

Министерство сельского хозяйства РФ  
Новозыбковский филиал ФГБОУ ВО  
«Брянский государственный аграрный университет»

# **Устройство автомобилей**

Учебное пособие

**Брянск, 2015**

УДК 629(07)  
ББК 39.33  
У 82

Устройство автомобиля. Учебное пособие / Г.В. Ревков. –  
Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2015.- 386 с.

Настоящий учебник составлен на основании действующей учебной программы по предмету «Устройство автомобилей» с учетом требований Государственного образовательного стандарта для подготовки техников по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного транспорта и транспортного оборудования.

В учебнике рассматриваются классификация и устройство автомобилей, а также работа агрегатов, систем, механизмов, приборов и деталей на основе базовых моделей.

Печатается по решению методического совета Новозыбковского филиала Брянского ГАУ.

© Брянский ГАУ, 2015

## Содержание

Предисловие .....	4
Тема 1.1.1 Общие сведения об автомобилях .....	5
Тема 1.1.2 Двигатель .....	8
Глава 2 Порядок работы .....	20
Глава 3 Кривошипно-шатунный механизм .....	21
Глава 4 Газораспределительный механизм .....	46
Глава 5 Система охлаждения .....	63
Глава 6 Смазочная система .....	82
Глава 7 Система питания карбюраторных двигателей .....	104
Глава 8 Система питания газобаллонных автомобилей .....	144
Глава 9 Система питания дизеля .....	167
Тема 1.1.3 Трансмиссия автомобиля .....	189
Глава 11 Сцепление .....	192
Глава 12 Коробка передач .....	204
Глава 13 Карданная передача .....	234
Глава 14 Ведущий мост .....	239
Тема 1.1.4 Ходовая часть автомобиля .....	262
Глава 16 Подвеска автомобиля .....	265
Глава 17 Автомобильные колеса .....	278
Глава 18 Кузов автомобиля .....	288
Тема 1.1.5. Механизмы управления .....	306
Глава 20 Тормоза .....	324

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Значение автомобильного транспорта в жизни страны трудно переоценить. Увеличивающаяся дальность автобусных и грузовых перевозок в сочетании с совершенствованием эксплуатационных качеств автомобилей, улучшением состояния существующих автодорог и строительством новых делают доступными дальние регионы страны, отдаленные сельские и горные населенные пункты. Во многих регионах автомобильный транспорт является основным средством передвижения и перевозки грузов.

Предмет «Устройство автомобилей» — первый и основной раздел, с которого студенты средних профессиональных учебных заведений начинают изучение дисциплины под общим названием «Автомобили». Знание устройства автомобилей позволяет организовать качественное обслуживание и ремонт, а также эксплуатацию автомобильного транспорта.

Настоящий учебник составлен на основании действующей учебной программы по предмету «Устройство автомобилей» с учетом требований Государственного образовательного стандарта для подготовки техников по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного транспорта и транспортного оборудования.

В учебнике рассматриваются классификация и устройство автомобилей, а также работа агрегатов, систем, механизмов, приборов и деталей на основе базовых моделей.

## Тема 1.1.1 Общие сведения об автомобилях

Вопросы лекции:

- 1 Введение
- 2 Назначение и общее устройство автомобиля.
- 3 История автомобилестроения в России.

### ВВЕДЕНИЕ

История автомобилестроения в России.

История автомобильной промышленности нашей страны всё время переживала взлёты и падения. Первые исторические факты российского автомобилестроения связаны с именами Е.А. Яковлева и П.А. Фрезе. Именно эти конструкторы представили отечественное транспортное средство на художественно-промышленной выставке в 1896 году. Это были годы индустриального бума.

Тогда в России быстрыми темпами шло развитие военного судостроения, паровозостроение и оружейной промышленности. Высококвалифицированный персонал, современное для того времени оборудование и технологии производства со временем дали толчок и для развития автомобилестроения в. В тот год, когда русские изобретатели только представили свою первую машину, а правительство ввело правила дорожного движения, Генри Форд уже совершал свои поездки, а во Франции проходили гонки на дистанции в 1720 км по маршруту Париж-Марсель-Париж. Первое мелкосерийное производство легковых автомобилей началось в 1899 году на Русско-Балтийском вагоноремонтном заводе. Автомобили на продажу получили название <РуссоБалт>. В то время, когда в России царствовали конные экипажи, немецкий учёный К. Бенц сделал невероятное - он соединил конный экипаж с двигателем внутреннего сгорания. Патент он получил также на изменение скорости движения, пуск двигателя, тормозное устройство и рулевое управление. Конструкторы всего мира приняли его концепцию и продолжали изобретать каждый у себя на родине. В частности Фрезе и Яковлев, исправив ошибки своего немецкого коллеги, создали свой первый автомобиль. Он оказался шире по колее и имел тяжёлые

деревянные колёса, а вот мотор и трансмиссия стали значительно легче. В итоге мощность автомобиля Яковлева-Фреза измерялась в 2 л.с., а не 1,5 л.с. как у Бенца. Мотор работал по принципу испарительной системы охлаждения. Запас воды - около 30 литров - размещался в 2-х латунных бочках, которые находились по бокам автомобиля. А конденсатор в виде цилиндра крепился за сиденьями. Максимальная скорость первого русского самоходного транспортного средства составила 20 вёрст в час. Эта машина была продемонстрирована на выставке в Нижнем Новгороде. О дальнейшей ее судьбе история умалчивает. Однако можно увидеть ее копию. Она была сделана специально к 100-летию реставраторы старинных автомобилей. Работа продолжалась шесть месяцев. Но кропотливый труд принёс свои плоды. Автомобиль не без успеха выставлялся на международных выставках. Следуя по стопам первых изобретателей, в конце 19 века многие заводы запустили мелкосерийное и крупносерийное производство отечественных машин. Значительный скачок в автомобилестроении России произошёл в начале 20 века. В это время было запущено строительство 6 крупных заводов, но революция 17 года отменила приказы царского правительства. И только заводы АМО в Москве и <Лебедев> (сегодня - Ярославский моторный завод) занялись выпуском легковых и большегрузных транспортных средств. Первый советский автомобиль был выпущен на заводе АМО в 1924 году. АМО-Ф-15 - это грузовая серийная машина. Удобная в эксплуатации, она отличалась малой грузоподъемностью. Отзывы об автомобилях того времени можно было прочитать в журнале <За рулём>. В середине 30-х годов СССР занимало первое место в Европе и второе в мире по выпуску грузовых транспортных средств. Первый легковой советский автомобиль был произведён в 1933 году на Горьковском автозаводе - модель ГАЗ-А. Четырёхдверный фэтон был оснащён двигателем мощностью в 40 л.с. и мог развивать скорость до 90 км\час. А в 1936 году на дорогах появился первый лимузин <М-1>. Пятиместный седан закрытого типа выпускался только в течение пяти лет. С той поры прошло достаточно времени и на улицах наших городов чаще встретишь иномарку, чем машину отечественного производства. Сегодня многие заводы на территории России производят сбор-

ку иностранных машин. Правительство, чтобы поддержать производство включило данный транспорт в свои списки по льготному субсидированию и утилизации. Воспользоваться такой возможностью спешат многие. Ведь наша страна в последние годы переживает настоящий автомобильный бум

Общее устройство автомобиля.

Автомобиль состоит из трех основных частей: кузова, шасси и двигателя.

*Кузов* предназначен для размещения водителя, пассажиров и груза. У автобусов и легковых автомобилей кузовом является салон, в котором находятся водитель и пассажиры. У грузовых автомобилей кузов состоит из кабины, служащей рабочим местом водителя, и платформы для перевозки грузов, а также пассажиров (при бортовой платформе).

*Шасси* состоят из трех механизмов: трансмиссии, ходовой части и механизмов управления .

*Трансмиссия* передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам автомобиля. В ее состав входят: муфта сцепления , коробка передач , карданная передача , главная передача , дифференциал , приводные валы колес.

*Ходовая часть* автомобиля включает в себя раму , подвески , амортизаторы, колеса , переднюю ось и кожух заднего моста.

К *механизмам управления* автомобиля относят тормоза и рулевое управление. Тормоза предназначены для уменьшения скорости движения автомобиля и его полной остановки. Рулевое управление служит для изменения направления движения автомобиля.

Двигатель — силовая установка, преобразующая тепловую энергию в механическую работу.

Контрольные вопросы.

1. Расскажите историю развития автомобилестроения России.
2. Расскажите общее устройство автомобиля.
3. Поясните классификацию автомобильного транспорта. Параметры обозначения автомобилей.

## Тема 1.1.2 Двигатель.

Вопросы лекции:

1. Общие сведения о ДВС.
2. Рабочий цикл карбюраторного и дизельного ДВС.
3. Назначение и общее устройство КШМ.
4. Назначение и общее устройство ГРМ.
5. Система питания карбюраторных ДВС.
6. Система питания газобаллонных ДВС.
7. Система питания дизельного ДВС.
8. Смазочная система ДВС.
9. Система охлаждения ДВС.

Общие сведения о двигателях. В автомобилях применяют поршневые двигатели, называемые двигателями внутреннего сгорания. В таких двигателях теплота, выделяемая при сгорании топлива, преобразуется в механическую работу.

Автомобильные двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим признакам:

по назначению – транспортные и стационарные. Транспортные двигатели устанавливаются на автомобилях, а также на различных самоходных машинах. Стационарные двигатели предназначены для работы на стационарных силовых установках;

способу осуществления рабочего цикла — четырехтактные и двухтактные. На всех современных автомобилях устанавливают четырехтактные двигатели. Двухтактные двигатели применяют в основном на маломощных транспортных средствах (мотоциклах и мотоколясках);

способу смесеобразования — с внешним (карбюраторные) и внутренним (дизели) смесеобразованием. В карбюраторных двигателях горячая смесь образуется из паров бензина или горючих газов и воздуха в специальном приборе, называемом *карбюратором*, и в готовом виде подается в цилиндры двигателя. В дизелях жидкое топливо под большим давлением впрыскивается в цилиндры, где происходит его распыливание, испарение и воспламенение;

способу воспламенения рабочей смеси — с воспламенением от электрической искры (карбюраторные и газовые) и с



воспламенением под действием высокой температуры, возникающей при сильном сжатии воздуха (дизели);

виду применяемого топлива двигатели подразделяют на две основные группы: работающие на жидком топливе и на сжатых и сжиженных газах. Кроме того, в первой группе выделяют двигатели, работающие на легких сортах жидкого топлива (бензины, бензолы, керосины, лигроины и спирты) и на тяжелых сортах жидкого топлива (дизельное топливо);

числу цилиндров;

расположению цилиндров: однорядные — с вертикальным расположением цилиндров; V-образные — с расположением цилиндров под углом  $90^\circ$ ; оппозитные — с расположением цилиндров под углом  $180^\circ$ ;

способу наполнения цилиндров свежим зарядом: двигатели без наддува и с наддувом;

способу охлаждения — отвод излишней теплоты может осуществляться или при помощи охлаждающей жидкости, или путем обдува цилиндров воздухом.

Общее устройство двигателя. Поршневые двигатели внутреннего сгорания имеют в своем составе два механизма: кривошипношатунный и газораспределительный, а также системы охлаждения, питания, зажигания и пуска и смазочную систему.

*Кривошипно-шатунный механизм* предназначен для восприятия силы взрыва газов и преобразования прямолинейного возвратнопоступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. Основными деталями кривошипношатунного механизма являются блок цилиндров, головка блока цилиндров, картер, поддон картера, коленчатый вал, шатуны, поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы и маховик.

*Газораспределительный механизм* служит для своевременного впуска в цилиндры горючей смеси и для выпуска отработавших газов. К газораспределительному механизму относятся распределительный вал, толкатели, штанги, ось коромысел, коромысла, клапаны, пружины клапанов с деталями их крепления на стержнях клапанов.

*Система охлаждения* двигателя предназначена для отвода излишней теплоты и поддержания температурного режима в

пределах 80... 95 °С. Существуют системы охлаждения двигателей с жидкостным отводом теплоты в окружающую среду и воздушные, где излишняя теплота отводится от цилиндров двигателя путем обдува их воздухом. Жидкостная система охлаждения имеет радиатор, водяной насос, термостат, рубашку охлаждения цилиндров и жалюзи радиатора.

*Смазочная система* двигателя предназначена для подачи масла к движущимся деталям, удаления продуктов трения с трущихся поверхностей и частичного охлаждения трущихся деталей. Основными приборами системы являются масляный насос с масло-приемником, фильтры очистки масла, масляные радиаторы, детали системы вентиляции картера двигателя, магистраль и трубопроводы.

*Система питания* карбюраторных двигателей служит для приготовления горючей смеси вне цилиндров двигателя и подачи ее в цилиндры. Основными приборами системы являются топливный бак, фильтры грубой и тонкой очистки, топливный насос, карбюратор, воздушный фильтр, впускные и выпускные трубы, глушитель. К системе питания дизеля относятся топливный бак, фильтры топлива грубой и тонкой очистки, подкачивающий насос низкого давления, топливный насос высокого давления, форсунки, воздушный фильтр, выпускные трубы, труба глушителя и глушитель.

*Система зажигания* предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах двигателя. У дизелей система зажигания отсутствует, так как воспламенение горючей смеси происходит под действием высокой температуры воздуха в результате сильного сжатия.

*Система пуска* включает приборы, облегчающие пуск двигателя.

Основные параметры двигателя. К основным параметрам двигателя относятся:

мертвые точки — крайние положения поршня в цилиндре двигателя, в которых поршень изменяет направление своего движения. Различают верхнюю мертвую точку (ВМТ) и нижнюю мертвую точку (НМТ);

ход поршня — путь, проходимый поршнем от одной мертвой точки до другой;

рабочий цикл двигателя — совокупность процессов, при которых тепловая энергия превращается в механическую работу;  
такт — часть рабочего цикла, который происходит за один ход поршня;

объем камеры сгорания, или объем сжатия — пространство над поршнем при нахождении поршня в верхней мертвой точке;

рабочий объем цилиндра — пространство, освобождаемое поршнем при движении от верхней к нижней мертвой точке;

полный объем цилиндра — сумма объема камеры сгорания и рабочего объема цилиндра;

рабочий объем двигателя — сумма рабочих объемов всех цилиндров двигателя, выраженная в литрах;

степень сжатия — отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания. Степень сжатия показывает, во сколько раз сжимается рабочая смесь в цилиндре двигателя;

количество тактов, при которых происходит преобразование тепловой энергии в механическую работу. Различают двигатели четырехтактные и двухтактные. *Четырехтактным* называется двигатель, у которого рабочий процесс совершается за четыре хода поршня (или за два оборота коленчатого вала). *Двухтактным* называется двигатель, у которого рабочий процесс совершается за два хода поршня (или за один оборот коленчатого вала).

Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя

*Рабочим циклом* двигателя внутреннего сгорания называется совокупность процессов, повторяющихся в определенной последовательности.

У четырехтактного двигателя каждый такой процесс называется *тактом* и происходит за один ход поршня.

Тактами карбюраторного двигателя являются *впуск* — наполнение цилиндра свежим зарядом горючей смеси; *сжатие* — впускенный в цилиндр свежий заряд горючей смеси сжимается для подготовки следующего такта, которым является *рабочий ход*, предназначенный для преобразования тепловой энергии в механическую работу; завершающим тактом является *выпуск* отработавших газов. Затем такты повторяются в такой же последовательности.

Рассмотрим теоретический рабочий процесс двигателя, условно принимая, что все такты начинаются и заканчиваются в мертвых точках.

Первый такт — впуск. Перед началом такта поршень находится в ВМТ. Выпускной клапан при этом закрыт, а впускной открывается. Поршень перемещаясь из ВМТ в НМТ, освобождает объем над поршнем, создавая там разрежение. Вращение коленчатого вала передается через детали газораспределительного механизма на впускной клапан, и он открывается. Под действием разрежения в цилиндр из карбюратора через впускную трубу поступает горючая смесь. В цилиндре она смешивается с остаточными отработавшими газами и преобразуется в рабочую смесь. В конце такта впуска давление внутри цилиндра составляет 80...90 кПа (0,8...0,9 кгс/см<sup>2</sup>). Температура рабочей смеси в конце такта впуска достигает 80...120°С при условии, что двигатель прогрет до оптимальной температуры. В противном случае температура будет ниже нормы.

Второй такт — сжатие. При такте сжатия оба клапана закрыты. Поршень перемещается из НМТ в ВМТ, сжимая рабочую смесь в 6—10 раз. За счет сжатия температура рабочей смеси поднимается до 300...450°С, а давление достигает 1200 кПа (10... 12 кгс/см<sup>2</sup>).

Третий такт — рабочий ход. В конце такта сжатия при подходе поршня к ВМТ через свечу зажигания в цилиндр подается электрическая искра, от которой воспламеняется рабочая смесь в цилиндре. При сгорании рабочей смеси температура в камере сгорания поднимается до 2000... 2500 °С, что приводит к резкому возрастанию давления внутри цилиндра, достигающему 4 МПа (30... 40 кгс/см<sup>2</sup>). Давление передается на днище поршня, далее через поршневой палец и шатун на коленчатый вал, заставляя его вращаться. Поршень при этом перемещается от ВМТ к НМТ. Оба клапана при рабочем ходе закрыты. Это основной такт, при нем происходит преобразование тепловой энергии в механическую работу. После быстрого нарастания давления в начале рабочего хода и передачи этого давления на коленчатый вал начинается уменьшение давления в результате увеличения объема над поршнем. Происходит снижение температуры до 1200... 1400°С и давления до 400...500 кПа (4...5

кгс/см<sup>2</sup>). В конце рабочего хода открывается выпускной клапан, и отработавшие газы через выпускную трубу и глушитель начинают выходить в атмосферу.

Четвертый такт — выпуск отработавших газов. При такте выпуска открывается выпускной клапан, и отработавшие газы через выпускную трубу выходят в атмосферу. Поршень при этом перемещается из НМТ в ВМТ. Однако полностью очистить цилиндр от отработавших газов не удастся. Часть отработавших газов остается в цилиндре и смешивается со следующим зарядом горючей смеси. Когда поршень приходит в ВМТ, закрывается выпускной клапан, и рабочий процесс повторяется. В конце такта выпуска давление в цилиндре снижается до 110...120 кПа (1,1...1,2 кгс/см<sup>2</sup>), а температура до 700...850°С.

Рабочий цикл четырехтактного дизеля

Рабочий цикл четырехтактного дизеля, как и карбюраторного, состоит из четырех повторяющихся тактов: впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Однако этот процесс имеет существенные отличия, заключающиеся в характере протекания, заполнении цилиндра свежим зарядом, способе смесеобразования и воспламенения горючей смеси, так как у дизелей топливо подается в цилиндр не в виде готовой горючей смеси, а в мелкораспыленном состоянии.

Первый такт — впуск. Перед началом впуска поршень находится в ВМТ и начинает движение к НМТ. Выпускной клапан при этом закрыт. При увеличении рабочего объема в цилиндре создается разрежение, и в него начинает поступать воздух, предварительно прошедший через воздушный фильтр. В цилиндре воздух смешивается с небольшим количеством отработавших газов, которые не вышли из цилиндра при такте выпуска. Заканчивается такт впуска в момент прихода поршня в НМТ. В это время закрывается впускной клапан. Когда заканчивается впуск в цилиндр чистого воздуха, температура в нем составляет

80°С (у прогретого двигателя), давление — 90...95 кПа (0,9...0,95 кгс/см<sup>2</sup>).

Второй такт — сжатие. После окончания такта впуска и закрытия впускного клапана поршень начинает перемещаться от НМТ к ВМТ, сжимая чистый воздух. К концу такта в резуль-

тате сжатия температура воздуха составляет 600...700°С, а давление 5 МПа (40...50 кгс/см<sup>2</sup>). Такое повышение температуры и давления обусловлено высокой степенью сжатия у дизелей (16...20 и выше). Высокая температура и давление необходимы для воспламенения топлива, впрыскиваемого в цилиндр двигателя в конце такта сжатия насосом высокого давления через форсунку. Для надежной работы двигателя температура сжатого воздуха в цилиндре должна быть значительно выше температуры самовоспламенения топлива.

Третий такт — рабочий ход. В конце такта сжатия, когда поршень не доходит до ВМТ на  $15^\circ \pm 30'$ , считая по обороту коленчатого вала, насос высокого давления впрыскивает через форсунку дизельное топливо под давлением порядка 18...20 МПа (180... 200 кгс/см<sup>2</sup>). Давление впрыска топлива должно значительно превышать давление воздуха, сжатого в камере сгорания, чтобы обеспечить тонкое распыление топлива и распределение его по объему камеры сгорания. От величины давления впрыска и формы камеры сгорания зависит качество приготовления горючей смеси. Струя топлива при выходе из распыляющих отверстий сопла дробится на мелкие частицы. Распылению и быстрому испарению топлива способствует специальная форма камеры сгорания, благодаря которой струя топлива и воздух в камере приходят в вихревое движение. Под действием высокой температуры (600...700 °С) происходит самовоспламенение рабочей смеси. Часть рабочей смеси сгорает при движении поршня к ВМТ, т. е. в конце такта сжатия, а другая часть — при движении поршня к НМТ. Образующиеся при сгорании газы создают давление на днище поршня (6...8 МПа (60...80 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 1800...2000 °С). Поршень под давлением газов перемещается от ВМТ и совершает механическую работу. К концу рабочего хода температура в цилиндре снижается до 1100... 1300 °С, давление — до 300...400 кПа (3...4 кгс/см<sup>2</sup>).

Четвертый такт — выпуск. Рабочий ход заканчивается, когда поршень доходит до НМТ и открывается выпускной клапан. Отработавшие газы под действием внутреннего давления через выпускной клапан, выпускную трубу и глушитель выходят в атмосферу. Поршень начинает движение от НМТ к ВМТ, вытесняя остаточные отработавшие газы. Впускной клапан при этом закрыт. В конце

такта выпуска температура отработавших газов снижается до 700...800°С, а давление — до 110...120 кПа (1,1...1,2 кгс/см<sup>2</sup>). При дальнейшем вращении коленчатого вала вышеперечисленные такты повторяются в той же последовательности.

Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя.

В двухтактном карбюраторном двигателе рабочий цикл происходит за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала. Конструкция его существенно отличается от конструкции четырехтактного двигателя. Основное отличие заключается в отсутствии клапанов. Функции клапанов выполняют три окна: выпускное, впускное и продувочное. Функцию газораспределительного механизма выполняет поршень. В двухтактных карбюраторных двигателях цилиндр соединяется с герметически закрытым картером, играющим основную роль в накоплении и приготовлении горючей смеси. Такие двигатели называются *двигателями с прямоточно - картерной продувкой*. Для подготовки двигателя к работе нужно

заполнить карбюратор горючей смесью и перепустить ее в цилиндр. Рассмотрим рабочий цикл двигателя.

Первый такт. Поршень из НМТ перемещается в ВМТ. При этом в картере увеличивается свободный объем и нарастает разрежение, а в цилиндре в результате уменьшения объема при подъеме поршня происходит сжатие рабочей смеси, повышается давление и увеличивается температура. При подъеме нижняя кромка поршня открывает впускное окно, через которое под действием имеющегося в картере разрежения из карбюратора поступает горючая смесь. В то же время поршень, поднимаясь, продолжает сжимать рабочую смесь в камере сгорания. Когда он доходит до ВМТ, через свечу зажигания в камеру сгорания цилиндра подается электрическая искра, воспламеняющая рабочую смесь. Смесь сгорает при температуре 2000...2200°С и давлении 3...4 МПа (0,3...0,4 кгс/см<sup>2</sup>).

Второй такт. Образовавшиеся горячие газы расширяются и давят на днище поршня, вследствие чего он опускается и приводит в движение шатун, а через него — коленчатый вал. Опускаясь, поршень в первую очередь закрывает своей нижней кромкой впускное окно и начинает сжимать горючую смесь в кривошипной камере, рабочий ход при этом продолжается. Ко-

гда же верхняя кромка головки поршня откроет выпускное окно , то через него отработавшие газы начнут выходить через выпускную трубу и глушитель в атмосферу. Поршень продолжает опускаться, сжимая горючую смесь в кривошипной камере. В какой-то момент верхняя кромка головки поршня открывает продувочное окно, и сжатая горючая смесь из кривошипной камеры по каналу переходит в цилиндр, заполняя цилиндр и вытесняя из него остаточные отработавшие газы . Незначительная часть горючей смеси вместе с остаточными отработавшими газами вытесняется в атмосферу, не принимая участия в рабочем процессе.

У двухтактных карбюраторных двигателей картер сухой, масла в нем нет. Для смазывания деталей двигателя необходимое количество масла заливается непосредственно в бензин. Таким образом, горючая смесь у двухтактных двигателей состоит из воздуха, паров бензина и мельчайших капелек масла.

Некоторые разновидности рабочих циклов карбюраторных двигателей.

Двигатели автомобилей ВАЗ-2111 и -2112 имеют электронную систему управления впрыском топлива. Сущность ее заключается в том, что бензонасос имеет электропривод и установлен внутри топливного бака. Бензин подается при помощи форсунок во впускную трубу на впускные клапаны, от которых он нагревается, быстро испаряется и после открытия впускных клапанов поступает в цилиндры в хорошо испарившемся состоянии. Двигатели с такой системой подачи топлива имеют по два впускных и два выпускных клапана на каждый цилиндр.

Это система с распределенным впрыском топлива, поскольку на каждый цилиндр топливо подается отдельной форсункой. Система впрыска способствует меньшему выбросу в атмосферу вредных газов.

Для повышения экономичности и увеличения мощности карбюраторные двигатели могут выполняться с предкамерно-факельным зажиганием.

У этого двигателя кроме основной камеры сгорания имеется еще небольшая дополнительная камера (предкамера). Обе камеры снабжены впускными клапанами, приводимыми в работу одним коромыслом газораспределительного механизма. При



такте впуска коромысло одновременно открывает клапан дополнительной камеры и клапан основной камеры сгорания. В дополнительную камеру из дополнительной камеры карбюратора поступает обогащенная смесь, а в основную камеру сгорания из карбюратора поступает обедненная смесь. В конце такта электрическая свеча воспламеняет обогащенную смесь в предкамере. Горящий факел через канал под большим давлением выбрасывается в основную камеру сгорания, пронизывая весь объем находящейся в ней сжатой бедной смеси, чем обеспечивается ее быстрое воспламенение и сгорание. Остальные процессы протекают так же, как и в обычном четырехтактном карбюраторном двигателе.

В последние годы появились двигатели, у которых бензин впрыскивается форсункой непосредственно в цилиндр или во впускную трубу. Воспламенение осуществляется электрической искрой.

Разработаны многотопливные двигатели, работающие на различных сортах топлива — дизельном топливе, бензине, керосине. Экономические и мощностные показатели при работе на всех видах топлива остаются одинаковыми. Особенность работы такого двигателя заключается в том, что камера сгорания выполнена в головке поршня и имеет специальную форму. Топливо в цилиндр подается в конце такта сжатия при помощи форсунки. Форсунка направляет около 5 % топлива в раскаленный воздух, и это топливо быстро воспламеняется. Основная масса топлива (около 95 %) направляется форсункой на стенки камеры сгорания, имеющей форму усеченного шара, и растекается по ней в виде пленки. Воздух в камере сгорания имеет вихревое движение, растягивая пленку топлива вдоль стенок камеры и сдувая с них испарившееся топливо в зону горения, где оно постепенно сгорает. Такое постепенное сгорание — основное условие возможности работы двигателя на различных видах топлива.

Преимущества и недостатки различных типов двигателей

Преимущества двухтактных двигателей по сравнению с четырехтактными:

более равномерная работа, так как рабочий цикл двухтактного двигателя совершается за один оборот коленчатого

вала. Мощность двухтактных двигателей на 60... 70 % больше, чем у четырехтактных, что позволяет установить более легкий маховик;

двухтактные двигатели более просты в устройстве, поскольку не имеют газораспределительного механизма, роль которого выполняет поршень.

Недостатки двухтактных двигателей:

по экономичности уступают четырехтактным из-за менее совершенной очистки цилиндра от отработавших газов;

продувка цилиндра осуществляется горючей смесью, что приводит к потере до 30 % смеси;

требуют более интенсивного охлаждения;

добавление масла (до 4 %) в бензин для смазки деталей двигателя приводит к увеличению отложения нагара на днищах поршней, головках клапанов и стенках камер сгорания;

неудовлетворительная продувка на режимах частичных нагрузок из-за низкого давления в кривошипной камере приводит к пропускам воспламенения рабочей смеси;

наличие выпускных и продувочных окон уменьшает продолжительность рабочего хода.

Из-за указанных недостатков установка двухтактных двигателей на автомобилях оказалась нерентабельной. Эти двигатели устанавливаются на мотоциклах, мопедах, мотороллерах, мотоколясках, а также используются в качестве подвесных лодочных моторов и пусковых двигателей тракторов.

Преимущества дизелей по сравнению с карбюраторными двигателями:

лучшая экономичность (25...30%) благодаря большей степени сжатия и дешевому топливу менее опасны в пожарном отношении;

не имеют системы зажигания, на долю которой у карбюраторных двигателей приходится значительный процент неисправностей;

топливо содержит меньше канцерогенных веществ;

дизельные двигатели развивают больший крутящий момент при меньшей частоте вращения коленчатого вала.

Недостатки дизелей:

затрудненный, по сравнению с карбюраторными двигате-

лями, пуск, особенно в зимнее время;  
расход металла на единицу мощности на 30 % больше,  
чем у карбюраторных двигателей;  
более шумная и жесткая работа;  
технологически и технически более сложные процессы  
изготовления и обслуживания.

#### Наддув в дизелях

Мощность двигателя зависит от частоты вращения коленчатого вала, степени сжатия и рабочего объема цилиндров. Для повышения литровой мощности дизеля применяют газотурбинный наддув, увеличивающий весовое наполнение цилиндра воздухом, так как воздух подается под давлением 15...0,17 МПа (1,5... 1,7 кгс/см<sup>2</sup>). За счет этого обеспечивается более полное сгорание топлива. Турбонаддув воздуха позволяет повысить мощность двигателя на 40%, без увеличения размеров цилиндров и частоты вращения коленчатого вала.

Простейший турбокомпрессор работает следующим образом. При открытом выпускном клапане отработавшие газы выходят через выпускную трубу и создают давление на лопасти колеса турбины. Колесо турбины установлено на валу турбокомпрессора, на другом конце которого установлено колесо центробежного компрессора. Колесо турбины под давлением отработавших газов вращается, вместе с ним вращается и колесо центробежного компрессора, захватывая воздух из впускной трубы и нагнетая его по трубопроводу через впускной клапан в камеру сгорания. Нагнетание воздуха в цилиндр происходит в момент перекрытия клапанов, когда поршень подходит к ВМТ. В это время выпускной клапан еще открыт и закрывается только тогда, когда поршень пройдет ВМТ (на 40°, считая по обороту коленчатого вала). Впускной клапан тоже открывается с опережением. Поскольку двигатели многоцилиндровые, то газотурбинный компрессор будет работать, непрерывно подавая сжатый воздух в цилиндры, в которых осуществляется такт впуска.

К недостаткам газотурбинного наддува можно отнести повышение теплонапряженности деталей двигателя из-за сгорания большой дозы топлива, поступающего в цилиндр, и расход мощности на работу турбокомпрессора.

## Глава 2 ПОРЯДОК РАБОТЫ

Расположение и число цилиндров.

*Одноцилиндровые* двигатели применяются на легких транспортных средствах. Основным недостатком одноцилиндрового двигателя является неравномерность вращения коленчатого вала. Это вызвано тем, что ускорение вращения вала происходит только при рабочем ходе, а при остальных тактах частота вращения замедляется. Для выравнивания частоты вращения применяют маховики, имеющие значительную массу. Одноцилиндровые двигатели имеют плохую уравновешенность. Частично их уравновешивают установкой двух дополнительных валов с противовесами, имеющими рассчитанную массу и вращающимися в разные стороны.

Минимальное число цилиндров на автомобильных двигателях — два (двигатели ВАЗ-1111,-1113 «Ока»). *Двухцилиндровые* двигатели автомобилей «Ока» также имеют уравновешивающие валы. Полностью уравновешенных двигателей нет, так как опрокидывающий момент, возникающий как реакция на действие крутящего момента, уравновесить невозможно. Для лучшей уравновешенности двигатели делают многоцилиндровыми, при этом рабочие ходы в разных цилиндрах не совпадают друг с другом. Чем больше цилиндров имеет двигатель, тем равномернее вращается его коленчатый вал. Нагрузка на детали кривошипно-шатунного механизма в многоцилиндровых двигателях также изменяется более плавно, чем в одноцилиндровых.

По расположению цилиндров двигатели делятся:

на однорядные (рядные) с вертикальным расположением цилиндров в один ряд;

однорядные с отклонением цилиндров от вертикальной оси;

двухрядные V-образные оппозитные — с противоположно лежащими цилиндрами.

Однорядные вертикально расположенные цилиндры применяются на двигателях ГАЗ-3Ю29, ВАЗ-2110, -2111, -2112, автомобилях семейства «ГАЗель» ГАЗ-2705, ГАЗ-2705 «Комби» и т.д. Под углом к вертикали расположены цилиндры в двигателях автомобилей «Москвич-2140». V-образные двигате-

ли устанавливаются на автомобилях ГАЗ-3307, ЗИЛ-433110, МАЗ-5335, на всех моделях автомобилей КамАЗ, на автобусах ПАЗ-3205 и многих других.

V-образные двигатели имеют большую жесткость конструкции, меньшие размеры и массу, чем однорядные двигатели той же мощности. Коленчатый вал у таких двигателей имеет меньшую длину и поэтому большую жесткость. Недостатком V-образных двигателей является значительная ширина и усложненная конструкция. Развал цилиндров у них может быть равным 60, 75 и 90°, но чаще применяются двигатели с развалом цилиндров 90°.

Рядные двигатели выполняются с четырьмя цилиндрами (автомобили «Волга», «Жигули» всех моделей, «ГАЗели» всех моделей) и с шестью (ГАЗ-52-04). V-образные двигатели могут иметь шесть цилиндров (ЯМЗ-236) и восемь (двигатели автомобилей ГАЗ-3307, ЗИЛ-433100, ПАЗ-3205, семейство КамАЗ и др.).

Работа многоцилиндровых двигателей

Двухцилиндровые рядные двигатели. Равномерность работы многоцилиндрового двигателя достигается, если чередование рабочих ходов в цилиндрах происходит через равные углы поворота коленчатого вала. Например, рабочий цикл в четырехтактном двигателе происходит за 720° поворота коленчатого вала.

### **Глава 3. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ**

Общие сведения.

Кривошипно-шатунный механизм воспринимает силу взрыва горючих газов и превращает прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Весь кривошипно-шатунный механизм можно разделить на две большие группы: группу неподвижных и подвижных деталей. К группе неподвижных деталей относят блок цилиндров, отлитый за одно целое с верхним картером; поддон картера двигателя; головку блока цилиндров, между которыми находится уплотняющая прокладка; крышку распределительных зубчатых колес. Между поддоном картера, крышкой распределительных зубчатых колес и блоком цилиндров

укладываются уплотнительные прокладки.

К группе подвижных деталей кривошипно-шатунного механизма относят коленчатый вал с подшипниками (вкладышами), шатуны с подшипниками (вкладыши для нижних головок и втулки для верхних головок), поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы (устанавливаются на всех моделях двигателей) и маховик. Обе группы имеют крепежные детали.

#### Блок цилиндров

Блок цилиндров является базовой деталью двигателей. На нем крепят и устанавливают все основные детали, а также механизмы и приборы различных систем двигателя. Блоки цилиндров двигателей составляют одно целое с верхним картером.

Материалы. Блоки цилиндров могут изготавливаться из легированных серых чугунов (двигатели автомобилей ЗИЛ-433100, КамАЗ-5320 и всех модификаций, ВАЗ-2110, -21102, -21103, -2111, -2112, «Ока» ВАЗ-1111, -11113 и др.) или из алюминиевого сплава (двигатели автомобилей ИЖ-2126, ГАЗ-3307, «Волга» ГАЗ-3102 и ее модификации, «ГАЗель» ГАЗ-2705, ГАЗ-3302, -33021, -33023, -33027, -330273, -27057 и другие модификации этих автомобилей). Для обеспечения сохранности геометрических форм и предотвращения коробления блоки цилиндров после отливки подвергают искусственному старению.

Блоки цилиндров, отлитые из чугуна, могут изготавливаться вместе с цилиндрами (двигатели автомобилей «Жигули» всех модификаций, «Ока» всех модификаций) или иметь вставные гильзы цилиндров (КамАЗ-5320 и все модификации, ЗИЛ-433100 и др.).

Конструкция. Блоки цилиндров, отлитые из алюминиевого сплава, имеют вставные гильзы цилиндров (двигатели автомобилей «ГАЗель» всех модификаций, ГАЗ-3307, ИЖ-2126 и др.).

Гильзы цилиндров могут быть мокрыми и сухими. Гильза называется мокрой, если она непосредственно омывается охлаждающей жидкостью. Сухие гильзы контакта с охлаждающей жидкостью не имеют.

