1969 г. началась серийная установка антиблокировочной системы (АБС) тормозов на легковом автомобиле, а впоследствии и на грузовом.

Применение АБС способствовало:

- повышению активной безопасности автомобиля, т. е. повышению тормозной эффективности (особенно на скользких поверхностях), улучшению устойчивости и управляемости;
- увеличению средней скорости движения;
- продлению срока службы шин.

По существующим международным нормам сегодня в обязательном порядке должны оборудоваться антиблокировочной системой следующие транспортные средства:

- грузовые автомобили весом более 3,5 т;
- автобусы весом более 5 т;
- прицепы и полуприцепы весом более 5 т.

Другие автотранспортные средства, в т. ч.

легковые автомобили оборудуются АБС по желанию покупателя или по инициативе фирм-изготовителей автомобилей. Следует отметить, что для большинства современных легковых автомобилей АБС уже стала штатным оборудованием.

Существующие конструкции АБС имеют различный уровень технического совершенства, поэтому их разделили на три категории (1, 2, 3) для автомобилей, на две (А, Б) — для прицепов и предъявляют к ним различные требования, допускают к установке на конкретные типы автомобилей. Так, например, междугородные и туристические автобусы могут оснащаться только самыми совершенными АБС категории 1. На других типах ТС могут применяться относительно дешевые и простые АБС, устанавливаемые, например, только на задней оси.

АБС должна обеспечивать:

- минимальный тормозной путь (не менее 75 % от максимально возможного);
 - устойчивость при торможении;
 - сохранение управляемости при торможении;
 - приспособляемость к изменяющимся внешним условиям, например сцеплению на сухой, мокрой и скользкой дороге (адаптивность);
 - плавное торможение, без рывков;
 - возможность торможения при выходе из строя АБС;
 - минимальный расход рабочего тела;
 - минимальное потребление электроэнергии;
 - помехоустойчивость по отношению к внешним магнитным полям;
 - сигнализацию при выходе из строя АБС, диагностику неисправности;
 - общие требования (надежность, низкая стоимость и т. п.).
- В состав электронной антиблокировочной системы входят:
- датчики (угловой скорости колеса, замедления и т. д.);
 - электронный блок управления, получающий информацию

от датчиков, обрабатывающий ее и подающий сигналы на исполнительные механизмы и сигнальную лампу;

— исполнительные механизмы (модуляторы давления рабочего тела).

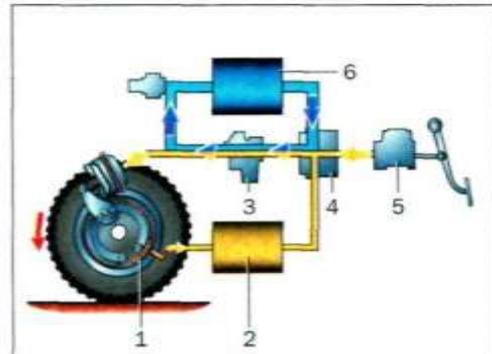


Схема электронной ABS: 1 — датчик; 2 — замер скорости; 3 — модулятор; 4 — блок управления; 5 — тормозной цилиндр; 6 — замер давления

Для поддержания требуемого проскальзывания (пробуксовки) колес необходимо знать значения линейной скорости автомобиля в каждый момент времени, угловую скорость тормозящего колеса, рассчитывать скольжение и управлять модуляторами, установленными в тормозном приводе. С помощью модуляторов изменяют тормозное давление, поступающее к тормозным камерам или рабочим цилиндрам и тем самым регулируют тормозные силы на колесах.

Угловую скорость колеса определяют датчиками, установленными в ступице колеса, или, реже, в главной передаче. Датчик состоит из ротора в виде зубчатого диска (или перфорированного кольца), закрепленного на колесе, и катушки индуктивности, установленной неподвижно с некоторым зазором относительно зубцов диска.

Линейную скорость автомобиля чаще всего определяют косвенным путем — перерасчетом значений, полученных от датчиков угловой скорости колес. Иногда, например, на полноприводных автомобилях линейную скорость рассчитывают по значению замедления в продольном направлении, определяемому с помощью датчика замедления. При достижении величины заданного относительного скольжения (порогового значения) блок управления подаст соответствующую команду исполнительному механизму.

Существуют различные принципы регулирования: по величине замедления тормозящего колеса; по заданной величине угловой скорости тормозящего колеса; по заданной величине относительного скольжения; по давлению рабочего тела и т. д.

В подавляющем большинстве случаев для выполнения всех требований по адаптивности применяется регулирование тормозящего колеса по его замедлению и скольжению.

Исполнительные механизмы (модуляторы) АБС могут иметь различное устройство: клапанное, золотниковое, диафрагменное, смешанное. Модуляторы по командам блока управления изменяют давление рабочего тела в тормозных камерах или цилиндрах.

Различают модуляторы, работающие по двухфазовому (увеличение-сброс давления) и трехфазовому (сброс-выдержка-увеличение давления) рабочим циклам. Современные модуляторы часто имеют усложненный рабочий цикл. Например, фаза увеличения или уменьшения давления состоит из нескольких этапов, отличающихся темпом изменения давления. От частоты, с которой модулятор может осуществлять рабочий цикл, зависит качество работы АБС. Трехфазовый модулятор обеспечивает несколько меньший расход рабочего тела.

Схемы установки АБС. Тормозная динамика автомобиля в большой степени зависит от схемы установки элементов АБС на автомобиле и выбранного принципа регулирования. Наиболее распространены следующие принципы регулирования скольжения колес:

– индивидуальное регулирование скольжения каждого колеса в отдельности (Individual Regelung) — IR;

– «низкопороговое» регулирование, т. е. регулирование, предусматривающее подачу команд на растормаживание и затормаживание обоих колес оси одновременно по сигналу датчика колеса, находящегося в худших по сцеплению условиях, — «слабого» колеса (Select Low) — SL;

– «высокопороговое» регулирование колес одной оси, когда сигнал подается датчиком «сильного» колеса, т. е. находящегося в лучших по сцеплению условиях (Select High) — SH;

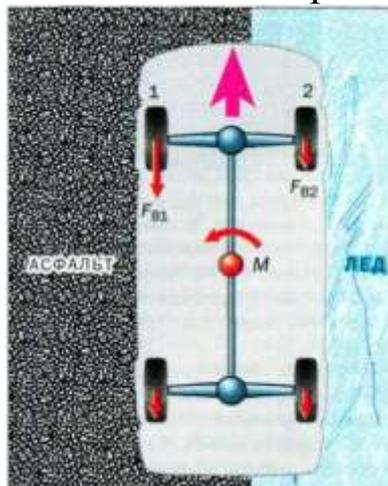
– модифицированное индивидуальное регулирование — Modifizierte Individual Regelung (MIR) представляет собой компромисс-

ное регулирование между SL и IR. Смысл MIR заключается в том, что вначале регулирование осуществляется по «низкопороговому», а затем постепенно происходит переход к индивидуальному регулированию. MIR целесообразно использовать при торможении на опорной поверхности с различным сцеплением под левым и правым колесами, а также на повороте и поперечном уклоне.

