**1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ТОПЛИВА**

*1.1. Автомобильные бензины*

Основные виды топлива для автомобилей - продукты переработки нефти - бензины и дизельные топлива. Они представляют собой смеси углеводородов и присадок, предназначенных для улучшения их эксплуатационных свойств. В состав бензинов входят углеводороды, выкипающие при температуре от 35 до 200 "С, а в состав дизельных топлив - углеводороды, выкипающие в пределах 180...360 "С.

Бензины в силу своих физико-химических свойств применяются в двигателях с принудительным зажиганием (от искры). Более тяжелые дизельные топлива вследствие лучшей самовоспламеняемости применяются в двигателях с воспламенением от сжатия, т.е. дизелях.

К автомобильным бензинам предъявляются следующие *требования:*

•бесперебойная подача бензина в систему питания двигателя;

•образование топливовоздушной смеси требуемого состава;

•нормальное (без детонации) и полное сгорание смеси в двигателях;

•обеспечение быстрого и надежного пуска двигателя при различных температурах окружающего воздуха;

•отсутствие коррозии и коррозионных износов;

•минимальное образование отложений во впускном и выпускном трактах, камере сгорания;

•сохранение качества при хранении и транспортировке.

Для выполнения этих требований бензины должны обладать рядом свойств. Рассмотрим наиболее важные из них.

*Карбюр анионные свойства.* Бензин, подаваемый в систему питания смешивается с воздухом и образует топливовоздушную смесь. Для полного сгорания необходимо обеспечить однородность смеси с определенным соотношением паров бензина и воздуха.

На протекание процессов смесеобразования влияют следующие физико-химические свойства.

*Плотность топлива -* при +20 "С должна составлять 690...750 кг/м . При низкой плотности поплавок карбюратора тонет и бензин свободно вытекает из распылителя, переобогащая смесь. Плотность бензина со снижением температуры на каждые 10 "С возрастает примерно на 1%.

*Вязкость* - с ее увеличением затрудняется протекание топлива через жиклеры, что ведет к обеднению смеси. Вязкость в значительной степени зависит от температуры. При изменении температуры от +40 до —40 °С расход бензина через жиклер меняется на 20...30%.

*Испаряемость -* способность переходить из жидкого состояния в газообразное. Автомобильные бензины должны обладать такой испаряемостью, чтобы обеспечивались легкий пуск двигателя (особенно

зимой), его быстрый прогрев, полное сгорание топлива, а также исключалось образование паровых пробок в топливной системе.

*Давление насыщенных паров -* чем выше давление паров при испарении топлива в замкнутом пространстве, тем интенсивнее процесс их конденсации. Стандартом ограничивается верхний предел давления паров летом - до 670 ГПа и зимой - от 670 до 930 ГПа. Бензины с более высоким давлением склонны к образованию паровых пробок, при их использовании снижается наполнение цилиндров и теряется мощность двигателя, увеличиваются потери от испарения при хранении в баках автомобилей и на складах.

*Низкотемпературные свойства -* характеризуют работоспособность топливоподающей системы зимой. При низких температурах происходит выпадение кристаллов льда в бензине и обледенение деталей карбюратора. В бензине в растворенном состоянии находится несколько сотых долей процента воды. С понижением температуры растворимость воды в бензине падает, и она образует кристаллы льда, которые нарушают подачу бензина в двигатель.

*Сгорание бензина.* Под "сгоранием" применительно к автомобильным двигателям понимают быструю реакцию взаимодействия углеводородов топлива с кислородом воздуха с выделением значительного количества тепла. Температура паров при горении достигает 1500...2400 °С.

*Теплота сгорания* (теплотворная способность) - количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 кг жидкого или твердого и м3 газообразного топлива (табл. 17.1).

*Таблица 1.1* Теплота сгорания различных топлив

|  |  |
| --- | --- |
| Топливо | Теплота сгорания, кДж/кг |
| Бензин Дизельное топливо Спирт этиловый | 44000 42 700 26000 |

От теплоты сгорания зависит топливная экономичность: чем выше теплота, тем меньше топлива необходимо для м смеси.

*Нормальное и детонационное сгорание.* При нормальном сгорании процесс протекает плавно с почти полным окислением топлива и скоростью распространения пламени 10...40 м/с. Когда скорость распространения пламени возрастает и достигает 1500...2000 м/с, возникает детонационное сгорание, характеризующееся неравномерным протеканием процесса, скачкообразным изменением скорости движения пламени и возникновением ударной волны.

Детонация вызывается самовоспламенением наиболее удаленной от запальной свечи части бензино-воздушной смеси, горение которой приобретает взрывной характер. Условия для детонации наиболее благоприятны в той части камеры сгорания, где выше температура и больше время пребывания смеси. Внешне детонация проявляется в появлении звонких металлических стуков - результата многократных отражений от стенок камеры сгорания образующихся ударных волн.

Возникновению детонации способствует повышение степени сжатия, увеличение угла опережения зажигания, повышенная температура окружающего воздуха и его низкая влажность, особенности конструкции камеры сгорания. Вероятность детонационного сгорания топлива возрастает при наличии нагара в камере сгорания и по мере ухудшения технического состояния двигателя. В результате детонации снижаются экономические показатели двигателя, уменьшается его мощность, ухудшаются токсические показатели отработавших газов.

Бездетонационная работа двигателя достигается применением бензина с соответствующей детонационной скоростью. Углеводороды, входящие в состав бензинов, различаются по детонационной стойкости. Наименее стойки к детонации нормальные парафиновые углеводороды, наиболее - ароматические. Остальные углеводороды входящие в состав бензинов, по детонационной стойкости занимают промежуточное положение. Варьируя углеводородным составом, получают бензины с различной детонационной стойкостью, которая характеризуется *октановым числом* (04).

*04 - это условный показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию (по объему) изооктана в смеси с нормальным гептаном, равноценной по детонагщонной стойкости испытуемому топливу.*

Для любого бензина октановое число определяют путем подбора смеси из двух эталонных углеводородов (нормального гептана C7Hi6 с 04=0 и изооктана С^Н^ с 04=100), которая по детонационным свойствам эквивалентна испытуемому бензину. Процентное содержание в этой смеси изооктана принимают за 04 бензина.

Определение 04 производится на специальных моторных установках. Существуют два метода определения 04 - исследовательский (04И - октановое число по исследовательскому методу) и моторный (04М - октановое число по моторному методу). Моторный метод лучше характеризует антидетонационные свойства бензина в условиях форсированной работы двигателя и его высокой теплонапряженности, а исследовательский - при эксплуатации в условиях города, когда работа двигателя связана с относительно невысокими скоростями, частыми остановками и меньшей теплонапряженностью.

Наиболее важным конструктивным фактором, определяющим требования двигателя к октановому числу, является степень сжатия. Повышение степени сжатия двигателей автомобилей позволяет улучшить их технико-экономические и эксплуатационные показатели. При этом возрастает мощность и снижается удельный расход топлива. Однако с увеличением степени сжатия необходимо повышать октановое число бензина. *Поэтому важнейшим условием бездетонационной работы двигателей является соответствие требований к детонационной стойкости двигателей октановому числу применяемых бензинов.*

В топлива, детонационная стойкость которых не соответствуют требованиям, добавляют высокооктановые компоненты (бензол, этиловый спирт) или антидетонаторы.

*Антидетонаторы.* Несколько , десятилетий применяют тетраэтилсвинец (ТЭС) РЬ^СзЬ^д в сочетании с веществами, обеспечивающими отсутствие отложений окислов свинца в камере сгорания, так называемыми выносителями. Например, в 1 кг бензина А-76 содержится 0,24 г ТЭС.

В чистом виде ТЭС не применяют, а используют этиловую жидкость (ЭЖ), состоящую из ТЭС, выносителей и красителей. ТЭС ядовит, поэтому искусственное окрашивание бензина , предупреждает об опасности. Добавлением ЭЖ увеличивают 04 на 8...12 единиц. Главный недостаток ТЭС - ядовитость.

Ведутся исследования по созданию антидетонаторов на основе марганца. Один из них - циклопентадиенилтрикарбонил марганца -широко не применяется, так как отсутствует эффективный выноситель для него.

Для определения детонационной стойкости бензинов, полученных смешением двух марок с различными октановыми числами (по моторному методу), используется формула:

ОЧ=ОЧ„+Дп(ОЧв-ОЧн)/100, (17.1)

где ОЧц и ОЧв - октановые числа (по моторному методу) соответственно низко- и высокооктанового бензина;

Дв - доля высокооктанового бензина в смеси, %.

Следует обратить внимание на то, что октановое число бензина АИ-93 по моторному методу составляет не менее 85, а бензина А-76 по исследовательскому методу - 80...82.

Отечественная промышленность выпускает бензины следующих марок; А-76, А-80, АИ-92, АИ-93, АИ-95, АИ-98.

*Маркировка бензинов* включает одну или две буквы и цифру: буква «А» - бензин автомобильный, «И» - исследовательский метод определения 04 (если нет «И» - то моторный), цифра указывает на октановое число.

Автомобильные бензины, за исключением марки АИ-98, подразделяются на виды:

*летний -* для применения во всех районах, кроме северных и северовосточных, в период с 1 апреля до 1 октября; в южных районах допускается применять летний вид бензина в течение всего года;

*зимний -* для применения в течение всех сезонов в северных и северо-восточных районах; в остальных районах - с 1 октября до 1 апреля.

*В промышленно развитых странах* применяется в основном четыре типа бензинов: обычный неэтилированный с 04=92..95, обычный этилированный с 04=92..95, «Супер» неэтилированный с 04=96..98, «Супер» этилированный с 04=96..98. В'разных странах они называются по-разному, но, зная возможные варианты, можно всегда определить, к какому типу относится тот или иной бензин.

Например, в Германии используют следующие бензины: «Bleifrei» (дословный перевод «без свинца») с 04=95, «Verbleit» (дословный перевод «со свинцом») с 04=95, «Super bleifrei» с 04=96..98, «Super verbleit» с 04=96...98, «Super plus bleifrei» с 04=98.

***1.2. Дизельные топлива***

Дизельные двигатели в силу особенностей рабочего процесса на 25...30% экономичнее бензиновых двигателей, что и предопределило их широкое применение. В настоящие время они устанавливается на большинство грузовых автомобилей и автобусов, а также на часть легковых.

Эксплуатационные требования к дизельным топливам (ДТ):

•бесперебойная подача топлива в систему питания двигателя;

•обеспечение хорошего смесеобразования;

•отсутствие коррозии и коррозионных износов;

•минимальное образование отложений в выпускном тракте, камере сгорания, на игле и распылителе форсунки;

•сохранение качества при хранении и транспортировке. Наиболее важными эксплуатационными свойствами дизельного топлива являются его испаряемость, воспламеняемость и низкотемпературные свойства.