Конструкция. Блоки цилиндров V-образных двигателей имеют сложное устройство. К примеру, блок цилиндров двигателя ЯМЗ-740, отлитый из специального чугуна с высокими механическими свойствами, внутри разделен на четыре отсека,

в каждом из которых располагается по одному цилиндру из левого и правого рядов. Перегородки снабжены специальными силовыми ребрами и вместе с боковыми стенками картера и цилиндровой частью блока создают жесткую конструкцию. В развале между цилиндрами у V-образных двигателей (например, марки ЗИЛ) находится впускной трубопровод. На всех V-образных и рядных двигателях высокая жесткость блока обеспечивается тем, что плоскость разъема картера и поддона картера располагается значительно ниже оси коленчатого вала. Для правильной установки гильз цилиндров в нижней части блока цилиндров выполнены специальные гнезда, а на гильзах имеются установочные буртики. В двигателях автомобилей ЗИЛ-433100 и его модификаций, автомобилях КамАЗ и других верхние края гильз центрируются в специальных гнездах блока, в двигателях автомобилей «ГАЗель», «Волга», ГАЗ-3307 — прокладкой головки блока цилиндров. Для хорошего уплотнения верхний торец гильзы выступает над полостью блока на 0,02...0,01 мм. Чтобы предотвратить вытекание охлаждающей жидкости через нижние концы гильз цилиндров, они уплотняются у двигателя «ГАЗель» прокладкой из мягкой меди толщиной 0,3 мм, у двигателей «Волга» ГАЗ-31029 — прокладками из красной меди. У двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 по нижнему посадочному пояску гильзы уплотнены двумя кольцами из маслостойкой резины и третьим верхним кольцом с конической наружной поверхностью, которое служит также для предотвращения кавитации. У двигателя ЯМЗ-740 нижний пояс гильзы уплотняется двумя резиновыми кольцами, которые устанавливаются в канавках блока.

В перегородках и стенках картера выполнены арки, которые являются верхними постелями для коренных подшипников (вкладышей) коленчатого вала. Крышки коренных подшипников съемные и крепятся к аркам с помощью болтов. Вдоль картера выполнены главные масляные магистрали. Для подвода масла к коренным подшипникам коленчатого вала, опорным шейкам распределительного вала и деталям клапанного механизма в перегородках и стенках картера просверлены каналы. По всей высоте цилиндров сделаны протоки для охлаждающей жидкости, благодаря чему обеспечивается отвод тепла от ци-

цилиндров, поршней и поршневых колец, снижается температура моторного масла и уменьшается опасность деформации блока от неравномерного нагрева. Для подвода охлаждающей жидкости в рубашку охлаждения головок блока имеются специальные отверстия, уплотняемые прокладками головок блока. В двигателях с распределительным валом, расположенным внутри картера, имеются также полости для прохода штанг толкателей.

В двигателях с V-образным расположением цилиндров один из рядов смещен вперед относительно другого, что необходимо для установки двух шатунов на общую шатунную шейку коленчатого вала. В двигателе ЯМЗ-740 смещен вперед правый ряд, а в двигателе ЗИЛ-645 — левый ряд.

Снизу картер закрыт поддоном, который одновременно является резервуаром для запаса моторного масла. Внизу поддона выполнено отверстие для слива масла, закрываемое пробкой.

Между поддоном и картером установлена прокладка. В поддоне имеются перегородки для уменьшения плескания масла.

Гильзы цилиндров.

Гильзы цилиндров работают в очень тяжелых условиях. Особенно это относится к их верхней внутренней части, недостаточно смазываемой, поскольку сюда масло не пропускается поршневыми кольцами. Во время рабочего хода в верхней части цилиндра сгорает рабочая смесь и температура повышается до 2000... 2500 °С. Горение сопровождается выделением продуктов окисления: оксидов углерода и азота, углекислого и сернистого газов, паров воды и других веществ. Пары воды, попадая на незащищенную поверхность, вызывают коррозию. Кроме того, конденсат воды растворяет продукты окисления (диоксиды) с образованием кислоты, что способствует еще большей коррозии стенок цилиндров.

В верхней части цилиндра наблюдаются резкие перепады давления. При такте впуска давление там ниже атмосферного, в начале рабочего хода оно может достигать 3...4 МПа (30...40 кгс/см<sup>2</sup>), а при детонации рабочей смеси — 10... 15 МПа (100... 150 кгс/см<sup>2</sup>). Такими же значительными являются перепады температур. При такте впуска внутренняя поверхность цилиндра обдувается холодным воздухом температурой 40... 80 °С, однако через короткий промежуток времени температура может



возрасти до 2000... 2500 °С. Все это приводит к нарушению структуры металла и увеличению износа. Хотя воздух, поступающий в цилиндры, предварительно фильтруется, незначительное количество пыли может проникать внутрь цилиндров. Там пыль смешивается с маслом, превращаясь в абразивную массу, вызывающую интенсивный износ цилиндров, особенно их верхней части. Этому способствует и перекаldывание верхнего компрессорного кольца при переходе через ВМТ.

Для уменьшения износа необходимо тщательно фильтровать воздух, следить за герметизацией впускного тракта, применять чистое масло и бензин, не допускать работу двигателя с перегревом или переохлаждением. Все это предохраняет зеркало цилиндров от преждевременного износа. У дизелей, кроме того, наблюдается вибрация гильз цилиндров, возникающая при переходе поршня через ВМТ, т.е. при перемещении (перекаldке) его с одной стороны цилиндра на другую. Между поршнем и зеркалом цилиндра есть зазор, и перекаldка поршня происходит с ударом, что вызывает вибрацию и, как следствие, его кавитационное разрушение.

У карбюраторных двигателей кавитационное разрушение цилиндров почти не происходит из-за меньших значений давления во время рабочего хода.

Для уменьшения износа верхней части цилиндров в некоторых двигателях (ЗИЛ-130, ГАЗ-24 и т.д.) запрессовывали короткие (длина 50 мм), вставки из особо прочного аустенитного чугуна. Современные двигатели таких вставок в цилиндрах не имеют.

Гильзы цилиндров отливают из специального чугуна с перлитной структурой. Рабочая поверхность гильзы проходит закалку токами высокой частоты, тщательно шлифуется и полируется. Двигатели, имеющие цилиндры, изготовленные в виде сменных мокрых гильз, проще ремонтировать и эксплуатировать. Цилиндры, отлитые как единое целое с блоком, ремонтировать сложнее, так как при выходе из строя одного цилиндра (например, в случае задира зеркала цилиндра) приходится растачивать и шлифовать все цилиндры.

#### Головки цилиндров

Головки блока цилиндров закрывают цилиндры, являясь их крышками. Они могут отливаться из легированного чугуна

(двигатели ЗИЛ-635, Д-245.12) или алюминиевого сплава (двигатели автомобилей «Жигули», «Волга», «ГАЗель», ИЖ-2126). Для предотвращения коробления и снятия остаточных напряжений головки при изготовлении подвергают искусственному старению. Головки выполняют общими для целого ряда цилиндров у рядных и V-образных двигателей (кроме двигателей автомобиля КамАЗ, у которых головки делаются отдельными на каждый цилиндр).

Головки цилиндров на каждый цилиндр лучше отводят тепло, но у них усложнено устройство привода клапанов, затруднена герметизация соединений впускных и выпускных труб. Каждая головка закрывается отдельно литой алюминиевой крышкой, под которой установлена уплотнительная прокладка из маслостойкой резины с пробковой крошкой. На нижней привалочной плоскости головки проточена кольцевая канавка, в которой запрессовано стальное кольцо. При креплении головки это кольцо вжимается в прокладку, деформируя ее, и этим создавая надежный газовый стык. Отверстие для прохода масла и охлаждающей жидкости из блока цилиндров в головку, а также головка по контуру уплотнены специальной резиновой прокладкой.

Конструкция. Самую простую конструкцию имеют головки цилиндров двигателей с нижним расположением клапанов. Эти головки имеют рубашки охлаждения, кроме того, в них находятся камеры сгорания и отверстия для установки свечей зажигания.

Несколько более сложную конструкцию имеют головки цилиндров, выполненные для всего ряда цилиндров. Кроме камер сгорания они имеют каналы для подвода горючей смеси и отвода отработавших газов, гнезда впускных и выпускных клапанов. Они изготавливаются из чугуна и запрессовываются в тело головки. Кроме того, в них выполнены гнезда для установки свечей зажигания или форсунок, запрессованы направляющие втулки клапанов и установлены оси коромысел для открытия клапанов. В головке блока имеются водяные рубашки, отверстия для прохода штанг, каналы для подвода масла и каналы для сообщения рубашки охлаждения головки блока с рубашкой охлаждения блока цилиндров.

Головки цилиндров из алюминиевого сплава улучшают отвод теплоты и дают возможность повысить степень сжатия на 0,2...0,3 единицы без опасности появления детонации рабочей смеси.

Форма камеры сгорания. Конструкция головки блока цилиндров во многом зависит от формы камеры сгорания и расположения клапанов. Форма камеры сгорания оказывает большое влияние на характер протекания рабочего процесса, а именно, смесеобразование, сгорание рабочей смеси, степень сжатия в двигателе. Форма камеры сгорания и место ее выполнения зависят от топлива, на котором работают двигатели. У карбюраторных двигателей камеры сгорания выполняются, как правило, в головке блока, у дизелей — в головке поршня. У некоторых карбюраторных двигателей в днищах поршней выполняются углубления для увеличения объема камер сгорания (двигатель ЗМЗ-4061).

Наибольшее распространение в карбюраторных двигателях получили камеры сгорания полусферические и клиновые. При нижнем расположении клапанов камеры сгорания имеют Г-образную форму.

На дизелях применяются неразделенные камеры сгорания и разделенные.

Неразделенные камеры сгорания выполняются в головке поршня. Им придается форма, обеспечивающая завихрение впрыскиваемого топлива, что необходимо для ускорения распыления и испарения, а следовательно, более полного сгорания топлива. В камеру сгорания включается также объем, заключенный между днищем поршня и нижней плоскостью головки блока при нахождении поршня в верхней мертвой точке.

Разделенные камеры сгорания имеют сложное устройство. Форсунки в них устанавливаются в предкамере б или в вихревой камере. Впрыск и воспламенение топлива происходит в предкамере или вихревой камере, из которых в виде горящего факела оно подается в основную камеру сгорания. Такое устройство камер сгорания обеспечивает более полное сгорание топлива, но усложняет конструкцию головки.

При расположении распределительных валов на головке блока для них выполняются пять опор под шейки. Опоры вы-

полняются разъемными. Верхняя половина находится в корпусах подшипников. Отверстия в опорах обрабатывают в сборе с корпусами подшипников, поэтому они невзаимозаменяемы.

Головки цилиндров различных моделей имеют свои особенности. Так, головки цилиндров двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 отлиты из алюминиевого сплава и являются общими для всех цилиндров. Каналы для впускных и выпускных клапанов выполнены раздельно: для восьми впускных клапанов — справа, а для восьми выпускных — слева.

Расположение клапанов. Гнезда для клапанов располагаются в два ряда относительно продольной оси двигателя. Каждый цилиндр имеет по два гнезда для впускных клапанов и по два — для выпускных. Седла для клапанов вставные. Изготавливаются они из жаропрочного чугуна высокой твердости. Для запрессовки седел головки нагревают до температуры 160... 175 °С, а седла охлаждаются до —40... —45 °С. В таком состоянии седла свободно вставляются в гнезда, а после уравнивания температур обеспечивается надежная посадка седла в гнездо. Затем металл головки при помощи специальной оправки дополнительно обжимается вокруг седла. Втулки клапанов изготавливаются из чугуна и вставляются в головку с натягом. Фаски в седлах и отверстия во втулках обрабатывают в сборе с головкой. Свечи зажигания устанавливаются в центре камер сгорания.

Для уплотнения головки и блока между ними ставится прокладка из асбестового полотна, армированного металлическим каркасом и покрытого графитом. Все отверстия в прокладке также окантованы металлом.

Сверху головки выполнены два ряда гнезд под опорные шейки впускного и выпускного распределительных валов. Крышки гнезд изготавливаются из алюминия, отдельно на каждое гнездо, кроме первой. Крышка для передних опорных шеек распределительных валов является общей и снабжена пластмассовыми упорными фланцами, удерживающими распределительные валы от осевого перемещения.

Крышки опор растачиваются в сборе с головкой и невзаимозаменяемы. На бобышках крышек для впускного распределительного вала выбиваются номера «1», «2», «3» и «4», на крышках опор выпускного распределительного вала соответ-

ственно номера «5», «6», «7» и «8». Отсчет начинается от общей крышки для опор передних шеек.

Правильное положение головок на блоке цилиндров обеспечивается двумя установочными штифтами — втулками, запрессованными в блок.

Коленчатые валы

Коленчатый вал в двигателе преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение вала.

Материалы. Коленчатые валы изготавливают из высокопрочного чугуна (двигатели семейства «ГАЗель», «Волга» ГАЗ-ЗЮ29, ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111, -11113) или высокоуглеродистой стали (двигатели ЯМЗ-740, -741, ЗИЛ-433100, -5301, ИЖ-2126 и др.). Чугунные коленчатые валы изготавливают литьем, стальные — ковкой.

Чугун дешевле стали, но он хрупкий, и изготовленные из него детали более массивны. Стоимость чугунного коленчатого вала, изготовленного отливкой в форму, ниже стоимости кованого из стали. Однако по причине большего расхода металла изготавливать коленчатые валы из чугуна для двигателей повышенной мощности нельзя. С такими валами тяжело работать при ремонте и обслуживании двигателей.

Конструкция. Основными частями коленчатого вала являются коренные и шатунные шейки, которые соединяются щеками и сопрягаются с ними переходными галтелями. По количеству коренных и шатунных шеек коленчатые валы подразделяются на *полноопорные* и *неполноопорные*. Полноопорными называются коленчатые валы, у которых каждая шатунная шейка имеет с обеих сторон коренные шейки. Неполноопорный — это вал, у которого хотя бы одна шатунная шейка не имеет с обеих сторон коренных шеек.

У рядных двигателей количество шатунных шеек соответствует количеству цилиндров. У двигателей с V-образным расположением цилиндров количество шатунных шеек в два раза меньше, чем цилиндров, так как у них на каждую шатунную шейку устанавливается по два шатуна — один из правого, другой из левого рядов. Передний конец коленчатого вала называют еще носком. На носке коленчатого вала устанавлива-

ется при помощи шпонки шкив привода вспомогательных приборов (водяного насоса, генератора, компрессора, насоса гидроусилителя руля и др.). Там же на шпонке устанавливается шестерня привода газораспределительного механизма. Если распределительный вал установлен на головке блока цилиндров (ВАЗ-2110, -2111, -11113, ИЖ-2126), то на носке коленчатого вала устанавливают зубчатую звездочку, от которой при помощи зубчатого ремня (двигатели ВАЗ-2110, -2111, -2112, ВАЗ-1111, -11113) или цепи (двигатели ИЖ-2126) приводится в движение распределительный вал. В двигателях автомобилей «Ока» от шестерни коленчатого вала приводятся в работу уравновешивающие валы.

На носке коленчатого вала двигателя автомобиля «ГАЗель» на шпонках установлены стальная упорная шайба, шестерня привода распределительного вала, маслоотражатель и ступица шкива коленчатого вала. Все эти детали стянуты болтом, который вворачивается в передний торец вала. Шкив привода водяного насоса и вентилятора и шкив генератора болтами крепятся к ступице шкива коленчатого вала. На этом же шкиве смонтировано демпферное устройство для гашения крутильных колебаний коленчатого вала. У двигателей автомобиля ЗИЛ-5301 на носке коленчатого вала установлена шестерня, которая находится в зацеплении с промежуточной шестерней, а от промежуточной приводится в работу шестерня распределительного вала. Перед шестерней привода распределительного вала установлена ведущая шестерня привода масляного насоса и передний маслоотражатель, на шлицах установлен шкив коленчатого вала. Все эти детали стянуты болтом, ввернутым в передний конец вала.

На заднем конце коленчатого вала имеется фланец для крепления маховика. Между фланцем и коренной шейкой устроен маслосбрасывающий гребень и маслоотгонные спиральные витки. Коленчатый вал в комплекте с маховиком подвергают динамической балансировке. Чтобы не нарушить балансировку и обеспечить правильное соединение маховика с коленчатым валом в случае разборки при ремонте, фланцы снабжают специальными установочными штифтами или одно из отверстий для болтов крепления маховика и фланца выполняют несимметрично остальным, т. е. смещают в сторону.

В заднем торце коленчатого вала имеется гнездо, в которое запрессовывается шариковый подшипник, являющийся передней опорой для ведущего вала коробки передач.

В шатунных шейках коленчатого вала выполняют центробежные ловушки для очистки масла от механических частиц, закрываемые пробками. После затяжки пробки закерниваются для предотвращения самопроизвольного отворачивания.

При работе двигателя на шатунных шейках возникают центробежные силы, уводящие вал в сторону. Для разгрузки коренных подшипников от действия центробежных сил на коленчатых валах выполняют противовесы щек вала. Центробежная сила, развиваемая на них, действует в направлении, противоположном направлению центробежных сил на шатунных шейках. Благодаря этому коренные шейки и их подшипники разгружаются от действия центробежных сил и создаваемых ими моментов.

Коленчатый и распределительный валы соединяются при помощи косозубых шестерен, и при их работе возникают силы, стремящиеся сдвинуть коленчатый вал в осевом направлении. Этому также способствует работа сцепления, установленного на маховике. Особенно большие силы, способствующие осевому перемещению вала, возникают в момент выключения или включения сцепления. Для удержания коленчатого вала один из коренных подшипников делают упорным. Коленчатые валы двигателей «ГАЗель», «Волга» ГАЗ-3Ю29, ГАЗ-3307 удерживаются от осевого смещения биметаллическими упорными шайбами переднего коренного подшипника. У двигателей автомобилей «ГАЗель» эти шайбы сталеалюминиевые, у «Волги» ГАЗ-3Ю29 — сталебаббитовые. У двигателей автомобилей ЗИЛ-433100, а также ЗИЛ-5301 коленчатые валы удерживаются от осевого перемещения сталеалюминиевыми полукольцами. Эти кольца установлены в гнездах торца опоры пятой коренной шейки и фиксированы от проворачивания выступами, входящими в пазы крышки опоры. Осевое перемещение коленчатого вала у двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112 ограничивается двумя упорными полукольцами, которые ставятся по обе стороны среднего коренного подшипника. С задней стороны ставится металлокерамическое полукольцо, а с передней

стороны — сталеалюминиевое. Так же ограничивается смещение вала двигателя автомобиля «Ока», но только полукольца сталеалюминиевые.

Для запуска двигателя пусковой рукояткой и для проворачивания коленчатого вала, например при установке зажигания, в передние торцы валов двигателей автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29, ГАЗ- 3307, ИЖ-2126 и некоторых других ввернуты храповики.

Подшипники. Коренные и шатунные подшипники коленчатых валов представляют собой тонкостенные вкладыши. Они служат для уменьшения износа коренных шеек и опор.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников изготавливают из малоуглеродистой стальной ленты с тонким антифрикционным высокоолеянистым алюминиевым слоем. В каждом подшипнике установлено по два вкладыша. Осевому перемещению и проворачиванию вкладышей в постелях блока цилиндра или в разъемных нижних головках шатунов препятствуют специальные усики, выштампованные на вкладышах, и соответствующие пазы в крышках подшипников блока цилиндров или нижней головки шатунов. Все коренные вкладыши имеют кольцевые проточки, по которым масло непрерывным потоком подается к шатунным подшипникам. Для прохода масла из масляных каналов в перегородках и стенках картера во вкладышах имеются специальные сверления. Эти сверления делаются на всех коренных вкладышах, что необходимо для предупреждения ошибок при установке вкладышей в постели. Вкладыши шатунных подшипников двигателей автомобилей семейства «ГАЗель», «Волга» ГАЗ-3Ю29, ВАЗ-1111, -11113 и некоторых других имеют специальное сверление, через которое в момент совпадения этого отверстия с масляным каналом в шатунной шейке выбрасывается струя масла из отверстия нижней головки шатуна, направленная на цилиндры и распределительный вал.

У двигателей автомобилей ЗИЛ-433300 вкладыши коренных и шатунных подшипников трехслойные (триметаллические), включая антифрикционный слой из свинцовистой бронзы и прирабочный слой. Верхние и нижние вкладыши не взаимозаменяемы, так как верхние вкладыши отличаются от ниж-



них наличием отверстия для подвода масла и распределительной кольцевой канавкой.

Триметаллические вкладыши состоят из стальной ленты, на которой методом порошковой металлургии нанесен медно-никелевый подслои, поверх которого находится антифрикционный сплав типа СОС 6-6.

На вкладышах нельзя производить никаких подгоночных операций. При наличии задиров, рисок, вкраплений механических частиц или отслоений вкладыши заменяют на новые.

#### Маховик

Маховик облегчает выход поршней из мертвых точек. Накапливая энергию во время рабочего хода, он способствует выполнению вспомогательных тактов. Масса маховика обеспечивает плавное изменение оборотов. Для запуска двигателя, особенно пусковой рукояткой (стартером), на маховик напрессован зубчатый венец.

Маховики отливают из серого чугуна, при этом основная масса металла располагается на ободке для увеличения момента инерции.

На ободке маховика двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 имеется паз для фиксатора, который вводится в зацепление с маховиком при установке угла опережения впрыскивания топлива и регулировке зазоров в клапанном механизме. К коленчатому валу маховик крепится восемью болтами и центрируется на шейке под задний сальник коленчатого вала. Точное угловое положение обеспечивается двумя установочными штифтами.

Маховик двигателя автомобиля ГАЗ-3307 крепится к коленчатому валу четырьмя болтами, отверстие для одного из которых смещено в сторону, благодаря чему соединить маховик с коленчатым валом можно только в одном положении.

Маховики двигателей ВАЗ -1111 и -1113 центрируются цилиндрическим выступом на фланце коленчатого вала и фиксируются в определенном положении установочной втулкой.

Маховики двигателей автомобилей «ГАЗель» крепятся к коленчатому валу четырьмя болтами, один из которых смещен в сторону. Гайки болтов законтрены отгибной пластиной.

Маховики двигателей ВАЗ-2110, -2111 и -2112 центрируются с коленчатым валом выступом на фланце вала. На задней

плоскости маховика около зубчатого венца имеется установочная метка в виде конусной лунки. Она должна находиться против шатунной шейки четвертого цилиндра.

Для предотвращения пробуксовки ведомого диска сцепления на рабочей поверхности маховика не должно быть царапин и зазоров.

#### Шатунно-поршневая группа

Поршень. Поршень предназначен для восприятия силы взрыва газов при рабочем ходе и для производства вспомогательных тактов — впуска, сжатия и выпуска отработавших газов. Условия работы поршня характеризуются большими механическими и тепловыми нагрузками, а именно высокими значениями температуры (до 2500 °С), давления до 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>) и скоростей (скорость движения поршня достигает 15... 20 м/с). Неравномерное движение поршня, когда в средней части длины цилиндра он движется с максимальной скоростью, а к мертвым точкам замедляет движение и останавливается, приводит к возникновению существенных сил инерции. Трение поршня о зеркало цилиндра вызывает механический износ, а воздействие на него при рабочем ходе высоких температур приводит к эрозионному и коррозионному износу. Поэтому материал поршня должен обладать:

- высокой механической прочностью и устойчивостью при работе в условиях высоких температур;
- высокими антифрикционными свойствами;
- отличной теплопроводностью;
- низким коэффициентом линейного расширения;
- коррозионной стойкостью.

Наиболее подходящими металлами для удовлетворения таким условиям работы являются алюминиевые сплавы АК-4, АЛ-4, -25, -30 и др.

К недостаткам поршней из алюминиевых сплавов можно отнести большой коэффициент линейного расширения и ухудшение механических качеств с увеличением температуры. Для устранения этих недостатков поршни подвергаются термической обработке — искусственному старению.

Основными частями поршня являются головка с днищем и направляющая часть боковой стенки поршня, именуемая юб-

кой. На внутренней части головки поршня имеются ребра жесткости. Для соединения поршня с шатуном служат бобышки с кольцевыми канавками для установки стопорных колец поршневого пальца. В головке поршня выполнены кольцевые канавки для установки компрессионных и маслосъемного колец. Для верхнего компрессионного кольца в головку поршня заливается чугунная вставка, в которой и прорезана канавка для верхнего компрессионного кольца. В канавке для маслосъемного кольца сделаны сквозные сверления внутрь поршня — дренажные каналы, по которым излишки масла, снятые со стенок цилиндра, стекают внутрь поршня, а затем в поддон картера двигателя.

Подбор поршней к цилиндрам производят в холодном состоянии. Между поршнем и цилиндром оставляют зазор, который предотвращает заедание поршня при нагреве и обеспечивает образование масляной пленки. Нагревание поршня по высоте происходит неодинаково. Больше нагревается верхняя часть поршня. Отсюда и неодинаковая по высоте величина зазора между поршнем и цилиндром. Наибольший зазор будет между головкой поршня и цилиндром. К нижнему концу юбки этот зазор уменьшается.

Чтобы получить минимальный зазор между юбкой поршня и цилиндром в холодном двигателе и устранить заедание поршня при нагреве, юбки поршней из алюминиевого сплава в поперечном сечении делают овальной формы (овальность юбки в пределах 0,18...0,80 мм), а поршни — конусными по высоте. Поршни некоторых двигателей имеют юбки с разрезами. Если юбка поршня овальная, то меньшая ось овала проходит вдоль оси поршневого пальца. При нагреве наибольшее расширение происходит именно в этой плоскости из-за большого количества металла, сосредоточенного в бобышках, и юбка приобретает цилиндрическую форму.

В некоторых моделях двигателей в тело поршня заливаются стальные терморегулирующие пластинки, способствующие равномерному распределению теплоты и увеличивающие механическую прочность.

Высота юбки поршня зависит от допустимого давления на цилиндр, которое не должно превышать 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>). Для улучшения приработки поршни иногда покрывают тонким слоем олова (0,004...0,006 мм).

Для правильной установки поршней в цилиндр на них в обязательном порядке наносятся метки. Такие же метки наносят и для правильного соединения поршня с шатуном. В момент прохода поршня через ВМТ изменяется направление действия боковой силы, и поршень перемещается от одной стенки цилиндра к другой. У быстроходных двигателей и при коротких шатунах эта сила значительна, и перекидка сопровождается стуками, особенно при холодном двигателе. Избежать стуков при перекидке поршня можно путем смещения оси поршневого пальца на 1,4... 1,6 мм в сторону действия максимальной боковой силы. В результате этого смещения начальная перекидка поршня происходит за 3...4° до ВМТ, когда давление в цилиндрах еще не так велико. Поршень как бы поворачивается вокруг пальца и его движение несколько тормозится трением в канавках поршневых колец, что приводит к более плавной перекидке и снижению уровня стуков.

Направляющие (юбки) поршней дизелей также выполняются в виде конуса овального сечения. Кроме того, в головках поршней дизелей выполняются камеры сгорания.

Поршневые кольца. В кольцевых канавках головок поршней устанавливаются поршневые кольца. На большинстве двигателей ставят два компрессионных и одно маслосъемное кольцо.

*Компрессионные кольца* служат для уплотнения поршня в цилиндре при его возвратно-поступательном движении, отвода теплоты от головки поршня к цилиндрам и предотвращения прорыва газов из камер сгорания в картер двигателя.

Кольца изготавливаются из чугуна или стали путем копирного растачивания для придания им необходимой формы. В свободном состоянии наружный диаметр колец больше, чем внутренний диаметр цилиндра, поэтому вставляемое в цилиндр кольцо плотно прижимается к нему. Стык концов кольца называется *замком*. Для компенсации теплового расширения при нагреве колец во время рабочего хода в замке должен оставаться зазор в пределах 0,20... 0,80 мм. При установке колец в канавки поршня замки должны располагаться под углом 180°. Высота компрессионных колец меньше высоты канавок в головке поршня на 0,04...0,09 мм. Величина зазора различна для всех колец. Наибольшие зазоры будут у верхнего кольца,

нагревающегося особенно сильно. Чем ниже расположены кольца, тем меньше у них зазоры. Форма замков у большинства моделей двигателей прямая, так как такой замок легче изготовить. Количество компрессионных колец зависит от оборотистости двигателя. Чем оборотистее двигатель, тем меньше времени остается на прорыв газов в картер, а следовательно, нужно меньше компрессионных колец.

Небольшое количество газов из камер сгорания всегда проникает в картер между внутренними цилиндрическими поверхностями колец и поршневых канавок, способствуя прижатию колец к зеркалу цилиндров. Таким образом, компрессионные кольца прижимаются к цилиндрам силой упругости и давления газов. Если поршневое кольцо неплотно прижато к зеркалу цилиндров, то увеличивается прорыв газов, что приводит к перегреву колец. В результате перегрева масло, находящееся между кольцом и зеркалом цилиндра, окисляется. Образующиеся при этом углеродистые вещества (лаковые отложения) заполняют зазоры между стенками канавок поршня и кольцами. Движение колец в канавках затрудняется, они перестают свободно перемещаться и пружинить. Это явление называется *пригоранием* (закоксовыванием) колец и сопровождается уменьшением компрессии в цилиндре, потерей мощности двигателя и повышением расхода масла.

Для обеспечения плотного прилегания к стенке цилиндра кольца изготавливают с неравномерным радиальным удельным давлением по окружности, что достигается специальной формой отливки кольца и его механической обработкой.

В поперечном сечении компрессионные кольца могут иметь различную форму в частности прямоугольную или коническую. Кольцо конического сечения имеет меньшую опорную поверхность, поэтому удельное давление на стенку цилиндра будет большим. Это улучшает контакт кольца с зеркалом цилиндра и обеспечивает быструю приработку, что увеличивает их долговечность.

Для увеличения срока службы верхнее поршневое кольцо хромируется. Толщина хрома на рабочей поверхности кольца составляет 0,10...0,15 мм, при этом наружный слой хрома толщиной 0,03...0,06 мм — пористый. Хромирование верхнего ком-

прессионного кольца улучшает условия смазывания и увеличивает срок службы. На нижние компрессионные кольца методом электролитического осаждения наносится слой олова толщиной 0,01 ...0,1 мм, что обеспечивает быструю приработку к цилиндру и повышает срок службы колец и цилиндра. В настоящее время от пористого хромирования переходят к напылению молибдена на наружную поверхность.

*Маслосъемные кольца.* Внутренняя рабочая поверхность цилиндра обильно смазывается. Излишки масла могут проникать в верхнюю часть цилиндра и в камеру сгорания, где они частично сгорают, частично окисляются. Все это приводит к перерасходу масла, отложению нагара на днищах поршней, головках клапанов, стенках камер сгорания, появлению взрывного сгорания рабочей смеси и калильному зажиганию.

Проникновению масла в камеры сгорания способствует насосное действие компрессионных колец. Когда поршень движется от ВМТ к НМТ, кольца под действием трения о зеркало цилиндров и сил инерции прижаты к верхним стенкам кольцевых канавок, и зазоры под ними, а также в глубине канавок заполняются маслом. Когда поршень доходит до НМТ и начинает движение вверх, кольца прижимаются к нижним стенкам кольцевых канавок и выдавливают масло через радиальный зазор в пространство над кольцами. Такой процесс повторяется при каждом движении поршня от верхней мертвой точки к нижней, и наоборот, и масло нагнетается в камеру сгорания.

Для уменьшения количества перекачиваемого в камеру сгорания масла необходимо снимать с зеркала цилиндров излишки масла. Для этого устанавливают маслосъемные кольца, изготавливаемые из чугуна или стали.

*Чугунные маслосъемные кольца* имеют по наружной окружности кольцевую проточку, уменьшающую опорную поверхность кольца, вследствие чего увеличивается удельное давление. Дно канавок по всей окружности имеет прорези.

*Стальные маслосъемные кольца* могут быть четырех- или трехэлементными. Четырехэлементное маслосъемное кольцо состоит из двух стальных кольцевых дисков 14, осевого расширителя и радиального расширителя 15.

Трехэлементное маслосъемное кольцо состоит из двух

стальных кольцевых дисков и одного стального двухфункционального расширителя. Стальные кольцевые диски покрыты хромом на толщину 0,080...0,130 мм. При установке колец необходимо обращать внимание на метку для правильного расположения их в канавках поршня. Кроме того, при установке поршня в блок цилиндров двигателя плоские кольцевые диски 14 нужно устанавливать так, чтобы их замки располагались под углом 180° друг к другу и под углом 90° к замкам компрессионных колец. Замки осевого и радиального расширителей должны быть расположены под углом 90°.

*Примеры установки поршневых колец в двигателях различных автомобилей.* На поршнях двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 устанавливают по два компрессионных и одному маслоъемному кольцу. Верхнее компрессионное кольцо изготавливается из высокопрочного чугуна, трапецеидального симметричного сечения с бочкообразной рабочей поверхностью. Нижнее компрессионное кольцо — из серого легированного чугуна, рабочая поверхность имеет конусность. Маслоъемное кольцо — из серого легированного чугуна коробчатого симметричного сечения с витым пружинным расширителем. Рабочая поверхность всех колец покрыта хромом.

Поршень двигателя ЗИЛ-5301 имеет три компрессионных кольца. Верхнее изготовлено из высокопрочного чугуна, хромированное, в сечении имеет форму равнобокой трапеции, что позволяет устанавливать его в канавку любой стороной. Второе и третье компрессионные кольца — конусные. Для правильной установки в канавку кольца имеют на торце около замка обозначение «Верх». Маслоъемное кольцо — коробчатого сечения со спиральным стальным расширителем.

Двигатель автомобиля ГАЗ-3307 имеет на каждом поршне по два компрессионных кольца и одному маслоъемному. Маслоъемное кольцо — стальное, состоит из двух плоских стальных хромированных дисков, осевого и радиального расширителей.

Двигатели ВАЗ-2110, -2111 и -2112 имеют верхнее компрессионное кольцо с хромированной бочкообразной наружной поверхностью, нижнее компрессионное кольцо скребкового типа. Маслоъемное кольцо чугунное с хромированными рабочими поверхностями и с разжимной стальной витой пружиной.

В канавки поршня кольца устанавливаются с учетом установочных меток.

Двигатель автомобиля «Волга» ГАЗ-3Ю29 на каждом поршне имеет по два компрессионных кольца. Верхнее компрессионное кольцо покрыто хромом, нижнее — слоем олова. Маслосъемное кольцо — стальное, состоящее из четырех элементов. Рабочая поверхность стальных дисков хромирована.

Двигатели ВАЗ-1111 и-11113 имеют на поршнях по три кольца. Верхнее компрессионное кольцо с бочкообразной наружной поверхностью имеет наружное хромирование. Нижнее компрессионное кольцо скребкового типа. Маслосъемное кольцо изготовлено из чугуна. Рабочие кромки покрыты хромом. Под кольцо подложена стальная разжимная витая пружина. На кольцах ремонтных размеров ставятся цифры «40» или «80», что соответствует увеличению наружного диаметра на 0,4 или 0,8 мм.

Поршни двигателя автомобиля ИЖ-2126 имеют по три кольца. Все кольца изготовлены из чугуна. Два из них компрессионные, третье — маслосъемное.

Поршни двигателей автомобилей «ГАЗель» имеют два компрессионных кольца. Верхнее отлито из высокопрочного, обладающего высокой упругостью, чугуна. Рабочая кромка имеет хромовое покрытие. Нижнее компрессионное кольцо отлито из серого чугуна, для лучшей приработки наружная цилиндрическая поверхность покрыта слоем олова толщиной 0,006... 0,012 мм. Некоторые кольца могут иметь на всей поверхности фосфатное покрытие. На внутренней цилиндрической поверхности нижнего компрессионного кольца имеется выточка. Этой выточкой кольцо должно быть направлено вверх, в сторону днища поршня. Благодаря этой выточке новые кольца, установленные в цилиндр, несколько выворачиваются и прижимаются к зеркалу цилиндра только кромкой, что ускоряет и улучшает приработку колец к зеркалу цилиндра. Нарушение этого правила вызывает резкое увеличение расхода масла и дымление двигателя. Верхнее компрессионное кольцо выточки не имеет. Маслосъемное кольцо сборное, четырех- или трехэлементное. Рабочая цилиндрическая поверхность кольцевых дисков покрыта слоем хрома толщиной 0,080...0,130 мм.



На двигателях ЗМЗ-4061 и -4063 устанавливаются трехэлементные маслосъемные кольца. В днищах поршней этих двигателей имеются цековки (углубления) для предотвращения ударов о днища поршня головок клапанов при нарушении фаз газораспределения. В днищах поршней двигателей ЗМЗ-4061 выполнены углубления для увеличения объема камер сгорания. Такие же углубления имеются и на головках поршней двигателей автобусов ПАЗ-Э205.

#### Поршневые пальцы

Поршневые пальцы предназначены для шарнирного соединения поршня с шатуном. Они должны быть прочными, так как воспринимают при рабочем ходе значительные нагрузки, изменяющиеся по величине и направлению. Изготавливаются они из углеродистой или малоуглеродистой стали. Пальцы из малоуглеродистой стали подвергают поверхностной цементации на глубину . 1,5 мм и поверхностной закалке токами высокой частоты, а затем отпуску до определенной твердости. Пальцы из углеродистой стали подвергают закалке на глубину 1... 1,5 мм. Для уменьшения трения наружная поверхность пальцев полируется. После термической обработки пальцы имеют твердый износостойкий поверхностный слой и вязкую сердцевину, что необходимо для работы в условиях ударных и знакопеременных нагрузок.

Поршневой палец представляет собой короткую стальную трубку, которая проходит через верхнюю головку шатуна и концами опирается на бобышки поршня . На большинстве современных двигателей применяются плавающие пальцы. Такие пальцы свободно устанавливаются в головке шатуна и в бобышках поршня. Для удержания пальца от осевого перемещения в бобышках поршня выполняются канавки для стопорных колец. После установки пальца в эти канавки вставляются пружинные стопорные кольца . Плавающие пальцы равномерно изнашиваются по всей окружности, поэтому работают дольше. При нагреве стальные пальцы расширяются меньше, чем алюминиевые поршни, что приводит к появлению стуков при работе холодного двигателя. Для предотвращения стуков при сборке шатунно-поршневой группы поршень предварительно нагревают до температуры 70... 80 °С, а затем поршень и шатун соеди-

няют пальцем. После охлаждения палец оказывается зажатым в бобышках поршня. При работе двигателя поршень нагревается, палец высвобождается и может свободно проворачиваться в бобышках поршня и в верхней головке шатуна. Поршень двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 необходимо нагревать до температуры 80... 100°С.