Индивидуальное регулирование является оптимальным с точки зрения обеспечения наилучшей тормозной эффективности (минимального тормозного пути). Для этой цели на каждом колесе размещается датчик частоты вращения и модулятор давления и их параметры регулируются отдельным каналом управления в электронном блоке. Индивидуальное регулирование дает возможность получить оптимальный тормозной момент на каждом колесе в соответствии со сцепными условиями и, как следствие, минимальный тормозной путь.

Однако если колеса одной оси будут находиться в неодинаковых сцепных условиях, то тормозные силы на них также будут неодинаковыми.

В этом случае возникает разворачивающий момент, приводящий к потере устойчивости. Управляемость автомобиля при этом сохраняется, т. к. колеса не заблокированы и запас боковой устойчивости остается достаточным. Схема с индивидуальным регулированием является наиболее сложной и дорогой.



Разворачивающий момент, приводящий к потере устойчивости

При выборе схемы АБС обычно исходят из технической и

экономической целесообразности. Как показали исследования, соответствуют всем требованиям, а следовательно, относятся к категории 1 АБС имеющие схему регулирования (передние колеса/задние колеса) IR/IR и MIR/IR, а также другие схемы (MIR/SL, SL/IR) если принцип SL используется на оси (осях), обеспечивающей не более 50 % суммарной тормозной силы. АБС, использующие принцип SL на обеих осях АТС (SL/SL), относятся к категории 2. В АБС категории 3, как правило, реализуется схема — SL.

Схема системы АБС 2-го поколения, разработанная фирмой Bosch для легковых автомобилей с гидравлическим тормозным приводом.

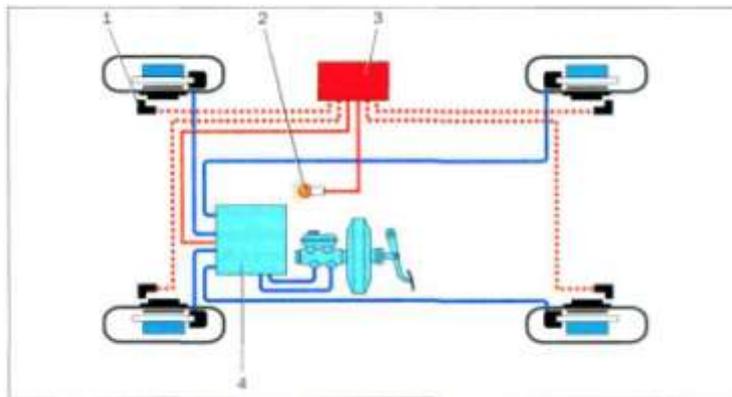


Схема системы АБС 2-го поколения фирмы Bosch для легкового автомобиля: 1 — датчик; 2 — сигнальная лампа; 3 — блок управления; 4 — модулятор

Она встраивается в штатную тормозную систему и не требует изменения ее конструкции. Преимущества таких систем заключаются в простоте и удобстве компоновки на автомобиле.

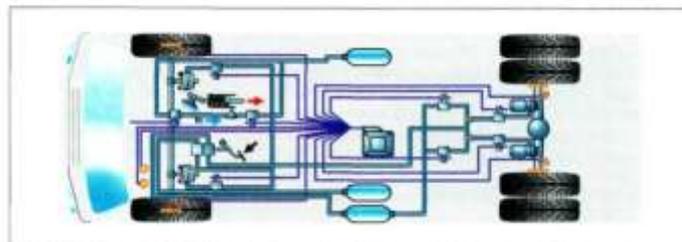
Система содержит гидравлический узел, располагаемый между главным тормозным и колесным цилиндрами, датчики частоты вращения, монтируемые у передних колес и у главной передачи, и электронный блок управления (ЭБУ), устанавливаемый в салоне или в моторном отсеке автомобиля. На полноприводных автомобилях к датчикам частоты вращения добавляется датчик продольного замедления. Гидравлический узел состоит из насоса с электродвигателем, модулятора с тремя электроклапанами, двух аккумуляторов с демпфирующими камерами.

В системе используется трехфазный рабочий цикл. При торможении без блокировки колес электроклапан соединяет колесный

цилиндр с соответствующей секцией главного цилиндра и тормозная система работает обычным образом. Если ЭБУ выявляет тенденцию к блокированию колеса, то электроклапан переводится в положение, при котором колесный тормозной цилиндр отсоединяется от главного тормозного цилиндра и, наоборот, соединяется с магистралью слива. Жидкость перетекает в демпфирующую камеру, а затем перекачивается насосом в главный тормозной цилиндр. Давление в колесном цилиндре уменьшается. В фазе выдержки давления электроклапан переводится в положение, при котором все магистрали разъединены между собой. Следующая фаза нарастания давления осуществляется переводом электроклапана в первоначальное положение. Жидкость из главного тормозного цилиндра вновь поступает в колесный цилиндр.

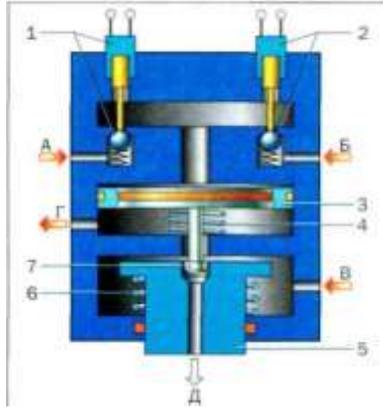
В случае отказа насоса торможение с антиблокировочной функцией прекращается, но работоспособность тормозного привода сохраняется.