*Испаряемость* топлива определяется (^р^ционным составом. При облегчении топлива ухудшается пуск дизелей, так как легкие фракции имеют худшую по сравнению с тяжелыми фракциями самовоспламеняемость. Поэтому пусковые свойства дизельных топлив для автомобилей в некоторой степени определяет температура выкипания 50%

топлива. Температура выкипания 96% топлива регламентирует содержание в топливе наиболее тяжелых фракций, увеличение которых ухудшает смесеобразование, снижает экономичность, повышает нагарообразование и дымность отработавших газов.

*Воспламеняемость* ДТ характеризует его способность к самовоспламенению в камере сгорания. Это свойство в значительной мере определяет подготовительную фазу процесса сгорания - *период задержки воспламенения,* который в свою очередь складывается из времени, затрачиваемого на распад топливной струи на капли, частичное их испарение и смешение паров потлива с воздухом (физическая составляющая), а также времени, необходимого для завершения предпламенных реакций и формирование очагов самовоспламенения (химическая составляющая).

Физическая составляющая времени задержки воспламенения зависит от конструктивных особенностей двигателя, а химическая - от свойств применяемого топлива. Длительность периода задержки воспламенения существенно влияет на последующее течение всего процесса сгорания. При большой длительности периода задержки воспламенения увеличивается количество топлива, химически подготовленного для самовоспламенения. Сгорание топливовоздушной смеси в этом случае происходит с большей скоростью, что сопровождается резким нарастанием давления в камере сгорания. В этом случае дизель работает «жестко».

«Жесткость» работы оценивают по нарастанию давления на 1° поворота коленчатого вала (KB). Двигатель работает мягко при нарастании давления 2,5...5,0 кгс/см' на 1" поворота KB, жестко - при 6...9 кгс/см , очень жестко - при нарастании давления более 9 кгс/см2. При жесткой работе поршень подвергается повышенному ударному воздействию. Это ведет к повышенному износу деталей кривошипно-шатунного механизма, снижает экономичность двигателя.

Склонность ДТ к самовоспламенению оценивают по цетановому числу (ЦЧ).

*ЦЧ - это условный, показатель воспламеняемости дизельного топлива, численно равный объемному проценту цетана в эталонной смеси с альфаметилнафталином, которая равноценна, по воспламеняемости испытуемому топливу.*

Для определения ЦЧ составляют эталонные смеси. В их состав входят цетан С|^Нз4 и а-метилнафталин СцНю. Склонность цетана к самовоспламенению принимают за 100 единиц, а альфаметилнафталина -за 0 единиц. Цетановое число смеси, составленной из них, численно равно процентному содержанию (по объему) цетана.

Оценку самовоспламеняемости ДТ производят аналогично методу оценки детонационной стойкости бензйнов. Образец сопоставляется с эталонными топливами на одноцилиндровых двигателях ИТ-9.

Самовоспламеняемость ДТ влияет на их склонность к образованию отложений, легкость пуска и работу двигателя. Для современных быстроходных дизелей применяются топлива с ЦЧ=45...50. Применение топлив с ЦЧ ниже 40 ведет к жесткой работе двигателя. Повышение ЦЧ выше 50 нецелесообразно, т.к. из-за малого периода задержки самовоспламенения топливо сгорает, не успев распространиться по всему объему камеры сгорания. При этом воздух, находящийся далеко от форсунки, не участвует в горении, поэтому топливо сгорает не полностью. Экономичность дизеля ухудшается, наблюдается дымление.

ЦЧ влияет на пусковые качества ДТ. При высоких ЦЧ время пуска снижается, особенно при низких температурах.

ЦЧ может быть повышено двумя способами: регулированием углеводородного состава и введением специальных присадок.

*1-й способ.* В порядке убывания ЦЧ углеводороды располагаются следующим образом: нормальные парафины - изопарафины - нафтены -ароматические. ЦЧ можно существенно повысить, увеличивая концентрацию нормальных парафинов и снижая содержание ароматических.

*2-й способ* более эффективен. Вводят специальные кислородосодержащие присадки - органические перекиси, сложные эфиры азотной кислоты и др. Эти присадки являются сильными окислителями и способствуют зарождению и развитию процесса горения. Пример:

добавление 1% изопропилнитрата повышает ЦЧ на 10...12 единиц. Кроме того, эта присадка улучшает пусковые качества при низкой температуре и снижает нагарообразование.

*Низкотемпературные свойства.* При низких температурах высокоплавкие углеводороды, прежде всего нормальные парафины, кристаллизуются. По мере понижения температуры дизельное топливо проходит через три стадии; вначале мутнеет, затем достигает так называемого предела фильтруемости и, наконец, застывает. Связано это с тем, что сначала в топливе появляются разрозненные кристаллы, которые оседают на фильтрах и ухудшают подачу топлива. При дальнейшем охлаждении теряется подвижность нефтепродуктов вследствие образования из кристаллизующихся углеводородов каркаса.

Показатели, характеризующие начало кристаллизации углеводородов в топливе и потерю их подвижности стандартизованы.

*Температурой помутнения* называют температуру, при которой топливо теряет прозрачность в результате выпадения кристаллов углеводородов и льда. Бесперебойная работа двигателя обеспечивается при температуре помутнения топлива на 5...10 °С ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется автомобиль.

*Температурой застывания* называют температуру, при которой ДТ теряет подвижность, что определяют в стандартном приборе, наклоненном

под углом 45° к горизонтали, в течение 1 мин. Дизель работает бесперебойно при температуре застывания топлива на 5...10 °С ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется автомобиль.

На нефтеперерабатывающих заводах температуру помутнения и температуру застывания понижают удалением избытка высокоплавких углеводородов (депарафинизация).

В эксплуатации такого же эффекта добиваются добавлением реактивного топлива. Например, при добавке 25% топлива Т-1 температура застывания летнего ДТ снижается на 8...12 °С.

Низкотемпературные свойства ДТ могут быть улучшены путем добавления присадок-депрессаторов (присадка "А", АзНИИ-ЦИАТИМ-1, полиметакрилат "Д").

*Ассортимент ДТ:*

•ДЛ - дизельное летнее - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха не ниже 0 "С;

•ДЗ - дизельное зимнее - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха не ниже -30 "С;

•ДА - дизельное арктическое - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха не ниже -50 "С.

*Таблица 1.1*

Требования к дизельным топливам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ДЛ | ДЗ | ДА |
| Цетановое число, не менее 45 45 45 |
| Температура застывания (°С), не выше -10 -45 -55 |
| Температура помутнения ("С), не выше -5 -35 |
| Температура вспышки ("С), не ниже 50 35 30 |

Таблица 1.2

Эффективность депрессорных присадок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состав | Изготовитель присадки | Показатели |
| Я 0й 0. ^^§g-ё1^" s(- 0с | с. ^&. 5>1 ПЗ 0 *\-* С; sIIIй2 с S^ §-9- | ^ ^•1и. 5 g S^E— rt эт |
| ДЛ (без присадок) | - | -5 | -7 | -13 |
| ДЛ + «STP Diesel Anti | First Brands Corp. (США) | -7 | -15 | -22 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Gel» |  |  |  |  |
| ДЛ+«К&\УАп1;Ое1» | K&W Prod. (США) | -6 | -18 | -28 |
| Jet go Diesel Fuel Conditioner | Jet go Products Inc. (США) | -6 | -18 | -25 |
| Wynn's Ice proof for diesel | Wynn's Belgium N.V. (Бельгия) | -6 | -10 | -22 |
| «Аспект-Модификатор» | АО «Аспект» (Россия) | -6 | -20 | -28 |
| ДЗ (без присадок) |  | -25 | -15 | -35 |

***1.3. Газообразные топлива***

По физическому состоянию горючие газы делятся на две группы:

*сжатые* и *сжиженные.* Если критическая температура углеводородов ниже обычных температур при эксплуатации автомобилей, то их применяют в сжатом виде, а если выше - то в сжиженном виде под давлением 1,5...2,0 МПа.

Требования к газообразным топливам:

•обеспечение хорошего смесеобразования;

•высокая калорийность горючей смеси;

•отсутствие коррозии и коррозионных износов;

•минимальное образование отложений во впускном и выпускном трактах;

•сохранение качества при хранении и транспортировании;

•низкая стоимость производства и транспортирования.

*Сжиженные газы.* Основные компоненты - пропан СзНу, бутан С4Ню. Получают из попутных нефтяных газов, из газообразных фракций при переработке нефтепродуктов и каменных углей. Поэтому они получили название сжиженных нефтяных газов. Для их обозначения часто используют аббревиатуру «СНГ».

Критические температуры пропана (+97 "С) и бутана (+126 "С) выше температуры окружающей среды, поэтому их легко можно перевести в жидкое состояние. При +20 °С пропан сжижается при 0,716, а бутан - при 0,103 МПа.

СНГ хранят под давлением 1,6 МПа. Давление насыщенных парав СНГ изменяется от 0,27 МПа при -10 °С до 1,6 МПа при +45 °С. СНГ имеет высокий коэс})фициент теплового расширения. Повышение температуры на 1 °С влечет за собой рост давления в газовом баллоне на О,б...0,7 МПа, что может привести к его разрушению. Поэтому в баллонах предусматривается паровая подушка объемом не менее 10% полезной емкости.

Промышленность выпускает СНГ для автомобилей двух марок:

•СПБТЗ - смесь пропана и бутана техническая зимняя;

•СПБТЛ - ... летняя.

*Таблица 1.1* Компонентный состав сжиженных нефтяных газов

|  |  |
| --- | --- |
| Компоненты | Содержание компонентов (% массовые) |
| СПБТЗ | СПБТЛ |
| Метан, этан и этилен Пропан и пропилен Бутан и бутилен | 4 76 20 | 634 60 |

В состав СНГ добавляют специальные вещества (одоранты), имеющие сильный запах, т.к. СНГ не имеет ни цвета не запаха, и обнаружить их утечку сложно. Для этой цели используют этилмеркаптан C2H4SH, имеющий резкий неприятный запах, который ощущается уже при концентрации 0,19 г на 1000 м3 воздуха.

Иногда утечку удается определить на слух или с помощью приборов.

Эксплуатационные свойства автомобилей с газовыми двигателями, работающими на СНГ, в сравнении с автомобилями, работающими на бензине, оцениваются следующим образом:

•пусковые качества до -5 "С равноценны; при более низких температурах запуск холодного двигателя затруднен;

•показатели динамичности автомобиля ухудшается на 5...8%;

•повышается мощность и улучшается топливная экономичность двигателей, так как детонационная стойкость СНГ выше (04 выше 100 единиц), чем у бензина, и можно форсировать двигатель по степени сжатия;

•снижается токсичность отработавших газов: по окиси углерода - в 3...4 раза, по окислам азота - в 1,2...2,0 раза, по углеводородам - в 1,2...1,4 раза;

•периодичность смены масла увеличивается в 2,0...2,5 раза;

•межремонтный ресурс двигателя увеличивается в 1,4...2,0 раза;

•трудоемкость ТО и Р возрастает на 3...5%, но эти затраты перекрываются экономией от увеличения межремонтного ресурса двигателей.