У некоторых двигателей (ВАЗ-1111, -1113) палец запрессовывается в верхнюю головку шатуна, где он остается неподвижным при работе двигателя. Установка пальца производится следующим образом. Шатун нагревают в электропечи до 240 °С, закрепляют в тисках, надевают на него поршень так, чтобы отверстия в бобышках совпали с отверстием в верхней головке шатуна, и проталкивают в отверстие палец. Такие пальцы изнашиваются однобоко, а не по всей поверхности, как плавающие.

### Шатуны

Конструкция. Шатун передает усилия через палец на поршень и с поршня на коленчатый вал двигателя при рабочем ходе. Он преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Стержень шатуна воспринимает большие нагрузки, изменяющиеся по величине и направлению, подвергается сжатию, изгибу и растяжению. Чтобы выдержать такие нагрузки, шатун должен быть прочным и жестким, а для уменьшения возникающих инерционных сил — как можно более легким. Такие нагрузки при одинаковом расходе металла лучше всего выдерживают стержни двутаврового сечения. Стержень шатуна имеет постепенно увеличивающееся сечение, плавно переходящее в нижнюю головку. Верхняя головка делается неразъемной. Шатун совершает сложное движение. Верхняя головка шатуна в основном движется возвратно-поступательно и, кроме того, отклоняется на небольшой угол относительно бобышек поршня. Чтобы она не истерлась о бобышки, они делаются на .4 мм короче, чем посадочное гнездо бобышек в головке шатуна.

Нижняя головка вращается вместе с шатунной шейкой, одновременно совершая возвратно-поступательное и колебательное движение. Нижние головки делают разъемными с разрезом, перпендикулярным оси шатуна. Такой разрез применя-

ется почти на всех моделях автомобилей. В двигателях ЯМЗ-236 плоскость разъема нижней головки расположена под углом к оси шатуна. Это сделано по той причине, что она не может свободно проходить через цилиндр при монтаже и демонтаже поршня вместе с шатуном.

Шатуны штампуют из высококачественной углеродистой или легированной стали и после штамповки подвергают механической и термической обработке (закалке и отпуску).

Для уменьшения трения в верхнюю головку шатуна запрессовывается втулка, выполняющая роль подшипника скольжения. Материал для изготовления втулок применяется различный. На двигателях автомобилей ЗИЛ-433100, ВАЗ-2110, -2111, -2112 применяют сталелатунные втулки, а на двигателях автомобилей «ГАЗель» — втулки из оловянистой бронзы.

Для смазывания поршневых пальцев в верхних головках и во втулках имеются специальные отверстия.

Сборка. Нижняя разъемная головка состоит из арки, выполненной совместно со стержнем и съемной крышкой, которая соединена с аркой болтами. Болты крепления крышек и гайки шатунных болтов изготовлены из легированной стали и термически обработаны. Гайки шатунных болтов затягиваются моментом силы 7,5 Нм ( $6,8...7,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$ ) и стопорятся герметиком «Унигер-9». В некоторых двигателях при отсутствии герметика применяется специальная штампованная гайка. У ЗИЛ-433100 крышка крепится к шатуну двумя болтами с гайкой, посадка стержня болта в шатуне плотная, в крышке — свободная. У всех двигателей нижние головки шатунов обрабатываются в сборе с крышками и поэтому не взаимозаменяемы. Чтобы при сборке не перепутать крышки и шатуны, на них клеймится номер цилиндра, в который они устанавливаются. При сборке эти номера должны быть расположены с одной стороны. Кроме того, углубления в крышке и арке стержня шатуна для фиксирующих выступов вкладышей также должны находиться с одной стороны.

У многих двигателей в теле шатуна у нижней головки имеется отверстие диаметром 1,5 мм, через которое в момент совпадения его с масляным каналом в шатунной шейке выбрасывается струя масла и смазывает зеркало цилиндров. Это отверстие должно быть направлено в *правую* сторону двигателя,

т. е. в сторону, противоположную распределительному валу.

Ширина нижних головок шатунов V-образных двигателей меньше, чем у однорядных двигателей, а диаметр больше. Это объясняется тем, что у V-образных двигателей на каждой шатунной шейке устанавливаются по два шатуна.

При сборке шатунов с поршнями двигателя ГАЗ-3Э07 необходимо соблюдать следующий порядок: шатуны левого ряда цилиндров устанавливать так, чтобы номер на шатуне и метка на его крышке были обращены к передней части двигателя, а правого ряда — наоборот. Поршни соединяются с шатунами так, чтобы во всех случаях надпись на поршне «Перед» была обращена к передней части двигателя.

Роль подшипников в нижней головке шатуна выполняют вкладыши. Они изготавливаются из малоуглеродистой стальной ленты, покрытой тонким слоем антифрикционного сплава. У двигателей «ГАЗель» антифрикционный слой состоит из высокооловянистого алюминиевого сплава, у двигателей «Волга» ГАЗ-3Ю29, ЗИЛ-5301, ИЖ-2126 вкладыши сталеалюминиевые. Дизель ЗИЛ-433100 имеет трехслойные вкладыши с антифрикционным слоем из свинцовистой бронзы.

Чтобы предотвратить проворачивание вкладышей внутри нижних головок шатунов, на вкладышах выштамповываются усики, а на арке и крышке нижней головки шатуна прорезаются пазы, в которые входят усики вкладышей. При сборке пазы на крышках должны находиться против пазов арки шатуна.

#### ЗЛО. Подвеска силового агрегата

В силовой агрегат входят двигатель, механизм сцепления и коробка передач. Современные двигатели имеют хорошую уравновешенность, но при работе все-таки возникают вибрации, которые передаются на раму автомобиля. При движении по неровным дорогам и особенно при переезде канав и кюветов происходят перекосы рамы, создающие напряжения в блоках цилиндров, которые могут привести к поломкам. Для предотвращения этого двигателя должны крепиться к раме не жестко, а на резиновых подушках. Двигатели могут крепиться к раме в трех, четырех и пяти точках.

Двигатель автомобиля ЗИЛ-433100 имеет переднюю и заднюю опоры. Передняя часть двигателя крепится четырьмя;

болтами к кронштейну передней опоры. Горизонтальная полка; кронштейна находится между нижней и верхней резинометаллическими подушками, которые крепятся к первой поперечине I рамы автомобиля. Задних опор две. Они разборные с клиновым! резиновым элементом. С обеих сторон двигатель четырьмя болтами прикреплен к задним кронштейнам. Резиновая подушка со вставленным в нее башмаком зажимается стяжным болтом между кронштейном опоры и крышкой. Стяжной болт вставлен во втулку. Между крышкой и кронштейном задней опоры вложены регулировочные прокладки, компенсирующие усадку резиновой подушки. Эти прокладки необходимо удалять через, 50 000 км пробега автомобиля. Опорные кронштейны силового агрегата и башмаки опор соединяются болтами с самоотпорящимися гайками.

Двигатель автомобиля «Волга» ГАЗ-31029 крепится в трех точках на резиновых подушках: две опоры расположены в передней; части блока цилиндров по его сторонам, а третья опора расположена сзади, под передней частью удлинителя коробки передач. Двигатель автомобиля ГАЗ-3307 прикреплен к раме в четырех; точках, две из которых расположены в передней части блока цилиндров, а две — сзади. Опорами сзади являются лапы картера, маховика и сцепления.

Двигатели автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112 крепятся в трех; точках. Задней опорой является кронштейн, к которому при помощи болта через два ограничителя крепится подушка задней опоры к кузову автомобиля. На правом и левом лонжеронах закреплены кронштейны, к которым через резиновые подушки крепятся кронштейны правой и левой опор двигателя.

Для подвески двигателя автомобиля ИЖ-2126 на блоке цилиндров закреплены узлы правой и левой подвески. Задняя опора двигателя крепится двумя болтами к съемной поперечине. Под опорами двигателя установлены резиновые подушки.

Подвеска двигателей автомобилей семейства «ГАЗель» состоит из двух кронштейнов двигателя, двух резиновых подушек, расположенных по обеим сторонам в передней части двигателя, и задней резиновой подушки под удлинителем коробки передач. Резиновые подушки устанавливаются на поперечниках рамы.

Двигатели автомобилей ВАЗ-1111 и -11113 крепятся к

подрамнику кузова в трех точках. Сзади двигатель имеет кронштейн задней опоры и саму заднюю опору. Для крепления левой стороны двигателя имеется кронштейн левой опоры и левая опора подвески. Третьей точкой крепления является передняя опора подвески и кронштейн левой опоры. Снятие силового агрегата с автомобиля производится вместе с подрамником. При этом валы привода передних колес отсоединяются от колес и снимаются вместе с силовым агрегатом. Под опоры двигателя укладывают резиновые подушки.

Резиновые подушки, находящиеся под опорами, снижают ударные нагрузки на двигатель при движении автомобиля и уменьшают вибрацию рамы и кузова. Кроме того, опоры удерживают двигатель от продольного смещения при выключении сцепления, резком разгоне или торможении автомобиля. Для этой же цели на многих двигателях имеются реактивные тяги, соединяющие двигатель с поперечной рамой.

## Глава 4

### ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

#### Типы газораспределительных механизмов

Газораспределительный механизм служит для своевременного впуска в цилиндр горючей смеси (у карбюраторных двигателей) или воздуха (у дизелей) и для выпуска отработавших газов. При тактах сжатия и рабочего хода газораспределительный механизм надежно изолирует камеры сгорания от окружающей среды.

Все четырехтактные карбюраторные двигатели и дизели имеют клапанные газораспределительные механизмы. У этих двигателей впуск горючей смеси или воздуха происходит через впускные клапаны, а выпуск отработавших газов — через выпускные клапаны.

У двухтактных двигателей роль клапанов выполняют три окна: выпускное, впускное и продувочное. Процесс газораспределения у двухтактных двигателей реализуется с помощью криво-

шипно-шатунного механизма, который при возвратно-поступательном движении поочередно открывает и закрывает окна, осуществляя впуск в цилиндр горючей смеси или выпуск отработавших газов, а также сжатие рабочей смеси и рабочий ход.

Газораспределительные механизмы могут иметь нижнее или верхнее расположение клапанов.

Газораспределительные механизмы с нижним расположением клапанов и распределительного вала. В настоящее время они встречаются редко (двигатели автомобилей ЗИЛ-157КД и ГАЗ-52-04). Распределительный вал в этом случае расположен в блоке цилиндров, и на его кулачки непосредственно опираются толкатели, в которые ввернуты регулировочные болты с контргайками. Гнездо клапана запрессовано в блок цилиндров, а сам клапан помещен в направляющей втулке. Закрывается клапан пружиной, одним концом упирающейся в блок цилиндров, а другим — в тарелку пружины. Тарелка пружины удерживается на нижнем конце стержня клапана при помощи сухарей, вставленных в кольцевую проточку. Преимуществом такого механизма является простота устройства, небольшое количество деталей и низкая стоимость. К недостаткам относят сложность регулировки тепловых зазоров между стержнем клапана и регулировочным болтом толкателя. Наполнение цилиндров при нижнем расположении клапанов недостаточное, так как горючей смеси для поступления в цилиндр нужно проделать сложный путь, проходя горизонтальные участки и подъемы.

Газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала. Такие механизмы имеют более сложное устройство и применяются на двигателях автомобилей ЗИЛ-433100, -5301, «ГАЗель», «Волга», ГАЗ-3307. У этих двигателей распределительный вал расположен в блоке цилиндров 19. На кулачки вала опираются толкатели 9, которые при помощи штанг через регулировочные винты 16 передают усилие на коромысло, а с него на стержень клапана. Седло клапана запрессовано в головку блока цилиндров. Механизм более сложный и дорогой по сравнению с механизмом с нижним расположением клапанов, но процесс регулировки тепловых зазоров намного проще, так как подготовительная работа заключается в снятии крышки головки блока.

При таком механизме улучшается наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом, а также очистка цилиндров от отработавших газов.

Механизм газораспределения с верхним расположением клапанов и распределительного вала. Он проще по устройству, так как у него отсутствуют толкатели и штанги. Коромысла устанавливаются на осях коромысел и одним концом опираются на кулачки распределительного вала. В другой конец ввернут регулировочный винт, который и передает усилия на стержень клапана. Недостатком этого механизма является более сложное устройство привода распределительного вала. Распределительный вал имеет цепной (ИЖ-2126) или ременный (ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111, -11113) привод. Ремни или цепи при эксплуатации растягиваются, поэтому нужно иметь специальные регулировочные устройства. Верхнее расположение распределительного вала применяют в быстроходных двигателях, так как в этом случае движение передается от кулачка распределительного вала через коромысло на клапан и можно отказаться от промежуточных деталей механизма газораспределения (толкателей и штанг), имеющих возвратно-поступательное движение и большую инерцию.

Во время сжатия и рабочего хода клапаны неподвижны и пружинами плотно прижаты к гнездам, закрывая впускные и выпускные каналы. При вращении коленчатого вала вращение через шестерни передается на распределительный вал, который, вращаясь, кулачками набегает на толкатели и поднимает их вместе со штангами. Штанга поворачивает на оси коромысло, которое бойком нажимает на стержень клапана и опускает его, открывая впускной или выпускной трубопроводы. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок выходит из-под толкателя, освобождая толкатель и коромысло, и клапанный механизм под действием пружин возвращается в первоначальное положение. Затем весь процесс повторяется.

Распределительные зубчатые колеса

На двигателях грузовых автомобилей распределительные валы приводятся во вращение зубчатыми колесами, установленными на коленчатом и распределительном валах. Для правильного соединения шестерен на них имеются специальные



метки. На двигателях автомобиля ЗИЛ-5301 шестерня коленчатого вала приводит во вращение промежуточную шестерню, от которой получают вращение шестерня распределительного вала и шестерня привода насоса высокого давления. Распределительные шестерни выполнены косозубыми, поскольку такие шестерни работают менее шумно, чем прямозубые, плавнее входят и выходят из зацепления. Удельная нагрузка на зубья у них меньше, так как в зацеплении одновременно находится больше зубьев, чем у прямозубых шестерен. Для этой же цели шестерни распределительных валов двигателей автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29, «ГАЗель», ГАЗ-3307 изготавливают из текстолита. Шестерни распределительных валов двигателей автомобилей ЗИЛ и КамАЗ изготавливают из чугуна. Распределительные шестерни коленчатого вала изготавливают из стали или из легированного чугуна.

Для привода распределительного вала двигателя автомобиля ИЖ2126, расположенного на головке блока, на коленчатом и на распределительном валах установлены звездочки, соединенные цепью. Натяжение цепи регулируется натяжной звездочкой, установленной на рычаге нажимного устройства. На двигателях ЗМЗ-4061 и -4063 привод двух распределительных валов, установленных также на головке блока, осуществляется двухступенчатой цепью. Цепь втулочная, двухрядная. Первая ступень передает вращение на промежуточный вал, вторая приводит во вращение распределительные валы впускных и выпускных клапанов. Звездочки коленчатого, промежуточного и распределительных валов изготовлены из высокопрочного чугуна. На торцы звездочки коленчатого вала, ведомой звездочки промежуточного вала и звездочек распределительных валов наносят установочные метки. Для регулировки натяжения цепей имеются гидронатяжители отдельно для нижней и верхней цепей с упорными башмаками. При верхнем расположении клапанов и распределительного вала у двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -11113 привод распределительного вала осуществляется от шкива коленчатого вала 1 зубчатым ремнем.

Зубчатый ремень, перекинутый через зубчатый шкив привода насоса охлаждающей жидкости, натяжной ролик 3 и

зубчатый шкив распределительного вала, приводит в работу насос. Для правильной установки привода имеются установочные метки на шкиве коленчатого вала и крышке масляного насоса, а также на зубчатом шкиве распределительного вала, которую необходимо совмещать с установочным выступом на задней защитной крышке.

Гидравлические натяжители, применяемые в цепном приводе распределительных валов двигателей ЗМЗ-4061 и -4063, исключают необходимость регулировки натяжения цепей.

#### Распределительные валы

Распределительный вал предназначен для своевременного открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов. Плотное закрытие клапанов обеспечивается пружинами, установленными на стержнях клапанов.

Изготавливают валы методом штамповки из стали (двигатели автомобилей ЗИЛ-433100 и КамАЗ) или отливают из чугуна (двигатели автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29, ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111, -1113, «ГАЗель»),

Распределительный вал, показанный на рис. 4.3 имеет пять опорных шеек. Валы автомобилей ВАЗ-1111 и -1113 трех опорные, а двигатель ЯМЗ-741 имеет шесть опорных шеек. Для открытия и закрытия клапанов имеются кулачки толкателей выпускных и впускных клапанов. Для привода топливного насоса на распределительном валу установлен эксцентрик, а для привода масляного насоса и прерывателя-распределителя — шестерня. На переднем конце вала на шпонке установлена шестерня привода распределительного вала. Опорные шейки распределительных валов вращаются во втулках, выполняющих роль подшипников.

Втулки у различных моделей двигателей отличаются друг от друга. У автомобилей ЗИЛ-5301 они сталеалюминиевые, на двигателях ЯМЗ-740 и -741 — бронзовые. Распределительные валы двигателей автомобилей «ГАЗель» своими опорными шейками опираются непосредственно на поверхность расточек в алюминиевом блоке цилиндров. У ЗИЛ-5Э01 первая втулка из алюминиевого сплава, остальные — чугунные.

От осевого перемещения распределительные валы двигателей автомобилей КамАЗ, ЗИЛ-433100, ГАЗ-3307, «Волга»

ГАЗ-3Ю29, «ГАЗель» удерживаются упорным фланцем и распорной втулкой.

Наружный диаметр распорной втулки меньше, чем внутренний диаметр отверстия упорного фланца, поэтому фланец надевается поверх распорной втулки и двумя болтами крепится к блоку цилиндров. Распорная втулка на 0,1...0,2 мм шире фланца. Благодаря такому устройству распределительный вал может перемещаться на 0,1... 0,2 мм.

Распределительные валы двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -1113 удерживаются от осевого перемещения фланцем, устанавливаемым между головкой цилиндров (с корпусом подшипников) и корпусом вспомогательных агрегатов.

У двигателя автомобиля ЗИЛ-5301 и его модификаций распределительный вал удерживается от осевого перемещения передней втулкой опорной шейки (со стороны вентилятора), имеющей специальный упорный бурт. Эта втулка изготовлена из алюминиевого сплава. Для повышения износостойкости рабочая поверхность кулачков и эксцентрика привода бензинового насоса чугунных валов отбелена до высокой твердости. Зубья шестерни привода масляного насоса закалены.

У стальных распределительных валов поверхности кулачков и опорных шеек упрочнены закалкой токами высокой частоты.

Опорные шейки валов могут иметь одинаковые диаметры (двигатель автомобиля ГАЗ-3Э07) или разные (двигатели автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29 и «ГАЗель» всех модификаций).

#### Толкатели

Усилия от кулачков распределительного вала к клапану или штанге передают толкатели. Они же воспринимают и боковые усилия, возникающие при вращении кулачков распределительного вала. Толкатели подвергаются действию переменных нагрузок, имеющих динамический характер, следовательно, должны иметь износостойкие рабочие поверхности и малую массу. Для уменьшения массы толкатели выполняют пустотелыми.

В двигателях с нижним расположением клапанов применяются *тарельчатые толкатели* со сферической опорной поверхностью. Кулачок распределительного вала касается опор-

ной части толкателя сбоку от оси стержня и имеет небольшую конусность. Благодаря такому устройству толкателя и кулачка толкатель вращается во время вращения распределительного вала, что обеспечивает равномерный износ опорной поверхности. Для регулировки тепловых зазоров в стержень толкателя ввернут регулировочный болт с контргайкой.

У двигателей с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительных валов толкатели выполнены в виде *пустотелого поршня*, внутрь которого входит. Нижний конец штанги смазывается маслом, стекающим по штанге. В толкателе имеется отверстие, через которое вытекающее масло смазывает направляющие втулки и кулачки распределительного вала. Таких отверстий может быть два. Торец толкателя, контактирующий с кулачком, наплавлен отбеленным чугуном, сами толкатели стальные. Для равномерного износа опорная часть толкателя делается сферической, а кулачок имеет конусность, что приводит к вращению толкателя во время работы двигателя.

*Рычажные подвесные толкатели* применяют на двигателях дизелей. В приливах толкателя установлена ось ролика, на которой в игольчатом подшипнике вращается ролик. Ролик при работе двигателя катится по поверхности кулачка распределительного вала. У этих толкателей трение скольжения заменено на трение качения, что способствует уменьшению износа толкателя и поверхности кулачка вала.

При верхнем расположении клапанов и распределительного вала (двигатели автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -1111 и -11113) толкатели имеют форму *стакана*, в перевернутом виде надетого на клапан. В наружном днище толкателя выполнено кольцевое углубление для укладки регулировочных шайб, подбором толщины которых регулируется тепловой зазор между толкателем и кулачком распределительного вала.

На двигателях ЗМЗ-4061 и -4063 автомобилей «ГАЗель» и на двигателях автомобилей ВАЗ-2112 применены гидротолкатели. Эти двигатели имеют распределительные валы для впускных и выпускных клапанов. Каждый цилиндр имеет по два впускных и два выпускных клапана. Над каждым клапаном располагаются гидротолкатели. Гидротолкатели стальные, вы-

полнены в виде цилиндрического стакана с плунжерной парой и шариковым обратным клапаном. На наружной поверхности стакана имеются кольцевая канавка и отверстие для подвода масла внутрь толкателя из магистрали головки блока цилиндров. Наружная поверхность и торец толкателя нитроцементированы. Толкатели устанавливаются в отверстиях головки блока цилиндров. Гидравлические толкатели исключают необходимость регулировки зазора между толкателями и клапанами.

### Клапаны

Клапаны открывают и закрывают впускные и выпускные каналы, по которым в цилиндры поступает горючая смесь или воздух и выходят отработавшие газы. Клапаны должны надежно изолировать цилиндр от впускного и выпускного трубопроводов во время тактов сжатия и рабочего хода, а также оказывать минимальное сопротивление движению газов в открытом положении.

Конструкция. Клапан состоит из головки и стержня, на конце которого имеются кольцевые проточки. Клапанный узел состоит из самого клапана, вставленного в направляющую втулку, стопорного кольца, маслоотражательного колпачка, опорной шайбы пружины, внутренней пружины, наружной пружины, тарелки пружин, двух сухарей, толкателя и регулировочной шайбы. Плавный переход от стержня к головке уменьшает сопротивление при обтекании газами, особенно при такте впуска, увеличивает прочность клапана, улучшает теплоотвод. Головка клапана может быть плоской, выпуклой, тьюльпанообразной. Она должна иметь хорошую сопротивляемость короблению, так как головки выпускных клапанов могут нагреваться до 850 °С, а впускных — до 400 °С. Для улучшения обтекаемости и снижения гидравлических потерь переход от головки к стержню выполняется плавным, с большим радиусом. Головки выпускных клапанов плоские. Они проще в изготовлении и обладают необходимой жесткостью. Головки впускных клапанов для уменьшения веса и инерционных сил делают тьюльпанообразными. Диаметры головок впускных и выпускных клапанов могут быть одинаковыми, однако чаще головки впускных клапанов имеют больший диаметр для улучшения наполнения цилиндра горючей смесью или воздухом. Для уменьшения сопро-

тивления при впуске впускные клапаны автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111, -11113 и ИЖ-2126 наклонены к оси цилиндра. Для повышения надежности и герметичности сопряжения клапан-седло на головке клапана есть фаска, которую шлифуют, а затем притирают по месту специальными пастами. Контактный пояс на фаске должен иметь ширину не менее 0,5 мм. Повышение надежности сопряжения достигается наплавкой на фаску специального износостойкого сплава. У выпускных клапанов двигателей автомобилей «ГАЗель» на фаску наплавляют хромоникелевый сплав. У двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 на оба клапана наплавляется сплав ЭП-616-Б.

Материалы. Клапаны изготавливают, из жаропрочных сталей: впускной — из хромокремнистой, выпускной — из хромоникель марганцовистой с присадкой азота. У ЗИЛ-433100 клапаны из жаропрочной стали с хромовым покрытием. Тарелки пружин клапанов и сухари изготавливают из малоуглеродистой стали и подвергают поверхностной нитроцементации.

Фаски клапанов выполняют под углом 30 и 45°. Клапан с фаской под углом 45° при одинаковом подъеме имеет меньшие проходные сечения, чем клапан с фаской под углом 30°, однако обеспечивает лучшую центровку в седле и большую жесткость головки. Поэтому фаску под углом 30° применяют главным образом для впускных клапанов форсированных двигателей.

У некоторых двигателей, например ЗИЛ-508.10, для лучшего охлаждения в стержне выпускного клапана высверлен канал, частично заполненный натрием. При нагреве натрия плавится и, испаряясь, отбирает теплоту у головки клапана и передает его через направляющую втулку стенкам головки блока цилиндров.

Направляющие втулки обеспечивают перпендикулярное относительно седла перемещение клапана. На двигателях ЗМЗ-4061 и -4063 втулки изготавливают из серого чугуна. Двигатели автомобилей «ГАЗель» имеют направляющие втулки, изготовленные прессованием с последующим спеканием из смеси железного, медного и графитового порошка с добавлением дисульфида молибдена для повышения износостойкости. Направляющие втулки двигателя автомобиля ИЖ-2126 металлокерамические. Они легко обрабатываются и, обладая пористостью,

хорошо удерживают масло, благодаря чему уменьшается износ стержней клапанов и втулок.

Между стержнем клапана и втулкой имеется зазор, необходимый для скольжения клапана. При такте впуска создается разность давлений: в цилиндре — разрежение, а под крышкой головки блока — давление атмосферное. За счет этого масло продавливается внутрь цилиндра. Для уменьшения продавливания масла на направляющую втулку клапана надевается маслоотражательный колпачок, изготовленный из маслобензостойкой резины, а сам зазор делается минимальным (0,05...0,08 мм).

Пружины. В закрытом состоянии клапаны удерживаются предварительно сжатыми пружинами. Каждый клапан закрывается одной пружиной у двигателей автомобилей ЗИЛ-433100, ГАЗ-3307 и ВАЗ-2112 или двумя (двигатели автомобилей КамАЗ, «ГАЗель», ВАЗ-2110, -2111, -1111, -11113, ИЖ-2126, «Волга» ГАЗ-3Ю29, ЗИЛ-5301).

Клапанные пружины служат для закрытия клапанов и плотной посадки их в гнезда, воспринимают инерционные усилия, возникающие при работе механизма газораспределения. Сила пружины при полностью открытом клапане должна быть достаточной для удержания толкателя прижатым к кулачку распределительного вала, сохраняя при этом установленную продолжительность открытия клапана.

Если на клапане установлена одна пружина, то она может иметь переменный или постоянный шаг. Переменный шаг витков предохраняет от возникновения резонанса.

Установка двух пружин на клапане уменьшает их общую высоту, устраняет возможность возникновения опасного для прочности пружин резонанса и гарантирует надежность в работе, так как при поломке одной из пружин клапан будет удерживаться второй. Наружная пружина устанавливается вниз концом, имеющим меньший шаг витков. Она имеет левую навивку, внутренняя пружина — правую. Разная навивка необходима на случай поломки, так как при навивке в одну сторону обломки пружины могут попасть между витками другой и зажать ее.

Пружины клапанов работают при резко меняющихся динамических нагрузках. Для обеспечения необходимой прочности пружины навивают из стальной проволоки диаметром 4...6 мм ма-

рок 50ХГА, 50ХФА, 60С2Н2А. Для предохранения от коррозии поверхность пружин подвергают лужению, оцинковыванию или кадмированию. После завивки клапанные пружины подвергают закалке, отпуску и механической обработке. Для повышения усталостной прочности пружины подвергают дробеструйной обработке. Детали крепления пружин (опорные шайбы, сухари и другие детали) изготавливают из стали 40, 45, 12ХНЗА и др.

Для образования опорной поверхности концевые витки пружины при изготовлении сближают до соприкосновения и сошлифовывают. Нижним концом пружина упирается в опорную шайбу, расположенную на головке цилиндров или на дисковой пружине, другой конец упирается в тарелку пружины. Упорная тарелка пружины удерживается на стержне клапана при помощи двух сухарей, внутренний бортик которых входит в кольцевую проточку стержня клапана.

#### Механизм вращения клапанов

В процессе работы двигателя на рабочих фасках клапанов (особенно выпускных) откладывается нагар. При попадании частиц нагара на фаску клапаны начинают неплотно закрывать седло, в результате чего нарушается герметичность и снижается компрессия в цилиндре. Отложение большого количества нагара на головках клапанов приводит к ухудшению отвода теплоты на седла клапанов, перегреву и, возможно, к прогоранию, особенно выпускного клапана. Под действием перегрева головки клапана появляется калильное воспламенение рабочей смеси, нарушающее нормальное протекание рабочего процесса.

Уменьшить отложение нагара можно за счет вращения клапанов. Принудительное вращение клапанов осуществляется в газораспределительных механизмах двигателей автомобилей ЗИЛ- 433100 и некоторых других.

Механизм вращения клапана состоит из неподвижного корпуса, установленного на площадке головки блока цилиндров и направляющей втулки клапана; пяти шариков с возвратными пружинами, расположенными по окружности в наклонных углублениях в корпусе; конической дисковой пружины, свободно надетой на выступ корпуса; опорной шайбы, нагруженной пружиной клапана, и замкового кольца, удерживающего весь механизм в сборе.



При закрытом клапане дисковая пружина внутренней кромкой лежит на заплечики корпуса, а на наружную ее кромку опирается опорная шайба; шарики под воздействием пружины свободно лежат в мелкой части канавок корпуса. По мере открытия клапана усилие клапанной пружины, действующей на опорную шайбу, возрастает настолько, что дисковая пружина распрямляется и становится плоской. Между ее внутренней кромкой и за плечиком корпуса появляется зазор, при этом усилие клапанной пружины передается на шарики. Они перекатываются по наклонному дну канавки, увлекая за собой дисковую пружину и опорную шайбу. Вместе с ними поворачивается на некоторый угол и клапан с пружиной клапана. Во время закрытия клапана усилие клапанной пружины уменьшается. Дисковая пружина, прогибаясь, садится на за плечико корпуса, освобождает шарики, и они под действием возвратных пружин занимают свое исходное положение, заклиниваясь между шайбой и наклонной поверхностью корпуса. Клапан при этом не вращается. За каждые сто оборотов коленчатого вала клапан делает один оборот.

У двигателей автомобилей КамАЗ принудительное вращение клапанов обеспечивается тем, что клапанные сухари зажимаются не непосредственно верхней тарелкой пружин, как у карбюраторных двигателей, а через дополнительную цианированную коническую втулку. Коническая втулка своим нижним концом опирается на плоскую поверхность доньшка тарелки, ее наружный конус не совпадает с внутренним конусом упорной шайбы. Благодаря такой конструкции между втулкой и упорной шайбой возникает трение, и при сжатии пружин (за счет их скручивания) происходит поворот клапана. Так достигается равномерный нагрев клапана при работе двигателя и повышается его долговечность.

### Штанги

При нижнем расположении распределительного вала и верхнем расположении клапанов усилия с толкателей на коромысла передаются при помощи штанг. Штанги должны обладать хорошей устойчивостью к продольному изгибу, иметь как можно меньшую массу и износостойкие рабочие поверхности. Для обеспечения постоянных зазоров в клапанном механизме

при нагревании и охлаждении двигателя штанги толкателей изготавливают из материала, имеющего примерно одинаковое линейное расширение с блоком цилиндров. При несоблюдении этого нарушается тепловой зазор в клапанном механизме, что влияет на рабочий процесс. Для уменьшения массы штанги выполняют трубчатыми с запрессованными сферическими наконечниками в верхней и нижней частях. Штанги изготавливают из малоуглеродистых сталей или алюминиевых сплавов, наконечники — из среднеуглеродистых сталей с термической обработкой и шлифовкой.

Для обеспечения шарнирного соединения штанг с толкателем и регулировочным болтом коромысла наконечники обрабатывают по сфере. Так, например, у двигателей ЗМЗ-4026 нижний наконечник, сопряженный с толкателем, имеет торец с радиусом сферы 8,73 мм, а верхний, входящий в углубление в регулировочном винте коромысла, — 3,5 мм.

Двигатели автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29, «ГАЗель», кроме ЗМЗ-4061 и -4063, а также двигатели ИЖ-2126, имеют штанги, изготовленные из алюминиевой трубки со стальными наконечниками.

Двигатели ЗМЗ-4061 и -4063, а также двигатели автомобилей «Ока» ВАЗ-1111 и -11113, ЗИЛ-5301, «Жигули» ВАЗ-2110, -2111 и -2112, у которых блоки цилиндров изготовлены из серого чугуна, имеют трубчатые стальные штанги с запрессованными в оба конца стальными наконечниками.

#### Коромысла клапанов

Коромысла клапанов литые стальные. В отверстие ступицы коромысла запрессована втулка, свернутая из листовой оловянистой бронзы. Длинное плечо коромысла заканчивается цилиндрической поверхностью, закаленной до минимальной твердости 55 HRC. Короткое плечо имеет на конце резьбовое отверстие с ввернутым регулировочным винтом. В нижнем закаленном конце регулировочного винта сделан сферический выступ для верхнего наконечника штанги, а в верхнем конце — прорезь для отвертки. Нижний конец выполнен в виде шестигранника под ключ. Регулировочный винт стопорится контргайкой.

Для подачи масла к верхнему наконечнику штанги регулировочный винт имеет продольный канал, выполненный со

стороны головки винта примерно на две трети длины и соединенный через радиальный канал и круговую проточку на стержне винта с каналом в коротком плече коромысла. Выход канала совпадает с отверстием во втулке коромысла, последнее — со смазочной канавкой втулки. Канавка служит для равномерного распределения смазочного материала по всей поверхности трения втулки и для подвода масла к каналу в коромысле от отверстия в оси коромысла.

Ось коромысла, общая для всех коромысел одной головки, опирается на стойки из ковкого чугуна. Осевому перемещению коромысел препятствуют распорные пружины. Крайние коромысла, расположенные на консоли оси, удерживаются от осевого перемещения плоскими пружинами. Пружины ограничены двумя шайбами, закрепленными на оси шплинтами. Участки оси, на которых располагаются коромысла, подвергнуты поверхностной закалке.

Привод клапанов при нижнем расположении распределительного вала и верхнем расположении клапанов осуществляется следующим образом. При вращении распределительного вала кулачки поднимают толкатели согласно порядку работы, с них усилие передается через штанги на регулировочный винт и коромысло. Коромысло поворачивается на своей оси, и длинное плечо нажимает на стержень клапана. Клапан, сжимая пружину, отходит от седла клапана и открывает впускные и выпускные каналы.

#### Фазы газораспределения

При рассмотрении рабочих процессов в двигателях было выяснено, что для лучшего наполнения цилиндра горючей смесью или воздухом и удаления отработавших газов клапаны должны открываться и закрываться не при нахождении поршня в мертвых точках, а с некоторым опережением при открытии и запаздыванием при закрытии.

Моменты открытия и закрытия клапанов определяются профилем кулачков распределительного вала, установкой его по отношению к коленчатому валу и зазорами между клапанами и толкателями или коромыслами.

Период от момента открытия клапана (или окна у двухтактных двигателей) до момента его закрытия, выраженный в

градусах поворота коленчатого вала, называется *фазой газораспределения*.

Фазы газораспределения зависят от быстроходности двигателя. Чем выше номинальная частота вращения коленчатого вала, тем больше углы фаз газораспределения.

У всех двигателей имеется период, когда выпускной и впускной клапаны открыты одновременно. Это так называемый *момент перекрытия клапанов*. Момент перекрытия угла открытия впускного клапана и закрытия выпускного клапана у двигателей автомобилей «ГАЗель» (кроме двигателей ЗМЗ-4061 и -4063) составляет  $28^\circ$ , а у двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 —  $30^\circ$ . При перекрытии клапанов утечка заряда с отработавшими газами незначительна вследствие небольшого промежутка времени перекрытия и малых проходных сечений в этот период.

Оптимальные фазы газораспределения для каждой модели двигателя устанавливаются экспериментальным путем. Правильная установка фаз газораспределения двигателя достигается при сборке совмещением специальных меток на шестернях коленчатого и распределительного валов.

Если выпускной клапан откроется в момент, когда поршень опустится в НМТ, то на вытеснение отработавших газов придется затратить определенную мощность двигателя. Когда выпускной клапан открывается с опережением прихода поршня в НМТ, то происходит потеря работы газов, но уменьшаются затраты мощности на выталкивание отработавших газов. Очевидно, что выпускной клапан должен открываться в такой момент, чтобы потеря работы газов за период предварения выпуска и трата работы во время выталкивающего хода поршня были минимальными, т. е. чтобы упреждающее открытие выпускных клапанов приводило к меньшей потере мощности двигателя, чем затраты ее на выталкивание отработавших газов при открытии выпускных клапанов в момент прихода поршня в НМТ.

Для лучшей очистки цилиндра от остаточных отработавших газов выпускные клапаны целесообразно закрывать не в момент прихода поршня в ВМТ, а с некоторым запозданием, так как отработавшие газы продолжают по инерции выходить из цилиндра даже после прохождения поршнем ВМТ. Чем

быстроходнее двигатель, тем большим делают угол запаздывания закрытия выпускного клапана.

Открытие впускного клапана начинается до прихода поршня в ВМТ. Это обеспечивает почти полное открытие клапана к моменту прихода поршня в ВМТ и начала его движения к НМТ. У многоцилиндровых двигателей за счет тактов впуска в других цилиндрах горючая смесь или воздух у дизелей постоянно движется по впускному тракту по инерции. Поэтому у открывающихся впускных клапанов будет находиться горючая смесь, готовая поступать в цилиндр, и как только клапан откроется, в цилиндр начнет поступать свежий заряд.