Типичная схема установки пневматической АБС на двухосном грузовом автомобиле с пневмоприводом показана на рисунке. Эта система состоит из блока управления, соединенного с колесными датчиками и модуляторами.



Пневматическая АБС

Модулятор АБС имеет, как правило, диафрагменную конструкцию. Такая конструкция обеспечивает более высокое быстродействие по сравнению с поршневой. Модулятор имеет два электроклапана 1 и 2 и два пневмоклапана.



Принципиальная схема пневматического модулятора АБС: 1, 2 — электромагнитные клапаны; 3 — следящий поршень; 4, 6 — пружина; 5 — корпус впускного и атмосферного клапанов; 7 — седло атмосферного клапана; А — полость, соединяющая тормозной кран с модулятором; Б — полость, соединяющая модулятор с атмосферой; В — полость, соединяющая воздушный баллон с модулятором; Г — полость, соединяющая модулятор с рабочей полостью тормозной камеры; Д — полость, соединяющая тормозную камеру через модулятор с атмосферой

Выходы модулятора подключены к тормозному крану, к тормозной камере и к атмосфере.

При торможении без срабатывания АБС воздух поступает от крана на выход к тормозному крану, отжимает диафрагму верхнего пневмоклапана и проходит на выход к тормозной камере. Одновременно он поступает через большой канал к нижнему пневмоклапану, который дополнительно прижимается к своему седлу, перекрывая атмосферный выход. Верхний пневмоклапан находится в открытом положении, т. к. полость соединена с атмосферой через электроклапан отсечки. При растормаживании тормозным краном воздух проходит через модулятор в обратном направлении, от выхода к тормозной камере к тормозному крану.

При работе АБС модулятор обеспечивает трехфазный рабочий цикл.

В фазе сброса давления на оба электроклапана модулятора подается напряжение от электронного блока управления. Электроклапан отсечки закрывает атмосферный выход и одновременно пропускает воздух от выхода к тормозному крану через малый канал в полость. Давление с обеих сторон диафрагмы верхнего пнев-

моклапана выравнивается, и он усилием пружины закрывается. Одновременно из-за срабатывания электроклапана сброса открывается нижний пневмоклапан. Через него воздух из тормозных камер выходит в атмосферу.

Выдержка тормозного давления (вторая фаза) на постоянном уровне производится при подаче напряжения только на электроклапан отсечки. В этом случае оба пневмоклапана закрыты.

В третьей фазе электроклапаны обесточены и воздух проходит из тормозного крана в тормозную камеру.

Установка трехфазовых модуляторов около каждого колеса автомобиля позволяет реализовать любой принцип регулирования.

Несмотря на установленную на автомобиле АБС рекомендуется сохранять в тормозном приводе регулятор тормозных сил, хотя это и не требуется нормативами. Считается, что регулятор сохраняет комфортабельность движения и расход воздуха и снижает вероятность вступления в работу АБС.

Неисправность АБС не может быть полностью исключена, поэтому необходимо выбирать такое подключение датчиков и модуляторов, которое обеспечит сохранение свойств системы даже при наличии некоторых отказов. Часто выбирается диагональная схема подключения. К каждому процессору подключаются датчик и модулятор двух колес по диагонали: одного переднего и одного заднего. В этом случае при единичной неисправности отключается только одна диагональ. Одно незаблокированное переднее колесо и одно заднее колесо обеспечат остаточную устойчивость и управляемость автомобиля. Лампа, сигнализирующая о неисправности АБС, подключается параллельно к обоим каналам блока управления. Поэтому, даже если она горит, одна из диагоналей еще может находиться в исправном состоянии. Самодиагностика исправности АБС начинается при включении зажигания и производится непрерывно при движении ТС. Концепция двухканальной электроники с диагональным распределением каналов считается важным элементом надежности АБС для грузовых автомобилей и автобусов, т. к. единичный отказ в АБС не может застать врасплох водителя, привыкшего к помощи системы при торможении. К блоку управления АБС может подключаться тормоз-замедлитель. Электроника автоматически отключает замедлитель, когда АБС вступает в работу.

Опыт эксплуатации АБС свидетельствует о высокой надежности этой системы. Отказы составляют около 0,2 %. Наиболее часто отказывают электрические соединения блока управления, датчиков и модуляторов, а также соединения между тягачом и прицепом. Отказы модуляторов (в том числе из-за замерзания) незначительны. Неисправности датчиков связаны в основном с увеличением зазоров в подшипниках ступицы колеса.

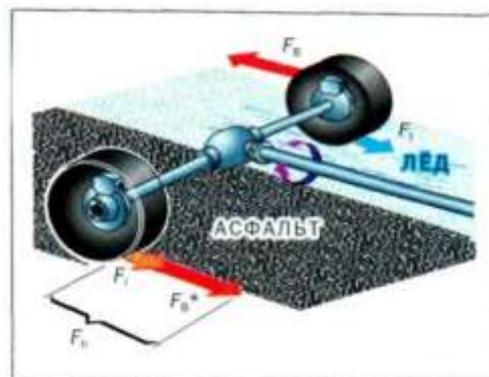
Противобуксовочные системы

Наряду с использованием АБС сравнительно недавно на автомобилях стали применять противобуксовочные системы (ПБС), которые при тяговом режиме движения препятствуют пробуксовке ведущих колес автомобиля. ПБС не относятся к тормозному управлению, но, ввиду идентичного принципа работы и использования одних и тех же аппаратов, часто рассматриваются совместно с АБС.

Противобуксовочные системы давно используются на железнодорожном транспорте, но лишь совсем недавно стали применяться на автобусах, легковых и грузовых автомобилях.

ПБС часто устанавливаются в сочетании с АБС, что позволяет ускорить процесс разгона, а также повысить проходимость на мягких грунтах и скользких дорогах.

Принцип действия системы основан на автоматическом подтормаживании буксующего колеса.



Принцип действия ПБС: F , — тяговая сила (без ПБС); F_B — тормозная сила; F_{E} — дополнительная тяговая сила; F_h — суммарная сила тяги

При этом другое ведущее колесо, находящееся на дорожном

покрытии с хорошими сцепными характеристиками, может воспринимать большой крутящий момент. В результате, как и при блокировке дифференциала, увеличивается суммарная сила тяги, автомобиль может трогаться с места и разгоняться с большим ускорением. Кроме того, система при необходимости уменьшает подачу топлива в двигатель и ограничивает общую тяговую силу на ведущих колесах.