В настоящее время выпускаются газобаллонные автомобили двух типов: со специальными двигателями, предназначенными для работы на СНГ и имеющими резервную систему питания для кратковременной работы на бензине; с универсальными двигателями, допускающими работу как на СНГ, так и на бензине (у автомобилей этой группы мощность снижается примерно на 10%).

*Сжатые газы.* Основные компоненты - метан СН», окись углерода СО и водород Нз. Получают из горючих газов различного происхождения -природных, попутных нефтяных, коксовых и других. Их называют сжатыми природными газами или СПГ. Содержание метана в СПГ составляет 40... 82%. Критическая температура метана составляет -82 °С, поэтому без охлаждения СПГ перевести в жидкое состояние нельзя. Существует две марки СПГ - А и Б, которые отличаются содержанием метана и азота (табл. 17.4).

*Таблица 1.2* Компонентный состав сжатых природных газов

|  |  |
| --- | --- |
| Компоненты | Содержание компонентов (% массовые) |
| марка А | марка Б |
| Метан Азот | 95 О...4 | 904...7 |

Газобаллонные установки для СПГ рассчитаны на работу при давлении 19,6 МПА. Баллоны для СПГ изготавливаются толстостенными и имеют большую массу. Так, батарея из 8 50-литровых баллонов весит более 0,5 т. Следовательно, существенно снижается грузоподъемность автомобиля. Кроме того пробег автомобиля на одной заправке при работе на СПГ в 2 раза меньше, чем на бензине. Более перспективна криогенная технология хранения СПГ в сжиженном виде.

Метан легче воздуха, поэтому при утечках скапливается в верхней части помещения.

Метан имеет высокую детонационную стойкость, поэтому двигатели можно форсировать по степени сжатия.

СПГ воспламеняется в камере сгорания при температуре 635...645 °С, что значительно выше температуры воспламенения бензина. Это затрудняет пуск двигателя, особенно при низких температурах воздуха. В то же время по опасности воспламенения и пожароопасносности они значительно безопаснее бензина.

Преимущества СПГ перед бензинами:

•повышается срок службы моторного масла в 2,0...3,0 раза;

•увеличивается ресурс двигателя на 35...40% вследствие отсутствия нагара на деталях цилиндро-поршневой группы;

•увеличивается на 40% срок службы свечей зажигания;

•на 90% снижается выброс вредных веществ с отработавшими газами, особенно СО. Недостатки СПГ:

•цена автомобиля возрастает примерно на 27%;

•трудоемкость ТО и ТР возрастает на 7...8;

•мощность двигателя снижается на 18...20%, время разгона увеличивается на 24...30%, максимальная скорость уменьшается на 5...6%, максимальные углы преодолеваемых подъемов уменьшаются на 30...40%, эксплуатация автомобиля с прицепом затрудняется;

•дальность ездки на одной заправке не превышает 200...250 км;

•грузоподъемность автомобиля снижается 9...14%.

С учетом достоинств и недостатков автомобилей, работающих на СПГ, определена область их рационального использования - перевозки в крупных городах и прилегающих к ним районах.

**2. МАСЛА И СМАЗКИ**

2.7. *Моторные масла*

Моторные масла обеспечивают:

•снижение трения и износа трущихся деталей двигателя за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки;

•уплотнение зазоров в сопряжениях и, в первую очередь, деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ);

•отвод тепла от трущихся деталей, удаление продуктов износа из зон трения;

•защиту рабочих поверхностей трущихся деталей от коррозии продуктами окисления масла и сгорания топлива;

•предотвращение всех видов отложений (нагары, лаки, зольные отложения).

Эксплуатационные требования к моторным маслам:

•оптимальная вязкость, определяющая надежную и экономичную работу агрегатов на всех режимах;

•хорошая смазывающая способность;

•устойчивость к испарению, вспениванию, выпадению присадок;

•отсутствие коррозии и коррозионных износов;

•малый расход масла при работе двигателя;

•большой срок службы масла до замены без ущерба для надежности двигателя;

•сохранение качества при хранении и транспортировке. Для выполнения этих требований моторные масла обладают рядом

свойств, к важнейшими из которых относятся вязкостные и

низкотемпературные.

От *вязкости* зависят режим смазки, отвод тепла от рабочих поверхностей, уплотнение зазоров, энергетические потери в двигателе, быстрота запуска двигателя и т.д.

Вязкость моторных масел измеряют в следующих единицах:

•кинематическая вязкость v - 1 *мм2/c=}* сСт (сантистокс);

•динамическая вязкость т) - 1 Па-с=10 П (Пуаз); 1 МПа-с=1 сП (сантипуаз).

На вязкость моторных масел существенно влияет температура. При ее снижении вязкость резко увеличивается. Так, в интервале температур от 100 до 0 °С вязкость различных масел может возрастать в 300 раз и более (табл. 18.1).

*Таблица 2.1* Классы вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс вязкости | Упри lOO^MNr/c | vm;.x при -18°С,MM'/C | Класс вязкости | Упри 100 "С,мм^с | ^махпри-18°С,MM /С |
| не менее | не более | не менее | не более |
| Зз | 3.8 | - | 1250 | 3,,/8 7,0 | 9,5 | 1250 |
| 4.з | 4,1 | - | 2600 | 4,з/6 | 5,6 | 7,0 | 2600 |
| 5з | 5,6 | - | 6000 | 4,/8 | 7,0 | 9.5 | 2600 |
| 6з | 5,6 | - | 10400 | 4,/10 | 9,5 | 11,5 | 2600 |
| 6 | 5,6 | 7,0 | - | 5.3/10 | 9,5 | 11,5 | 6000 |
| 8 | 7,0 | 9,5 | - | 5,/12 | 11,5 | 13,0 | 6000 |
| 10 | 9,5 | 11,5 | - | 5.з/14 | 13,0 | 15,0 | 6000 |
| 12 | 11,5 | 13,0 | - | 6,/Ю | 9,5 | 11,5 | 10400 |
| 14 | 13,0 | 15,0 | - | 6,/14 | 13,0 | 15,0 | 10400 |
| 16 | 15,0 | 18,0 | - | 6/16 | 15,0 | 18,0 | 10400 |
| 20 | 18,0 | 23,0 | - |  |  |

Степень изменения вязкости в зависимости от температуры характеризуется *индексом вязкости* (ИВ), определяемым по значениям вязкости масла при 50 и 100 °С. Чем меньше изменение вязкости масла в заданном интервале температур, тем лучше его вязкостно-температурные свойства и тем больше индекс вязкости этого масла. Для летних масел индекс вязкости, как правило, не превышает 90, а для зимних и всесезонных (загущенных) он составляет 95-125 и выше. При определенной температуре масло вообще теряет подвижность. Эта температура называется *температурой застывания* масла. Для моторных масел температура застывания, как правило, составляет: -15 °С - для летних, —25...—30 С - для зимних, —35...-45 °С - для загущенных.

Вязкостно-температурные свойства в первую очередь определяют выбор моторного масла для конкретного типа двигателя и условий его

эксплуатации. При предельно высоких рабочих температурах в двигателе вязкость масла должна быть достаточной, чтобы обеспечить надежную смазку и работу узлов трения, низкий износ деталей, эффективное уплотнение сопряжении, малый прорыв картерных газов и расход масла на угар. При отрицательных температурах масло должно иметь относительно низкую вязкость, обеспечивающую эффективный пуск двигателя, своевременную подачу масла к парам трения и т.д.

Однако для обычных (незагущенных) минеральных масел - это трудносочетаемые требования. Поэтому масла с вязкостью б... 8 *мм2/с* при 100 "С применяют в зимний период, а более вязкие (10...14 мм^с при 100 °С) - в летний.

В настоящее время находят широкое применение всесезонные моторные масла, для которых при высоких температурах характерны значения вязкости летних образцов, а при отрицательных температурах -зимних.

*Классификация (обозначение) масел.* Для правильного подбора моторного масла по вязкости к конкретному типу двигателя и условиям его эксплуатации следует руководствоваться ГОСТ 17479.1-85 "Масла моторные, трансмиссионные и жидкости гидравлические. Система обозначений". По этому ГОСТу моторные масла разделяют на различные классы по вязкости (табл. 18.1) и различают по сезонности применения, т.е. они дифференцируются на зимние (вязкость 6...8 мм^с при 100 °С), летние (10...20 мм""/с при 100 С) и всесезонные.

Для сезонных (незагущенных) масел нормируются значения вязкости при 100 °С. Для всесезонных (загущенных) масел в знаменателе дробного обозначения указывается вязкость при 100 С, цифра в числителе характеризует предельно допустимую вязкость при -18 "С.

При подборе масла для конкретного типа двигателя наряду с установлением требуемых вязкостных показателей определяют также необходимый для этого двигателя уровень качества масла, т.е. группу масла по эксплуатационным свойствам.

До 1974 г. в нашей стране деление масел по уровню качества не производилось. Масла выпускались , с буквенным обозначением, характеризующим область их применения, - А, Д, М и МТ (А - для смазки карбюраторных двигателей, Д - автотракторных и судовых дизелей, М -поршневых авиационных двигателей, МТ - транспортных дизелей;

особенности технологии получения масел указывались буквами: К -кислотная, С - селективная очистка, П - масло с присадками, 3 -загущенное масло). Например, автомобильное масло селективной очистки АС-8, авиационное масло МС-20, загущенные масла с присадками АКЗп-6 и АСЗп-10, масло для транспортных дизелей МТ-16п и т.д. Цифры в обозначении масел характеризовали их вязкость в сСт (мм2/^) при температуре 100 "С.

Обеспечение надежной и экономичной работы современных двигателей возможно только при условии применения в них моторных масел с определенными свойствами, отвечающих необходимым требованиям.

Моторные масла по ГОСТ 17479.1-85 подразделяются на группы по эксплуатационным свойствам, характеризующие условия работы масла в двигателях конкретного уровня форсирования (табл. 18.2).

*Таблица 2.2*

Группы моторных масел в зависимости от уровня эксплуатационных свойств и области их применения

|  |  |
| --- | --- |
| Группа | Рекомендуемая область применения |
| А | Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели |
| Б, | Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников |
| Б2 | Малофорсированные дизели |
| В, | Среднефорсированные карбюраторные двигатели, работающие в неблагоприятных условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений |
| Вз | Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и их склонности к образованию высокотемпературных отложений |
| Г, | Высокофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению |
| Г2 | Высокофорсированные дизели .без надува или с умеренным наддувом, работающие в неблагоприятных эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений |
| Д | Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений |
| Е | Лубрикаторные системы смазки цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы |

Зная уровень форсирования двигателя и условия его эксплуатации по табл. 18.2 производят выбор моторного масла требуемой группы качества. Одновременно, исходя из предполагаемого температурного диапазона работы масла, по табл. 18.1 устанавливают требуемый класс вязкости.