Следует помнить, что в начальные моменты открытия впускного клапана проходное сечение его весьма незначительно, так что предположения о возможности продувки цилиндра свежим зарядом горючей смеси или воздуха у дизелей, а следовательно, утечки части свежего заряда, не верны. Перекрытие моментов открытия впускного клапана и закрытия выпускного позволяет начать процесс впуска с большим проходным сечением у впускного клапана, что весьма существенно.

К моменту прихода поршня при такте впуска в НМТ цилиндр еще не совсем заполнен горючей смесью (или воздухом у дизелей), и в нем сохраняется значительное разрежение (давление ниже атмосферного). Поэтому закрывать впускной клапан нецелесообразно, так как даже при движении поршня к ВМТ из-за наличия разрежения в цилиндр будет поступать свежий заряд горючей смеси. Запаздывание закрытия впускного клапана позволяет использовать инерционность движущейся горючей смеси для лучшего заполнения цилиндра свежим зарядом. Если у двигателя с увеличением числа оборотов коленчатого вала давление в конце впуска снижается, а инерция заряда повышается, то устанавливают большее запаздывание закрытия впускного клапана.

Для лучшего удаления отработавших газов и наполнения цилиндра горючей смесью необходим такой профиль кулачков распределительного вала, при котором происходили бы мгновенные открытие и закрытие клапанов. Выполнение этого условия связано с большими трудностями, заключающимися в увеличении инерционных усилий. На практике проектируют про-

филь, обеспечивающий при открытии клапана приемлемую величину инерционных усилий.

В качестве примера рассмотрим рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя «ГАЗель» с учетом фаз газораспределения. Такт впуска начинается, когда до ВМТ поршень не доходит  $12^\circ$ , считая по обороту коленчатого вала (для двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 —  $14^\circ$ ). В это время открываются впускные клапаны, и цилиндры готовы к поступлению в них свежего заряда. Поршень доходит до ВМТ и начинает движение вниз. К приходу поршня в НМТ впускной клапан не закрывается, и поршень начинает движение вверх к ВМТ (соответствует такту сжатия). Поскольку в цилиндре все еще имеется разрежение, в него продолжает поступать свежий заряд. Закрывается впускной клапан, когда поршень отойдет от НМТ на  $60^\circ$ , считая по обороту коленчатого вала (у двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 это  $46^\circ$ ). Таким образом, такт впуска продолжается, считая по открытию впускного клапана,  $252^\circ$ . После закрытия впускного клапана начинается сжатие рабочей смеси.

Воспламенение рабочей смеси происходит, когда поршень на несколько градусов не доходит до ВМТ. Это необходимо для того, чтобы к моменту прихода поршня в ВМТ и началу его движения к НМТ часть рабочей смеси уже сгорела бы. Остальная рабочая смесь догорает при движении поршня к НМТ. Рабочая смесь горит со скоростью 30...35 м/с, и, если ее воспламенить в момент, когда поршень находится в ВМТ, получить максимальное давление на днище поршня будет невозможно, так как нарастающему давлению пришлось бы догонять убегающий поршень. Угол опережения воспламенения рабочей смеси или впуска топлива у дизелей не остается постоянным, а зависит от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель. Для изменения угла опережения зажигания и впрыска топлива у дизелей имеются специальные устройства.

Заканчивается рабочий ход в момент начала открытия выпускного клапана. У двигателей автомобилей «ГАЗель» выпускной клапан начинает открываться, когда до прихода поршня в НМТ остается  $54^\circ$  (для двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 это  $46^\circ$ ), а закрывается, когда поршень пройдет ВМТ и отойдет от нее на  $18^\circ$ , считая по обороту коленчатого вала (для двигателей

ЗМЗ-4061 и -4063 — 14°). Таким образом, выпуск отработавших газов продолжается у этих двигателей 252° (у двигателей ЗМЗ-4061 и -4063 — 240°).

Для правильной установки фаз газораспределения на распределительных шестернях двигателя автомобиля

## Глава 5 СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

Общие требования к системе охлаждения

Система охлаждения предназначена для отвода излишней теплоты от цилиндров двигателя и поддержания оптимального температурного режима в пределах 80...95°С. Системы охлаждения бывают воздушные (на отечественных двигателях внутреннего сгорания применяются редко) и жидкостные.

В жидкостных системах в качестве охлаждающей жидкости применяют воду и незамерзающие жидкости. Основные требования, которым должны удовлетворять охлаждающие жидкости: эффективно отводить теплоту;

иметь высокую температуру кипения и большую теплоту испарения; обладать низкой температурой кристаллизации;

не вызывать коррозии металлических деталей и не разрушать резиновые детали; не вспениваться в процессе работы; быть дешевыми ;быть безопасными в пожарном отношении и безвредными для здоровья.

Наиболее распространенной охлаждающей жидкостью является вода. Она имеет самую высокую теплоемкость, большую теплопроводность, небольшую вязкость, большую теплоту испарения. Однако вода имеет и существенные недостатки, затрудняющие ее применение в качестве охлаждающей жидкости. При 0 °С она замерзает со значительным увеличением объема, что может привести к разрушению приборов. В ней содержится большое количество солей, которые при закипании воды отлагаются на стенках рубашки охлаждения и трубках радиатора в виде накипи, теплопроводность которой существенно меньше, чем у металлов.

По содержанию солей вода подразделяется на жесткую,

средней жесткости и мягкую. В мягкой воде содержание солей небольшое, что в меньшей степени загрязняет систему охлаждения накипью и шламом. Воду средней жесткости и жесткую рекомендуется перед заливкой в систему смягчать кипячением или химическими способами. Перед заливкой в систему воды, обработанной любыми антинакипинами, необходимо очистить систему от старой накипи.

В холодное время года при температурах ниже 0 °С применяются низкотемпературные жидкости (антифризы), представляющие собой смеси этиленгликоля с водой. Этиленгликоль — это маслянистая желтоватая жидкость без запаха. Температура закипания этиленгликоля 197 °С, кристаллизации -115°С; смесь 53% этиленгликоля и 47 % воды кристаллизуется при температуре —40 °С, смесь 66 % этиленгликоля и 34 % воды кристаллизуется при температуре 65 °С. Для уменьшения коррозии в состав антифризов добавляют присадки.

Антифриз Тосол по ТУ 6-02-751—86 впервые был выпущен для автомобилей ВАЗ. В Тосол вводят активную присадку и композиции антифрикционных присадок. Тосол выпускают трех марок:

Тосол АМ — голубого цвета, температура кристаллизации -40 °С;

Тосол А-40 — голубого цвета, температура кристаллизации -65 °С;

Тосол А-65М — красного цвета, температура кристаллизации -65 °С.

Антифриз марки «Лена» по ТУ 113-07-02—88 выпускается трех марок: ОЖ-К, ОЖ-40 и ОЖ-65. Все желто-зеленого цвета, имеют температуру кристаллизации —40, —65 и — 65 °С соответственно.

Антифризы различаются по рецептуре, поэтому смешивать разные марки между собой не следует.

При эксплуатации автомобиля может происходить уменьшение уровня охлаждающей жидкости в радиаторе двигателя. Поскольку температура кипения этиленгликоля очень высока (до 197 °С), снижение уровня охлаждающей жидкости происходит за счет выкипания воды и, следовательно, доливать нужно чистую воду. Антифризы соответствующих марок доли-



ваются в том случае, если произошло вытекание жидкости из системы охлаждения.

Необходимо следить, чтобы в этиленгликолевые охлаждающие жидкости не попадали нефтепродукты, так как они вызывают вспенивание и выброс пара через паровой клапан пробки радиатора в атмосферу.

Заполнять систему этиленгликолевыми жидкостями нужно на 8 % меньше, чем водой, так как при нагревании они сильно расширяются и могут вытесняться из радиатора через паровой клапан.

Срок службы Тосола ограничивается двумя годами, при интенсивной эксплуатации автомобиля менять его нужно после пробега автомобилем 60 тыс. км.

Этиленгликоль — *сильный пищевой яд*, поэтому после работы с ним необходимо тщательно вымыть руки и лицо водой с мылом.

При температуре ниже температуры замерзания Тосол превращается в густую снегообразную массу, не вызывающую повреждений радиатора и блока цилиндров.

Общее устройство и работа системы охлаждения

Система охлаждения представляет собой совокупность агрегатов, устройств и механизмов, поддерживающих температуру деталей двигателя, соприкасающихся с горячими газами, в допустимых пределах. Количество отводимой от деталей двигателя теплоты зависит от мощности, скоростного и нагрузочного режимов.

Излишний отвод теплоты не должен приводить к переохлаждению, а недостаточный — перегреву двигателя, так как это ухудшает его работу. Состояние теплового режима двигателя зависит от многих факторов, а именно: атмосферной температуры, работы отдельных механизмов и систем, которые могут оказывать влияние на перегрев и переохлаждение двигателя, а следовательно, на его работу, мощность, экономичность и износ деталей.

Перегрев двигателя. Такое явление может быть вызвано следующими причинами:

- недостаток охлаждающей жидкости в системе охлаждения;
- накопление шлама внутри системы охлаждения;
- слабое натяжение ремней вентилятора и водяного насоса;

поломка крыльчатки водяного насоса;  
работа двигателя на бедной или богатой рабочей смеси,  
не соответствующей режиму работы двигателя;  
неправильно установленное зажигание;  
не полностью открытые жалюзи в летнее время;  
притормаживание из-за неправильно отрегулированных  
тормозов;  
неумелое вождение автомобиля.

При перегреве двигателя сильно разжижается моторное масло. Оно теряет вязкость, плохо удерживается на трущихся поверхностях, в результате чего увеличивается их износ. Стекающее со стенок цилиндров масло ухудшает уплотнение поршня в цилиндре, из-за чего не только увеличивается износ деталей поршневой группы, но и возрастает прорыв газов в картер двигателя. Пары бензина, попадая в более холодный картер, конденсируются и, выпадая в масло, разжижают его. При рабочем ходе в картер прорывается большое количество отработавших газов, содержащих копоть, которая также выпадает в масло, загрязняя его. Такое масло требует более тщательной очистки, быстрее стареет, его необходимо чаще менять. Прорыв горючей смеси увеличивает непроизводительный расход бензина, снижает величину давления газов на днище поршня, вызывая снижение мощности. Поступающая в цилиндр горючая смесь перегрета, сильно расширена, что уменьшает весовой заряд цилиндра. Таким образом, работа двигателя с перегревом вызывает увеличенный износ деталей, падение мощности и перерасход топлива.

Переохлаждение двигателя. В основном переохлаждение двигателя происходит из-за низкой наружной температуры. У переохлажденного двигателя масло густое, вязкое. Оно плохо продавливается в узкие зазоры, и трущиеся поверхности работают почти без смазки, что увеличивает их износ. Горючая смесь, поступающая в цилиндры, недостаточно прогревается, часть бензина, не успевая испариться, поступает в цилиндр в жидком виде, выпадает на днище поршня, а затем стекает по стенкам цилиндров в картер двигателя, смывая масло, оголяя цилиндры и поршни. Это способствует интенсивному изнашиванию цилиндропоршневой группы. Уменьшение слоя масла на

зеркале цилиндров ухудшает уплотнение и приводит к увеличению прорыва газов в картер двигателя. При такте сжатия увеличивается прорыв в картер горючей смеси, которая конденсируется и разжижает масло. При рабочем ходе увеличивается прорыв в картер отработавших газов, загрязняющих масло копотью. Загрязненное копотью и разжиженное бензином масло требует более тщательной очистки, быстрее стареет, его необходимо чаще менять. Часть бензина не успевает испариться и стекает в картер двигателя, к тому же увеличивается прорыв горючей смеси из камер сгорания в картер. Таким образом, это топливо не участвует в горении, что приводит к уменьшению давления на днище поршня при рабочем ходе и потере мощности двигателя.

Итак, при работе двигателя с недостаточным нагревом наблюдается перерасход топлива, резко увеличивается износ цилиндропоршневой группы, подшипников коленчатого и распределительного валов, значительно снижается мощность двигателя.

Оценка воздушной и жидкостной систем охлаждения. В воздушной системе охлаждения двигателей внутреннего сгорания (двигатель автомобиля «Запорожец») теплота от стенок цилиндров и головок блока передается воздуху, обдуваемому двигатель, и выводится в атмосферу. В системе жидкостного охлаждения теплота, отводимая от двигателя, передается жидкости, прокачиваемой через двигатель, и затем от жидкости воздуху, после чего теплота рассеивается в окружающей среде. Обе системы охлаждения способны обеспечить нормальное тепловое состояние двигателя.

Основным преимуществом воздушной системы охлаждения является отсутствие водяной рубашки, водяного насоса и радиатора. Таким образом, воздушная система охлаждения проще в устройстве, ее эксплуатационная надежность выше. Двигатели с воздушным охлаждением быстрее прогреваются после пуска, что способствует снижению износа цилиндров и поршневых колец. Однако воздушная система охлаждения не обеспечивает равномерного охлаждения всех цилиндров, более сложен прогрев двигателя перед запуском.

Преимуществом жидкостной системы является более равномерное охлаждение цилиндров. Эти двигатели изготавли-

ваются с блоком цилиндров, что обеспечивает повышенную жесткость. У двигателей с воздушным охлаждением для лучшего отвода теплоты от цилиндров между ними делают разрывы для прохода воздушного потока. Двигатели с жидкостным охлаждением работают тише, так как цилиндры изолированы рубашкой охлаждения.

Недостатком жидкостной системы является более сложное устройство, большое количество приборов, расход дорогих цветных металлов, множество патрубков и резиновых шлангов, требующих герметичного соединения и регулярного наблюдения.

Закрытые и открытые системы охлаждения. Степень нагревания цилиндров зависит от частоты повторяемости рабочих ходов в цилиндрах, которая очень высока и, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала. Чем выше частота вращения коленчатого вала, тем сильнее нагревается верхняя часть цилиндров, особенно камеры сгорания. Это приводит к закипанию охлаждающей жидкости вокруг верхней части цилиндров и камер сгорания и образованию парового облака. Паровое облако препятствует прохождению охлаждающей жидкости к стенкам камер сгорания, которые начинают перегреваться.

В открытой системе охлаждения вода закипает при 100 °С, а в закрытой системе за счет повышения давления температура закипания охлаждающей жидкости повышается до 109...115 °С. Теперь паровое облако вокруг цилиндров образуется значительно позднее. Наличие повышенного внутреннего давления в системе охлаждения будет способствовать продавливанию парового облака, и охлаждающая жидкость будет интенсивнее поступать к цилиндрам и охлаждать их.

Открытые системы охлаждения в двигателях не применяются из-за значительных потерь охлаждающей жидкости вследствие естественного испарения и кипения при нагреве двигателя. Доливать воду необходимо чистой, мягкой, но при эксплуатации автомобиля соблюсти это условие не всегда удастся. Добавление жесткой воды приводит к выпариванию солей из воды и отложению их в виде накипи на стенках рубашек охлаждения. Применение грязной воды приводит к накоплению шлама. Все это вызывает нарушения работы двигателя. Кроме того, при работе в горных условиях закипание охлаждающей

жидкости в открытой системе является одной из причин, снижающих надежность работы двигателя.

На современных двигателях применяются закрытые системы охлаждения. В такой системе охлаждения радиатор герметично закрывается пробкой и не имеет свободного сообщения с атмосферой. Система сообщается с атмосферой через два клапана, паровой и воздушный, расположенные в пробке радиатора или расширительного бачка. У двигателя «Волга» ГАЗ-3Ю29 клапаны смонтированы в пробке радиатора; в расширительном бачке также имеется резиновый клапан, который, открываясь, при избыточном давлении выпускает пар, а при пониженном давлении пропускает воздух в расширительный бачок.

Компоненты системы охлаждения. В систему охлаждения входят следующие приборы и детали: радиатор, жалюзи, вентилятор, водяной насос, термостаты, рубашка охлаждения двигателя, патрубки, шланги, краники, датчики и указатели температуры охлаждающей жидкости, датчики сигнализатора аварийного перегрева охлаждающей жидкости, кожух вентилятора, расширительный бачок, ремни привода приборов охлаждения. На многих моделях двигателей вентилятор приводится в работу от электродвигателя. У дизелей вентилятор приводится в работу гидромумфтой.

#### Радиатор

Радиатор предназначен для охлаждения воды или низкозамерзающих жидкостей

На автомобилях ЗИЛ-433100, ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301, «Волга» ГАЗ- 31029 и некоторых других радиатор имеет верхний и нижний бачки, между которыми находится сердцевина радиатора, изготовленная из плоских трубок, припаянных к обоим бачкам. Для увеличения площади охлаждения между рядами трубок вставлена гофрированная латунная лента.

В верхнем бачке имеется патрубок для соединения при помощи промежуточного патрубка и гибкого шланга с отводящим патрубком рубашки охлаждения. Для заполнения системы охлаждающей жидкостью имеется горловина, герметично закрываемая пробкой. Это необходимо для создания повышенного давления внутри рубашки охлаждения, но чрезмерно повышать давление нельзя для предотвращения разрыва трубок. Для

ограничения высокого давления в пробке имеется паровой (выпускной) клапан с пружиной. Клапан имеет прокладку для обеспечения плотности посадки на гнездо. Максимальное давление ограничивается в системах охлаждения ЗИЛ-433100 и -5301 величиной 0,065 МПа (0,65 кгс/см<sup>2</sup>), «Волга» ГАЗ-3Ю29 - 0,045...0,060 МПа (0,45... 0,6 кгс/см<sup>2</sup>). Если давление внутри системы охлаждения превысит эти величины, клапан открывается и часть пара через пароотводящую трубку выходит в атмосферу. Когда двигатель охлаждается, то в результате уменьшения объема охлаждающей жидкости внутри радиатора появляется разрежение, что может привести к сжатию трубок атмосферным воздухом. Для ликвидации разрежения в системе в пробке радиатора имеется воздушный клапан с пружиной. На клапане имеется прокладка, которая прижимается к седлу. Клапан открывается при появлении разрежения в верхней бачке радиатора у вышеперечисленных двигателей в пределах 0,001 МПа (0,01 кгс/см<sup>2</sup>). В нижней бачке радиатора имеются патрубок для соединения при помощи гибкого шланга с патрубком водяного насоса и кран для слива охлаждающей жидкости. К верхней и нижней бачкам прикреплены боковые стойки, соединенные пластиной, припаянной к нижней бачке. Стойки и пластина образуют каркас радиатора.

Для регулирования потока воздуха через сердцевину радиатора служат жалюзи, своим каркасом крепящиеся к радиатору. Управляют ими при помощи тяги и рукоятки, находящейся в кабине водителя. Если рукоятку переместить вперед до отказа, створки жалюзи откроются полностью, и через сердцевину радиатора будет проходить максимальное количество воздуха; а если рукоятку переместить назад до отказа, то створки закроются и обдув сердцевины радиатора прекратится. Для поддержания определенного температурного режима двигателя рукоятку можно установить в любом промежуточном положении с помощью специального фиксатора. Для увеличения воздушного потока через сердцевину радиатора вентилятор направляют в направляющем кожухе.

На автомобилях ВАЗ-2120, -2111, -2112, -1111,-11113, «ГАЗель» трубки сердцевины радиатора располагаются горизонтально. Сердцевина радиаторов «ГАЗели» трубчато-

ленточная с боковыми пластмассовыми бачками. Бачки соединены с остовом радиатора через резиновую уплотнительную прокладку путем обжима опорной пластины по фланцу пластмассовых бачков. На бачках и верхней пластине остова радиатора имеются кронштейны для крепления радиатора к оперению кабины автомобиля. На правом бачке (по ходу автомобиля) имеется патрубок для соединения с корпусом

термостата, а через него с рубашкой охлаждения двигателя. В нижней части левого бачка имеется патрубок для соединения при помощи гибких шлангов с патрубком водяного насоса. На этом же бачке внизу имеется отверстие для слива охлаждающей жидкости, закрываемое пробкой.

Двигатели автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -11113 оборудованы радиаторами с трубчато-пластинчатыми сердцевинами из алюминиевого сплава и с пластмассовыми бачками. Радиатор двухходовой, с перегородкой в левом по ходу автомобиля бачке. На левом же бачке в верхней части имеется патрубок, к которому подсоединен гибкий шланг для отвода горячей воды в радиатор из рубашки охлаждения двигателя. Здесь же есть патрубок меньшего диаметра, который соединяется гибким шлангом с расширительным бачком и служит для отвода пара. В нижней части левого бачка имеется патрубок для подсоединения гибкого шланга, который через корпус термостата и шланг соединяется с патрубком водяного насоса.

На правом бачке радиатора установлен датчик включения электровентилятора; в нижней части этого бачка имеется патрубок для слива охлаждающей жидкости, закрытый пробкой.

Сердцевина радиатора закрывается кожухом, который служит для усиления воздушного потока. Вентилятор установлен на оси электродвигателя.

#### Расширительный бачок

Расширительный бачок предназначен для компенсации изменений объема охлаждающей жидкости в системе при ее расширении от нагревания, контроля степени заполнения системы жидкостью, а также для удаления из нее воздуха и пара. Он соединяется с левым бачком радиатора в верхней части и с корпусом термостата. На большинстве моделей двигателей через расширительные бачки в систему заливают охлаждающую жидкость.

Расширительные бачки изготавливают из прозрачной пластмассы. На боковой поверхности бачка имеется метка «MIN», указывающая нижний допустимый уровень охлаждающей жидкости в бачке. В полностью заправленной системе охлаждения уровень жидкости в расширительном бачке на холодном двигателе должен быть на 25... 30 мм выше метки «MIN», нанесенной на расширительном бачке.

Заливная горловина расширительного бачка закрыта резьбовой пробкой, поддерживающей повышенное давление в системе охлаждения. Пробка расширительного бачка, герметически закрывающая систему охлаждения, имеет два клапана — паровой и воздушный.

У двигателей автомобилей «ГАЗель» паровой клапан открывается при давлении 80... 110 кПа (0,8... 1,1 кгс/см<sup>2</sup>), а воздушный — при разрежении 1,0... 10 кПа (0,01 ...0,1 кгс/см<sup>2</sup>). У двигателей ВАЗ- 1111 и -1113 паровой клапан открывается при давлении в системе не менее 110 кПа (1,1 кгс/см<sup>2</sup>), в воздушный — 3...13 кПа (0,03...0,13 кгс/см<sup>2</sup>).

У двигателей ЗИЛ-433100 и -5301 паровой клапан поддерживает в системе избыточное давление до 65 кПа (0,65 кгс/см<sup>2</sup>). Воздушный клапан препятствует образованию вакуума в системе при остывании дизеля и открывается при давлении 1 кПа (0,01 кгс/см<sup>2</sup>). Для контроля уровня жидкости имеется краник.

У двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111 и -2112 паровой клапан открывается при давлении 110... 150 кПа (1,1... 1,5 кгс/см<sup>2</sup>), а воздушный — при снижении давления на 3... 13 кПа (0,03... 0,13 кгс/см<sup>2</sup>).

У двигателей автомобиля «Волга» ГАЗ-3Ю29 паровой клапан открывается при давлении в системе охлаждения 45...60 кПа (0,45...0,6 кгс/см<sup>2</sup>), а воздушный — при снижении давления на 10 кПа (0,01 ...0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Уровень охлаждающей жидкости рекомендуется проверять на холодном двигателе, так как при нагревании ее объем увеличивается и у прогретого двигателя уровень жидкости может значительно подняться.

Не допускается использование воды в качестве охлаждающей жидкости в холодное время. При сливе воды из системы охлаждения часть воды остается в полости насоса, что может



привести к примерзанию крыльчатки насоса и выходу из строя зубчатого ремня двигателя.

При необходимости нужно проверить плотность охлаждающей жидкости ареометром, она должна быть в пределах 1,078... 1,085 г/см<sup>3</sup>. Если уровень охлаждающей жидкости в бачке ниже нормы, а плотность выше указанной, то необходимо долить дистиллированную воду. Если плотность нормальная, то доливать нужно жидкость той марки, какая находится в системе охлаждения. Если плотность жидкости ниже нормы, доливать нужно Тосол А.

#### Жидкостный насос

Жидкостный, или водяной, насос предназначен для принудительной циркуляции охлаждающей жидкости по системе охлаждения двигателя.

Устройство насоса. Корпус насоса крепится к блоку цилиндров, а к нему прикреплен корпус подшипников, в котором установлены два шариковых подшипника. В этих подшипниках установлен вал привода водяного насоса. Чтобы подшипники не передвигались по валу, между ними находится распорная втулка. На переднем конце вала привода водяного насоса на шпонке установлена ступица шкива вентилятора, закрепленная коронной зашплинтованной гайкой. На заднем конце вала установлена крыльчатка. Для предотвращения течи охлаждающей жидкости на валу установлен самоподжимный сальник водяного насоса. Он состоит из графитизированной текстолитовой шайбы, резинового уплотнения сальника с пружиной и двумя шайбами. Все эти детали помещены в обойму самоподжимного сальника. Крыльчатка на валу закреплена болтом. Из радиатора охлаждаемая жидкость подводится к центру крыльчатки через патрубков подачи жидкости в насос, а отводится в рубашку охлаждения правой группы цилиндров через раструб подачи и в левый ряд через раструб подачи охлаждающей жидкости. Вал крыльчатки приводится во вращение от коленчатого вала при помощи шкива, который болтами прикреплен к ступице шкива вентилятора. К ступице этими же болтами прикреплен вентилятор. Подшипники вала насоса смазываются консистентным смазочным материалом, который нагнетается через масленку. Для контроля количества подачи смазочного материала имеется

контрольное отверстие, закрываемое пробкой. Возврат охлаждающей жидкости из компрессора в водяной насос происходит через бобышку, а из отопителя — через бобышку.

Работа насоса. При работающем двигателе вращение со шкива коленчатого вала при помощи клиновидного ремня передается на шкив вала водяного насоса и крыльчатку насоса. Лопастни крыльчатки разбрасывают воду в разные стороны действием центробежных сил, и вода через раструбы и нагнетается в рубашку охлаждения двигателя.

Привод жидкостного насоса. Привод жидкостных насосов у двигателей автомобилей «ГАЗель», «Волга», ИЖ-2126, ЗИЛ-5301 и всех его модификаций, ЗИЛ-433100, ГАЗ-3307 и некоторых других осуществляется при помощи клиновидных ремней, перекинутых через шкивы коленчатого вала и водяного насоса.

Привод насоса охлаждающей жидкости у двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -11113 осуществляется одновременно с приводом распределительного вала. Зубчатый ремень привода перекинут с зубчатого шкива коленчатого вала через зубчатый шкив насоса охлаждающей жидкости, через натяжной ролик и зубчатый шкив распределительного вала. Регулировка натяжения зубчатого ремня производится натяжным роликом. Натяжение ремня считается нормальным, если в средней части между зубчатыми шкивами коленчатого и распределительного валов зубчатый ремень закручивается на 90° усилием пальцев 15...20 Н (1,5...2,0 кгс).

Вентилятор. Вентилятор предназначен для усиления воздушного потока через сердцевину радиатора, охлаждающего жидкость, текущую по трубкам радиатора. Вентилятор состоит из ступицы, крыльчатки, передней и задней крестовин крыльчатки и лопастей.

Лопастни стальные штампованные (двигатель автомобиля КамАЗ). На двигателях автомобилей ЗИЛ-5301 и его модификациях на переднем конце вала жидкостного насоса напрессован шкив, к которому болтами крепится стальной штампованный вентилятор осевого типа.

На двигателях автомобилей ЗИЛ-433100 вентилятор осевого типа расположен на корпусе автоматической муфты. Вентилятор установлен на шпильках и прикреплен к корпусу муф-

ты гайками, под которые подставлены пластины, предназначенные для блокировки муфты при ее поломке.

Муфта вентилятора дает возможность вентилятору работать в автоматическом режиме. Она состоит из корпуса и крышки муфты и управляется биметаллическим спиральным терморегулятором. Терморегулятор соединяется с пластинчатым клапаном через ось. В крышке корпуса находится крышка резервной камеры. Ведущий диск жестко связан с валом муфты. Включение и выключение муфты, а следовательно, и вентилятора, происходит в зависимости от температуры воздуха, который обдувает корпус муфты и влияет на температуру нагрева биметаллического терморегулятора. При низкой температуре двигателя терморегулятор устанавливает клапан в такое положение, что он перекрывает проход в рабочую полость между ведущей и ведомой частями муфты. Рабочая жидкость будет находиться в резервной камере. Между ведущей и ведомой частями муфты жидкости не будет, и они будут свободно вращаться. Вентилятор при этом вращаться не будет.

При повышении температуры двигателя биметаллический терморегулятор поворачивает клапан, сообщая отверстиями рабочую и резервную полости. Под действием центробежных сил рабочая жидкость заполняет зазоры между ведущей и ведомой частями муфты. Рабочая жидкость имеет большую вязкость, что обеспечивает включение муфты и вентилятора, который начинает вращаться и создает воздушный поток через сердцевину радиатора.

На двигателях автомобилей «Волга» ГАЗ-3Ю29 вентиляторы шестилопастные, изготовленные из пластмассы. Крыльчатка вентилятора крепится при помощи переходной пластины к ступице, надетой на передний конец валика водяного насоса. Вентилятор приводится во вращение двумя клиновыми ремнями от шкива на коленчатом валу двигателя. Вентилятор помещен внутри кожуха. Кожух прикреплен к радиатору и служит для увеличения скорости воздушного потока через сердцевину радиатора.

На всех модификациях двигателей автомобилей «ГАЗель» применяются шестилопастные пластмассовые вентиляторы, приводимые в работу клиновыми ремнями от шкива коленчатого ва-

ла. Крыльчатка вентилятора установлена на валу, который вращается в двух шариковых подшипниках. Подшипники установлены в специальном корпусе подшипников. Корпус крепится тремя шпильками на крышке распределительных шестерен.

На двигателях автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -11113 и ИЖ-2126 устанавливаются четырехлопастные пластмассовые вентиляторы с электроприводом.

### Термостат

Термостат служит для ускорения прогрева двигателя после запуска и для поддержания нормального температурного режима при движении автомобиля. На автомобильных двигателях некоторых моделей ставились термостаты с жидким наполнителем. В них заливалась легкоиспаряющаяся жидкость (смесь из 70 % этилового спирта и 30 % воды). В современных двигателях такие термостаты не применяются. В настоящее время на всех двигателях устанавливаются термостаты с твердым наполнителем, в качестве которого применяется церезин с медной стружкой. Эта масса обладает большим коэффициентом объемного расширения. Термостаты различных моделей двигателей отличаются по устройству, но принципиально устроены и работают одинаково.

Разберем устройство и работу термостата на примере термостата двигателя ЗИЛ-5301, а также двигателей модели ЗИЛ645.

Термостат состоит из термосилового датчика — буфера с твердым наполнителем, штока, входящего во втулку термосилового датчика, регулировочного винта, стоек корпуса и, основного радиаторного клапана, перепускного клапана, пружин возвратной и компенсационной. Детали термостата изготовлены из латуни. Термостат автоматически поддерживает необходимую температуру охлаждающей жидкости, отключая и включая циркуляцию жидкости через радиатор. В холодную погоду, особенно при малых нагрузках двигателя, почти вся теплота отводится за счет обдува двигателя воздухом, и охлаждающая жидкость через радиатор не циркулирует. Чтобы не разморозить радиатор (в случае применения в качестве охлаждающей жидкости воды), необходимо при отрицательных температурах окружающего воздуха держать жалюзи (если они предусмотрены на автомобиле) закрытыми и только при повышении тем-

температуры жидкости до 90 °С слегка их приоткрывать. Если жалюзи нет, необходимо пользоваться чехлом или шторками. Оптимальный температурный режим оказывает решающее влияние на износ двигателя и экономичность его работы. Для контроля температуры охлаждающей жидкости имеется указатель.

В термосиловом датчике термостата заключено термоактивное вещество— церезин специальной разгонки. Церезин обладает высоким коэффициентом объемного расширения в определенном диапазоне температур. При прогреве двигателя церезин расширяется и шток выходит из втулки термосилового датчика. Шток упирается в регулировочный винт и перемещает вниз термосилового датчик — втулку и клапаны, преодолевая сопротивление пружин. При этом радиаторный клапан открывается и охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор. При температуре 85 °С радиаторный клапан открывается полностью и вся жидкость направляется в радиатор. При охлаждении двигателя ниже 70 °С радиаторный клапан закрывается и вся жидкость прокачивается жидкостным насосом, минуя радиатор.

Ни в коем случае нельзя снимать термостат. В холодное время года двигатель без термостата прогревается долго и работает при низкой температуре охлаждающей жидкости. В результате ускоряется износ двигателя, увеличивается расход топлива, происходит обильное отложение смолистых веществ, не обеспечивается нормальная температура воздуха в кабине автомобиля. Прогрев двигателя без термостата увеличивает износ его на величину, соответствующую пробегу 150...200 км.

В теплое время года при отсутствии термостата большая часть охлаждающей жидкости будет циркулировать по малому кругу (через рубашку охлаждения двигателя), минуя радиатор, что может вызвать перегрев двигателя.

Пути циркуляции охлаждающей жидкости по системе охлаждения.

Для быстрого прогрева после запуска холодного двигателя охлаждающая жидкость не должна проходить через радиатор. Поэтому термостат закрывает доступ охлаждающей жидкости в радиатор, и она циркулирует по малому кругу, минуя сердцевину радиатора. Насос нагнетает охлаждающую жид-

кость в рубашку охлаждения блока цилиндров. Оттуда через окна жидкость проходит в рубашку охлаждения головки блока цилиндров, нагревается и по каналу поступает в термостат. Пройдя через перепускной клапан, жидкость возвращается в жидкостный насос.

Поскольку жидкость не проходит через сердцевину радиатора, она быстро нагревается, поднимая температуру двигателя до 78...82°C.

При прогреве двигателя не рекомендуется открывать заслонку воздухопритока и включать электродвигатель отопителя кузова, так как отопитель кузова соединен параллельно с радиатором и термостат не отключает его от двигателя.

Основной клапан термостата начинает открываться, когда температура охлаждающей жидкости достигает 78... 82 °С. При температуре 94 °С он уже полностью открыт и охлаждающая жидкость начинает циркулировать по большому кругу. Из жидкостного насоса она поступает в рубашку охлаждения блока цилиндров, а затем через окна — в рубашку охлаждения головки блока цилиндров и через канал в термостат; пройдя через основной клапан, жидкость идет в верхний бачок радиатора. Далее, опускаясь к нижнему бачку, жидкость охлаждается при прохождении через узкие каналы трубок и из нижнего бачка, через патрубки и шланги, поступает в жидкостный насос. При этом, если открыт кранчик отопителя кузова, горячая жидкость из рубашки охлаждения поступает в отопитель кузова. Из отопителя жидкость по шлангу возвращается в полость разрежения жидкостного насоса.

#### Подогреватели двигателя

Электрофакельное устройство (термостарт). Это устройство предназначено для ускорения пуска холодного двигателя ЗИЛ-645 при \* температуре окружающего воздуха до —25 °С. Принцип его работы основан на испарении топлива в штифтовых свечах накаливания и воспламенения образующейся топливной смеси. Возникающий при этом факел подогревает воздух, поступающий в цилиндры двигателя.

Штифтовые свечи ввернуты во впускные трубопроводы, и к ним подведены трубопроводы с электромагнитным топливным клапаном. Топливо к клапану подводится из системы питания двигателя.

При включении термостата на спирали свечей подается напряжение через добавочный резистор термореле, установленного в кабине за приборной панелью.

После нагрева свечей до необходимой температуры замыкаются контакты термореле и открывается электромагнитный топливный клапан. Одновременно загорается сигнализатор готовности двигателя к запуску. При включении стартера топливоподкачивающий насос подает топливо через электромагнитный клапан к раскаленным свечам, где топливо испаряется и воспламеняется. Одновременно с этим на спирали свечей подается полное напряжение аккумуляторной батареи, добавочный резистор термореле при этом отключается.

Жидкостный подогреватель двигателя. Подогреватель предназначен для подогрева холодного двигателя перед запуском и автоматической поддержки температуры в системе охлаждения и в кабине водителя. Подогреватель работает на топливе из системы питания дизеля и состоит:

из котла, включающего в себя горелку и газожидкостный теплообменник; блока управления жидкостного насоса с электродвигателем; топливного фильтра с электронагревателем топлива.

Горелка имеет электродвигатель, вентилятор, топливные насосы с шестеренным приводом, форсунку, источник высокого напряжения и два электрода для электроискрового розжига. В горелке подогревателя происходит образование смеси топлива с воздухом, воспламенение и горение смеси.

Контроль за горением осуществляется с помощью индикатора пламени. В топливопроводе на участке между топливным насосом подогревателя и форсункой установлен электромагнитный клапан, служащий для включения и выключения подачи топлива к форсунке. Распыленное форсункой топливо смешивается с воздухом и сгорает, а избыточное топливо, подаваемое топливным насосом, перепускается через редукционный клапан и сливается в топливный бак.

В теплообменнике теплота от продуктов сгорания передается жидкости, циркулирующей через жидкостную полость теплообменника. Циркуляция жидкости между системой охлаждения двигателя, отопления кабины и теплообменником подогревателя

осуществляется с помощью электрического жидкостного насоса. | Для управления работой подогревателя и предохранения его |перегрева на теплообменнике размещены два управляющих датчика температуры, и датчик перегрева с кнопкой.