К преимуществам ПБС относят:

- увеличение силы тяги и повышение устойчивости автомобиля при трогании с места, разгоне и движении на скользкой дороге;
- увеличение проходимости по мягким грунтам;
- уменьшение нагрузок в трансмиссии при резком изменении коэффициента сцепления;
- снижение расхода топлива, особенно в зимних условиях;
- уменьшение износа шин;
- снижение утомляемости водителя.

В настоящее время во всех ПБС для автоматического ограничения буксования колес применяется электроника.

Схема комплексной АБС/ПБС показана на рисунке.

АБС дополняется модулятором ПБС, который имеет два цилиндра, включенных в гидромагистрали, соединяющие главный тормозной цилиндр через модулятор АБС с колесными цилиндрами. Внутри цилиндров модулятора расположены плавающие поршни с центральными клапанами. Последние соединяют входную и выходную магистрали цилиндра. Поршни управляются посредством трехпозиционных электромагнитных и двухпозиционных дросселирующих клапанов.

При торможении автомобиля жидкость беспрепятственно проходит через цилиндры модулятора к задним колесным цилиндрам.

Во время работы ПБС по команде блока управления на притормаживание одного или обоих ведущих колес электромагнитный клапан переводится в положение, при котором давление из гидронасоса передается в управляющую полость цилиндра модулятора, слева от поршня. Под действием давления жидкости поршень перемещается вправо и перекрывает центральный клапан. Дальней-

шее движение поршня приводит к повышению давления в колесных цилиндрах. Выдержка или сброс давления осуществляются по команде электронного блока переводом электромагнитного клапана в соответствующее положение.

Для получения большей точности и плавности регулирования скольжения колес в тяговом режиме в ПБС изменение давления необходимо производить более медленно, чем в АБС. Для этого в модулятор введены дросселирующие клапаны с меньшим проходным сечением, которые срабатывают в начале функционирования ПБС.

Рассмотренная конструкция модулятора может применяться отдельно от АБС, для чего автомобиль должен быть дооборудован колесными датчиками угловых скоростей, блоком управления и иметь гидросистему высокого давления.

Регулирование крутящего момента двигателя производится комплексным воздействием на дроссельную заслонку, на системы зажигания и впрыска топлива. Положение дроссельной заслонки может изменяться электромеханическим или электромагнитным устройством.

Чаще всего используется электромеханическая система, известная под названием «электронная педаль газа». В этой системе изменение положения педали «газа» с помощью датчика перемещения педали преобразуется в электрический сигнал. В блоке управления данный сигнал преобразуется с учетом ряда заданных переменных и сигналов от других датчиков (температуры, частоты вращения двигателя и т. п.), а затем передается к электродвигателю, который перемещает дроссельную заслонку или рейку топливного насоса (в случае управления дизелем). Сигнал обратной связи о положении заслонки или рейки также поступает в блок управления.

Команды, поступающие от блока управления ПБС, имеют приоритет по отношению к сигналам, поступающим от датчика перемещения педали «газа». Например, если водитель открывает дроссельную заслонку на угол, обеспечивающий подачу к колесам крутящего момента, большего, чем можно реализовать по условиям сцепления, то по команде от блока управления ПБС угол открытия может быть уменьшен до 10° за время 100 мс.

В конце 80-х гг. началось серийное производство противобуксовочных систем для дизельных грузовых автомобилей, автобусов и седельных тягачей, имеющих пневматический тормозной привод. При этом из соображений безопасности считается нецелесообразным обеспечение возможности движения с большими скоростями, при которых нельзя достичь высокой надежности торможения. Поэтому пневматические ПБС отдельно от АБС не изготавливаются и не устанавливаются.

Повышение эффективности ПБС на автомобилях 6x2 с пневмоподвеской может быть достигнуто кратковременным (не более чем на 90 с) увеличением на 30 % нагрузки на ведущую ось вследствие выпуска воздуха из пневмобаллонов подвески поддерживающей оси. Для этого используются соответствующие электроклапаны.

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 ав-

томобилях 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.

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.

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 име-

ют 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;
- снижение повреждений при аварии;
- простота сборки;
- способность обеспечить выполнение всех функций наиболее совершенных систем АБС, ESR 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

Превентивная система безопасности

В последнее время на передний план автомобильных систем безопасности выходят т.н. превентивные (предупреждающие) системы. Превентивная система безопасности (другое наименование – *система предупреждения столкновения*) призвана избежать столкновения, а если оно произошло - уменьшить тяжесть аварии.

В зависимости от конструкции конкретной системы в ней могут быть реализованы следующие функции:

- предупреждение водителя об опасности столкновения;
- подготовка тормозной системы к экстренному торможению;
- активация отдельных устройств пассивной безопасности;
- частичное или полное автоматическое торможение.

Для реализации данных функций в превентивных системах безопасности используются технологии адаптивного круиз-контроля, системы динамической стабилизации, системы пассивной безопасности. Ряд превентивных систем, реализующих функцию автоматического торможения, носят название систем экстренного торможения. Таким образом, превентивная система безопасности это эффективный симбиоз систем активной и пассивной безопасности.

В настоящее время превентивные системы безопасности достаточно широко распространены и активно внедряются на легковые автомобили. Известными превентивными системами безопасности являются:

- Pre-Sense Front, Pre-Sense Front Plus и Pre-Sense Rear от **Audi**;
- Pre-Safe и Pre-Safe Brake от **Mercedes-Benz**;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS от **Honda**;
- City Brake Control от **Fiat**;
- Collision Warning with Brake Support и Forward Alert от **Ford**;
- Forward Collision Mitigation, FCM от **Mitsubishi**;
- Pre-Collision System, PCS от **Toyota**;
- Front Assist и City Emergency Brake от **Volkswagen**;
- Collision Warning with Auto Brake и City Safety от **Volvo**;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS от **Bosch**.