В зависимости от вязкости и эксплуатационных свойств ГОСТ 17479.1-85 устанавливает марки моторных масел (M-8Bi, М-6з/12Г1, М-ЮГз, М-10Д и т.д.), в условном обозначении которых заложены необходимые данные для правильного подбора масел для конкретного типа двигателя.

Например, масло М-8В]: буква "М" обозначает моторное масло, цифра 8 характеризует его вязкость при 100 'С в *мм2/c,* буква "В" с индексом "1" указывает, что масло по эксплуатационным свойствам относится к группе В и предназначено для среднефорсированных карбюраторных двигателей.

Масло М-6;/12Г[: буква "М" ,- моторное масло, цифра 6 свидетельствует, что это масло относится к классу, у которого вязкость при —18 С не должна превышать 10400 мм~/с, индекс "з" обозначает, что масло содержит загущающие (вязкостные) присадки, цифра "12" после знака дроби показывает, что вязкость масла при температуре 100 °С равна 12 *мм2/c, а* буква "Г" с индексом "1" обозначает принадлежность масла по эксплуатационным свойствам к группе "Г" и указывает на возможность его использования для высокофорсированных карбюраторных двигателей.

Индекс "2" при буквенном обозначении группы указывает на то, что масло предназначено для дизелей, например М-8Гз.

Отсутствие цифрового индекса у масел группы Б, В, Г свидетельствует об универсальности масел и возможности их применения как в карбюраторных, так и дизельных двигателях (например, масло М-бз/ЮВ).

Отнесение масла к соответствующей группе свидетельствует об определенном уровне его эксплуатационных свойств (антиокислительных, моюще-диспергирующих, противокоррозионных, защитных и т.д.), характеризующем качество масел данной группы. Этот уровень в основном зависит от вида и концентрации вводимых присадок. Поэтому переход от масел низших групп (А, Б) к высшим (В, Г), как правило, достигается путем расширения ассортимента и количественного увеличения присадок в маслах.

Принадлежность масел к той или иной группе устанавливают на основании результатов моторных испытаний на специальных одноцилиндровых или полноразмерных двигателях. Для масел различных групп установлены нормы на оценочные показатели, предусмотренные методами испытаний на двигателях. Сопоставляя результаты моторных испытаний масла с нормами, устанавливают его принадлежность к соответствующей группе по эксплуатационным свойствам.

За рубежом подбор масел в зависимости от типа двигателя и условий его эксплуатации осуществляется также на основании соответствующих классификаций. Градацию масел по вязкости производят по классификации SAE (Общество американских инженеров-автомобилистов), а по условиям и областям применения - согласно классификации API (Американский нефтяной институт).

По классификации SAE J300e масла разделяют на зимние (обозначаются буквой W), летние и всесезонные. Примерное соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 и SAE J300e показано в табл. 18.3.

*Таблица 2.3*

Соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 и классификация SAE J300e

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ 17479.1-85 SAE J300e | ГОСТ 17479.1-85 SAE J300e |
| Зз 5W 4,з 10W 5з 15W 6.з 20W 6 20 8 20 10 30 12 30 14 40 16 40 | 20 50 З.з/8 5W-20 *4,/6* 10W-20 4з/8 10W-20 4,3/10 10W-30 5з/10 15W-30 5,з/12 15W-30 5,з/14 15W-40 6.3/10 20W-30 ' 6з/14 20W-40 |

Классификация API подразделяет масла на две категории: S -категория "сервис" и С - коммерческая категория. Масла категории S предназначены для двигателей легких транспортных средств, применяемых в сфере обслуживания, т.е. преимущественно для бензиновых двигателей. Масла категории С предназначены для двигателей автомобилей, осуществляющих коммерческие перевозки, тягачей, строительно-дорожных машин и других, т.е. преимущественно для дизельных двигателей.

В каждой категории масла в зависимости от условий работы подразделяются на классы, также имеющие буквенную маркировку. Поэтому обозначение масел в соответствии с классификацией производится двумя буквами латинского алфавита, указывающими категорию и класс масел, например SE (для карбюраторных двигателей) или CD (для дизелей). Универсальные масла, относящиеся к обеим категориям классификации API, имеют маркировку двух разных категорий, например, SE/CD.

Соответствие уровней эксплуатационных свойств масел по ГОСТ 17479.1-85 и классификации API показано в табл. 18.4.

Таблица 2.4

Ориентировочное соответствие классов моторных масел по группам эксплуатационных свойств по ГОСТ 17479.1-85 и классификации API

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ 17479.1-85 API | ГОСТ 17479.1-85 API |
| A SB Б SC/CA Б, SC Б2 СА В SD/CB В, SD | Вз СВ Г SE/CC Г, SE, SF Гг СС Д CD Е |

*Синтетические моторные масла.* .Одним из путей удовлетворения все возрастающих требований к качеству моторных масел является разработка и применение синтетических моторных масел. Синтетические масла представляют собой индивидуальные соединения или смеси нескольких соединений близкой химической структуры (поли-ос-олефины и др.).

Синтетические масла имеют высокий индекс вязкости (150...170). Температура потери подвижности синтетических масел ниже (до —65 С), чем у минеральных. Следовательно, пуск двигателей при отрицательных температурах при применении синтетических масел легче, чем на минеральных, и возможен при более низких температурах воздуха.

Вязкость синтетических масел при температурах 250...300 °С, выше (до 2...3 раз), чем у равновязких им при 100 °С минеральных. Они имеют лучшую термическую стабильность, низкую испаряемость и малую склонность к образованию высокотемпературных отложений. Поэтому синтетические масла могут с успехом применяться в высокофорсированных теплонапряженных двигателях,

Синтетические масла, как правило, превосходят минеральные по антиокислительным свойствам, диспергирующей и механической стабильности, обладают равными или лучшими противоизносными и противозадирными свойствами. В связи с этим синтетические масла имеют срок службы более 20 тыс. км пробега а'втомобиля, а отдельные образцы служат 80... 100 тыс. км без смены.

Расход синтетических масел на угар на З0...40% ниже, чем минеральных. За счет лучших вязкостно-температурных характеристик во всем интервале встречающихся в практике температур расход топлива при использовании синтетических масел снижается на 4...5%.

Стоимость синтетических масел в 2...3 раза выше, чем минеральных. Однако высокие эксплуатационные свойства, большой срок службы в двигателях до замены, низкий расход на угар и вследствие этого меньший общий расход масла делают применение их целесообразным.

***2.2. Трансмиссионные масла***

К трансмиссионным относятся масла, применяемые для смазки зубчатых передач агрегатов трансмиссии, а также в гидротрансмиссиях.

В современных автомобилях применяют зубчатые передачи различных типов. Особенно широко распространены винтовые (гипоидные) передачи. Их преимущество перед передачами с прямыми зубьями состоит в большей прочности зубьев шестерен при равных габаритах, плавной и бесшумной работе. Но к маслам для винтовых шестерен предъявляют более высокие требования, чем к маслам для шестерен с прямыми зубьями, поскольку скорости скольжения в таких передачах больше.

В агрегатах трансмиссии трансмиссионные масла выполняют следующие ф>ункции:

•снижают износ деталей;

•уменьшают потери энергии на трение;

•увеличивают теплоотвод от трущихся поверхностей;

•снижают вибрацию и шум шестерен, а также защищают их от ударных нагрузок;

•защищают детали механизмов от коррозии;

•масла для гидромеханических передач, кроме того, выполняют функцию рабочего тела в гидротурбине, передающей мощность. Важнейшие свойства ТМ:

•вязкостно-температурные;

•противоизносные, противозадирные, противопиттинговые;

•термическая и термоокислительная стабильность;

•стойкость к образованию эмульсий с водой;

•минимальное воздействие на резино-технические изделия, лаки, краски и пластмассы;

•химическая и физическая стабильность при хранении и транспортировании.

В зависимости от конструктивных особенностей и назначения шестеренчатых передач к маслам могут предъявляться специфические требования. Так, масла для ведущих мостов с фрикционной блокировкой дифференциала должны обладать хорошими фрикционными свойствами,

масла для трансмиссии автомобилей с периодической эксплуатацией -хорошими защитными свойствами и т.д.

Условия, в которых работает масло, определяются следующими факторами: температурным режимом, частотой вращения шестерен (скорость относительного скольжения трущихся поверхностей зубьев), удельным давлением в зоне контакта.

Рабочая температура масла в агрегатах трансмиссии меняется в широких пределах - от температуры окружающего воздуха в начале работы до 120...130 *^С* и даже 150 С в процессе работы.

В температурном режиме работы зубчатых передач различают три наиболее характерные температуры: минимальную - в момент начала работы передачи, равную наиболее низкой температуре окружающего воздуха; максимальную - соответствующую экстремальным условиям работы; среднеэксплуатационную - наиболее вероятную во время эксплуатации.

Минимальная температура масла в агрегатах трансмиссии автомобилей в холодной климатической зоне может достигать —60 С. Максимальная и среднеэксплуатационная температуры масла зависят от температуры воздуха, условий эксплуатации, вязкости масла и от других факторов. Среднеэксплуатационная температура в агрегатах трансмиссии автомобилей обычно составляет 60...90 °С. Фактическая температура масла в зоне контакта зубьев шестерен на 150...200 "С выше температуры масла в объеме. Заметное влияние на температуру оказывает скорость скольжения на поверхности зубьев в зоне их контакта. Скорости скольжения в цилиндрических и конических передачах составляют на входе в зацепление 1.5...3 м/с; в некоторых агрегатах они достигают 9...12 м/с; для гипоидных передач скорости скольжения составляют 15 м/с и более.

В цилиндрических и конических передачах удельные нагрузки в полюсе зацепления составляют обычно 0,5...1,5 ГПа, достигая в некоторых случаях 2 ГПа. В гипоидных передачах они в два раза выше. Под действием таких нагрузок условия для гидродинамической смазки ухудшаются.

Трансмиссионные масла представляют собой сложную коллоидную систему, включающую две группы компонентов: первая - основа масла, вторая - функциональные присадки для улучшения эксплуатационных свойств масел.

К числу перспективных следует отнести синтетические масла, которые характеризуются очень пологой вязкостно-температурной кривой.

*Классификация и ассортимент.* В агрегатах трансмиссии автомобилей применяется широкий ассортимент масел. Согласно ГОСТ 17479.2-85 "Масла моторные, трансмиссионные и жидкости гидравлические. Система обозначений" масла классифицированы по

классам и группам в зависимости от них вязкости и эксплуатационных свойств (табл. 18.5 и 18.6).