Пусковой подогреватель двигателя автомобиля ГАЗ-3307. Подогреватель предназначен для прогрева двигателя при пуске его при низких температурах окружающего воздуха. Подогревателями оборудуются автомобили, предназначенные для работы в регионах с низкими зимними температурами. Работает подогреватель на бензине. Подогреватель входит в состав пускового оборудования двигателя и состоит из теплообменника и горелки. Теплообменник представлен двумя газоходами (внутренним и наружным) и двумя жидкостными рубашками, соединенными между собой. В камеру сгорания бензин подается самотеком из бачка через электромагнитный запорный клапан. При включении переключателя пульта управления ток поступает в катушку, сердечник электромагнитного клапана при этом оттягивается, и бензин поступает в камеру сгорания подогревателя. При выключении переключателя сердечник, на котором расположен резиновый уплотняющий клапан, под действием пружины перекрывает бензопровод.

Воздух для горения подается вентилятором. Первоначальное воспламенение смеси производится свечой накаливания. Когда в камере устанавливается устойчивое горение, свеча выключается.

Образующиеся в результате горения газы закрученным потоком проходят по газоходам и подогревают жидкость, находящуюся в теплообменнике, и масло в поддоне картера. Жидкостная полость теплообменника подогревателя посредством штуцеров и трубок соединена с системой охлаждения двигателя.

Гидромуфта привода вентилятора

Гидромуфта привода вентилятора двигателей ЯМЗ-740 и -7401 предназначена для поддержания оптимального теплового режима двигателя. Включается и выключается она автоматически в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения. Гидромуфта устанавливается в передней части блока цилиндров двигателя. Основными ее частями являются корпус кронштейна, ведомое колесо и ведущее колесо.



На переднем конце ведомого вала установлена ступица вентилятора. Вращается вал на двух шариковых подшипниках вместе с корпусом подшипников и ведущим колесом гидромуфты. На корпусе подшипников двумя болтами закреплен шкив привода генератора. Ведомый вал и вал привода генератора уплотняются манжетами и. К корпусу кронштейна гидромуфты болтами крепится корпус подшипников. В корпусе установлено ведомое колесо гидромуфты в сборе с подшипниками, ведущим валом и кожухом. Уплотняются подшипники и вал уплотнительными кольцами. Масло подводится через трубку.

Гидромуфта включается в работу специальным включателем, который, в зависимости от температуры в системе охлаждения, обеспечивает включение или выключение вентилятора, поддерживая оптимальный температурный режим.

Работа вентилятора может осуществляться по одному из трех режимов:

- автоматический — температура воды в системе охлаждения двигателя поддерживается в пределах 80...95 °С;

- переключатель ставится в такое положение, в котором он обеспечивает вращение вентилятора с небольшой частотой;

- вентилятор включен на постоянное вращение.

Контроль за температурой охлаждающей жидкости

При эксплуатации автомобиля водитель обязан постоянно контролировать тепловой режим двигателя, так как нарушение его приводит к потере мощности, перерасходу топлива и усиленному износу деталей двигателя.

Для контроля за температурой охлаждающей жидкости на автомобилях ВАЗ-2110, -2111, -2112 имеется указатель температуры воды с датчиком указателя, который установлен на выходящем патрубке термостата. На расширительном бачке установлен датчик указателя уровня охлаждающей жидкости.

Контроль за работой системы охлаждения на двигателях автомобилей ЗИЛ-5301 и его модификаций осуществляется при помощи указателя температуры воды, датчик которого установлен в рубашке охлаждения головки блока. Имеется сигнализатор уровня охлаждающей жидкости, датчик которого установлен в верхнем бачке радиатора. Кроме того, установлен сигнализатор аварийного перегрева охлаждающей жидкости в системе охла-

ждения, датчик которого находится на корпусе термостата.

Контроль за работой системы охлаждения на двигателях автомобилей ВАЗ-11 Пи-11113 «Ока» осуществляется указателем температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения, датчик которого установлен в задней части головки блока. Имеется сигнализатор работы электродвигателя вентилятора. На двигателях автомобилей «ГАЗель» для контроля за работой системы охлаждения имеется указатель температуры охлаждающей жидкости с датчиком и сигнализатор (красный) перегрева охлаждающей жидкости. Сигнализатор загорается при температуре охлаждающей жидкости двигателя 105 °С.

Современные двигатели для контроля за работой системы охлаждения в обязательном порядке имеют указатели температуры охлаждающей жидкости и сигнализаторы ее аварийного перегрева в системе охлаждения двигателя. На двигателях, у которых вентилятор приводится в работу электродвигателем, имеются сигнализаторы работы электродвигателя.

## Глава 6 СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА

Масла, применяемые для смазывания двигателя.

Смазочная система служит для уменьшения износа трущихся поверхностей двигателя, удаления продуктов износа и частичного охлаждения деталей. Циркулирующее между трущимися поверхностями масло предохраняет их от коррозии. Тонкий слой масла, находящийся на поршнях и зеркале цилиндров, способствует лучшему уплотнению поршня в цилиндре, повышая компрессию.

Автомобильные двигатели имеют комбинированную смазочную систему: под давлением, разбрызгиванием и самотеком. Наиболее нагруженные детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов (коренные и шатунные шейки коленчатого вала, опорные шейки распределительного вала, коромысла, распределительные шестерни при нижнем расположении распределительного вала) смазывается *под давлением*.

Цилиндры, поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, кулачки и шестерни распределительного вала смазываются *разбрызгиванием*.

*Самотеком* смазываются нижние наконечники штанг, направляющие втулки толкателей и частично кулачки распределительного вала.

Масла должны иметь возможно более низкую температуру застывания и определенные вязкостные свойства, быть в необходимой степени физически и химически стабильными, обладать минимальным коррозионным воздействием на металлы, не содержать механических примесей и воды. Масла в двигателях работают в очень тяжелых условиях, испытывая воздействие перепадов давления от ниже атмосферного до 100 МПа (1000 кгс/см<sup>2</sup>) и высоких температур (до 2500 °С во время рабочего хода).

При работе двигателя масло частично попадает в камеру сгорания и там сгорает, образуя нагар. Слой нагара ухудшает отвод теплоты от деталей, способствует появлению детонации и калильного зажигания, отрываясь от стенок, загрязняет масло твердыми частицами. Количество образующегося нагара зависит от качества масла и его расхода, а также от качества топлива. Предельная толщина нагара зависит от теплового режима работы двигателя: чем холоднее стенки камеры сгорания, тем больше отлагается нагар.

Наибольшее распространение получили следующие сорта масел (ГОСТ 10541-78):

М-8Г<sub>1</sub> (зимнее), М-12Г<sub>1</sub> (летнее), М6<sub>3</sub>/10Г<sub>1</sub> (всесезонное) — для эксплуатации высокофорсированных двигателей легковых автомобилей;

М-4<sub>3</sub>/8Г(рк) — всесезонное универсальное рабочее и консервационное моторное масло, допущено к применению в карбюраторных двигателях и дизелях, обеспечивает работоспособность двигателя в интервале температур окружающего воздуха — 30 ... + 50 °С ] и консервацию двигателя в течение 15 лет;

М-8В — всесезонное масло для среднефорсированных двигателей легковых и грузовых автомобилей;

М-63/ЮВ — всесезонное универсальное моторное масло для карбюраторных двигателей. Может применяться в безнадувных дизелях. Эта марка масла внесена в карту смазки двигателя КамАЗ-740 и может заменять масла М-8Г<sub>2</sub>к и М-10Г<sub>2</sub>к;

М-4<sub>3</sub>/6В — загущенное масло, обеспечивающее надежную работу карбюраторных двигателей в условиях Крайнего Севера и позволяющее без подогрева запустить двигатель при температуре до- 35 °С. Его можно также применять в дизелях автомобилей КамАЗ- 740 северного исполнения.

Для дизелей рекомендуются следующие моторные масла:

М-8В<sub>2</sub> (ТУ 38.401-58-37—92) для малофорсированных дизелей для эксплуатации в зимних условиях;

М-10В<sub>2</sub> (ГОСТ 8581—78) для малофорсированных без наддувных дизелей для эксплуатации в летних условиях;

М-8Г<sub>2у</sub> (ТУ 38.401-58-21—91) для высокофорсированных без наддувных или с невысоким наддувом дизелей для эксплуатации в зимних условиях и с увеличенным пробегом до смены масла;

М-10Г<sub>2у</sub> (ТУ 38.401-58-21—91) для высокофорсированных без наддувных или с невысоким наддувом дизелей для эксплуатации в зимних условиях;

М-8Г<sub>2</sub> (ГОСТ 8581—78) для эксплуатации в летних условиях;

М-8Г<sub>2</sub> (ГОСТ 8581—78) для эксплуатации в зимних условиях автомобилей КамАЗ и автобусов «Икарус»;

М-10Г<sub>2к</sub> (ГОСТ 8581—78) для эксплуатации в летних условиях.

Смазочная система двигателя автомобиля «Волга» ГАЗ-ЗЮ29.

Смазочная система этого автомобиля состоит из масляного насоса с маслоприемником, установленного внутри поддона картера двигателя, полнопоточного масляного фильтра со сменным картонным фильтрующим элементом, масляного радиатора с запорным краником и предохранительным клапаном.

В поддоне картера имеется отверстие для слива масла, закрываемое пробкой. Для контроля за работой смазочной системы имеется указатель давления масла на щитке приборов и датчик указателя, устанавливаемый в масляной магистрали. На щитке приборов в кабине водителя установлен также сигнализатор аварийного давления масла, а в нижней части масляного фильтра установлен датчик этого сигнализатора. Масляный насос приводится в работу от шестерни на распределительном

валу через дополнительный валик. Во время работы двигателя масляный насос забирает при помощи маслоприемника масло из поддона картера двигателя и направляет его в полнопоточный масляный фильтр. Пройдя через фильтрующий элемент, масло поступает в главную масляную магистраль, откуда через каналы в перегородках и стенках картера подводится к коренным шейкам коленчатого и опорным шейкам распределительного валов, смазывая их. От коренных шеек масло по каналам в самих шейках вала через центробежные грязеуловители, выполненные в шатунных шейках, поступает к шатунным шейкам. Для прохода масла из канала к коренной шейке в верхнем вкладыше имеется специальное сверление, а для того чтобы масло непрерывно поступало к шатунным подшипникам на коренных вкладышах, выполнены кольцевые канавки. К шатунным подшипникам идут каналы, которые проходят через коренные шейки, щеки вала и шатунные шейки. На шатунных вкладышах имеются сверления, при вращении вала совпадающие с масляным каналом в шатунной шейке. В нижней головке шатуна тоже имеется сверление, направленное на правую сторону двигателя по ходу автомобиля. В момент совпадения этих отверстий из них выбрасывается струя масла, направленная вверх. Это масло смазывает разбрызгиванием цилиндры, поршни, поршневые пальцы через зазоры между бобышками поршней и верхней головкой шатуна. Для смазывания втулки и пальца в верхней головке шатуна имеется сверление, через которое масло попадает внутрь втулки верхней головки шатуна. При движении поршня к НМТ маслосъемные кольца снимают с зеркала цилиндров излишек масла, которое через сверления в кольцевых канавках головки поршня с силой выбрасывается внутрь поршня и смазывает поршневые пальцы. Падая вниз, это масло попадает на вращающийся коленчатый вал и разбрасывается им в разные стороны, создавая в картере масляный туман. Разбрызгивается также и масло, которое выдавливается из зазоров шатунных шеек.

К опорным шейкам распределительного вала масло подается по каналам. От задней опорной шейки идет канал, по которому масло подается в полую ось коромысел, а из нее, через радиальные сверления, смазывает втулки коромысел. В корот-

ком плече коромысла имеется продольный канал, выходящий в резьбовое отверстие для регулировочного болта. Болт служит для регулировки теплового зазора в клапанном механизме. В средней его части снаружи имеется кольцевая проточка, к которой подходит канал в плече коромысла. Регулировочный болт со стороны головки имеет продольный канал, радиальным сверлением сообщающийся с кольцевой проточкой болта. Через эти каналы масло под давлением подается на верхний наконечник штанги и смазывает его. Излишки масла по штанге стекают вниз и попадают внутрь толкателей, а через два отверстия сбоку толкателей масло самотеком выходит и смазывает направляющие втулки толкателей. В момент выхода вниз нижней части толкателей эти отверстия выходят из направляющих втулок. Масло из этих отверстий вытекает и смазывает кулачки распределительного вала.

На передней опорной шейке распределительного вала имеются снаружи полукольцевые проточки, а также канал, который выходит на торцевую сторону передней опорной шейки. Через этот канал за счет полукольцевых проточек на шейке масло пульсирующей струей подается для смазывания ромбовидной шайбы, удерживающей распределительный вал от осевого смещения.

Для смазывания распределительных зубчатых колес в теле подшипника передней опорной шейки имеется канал, от которого по трубке масло пульсирующей струей подается на шестерни.

В смазочной системе имеется три клапана:

редукционный в масляном насосе;

перепускной в масляном фильтре;

предохранительный в приводе масляного радиатора.

*Редукционный* клапан служит для ограничения максимального давления в смазочной системе двигателя. Масляный насос подает в систему значительно больше масла, чем это требуется. Давление масла, как правило, выше требуемой величины. Особенно это наблюдается в холодное время года или пока двигатель не прогрет до нормальной температуры. Очень высокое давление может привести к выдавливанию прокладок, вырыву или разрыву трубопроводов. Редукционный клапан огра-

ничивает максимальное давление, предохраняя приборы и детали смазочной системы. Кроме того, в процессе эксплуатации автомобиля происходит износ сопряженных пар. Зазор между ними возрастает, увеличивая расход масла. Это особенно актуально для коренных и шатунных подшипников кривошипно-шатунного механизма и подшипников распределительного вала. Редукционный клапан, поддерживая нормальное давление, уменьшает перепуск масла.

*Перепускной* клапан устанавливается в центральном трубчатом стержне и предназначен для перепуска неочищенного масла в случае загрязнения фильтрующего элемента. При чистом фильтрующем элементе разница давлений в корпусе фильтра перед фильтрующим элементом и внутри центрального стержня после прохода маслом фильтрующего элемента уменьшает давление, но не больше чем на 10...20 кПа (0,1 ...0,2 кгс/см<sup>2</sup>). При загрязнении фильтрующего элемента увеличивается сопротивление проходу масла, и в результате снижается давление масла. Если снижение давления достигнет 60...70 кПа (0,6...0,7 кгс/см<sup>2</sup>), то перепускной клапан открывается, пропуская часть неочищенного масла в главную масляную магистраль.

*Предохранительный* клапан устанавливается в системе масляного радиатора. После открытия краника включения масляного радиатора масло отодвигает шариковый клапан, сжимая пружину, поступает в масляный радиатор и, пройдя через сердцевину радиатора, сливается в поддон картера двигателя.

Нормальное давление масла в смазочной системе должно находиться в пределах 0,2...0,4 МПа (2...4 кгс/см<sup>2</sup>). При работе двигатель может перегреваться, что приводит к разжижению масла и падению давления. Масляный радиатор включен в систему параллельно, и в него из главной масляной магистрали отходит около 20 % масла. Если произойдет сильное разжижение масла, то большая его часть начнет поступать в радиатор, так как через радиатор ему проходить легче. К трущимся поверхностям масла будет подаваться недостаточно, что может привести к выплавлению коренных и шатунных подшипников. Для предотвращения этого служит предохранительный клапан. Если давление масла станет меньше 90 кПа (0,7...0,9 кгс/см<sup>2</sup>), пружина прижмет шарик к седлу и прекратит подачу масла в

масляный радиатор, хотя краник включения радиатора продолжает быть открытым.

Контроль за работой смазочной системы осуществляется тремя приборами: указателем давления масла, датчик которого установлен в главной масляной магистрали, сигнализатором аварийного давления, также расположенным на щитке приборов; датчиком сигнализатора аварийного давления масла.

Уровень масла в картере двигателя контролируется масломерной линейкой.

Особенности устройства и работы смазочной системы двигателей ЗМЗ-4061 и ЗМЗ-4063.

Смазочная система у этих двигателей комбинированная. Масло подается к трущимся поверхностям под давлением и разбрызгиванием. Основным прибором смазочной системы является масляный насос, находящийся в поддоне картера двигателя. Для слива масла из картера имеется специальное сливное отверстие, закрываемое пробкой. Масляный насос имеет маслоприемник с сетчатым фильтром. Для очистки масла установлен полнопоточный масляный фильтр со сменным фильтрующим элементом. Система заполняется маслом через маслозаливную горловину с крышкой.

При работе двигателя шестеренчатый масляный насос под давлением нагнетает масло в масляный фильтр. Давление в системе смазки должно быть в пределах 0,2...0,4 МПа (2...4 кгс/см<sup>2</sup>), максимальное давление ограничивается редукционным клапаном, который находится в корпусе масляного насоса. В случае повышения давления более 0,4 МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>) открывается редукционный клапан, и масло перепускается из полости высокого давления в полость маслоприемника.

После очистки масло из масляного фильтра поступает в главную масляную магистраль, из которой по каналам в стенках и перегородках картера масло подается для смазки коренных подшипников и подшипников промежуточного вала привода масляного насоса, а также подводится к гидронатяжителю цепи привода распределительных валов. Через каналы в щеках масло подается в грязеуловители шатунных шеек, а из них через каналы и отверстия во вкладышах масло поступает к шатунным подшипникам и смазывает их. Через отверстия сбоку



верхней части нижней головки шатуна, во вкладышах и каналах в шатунной шейке масло струей выбрасывается для смазывания цилиндров и поршней. В теле шатуна выполнен канал, по которому в момент совпадения этого канала с каналом в шатунной шейке масло под давлением подается и смазывает поршневой палец. В верхней головке шатуна имеется отверстие, через которое в этот же момент выбрасывается струя масла, направленная на внутреннюю поверхность головки поршня, и охлаждает ее. От верхнего подшипника валика привода масляного насоса масло через поперечные сверления и внутреннюю полость валика подается для смазывания нижнего подшипника валика и опорной поверхности ведомой шестерни привода. Шестерни привода масляного насоса смазываются струей масла через сверление в главной масляной магистрали.

Из главной масляной магистрали масло по каналу поступает в каналы головки блока цилиндров, по которым оно подходит к опорным шейкам распределительных валов выпускных клапанов. Из каналов головки блока масло подается к гидронатяжителю цепи второй ступени привода распределительных валов, к гидротолкателям и датчикам давления масла. Стекающее в картер масло на своем пути попадает на цепи, башмаки, звездочки привода распределительных валов, эксцентрик и промежуточный рычаг привода топливного насоса.

Качество работы смазочной системы контролируется указателем давления масла, расположенным на щитке приборов, и его датчиком, расположенным в канале на головке блока цилиндров, а также сигнализатором аварийного давления масла. Сигнализатор находится на панели приборов. Лампочка сигнализатора загорается при понижении давления смазочной системы ниже 40... 80 кПа (0,4...0,8 кгс/см<sup>2</sup>). Датчик сигнализатора установлен в канале на головке блока. Оба эти датчика ввернуты в тройник, который, в свою очередь, ввернут в масляную магистраль с левой стороны головки блока цилиндров. Уровень масла в поддоне картера двигателя контролируется при помощи стержневого указателя уровня масла. На нижнем конце этого стержня имеются две метки «П» (максимальный) и «О» (минимальный). При работе двигателя уровень масла должен находиться между этими метками. Эксплуатация двигателя при снижении уровня масла ниже метки «О» не допустима.

## Смазочная система двигателя автомобиля ЗИЛ-433100

Основным прибором смазочной системы является двухсекционный масляный насос. Одна секция насоса обеспечивает работу масляного радиатора, а другая, основная, служит для подачи масла к трущимся поверхностям. Масло из радиаторной секции подается в центробежный маслоочиститель и, пройдя радиатор, стекает обратно в поддон картера двигателя. Радиатор включается в работу краном. В холодное время года кран радиатора может быть закрыт, тогда масло из центробежного маслоочистителя будет возвращаться в поддон, картера через сливной клапан. Отсечной клапан прекращает подачу масла в маслоочиститель в случае резкого падения давления.

Масло из основной секции масляного насоса подается в корпус клапанов. Здесь расположен дифференциальный клапан, внутри которого установлен предохранительный клапан. Дифференциальный клапан поддерживает давление в главной масляной магистрали на уровне 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>). Предохранительный клапан срабатывает при давлении 0,7 МПа (7 кгс/см<sup>2</sup>). Затем масло поступает в фильтры тонкой очистки, пройдя которые масло поступает в главную масляную магистраль. На случай сильного загрязнения фильтрующих элементов установлен перепускной клапан, который перепускает неочищенное масло в главную масляную магистраль. Для смазывания компрессора масло подается из канала, по которому оно из фильтров тонкой очистки поступает в главную масляную магистраль. Радиаторная секция масляного насоса имеет предохранительный клапан, который открывается при давлении масла в нагнетательной полости секции насоса 0,8...0,85 МПа (8...8,5 кгс/см<sup>2</sup>) и перепускает масло во всасывающую полость насоса.

Из главной магистрали масло под давлением подается к коренным шейкам коленчатого вала и к опорным шейкам распределительного вала, установленного в развале цилиндров. От коренных подшипников масло по каналам подается к шатунным шейкам. От опорной шейки распределительного вала масло поступает через масляную магистраль в полую ось коромысел и через радиальные отверстия смазывает втулки коромысел. По каналам в коротких плечах коромысел масло подается на верхний наконечник штанги, а затем стекает внутрь стаканооб-

разного толкателя, смазывает нижние наконечники штанг. Проходя через отверстия в боковых стенках толкателей, масло смазывает направляющие втулки толкателей и стекает на кулачки распределительного вала.

Цилиндры, поршни, поршневые кольца и стержни клапанов смазываются разбрызгиванием. Топливный насос высокого давления (ТНВД) 5 смазывается под давлением маслом, выходящим из масляного канала.

Смазочная система двигателя ЯМЗ-740

Смазочная система имеет двухсекционный масляный насос с радиаторной и нагнетательной секциями. Обе секции имеют предохранительные клапаны. Предохранительный клапан радиаторной секции будет перепускать масло из полости высокого в полость низкого давления при закрытом кране масляного радиатора. При выключенном радиаторе давление на выходе из секции масляного насоса составляет 0,7...0,75 МПа (7... 7,5 кгс/см<sup>2</sup>). Давление масла на выходе из нагнетательной секции равно 0,35...0,40 МПа (3,5...4,0 кгс/см<sup>2</sup>).

Масло из радиаторной секции поступает в центрифугу, затем через открытый кран по маслопроводу— в масляный радиатор и отсюда по трубопроводу возвращается в картер двигателя. Если радиатор выключен, то после очистки в центрифуге масло через трубопровод возвращается в картер. Часть масла, минуя центрифугу, через клапаны перепускной и сливной также возвращается в картер.

Из нагнетательной секции масло под давлением поступает в главную масляную магистраль, пройдя через последовательно включенный масляный фильтр полнопоточного типа со сменным фильтрующим элементом. Оттуда масло поступает по системе сверлений к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительного вала, к автомату включения гидромфты вентилятора, к топливному насосу высокого давления и к компрессору. Из блока двигателя масло поступает в масляные каналы головок и смазывает втулки коромысел. Через каналы в коротких плечах коромысел масло подается на верхние наконечники штанг и, стекая по ним вниз, смазывает нижние наконечники штанг и направляющие втулки толкателей. Стенки цилиндров, поршни с кольцами,

поршневые пальцы и другие трущиеся поверхности смазываются масляным туманом и маслом, разбрызгиваемым при работе механизмов.

#### Масляные насосы

Устройство и работа двухсекционного масляного насоса. На двигателях автомобилей ЗИЛ-433100, КамАЗ, а также двигателях ранее выпускавшихся автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53А и некоторых других устанавливаются двухсекционные масляные насосы.

Двухсекционный масляный насос состоит из корпуса верхней секции, в котором установлены ведущая и ведомая шестерни, находящиеся в постоянном зацеплении. Ведущая шестерня при помощи шпонки установлена на ведущем валу. Ведомая шестерня свободно установлена на отдельной оси. Верхняя секция закрывается крышкой, в которой располагается редукционный клапан, состоящий из плунжера, пружины и пробки. Плунжер перекрывает канал, соединяющий полости низкого и высокого давлений. Корпус нижней радиаторной секции крепится к корпусу верхней секции при помощи болтов.

Вал насоса проходит через крышку верхней секции, и на его конце также при помощи шпонки установлена ведущая шестерня нижней радиаторной секции. Она находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней, свободно вращающейся на оси. В корпусе нижней секции установлен перепускной клапан, состоящий из шарика, пружины и пробки. Шарик прижимается пружиной и перекрывает отверстие канала, через который сообщаются нагнетательная и всасывающая полости.

Опишем принцип работы насоса. Масло забирается из поддона картера двигателя при помощи маслоприемника, состоящего из корпуса, приемной трубки и сетчатого фильтра для грубой очистки масла. Сетка крепится на корпусе пружиной. При чистой сетке масло свободно проходит и по трубке поступает в масляный насос. При загрязнении сетки около заборной трубки создается разрежение, под действием которого концы сетки отходят от корпуса, и через образовавшиеся щели неотфильтрованное масло проходит в масляный насос.

При работе двигателя ведущие шестерни обеих секций масляного насоса вращаются по ходу часовой стрелки, а ведомые

мый — в противоположном направлении. В верхней части корпуса (называем условно) при вращении шестерен зубья выходят из зацепления и между ними появляется разрежение, за счет которого из поддона поступает масло, заполняя пространство между зубьями. При дальнейшем вращении зубья переносят это масло. В нижней части (полость высокого давления) зубья входят в зацепление, выдавливая масло, которое под давлением идет в канал. Аналогично работают обе секции. Для ограничения давления нагнетательная секция имеет редукционный клапан. Если давление в полости высокого давления превысит значение, на которое отрегулирована пружина, плунжер, сжимая пружину, отойдет от седла, и часть масла из полости высокого давления будет переходить в полость всасывания.

Радиаторная секция масляного насоса работает аналогично, но перепускной клапан начинает перепускать масло, когда будет закрыт краник включения в работу масляного радиатора. Это необходимо для уменьшения сопротивления вращению шестерен и, следовательно, меньшего расхода мощности двигателя.

Устройство и работа односекционного масляного насоса. На двигателях автомобилей «ГАЗель», ГАЗ-3307 и некоторых других устанавливаются односекционные шестеренчатые насосы, имеющие следующее устройство: в корпусе установлен валик, на внутреннем конце которого при помощи шпильки закреплена ведущая шестерня масляного насоса. Она находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней, свободно вращающейся на оси. Корпус насоса закрывается крышкой. Для уплотнения между корпусом и крышкой имеется картонная прокладка. К корпусу присоединяется приемный патрубок с сеткой.

Корпус насоса изготовлен из алюминиевого сплава, шестерни имеют прямые зубья и изготовлены из металлокерамики (спеченного металлопорошка). Маслоприемник и приемный патрубок масляного насоса выполнены в едином корпусе из алюминиевого сплава. На приемной части патрубка завальцована сетка. Патрубок крепится к масляному насосу четырьмя болтами вместе с крышкой масляного насоса через паронитовую прокладку.

Насос приводится в работу от шестерни распределительного вала вместе с датчиком — распределителем зажигания. Он

состоит из корпуса, в котором помещен валик. С этим валиком при помощи штифта соединены вал масляного насоса и приводная шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней распределительного вала. На верхнем конце при помощи шпильки установлена втулка. С валиком соединен валик датчика—распределителя зажигания.

Для ограничения максимального давления в корпусе масляного насоса расположен редукционный клапан плунжерного типа. Под действием давления масла на торец плунжера плунжер, преодолевая усилие пружины, перемещается. При достижении определенного уровня давления плунжер открывает отверстие сливного канала, выпуская излишнее масло в приемную полость насоса. Пружина редукционного клапана опирается на плоскую шайбу колпачка и крепится шплинтом, пропущенным через отверстия в приливе на корпусе насоса. Редукционный клапан не регулируется, и необходимая характеристика по давлению обеспечивается геометрическими размерами корпуса насоса и характеристикой пружины.

Масляный насос двигателей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -11113 отличается по своему устройству от масляных насосов большинства моделей двигателей. Он состоит из корпуса, закрытого крышкой, маслоприемника и пары шестерен. Располагается насос на переднем торце блока цилиндров. Ведущая шестерня насоса при помощи двух лысок устанавливается на переднем конце коленчатого вала двигателя и имеет внутреннее зацепление с ведомой шестерней. Для уменьшения механических потерь шестерни имеют трохoidalное зацепление. Маслоприемник крепится болтами к крышке второго коренного подшипника и корпусу насоса. В верхней части канала установлен жиклер, ограничивающий подачу масла к деталям головки блока цилиндров.

Для ограничения максимального давления масла в смазочной системе в насосе установлен редукционный клапан плунжерного типа, состоящий из плунжера, пружины, уплотнительного кольца и пробки.

#### Масляные фильтры

При работе двигателя в масле накапливаются частицы несгоревшего топлива, продукты окисления масла (нагар, смоли-

стые вещества), а также частицы пыли и продукты износа деталей двигателя. Если масло загрязнено, то работа двигателя сопровождается повышенным износом его деталей. Удаление из масла нежелательных примесей позволяет не только снизить абразивный износ, но и значительно задержать процесс старения самого масла.

Особенно тщательно необходимо фильтровать масло в том случае, если на подшипники коленчатого вала нанесен антифрикционный сплав на основе свинцовистой бронзы или выскооловянистого алюминиевого сплава, так как эти материалы плохо поглощают абразивные частицы. Тщательная фильтрация масла значительно повышает надежность двигателя.

Наиболее эффективным средством борьбы с ухудшением качества масел в двигателях служит фильтрация масел. При помощи фильтров можно удалить из масла не только сравнительно крупные частицы металлов и различных механических примесей, но и значительную часть мельчайших частичек пыли и осадков, находящихся в масле во взвешенном состоянии.

На современных двигателях устанавливают полнопоточные фильтры центробежной очистки масла или фильтры со сменным фильтрующим элементом. Такие фильтры могут быть разборными или неразборными. Реже на двигателях устанавливают неполнопоточные фильтры. *Полнопоточным* называется фильтр, у которого все масло, перекачиваемое насосом, проходит через фильтр. *Неполнопоточными* называются фильтры, через которые проходит только часть масла, примерно 10...20 %.

Фильтры тонкой очистки масла с бумажными фильтрующими элементами. Такие фильтры обеспечивают очистку масла от механических частиц размером до 0,001 мм. В зависимости от материала фильтрующего элемента они делятся:

на бумажные;

картонные;

фильтры с поглощающими массами.

Бумажные фильтры обеспечивают высокую степень очистки, но быстро загрязняются и требуют частой замены фильтрующего элемента. В настоящее время большое распространение получили полнопоточные бумажные фильтры тонкой очистки с фильтрующим элементом из специальной бумажной ленты, со-

бранной в гармошку. Масло, проходя через поры бумаги, освобождается от механических частиц размером до 1 мкм.

Полнопоточные фильтры с бумажным или хлопчатобумажным фильтрующим элементом устанавливаются на двигателях ЗМЗ-4025, -4026 автомобилей «ГАЗель» и «Волга» ГАЗ-3Ю29 и некоторых других. Через фильтр проходит все масло, перекачиваемое масляным насосом.

Фильтр состоит из корпуса, стержня, фильтрующего элемента и клапана. Корпус фильтра, изготовленный из алюминиевого сплава, своей привалочной плоскостью через паронитовую прокладку крепится четырьмя шпильками к блоку цилиндров двигателя. В нижнюю часть корпуса ввернут центральный стержень трубчатого сечения. В стержне выполнено четыре ряда отверстий. Верхний ряд отверстий находится над фильтрующим элементом и над клапаном.

Перепускной клапан состоит из текстолитовой пластины, седла, пружины и упора пружины.

В нижней части корпуса имеются отверстие для слива масла, закрываемое пробкой, и отверстие, в которое ввернут датчик аварийного давления масла. В верхней части корпуса есть отверстие, в которое ввернут датчик указателя давления масла (у двигателей ЗМЗ-402 и -4021 автомобилей «Волга» отверстие закрыто пробкой, а датчик указателя давления масла ввернут в главную масляную магистраль). В верхней части корпуса имеется бобышка для присоединения трубки подвода масла к фильтру от масляного насоса. Корпус фильтра закрывается алюминиевой крышкой, которая крепится к центральному стержню колпачковой гайкой. В проточке крышки заложена резиновая уплотнительная прокладка. Гайка крышки уплотняется фибровой прокладкой.

Фильтрующий элемент сменный, надевается на центральный полый стержень. Сверху фильтрующий элемент уплотнен прокладкой, а снизу прокладкой с пружинной.

Для очистки масло поступает в корпус фильтра по трубке из масляного насоса. Просачиваясь через поры фильтрующего элемента к центральному стержню, масло проходит через отверстия внутрь стержня и через канал в привалочной плоскости нагнетается в главную масляную магистраль.



При чистом фильтрующем элементе перепад давлений за счет сопротивления перед фильтрующим элементом и внутри стержня составляет 10...20 кПа (0,1 ...0,2 кгс/см<sup>2</sup>). При этом все масло проходит через фильтрующий элемент, как показано на схеме условными стрелками. По мере засорения фильтрующего элемента увеличивается сопротивление проходу масла. Когда перепад давления на фильтре достигнет величины 70... 90 кПа (0,7... 0,9 кгс/см<sup>2</sup>), а для двигателей ЗМЗ-402 и -4021 автомобилей «Волга» 60...70 кПа (0,6...0,7 кгс/см<sup>2</sup>), открывается перепускной клапан и масло, минуя фильтрующий элемент, поступает внутрь центрального стержня, а оттуда в главную масляную магистраль картера двигателя.

Фильтры 2101С-1012005-РК-1 тонкой очистки масла с двумя фильтрующими элементами устанавливаются на двигателях ЗИЛ- 645 автомобилей ЗИЛ-433100.

Очистка масла от механических примесей происходит при продавливании его через поры бумажного фильтрующего элемента. При засорении элемента возрастает сопротивление продавливанию масла и, если перепад давления в магистрали до и после фильтра достигает 0,25...0,30 МПа (2,5...3,0 кгс/см<sup>2</sup>), что происходит при чрезмерном загрязнении элементов фильтра и при повышении вязкости масла, открывается перепускной клапан. В этом случае масло нагнетается в главную масляную магистраль, минуя фильтр. Это предохраняет подшипники двигателя и другие трущиеся поверхности от перегрева из-за недостатка смазки и, как следствие, от повышенного износа и выхода из строя.

Следует помнить, что подача в двигатель неочищенного масла с наличием крупных механических частиц неблагоприятно сказывается на работе трущихся поверхностей, вызывая задиры и глубокие риски. При срабатывании перепускного клапана замыкаются контакты датчика засоренности фильтра, и на щитке приборов загорается лампочка. Свечение лампочки допустимо при пуске холодного двигателя, при холодном масле и при прогреве. В других случаях необходимо заменить фильтрующие элементы. Своевременное обслуживание масляного фильтра и применение рекомендуемых сортов масел в условиях низких температур исключают длительную подачу неочищен-

ного масла в двигатель, а значит, предохраняет его от преждевременного износа и выхода из строя.

Фильтр имеет корпус, закрытый крышкой. Внутри корпуса на крышке располагается фланец, в который на резьбе, ввернута резьбовая муфта-болт. Этой же муфтой-болтом фильтр крепится и на бобышке главной масляной магистрали. Для предотвращения протекания масла между корпусом и крышкой укладывается резиновая уплотнительная прокладка из бензомаслостойкой резины. Такая же прокладка ставится между крышкой корпуса и картером двигателя. Внутри корпуса находится фильтрующий бумажный элемент с перепускным клапаном, нагруженным пружиной. Перепускной клапан имеет собственный фильтрующий элемент. Чтобы масло не миновало фильтр, под фильтром установлена пружина, поджимающая элемент к корпусу. Нижняя часть фильтрующего элемента уплотняется специальной чашкой. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан и датчик указателя засоренности фильтрующего элемента.

Фильтр работает следующим образом. Масло из масляного насоса под давлением поступает внутрь корпуса масляного фильтра. Через входные отверстия в крышке, а затем через отверстие во фланце масло попадает в кольцевую полость между корпусом и фильтрующим элементом. Масло продавливается через фильтрующий элемент, очищается от механических примесей, проходит внутрь муфты-болта и нагнетается в главную масляную магистраль. При сильном загрязнении фильтрующего элемента, а также при запуске холодного двигателя масло не может проходить через фильтрующий элемент. В этом случае под давлением масла открывается перепускной клапан и масло через фильтр перепускного клапана поступает внутрь муфты-болта и далее в главную масляную магистраль. Вытекание масла из фильтра при неработающем двигателе предотвращается противодренажным клапаном и прокладкой.

Фильтрующий элемент, фильтрующий элемент перепускного клапана и резиновые прокладки, необходимо менять через 10 тыс. км пробега.

*Полнопоточные неразборные фильтры с перепускным и противодренажным клапанами* устанавливаются на двигателях автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и -11113.

Полнопоточные фильтры тонкой очистки масла центробежного типа (центрифуги). На двигателях ЗИЛ-5301 и всех его модификациях, а также ЗИЛ-508.10 вместо масляных фильтров со сменными картонными фильтрующими элементами применяются только такие фильтры.

На двигателях ЗИЛ-645 автомобилей ЗИЛ-433100 и на двигателях ЯМЗ-740 автомобилей КамАЗ центрифуги включены в смазочную систему параллельно с фильтрами со сменными фильтрующими элементами, и через них проходит примерно 15... 20 % масла от количества, нагнетаемого в главную масляную магистраль.

Преимущество центрифуг по сравнению с фильтрами со сменными фильтрующими элементами состоит в отсутствии сменных элементов, высокой фильтрующей способности при малом сопротивлении фильтра, небольших размерах. Недостатком центрифуг является резкое ухудшение фильтрации масла при понижении его температуры и повышении вязкости, а также снижение качества масла в результате отделения присадок вместе с примесями.