Система Pre-Safe от Mercedes-Benz на скорости свыше 30 км/ч оценивает характер движения (скорость, обороты двигателя и др.) и действия водителя (рулевое управление, педаль газа, тормозная система). По результатам оценки система реализует следующий алгоритм работы:

Условие	Действие
риск столкновения (радиолокационная информация, экстренное торможение)	натяжение ремней безопасности водителя и переднего пассажира; перевод угла наклона подушек и спинок передних и задних сидений в оптимальное положение; подъем задних подголовников
риск заноса, бокового удара и опрокидывания (боковое ускорение)	укрепление подушек и спинок передних и задних сидений (заполнение воздушных камер и образование валиков); закрытие боковых стекол на передних и задних дверях; закрытие люка на крыше

Система Pre-Safe всегда включена и не может быть отключена водителем. Ведется интенсивная работа над созданием системы Pre-Safe второго поколения, которую планируется оснастить:

- боковыми панелями кузова, изменяющими форму перед аварией;
- сдвигающимися к центру сидениями передних пассажиров при боковом ударе;
- вертикальной подушкой безопасности между водителем и передним пассажиром;
- надувными ремнями безопасности для задних пассажиров;
- внешней фрикционной подушкой для осуществления экстренного торможения.

Система Pre-Safe Brake от Mercedes-Benz для идентификации критической ситуации использует радар. Она работает на ско-

рости 30-200 км/ч и сканирует участок 200 м перед автомобилем. Работа системы включает следующие действия:

Условие	Действие
обнаружение препятствия (автомобиль, человек) в пространстве перед машиной	расчет времени вероятного столкновения
2,5 с до расчетного столкновения	подача трех звуковых сигналов предупреждения
1,6 с до расчетного столкновения	частичное автоматическое торможение (40% от максимального тормозного давления); натяжение ремней безопасности
водитель среагировал и нажал на педаль тормоза	создание максимального тормозного давления
водитель среагировал и свернул на другую полосу	уменьшение тормозного давления
0,6 с до расчетного столкновения, водитель не реагирует на предупреждения	автоматическое создание максимального тормозного давления

Система Pre-Safe Brake может быть выключена водителем.

Системы Collision Mitigation Braking System от Honda с помощью радара на скорости свыше 15 км/ч и расстоянии до 100 м фиксирует движущиеся и стоящие автомобили (мотоциклы). Работа системы CMBS подобна системе Pre-Safe Brake и включает:

Условие	Действие
3 с до столкновения с препятствием	подача звуковых и световых сигналов об опасности
2 с до столкновения, водитель не реагирует на предупреждения	три резких рывка на ремень безопасности водителя
1с до столкновения, водитель не реагирует на предупреждения	частичное автоматическое торможение, натяжение ремней безопасности

водитель среагировал и нажал на педаль тормоза	создание максимального тормозного давления
--	--

Система CMBS принудительно выключается с помощью специальной кнопки.

Система City Safety от Volvo использует в своей работе лидар. В силу особенностей данного датчика область применения системы находится на скоростях до 30 км/ч и расстоянии до 10 м. В отличие от других превентивных систем City Safety не предупреждает водителя о вероятном столкновении. Система срабатывает достаточно поздно и грубо, чтобы водители не полагались на нее в каждой дорожной ситуации. Система City Safety представлена следующими превентивными функциями:

Условие	Действие
автомобиль приближается к препятствию со скоростью, которая может привести к аварии; водитель не реагирует на препятствие	подготовка тормозной системы к торможению (активация насоса на несколько сотых долей секунды, подведение колодок к дискам); уменьшение величины крутящего момента (с помощью блока управления двигателем)
водитель не реагирует на препятствие	автоматическое торможение
водитель реагирует на препятствие (движение рулевого колеса, педали тормоза)	автоматическое торможение не активируется
водитель недостаточно сильно нажал на педаль тормоза	включение в работу системы ЕВА (Emergency Brake Assist) и создание максимального тормозного усилия

Система может быть выключена, но автоматически включается при каждой новой поездке.

Практическое занятие № 5

Тема. Кузова современных автомобилей. Требования к конструкции и материалам. Технологии сварки, сборки, окраски.

Цель занятия – изучить кузова современных автомобилей. Требования к конструкции и материалам. Технологии сварки, сборки, окраски кузовов автомобилей.

Методические указания

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, после чего кратко изложить изученный материал в тетради для практических занятий

Краткие теоретические сведения

Если несущей системой автомобиля является рама, то дополнительно на нее устанавливается кузов или кабина для размещения водителя, пассажиров и грузов.

Рама выполняет функции каркаса автомобиля: кроме соединения всех его узлов и агрегатов в единое целое она дополнительно придает жесткость и прочность всей конструкции, что позволяет воспринимать различные внешние и внутренние нагрузки при движении.

Кузов служит для комфортного размещения пассажиров и груза и для их защиты от внешних и внутренних неблагоприятных факторов (погодные условия — снег, ветер, дождь; дорога — шум, пыль, вибрация), а также обеспечивает защиту в случае аварии. Конструкция кузова влияет на эксплуатационные свойства автомобиля и определяет его внешний вид.

Существуют и бескузовные транспортные средства, например мотоциклы, снегоходы.

Конструкция автомобильных рам

По конструкции различают три типа рам: лонжеронные, центральные и комбинированные. Наибольшее распространение получили лонжеронные рамы.

Лонжеронная рама состоит из двух продольных балок (лонжеронов), которые соединены между собой поперечинами. В зависимости от типа автомобиля и его компоновки лонжероны могут быть установлены один относительно другого параллельно или под углом, а также могут быть изогнуты в вертикальной и горизон-

тальной плоскостях. К раме крепятся практически все узлы и агрегаты автомобиля: кузов, механизмы трансмиссии, передняя и задняя подвески, системы управления и т. д. Поперечины служат для придания жесткости всей конструкции. Лонжероны и поперечины чаще всего изготавливают гнутыми из листовой стали, при этом им придают форму поперечного сечения в виде закрытого короба, швеллера или двутавра, т. к. они обладают наибольшей жесткостью при изгибе. Лонжероны и поперечины между собой соединены клепкой или болтовыми соединениями, реже применяется сварка.