*Таблица 2.1* Классы вязкости трансмиссионных масел

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс вязкости | Кинематическая вязкость при lOO^'C.MM^c | Максимальная температура, при которой t| < 150Па-с,°С |
| 9 7,0 ...10,9 -45 |
| 12 11,0... 13,9 -35 |
| 18 14,0 ...24,9 -18 |
| 34 25,0 ...41,0 |

С учетом деления на классы и группы трансмиссионные масла имеют условные обозначения. Например, обозначение ТМ5-12 расшифровывается следующим образом: «ТМ» - трансмиссионное масло, цифра «5» - группа по эксплуатационным свойствам, цифра «12» - класс вязкости.

*Таблица 2.2*

Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа | Состав | Рекомендуемая область применения |
| ТМ-1 | Минеральные масла без присадок | Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 600 МПа и температуре в объеме до 90 "С |
| ТМ-2 | Минеральные масла с противоизносными присадками | Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 1200 МПа и температуре в объеме до 90 С |
| ТМ-3 | Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности | Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2000 МПа и температуре в объеме до 90 "С |
| ТМ-4 | Минеральные масла с противозадирными | Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях свыше 2000 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | присадками высокой эффективности | МПа. Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости и низком крутящем моменте или низкой скорости и высоком крутящем моменте с объемной температурой до 130 °С |
| ТМ-5 | Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности полифункциональн ого действия | Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, ударных нагрузках, высоком крутящем моменте и объемной температуре 130 °С и выше |

Представителями группы **ТМ-1** являются **нигролы** зимний и летний (ТУ 38-101529-75), применявшиеся в старых моделях автомобилей. Нигролы - это неочищенные остатки от прямой перегонки нефти, характеризуются неудовлетворительными противоизносными, антиокислительными и низкотемпературными свойствами. На современных автомобилях не применяются. К этой же группе могут быть отнесены базовые масла (ТБ-20, ТС-14,5), служащие основой для изготовления автомобильных трансмиссионных масел.

К группе **ТМ-2** относится масло для коробок передач и рулевого управления **- ТС** (ОСТ 38.01260-82, прежнее обозначение ГОСТ 4002-53), класс 18. Это масло имеет низкие эксплуатационные свойства, применяется в ограниченных масштабах только на старых моделях легковых автомобилей.

В группу ТМ-3 входят масла Теп-10, ТАп-15В, ТСп-15К, выпускаемые по ГОСТ 23652-79.

**ТСп-10** применяют для смазывания тяжелонагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Служит в качестве зимнего для умеренной климатической зоны и всесезонного для северных районов страны.

**ТАп-15В** служит для смазывания тяжелонагруженных цилиндрических, конических и спиралыю-конических передач грузовых автомобилей.

**ТСп-15К** имеет улучшенные по сравнению с маслом ТАп-15В противоизносные, антиокислительные и низкотемпературные свойства. Служит в качестве всесезонного для умеренной климатической зоны. Предназначенью для тяжелонагруженных цилиндрических и спирально-конических передач, в том числе болшегрузных автомобилей КамАЗ, КрАЗ, УралАЗ.

К группе ТМ-4 относятся масла Тсп-Нгип (ГОСТ 23652-79), Тсз-9гип (ОСТ 38-101158-78), Тсгип (ОСТ 38-01260-82, прежнее название -масло по ГОСТ 4003-53).

**ТСп-14гип** (класс 18) применяется для гипоидных передач грузовых автомобилей всесезонно в умеренной и жаркой климатической зоне. Обладает высокими противозадирными, но недостаточными антиокислительными и антикоррозионными свойствами. Показатели масла резко ухудшаются при попадании в него воды; в этом случае масло следует немедленно заменить.

**ТСз-9гип** (класс 9) предназначено для применения в агрегатах трансмиссии грузовых автомобилей в районах Крайнего Севера при температуре воздуха до -50...-55 "С. Ввиду малой вязкости и ухудшения противоизносных свойств при высокой температуре это масло применяется только в зимний период.

**ТСгип** предназначено для гипоидных передач старых моделей легковых автомобилей. Ввиду недостаточных низкотемпературных, противоизносных и антиокислительных свойств для новых моделей автомобилей не рекомендуется.

В группу ТМ-5 входят масла ТАД-17И (ГОСТ 236532-79) и ТМ5-12рк (ТУ 38.101844-80).

**ТАД-17И** (класс 18) получают смешением остаточного и дистиллятного масел с введением многофункциональной и депрессорной присадок. Масло обладает высокими эксплуатационными свойствами, является универсальным и может применяться в тяжелонагруженных цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передачах грузовых и легковых автомобилей в умеренной и жаркой климатических зонах.

**ТМ5-12рк** (класс 12) получают из низкозастывающего масла селективной очистки, загущенного полимерной присадкой, с введением многофункциональной присадки. Масло относится к числу универсальных для эксплуатации и консервации цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач грузовых автомобилей. Предназначено для применения в качестве всесезонного, в первую очередь для эксплуатации в северных районах.

Основным сортом, применяемых для *автомобильных гидромеханических коробок передач,* является масло **марки** А (ТУ 38.101179-79). Оно имеет температуру застывания -40 °С, его применяют всесезонно в умеренной климатической зоне. Для автомобилей, эксплуатирующихся в северных районах страны, разработано масло **МГТ** (ТУ 38-401-494-84), которое по эксплуатационным свойствам соответствует маслу марки А, но имеет лучшие низкотемпературные показатели - работоспособно до —50 °С.

В *гидрообъемных передачах* автомобилей, в частности в гидроусилителях рулей, используют масло **марки Р.** Его применяют в качестве всесезонного в умеренной климатической зоне.

Из масел зарубежного производства в *автоматических коробках передач* используются только минеральные масла серии ATF, обычно марки "Дексрон" (Dexron) с различными числовыми индексами. Все они красного цвета и допускают смешение в различных пропорциях. **Их** ресурс до замены составляет 50...70 тыс. км. 6 коробку легкового автомобиля заливают б...9 л (для полноприводного "Форд-Бронко" - 18 л). В последнее время используют масла желтого и зеленого цвета. Смешивать их с Дексроном недопустимо.

*Таблица 2.3* Рекомендации по применению трансмиссионных масел

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Масло | Тип передачи | Срок смены масла, тыс. км | Минимальная температура применения,°С |
| ТСгип | Ведущие мосты старых моделей легковых автомобилей | 24...30 | -20 |
| ТАД-17И | Коробки передач и ведущие • мосты легковых и грузовых автомобилей | 60...80 | -30 |
| ТАп-15В | Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями; ведущие мосты с пегипоидными передачами легковых и грузовых автомобилей | 24...72 | -25 |
| ТСп-15К | Коробки передач, ведущие , мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами | 36...72 | -30 |
| ТСп-14гип | Ведущие мосты грузовых автомобилей с гипоидными передачами | 36 | -30 |
| ТСп-10 | Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями; ведущие мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами | 35...50 | -45 |
| ТСз-9гип | Коробки передач и ведущие мосты автомобилей при эксплуатации на Севере | Зимний период | -50 |
| ТМ5-12рк | Коробки передач и ведущие мосты грузовых автомобилей | 50 | -50 |

За рубежом для маркировки трансмиссионных масел используют классификации SAE и API.

По классификации SAE масла подразделяются на летние (например, SAE140), зимние (75W) и всесезонные (75W90). Соответствие классов вязкости по ГОСТУ и SAE приведено в табл. 18.8.

Таблица 18.8

Примерное соответствие классов вязкости трансмиссионных масел по ГОСТУ и SAE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс вязкости масел по SAE | Вязкость при 99°С,мм^с | Соответствие классу вязкости по ГОСТу |
| не менее | не более |
| 75W | 4.2 | 1 | - |
| 80 W | 7 | - | 9 |
| 85 W | 11 | - | - |
| 90 | 14 | 25 | 18 |
| 140 | 25 | 43 | 34 |

По классификации API трансмиссионные масла подразделяются по уровню противоизносных и противозадирных свойств:

GL-1 - применяются в зубчатых зацеплениях при невысоких давлениях и скоростях скольжения (не содержат присадок);

GL-2 - содержат притивоизносные присадки;

GL-3 - содержат противозадирные присадки, могут быть использованы для спирально-конических передач, в том числе гипоидных.

Всего 5 классов, которые соответствуют группам, обозначенным по ГОСТуТМ-1,-2,-3,-4,-5.

***2.3. Пластичные смазки***

Пластичные смазки (ПС) - это густые мазеобразные продукты. Имеют два основных компонента - масляную основу (дисперсионная среда) и твердый загуститель (дисперсная среда). Для улучшения консервационных, противоизносных свойств, химической стабильности, термостойкости в смазки вводят присадки в количестве 0,001...5%.

*Ассортимент,* ПС разделены на четыре группы: антифрикционные, консервационные, уплотнительные и канатные.

Антифрикционные предназначены' для снижения износа и трения скольжения сопряженных деталей. Они делятся на подгруппы: С - общего назначения для температур до 70 °С, О - для повышенной температуры (до 110 °С), М - многоцелевые (-30...130 °С); Ж - термостойкие (150 "С и выше), Н - морозостойкие (ниже -40 "С); И - противозадирные и

противоизносные; П - приборные; Д - приработочные; Х - химически стойкие.

Консервационные предназначены для предотвращения коррозии металлических поверхностей при хранении и эксплуатации, обозначаются индексом "З".

Канатные смазки обозначаются индексом "К".

Уплотнительные делятся на три группы: А - арматурные; Р -резьбовые; В - вакуумные.

Кроме того, в классификационном обозначении указывают:

•тип загустителя;

•рекомендуемый температурный диапазон применения;

•дисперсионную среду;

•консистенцию.

Загуститель обозначается первыми двумя буквами входящего в состав мыла металла: "Ка" - кальциевое; "На" - натриевое; "Ли" - литиевое.

Рекомендуемый температурный диапазон применения указывают дробью: в числителе - уменьшенная в 10 раз минимальная температура без знака минус, в знаменателе - уменьшенная в 10 раз максимальная температура.

Тип дисперсионной среды и присутствие твердых добавок обозначают строчными буквами: "у" - синтетические углеводороды, "к" -кремнийорганические жидкости, "г" - добавки гра4)ита, "д" - добавка дисульфита молибдена. Смазки на нефтяной основе индекса не имеют.

Консистенцию смазок обозначают условными числами от 0 до 7.

Пример. ПС Литол-24 (товарная марка) имеет следующее классификационное обозначение МЛи4/13-3: "М" - многоцелевая антифрикционная, работоспособна в условиях повышенной влажности;

"Ли" - загущена литиевыми мылами; "4/13" - работоспособна в интервале температур от -40 до 130 "С, отсутствие индекса дисперсионной среды -приготовлена на нефтяном масле; "3" - условная характеристика густоты смазки.