*Центробежный маслоочиститель с активным приводом ротора* двигателя ЗИЛ-645 предназначен для очистки масла от механических примесей и продуктов окисления и осмоления.

Основной частью центрифуги является корпус, который болтами крепится к правой передней части блока цилиндров. На оси маслоочистителя на шариковом опорном подшипнике установлен ротор. Ротор имеет колпачковую крышку, которая уплотняется на оси при помощи прокладки и шайбы. Ротор с его деталями закрывается колпаком корпуса. Центрифуга снабжена отсечным и сливным клапанами.

Масло из картера двигателя подается в центробежной маслоочиститель радиаторной секцией масляного насоса. Из щели, расположенной у основания оси, выбрасывается струя масла. Ротор маслоочистителя под действием этой струи вращается на радиальном шарикоподшипнике, который для исключения осевого перемещения закреплен на оси и в роторе.

Под действием центробежных сил механические частицы, находящиеся в масле, отбрасываются к внутренней цилиндрической поверхности крышки ротора и оседают на ней, образуя плотный осадок.

#### Масляные радиаторы

Масляные радиаторы предназначаются для охлаждения масла в двигателе и устанавливаются перед радиатором системы охлаждения двигателя, чтобы сердцевина масляного радиатора хорошо обдувалась воздухом. Сердцевины масляных радиаторов могут быть трубчатыми с наваренными ребрами или трубчато-пластинчатыми.

Трубчато-пластинчатый радиатор смазочной системы автомобиля «Волга» ГАЗ-3Ю29 состоит из двух бачков, между которыми находится сердцевина, изготовленная из плоских трубок. Для увеличения площади охлаждения трубки помещены в поперечные пластины. Масло подводится из главной масляной магистрали по подводящему шлангу. Радиатор управляется краном. Чтобы включить радиатор в работу, нужно повернуть ручку крана так, чтобы она была параллельна шлангу. Охлажденное масло по шлангу стекает в поддон картера двигателя. Радиатор снабжен штуцером с предохранительным (ограничительным) клапаном 6. При включенном радиаторе и нормальном давлении в системе масло отодвигает шарик, сжимая пружину, и через открытый клапан проходит в радиатор. Если давление в системе ниже 90 кПа ( $0,9 \text{ кгс/см}^2$ ), пружина прижмет шарик к седлу и перекроет доступ масла в радиатор. У двигателей автомобилей ЗИЛ-5301 и всех модификаций радиатор выполнен в виде змеевика, который располагается последовательно между масляным насосом и главной масляной магистралью. Следовательно, все масло, перекачиваемое насосом, проходит предварительно через радиатор и только потом поступает в главную масляную магистраль.

#### Вентиляция картера двигателя

Во время такта сжатия в картер прорывается горячая смесь, которая, оказавшись в более холодном картере, конденсируется в жидкий бензин, выпадает в масло и разжижает его. При рабочем ходе и при такте выпуска в картер прорываются отработавшие газы, несущие с собой твердые частицы копоти.

Выпадая в масло, копоть загрязняет его. Масло, разжиженное бензином и загрязненное копотью, быстрее стареет, его необходимо более тщательно фильтровать и чаще заменять. Кроме того, нельзя допускать, чтобы отработавшие картерные газы выходили в подкапотное пространство, а оттуда в кабину водителя или в пассажирский салон, так как они содержат большое количество вредных для здоровья человека веществ.

Вентиляция картера двигателя может производиться путем отсоса картерных газов непосредственно в атмосферу (открытая система вентиляции на современных двигателях применяется редко) или в камеры сгорания цилиндров, где и происходит их дожигание (закрытая система вентиляции).

Открытая вентиляция картера двигателя применяется на двигателях автомобилей ГАЗ-24, -53А, -66 и некоторых других.

При естественной вентиляции картера с сапуном лабиринтного типа в двигателях ЯМЗ-740 и -7401 отработавшие газы из картера отсасываются за счет разрежения, которое создается во время движения автомобиля около конца вытяжной трубки. При прохождении через сапун картерным газам приходится несколько раз резко изменять направление своего движения, и за счет этого происходит отделение масла от газов. Масло затем стекает в картер двигателя.

Закрытая вентиляция картера с отсосом картерных газов в выпускную трубу применяется на двигателях ЗИЛ-508.10. У этих двигателей картерное пространство через маслоуловитель, клапан и трубку вентиляции картера соединяется с впускной трубой двигателя. Во впускной трубе у работающего двигателя всегда бывает разрежение, и оно через трубку вентиляции картера, клапан и маслоуловитель передается в картер, а из картера обратным путем идут картерные газы. Из впускной трубы картерные газы через впускные клапаны вместе с горючей смесью поступают в цилиндры, где происходит их догорание, затем они удаляются в атмосферу через выпускной тракт.

Количество отсасываемых газов регулируется посредством клапана. Клапан состоит из штуцера, внутри которого имеются шарик и пружина. Пружина опускает шарик вниз, но он не перекрывает канала, и газы свободно выходят из картера во впускную трубу.

Интенсивность отсоса картерных газов зависит от величины разрежения во впускной трубе, которое, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала и степени открытия дроссельных заслонок в карбюраторе. Наибольшее разрежение бывает при работе двигателя на малых оборотах холостого хода. В это время количество отсасываемых газов будет очень большое. Картерные газы отсасываются во впускную трубу ниже карбюратора, следовательно, они не участвуют в приготовлении горючей смеси, а значит, чем больше во впускную трубу поступит газов из картера, тем меньше поступит горючей смеси. Это приведет к обеднению горючей смеси, и двигатель не сможет работать на малых оборотах.

При работе двигателя на средних и больших оборотах разрежение во впускной трубе сравнительно небольшое. Клапан 3 открыт, и отработавшие газы свободно поступают из картера во впускную трубу. При переводе двигателя на малые обороты за счет закрытия дроссельных заслонок во впускной трубе создается очень большое разрежение и из картера во впускную трубу устремляется сильный поток газов. Под напором этих газов шарик поднимается, сжимая пружину, и перекрывает канал отсоса картерных газов. Поскольку витки пружины не позволяют шарикуну лечь на свое седло, а сами витки не обеспечивают герметичности, то через эти неплотности при работе двигателя на малых оборотах будет происходить вентиляция, но ее интенсивность будет небольшой.

В случае появления разрежения в картере двигателя за счет вентиляции в картер начнет поступать атмосферный воздух через воздушный фильтр вентиляции картера. Этот воздух, имея больший удельный вес, чем картерные газы, будет опускаться к уровню масла, вытесняя картерные газы, которые будут удаляться в систему вентиляции. Отделение масляной пыли от газов происходит в маслоуловителе, из которого оно стекает в поддон картера.

Закрывая, принудительная, вентиляция картера, за счет разрежения во впускной трубе и в воздушном фильтре применяется в двигателях легковых автомобилей.

При расположении распределительного вала на головке блока цилиндров отсос картерных газов происходит через

нижний вытяжной шланг, который соединяет патрубки вытяжного шланга на картере и на крышке головки блока цилиндров. Пространство под крышкой головки сообщается через верхний вытяжной шланг с полостью разрежения воздушного фильтра, а через шланг отвода картерных газов в задрессельное пространство карбюратора — с корпусом дроссельных заслонок карбюратора и впускной трубой.

При работе двигателя на холостом ходу и малых нагрузках газы из картера отсасываются через шланг и калиброванное отверстие карбюратора во впускную трубу двигателя, а затем поступают в цилиндры двигателя.

При полных нагрузках дроссельные заслонки открыты полностью, и разрежение около отверстия вентиляции картера невелико, — указатель уровня масла; — направление движения картерных газов поэтому отсос картерных газов будет происходить через верхний вытяжной шланг в воздушный фильтр двигателя. При остальных режимах работы двигателя отсос картерных газов происходит через воздушный фильтр и калиброванное отверстие карбюратора. Задержание масляной пыли осуществляется маслоотделителем и фильтрующим элементом маслоотделителя. Поступление чистого воздуха в картер происходит через маслозаливную горловину, закрытую крышкой.

Вентиляция картера двигателя с нижним расположением распределительного вала осуществляется так же, но только газы проходят из картера в полость под крышку головки блока цилиндров по каналам, в которых находятся штанги газораспределительного механизма.

*При закрытой, принудительной, вентиляции картера за счет разрежения во впускной трубе (двигатели ЗМЗ-4061 и -4063) маслоотделитель размещен в крышке головки блока цилиндров.*

При работе двигателя на холостом ходу и малых нагрузках газы из картера отсасываются через малую ветвь в корпус карбюратора, в первичную камеру. Картерные газы через маслоотделитель поступают под крышку клапанов, оттуда, через калиброванное отверстие вентиляции картера в карбюраторе, в корпус дроссельной заслонки, где смешиваются с горючей смесью и подаются в цилиндры двигателя.

На полных нагрузках картерные газы поступают в воздушный фильтр двигателя, а оттуда в карбюратор и далее через впускную трубу в цилиндры двигателя. На остальных режимах работают обе ветви совместно.

## Глава 7

### СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

#### Виды горючей смеси

Система питания карбюраторных двигателей служит для приготовления горючей смеси из паров бензина и воздуха. Горючая смесь составляется из определенного количества бензина и воздуха. Для образования горючей смеси бензин должен находиться в парообразном состоянии, так как жидкий бензин гореть не может.

Различают три вида смеси бензина с воздухом:

горючая смесь — смесь паров бензина с воздухом;

рабочая смесь — смесь, которая образуется в результате смешивания горючей смеси с остаточными отработавшими газами внутри цилиндров двигателя;

эмульсия — смесь жидкого бензина с воздухом. Такая смесь образуется в каналах карбюратора.

#### Топливо для карбюраторных двигателей

Основным топливом для карбюраторных автомобильных двигателей служит бензин. Основными свойствами бензина являются испаряемость, теплотворная способность и антидетонационная стойкость.

*Антидетонационная стойкость* является очень важным свойством бензина и определяет возможную степень сжатия двигателя. *Детонация* — это взрывное сгорание рабочей смеси в камере сгорания. При нормальном сгорании фронт пламени распространяется со скоростью 20...40 м/с, а давление в цилиндре составляет 3...4 МПа (30...40 кгс/см<sup>2</sup>). При детонации скорость распространения горения достигает 2500 м/с, а давление — 10... 15 МПа (100... 150 кгс/см<sup>2</sup>).

Причиной возникновения детонации рабочей смеси мо-



жет быть применение низкооктанового топлива, сильный перегрев двигателя, перегрузка, установка раннего зажигания. Детонацию можно устранить путем уменьшения подачи топлива или переходом на более низкие передачи.

При детонационном сгорании смеси в двигателе слышны резкие металлические стуки и звон, объясняемые ударами волн высокого давления о стенки камер сгорания, цилиндров и днищ поршней и возникновением вибрации в деталях. При детонации рабочей смеси под действием очень больших давлений на днище поршней создаются ударные нагрузки и начинают стучать поршневые пальцы, поршневые кольца в канавках, поршни о зеркало цилиндров, коренные и шатунные подшипники. Вибрируют все детали двигателя. При детонации наблюдается дымный выпуск с искрами вследствие неполного сгорания топлива и закипания воды в системе охлаждения из-за усиленной теплоотдачи стенкам камер сгорания и цилиндрам. В результате резко снижаются мощность и экономичность двигателя. Длительная работа при детонационном сгорании может привести не только к повышенному износу деталей двигателя, но и к их поломке или образованию крупных дефектов в виде трещин и изгиба деталей с последующим их разрушением.

Показателем, характеризующим антидетонационные свойства бензина, является его *октановое число*. Чем больше октановое число бензина, тем меньше он детонирует и тем большая степень сжатия может быть принята для двигателя.

Для повышения октанового числа и уменьшения опасности возникновения детонации в двигателях, имеющих повышенные степени сжатия, к бензину подмешивают *антидетонаторы*. Наиболее сильным антидетонатором является этиловая жидкость, которую добавляют к бензину в объеме не более 1,5...3,0 мл на 1 л бензина. Этилированные бензины ядовиты, поэтому обращаться с ними нужно осторожно.

Детонационная стойкость определяется на специальном двигателе с использованием чистых углеводородов изооктана и гептана. Октановое число изооктана условно равно 100, а у нормального гептана стойкость принимают равной нулю. На двигателе определяют моменты детонации используемого топлива, а затем из изооктана и нормального гептана подбирают

такую смесь, которая будет детонировать так же, как и испытуемое топливо. Процент содержания изооктана в этой смеси и дает октановое число испытуемого бензина.

Промышленность вырабатывает бензины марок А-72, -76, -80, -92, -91, АИ-93, -95 и -98 «Экстра». Бензины А-72 и АИ-93 этилированные. Автомобильные бензины АИ-91, -95 и -98 «Экстра» выпускаются только неэтилированными. Остальные могут быть как этилированными, так и неэтилированными.

В настоящее время на автомобилях в основном применяются бензины А-76, АИ-91, В-92, АИ-93, -95 и -98 «Экстра». Буква А в маркировке означает, что бензин автомобильный. Цифры показывают октановое число. Чем выше октановое число, тем больше стойкость бензина к детонации. Буква И указывает, что октановое число определено исследовательским способом. У остальных бензинов октановое число определяется по моторному методу.

#### Смесеобразование и составы горючих смесей

Процесс смесеобразования заключается в смешивании паров бензина с воздухом. Количество воздуха должно быть строго определенным, в противном случае получить нормальную работу двигателя невозможно.

Приготовленная горючая смесь должна удовлетворять следующим требованиям:

в цилиндрах двигателя смесь должна сгорать за очень короткий отрезок времени, измеряемый тысячными долями секунды. Это обеспечивает максимальное давление газов на днище поршня, а следовательно, максимальную работу от расширения газов;

сгорание бензинов в смеси должно происходить как можно полнее. Это будет способствовать повышению использования теплоты, превращаемой в механическую работу, и улучшению экономических показателей работы двигателя.

Рабочая смесь будет быстро сгорать при условии, что бензин с воздухом смешивается в строго определенной пропорции, обеспечивается очень мелкое распыление и быстрое испарение бензина в воздухе и хорошее их перемешивание. При этом каждая мельчайшая частица топлива будет окружена кислородом в требуемом количестве, что и обеспечит быстрое одновременное и полное сгорание всей смеси.

В зависимости от содержания воздуха и бензина различают следующие виды смесей: нормальная, обогащенная, богатая, обедненная и бедная.

*Нормальная*, или теоретическая, — это такая смесь, в которой на 1 кг бензина приходится 14,95 кг воздуха (округленно считается 15 кг). Теоретически определено, что для полного сгорания одного килограмма бензина требуется именно такое количество воздуха. На такой смеси двигатель работает устойчиво, расход топлива наименьший, но двигатель не может развивать наибольшую мощность. После сгорания такой смеси в отработавших газах не обнаруживается ни паров бензина, ни кислорода воздуха.

*Обогащенная* — это такая смесь, в которой на 1 кг бензина приходится 13... 15 кг воздуха. В такой смеси воздуха недостаточно для сгорания всего бензина и около 20 % бензина будет выбрасываться в атмосферу. Скорость сгорания обогащенной смеси возрастает, за счет этого давление газов в цилиндре к началу рабочего хода поршня увеличивается. Поэтому при работе на обогащенной смеси двигатель развивает наибольшую мощность, но экономичность снижается, так как работа сопровождается повышенным расходом топлива.

*Богатой* называется смесь, в которой на 1 кг бензина будет менее 13 кг воздуха. В такой смеси воздуха недостаточно и бензин сгорает не полностью, что вызывает снижение мощности двигателя при значительном расходе топлива. Часть несгоревших частиц топлива в виде копоти оседает внутри цилиндров на стенках камер сгорания, днищах поршней и головках клапанов, а остальные выбрасываются в выпускной трубопровод и через глушитель выходят в атмосферу в виде черного дыма. В результате догорания несгоревшего топлива в глушителе образуются хлопки и выстрелы, что и является внешним признаком переобогащения горючей смеси. Если на 1 кг бензина будет приходится менее 5 кг воздуха, то такая смесь вообще не воспламенится, так как частицы топлива не окружены частицами воздуха.

*Обедненной* называется смесь, когда на 1 кг топлива приходится 16,5 кг воздуха. При сгорании такой смеси в отработавших газах не остается паров бензина, но будут остатки несгоревшего

кислорода. При работе на такой смеси двигатель не может развивать максимальной мощности вследствие замедления скорости сгорания топлива, но экономичность работы значительно повышается, так как расходуется меньшее количество топлива.

*Бедной* называется смесь, у которой на 1 кг бензина приходится более 16,5 кг воздуха. Из-за удаленности частиц бензина в воздухе смесь горит медленно, давление сгорающих газов в цилиндре двигателя понижается. Вследствие медленного горения смеси большая часть теплоты поглощается стенками цилиндров и окружающей их охлаждающей жидкостью, что вызывает перегрев двигателя. Двигатель на бедной смеси работает неустойчиво, мощность его падает, и сильно возрастает удельный расход топлива (расход топлива на единицу мощности). Работа на бедной смеси сопровождается обратными вспышками в карбюраторе — «чиханием», так как пламя медленно догорающей в цилиндре смеси при открытии впускного клапана перебрасывается во впускной трубопровод, воспламеняя идущую по нему свежую смесь.

Если количество воздуха в смеси превышает 21 кг на 1 кг бензина, то такая смесь вообще не воспламеняется.

Итак, рассмотрение свойств различных составов горючей смеси показало:

если двигатель по условиям работы не должен развивать полной мощности (при средних нагрузках), самой выгодной является обедненная смесь, так как расход топлива при этом значительно снижается. Получающееся при этом некоторое снижение мощности двигателя при работе его с неполной нагрузкой значения не имеет;

при больших нагрузках целесообразно работать на обогащенной смеси, так как двигатель при этом развивает наибольшую мощность, но увеличивается расход топлива из-за неполноты его сгорания;

работа на бедной или богатой смеси вызывает перегрев двигателя и снижение мощности и экономичности, поэтому не целесообразна.

Общее устройство и схема работы системы питания

*Системой питания* называется совокупность приборов и устройств, обеспечивающих подачу топлива и воздуха к цилин-

драм двигателя и отвод от цилиндров отработавших газов. Система питания служит для приготовления горючей смеси, необходимой для работы двигателя.

*Горючей* называется смесь топлива и воздуха в определенных пропорциях. Двигатели автомобилей работают на рабочей смеси. *Рабочей* называется смесь топлива, воздуха и отработавших газов, образующаяся в цилиндрах при работе двигателя.

В зависимости от места и способа приготовления горючей смеси двигателя автомобилей могут иметь различные системы питания.

Система питания с приготовлением горючей смеси в специальном приборе — карбюраторе применяется в бензиновых двигателях, которые называются *карбюраторными*. Для приготовления горючей смеси в карбюраторе используется пульверизационный способ. Полученная горючая смесь поступает в цилиндры двигателя.

В систему питания большинства двигателей входят топливный бак, фильтр-отстойник, карбюратор, воздушный фильтр (воздухоочиститель), топливный насос, рукоятка управления воздушной заслонкой, рукоятка управления дроссельными заслонками, педаль подачи топлива, выпускные трубы, трубы глушителя, глушитель.

Во время работы двигателя топливный насос перекачивает бензин из топливного бака через фильтр-отстойник по трубопроводам. В фильтре-отстойнике происходит очистка бензина от крупных механических частиц и воды. Затем бензин проходит через фильтр тонкой очистки, где из него удаляются мельчайшие механические частицы, и поступает в карбюратор. Под действием разрежения, которое при такте впуска создается в цилиндрах двигателя и передается в смесительные камеры карбюратора, из распылителей начинает выходить бензин. Одновременно из воздушного фильтра в карбюратор поступает очищенный воздух. В карбюраторе происходит распыление и испарение бензина, а также смешивание бензина с воздухом. Образовавшаяся горючая смесь через впускной трубопровод и впускные клапаны поступает в цилиндры двигателя. Газы, образовавшиеся после быстрого сгорания рабочей смеси в цилиндре, расширяются, давят на днище поршня, и поршень опуска-

ется, совершая рабочий ход. После рабочего хода отработавшие газы последовательно проходят выпускные клапаны и выпускные трубы, приемные трубы глушителя, глушитель, выпускную трубу глушителя и выбрасываются в атмосферу.

#### Простейший карбюратор

Процесс приготовления горючей смеси из паров бензина и воздуха называется *карбюрацией*, а прибор, в котором происходит процесс приготовления горючей смеси, называется *карбюратором*.

Принцип работы карбюратора аналогичен принципу работы пульверизатора. Простейший карбюратор состоит из поплавковой камеры с поплавком и игольчатым клапаном. Поплавковая камера предназначена для поддержания определенного уровня топлива на выходе в смесительную камеру, где и происходит смешивание мелкораспыленного бензина с воздухом. Бензин выходит в смесительную камеру через жиклер и распылитель. *Жиклер* — это калиброванное отверстие, которое может пропустить строго определенное количество бензина. В карбюраторах устанавливаются и воздушные жиклеры, предназначенные для пропуска определенного количества воздуха. Распылитель необходим для подачи бензина в смесительную камеру. Для обеспечения пульверизации бензина воздух за счет разрежения должен проходить с большой скоростью. Для ускорения движения воздуха, а следовательно, для поступления необходимого количества бензина служит диффузор. Для предотвращения произвольного вытекания бензина при перекосах двигателя выход из распылителя должен быть на 2...3 мм выше уровня бензина в поплавковой камере.

Топливо в поплавковую камеру подводится через трубопровод и игольчатый клапан. При повышении уровня топлива в поплавковой камере поплавок всплывает, поднимая клапан. Когда топливо достигает определенного уровня, клапан закрывает седло и перекрывает поступление бензина внутрь поплавковой камеры. Для регулирования количества смеси, направляемой в цилиндры двигателя, служит дроссельная заслонка. С увеличением ее открытия увеличивается количество подаваемой в цилиндр двигателя горючей смеси, а следовательно, увеличивается частота вращения коленчатого вала и развиваемая двигателем мощность.

Карбюратор работает следующим образом. При такте впуска, когда поршень движется от ВМТ к НМТ, в цилиндре создается разрежение, передающееся через впускную трубу в смесительную камеру карбюратора. Одновременно в смесительную камеру поступают очищенный воздух из воздушного фильтра и бензин из поплавковой камеры через жиклер и распылитель. В диффузоре происходит их смешивание. Под действием быстрого движения воздуха бензин разбивается на мелкие капли, которые испаряются и смешиваются в виде паров с воздухом. Разрежение в диффузоре зависит от степени открытия дроссельной заслонки. Чем больше открыта дроссельная заслонка, тем сильнее будет разрежение в диффузоре и больше будет истекать топлива. Если дроссельную заслонку прикрыть, то разрежение в диффузоре уменьшится, и уменьшится истечение бензина из поплавковой камеры.

Процесс перемешивания мелкораспыленного топлива с воздухом (образование горючей смеси) начинается в момент поступления его из распылителя в диффузор и продолжается при движении смеси по карбюратору, впускному трубопроводу и в самих цилиндрах.

Если часть топлива испариться не успевает, то оно через зазоры между поршнем и цилиндром стекает в поддон картера двигателя. Интенсивное перемешивание горючей смеси с воздухом происходит в щели между выпускным клапаном и его седлом. Заканчивается процесс смесеобразования в цилиндре двигателя при такте сжатия. Для поддержания атмосферного давления внутри поплавковой камеры в крышке карбюратора имеется вентиляционное отверстие.

Элементарный карбюратор имеет только один топливный жиклер, который может пропускать определенное количество бензина. Если установить жиклер с расчетом подачи топлива на максимальные обороты коленчатого вала, то при переходе на минимальные обороты в цилиндры двигателя будет подаваться очень богатая смесь, которая гореть не может. Если же установить жиклер с расчетом подачи топлива на малые обороты, то на больших оборотах двигатель работать не сможет из-за сильного обеднения смеси.

Таким образом, простейший карбюратор имеет следующие недостатки:

из-за отсутствия специального обогатительного устройства не позволяет запустить холодный двигатель;

при прикрытой дроссельной заслонке (работа двигателя на малых оборотах) не может подавать в цилиндр необходимое количество бензина;

не обеспечивает работу двигателя при резком открытии дроссельной заслонки;

не обеспечивает необходимого обогащения смеси при работе двигателя на полных нагрузках.

Для обеспечения нормальной работы на различных режимах в современных карбюраторах имеются дополнительные устройства:

пусковое устройство, предназначенное для приготовления горючей смеси богатого состава при запуске холодного двигателя;

система холостого хода, позволяющая двигателю работать с малыми нагрузками;

главная дозирующая система, которая должна поддерживать работу двигателя на средних режимах, приготавливая горючую смесь обедненного состава;

экономайзер или эконостат для обогащения горючей смеси с целью получения от двигателя полной мощности;

ускорительный насос для обеспечения принудительного впрыска топлива при резком открытии дроссельной заслонки.

Пусковое устройство карбюратора. При запуске холодного двигателя бензин испаряется медленно, и к моменту попадания его в камеру сгорания из него успевают испариться только самые легкие фракции. Для того чтобы к моменту подачи электрической искры в камеру сгорания было бы достаточно испарившихся легких фракций, необходимо приготавливать смесь очень богатого состава. Для этого карбюратор должен иметь специальное пусковое устройство.

Пусковое устройство карбюратора состоит из воздушной заслонки и автоматического воздушного клапана. Управляют воздушной заслонкой из кабины водителя при помощи кнопки, соединенной гибкой тягой с рычажной системой управления воздушной заслонкой. При запуске холодного двигателя воздушную заслонку закрывают. Дроссельная заслонка при этом



автоматически слегка приоткрывается, и оба выходных отверстия, нижнее и верхнее, системы холостого хода оказываются ниже дроссельной заслонки. Разрежение, которое создается в цилиндрах двигателя, передается в карбюратор. При закрытой воздушной заслонке разрежение будет создаваться ниже дроссельной заслонки у выходных отверстий системы холостого хода, а также в диффузоре около распылителя главной дозирующей системы. Топливо частично идет через главный топливный жиклер 4 и через распылитель впрыскивается в диффузор, а частично поступает в канал системы холостого хода, проходит через топливный жиклер холостого хода и впрыскивается в диффузор. Из воздушного жиклера к топливу подмешивается воздух. Образовавшаяся эмульсия через выходные отверстия фонтанирует в задроссельное пространство смесительной камеры, где к нему подмешивается топливо, поступившее из распылителя. Все это топливо распыляется, испаряется и идет в цилиндр двигателя. Смесь по составу богатая. Количество воздуха, поступающего в смесительную камеру, дозируется автоматическим воздушным клапаном. В зависимости от величины разрежения под воздушной заслонкой и атмосферного давления клапан открывается на большую или меньшую величину, пропуская больше или меньше воздуха.

Система холостого хода prepares состав горючей смеси, требующийся для работы двигателя с малым числом оборотов. Двигатель при этом работает без нагрузки на холостом ходу.

Система холостого хода карбюратора состоит из топливного жиклера холостого хода, через который топливо поступает в колодец. Туда же через воздушный жиклер холостого хода поступает воздух.

В колодце они смешиваются и уже в виде эмульсии поступают по эмульсионному каналу холостого хода к выходным отверстиям холостого хода. При работе двигателя на малых оборотах холостого хода дроссельная заслонка закрыта полностью, но все же между ее кромками и корпусом дроссельной заслонки остаются небольшие щели для прохода воздуха. При таком положении дроссельной заслонки верхнее выходное отверстие оказывается выше заслонки, а нижнее ниже. Около верхнего отверстия в смесительной камере давление будет ат-

мосферное или близкое к нему. Нижнее выходное отверстие системы холостого хода находится ниже дроссельной заслонки в зоне сильного разрежения, за счет которого топливо и поступает в каналы через жиклеры. Внутри каналов во время движения эмульсии создается разрежение. Поэтому, когда эмульсия проходит около верхнего выходного отверстия, в нее дополнительно подмешивается воздух. Проходя далее, эмульсия фонтанирует через нижнее отверстие в задрроссельное пространство смесительной камеры, захватывается потоком воздуха, который проходит в щели между кромками дроссельной заслонки и корпусом, распыляется, испаряется и поступает в цилиндры двигателя. Смесь по составу будет обогащенная.

При закрытой дроссельной заслонке разрежение в диффузоре около распылителя главной дозирующей системы будет настолько мало, что топливо через эту систему поступать в смесительную камеру не будет.

При небольшом открытии дроссельной заслонки верхнее выходное отверстие перекрывается ее краем, и воздух через это отверстие в эмульсионных каналах поступать больше не будет, за счет чего увеличивается истечение топлива через нижнее отверстие. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки оба отверстия оказываются в задрроссельном пространстве, и эмульсия теперь будет выходить через оба эти отверстия. Таким образом, по мере открытия заслонки количество топлива, подаваемого системой холостого хода, постепенно возрастает, что и способствует плавному переходу на другие режимы работы двигателя. Количество поступающего топлива, т. е. качество смеси, регулируют винтом холостого хода. При заворачивании винта смесь становится беднее, а при отворачивании — богаче.

Число оборотов коленчатого вала при работе двигателя без нагрузки на холостом ходу регулируют прикрытием дроссельной заслонки при помощи ограничительного упорного винта на рычаге ее оси.

В некоторых карбюраторах качество смеси регулируется винтом (иглой), изменяющим сечение воздушного канала. При заворачивании винта разрежение в канале возрастает и топливо поступает в большем количестве — смесь обогащается, при отворачивании винта разрежение уменьшается и смесь обедняется.

Главная дозирующая система. Для экономичной работы двигателя при средних нагрузках карбюратор должен готовить слегка обедненную смесь примерно постоянного состава при разной величине открытия дроссельной заслонки. Это называется *компенсацией* смеси и в современных карбюраторах осуществляется пневматическим торможением топлива.

Компенсация смеси пневматическим торможением топлива получила наибольшее распространение благодаря простоте со ответствующих устройств и надежности действия.

В карбюраторах с компенсацией смеси данным методом главная дозирующая система включает только главный жиклер с распылителем. Рядом с распылителем располагается колодец, в котором помещена эмульсионная трубка с отверстиями, расположенными ниже уровня топлива в поплавковой камере карбюратора. На верхнем конце эмульсионной трубки устроен воздушный жиклер. По мере увеличения открытия дроссельной заслонки и увеличения разрежения в диффузоре количество топлива, поступающего через главный жиклер, так же как в простейшем карбюраторе, стремится увеличиться непропорционально количеству воздуха, проходящего через диффузор, вызывая обогащение смеси. Однако этому препятствует воздух, поступающий в распылитель через воздушный жиклер и боковые отверстия в эмульсионной трубке.

Чем больше открывается дроссельная заслонка и возрастает разрежение в диффузоре, тем больше расход топлива из распылителя, и уровень его снижается. Вследствие этого открывается все большее количество боковых отверстий в эмульсионной трубке, и воздух, поступая в колодец через воздушный жиклер, притормаживает истечение топлива из жиклера.

Таким образом, воздух, поступающий в распылитель, регулирует разрежение перед жиклером так, что через жиклер проходит только количество топлива, необходимое для получения смеси требуемого состава.

Такой способ компенсации смеси обеспечивает предварительное эмульгирование топлива воздухом в распылителе, что улучшает процесс смесеобразования в карбюраторе.

Экономайзер. Главная дозирующая система может готовить только обедненную горючую смесь, а для получения от

двигателя полной мощности необходима обогащенная смесь. Для обогащения горючей смеси при полной нагрузке двигателя служат экономайзеры. Они могут иметь механический или пневматический привод.

На современных карбюраторах применяются экономайзеры с механическим приводом. Основными частями такого экономайзера являются клапан с пружиной и жиклер полной мощности, предназначенный для пропуска дополнительного количества топлива в смесительную камеру карбюратора. Механический привод состоит из рычага, установленного на оси дроссельной заслонки. Рычаг при помощи серьги соединяется с тягой, на которой при помощи плеча закреплен шток, расположенный над клапаном экономайзера.

При увеличении открытия дроссельной заслонки рычаг через серьгу тянет вниз тягу, а вместе с ней опускаются плечо и шток. Когда дроссельная заслонка откроется на 80...85% своего хода, шток нажмет на стержень клапана экономайзера и откроет клапан. После этого к топливу, которое поступает в смесительную камеру через главный жиклер главной дозирующей системы, начнет дополнительно поступать бензин через открытый клапан и жиклер полной мощности. Все это топливо смешивается, распыляется, испаряется и идет в цилиндр двигателя. При задействовании экономайзера приготавливается смесь обогащенного состава.

Некоторые экономайзеры имеют пневматический привод. Он состоит из камеры экономайзера, в которой находится поршень со штоком с пружиной. Пружина находится в предварительно сжатом состоянии. Надпоршневое пространство камеры экономайзера при помощи канала сообщается через отверстие с дроссельным пространством карбюратора. Когда дроссельная заслонка закрыта или открыта менее чем на 85 % своего хода, разрежение из задрросельного пространства по каналу передается в камеру экономайзера, и поршень поднимается вверх, сжимая пружину. При открытии дроссельной заслонки более чем на 85 % хода разрежение под дроссельной заслонкой и в камере экономайзера уменьшается, под действием пружины шток опускается и открывает клапан экономайзера. В результате разрежения в смесительной камере из поплавковой камеры

через клапан экономайзера и жиклер в диффузор начнет дополнительно поступать бензин, где он будет смешиваться с бензином, поступающим из главной дозирующей системы. Смесь по составу будет обогащенной.

Ускорительный насос. Водителю не всегда удается открывать дроссельные заслонки плавно. Иногда это приходится делать резко, быстро переводя работу двигателя с малых на максимальные обороты. При работе двигателя на малых оборотах топливо подается в смесительную камеру через систему холостого хода в небольшом количестве. В случае резкого открытия дроссельных заслонок разрежение около выходных отверстий системы холостого хода исчезает, переместившись в диффузоры карбюратора, и топливо начинает поступать в смесительную камеру из главной дозирующей системы. Однако с момента прекращения подачи бензина из системы холостого хода до начала подачи бензина из главной дозирующей системы топливо в цилиндры не поступает, и двигатель останавливается (глохнет).

Для предотвращения остановки двигателя необходима принудительная подача топлива в цилиндры двигателя. Для этих целей служит ускорительный насос. Он обеспечивает хорошую приемистость двигателя благодаря принудительному впрыску дополнительных порций топлива в смесительную камеру при резком открытии дроссельной заслонки. У многих карбюраторов ускорительный насос имеет общий привод с экономайзером.

Ускорительный насос состоит из цилиндра с поршнем. Поршень при помощи штока, на который надета предварительно сжатая пружина, соединен свободно с поводком. Поводок закреплен на тяге. Тяга при помощи серьги соединена с рычагом оси дроссельной заслонки. Внутри цилиндра ускорительного насоса имеется обратный шариковый клапан, который свободно пропускает топливо из поплавковой камеры внутрь цилиндра и не выпускает его обратно. Для выхода бензина из цилиндра в смесительную камеру имеется клапан и жиклер.

При резком открытии дроссельной заслонки рычаг, быстро поворачиваясь, через серьгу тянет вниз тягу. Вместе с тягой опускается поводок, который через пружину давит на поршень,

заставляя его опускаться. Опускаясь, поршень давит на бензин, который находится в цилиндре под поршнем. Шариковый клапан при этом плотно закрывается и не выпускает бензин обратно в поплавковую камеру.

Под давлением поршня бензин открывает клапан и через жиклер впрыскивается в смесительную камеру карбюратора.

Здесь он захватывается потоком воздуха, распыляется, испаряется и поступает в цилиндры двигателя, обеспечивая обогащение горючей смеси и хорошую приемистость двигателя.

Для того чтобы поршень, надавливая на топливо, не оказывал сопротивления быстрому открытию дроссельной заслонки, усилие от поводка на поршень передается через пружину, которая при этом сжимается. Затем, разжимаясь, пружина плавно опускает поршень вниз по мере расхода топлива из цилиндра. Это обеспечивает затяжную подачу бензина в смесительную камеру карбюратора.

В настоящее время на некоторых карбюраторах вместо поршневого насоса применяются насосы диафрагменного типа.

Балансировка поплавковой камеры. Чтобы бензин нормально поступал в поплавковую камеру карбюратора и выходил из нее в смесительные камеры, в поплавковой камере нужно поддерживать атмосферное или близкое к нему давление.

У простейшего карбюратора для этой цели в крышке выполнялось вентиляционное отверстие. Но при таком устройстве на качество приготовляемой горючей смеси оказывает влияние техническое состояние воздушного фильтра. В случае его загрязнения происходит произвольное обогащение горючей смеси, которое не требуется по условиям работы двигателя.

Для устранения таких последствий у современных карбюраторов поплавковая камера сообщается с атмосферой не напрямую, а через канал — с воздушным патрубком под воздушным фильтром. Крышка же закрывает поплавковую камеру герметично. При таком соединении в поплавковую камеру поступает очищенный в воздухоочистителе воздух, вследствие чего уменьшается загрязнение камеры и особенно топливных жиклеров. Кроме того, при таком соединении регулировка карбюратора и его работа меньше зависят от типа воздухоочистителя и его состояния, так как давление в смесительной и по-

плавковой камере при изменении состояния воздухоочистителя изменяется на одну и ту же величину. Такие карбюраторы называются *сбалансированными*.

На двигателях с большим числом цилиндров в целях создания наиболее благоприятных условий для поступления горючей смеси в каждый цилиндр устанавливают карбюраторы с несколькими смесительными камерами (двумя или четырьмя). При этом одна смесительная камера обслуживает питание одну группу цилиндров, а вторая — другую группу.