Центральная (хребтовая) рама состоит из центральной продольной несущей балки, обычно трубчатого сечения, к которой прикреплены поперечины. Крепление узлов и агрегатов автомобиля осуществляется как к балке, так и к поперечинам. Несущая балка хребтовой рамы может также состоять из картеров отдельных агрегатов трансмиссии, соединенных между собой. Такая рама по сравнению с лонжеронной обладает большей жесткостью, а возможность использования агрегатов трансмиссии в качестве рамы обеспечивает компактность. Хребтовая рама используется в основном в конструкции автомобилей высокой проходимости, поскольку хорошо компонуется с независимой подвеской ведущих колес. Вместе с тем, сложность конструкции и трудности при техническом обслуживании и ремонте ограничивают применение таких рам.

Комбинированные рамы сочетают в своей конструкции оба принципа — средняя часть выполняется как центральная, а концы делают лонжеронными.

Назначение кузова фактически определяет область применения автомобиля (или наоборот). Пассажирские кузова предназначены для перевозки пассажиров и используются в основном на легковых автомобилях и автобусах. На грузовом автомобиле устанавливается кузов для перевозки грузов и, дополнительно к нему, — кабина (пассажирский кузов) для размещения водителя и одного или двух пассажиров. Грузопассажирские кузова предназначены для одновременного размещения пассажиров и груза. Специальные кузова, например: мусоровозы, пожарные автомобили, автокраны и т. д., как правило, устанавливаются на раме (шасси) грузовых ав-

томобилей, чтобы они могли выполнять специфические задачи.

В зависимости от конструкции кузова выполняют каркасными, полукаркасными или бескаркасными. Каркасный кузов имеет жесткий пространственный каркас, к которому крепятся наружная и внутренняя облицовки. Полукаркасный кузов имеет только некоторые части каркаса (отдельные стойки, дуги, усилители и т. п.), соединенные между собой наружной и внутренней облицовками. Для придания бескаркасному кузову необходимой жесткости отдельным его частям придают специальную форму и сечение.

По способу размещения груза, пассажиров и силового агрегата в кузове автомобиля различают кузова: однообъемные — силовой агрегат, отсек для пассажиров и груза расположены в единой пространственной конструкции (автобус, мини-вен, бескапотная кабина грузового автомобиля и т. п.); двухобъемные — силовой агрегат под капотом, пассажиры и груз в другом отсеке кузова (универсал, хэтчбек, капотная кабина грузового автомобиля и т. п.); трехобъемные — силовой агрегат под капотом, пассажиры в кабине (пассажирском салоне), а груз в багажном отделении (классический пример — седан).

Несущий кузов воспринимает все нагрузки и усилия, которые действуют на автомобиль при его движении: вес груза, пассажиров и установленных на кузове агрегатов и механизмов, усилия от элементов подвески автомобиля и силы, которые возникают при колебаниях, разгоне, торможении и повороте.

Полунесущий кузов жестко соединяется с рамой и воспринимает часть нагрузок, приходящихся на раму.

Разгруженный кузов жесткого соединения с рамой не имеет. Он устанавливается на раме на упругих подушках и, кроме веса пассажиров и перевозимого груза, никаких других нагрузок не воспринимает.

Кроме приведенной выше классификации, кузова легковых автомобилей различаются по внешнему виду и конструкции пассажирского салона.

Требования к автомобильным кузовам

Требования потребителя	Требования производителя
— привлекательный внешний вид	— низкая стоимость производства
— максимальная безопасность	— простота сборки
— умеренный расход топлива	— возможность применения универсального технологического оборудования
— высокий комфорт	— ограниченное количество деталей
— универсальность	— приспособленность деталей к существующим технологическим процессам (штамповка, сварка и т. д.)
— длительный срок службы	— максимальная унификация деталей для различных моделей (принцип единой платформы)
— невысокая цена	— приспособленность деталей к последующей утилизации и т. д.
— низкие затраты на ремонт	
— невысокий уровень шума	
— достаточный объем внутреннего пространства и т. д.	

Материалы для изготовления кузовов.

Большинство кузовов современных автомобилей выполнены из листовой стали толщиной 0,6-3,0 мм. Наряду с низкоуглеродистой сталью в последнее время активно применяется низколегированная тонколистовая сталь, которая, с одной стороны, характеризуется повышенной прочностью, а с другой — сохраняет «податливость», необходимую для сложной и глубокой штамповки в огромных гидропрессах, которые обычно используются при изготовлении кузовов.

Современные высокопрочные стали применяются для панелей кузова, которые воспринимают самые высокие нагрузки от изгибающих и крутящих моментов или при поглощении энергии столкновения. Использование таких высокопрочных сталей позволяет изготавливать кузовные панели более тонкими, что приводит к экономии массы. В некоторых современных автомобильных кузовах до 50 % листовой стали является высокопрочной.

Хотя формирование панелей гидропрессом остается самым распространенным способом для изготовления стального кузова, в настоящее время развивается технология на основе гидроформования, при котором стальная труба-заготовка расширяется в форме импульсом высокого внутреннего гидравлического давления. Это — альтернативный путь создания закрытых полостей кузова; может использоваться, для формирования стоек двери, усилителей крыши, оконных рам или деталей передка.



Метод гидроформования для изготовления стальных кузовов. На рисунке показана последовательность создания лонжерона кузова методом гидроформования

Окраска и коррозионная защита кузовов

Одна из основных причин, снижающих срок службы современного кузова — его коррозия. Для предотвращения этого процесса кузов во время производства подвергается ряду технологических операций. Важную роль при этом играет качество окраски кузова, от которой зависит как коррозионная стойкость, так и привлекательность внешнего вида автомобиля.

Подход к защите от коррозии и окрашиванию стал гораздо более стандартизированным за последние 20 лет. Сейчас основным способом антикоррозионной защиты кузова является покрытие листовой стали с одной или обеих сторон слоем цинка или гальванизирование ее до прессования. Эта защита обычно используется для тех частей кузова, которые больше всего подвержены коррозии: днище, крылья, панели двери, внутренние стороны арок колес и другие важные части каркаса. Некоторые изготовители, однако, обеспечивают полную защиту кузова, используя 100 % -ное гальванизирование стали. Повышенная эффективность основной защи-

ты от коррозии уменьшила потребность в дополнительном защитном покрытии днища. Масса мастики, наносимой на днище кузова, составляет 10-18 кг. Дополнительные материалы, в виде изолирующей мастики (в большинстве случаев поливинилхлорид), наносятся на кузов вручную или в критических швах — роботом. Детали, наиболее подверженные воздействию выбрасываемых из под колес камней, изготавливают из механически стойких пластмасс.