Кальциевые смазки (солидолы) - антифрикционные пластические смазки. Они нерастворимы в воде, поэтому в условиях высокой влажности и при контакте с водой хорошо защищают металлические детали от коррозии. Недостаток - работоспособны при температурах до 60 "С.

Солидолы синтетические (солидол С) - применяется в подшипниках качения и скольжения, в шарнирах, винтовых и цепных передачах. Их недостатки - низкая механическая стабильность, работоспособность при температурах до 50 °С.

В табл. 18.9 приведены сведения о соответствии основных марок отечественных и зарубежных смазок.

Таблица 18.9

Соответствие отечественных и зарубежных марок пластичных смазок

|  |  |
| --- | --- |
| Отечественная смазка | Смазка фирмы |
| Shell | Mobil | BP | Esso |
| Солидол С | Uneda *2,* 3 Lirona 3 | Mobilgrease АА№2,' Greasrex D60 | Energrease C2,C3; Energrease GP2, GP3 | Chassis XX, Cazar K2 |
| Пресс-солидол | Uneda 1, Retinax С | Mobilgrease АА№ 1 | Energrease C1,CA | Chassis L, H, CazarК 1 |
| Графитная УСсА | Barbatia 2, -3, -4 | Graphited № 3 | Energrease C2G, C36 | Van Estan 2 |
| ЦИАТИМ-201 | Aeroshell, Grease 6 | Mobilgrease BRB Zero | — | Beacon 325 |
| 1-13,ЯНЗ-2 | Nerita 2, 3 Retinax H | Mobilgrease ВРВ№3 | Energrease №2,№3 | AndokM275, Andok В |
| Литол-24 | Retinax A, Alvania 3, R3 | Mobilgrease 22 Mobilgrease BRB | Energrease L2, Multipurpose | Beacon 3, Unirex 3 |
| Фиол-1 | Alvania 1 | Mobilux 1 | Energrease L2 | Multipurpose |

*Применение.* В шарнирах рулевого управления, шкворнях поворотных кулаков, для пальцев рессор, оси педалей сцепления и тормоза, рычагов коробки передач, раздаточной коробки, валов разжимных кулаков тормозов, в механизмах лебедки, буксирных и седельных механизмах, шлицах и подшипниках карданных шарниров используются Литол-24, солидол С, пресс-солидол С.

Для карданных шарниров равных -угловых скоростей используется AM карданная, Униол-1.

Подшипники ступиц колес, промежуточная опора карданного вала, выжимной подшипник сцепления, подшипники водяного насоса, передний подшипник первичного вала коробки передач, вал привода распределителя зажигания смазываются Литолом-24, ПС 1-13.

В подшипниках генератора, стартера, электродвигателей стеклоочистителя и отопителя используются Литол-24, N 158.

Шарниры привода стеклоочистителя, петли дверей смазываются Литолом-24, солидолом С.

Для рессор используется графитная смазка УСсА.

Клеммы аккумулятора смазываются Литолом-24, солидолом **С, ВТВ-**1, пушечной смазкой.

Для гибкого вала спидометра используются ЦИАТИМ-201, моторное масло.

Тросы стояночного тормоза, замка капота смазываются Литолом-24, ЦИАТИМ-201.

**3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ**

*3.1. Амортизаторные жидкости*

В легковых автомобилях нашли широкое применение амортизаторы (виброизоляторы) телескопического типа, а в последнее время -телескопические стойки, предназначенные для гашения колебаний кузова на упругих элементах подвески. Установка амортизаторов делает ход автомобиля плавным даже при движении по бездорожью.

Рабочим телом в гидравлических амортизаторах служат маловязкие жидкости, обычно на нефтяной основе.

Требования к амортизаторным жидкостям многообразны. Основным показателем является вязкость. Большинство рабочих жидкостей, применяемых в телескопических амортизаторах, характеризуются следующими значениями вязкости: при 20 °С - 30...60; при 50 °С - 10...16;

при 100 °С-3,5,„6,0 мм2/^.

Высокие требования предъявляются к вязкости амортизаторных жидкостей при отрицательных температурах. Так, при -20 °С вязкость не должна превышать 800 *мм2/с.* Желательно, чтобы во всем интервале встречающихся на практике отрицательных температур вязкость амортизаторной жидкости не превышала 2000 мм^с. При более высокой вязкости работа амортизаторов резко ухудшается и происходит блокировка подвески. С этим часто встречаются на практике, так как уже при -30 °С вязкость товарных амортизаторных жидкостей превышает 2000 мм^с и при -40 °С достигает 5000.,.10000 мм^с. Обеспечить требуемую вязкость (при температурах ниже -30 °С) могут амортизаторные жидкости на синтетической основе.

Рабочая амортизаторная жидкость должна обладать определенной теплоемкостью и теплопроводностью.

Важное значение имеют смазывающие свойства жидкостей, которые определяются обычно при испытании на машинах трения или при испытании самих амортизаторов на стенде. Так, амортизаторная жидкость **МГП-10,** применяемая на старых моделях автомобилей ВАЗ, не обеспечила достаточной износостойкости телескопических стоек

автомобилей ВАЗ-2108, что потребовало разработки новой амортизаторной жидкости **МГП-12.**

Амортизаторные жидкости не должны быть склонны к пенообразованию, так как это снижает энергоемкость амортизатора и нарушает условия смазки трущихся пар.

Важными характеристиками амортизационных жидкостей являются такие, как стабильность против окисления, механическая стабильность, испаряемость и совместимость с конструкционными материалами, особенно резиновыми уплотнениями.

В их состав, как правило, вводят различные добавки, улучшающие свойства жидкости. Это высоко молекулярные присадки для улучшения вязкостно-температурных характеристик, антиокислительные и противопенные присадки, а также присадки для улучшения смазывающих свойств.

Обслуживание (замена рабочей жидкости) и ремонт амортизаторов требуют специального технологического оборудования и должны производиться на станциях технического обслуживания автомобилей.

Зарубежными аналогами отечественных амортизаторных жидкостей могут быть следующие жидкости: фирмы Shell - Aeroshell Fluid 1, фирмы ВР - ВР Aero Hydraulic 2, Esso - Aviation Utility Oil, DEF2901A.

3.2. Тормозные жидкости

Тормозные жидкости служат для передачи энергии к исполнительным механизмам в гидроприводе тормозной системы автомобиля.

Рабочее давление в гидроприводе тормозов достигает 10 МПа и более. Развиваемое давление передается на поршни колесных цилиндров, которые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или барабанам. При торможении кинетическая энергия при трении превращается в тепловую. При этом освобождается большое количество теплоты, которое зависит от массы и скорости автомобиля. При экстренных торможениях автомобиля температура тормозных колодок может достигать 600 °С, а тормозная жидкость нагреваться до 150 °С и выше. Высокие температуры в тормозах и гигроскопичность жидкости приводят к ее обводнению и преждевременному старению. В этих условиях жидкость может отрицательно влиять на резиновые манжетные уплотнения тормозных цилиндров, вызывать коррозию металлических деталей. Но наибольшую опасность для работы тормозов представляет возможность появления в жидкости пузырьков пара и газа, образующихся при высоких температурных режимах эксплуатации из-за низкой температуры кипения самой жидкости, а также при наличии в ней воды.

При нажатии на педаль тормоза пузырьки газа сжимаются, и так как объем главного тормозного цилиндра невелик (5...15 мл), даже сильное нажатие на педаль может не привести к росту необходимого тормозного давления, т.е. тормоз не работает из-за наличия в системе паровых пробок.

Надежная работа тормозной системы - необходимое условие безопасной эксплуатации автомобиля, поэтому тормозная жидкость является ее функциональным элементом и должна отвечать комплексу технических требований. Важнейшие из них рассмотрены ниже.

*Температура кипения.* Это важнейший показатель, определяющий предельно допустимую рабочую температуру гидропривода тормозов. Для большей части современных тормозных жидкостей температура кипения в процессе эксплуатации снижается из-за их высокой гигроскопичности. К этому приводит попадание воды, главным образом за счет конденсации из воздуха. Поэтому наряду с температурой кипения "сухой" тормозной жидкости определяют температуру кипения "увлажненной" жидкости, содержащей 3,5% воды.

Температура кипения "увлажненной" жидкости косвенно характеризует температуру, при которой жидкость будет "закипать" через 1,5...2 года ее работы в гидроприводе тормозов автомобиля. Для надежной работы тормозов необходимо, чтобы она была выше рабочей температуры жидкости в тормозной системе.

Из опыта эксплуатации следует, что температура жидкости в гидроприводе тормозов грузовых автомобилей обычно не превышает 100 С. В условиях интенсивного торможения, например на горных дорогах, температура может подняться до 120 "С и более.

В легковых автомобилях с дисковыми тормозами температура жидкости при движении по магистральным автострадам составляет 60...70 °С, в городских условиях достигает 80...100 °С, на горных дорогах 100...120 °С, а при высоких скоростях движения, температурах воздуха и при интенсивных торможениях - до 150 С. В некоторых случаях (спецмашины, спортивные автомобили и т.д.) температура жидкости может превышать указанные значения.

Следует отметить, что начало образования паровой фазы тормозных жидкостей при нагреве, а следовательно, и паровых пробок в гидроприводе тормозов происходит при температуре на 20...25°С ниже температуры кипения жидкости. Это обстоятельство принимается во внимание при установлении показателей качества тормозных жидкостей.

Согласно требованиям международных стандартов температура кипения "сухой" и "увлажненной" тормозной жидкости должна иметь значения соответственно не менее 205 и 140 "С для автомобилей при обычных условиях их эксплуатации и не менее 230 и 155 С - для автомобилей, эксплуатирующихся на режимах с повышенными скоростями или с частыми и интенсивными торможениями, например на

горных дорогах. Следует иметь введу, что на автомобиле, остановившемся после интенсивных торможений, температура жидкости может некоторое время повышаться за счет теплоты тормозных колодок из-за прекращения их охлаждения встречным потоком воздуха.

*Вязкостно-температурные свойства.* Процесс торможения обычно длится несколько секунд, а в экстренных условиях - доли секунды. Поэтому необходимо, чтобы сила, прилагаемая водителем к педали, быстро передавалась на поршни рабочих цилиндров. Это условие обеспечивается необходимой текучестью жидкости и определяется максимально допустимой вязкостью при температуре —40 °С: не более 1500 мм^с для жидкостей общего назначения и не более 1800 мм^с - для высокотемпературных жидкостей. Жидкости для Севера должны иметь вязкость не более 1500 мм^с при -55 °С.