Карбюратор К-135М двигателя автомобиля ГАЗ-3307

Карбюратор К-135М — двухкамерный с падающим потоком и сбалансированной поплавковой камерой. Каждая смесительная камера действует независимо от другой. Правая камера карбюратора приготавливает горючую смесь для правого ряда цилиндров, левая — обслуживает левый ряд. В каждой смесительной камере имеются главные дозирующие системы и системы холостого хода. Экономайзер и ускорительный насос являются общими и подают топливо в обе смесительные камеры. Пусковое устройство также работает на обе смесительные камеры.

Система холостого хода состоит из двух воздушных жиклеров, по одному в каждой смесительной камере, и двух топливных жиклеров, от которых идут эмульсионные каналы. В каждом канале имеется по два выходных отверстия. При закрытых дроссельных заслонках верхние отверстия расположены выше заслонок. Нижние отверстия расположены ниже заслонок, и их проходное сечение регулируется винтом.

При работе двигателя на малых оборотах холостого хода дроссельные заслонки закрыты, и разрежение создается только около нижних отверстий. За счет этого топливо из поплавковой камеры через главные жиклеры по каналу поступает к топливному жиклеру. После прохода топливных жиклеров бензин смешивается с воздухом, поступающим через воздушные жиклеры, и образовавшаяся эмульсия опускается по каналам к выходным отверстиям.

Верхние отверстия находятся выше заслонок, и около них в смесительных камерах действует атмосферное давление. Под действием этого давления воздух будет дополнительно проходить в эмульсионные каналы через верхние отверстия, смеси-

ваясь с проходящей эмульсией. Затем через нижние отверстия эмульсия выходит под дроссельные заслонки, захватывается потоком воздуха, проходящим в щели между заслонками и корпусом, распыляется, испаряется и поступает в цилиндр двигателя. Полученная смесь имеет обогащенный состав.

Работа карбюратора на средних нагрузках. При увеличении открытия дроссельных заслонок верхние выходные отверстия системы холостого хода оказываются под дроссельными заслонками, и теперь около них также будет разрежение. И если при холостом ходе через эти отверстия в эмульсию добавлялся воздух, то теперь из них выходит эмульсия. В результате количество бензина, подаваемого в цилиндры двигателя, увеличивается, что необходимо для увеличения частоты вращения коленчатого вала и возрастания мощности. Одновременно разрежение начинает передаваться в малые диффузоры, в результате чего вступает в работу главная дозирующая система.

*Главная дозирующая система* состоит из двух главных топливных жиклеров (по одному в каждой смесительной камере), двух воздушных жиклеров с эмульсионными трубками, помещенными в колодцах, двух больших диффузоров и двух малых диффузоров. В малых диффузорах выполнены распылители, которые сообщают колодцы эмульсионных трубок с малыми диффузорами.

На средних нагрузках за счет разрежения в малых диффузорах топливо из поплавковой камеры проходит через главные топливные жиклеры и поступает в колодцы эмульсионных трубок. По колодцам топливо поднимается к распылителям и проходит мимо отверстий, выполненных в стенках эмульсионных трубок. Здесь к топливу подмешивается воздух из воздушных жиклеров главной дозирующей системы, создавая пневматическое торможение. Величина пневматического торможения зависит от частоты вращения коленчатого вала, величины разрежения в малых диффузорах, а следовательно, и количества истекающего топлива. Образовавшаяся эмульсия через распылители фонтанирует в малые диффузоры, захватывается потоками воздуха, распыляется, испаряется и идет в цилиндр двигателя. Смесь по составу — обедненная.

Работа карбюратора на больших нагрузках. Главная дози-



рующая система может приготовить только горючую смесь обедненного состава, при работе на которой двигатель не развивает полной мощности. Полную мощность двигатель может развивать при работе на обогащенной смеси. Для обогащения горючей смеси служит экономайзер. Экономайзер имеет механический привод. Как уже говорилось, экономайзер один, но топливо он подает в обе смесительные камеры. Основными частями экономайзера является клапан, который через канал и калиброванные распылители сообщается с большими диффузорами обеих смесительных камер. Экономайзер приводится в работу рычагом привода дроссельных заслонок, который при помощи тяги соединен с рычагами привода экономайзера и ускорительного насоса. Роликовый рычаг действует на планку привода дроссельных заслонок.

При переводе карбюратора на большие нагрузки дроссельные заслонки постепенно открываются. При этом рычаг привода дроссельных заслонок опускает тягу и толкатель клапана экономайзера. Когда дроссельные заслонки откроются на 80...85% своего хода, толкатель откроет клапан экономайзера, и дополнительно к топливу, которое подается в смесительные камеры из главной дозирующей системы, начнет поступать топливо из системы экономайзера. Оно проходит через открывшийся клапан в канал и затем через калиброванные распылители впрыскивается в большие диффузоры. На выходе из них топливо смешивается с топливом, поступающим из главной дозирующей системы, распыляется, испаряется и идет в цилиндр двигателя. Приготовленная смесь имеет обогащенный состав.

Ускорительный насос. При резком открытии дроссельных заслонок топливо подается под разрежением, поэтому карбюратор не может обеспечить нормальное обогащение смеси, и двигатель останавливается (глохнет). В таких случаях необходима принудительная подача топлива в цилиндры. Для этой цели и служит ускорительный насос.

В корпусе поплавковой камеры выполнен цилиндр. В цилиндре имеется обратный шариковый клапан, который свободно пропускает топливо внутрь цилиндра и не выпускает его обратно. В цилиндре также находится поршень со штоком и пружиной. Шток свободно соединен с планкой привода ускорителя.

тельного насоса и экономайзера. Цилиндр через канал, нагнетательный клапан и распылители сообщается с большими диффузорами обеих смесительных камер. Ускорительный насос и экономайзер имеют общий привод.

При работе двигателя на малых оборотах в цилиндре ускорительного насоса под поршнем находится некоторое количество бензина. Если резко открыть дроссельные заслонки, то рычаг привода дроссельных заслонок через тягу резко опустит планку, которая, опускаясь, сжимает пружину, а пружина давит на поршень и заставляет его опускаться. Под давлением поршня бензин из цилиндра вытесняется в канал, поднимает нагнетательный клапан ускорительного насоса и через распылители впрыскивается в большие диффузоры. Здесь он захватывается потоком воздуха, распыляется, испаряется и подается в цилиндры двигателя. Передача давления с планки на поршень через пружину необходима для плавного опускания поршня по мере расхода топлива из колодца. Это обеспечивает затяжной впрыск топлива до момента включения в работу главной дозирующей системы и экономайзера. При работе ускорительного насоса смесь резко обогащается.

Работа карбюратора при запуске холодного двигателя. Пусковое устройство карбюратора состоит из воздушной заслонки с автоматическим воздушным клапаном, осью и рычажной системой управления заслонкой. При запуске холодного двигателя воздушную заслонку закрывают. Дроссельные заслонки с помощью специальной тяги, соединяющей рычаги привода воздушной и дроссельных заслонок, слегка приоткрываются.

Поскольку воздушная заслонка закрыта, разрежение создается одновременно ниже дроссельных заслонок и в малых диффузорах. Топливо в смесительные камеры будет поступать через все выходные отверстия системы холостого хода и главную дозирующую систему. Топливо из поплавковой камеры через главные жиклеры будет одновременно поступать по колодцам эмульсионных трубок в распылители малых диффузоров и через топливные жиклеры холостого хода по эмульсионным каналам и через выходные отверстия холостого хода в смесительные камеры. Эмульгирование топлива при запуске холодного двигателя осуществляется через воздушные жикле-

ры главной дозирующей системы и воздушные жиклеры системы холостого хода. После запуска двигателя воздух в смесительные камеры проходит через автоматический воздушный клапан заслонки, который открывается за счет того, что под воздушной заслонкой будет разрежение, а над ней — давление атмосферное. В зависимости от величины разности давлений автоматический воздушный клапан открывается на большую или меньшую величину, пропуская больше или меньше воздуха. При запуске холодного двигателя смесь готовится богатого состава.

#### Карбюратор К-151

Карбюратор К-151 устанавливается на двигателях автомобилей «Волга» ГАЗ-31029, ГАЗ-2705, -3221, а также на всех двигателях автомобилей «ГАЗель». На двигателе ЗМЗ-406 устанавливается карбюратор К-151Д, но его отличие от карбюратора К-151 незначительно. Конструктивно они выполнены одинаково, а отличие заключается в размерах некоторых калиброванных отверстий.

Карбюратор К-151 — это карбюратор с падающим потоком, сбалансированной поплавковой камерой и двумя смесительными секциями — первичной и вторичной.

Запуск холодного двигателя. При запуске холодного двигателя воздушную заслонку необходимо закрыть. Дроссельная заслонка слегка приоткрывается.

Топливо из поплавковой камеры через главный топливный жиклер первичной секции поступает по каналу к эмульсионной трубке, где к нему подмешивается воздух из воздушного жиклера, и в виде эмульсии проходит через эмульсионный жиклер. Далее по каналу оно идет к выходным отверстиям, а часть — через отверстие, регулируемое винтом заводской регулировки, в корпус экономайзера принудительного холостого хода. Далее через отверстие, регулируемое винтом состава смеси, оно поступает через открытый клапан экономайзера принудительного холостого хода в смесительную камеру под дроссельной заслонкой первичной секции.

*Система отключения подачи топлива* вступает в работу на режиме принудительного хода (торможение двигателем), когда нет необходимости в подаче топлива.

Она состоит из электронного блока управления, микропереключателя, электромагнитного клапана и экономайзера принудительного холостого хода. Микропереключатель и экономайзер размещаются на карбюраторе, электромагнитный клапан — на крыле автомобиля, а блок управления — в салоне автомобиля. Электронный блок управления представляет собой электронное устройство, которое управляет положением электромагнитного клапана, в зависимости от частоты электрических импульсов, поступающих с катушки зажигания.

Система отключения подачи топлива работает следующим образом. При отпущенной педали привода дроссельных заслонок и частоте вращения коленчатого вала двигателя более определенного значения (1050 об/мин у двигателя ГАЗ-31029 и 1400 об/мин у двигателей автомобилей «ГАЗель») отключается электромагнитный клапан и прекращается подача атмосферного воздуха в экономайзер принудительного холостого хода. В результате происходит перекрытие канала холостого хода, чем обеспечивается экономия топлива и уменьшается выброс токсичных веществ в атмосферу.

*Система пуска холодного двигателя полуавтоматического типа* состоит из пневмокорректора, системы рычагов и воздушной заслонки, которую перед пуском холодного двигателя водитель закрывает при помощи ручного привода.

В момент пуска двигателя пневмокорректор, используя разрежение, возникающее под карбюратором, автоматически приоткрывает воздушную заслонку на требуемый угол, обеспечивая устойчивую работу двигателя при прогреве. При вытягивании ручки тяги воздушной заслонки необходимо нажать педаль дроссельных заслонок. В это время в результате закрытия воздушной заслонки в малом диффузоре первичной камеры создается разрежение, и топливо из поплавковой камеры через главный топливный жиклер первичной секции подается в колодец эмульсионной трубки главной дозирующей системы, по которому поднимается к распылителю. Через боковые отверстия эмульсионной трубки к топливу подмешивается воздух из воздушного жиклера, и эмульсия через распылитель фонтанирует в малый диффузор. В смесительной камере она смешивается с эмульсией, которая поступает из системы холостого хо-

да. Все это топливо распыляется, испаряется и идет в цилиндры двигателя. Смесь приготавливается богатая по составу.

Работа карбюратора на малых оборотах холостого хода. При работе двигателя на малых оборотах холостого хода дроссельная заслонка первичной секции закрыта, и под ней создается большое разрежение. За счет этого топливо из поплавковой камеры проходит через главный топливный жиклер первичной секции и далее по каналу — в колодец блока воздушного жиклера с эмульсионной трубкой. Когда топливо поднимается по колодцу, к нему подмешивается воздух через отверстия в эмульсионной трубке. Эмульсия проходит через эмульсионный жиклер системы холостого хода. На выходе из жиклера к топливу подмешивается воздух из воздушного жиклера. Затем эмульсия подается к каналам, регулируемым винтом состава смеси и винтом эксплуатационной регулировки холостого хода, проходит через клапан экономайзера принудительного холостого хода и через нижнее отверстие фонтанирует в задрроссельное пространство. Здесь оно захватывается потоками воздуха, проходящими через щели между дроссельной заслонкой и корпусом дроссельных заслонок, распыляется, испаряется и поступает в цилиндры двигателя. Смесь по составу обогащенная.

Работа переходной системы карбюратора. Переходная система включает в себя верхние выходные отверстия системы холостого хода. При увеличении открытия дроссельной заслонки первичной секции выходные отверстия переходной системы оказываются ниже заслонки и около них появляется разрежение. За счет этого из поплавковой камеры по системе холостого хода начинает проходить топливо. Пройдя через главный топливный жиклер первичной секции, топливо поступает в колодец блока воздушного жиклера с эмульсионной трубкой системы холостого хода, где происходит первоначальное эмульгирование топлива. Затем эмульсия проходит через эмульсионный жиклер системы холостого хода, на выходе из которого к эмульсии добавляется воздух из воздушного жиклера системы холостого хода. По каналам эмульсия идет к выходным отверстиям. Основное количество эмульсии проходит по каналам и через клапан экономайзера принудительного холостого хода поступает в задрроссельное пространство. Часть топлива из системы холостого хода через отверстия переходной

системы также начинает поступать в смесительную камеру, обогащая горючую смесь. Когда дроссельная заслонка первичной секции будет открыта примерно на  $2/3$ , начнет открываться дроссельная заслонка вторичной секции. Выходное отверстие переходной системы сразу же оказывается под дроссельной заслонкой, и около него создается разрежение, за счет которого начинается истечение топлива из поплавковой камеры. Оно проходит через жиклер переходной системы, эмульгируется воздухом из воздушного жиклера, по каналам опускается к выходному отверстию и фонтанирует в смесительную камеру, обогащая смесь бензином.

Работа карбюратора на средних нагрузках. При увеличении открытия дроссельной заслонки первичной секции, а затем и заслонки вторичной секции возрастает разрежение в малом диффузоре первичной секции и в малом диффузоре вторичной секции. В первичной секции топливо проходит через топливный жиклер первичной секции, поступает в колодец эмульсионной трубки и поднимается к распылителю малого диффузора. Через отверстия эмульсионной трубки к топливу подмешивается воздух из воздушного жиклера, создавая пневматическое торможение выходу топлива.

Количество воздуха, подмешиваемого к топливу, зависит от частоты вращения коленчатого вала и расхода топлива. При увеличении расхода топлива уровень его в эмульсионном колодце понижается, открывая большее количество отверстий в эмульсионной трубке и увеличивая количество воздуха, подмешиваемого к топливу.

При этом во вторичной секции топливо также проходит через главный топливный жиклер в колодец эмульсионной трубки главной дозирующей системы вторичной камеры, где через отверстия эмульсионной трубки к нему подмешивается воздух из воздушного жиклера. В эмульсионной трубке отверстия для выхода воздуха расположены на разных уровнях. Поэтому, когда с увеличением расхода топлива при увеличении частоты вращения коленчатого вала снижается уровень топлива в колодце, открывается большее количество отверстий в эмульсионной трубке, и в топливо подмешивается больше воздуха. При работе двигателя на средних режимах смесь приготавливается обедненного состава.

Работа карбюратора на больших нагрузках. Главная дозирующая система может приготовить только обедненную смесь, а для получения от двигателя полной мощности необходима обогащенная смесь.

Для выработки обогащенной смеси карбюратор снабжен *эконостатом*, устроенным во вторичной секции. Он состоит из подводящего топливного канала и распылителя, установленного в воздушной горловине. Эконостат работает при полной нагрузке двигателя на скоростных режимах, близких к максимальным, при полностью открытых дроссельных заслонках.

За счет разрежения в воздушном патрубке около распылителя эконостата и давления в поплавковой камере топливо поступает по каналу и через распылитель впрыскивается в большой диффузор вторичной секции. Здесь оно смешивается с топливом, поступающим из малого диффузора, и поступает во впускную трубу двигателя, где соединяется с топливом, поступающим из первичной секции. Все это топливо распыляется, испаряется и идет в цилиндры двигателя. Смесь приготавливается обогащенного состава.

Ускорительный насос диафрагменного типа. Ускорительный насос обеспечивает принудительную подачу топлива в цилиндры двигателя при резком открытии дроссельной заслонки. Смонтирован в первичной секции карбюратора.

Корпус ускорительного насоса выполнен в корпусе карбюратора и закрыт крышкой. Между корпусом и крышкой зажата диафрагма, под которой находится предварительно сжатая пружина. Рабочая полость ускорительного насоса через впускной клапан сообщается с поплавковой камерой. Для перепуска топлива имеется перепускной жиклер с регулировочным винтом. Привод ускорительного насоса состоит из кулачка привода рычага ускорительного насоса, установленного на оси дроссельной заслонки первичной секции. На кулачок опирается ролик рычага ускорительного насоса. Рычаг ускорительного насоса действует на диафрагму насоса через толкатель, под которым находится пружина. При закрытой дроссельной заслонке поддиафрагменное пространство ускорительного насоса заполнено бензином через впускной шариковый клапан.

Когда дроссельную заслонку открывают медленно, рычаг

также медленно передвигает диафрагму, и топливо через перепускной жиклер вытесняется обратно в поплавковую камеру.

Если же дроссельная заслонка открывается быстро, рычаг резко нажимает на толкатель, который через пружину давит на диафрагму. Диафрагма, быстро перемещаясь, выдавливает топливо по каналу. Топливо открывает выпускной шариковый клапан и через распылитель впрыскивается в большой диффузор первичной секции, резко обогащая смесь. Топливо, принудительно впрыскиваемое в цилиндр, обеспечивает приемистость, и двигатель не останавливается (не глохнет). Для обеспечения затяжного впрыска топлива в смесительную камеру карбюратора служит пружина, установленная между толкателем рычага и диафрагмой.

Система рециркуляции отработавших газов. Часть автомобилей снабжена системой рециркуляции отработавших газов. Система состоит из клапана рециркуляции, установленного на газопроводе, термовакuumного включателя, ввернутого в водяную рубашку головки блока цилиндров, и двух соединительных шлангов.

Рециркуляция отработавших газов во впускной тракт осуществляется на двигателе, прогревом до температуры охлаждающей жидкости не ниже 35...40°C, на частичных нагрузках.

Система не работает на оборотах холостого хода и при полном открытии дроссельных заслонок, так как отверстие, передающее разрежение на диафрагменный механизм клапана рециркуляции, расположено над дроссельной заслонкой карбюратора.

Карбюраторы двигателей автомобилей ЗИЛ-431410

На двигателях ЗИЛ-508.10 устанавливаются карбюраторы с падающим потоком, двумя смесительными камерами и сбалансированной поплавковой камерой. Каждая смесительная камера имеет по два диффузора.

*На малых оборотах холостого хода* топливо из поплавковой камеры проходит через главные жиклеры и по каналам подается через топливные жиклеры холостого хода внутрь эмульсионных трубок. Здесь оно смешивается с воздухом из воздушных жиклеров и по эмульсионным каналам поступает к верхним выходным отверстиям, из которых к эмульсии добавляется воздух. Далее в обеих системах холостого хода эмульсия выхо-



дит из нижних отверстий в задроссельное пространство, смешивается с воздухом и поступает в цилиндры двигателя. Смесь по составу обогащенная.

В начальный момент открытия дроссельных заслонок эти отверстия оказываются под дроссельными заслонками, и из них начинает выходить эмульсия, обогащая смесь.

*На средних режимах* работает главная дозирующая система. Она имеется в обеих смесительных камерах. Топливо из поплавковой камеры проходит через главные жиклеры, затем через жиклеры полной мощности. На выходе из них к топливу подмешивается воздух из воздушных жиклеров обеих смесительных камер. Эмульсия поступает в кольцевые проточки малых диффузоров обеих смесительных камер, захватывается потоками воздуха, распыляется, испаряется и идет в цилиндры двигателя. Смесь по составу обедненная.

*На больших нагрузках* дополнительно к топливу, которое поступает из главных дозирующих систем, начинает подаваться топливо из системы экономайзера. При открытии дроссельных заслонок более чем на 80...85 % хода рычаг оси дроссельных заслонок тягой опускает шток вместе с планкой и толкателем, открывает клапан экономайзера, и через него начинает проходить топливо. Оно смешивается с топливом, поступающим из главных жиклеров, и через жиклеры максимальной мощности подходит к воздушным жиклерам. Здесь оно эмульгируется, поступает в кольцевые проточки малых диффузоров, захватывается потоками воздуха, распыляется, испаряется и идет в цилиндры двигателя. Смесь по составу обогащенная.

*При резком открытии дроссельных заслонок* поршень ускорительного насоса выдавливает топливо из цилиндра ускорительного насоса. Оно по каналам идет к нагнетательному клапану и через распылители впрыскивается в большие диффузоры, захватывается воздухом, распыляется, испаряется и поступает в цилиндры двигателя. Затычную подачу топлива в смесительные камеры обеспечивает пружина. Смесь при этом обогащенная.

*При запуске холодного двигателя* воздушная заслонка закрыта. Подача воздуха происходит через автоматический воздушный клапан. Подача топлива осуществляется через систему

холостого хода и главную дозирующую систему. Смесь по составу богатая.

Привод управления заслонками карбюратора

Управление дроссельными заслонками. Для управления карбюратором в кабине водителя имеется педаль управления с возвратной пружиной и рычагом. К рычагу при помощи пальца присоединяется трос привода дроссельных заслонок. Для регулировки привода имеются регулировочные гайки. Трос соединяется с промежуточным рычагом привода, установленным на кронштейне. Дроссельные заслонки приводятся в действие тягой привода. При нажатии на педаль трос поворачивает промежуточный рычаг и тягой привода открывает дроссельные заслонки. Закрываются заслонки возвратной пружиной.

На грузовых автомобилях для управления дроссельными заслонками кроме ножной педали имеется и ручной привод. Он состоит из рукоятки привода, при помощи тяги соединенной с рычагом привода дроссельных заслонок. Тяга помещена в гибкую оболочку и крепится в специальном кронштейне. При вытягивании рукоятки привода дроссельные заслонки открываются (педаль подачи топлива при этом опускается). Ручным приводом дроссельных заслонок можно установить постоянные обороты коленчатого вала.

Ручной привод дроссельных заслонок необходим для двигателей, которые могут запускаться с помощью пусковой рукоятки. Дроссельные заслонки легковых автомобилей, микроавтобусов и грузовых автомобилей малой грузоподъемности, как правило, не имеют ручного привода.

Управление воздушными заслонками. Воздушные заслонки на всех двигателях имеют ручной привод. Основными деталями является рукоятка управления воздушной заслонкой, закрепленная на панели приборов в кабине водителя, и тяга, присоединенная к рукоятке и находящаяся внутри оболочки. Оболочка закреплена в кронштейне, а тяга присоединена к рычагу управления воздушной заслонкой.

При помощи ручного привода заслонки можно зафиксировать в любом промежуточном положении, так как трение троса об оболочку не позволяет пружинам изменить установленное положение.

### Ограничители частоты вращения коленчатого вала

На карбюраторе грузовых автомобилей устанавливаются пневмоинерционные ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя автомобиля. Двигатели легковых автомобилей ограничителей оборотов не имеют.

Ограничитель состоит из датчика и исполнительного механизма.

Датчик ограничителя. Датчик имеет корпус, закрываемый крышкой. В корпусе установлен ротор датчика, который выполнен в виде крестовины с четырьмя шипами. Один из шипов выполняет роль оси, на которой он устанавливается и вращается в металлокерамической пористой втулке в приливе корпуса. Противоположный шип имеет паз для соединения с распределительным валом двигателя. В оси ротора имеется канал, к которому подходит бобышка для подсоединения трубки, передающей разрежение в над диафрагменную полость вакуумной камеры. В корпусе датчика имеется также бобышка для подсоединения трубки, передающей разрежение из воздушной горловины карбюратора к исполнительному механизму. Перпендикулярно оси ротора расположен корпус клапана датчика с пружиной и седлом. Пружина удерживает клапан в открытом состоянии. Датчик болтами крепится к крышке распределительных зубчатых колес.

Исполнительный механизм ограничителя. Исполнительный механизм устроен на карбюраторе и состоит из корпуса, закрытого крышкой, и закрепленной между ними мембраны. К центру мембраны через две уплотняющие металлические тарелки присоединен шток. Второй конец этого штока находится в соединении с коленчатым рычагом оси дроссельных заслонок. Рычаг имеет пружину, предназначенную для открывания дроссельных заслонок. Ось заслонок при помощи кулачковой муфты соединяется с осью рычага управления дроссельными заслонками. Над- диафрагменная полость исполнительного механизма трубкой соединяется с каналом в оси ротора, а также, через жиклеры, с полостью корпуса дроссельных заслонок. Под диафрагменная полость при помощи канала через отверстия соединяется с воздушной горловиной карбюратора. От воздушной горловины через отверстие идет трубка к корпусу датчика.

При частоте вращения коленчатого вала, ниже максимально допустимой, под действием разрежения в корпусе дроссельных заслонок воздух из воздушной горловины карбюратора через отверстие поступает по трубке в корпус датчика. Далее через открытый клапан, по каналу и трубке он проходит в наддиафрагменную полость исполнительного механизма, а затем через жиклеры уходит в корпус дроссельных заслонок. Благодаря поступлению воздуха над мембраной будет атмосферное давление. Полость под мембраной при помощи канала через отверстие также соединена с воздушной горловиной карбюратора, и под ней давление атмосферное.

Вращение распределительного вала двигателя заставляет вращаться ротор датчика. Клапан датчика находится сбоку от оси вращения ротора, и поэтому на нем будут развиваться центробежные силы, стремящиеся сдвинуть клапан и прижать его к седлу, но пружина удерживает клапан в исходном положении. Величина центробежных сил на клапане определяется частотой вращения ротора, которая, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала.

Если частота вращения коленчатого вала превысит максимально допустимую, центробежная сила на клапане возрастет настолько, что клапан, преодолевая сопротивление пружины, сдвинется от оси вращения и прижмется к седлу, перекрыв путь движения воздуха через ротор датчика. Теперь воздух не будет поступать в полость над мембраной. Но поскольку эта полость через жиклеры соединяется с корпусом дроссельных заслонок, то в ней создается разрежение. В полости под мембраной сохраняется атмосферное давление. За счет разности давлений мембрана поднимается и тянет за собой шток, который при помощи коленчатого рычага поворачивает ось и прикрывает дроссельные заслонки. Количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры двигателя, уменьшается, что обуславливает уменьшение частоты вращения коленчатого вала.

На исправном двигателе автомобиля ГАЗ-3Э07 правильная работа ограничителя характеризуется частотой вращения коленчатого вала, не превышающей 3650 об/мин на холостом ходу, и максимальной скоростью на ровном горизонтальном участке дороги с твердым покрытием в пределах 80...86 км/ч.

Ограничитель запломбирован и до истечения гарантийного срока эксплуатации разборке не подлежит. Запрещается работа двигателя при отсоединенных трубках ограничителя, нарушение пломбировки исполнительного механизма ограничителя, установленного на карбюраторе, и датчика, установленного на крышке распределительных шестерен.

#### Топливный насос

Для принудительной подачи топлива к карбюратору служат топливные насосы. На карбюраторных двигателях применяются топливные насосы диафрагменного типа.

Топливный насос имеет корпус, закрытый головкой. Между ними закреплена диафрагма, в центре которой установлен шток.

Для защиты диафрагмы от продавливания штоком по обе ее стороны расположены металлические тарелки. Под диафрагмой находится предварительно сжатая пружина. Головка насоса закрывается крышкой, закрепленной винтами. В ней установлены нагнетательный клапан и всасывающий клапан, покрытый сверху сетчатым фильтром. Для контроля целостности диафрагмы в корпусе выполнено контрольное отверстие, закрываемое сетчатым фильтром. При нарушении целостности диафрагмы топливо будет проходить внутрь корпуса и через сетчатый фильтр наружу. Насос приводится в работу рычагом, который наружным концом опирается на эксцентрик распределительного вала. На внутреннем конце рычага выполнена вилка, которая охватывает шток и давит на упорную шайбу. Для предотвращения протекания бензина в картер двигателя при прорыве диафрагмы шток снабжен специальным уплотнителем. Для подкачивания топлива вручную служит рычаг ручного привода.

Работа топливного насоса. Когда эксцентрик распределительного вала набегают на наружный конец рычага, он поднимается и поворачивается на оси. Вилка рычага давит на упорную шайбу штока и опускает его, вместе со штоком опускается и диафрагма.

Над диафрагмой создается разрежение, за счет которого открывается всасывающий клапан, бензин из топливного бака проходит через сетчатый фильтр и заполняет над диафрагменную полость насоса. После сбегания эксцентрика наружный конец рычага под действием возвратной пружины опускается,

вилка рычага отходит от упорной шайбы штока и освобождает его. Сжатая пружина поднимает диафрагму, создавая давление на бензин. Под давлением сжатого бензина всасывающий клапан закрывается, а нагнетательный клапан открывается, и сжатый бензин вытесняется в поплавковую камеру карбюратора.

Если поплавковая камера карбюратора уже заполнена и игольчатый клапан закрыт, то усилия пружины будет недостаточно для подъема диафрагмы, и она останется в своем нижнем положении. При этом вилка внутреннего конца рычага бензонасоса будет свободно скользить по штоку.

Для ручной подкачки топлива в поплавковую камеру карбюратора имеется рычаг ручного привода. Рычаг установлен на оси и в средней части имеет вырез до центра оси. В этом вырезе находится рычаг. Он почти касается плоскости выреза. Если рычаг потянуть на себя, то он повернет ось. Ось повернется вокруг своего центра, воздействуя расположенным на ней рычагом на основной рычаг и опуская его внутренний конец вместе со штоком и диафрагмой. Под действием разрежения, образовавшегося в полости над диафрагмой, сюда через всасывающий клапан поступает бензин. Когда рычаг опускается, возвратная пружина поворачивает ось. При этом освобождается внутренний конец рычага, пружина поднимает диафрагму, всасывающий клапан закрывается, а нагнетательный клапан под давлением топлива открывается, и бензин поступает в поплавковую камеру карбюратора. Сделав несколько качков рычагом, можно заполнить поплавковую камеру. Нужно помнить, что если эксцентрик поднимет наружный конец рычага, то ручная подкачка не работает. Чтобы она начала работать, следует провернуть коленчатый вал на половину оборота.

Топливные насосы двигателя автомобилей «Жигули», «Москвич», «Ока». Насосы этих автомобилей имеют несколько иное устройство. Между корпусом и нижней крышкой корпуса установлены две диафрагмы, разделенные наружной и внутренней дистанционными прокладками. В корпусе установлены нагнетательный и всасывающий клапаны. Над клапанами уложена нейлоновая сетка-фильтр. Закрывается корпус верхней крышкой. Для привода в работу имеются балансир и двуплечий рычаг механической подкачки топлива. При работе двигателя эксцентрик распре-

делительного вала набегают на шток, который нажимает на рычаг. Рычаг поворачивается и перемещает шток диафрагмы вниз. Над верхней диафрагмой создается разрежение, под действием которого открывается всасывающий клапан. Топливо в топливном баке находится под атмосферным давлением, поэтому оно начинает поступать через сетчатый фильтр в полость над диафрагмой. Когда эксцентрик сбегает со штока, рычаг возвратной пружиной возвращается в исходное положение, и шток диафрагмы освобождается. Диафрагма, поднимаясь, давит на топливо. Под давлением топлива закрывается всасывающий клапан, открывается нагнетательный клапан и топливо вытесняется в поплавковую камеру карбюратора. Если уровень топлива в поплавковой камере достиг величины, при которой закрывается игольчатый клапан, то топливный насос начинает работать вхолостую. Это объясняется тем, что усилия пружины уже недостаточно, чтобы поднять диафрагму и открыть игольчатый клапан поплавковой камеры. В это время диафрагмы находятся в своем нижнем положении, а рычаг свободно качается на своей оси и не воздействует на шток, который вместе с диафрагмами находится в крайнем нижнем положении.

*Ручной привод насоса* работает следующим образом. При нажатии на рычаг кулачок нажимает на балансир и опускает его вместе со штоком и диафрагмами. За счет разрежения в полости над диафрагмой открывается всасывающий клапан, и через сетчатый фильтр поступает топливо. Когда рычаг освобождается, он под действием пружины возвращается в исходное положение, поворачивая кулачок. Двуплечий рычаг освобождает шток, который вместе с диафрагмами пружиной поднимается вверх. При этом топливо вытесняется через нагнетательный клапан в поплавковую камеру карбюратора. Если ручная подкачка не работает, то необходимо повернуть коленчатый вал на половину оборота.

*Диафрагменный узел* состоит из двух рабочих диафрагм, работающих в контакте с бензином и одной предохранительной, работающей в контакте с маслом. Предохранительная диафрагма предотвращает воздействие картерных газов на рабочие диафрагмы, а также попадание бензина в поддон картера двигателя при повреждении рабочих диафрагм. Рабочие диафрагмы изготовлены из специального полотна, обладающего высокой стойкостью к маслу и бензину.

Насос приводится в работу от эксцентрика распределительного вала через шток.

#### Топливные фильтры

В топливе могут содержаться различные механические примеси и вода. Количество их в бензине зависит от условий транспортировки, хранения и заправки. Наличие механических примесей в бензине недопустимо, так как их частицы загрязняют жиклеры карбюратора, что приводит к ухудшению качества приготовляемой горючей смеси, уменьшению мощности двигателя и снижению экономичности. Накопление воды в поплавковой камере карбюратора может привести к тому, что вместо бензина в смесительные камеры карбюратора начнет поступать вода, и двигатель остановится (заглохнет).

Топливный фильтр-отстойник. Для грубой первоначальной очистки бензина от механических примесей и воды служат топливные фильтры-отстойники.

Фильтр-отстойник состоит из корпуса, в котором имеется стержень для соединения корпуса с крышкой при помощи стяжного болта. На стержень надет фильтрующий элемент, прижимаемый к крышке пружиной. Для слива отстоя в стержне выполнены радиальные и выходные отверстия, закрываемые пробкой.

Фильтрующий элемент состоит из фильтрующих пластин, сверху закрытых корпусом элемента, а снизу — опорной шайбой. Собирается фильтрующий элемент на две стойки. Фильтрующие пластины и корпус элемента имеют отверстия, образующие каналы прохода отфильтрованного топлива. Снизу эти каналы закрыты опорной шайбой. На фильтрующих пластинах имеются выступы, предотвращающие плотное прилегание пластин друг к другу. Топливо поступает внутрь фильтра через отверстие, к которому подсоединен штуцер трубки подачи топлива из топливного бака. Отфильтрованное топливо отводится через отверстие.

Работает фильтр-отстойник следующим образом. Топливо поступает в фильтр под действием разрежения, создаваемого топливным насосом. Если в топливе присутствует вода, то она опускается на дно, так как имеет больший удельный вес, чем бензин. Бензин проходит в щели между фильтрующими пластинами снаружи и изнутри элемента. Механические частицы,



более крупные, чем щели, задерживаются, а очищенный бензин поступает в бензиновый насос. Для выпуска отстоя служит пробка 7 сливного отверстия. Зазор между фильтрующими пластинами составляет 0,05 мм.

Фильтр тонкой очистки топлива. Мелкие механические частицы могут пройти через фильтрующий элемент фильтра-отстойника и через сетчатый фильтр впускного канала насоса. Для очистки топлива от мельчайших механических примесей служит фильтр тонкой очистки.

Фильтр состоит из корпуса и стакана-отстойника, соединенных друг с другом при помощи коромысла, держателя и гайки-барашка. Между корпусом и отстойником помещена прокладка для предотвращения вытекания топлива. Фильтрующий элемент может изготавливаться в виде стакана из пористой керамики. Применяются также сетчатые фильтрующие элементы, в которых на перфорированный алюминиевый стакан наматывается латунная сетка и закрепляется пружиной. В последнее время применяют фильтрующие элементы из пористой бумаги.

#### Топливные баки

На автомобиле могут устанавливаться по одному, два и более топливных баков. Емкость баков должна обеспечивать пробег автомобиля не менее 400...600 км. На большинстве автомобилей топливные баки стальные, штампованные. Состоят они из двух сварных половин, внутренняя поверхность которых оцинкована. Топливные баки грузовых автомобилей имеют внутри перегородки, уменьшающие плескание бензина на плохих дорогах. Это, во-первых, предохраняет стенки бака от гидравлических ударов и разрушения и, во-вторых, предотвращает межмолекулярное трение при плескании бензина, приводящее к накоплению электричества и способное вызвать искровой разряд и взрыв топливного бака.

Топливные баки у легковых автомобилей устанавливают в багажнике или под кузовом автомобиля. У грузовых автомобилей топливные баки устанавливают слева под кузовом или под кабиной водителя. Если число баков более одного, то они могут устанавливаться не только слева, но и справа под кузовом. На некоторых моделях автомобиля «ГАЗель» топливные баки изготавливают из пластмассы.

Баки крепят к кронштейнам стальными лентами, под которые подкладывают прокладки. Для слива отстоя имеются отверстия, закрываемые пробками с прокладками. На баке устанавливается датчик указателя уровня топлива, а также трубки для забора топлива из бака и для возврата части топлива из карбюратора в бак. На трубке для забора топлива имеется сетчатый фильтр.

Для заправки топливом топливный бак имеет заливную горловину. На грузовых автомобилях для облегчения заправки в горловине может устанавливаться выдвижная горловина с сетчатым фильтром.

Заливные горловины топливных баков грузовых автомобилей закрываются пробками с паровым и воздушным клапанами для поддержания внутри бака атмосферного давления.

При уменьшении количества бензина в баке может появиться разрежение, что приводит к перебоям в работе двигателя. При понижении давления внутри бака на 2...4 кПа ниже атмосферного открывается впускной воздушный клапан, и в бак поступает атмосферный воздух через отверстие в крышке.