Окраска кузовов на современных автозаводах - многоэтапный процесс. В результате красочное покрытие состоит из нескольких слоев:

- защитный слой, получаемый электрофорезом (20-30 мкм);
- грунтовка (около 35 мкм);
- основной окрасочный слой (35-45 мкм);
- лакирующий слой (40-45 мкм).



Технологический процесс окраски кузова

В ответ на запросы потребителя технология окраски становится более сложной. Окраска типа металлик с добавлением алюминиевой пудры применяется для значительной части легковых автомобилей. Все большее количество изготовителей предлагает другой тип покрытия — перламутр, в котором визуальный эффект достигнут вкраплением в слой краски частиц слюды.

Практическое занятие №6

Тема: Автомобили будущего

Цель работы: ознакомится с конструкцией автомобилей будущего.

Методические указания

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, после чего кратко изложить материал в тетради для практических занятий.

Краткие теоретические сведения

Все крупные автоконцерны активно занимаются разработками робомобилей и технологий для них. У многих людей может возникнуть ложное мнение, что история развития беспилотных транспортных средств берет свое начало в XXI веке. Однако мало кто знает, что первые попытки создания полностью автономного автомобиля были предприняты еще в 1980 году.

Существуют разные данные, когда точно появились первые полностью автономные транспортные средства. Фактом остается то, что изначально все подобные разработки создавались для военных целей. В начале XX века стали вестись первые исследования в области беспилотных летательных аппаратов. Еще в 1916 году Арчибальдом Лоу был создан первый дрон — самолет на радиоуправлении. Во время Первой мировой войны уже активно применялись воздушные торпеды и самоходные немецкие мины.

Впрочем, до середины XX века разработки в области беспилотных технологий носили скорее экспериментальный, чем практический характер, и, так или иначе, без непосредственного участия человека ни одна модель не обходилась. Беспилотные автомобили, как и летающие дроны, вначале были обычными прототипами на дистанционном управлении, и лишь постепенно становились автономными.

Первые эксперименты по созданию беспилотной машины датируются началом 1960-х годов. В 1961 году студент Стэнфордского университета Джеймс Адамс в рамках своей научной работы создал прототип самоуправляемой тележки, более известной, как «Стэнфордская тележка».

Самая первая модель управлялась посредством передачи сигнала через кабель. Второй прототип Адамс уже сделал радио-

управляемым. В 1970-х годах математик Джон Маккарти усовершенствовал тележку, оснастив ее системой технического зрения, с помощью которого устройство могло частично автономно двигаться, ориентируясь на белую линию. Тележка также имела несколько камер, дальномер и четыре канала для сбора информации. Более того Маккарти были предприняты попытки создания трехмерного картографирования окружающей обстановки.

В последующие годы основные усилия инженеров в основном были направлены на разработку уже полностью автономного, а не дистанционного управляемого транспорта. На начальных этапах наибольших успехов добились ученые из США, Японии и Германии. Так, по утверждениям независимых экспертов, первый полностью автономный автомобиль удалось создать группе немецких исследователей под руководством пионера робототехники Эрнста Дикманса в 1980 году.

По данному проекту Дикмансом было написано несколько научных работ, в которых детально описывается каждая деталь робомобиля. Удивительно, но многие технологии, применяемые более 30 лет назад, по сути, предвосхитили многое из того, что сейчас применяется в современных беспилотниках. Для должной работы своего автомобиля группа немецких ученых применила так называемый фильтр Калмана, параллельные вычислительные механизмы и имитацию саккадического движения глаз. По факту эта система представляла собой модель машинного обучения, способная адекватно оценивать всю окружающую обстановку.

На основе разработок Дикманса с 1987 по 1995 год действовал проект «Прометей», направленный на совершенствование беспилотных автомобилей. В «Прометей» было вложено более \$1 млрд., что сделало его самым дорогим в истории проектом по созданию роботизированных автомобилей. В 1994 году автомобиль «VAmP» Mercedes оборудованный технологиями Дикманса на протяжении нескольких часов самостоятельно на скорости до 130 км/ч передвигался по улицам Парижа, поворачивал, обгонял другие автомобили и перестраивался из одной полосы в другую.

В середине 1990-х годов большой толчок к развитию беспилотных автомобилей дал прорыв в области искусственного интеллекта, нейронных сетей и машинного обучения. В 2004 году про-

шло первое в мире соревнование с участием роботов-автомобилей DARPA Grand Challenge, а еще спустя шесть лет Google протестировала свои первые робомобили. После этого идею создания беспилотных автомобилей подхватило большинство крупных автомобильных компаний. В настоящее время наиболее крупными игроками в этой сфере являются компании General Motors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Google, Tesla Motors и другие.

Как можно наблюдать, большинство технологий, применяемых в современных беспилотных автомобилях (радары, лидары, различные датчики, системы спутниковой навигации, бортовые компьютеры, камеры и т.д.), были созданы еще более 20 лет назад. Тогда почему беспилотные автомобили до сих пор плотно не вошли в нашу жизнь? По сути, на этот вопрос ответил тот же Дикманс в одной из своих работ. Он сказал, что для того, чтобы робомобиль научился делать все то, что умеет делать профессиональный водитель, ему нужно научиться обрабатывать огромный объем информации и адекватно ее применять в сложной дорожной обстановке.

Поэтому, как полагают ученые, чем дольше автомобиль будет находиться в движении, тем он в большей мере будет получать и применять необходимую информацию. Например, в автомобиль Google перед поездкой заранее устанавливаются карты с маршрутами. Но что делать, если автомобилю придется передвигаться по незнакомым маршрутам? В компании пока не могут дать четкий ответ на этот вопрос. На помощь этой и не только проблеме пришли технологии больших данных, с помощью которых беспилотный автомобиль будет получать, и передавать большие объемы актуальной информации. Кроме того, для нормального функционирования робомобилей требуется существенно изменить дорожную инфраструктуру.

Несмотря на все сложности в интеграции беспилотных автомобилей в современную жизнь, существует одно большое преимущество, которое оправдывает все усилия и финансовые затраты. По официальным данным, в дорожно-транспортных происшествиях ежегодно погибает 1,3 млн. человек. Если в ближайшее десятилетие, доля беспилотных автомобилей составит хотя бы 10%, ежедневно удастся избежать тысяч смертей.