*Антикоррозионные свойства.* В гидроприводе тормозов детали из различных металлов соединяются между собой, что создает условия для протекания электрохимической коррозии. Для предотвращения коррозии жидкости должны содержать ингибиторы, защищающие сталь, чугун, белую жесть, алюминий, латунь, медь от коррозии. Их эффективность оценивается по изменению массы и состоянию поверхности пластин из указанных металлов после их выдерживания в тормозной жидкости, содержащей 3,5% воды, в течение 120 ч при 100 "С.

*Совместимость с резиновыми уплотнениями.* Для обеспечения герметичности гидросистемы на поршни и цилиндры ставят резиновые уплотнительные манжеты. Необходимое уплотнение обеспечивается, когда под воздействием тормозной жидкости манжеты несколько набухают и их уплотнительные кромки плотно прилегают к стенкам цилиндра. При этом недопустимо как слишком сильное набухание манжет, так как может произойти их разрушение при перемещение поршней, так и усадка манжет, чтобы не допустить утечки из системы.

Испытание на набухание резины осуществляется при выдерживании манжет или образцов резины в жидкости при 70 и 120 °С. Затем определяется изменение объема, твердости и диаметра манжет.

*Смазывающие свойства.* Влияние жидкости на износ рабочих поверхностей тормозных поршней, цилиндров, манжетных уплотнений проверяется при стендовых испытаниях, имитирующих работу гидропривода тормозов в тяжелых условиях эксплуатации.

*Стабильность при высоких и низких температурах.* Тормозные жидкости в интервале рабочих температур от —50 до 150 С должны сохранять исходные показатели, т.е. противостоять окислению и расслаиванию при хранении и применении, образованию осадков и отложении на деталях гидропривода тормозов.

*Ассортимент и эксплуатационные свойства.* В настоящее время выпускается несколько марок тормозных жидкостей.

Жидкость **БСК** (ТУ 6-10-1533-75) представляет собой смесь бутилового спирта и касторового масла, имеет хорошие смазывающие свойства, но невысокие вязкостно-температурные показатели, используются в основном на старых моделях автомобилей.

Жидкость **"Нева"** (ТУ 6-01-1163-78) - основными компонентами являются гликолевый эфир и полиэфир, содержат антикоррозионные присадки. Работоспособна при температуре до —40...—45 С. Применяется в гидроприводе тормозов и сцеплений грузовых и легковых автомобилей.

Жидкость **ГТЖ-22м** (ТУ 6-01-787-75) - на гликолевой основе. По показателям близка к "Неве", он обладает худшими антикоррозионными и вязкостно-температурными свойствами. Рекомендуется для применения лишь на отдельных моделях грузовых автомобилей.

Жидкость **"Томь"** (ТУ 6-01-1276-82) разработана взамен жидкости "Нева". Основные компоненты - концентрированный гликолевый эфир, полиэфир, бораты; содержит антикоррозионные присадки. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем "Нева", более высокую температуру кипения. Совместима с "Невой" при смешивании в любых соотношениях.

Жидкость **"Роса"** (ТУ 6-05-221-564-84) разработана для новых моделей легковых автомобилей, в первую очередь ВАЗ-2108. Основной компонент - боросодержащий полиэфир; содержит антикоррозионные присадки. Она имеет высокие значения температуры кипения (260 °С) и температуры кипения "увлажненной" жидкости (165 °С). Это обеспечивает надежную работу тормозной системы при тяжелых эксплуатационных режимах и позволяет увеличить срок службы жидкости.

Чтобы исключить возможность образования паровых пробок, жидкость "Нева" в зависимости от условий эксплуатации автомобилей рекомендуется заменять через 1...2 года; срок службы жидкостей "Томь" и "Роса" может быть более двух лет.

Низкотемпературные показатели неудовлетворительны у БСК. Уже при температуре —15...—17 °С образуются кристаллы касторового масла. С дальнейшим понижением температуры происходит потеря подвижности;

при температуре ниже -20 °С жидкость БСК неработоспособна.

Жидкости "Нева", "Томь", "Роса" работоспособны до -40...-45 °С.

Для автомобилей, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера, необходима специальная жидкость, у которой вязкость при -55°С должна быть не более 1500 мм"/с. При отсутствии такой жидкости практикуется разбавление жидкости "Нева" и "Томь" 18...20% этилового спирта. Такая смесь работоспособна при температуре до -60 *^С,* однако имеет низкую температуру кипения и не обеспечивает герметичности резиновых манжетных уплотнений. Поэтому разбавление жидкости спиртом -вынужденная мера, и по окончании зимней эксплуатации смесь следует заменить.

Жидкости "Нева", "Томь", "Роса" совместимы, их смешивание между собой возможно в любых соотношениях. Смешивание указанных жидкостей с БСК недопустимо, так как приведет к расслоению смеси и потере необходимых эксплуатационных свойств.

Зарубежными аналогами жидкостей "Нева" и "Томь" являются жидкости соответствующие международной классификации ДОТ-3, которые имеют температуру кипения более 205 'С, а для жидкости "Роса" -жидкости ДОТ-4 с температурой кипения более 230 °С.

Жидкости типа БСК на современных моделях автомобилей за рубежом не применяются.

***3.3. Охлаждающие жидкости***

Требования, предъявляемые к жидкости для систем охлаждения двигателей, весьма разнообразны. Такая жидкость не должна замерзать и кипеть во всем рабочем диапазоне^ температур двигателя, легко прокачиваться при этих температурах, не воспламеняться, не вспениваться, не воздействовать на материалы системы охлаждения, быть стабильной в эксплуатации и при хранении, иметь высокую теплопроводность и теплоемкость.

В наибольшей степени этим требованиям отвечает вода и водные растворы некоторых веществ.

*Вода* имеет целый ряд положительных свойств: доступность, высокую теплоемкость, пожаробезопастность, нетоксичность, хорошую прокачиваемость при положительных температурах.

К недостаткам воды следует отнести: неприемлемо высокую температуру замерзания и увеличение объема при замерзании, недостаточно высокую температуру кипения и склонность к образованию накипи. Эти недостатки ограничивают применение воды в качестве охлаждающей жидкости. Однако в тех климатических зонах, где не бывает низких температур или автомобили эксплуатируются только в летний период, вода может применятся в системах охлаждения автомобилей. В этом случае важно знать ее свойства, чтобы избежать нежелательных последствий от эксплуатации двигателей на воде.

В первую очередь это относится к накипи - твердым и прочным отложениям на горячих стенках системы охлаждения, образующимся в результате оседания на стенках бикарбонатов, сульфатов и хлоридов кальция и магния, содержащихся в воде.

Образование накипи кроме ухудшения теплоотвода приводит к увеличению расхода топлива. Так, при толщине накипи 1,5...2 мм расход топлива может возрасти на 8...10 %. Это происходит вследствие

недопустимого повышения температурного режима цилиндропоршневой группы из-за термического сопротивления слоя накипи.

Для предупреждения образования накипи в системе охлаждения используется два способа:

•введение антинакипинов (хромпик КзСг207, нитрат аммония NH4N0.3);

•умягчение воды перед заливкой в систему (кипячением, перегонкой или обработкой кальцинированной содой МазСОз).

Наличие у современных двигателей двухконтурной системы охлаждения с термостатом исключает возможность применения воды в зимнее время. Это связано с тем, что после пуска охлаждающая жидкость для более быстрого прогрева двигателя циркулирует только по малому контуру, минуя радиатор. Время открытия термостата и циркуляции по большому контуру может быть достаточно большим, особенно при низких температурах. В течение -этого времени вода в радиаторе без циркуляции может замерзнуть, что приведет к его размораживанию.

При определенных условиях эксплуатации автомобилей: высокой температуре окружающего воздуха, буксировке прицепа, движении по бездорожью на пониженных передачах и т. д. - охлаждающая жидкость может нагреться до температуры кипения. Эффективность охлаждения в этом случае резко падает, двигатель перегревается, возможен его выход из строя. Для устранения этого необходимо применять охлаждающую жидкость с повышенной температурой кипения и герметизировать систему охлаждения.

Системы охлаждения современных двигателей герметичны, и жидкость в них находится под небольшим давлением, обычно около 0,05 МПа, которое поддерживается клапаном радиатора. В новых моделях автомобилей давление в системе охлаждения еще выше (0,12 МПа) и поддерживается клапаном в расширительном бачке. При давлении 0,05 МПа вода кипит при 1 12 °С, а при 0,12 Мпа - при 124 °С.

В последние десятилетия получили широкое распространение низкозамерзающие охлаждающие жидкости - *антифризы* на основе водных растворов этиленгликоля (СН^ОН-СНзОН) с температурой кипения 197 °С. В отличие от воды при замерзании антифризы не расширяются и не образуют твердой сплошной массы. Образуется рыхлая масса кристаллов воды в среде этиленгликоля. Такая масса не приводит к размораживанию блока и не препятствует запуску двигателя. Антифриз после пуска двигателя довольно быстро переходит в жидкое состояние. Однако прогрев отопителя салона затрудняется, поэтому необходимо поддерживать такую концентрацию антифриза, чтобы он не замерзал до температуры —40...—35 °С.

Антифризам присущи некоторые недостатки. Так, их теплопроводность и теплоемкость ниже, чем у воды, что несколько снижает эффективность систем охлаждения.

При нагреве антифризы увеличивают объем, ввиду чего в системе охлаждения устанавливается расширительный бачок. Этиленгликоль коррозионно агрессивен по отношению к металлам, поэтому в антифризы при изготовлении добавляют специальные антикоррозионные и противопенные присадки. Общее содержание присадок составляет 3...5%.

Температура кипения антифриза достаточно высока и составляет 120...132 "С. Поэтому в герметичной системе охлаждения современного автомобиля при нормальных условиях эксплуатации (без перегрева двигателя) потери антифриза происходят преимущественно из-за утечек (микрощели в радиаторе, ослабление креплений хомутов на шлангах и другие неисправности).

Восполнять уровень антифриза в системе охлаждения водой нежелательно, так как при этом снижается концентрация этиленгликоля в смеси, что ведет к повышению температуры замерзания.

В табл. 19.2 приведены основные характеристики антифризов, выпускаемых в нашей стране.

Наиболее широко на автомобилях применяется антифриз **Тосол А40-М.**

Допустимый срок службы антифриза "Тосол А40-М" составляет до 3 лет эксплуатации автомобилей или 60 тыс. км пробега.

При более длительных сроках эксплуатации на некоторых деталях системы охлаждения начинают появляться очаги коррозии, в первую очередь на крыльчатке водяного насоса, т.е. на чугуне. Корродируют также детали из алюминия, припой в радиаторе, латунные трубки радиатора и корпус термостата.

Антифриз в процессе эксплуатации изменяет свои характеристики:

снимается запас щелочности, увеличивается склонность к ценообразованию, возрастает агрессивность к резине и увеличивается способность вызывать коррозию металлов. Интенсивность изменения характеристик антифриза зависит от средней рабочей температуры в двигателе, В южных районах, где эти температуры обычно более высокие, антифриз стареет интенсивнее. В северных же районах страны антифриз может служить и более -грех лет.