Как работает беспилотный автомобиль.

На данный момент наиболее продвинутым автопилотом обладают машины компании Tesla Motors. Речь идет не только об умных алгоритмах поведения автомобиля, но и о самом совершенном железе, устанавливаемом на машины.

С октября 2016 года Tesla устанавливает на свои новые автомобили аппаратные системы автопилота второго уровня. Обновленная система называется Enhanced Autopilot (Расширенный автопилот). На примере этой системы рассмотрим, как работает современный беспилотный автомобиль.

Первые эксперименты Tesla Motors с автопилотом начались в сентябре 2017 года. Тогда на автомобиль была установлена всего одна камера. Сегодня система Расширенного автопилота включает восемь камер. Эти камеры обеспечивают обзор на 360 градусов радиусом 250 метров.

В автомобиль по прежнему устанавливается всего один радар, но он также претерпел существенные изменения. Сегодня он умеет видеть сквозь дождь, снег, туман и пылевые облака. Более того, он видит даже сквозь стоящий впереди автомобиль.

Двенадцать ультразвуковых сенсоров, направленных во все стороны, умеют отличать твердые и мягкие объекты вокруг автомобиля.

За обработку данных со всех датчиков отвечает новейший бортовой компьютер Nvidia Drive PX2. Компания Nvidia представила его совсем недавно - в четвертом квартале 2016. Сейчас во всем мире нет более совершенной системы обработки информации для беспилотных автомобилей.

Расширенный автопилот позволяет автомобилю автоматически подстраивать скорость под скорость дорожного трафика, переключаться с полосы на полосу в зависимости от дорожной обстановки или маршрута, съезжать с шоссе на проселочные дороги и въезжать обратно на шоссе, и даже парковаться. С будущими программными обновлениями машина научится маневрировать вокруг хаотически разбросанных объектов. Это может пригодиться в ситуациях, когда водитель вызывает машину с парковки.

Tesla Motors выпускает программные обновления поэтапно. Первая фаза, релиз которой состоялся в эти выходные, запустила в автомобилях активный круиз-контроль, функцию предупреждения

столкновений и возможность удержания полосы. Правда, последняя пока работает только на скоростях до 45 миль в час (около 72 километров в час).

Следующее программное обновление, которое выйдет, активирует в автомобилях спортивный режим. В этом режиме Model S P100D сможет разогнаться с нуля до сотни километров в час за 2,4 секунды.

Автопилот, прокачанный до максимума своих возможностей, сможет ездить даже по грунтовым дорогам без какой-либо разметки. При этом бортовой компьютер научится на ходу корректировать действия автомобиля, выбирая наиболее оптимальный маршрут. Таким образом, автопилот станет персональным водителем для хозяина машины.

Светофоры, дорожные знаки, кольцевые дороги - автопилот справится со всем этим.

Бортовой компьютер можно будет синхронизировать с календарем. В этом случае человеку даже не придется указывать место назначения. Автомобиль будет сам отвозить пользователя к месту запланированного мероприятия. Либо домой, если в календаре никакого мероприятия не запланировано.

Конечно, пока не все правительства мира разрешают беспилотным автомобилям свободно разъезжать по улицам городов. Тем не менее, признание беспилотников - лишь вопрос времени. К примеру, уже в конце прошлого года комиссия, созданная правительством США, признала, что автопилот второго поколения на 40% безопаснее беспилотных систем, которые устанавливались на автомобили до прошлого года.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Средства передвижения, использующие мускульную силу человека и животных
2. Механические средства передвижения
3. Электрические автомобили
4. Паровые автомобили
5. Первые автомобили с двигателями внутреннего сгорания
6. История появления автомобилей в Европе
7. История появления автомобилей в Северной Америке
8. История изобретения двигателей внутреннего сгорания
9. История автомобиля фабрики Карла Бенца
10. История автомобиля компании Olds Motor Vehicle Company История автомобиля компании Cadillac и Ford
11. Автомобили Русско-Балтийского вагонного завода (Рига-Москва).
12. Автомобильное Московское общество (АМО) – ЗиЛ.
13. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.
14. Подготовка кадров для автомобилестроения
15. Двигатели внутреннего сгорания и их системы
16. Системы изменения фаз газораспределения и высоты подъема клапанов
17. Системы впрыска топлива
18. Системы турбонаддува
19. Гибридные двигатели
20. Электрические двигатели автомобилей
21. Гидромеханические трансмиссии
22. Вариаторы
23. Роботизированные трансмиссии
24. Роботизированные трансмиссии с двумя сцеплениями
25. Механические трансмиссии
26. Дифференциалы
27. Электронноуправляемые дифференциалы

28. Системы поддержания курсовой устойчивости автомобилей
29. Антиблокировочная система
30. Мультимедийные системы в автомобилях
31. Системы помощи водителю
32. Системы активной безопасности в автомобилях
33. Системы превентивной безопасности в автомобилях
34. Основные требования к кузовам автомобилей
35. Аэродинамика кузовов автомобилей
36. Технология обеспечения жесткости кузовов автомобилей
37. Пассивная безопасность кузовов автомобилей
38. Требования к автомобилям в будущем
39. Новые технологии в автомобилях
40. Автомобили-беспилотники

Библиографический список

1. Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей: учебное пособие / А.Т. Кулаков, А.С. Денисов, А.А. Макушин. – М. : Инфра-Инженерия, 2013. – 448 с.
2. Основы моделирования энергетических объектов / Ф.Ф. Пащенко, Г.А. Пикина. – М.: Физматлит, 2011 . – 464 с.
3. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках: учебное пособие для вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.С. Черенков. – М.: Химия, 2000 . – 520 с.
4. Автомобили. Основные термины: толковый словарь / А.Н. Нарбут, Ю.И. Егоров. – М.: Астрель; АСТ, 2002. – 416 с.
5. Основы расчета энергетических установок: методическое пособие / Мусаелянц Г. Г., Бондаренков Д.О. – Пятигорск: Филиал СКФУ. 2014. – 73с.
6. Автомобили. Конструкция и элементы расчета [Текст] : учебник / В.К. Вахламов, – М.: Академия, 2008. – 480 с.
7. Современные проблемы и направления развития конструкций автомобилей: учебное пособие / Е. В. Агеев [и др.]. - Курск : Университетская книга, 2017. - 406 с.