Таблица 19.2 Основные характеристики антифризов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Тосолы (ТУ 6-02-751-78) | Концентрированный •этиленгли-коль | Антис^ризы (ГОСТ 1 59-52) |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Тосол AM | Тосол А-40М | Тосол А-65М |  | 40 | 65 |
| Внешний вид жидкости | Голубая | Красная' | Светло-желтая слегка мутная | Оранжевая слегка мутная |
| Плотность при 20°С кг/м3 | 1120... 1140 | 1075... 1085 | 1085... 1095 | 1110...1116 | 1067...1072 | 1085... 1090 |
| Температура замерзания, °С, не выше | - | -40 | -65 | - | -40 | -65 |
| Температура кипения, °С, не ниже | 170 | 108 | 115 | - | 100 | 100 |
| Состав.%: |  |  |  |  |  |  |
| этилснгликоль | 96 | 58...66 | 60...64 | 94 | 52 | 64 |
| вода | 3,0 | 44 | 35 | 5 | 47 | 35 |
| присадки | 6...7 | З...3,5 | 3,5...4 | 6...8 | 3,5..,4,5 | 4...4,5 |
| (сверх 100%) |  |  |  |  |  |  |

Трехлетний срок службы "Тосола А40-М" гарантируется только при поддержании в течение этого времени требуемой плотности антифриза - не менее 1075 кг/м\ Добавление более 1л свежего концентрата увеличивает срок службы антифриза примерно на год.

Охлаждающая жидкости "Лена-40" по свойствам близка к "Тосолу А40-М", но меньше корродирует чугунные и алюминиевые детали.

**4. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ШИНЫ**

*4.1. Конструкция и классификация шин*

Шины - неотъемлемый элемент автомобиля, в значительной степени определяющий уровень его эксплуатационных свойств и эффективность использования. От шин зависят проходимость и экономичность, динамичность и безопасность движения, шумность и плавность хода. Поэтому шинам уделяют большое внимание как специалисты-практики, так и исследователи.

Первые шины были созданы в конце прошлого века. С тех пор они постоянно совершенствовались. Конструкции современных шин исключительно разнообразны.

Тем не менее одинаковым для всех конструкций остается то, что шина является оболочкой вращения. На ободе колеса она крепится жесткими бортами, основой которых являются проволочные кольца 5 (рис.

20.1). Силовой основой является система обрезиненных слоев корда, которые охватывают всю шину и заворачиваются за бортовые кольца, образуя каркас 2.

От внешних воздействий каркас защищен протектором 2 и боковинами 4. Слой корда, расположенный под протектором, называется брокером 3.

Шина работоспособна только при избыточном внутреннем давлении, поэтому внутренняя ее полость герметизуется.

Наиболее важными признаками, по которым классифицируются шины, являются вид транспортных средств, для которых они предназначены, направление нитей корда в каркасе, способ герметизации внутренней полости, соотношение высоты *Н* (рис. 20.1) и ширины *В* профиля, тип рисунка протектора.

По виду транспортных средств автомобильные шины делятся на следующие группы: для легковых автомобилей; для грузовых автомобилей малой грузоподъемности и микроавтобусов; для грузовых автомобилей, прицепов к ним и автобусов.

Наиболее важным классификационным признаком является направление нитей корда. Абсолютное большинство шин относится к двум основным конструктивным типам: диагональному и радиальному (рис. 20.2.).

В диагональных шинах нити корда смежных слоев перекрещиваются. В районе экватора оболочки углы межу нитями и меридианами составляют 45...60° (меридианом шины называют линию пересечения поверхности шины с плоскостью, проходящей через ось вращения; экватор - линия пересечения поверхности с плоскостью, перпендикулярной оси вращения и делящей шину на две равные части).

Рис. Основные элементы и размеры шины:

20.1. 1 - каркас, 2 - протектор, 3 - брекер, 4 - боковина, 5 - бортовое кольцо; В - ширина профиля, D - наружный диаметр, d - посадочный диаметр, Н - высота профиля, С - раствор бортов

В радиальных шинах направление нитей корда в каркасе совпадает с меридианами, а в брекере угол между нитями и меридианами составляет 60...75°. В настоящее время более 80% выпускаемых в мире шин имеют радиальную конструкцию.

По способу герметизации внутренней полости шины делятся на камерные и бескамерные. Бескамерные работают в более благоприятном тепловом режиме благодаря более интенсивной теплопередаче через обод колеса.

По соотношению высоты и ширины профиля шины делятся на шесть групп (табл. 20.1). Наблюдается тенденция к дальнейшему снижению профиля.

a s

Рис. Направления нитей корда в диагональных (а) 20.2. радиальных (б) шинах

По типу рисунка протектора шины подразделяют на дорожные, универсальные, повышенной проходимости и зимние (с шипами противоскольжения или без). Шипы могут устанавливаются как в процессе изготовления, так и в готовую шину.

*Таблица 4.1* Классификация шин по соотношению высоты и ширины профиля

|  |  |
| --- | --- |
| Тип шин | Отношение Н/В |
| Обычные Широкопрофильные Низкопрофильные Сверхнизкопрофильные Арочные Пневмокатки | >0.89 0,90...0,60 0,88...0,71 0,50...0,70 0,39...0,50 0,25...0,38 |

***4.2. Маркировка шин***

Основные сведения о шине приводятся в ее маркировке. В общем виде маркировка, наносимая на боковину шины, включает следующие элементы: размер и тип конструкции шины, страна-изготовитель, товарный знак фирмы-изготовителя и заводской номер, модель, нагрузочную и скоростную характеристику, способ герметизации

внутренней полости, материал корда, тип .протектора и другие.

Важнейшими размерами являются ширина профиля, посадочный и наружный диаметры. Используется несколько способов указания размеров (табл. 20.2).

*Таблица 4.1* Способы обозначения размеров шин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Формула | Назначение | Примеры |
| B(MM)-d(MM) (В(дюйм)-(^(дюйм)) | Диагональные шины грузовых автомобилей | 280-508 (10-20) |
| В(дюйм)-и(дюнм) (B(MM)-d(MM)) | Диагональные шины легковых автомобилей | 6,15-13(155-330) |
| В(дюйм)-с1(дюйм) (В(мм)^(дюим)) | Диагональные шины легковых автомобилей | 7,35-14(185-14) |
| В(мм)-<1(мм)"Р"(В(дюйм)"^"<1(дюПм)) | Радиальные шины грузовых автомобилей | 260-508Р (9R20) |
| В(мм) R Ч.дюйм)) | Радиальные шины легковых автомобилей | 165R13 |
| B(MM)/(H/B(%))"R"d^K)|iM)) | Радиальные низко- и сверхнизконрофильные шины легковых автомобилей | 205/70R14 |
| D(MM)XB(MM)-d(MM) | Шины с регулируемым давлением | 1100х400-533 |
| В(дюйм)-фдюйм)(0(мм)ХВ(мм)-<3(мм)) | Крупногабаритные*\*широкопрофильные шины | 20,5-25 (1510х520-635) |

Наличие в обозначении размера буквы "Р" (или "R") указывает на радиальную конструкцию корда. При ее отсутствии шина имеет диагональную конструкцию.

Товарный знак фирмы-изготовителя выполняется в виде стилизованной надписи названия фирмы или эмблемы.

Заводской номер шин российского производства несет информацию о дате выпуска, заводе-издготовителе и шестизначный порядковый номер шины. Дата выпуска включает порядковый номер недели года и последнюю цифру номера года. Завод-изготовитель обозначается индексом из одной или двух букв. Пример: 051М 003476, где 05 - пятая неделя года, 1 - год 1991, М - Московский шинный завод, 003476 -порядковый номер шины. На шинах старых моделей индекс завода-

изготовителя стоит на первом месте, затем следует номер месяца и две последних цифры года производства.

Модель представляет собой условное обозначение разработчика и номер разработки. Пример: ОИ-73Б, где О - Омский шинный завод, И -НИИ шинной промышленности (совместная разработка), 73Б - номер разработки.

Грузоподъемность шин грузовых автомобилей характеризуется нормой елейности НС или PR, а легковых - индексом грузоподъемности или максимально допустимой для шины нагрузкой.

Норма елейности - показатель прочности каркаса, показывающий, какому числу слоев каркаса из текстильного корда эквивалентна прочность каркаса шин данной модели. Например, НС-14 - прочность каркаса соответствует 14 слоям каркаса из текстильного корда.

Скоростные свойства шины оценивают индексом максимальной скорости: L - 120 км/ч, Р - 150 км/ч, Q - 160 км/ч, S-180 км/ч, ...

На бескамерных шинах указывается "Tubeless" , а на шинах, предназначенных для эксплуатации с камерой, - "Tube type" или нет надписи.

Шины с кордом из стальной проволоки имеют надпись "Steel", а на шинах с кордом из текстильной нити - нет такой надписи.

На зимних и всесезонных шинах с протектором для снега и грязи нанесен знак "M-S" (от англ. Mud - грязь и snow - снег). На шинах с направленным рисунком протектора на боковине наносится стрелка, указывающая направление вращения.

Знак "DOT" указывает на соответствие шин стандарту N109 США, а Ё5 - требованиям Правил N30 ЕЭКООН (5 - проверка по Швеции).

***1.1. Нормы пробега шин***

Под нормативом понимается количественный или качественный показатель, используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений. Нормативы ресурса автомобильных шин необходимы для планирования потребности, для разработки и оценки эффективности мероприятий по повышению их долговечности.

Действующие нормативы ресурса шин установлены нормативным документом «О порядке определения затрат на восстановление износа и ремонт автомобильных шин: Письмо Министерства финансов СССР от 25 сентября 1978 г. N90».

Нормы устанавливаются для шин определенных размеров при использовании на автомобилях определенных марок. Корректирование норм осуществляется по территориальному признаку. В зависимости от дорожных и климатических условий территория страны разбита на три

(для грузовых шин и шин автобусов) или четыре (для шин легковых автомобилей) группы, для которых устанавливаются разные нормы. Кроме того, предусмотрено корректирование нормативов ресурса в следующих случаях. Для шин легковых автомобилей нормы снижаются на10% при постоянной работе автомобиля на дорогах горного профиля. Для шин легковых автобусов нормы снижаются на 15% при эксплуатации на междугородных и международных маршрутах. Для шин грузовых автомобилей нормы снижаются на: 15% - при работе автомобиля в каменных карьерах, на разработке угля и руды; 10% - при постоянной работе автомобиля на дорогах горного профиля, на лесоразработках, на стройках, на строительстве и ремонте дорог; 10% - при работе автомобиля с прицепом или полуприцепом.