При работе автомобиля в жаркое время года происходит интенсивное испарение бензина, и давление в баке повышается. Для предотвращения избыточного давления служит выпускной паровой клапан. Если давление внутри бака превысит атмосферное и достигнет 110... 118 кПа, выпускной клапан откроется, сжимая пружину, и выпустит часть паров бензина в атмосферу.

Заливные горловины топливных баков легковых автомобилей, как правило, закрываются глухими резьбовыми пробками. Карбюраторы большинства легковых автомобилей имеют патрубки слива излишков топлива в топливные баки. Через эти трубки поддерживается атмосферное давление в баках.

Автомобили ВАЗ-2110, -2111, -2112 и некоторые другие имеют неразборный сепаратор, соединенный шлангом с баком. При повышении давления за счет испарения бензина пары по шлангу поступают в сепаратор, конденсируются и возвращаются обратно в топливный бак.

Пробки могут иметь цепочку, предохраняющую от утери.

Воздушные фильтры

Двигатели за один час работы потребляют от 200 до 350

м<sup>3</sup> воздуха. В воздухе содержится большое количество пыли. Если эта пыль попадет в двигатель, то в цилиндрах она смешается с маслом и превратится в абразивную смесь, которая вызовет интенсивный износ цилиндропоршневой группы, а также клапанного механизма. Пыль, проникающая в карбюратор, может привести к засорению жиклеров, изменению качества горючей смеси, падению мощности и экономичности двигателя.

Для очистки воздуха применяются воздушные фильтры. На двигателях легковых автомобилей в основном применяются воздушные фильтры с сухим фильтрующим элементом, а на двигателях грузовых автомобилей чаще устанавливаются инерционно-масляные воздушные фильтры.

К воздушным фильтрам предъявляют следующие требования:

- эффективность очистки воздуха от пыли;
- малое гидравлическое сопротивление;
- необходимая пылеемкость;
- надежность в работе и удобство в обслуживании;
- технологичность конструкции.

Воздушные фильтры очищают воздух на 95...96%, благодаря чему в условиях значительной запыленности износ деталей снижается в 1,5 — 2 раза.

Сухие воздушные фильтры. Сухие фильтры состоят из корпуса, который крепится на карбюраторе при помощи кронштейна. Корпус закрывается крышкой, закрепляемой на кронштейне. В корпусе установлен бумажный фильтрующий элемент. Крышка крепится через шайбу гайкой. Для вентиляции картера двигателя на крышке имеется патрубок с закрепленным на нем шлангом. Воздух в корпус фильтра поступает через воздухозаборник. Для забора подогретого воздуха имеется гофрированный шланг и рычажок заслонки воздухозаборника. Шланг соединяется с патрубком.

Воздух через воздухозаборник поступает внутрь корпуса и проходит через поры фильтрующего элемента; при этом механические частицы оседают на поверхности фильтрующего элемента. Очищенный воздух поступает в смесительные камеры карбюратора. В холодное время года для лучшего испарения бензина необходимо забирать уже нагретый воздух. Для этого

рычажок следует повернуть, перекрыв заслонкой доступ холодного воздуха, а через гофрированный шланг будет поступать прогретый воздух.

Инерционно-масляные воздушные фильтры. Эти фильтры состоят из корпуса, крышки и фильтрующего элемента, вокруг которого имеется кольцевая щель. В корпусе устроена масляная ванна, заполненная отработанным моторным маслом.

Прежде чем поступить в патрубок карбюратора, воздух должен пройти через щель между корпусом и крышкой или через приемное окно по кольцевой щели до нижнего края корпуса фильтрующего элемента, в полости повернуть на  $180^\circ$  и идти вверх через элемент. Пройдя сквозь фильтрующий элемент, воздух вновь поворачивает на  $180^\circ$  и направляется в смесительные камеры карбюратора. Когда воздух доходит до нижнего края фильтрующего элемента и резко изменяет направление своего движения, механические частицы из-за инерции не успевают развернуться, ударяются о поверхность масла и прилипают к нему. Поток воздуха, резко изменив направление движения, срывает с поверхности масла мельчайшие капельки и вместе с мелкой пылью поступает в фильтрующий элемент. Мелкие частицы пыли прилипают к нитям фильтрующего элемента, задерживаются и капельки масла. По мере накопления масло стекает обратно в масляную ванну, смывая на своем пути пыль с фильтрующего элемента и отражателя.

В летнее время воздух поступает в воздушный фильтр непосредственно из атмосферы, а в холодное время года — подогретый из пространства под капотом двигателя. Для этого горловина воздушного фильтра у двигателей автомобилей ЗИЛ имеет гофрированный патрубок, прижатый к воздуховоду.

Регулируется поток воздуха к фильтру при помощи заслонки. Если заслонка опущена, то воздух забирается из атмосферы, а если при помощи ручки поднять заслонку, то воздух будет поступать в фильтр уже подогретый работающим двигателем. Заслонка удерживается в нужном положении пружиной.

У двигателей с большим потреблением воздуха корпус фильтра помещается внутри корпуса глушителя системы впуска.

Впускные и выпускные трубопроводы

Впускные трубопроводы служат для подвода горючей

смеси в цилиндры двигателя, а выпускные — для отвода отработавших газов из цилиндров.

*Впускные* трубопроводы у двигателей с V-образным расположением цилиндров располагаются в развале между цилиндрами и имеют сложную форму. Трубопроводы должны оказывать минимальное сопротивление перемещению газов, так как это необходимо для лучшего наполнения цилиндров двигателя.

У всех карбюраторных двигателей впускные трубопроводы имеют устройства для подогрева горючей смеси. Для этой цели каналы, по которым горючая смесь подается в цилиндры двигателя, омываются горячей водой. При работающем двигателе горячая вода подогревает трубопровод, а вместе с ним и горючую смесь, улучшая испарение бензина.

Устройство для подогрева горючей смеси включает в себя заслонку, на наружном конце оси которой установлен сектор с надписями «Зима» и «Лето». Сектор удерживается в нужном положении при помощи стопорной шпильки и гайки. Когда температура наружного воздуха поднимется выше 5 °С, заслонку нужно повернуть в положение «Лето». При этом она занимает горизонтальное положение, и отработавшие газы напрямую выходят в глушитель, меньше соприкасаясь со стенкой впускной трубы и меньше подогревая горючую смесь. Зимой при эксплуатации заслонку поворачивают в положение «Зима», и она перегораживает выпускной трубопровод. Отработавшим газам приходится огибать заслонку сверху, соприкасаясь со стенкой впускной трубы и более интенсивно ее нагревать.

Подогрев горючей смеси необходим потому, что смесь, поступающая из карбюратора во впускной трубопровод, содержит значительную часть топлива в виде капелек. Они оседают на стенках впускного трубопровода, образуя сплошную топливную пленку. Топливная пленка поступает в цилиндр неравномерно, что приводит к изменению состава горючей смеси и ухудшению работы двигателя.

Однако излишний перегрев горючей смеси тоже вреден, так как при сильном расширении смеси весовой заряд цилиндров уменьшается, что приводит к потере мощности.

*Выпускные* трубопроводы отливаются из чугуна, у V-образных двигателей для каждого ряда цилиндров отдельно. У

рядных двигателей в выпускном трубопроводе установлена заслонка для регулировки степени подогрева горючей смеси.

Глушитель шума выпуска отработавших газов

Отработавшие газы выходят из цилиндров двигателя под большим давлением и с большой скоростью. Они обладают значительной энергией и, расширяясь в атмосфере, создают сильный шум. Для уменьшения шума при выпуске отработавших газов в атмосферу, гашения пламени и искр служит глушитель.

Для уменьшения шума снижают скорость и давление газов. Достигается это многократным изменением направления движения отработавших газов, разделением потока газов на мелкие струйки, пропуском потока из малого объема в большой и охлаждением газа.

В результате увеличения сопротивления при выходе газа теряется около 15...20% мощности двигателя, и чем интенсивнее гасится шум, тем потери мощности больше.

Глушитель шума отработавших газов прямооточного типа состоит из системы резонаторных и расширительных камер, после прохода которых пульсация газов сглаживается, и они вырываются из выпускной трубы почти бесшумно. Конструкция глушителя неразборная и состоит из стальных штампованных деталей, сваренных между собой. Приемные трубы глушителя и выпускная труба жестко крепятся к патрубкам в днищах глушителя. Внутри корпуса глушителя имеется несколько перегородок, между которыми устроены расширительные камеры.

Глушитель двигателя ВАЗ состоит из дополнительного и основного корпусов, внутренних перфорированных труб, сплошных и перфорированной перегородки.

Принципы устройства и работы глушителей различных моделей автомобилей почти одинаковы.

Нейтрализация отработавших газов

Состав отработавших газов автомобильных двигателей оказывает значительное влияние на загрязнение окружающей среды. Основная причина загрязнения заключается в неполном сгорании топлива. К тому же камеры сгорания двигателей являются своеобразным химическим реактором, синтезирующим ядовитые вещества и выбрасывающим их в атмосферу.

В отработавших газах двигателей внутреннего сгорания

содержится свыше 170 вредных компонентов, в числе которых окись углерода, углеводороды, окиси азота и серы, твердые выбросы, содержащие свинец и сажу. Поступление углеводородов в атмосферу происходит не только при работе двигателя, но и при разливе бензина. По данным экологических организаций в Москве за сутки испаряется около 300 т бензина, что вызывает загрязнение до 200 тыс. м<sup>3</sup> воздуха.

Для уменьшения загрязнения воздуха запрещается эксплуатировать двигатели, не соответствующие требованиям ГОСТов По содержанию окиси углерода в отработавших газах. По существующим нормам при испытании двигателей на холостом ходу содержание углерода не должно превышать 1,5 %, а при рабочей частоте вращения — 1,0%. Проверку производят в выпускной трубе на глубине 300 мм от ее среза при помощи газоанализатора. В режиме холостого хода, разгона и форсирования оборотов в атмосферу выбрасывается в основном окись углерода. При работе двигателя на бедных горючих смесях в отработавших газах содержится много окислов азота.

Пути уменьшения токсичности известны, перечислим их:

- перевод части двигателей на газовое топливо;
- тщательная регулировка карбюраторов и систем зажигания;
- устранение утечек топлива и паров из топливных баков и поплавковых камер карбюратора;
- применение закрытых систем вентиляции картера;
- применение рециркуляции отработавших газов;
- дефорсирование двигателей по степени сжатия и частоте вращения коленчатого вала.

При уменьшении степени сжатия понижается температура сгорания, вследствие чего уменьшается выброс окислов азота. На таких двигателях нет необходимости применять этилированные бензины, следовательно, уменьшаются выбросы токсичных окислов свинца. Окислы свинца, воздействуя на слизистую оболочку, вызывают тяжелые отравления и, попадая в организм человека, не выводятся, а постепенно накапливаются, приближаясь к опасным для здоровья концентрациям.

Система распределенного впрыска топлива

Данная система применяется на автомобилях ВАЗ-2110, -2111 и -2112. Она включает в себя топливный бак, где монтиру-

ется электрический топливный насос. Топливо из насоса через регулятор давления подается к форсункам, которые впрыскивают его во впускную трубу около впускных клапанов газораспределительного механизма. Регулятор давления служит для поддержания давления в инжекторах около 0,29 МПа (2,9 кг/см<sup>2</sup>).

Система распределенного впрыска топлива имеет электронный блок управления и ряд датчиков. Электронный блок управления принимает сигналы датчиков, обрабатывает их и вычисляет, на какое время необходимо открывать форсунки (электромагнитные клапаны) для впрыска топлива.

Форсунки впрыскивают топливо в мелко распыленном состоянии на головку впускного клапана, от которого оно нагревается, быстро испаряется и всасывается через открытый впускной клапан в камеру сгорания. Клапан форсунки переключает подачу топлива в момент прекращения подачи электрического импульса.

Преимуществом системы распределенного впрыска топлива является более экономичная работа двигателя и легкий запуск его в холодное время года.

Недостатком инжекторного двигателя является необходимость заправки высокосортными бензинами, более сложное техническое обслуживание, сокращение сроков службы. Работа на низкосортных бензинах приводит к преждевременному выходу из строя датчиков. Некоторые элементы системы выходят из строя уже после 120 тыс. км пробега. Срок службы форсунок, как правило, не превышает 60...80 тыс. км пробега.

## **Глава 8**

### **СИСТЕМА ПИТАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

#### **Общие характеристики газов, применяемых в газобаллонных автомобилях**

В настоящее время выпускаются газобаллонные автомобили двух типов: ЗИЛ-431810 и -431610. В качестве топлива применяются специальные сжатые и сжиженные газы. Резерв-



ная система питания использует бензин. Топливный бензиновый бак имеет вместимость 10 л и предназначен для кратковременной работы в случае полного расходования газового топлива или для запуска двигателя при низких температурах окружающего воздуха.

Автомобили ЗИЛ-431610 предназначены для работы на сжатом газовом топливе и на бензине марки А-76. Бензиновая система питания имеет незначительные отличия от системы питания карбюраторного двигателя ЗИЛ-431410. Они заключаются в наличии электромагнитного клапана, установленного между топливным насосом и поплавковой камерой карбюратора, и устройств подвода газа на всех режимах.

*Сжиженными* называются газы, которые превращаются в жидкость при нормальной температуре и давлении до 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>).

*Сжатыми* называются газы, которые сохраняют газообразное состояние при обычных температурах окружающего воздуха и при сжатии их до любого высокого давления. Как правило, давление сжатия достигает 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>).

Сжиженные газы. В состав сжиженных, или жидких, газов, применяемых для автомобильных двигателей, входят бутан и пропан с добавлением бутилена, пропилена, этана и этилена. Величина давления сжиженного газа имеет важное практическое значение. С одной стороны, давление в баллоне желательнее иметь низким, так как при этом можно применять более тонкостенные, а следовательно, и более легкие баллоны. С другой стороны, давление сжиженного газа в баллоне при любой температуре должно быть достаточным для обеспечения подачи топлива к двигателю и работы газовой аппаратуры.

Пропан (а также пропилен) обеспечивает удовлетворительную величину давления в баллоне при любых климатических условиях. Бутан в чистом виде пригоден лишь для районов с жарким климатом, так как при температуре воздуха ниже 0 °С он уже не обеспечивает избыточного давления в баллоне. Этан применяется в сжиженных газах в виде незначительных примесей для повышения давления.

Основными производителями сжиженных газов являются: газолиновые заводы, вырабатывающие бензин из нефтяных

газов; выход сжиженного газа составляет до 50% от производства бензина; крекинг-заводы, на которых сжиженные газы получают в качестве побочного продукта в количестве до 3 % по весу от исходного сырья; заводы, вырабатывающие бензин из каменного угля; выход сжиженного газа доходит до 10... 12 % от веса основной продукции.

Основные требования, предъявляемые к сжиженным газам: соответствие их состава климатическим условиям; строго ограниченное содержание загрязняющих и вредных примесей.

При самых низких температурах воздуха давление в баллоне со сжиженным газом не должно быть ниже 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>), при самых высоких — не более 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>). Предельное содержание сернистых соединений составляет 0,15 %. Газ не должен содержать воды, механических примесей, водорастворимых кислот, щелочей и смолистых веществ.

Сжатые газы. Такие газы разделяются на природные (естественные), нефтяные и канализационные.

*Природные* (естественные) газы добывают из буровых газовых скважин. Природные газы однородны по составу, в большинстве случаев не содержат загрязняющих и вредных примесей, обладают высокими антидетонационными свойствами и дешевы.

*Нефтяные* газы получают в качестве побочного продукта при добыче нефти, переработке нефти на нефтеперегонных и крекинговых заводах, а также при производстве бензина из нефтяного газа на газолиновых заводах. Нефтяные газы менее однородны по составу и более загрязнены примесями, чем природные газы. Их теплотворность выше теплотворности природных газов, так как они содержат больше тяжелых газов.

*Канализационные* газы выделяются при переработке сточных вод канализации на специальных станциях, имеющих в крупных городах. Эти газы состоят главным образом из метана и углекислого газа. Выход канализационного газа со станции переработки сточных вод, обслуживающей население в 100000 чел., достигает 2500 м<sup>3</sup> в сут, что заменяет 2000 л бензина.

Сравнение различных видов сжатого газа. Газы с большим содержанием метана и незначительным содержанием тяжелых углеводородов являются наилучшим видом топлива для авто-

мобилей. Наоборот, газы, в которых преобладают водород и окись углерода, имеют низкую теплотворность и поэтому наименее пригодны для использования в качестве автомобильного топлива.

Сравнение сжиженных и сжатых газов. Как высококалорийные сжатые газы, так и сжиженные бутано-пропановые газы являются высококачественным топливом для автомобильных двигателей.

Однако сжиженные газы обладают существенными преимуществами перед сжатыми газами: значительно более низкое рабочее давление (до 1,6 МПа против 20 МПа), что позволяет применять более легкие и дешевые баллоны и газопроводы; возможность перевозки в железнодорожных и автомобильных цистернах на любые расстояния; перевозка сжатых газов практически не осуществляется; более дешевые и простые газозаправочные устройства, не требующие сложного оборудования; заправка баллонов сжатым газом возможна лишь на газонаполнительных станциях, снабженных компрессорами высокого давления; увеличенная дальность поездок и большая полезная грузоподъемность газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженных газах.

Сжатые газы, в свою очередь, имеют преимущества перед сжиженными: это дешевый, часто малоиспользуемый вид местного топлива; сжиженные газы, наоборот, являются более дорогим продуктом, применяемым при производстве ряда ценных химических веществ, высокосортных бензинов, в бытовых целях и др.; источники природных и промышленных газов расположены в самых различных районах страны, что позволяет значительно сократить доставку жидкого топлива в эти регионы; станции заправки сжиженными газами менее распространены.

Для автомобильного транспорта целесообразно использование как сжиженных, так и сжатых газов, в зависимости от наличия местных источников газа и от возможности организации газоснабжения.

Преимущества газового топлива по сравнению с бензином. К числу преимуществ горючих газов перед бензином следует отнести:

более легкое и полное перемешивание топлива с возду-

хом; более равномерное распределение топлива по отдельным цилиндрам двигателя; полное отсутствие разжижения картерного масла топливом и смывания масляной пленки со стенок цилиндров; уменьшение нагара на поршнях, клапанах и стенках камеры сгорания; меньшая ядовитость отработавших газов вследствие более полного сгорания топлива, чем при работе на бензине; значительное уменьшение износа деталей цилиндропоршневой группы двигателя; высокие антидетонационные свойства газообразного топлива и связанная с этим возможность значительно повысить степень сжатия в двигателе, что повышает мощность и снижает расход топлива.

Недостатки горючих газов как топлива для автомобильных двигателей. В качестве топлива для автомобильных двигателей горючие газы имеют следующие недостатки: усложнение и удорожание системы топливоподачи, так как газовые баллоны с их арматурой, газопроводы и газовая аппаратура сложнее по конструкции, дороже и тяжелее, чем бензобак, бензопроводы и бензонасос; снижение мощности при переводе бензинового двигателя на газ без всяких переделок. Это обусловлено более низкой теплопроводностью газозвушной смеси по сравнению с бензиновоздушной смесью и ухудшением наполнения цилиндров двигателя вследствие более высокой температуры горючей смеси во впускном трубопроводе.

Температура горючей смеси при работе на газе на 15...20°C выше, чем при работе на бензине, так как на испарение бензина в карбюраторе и впускном трубопроводе затрачивается некоторое количество теплоты.

При одинаковом составе горючей смеси теплотворность газозвушной смеси для всех видов газов, за исключением окиси углерода, ниже теплотворности бензиновоздушной смеси: для природного газа на 9 %, для коксового газа на 10 %, для сжиженных газов на 2...3 %.

Подогрев впускного трубопровода, необходимый при работе на бензине, вреден при работе на всех видах газов, так как вызывает снижение мощности на 4...6 %.

Общее снижение мощности двигателя при переводе его с бензина на газ без переделок составляет: для сжиженных газов 5... 9 %, для сжатых газов 13...21 %.

Снижение мощности двигателей, а также их топливной экономичности при работе на газе может быть полностью устранено, если повысить степень сжатия, отделить впускной трубопровод от выпускного, установить специальный газовый смеситель. Введение этих изменений позволяет не только сохранить мощность и экономичность двигателя при его работе на газе, но и значительно повысить их.

Схема системы питания двигателя от газобаллонной установки

Карбюраторный двигатель. Карбюраторный двигатель на газовом топливе работает так же, как и на бензине. Большинство выпускаемых газобаллонных автомобилей предназначены для работы на обоих видах топлива.

На автомобиле ЗИЛ-431610 установлено восемь баллонов для сжатого газа. Максимальное давление газа в баллонах 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>). Для питания двигателя бензином установлен топливный бак емкостью 170 л. Марка бензина А-76.

Газобаллонная установка этого автомобиля состоит из двух секций: передней с четырьмя баллонами и задней с тремя. Между задней и передней секциями устанавливается еще один баллон. Все баллоны соединяются трубопроводом высокого давления. Баллоны в секциях соединяются трубками. На трубопроводе высокого давления установлены расходный вентиль, наполнительный вентиль манометр высокого давления. При выходе сжатого газа из баллонов поглощается большое количество теплоты, поэтому газ подогревается в специальном подогревателе, установленном на трубопроводе. Для снижения давления установлен редуктор высокого давления. Очистка газа от механических примесей и окалины осуществляется в электромагнитном клапане с газовым фильтром. Для снижения давления газа до атмосферного имеется двухступенчатый редуктор низкого давления. Контроль за низким давлением газа осуществляется с помощью манометра низкого давления. Из полости атмосферного давления газового редуктора газ под разрежением подается по шлангу в карбюратор-смеситель.

Подача газа из баллонов в систему осуществляется через два запорных устройства: расходный вентиль и электромагнитный клапан с газовым фильтром.

Перед запуском двигателя необходимо открыть расходный вентиль и проверить по манометру высокого давления наличие газа в баллоне. Газ по трубопроводам поступает в подогреватель газа, а затем в редуктор высокого давления, где автоматически происходит снижение давления с 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>) до 1,0... 1,2 МПа (10... 12 кгс/см<sup>2</sup>).

Для пуска двигателя переключатель вида топлива установить в положение «газ». При таком положении переключателя газ из редуктора высокого давления начнет поступать в первую ступень газового редуктора низкого давления. Для заполнения второй ступени этого редуктора необходимо принудительно открыть клапан и пропустить газ из первой во вторую ступень. В таком положении давление газа в первой ступени редуктора будет в пределах 150...200 кПа, а во второй ступени снизится до атмосферного. После включения зажигания стартером и пуска двигателя газ за счет разрежения, которое из цилиндров передается в смесительную камеру карбюратора, будет поступать по шлангу из второй ступени в карбюратор, а из него во впускную трубу и в цилиндры двигателя.

Для работы двигателя на бензине газобаллонный автомобиль имеет бензиновый бак, фильтр-отстойник, бензиновый насос и все необходимые приборы и системы.

Дизель. Двигатели автомобиля КамАЗ-740 могут работать на сжатом природном газе по газодизельному циклу. Данная система обеспечивает возможность работы дизеля как на смеси дизельного топлива и природного газа (метана), так и на чистом дизельном топливе. Сжатый газ содержится в десяти (восьми) стальных баллонах, размещенных под платформой.

При открытии расходного вентиля, расположенного на крестовине, газ по трубопроводу направляется в подогреватель и далее в редуктор высокого давления, после которого давление газа снижается до 0,95... 1,1 МПа (9,5...11 кгс/см<sup>2</sup>). От редуктора газ подается к электромагнитному клапану. На входе в клапан встроен съемный войлочный фильтр, закрытый алюминиевым колпаком. При включении электроклапана газ поступает на вход двухступенчатого редуктора низкого давления, где давление газа дополнительно снижается. Через дозирующую шайбу определенного диаметра газ по трубопроводу поступает из

двухступенчатого редуктора в газовый дозатор, который подает необходимое количество газа в диффузор смесителя газа. В смесителе газ смешивается с воздухом, поступающим из воздушного фильтра. Газовоздушная смесь поступает в цилиндры, сжимается поршнем, и в конце такта сжатия в нее через форсунку впрыскивается небольшое количество — «запальная доза» — дизельного топлива, которое воспламеняется раньше, чем газ, и поджигает всю массу газовоздушной смеси.

Работа газовой системы контролируется манометром низкого давления, который установлен в кабине водителя. Давление после первой ступени редуктора низкого давления должно быть 2...0,22 МПа (2...2,2 кгс/см<sup>2</sup>). Давление газа в баллонах контролируется манометром, рассчитанным на давление 25 МПа (250 кгс/см<sup>2</sup>) и установленным на первом баллоне.

Места установки баллонов с газом зависят от типа автомобиля.

На бортовых автомобилях они установлены на продольных брусках платформы и крепятся к ним с помощью кронштейнов и хомутов, на седельном тягаче — за кабиной на держателе, который крепится к раме автомобиля при помощи стремянок. На самосвале пять баллонов установлены на кронштейне крепления газовых баллонов за кабиной и три баллона расположены под платформой на опоре. На автомобилях-шасси баллоны уложены на деревянных брусках, установленных на лонжеронах рамы. На автобусе ЛАЗ- 695НГ газовые баллоны собраны в пакет и установлены на крыше. Сверху они закрыты декоративным кожухом.

Горловины всех баллонов направлены в одну сторону. Баллоны последовательно соединены трубопроводами и разделены на две группы. Каждая группа баллонов имеет вентиль и соединена трубопроводом с распределительной крестовиной. На крестовине имеются наполнительный и расходный вентили.

Газобаллонная установка для сжиженного газа

Сжиженный газ в качестве топлива используется на двигателях автомобилей ЗИЛ-431810, -441610 и автобусов ЛАЗ-695П, ЛиАЗ- 677Г.

На автомобиле ЗИЛ-431810 установлен один баллон полезным объемом 225 л, давление газа в баллоне 1,6 МПа. Для

питания двигателя бензином имеется бензиновый бак емкостью 10 л. Карбюратор горизонтальный, мембранный.

На автомобиле ЗИЛ-441610 установлено два газовых баллона с полезным объемом каждого баллона 117,4 л и давлением газа 6 МПа. Карбюратор типа К 91, вертикальный, двухкамерный.

*Для питания двигателя сжиженным газом* на автомобиле установлены газовый баллон и следующая арматура: расходный вентиль парообразной фазы, расходный вентиль жидкой фазы, наполнительный вентиль, контрольный вентиль максимального наполнения баллона газом, предохранительный клапан для ограничения максимального давления. Для контроля за наличием газа на баллоне установлен указатель уровня сжиженного газа. От баллона идет трубопровод к электромагнитному клапану с газовым фильтром. Для испарения жидкого газа имеется испаритель, теплоносителем в котором служит горячая вода из системы охлаждения. Подводится горячая вода через штуцер, а отводится через штуцер. Для слива воды из испарителя служит кран. Для снижения давления газа до атмосферного установлен двухступенчатый газовый редуктор, от которого газ подается в карбюратор-смеситель. Давление в редукторе двигателя контролируется манометром.

*Для питания двигателя бензином* имеется топливный бак, электромагнитный клапан с бензиновым фильтром и все приборы для очистки и подачи топлива, а также для очистки воздуха и выпуска отработавших газов.

*Для переключения* работы двигателя с бензина на газ и обратно в кабине водителя имеется переключатель вида топлива, а также указатель давления газа в редукторе и переключатель указателя уровня топлива.

Система работает следующим образом. При установке переключателя на подачу газа газ из баллона через расходные вентили начинает поступать в электромагнитный клапан. При запуске холодного двигателя необходимо закрыть расходный вентиль жидкостной фазы, а расходный вентиль газообразной фазы открыть. После запуска и прогрева двигателя необходимо открыть вентиль жидкостной фазы, а вентиль газообразной фазы закрыть. Через электромагнитный клапан газ поступает в испаритель, испаряется, подогревается и через двухступенча-



тый редуктор поступает в карбюратор-смеситель. Здесь он смешивается с определенной порцией воздуха и в виде горючей смеси идет в цилиндры двигателя.

*Заправка баллона* газом осуществляется на газонаполнительных станциях. Для заполнения баллона необходимо открыть наполнительный вентиль, присоединить к нему заправочный пистолет, открыть контрольный вентиль и включить заправочный пистолет. Заполнять баллон нужно до момента, когда из контрольного вентиля начнет вытекать струйка жидкого газа. После этого заправка прекращается. Заполнять баллон газом можно не более чем на 90 %. Остальные 10 % оставляют для паров. Заправлять баллон на 100 % нельзя, так как при нагреве газ сильно расширяется и может разорвать баллон. Давление в баллоне зависит от давления паров, количество которых определяется температурой наружного воздуха. Количество сжиженного газа на внутреннее давление в баллоне не влияет.

Приборы и арматура газобаллонных установок

Баллоны. Баллоны, применяемые для хранения необходимого запаса газообразного топлива на газобаллонных автомобилях, подразделяются на три основных типа:

для сжатых газов;

сжиженных нефтяных газов (СНГ);

сжиженных природных газов (СПГ).

Они различаются между собой величиной давления, диапазоном температур, конструктивным исполнением и применяемой арматурой.

*Автомобильные баллоны для сжатого газа* являются особо ответственными и металлоемкими элементами газовой установки. Они должны вместить достаточный запас топлива и обеспечить необходимый радиус действия автомобиля при минимально возможном собственном весе и ограниченных габаритных размерах. Установка баллонов не должна уменьшать полезную вместимость автомобиля и заметно влиять на его грузоподъемность. Баллоны изготавливаются с одной горловиной и лишь в редких случаях с двумя. Горловина имеет отверстие с конической резьбой для ввертывания запорного вентиля или переходника.

Баллоны для сжатого газа изготавливаются из бесшовных

труб с наружным диаметром 219 мм и толщиной стенок 6,5 мм из легированной стали (массой 62,5 кг) или углеродистой стали (массой 90 кг). Баллоны подвергают термической обработке — закалке и отпуску, — чтобы обеспечить однородную сорбитную структуру металла и безосколочность при разрешении. Наружная и внутренняя поверхности баллонов не должны иметь раковин, закатов, трещин и глубоких рисок. При полностью повернутом в горловину баллона вентилю на его нарезанной части должно оставаться три — пять запасных ниток.

Баллоны для сжатого газа рассчитывают на внутреннее давление 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>). Каждый вновь изготовленный баллон подвергают пробному гидравлическому испытанию под давлением 30 МПа (300 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 1 мин, а затем пневматическому испытанию под давлением 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>). Неисправные баллоны выбраковываются. На верхней сферической части каждого баллона должны быть отчетливо выбиты следующие сведения о нем:

- товарный знак завода-изготовителя;
- номер баллона;
- дата (месяц и год) изготовления и год следующего испытания;
- назначенное рабочее давление;
- пробное гидравлическое давление;
- емкость баллона в литрах (с точностью  $\pm 0,2$  л);
- масса баллона в килограммах (с точностью  $\pm 0,2$  кг);
- клеймо отдела механического контроля завода-изготовителя.

Баллоны для сжатых газов окрашивают снаружи масляной или эмалевой краской в красный цвет или цвет автомобиля. Повторные гидравлические испытания баллонов производятся обычно через два года.

*Автомобильные баллоны для сжиженного газа* рассчитываются на рабочее давление 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>), что соответствует упругости насыщенных паров пропана при температуре 48,4 °С. Для современных газобаллонных автомобилей применяются баллоны горизонтального типа, оборудованные комплектом наполнительно-расходной и контрольно-предохранительной арматуры. Цилиндрическая часть баллона

обычно изготавливается из листового материала, свариваемого продольным швом, или из специальной тонкостенной трубы. Материалом для изготовления баллонов служит углеродистая сталь Ст3 с пределом прочности примерно  $4000 \text{ кгс/см}^2$ . Арматура располагается на одном или обоих днищах или на цилиндрической части (обечайке) баллона.

На баллоне устанавливается следующая арматура: паровой вентиль, предохранительный клапан, контрольный вентиль, наполнительный вентиль, указатель уровня сжиженного газа, сливная пробка и жидкостный вентиль. Гидравлические испытания газового баллона необходимо проводить при давлении  $2,4 \text{ МПа}$  ( $24 \text{ кгс/см}^2$ ). Маркировка делается такая же, как и для баллонов для сжатого газа.

При эксплуатации автомобилей особое внимание необходимо уделять креплению баллонов для сжатого и сжиженного газа, так как ослабление креплений может привести к их перекосам и обрыву трубопроводов.

Указатель уровня сжиженного нефтяного газа (СНГ). Указатель дистанционного типа расположен на щитке приборов в кабине водителя, датчик — на днище баллона. Принцип действия указателя основан на изменении сопротивления реостата в зависимости от положения поплавка. При изменении уровня газа поплавок всплывает или опускается. С поплавком соединены контакты, которые скользят по реостату, изменяя величину сопротивления электрической цепи и показания на указателе.

Вентили. По своему назначению вентили разделяются на наполнительные, контрольные и расходные.

*Наполнительные вентили* на большинстве газобаллонных автомобилей применяют диафрагменного типа (рис. 8.3, а). Они предназначены для заполнения баллонов сжатым газом и размещаются на днище баллона. Герметичность вентиля при заправке баллона обеспечивает клапан 2 с уплотнителем из полиамидной смолы, который прижимается к седлу путем вращения маховика 6. Для дополнительного уплотнения вентиля предусмотрена мембрана 3 из прорезиненной ткани. В приливе корпуса размещен обратный клапан 8 пружинного типа. Клапан предназначен для предотвращения выхода сжиженного газа через входной штуцер после окончания заправки, в аварийных случаях при нарушении герметичности вентиля и в случае отсоединения заправочного шланга. Заправочное отверстие за-

крыто пробкой.

*Вентили контроля* за максимальным наполнением баллона газом бывают двух типов. Более простой состоит из корпуса с двумя контрольными отверстиями, уплотнителя и маховика. При заправке баллона газом необходимо отвернуть маховик на 3 — 4 оборота и заправлять баллон до тех пор, пока из контрольного отверстия не потечет струйка жидкого газа. После этого заправка прекращается, а маховик закручивается до отказа.

Другой тип контрольного вентиля состоит из маховика, пробки и штока.

На наружном конце штока вентиля закреплен маховик, на внутреннем — уплотнитель. В корпус вентиля ввернут штуцер с пробкой. Перед началом заправки необходимо вывернуть пробку, а вместо нее присоединить специальный шланг, через который лишний газ отводится в безопасное место или в специальную емкость газозаправочной станции. На шланге имеется специальное смотровое устройство. Перед началом заправки необходимо отвернуть на несколько оборотов маховичок контрольного вентиля. Заправка продолжается до тех пор, пока в смотровом устройстве не покажется жидкий газ. Это служит сигналом к прекращению заправки.

*Расходные вентили* устанавливаются на баллоне по два, один из них предназначен для отбора газообразной фазы, другой — для отбора жидкостной.

Основной деталью вентиля является корпус, закрепляемый при помощи конической резьбы на днище баллона. Внутри в корпус ввернуто седло клапана. Клапан с уплотнителем закреплен при помощи зажима на мембране. Для управления ходом мембраны служит шток с маховиком. Если маховик вращать по часовой стрелке, то шток, перемещая мембрану, прижмет клапан с уплотнителем к седлу и перекроет входное отверстие. Для выхода газа на корпусе имеется патрубок, к которому при помощи накидной гайки присоединяется трубопровод. Если маховик повернуть на несколько оборотов против хода часовой стрелки, то клапан с уплотнителем отойдет от седла и газ начнет выходить из баллона. Движение газа показано на рисунке стрелками.

Предохранительный клапан.

Предохранительный клапан предназначен для ограниче-

ния максимального давления в баллоне со сжиженным газом. Он состоит из корпуса, который вворачивается в днище баллона. Внутри корпуса установлен клапан, нагруженный пружиной. Давление пружины регулируется прокладками. Для принудительного открытия клапана служит шток. Для надежного закрытия выходного канала на клапане имеется уплотнитель, для выхода газа имеются отверстия. Усилие пружины рассчитано на давление 1,68 МПа (16,8 кгс/см<sup>2</sup>). Если давление внутри баллона превысит это значение, то клапан с уплотнителем, преодолевая силу.

Испаритель сжиженного газа. При расширении выходящих из баллона газов поглощается большое количество теплоты. Кроме того, жидкий газ необходимо испарить. Испаритель состоит из двух стянутых болтами симметричных корпусов, между которыми установлена уплотнительная прокладка. Корпуса соединяются втулкой, через которую циркулирует горячая охлаждающая жидкость. Жидкость поступает в испаритель через штуцер и выходит через штуцер. Газ поступает в змеевик через штуцер и выходит через штуцер. Горячая жидкость омывает змеевик и подогревает газ. Для удаления, при необходимости, охлаждающей жидкости из корпуса испарителя имеется сливной кран.

Подогреватель сжатого газа. Сжатые газы могут содержать небольшое количество влаги. Если она попадет в редуктор высокого давления без подогрева, то может превратиться там в лед и нарушить работу всей газовой системы питания. Поэтому перед редуцированием газ необходимо подогреть. Для этого можно использовать тепло отработавших газов или горячей жидкости из системы охлаждения двигателя.

Подогреватель сжатого газа состоит из нижнего и верхнего корпусов, соединенных друг с другом. Внутри корпуса находится змеевик для циркуляции газа, имеющий штуцер входного патрубка и штуцер выходного патрубка. Горячие отработавшие газы из трубы глушителя поступают в корпус подогревателя через входной патрубок, а выходят через выходной патрубок, нагревая в теплообменнике змеевик и проходящий по нему сжатый газ.

Электромагнитные запорные

клапаны газобаллонных автомобилей. Такие клапаны выполняют роль магистральных клапанов газовой и бензиновой системах подачи топлива. По устройству они относятся к соленоидным. Управляются клапаны переключателем вида топлива. Рычаг переключателя имеет три положения с нейтральным посередине. Нейтральное положение необходимо для перевода работы двигателя с бензина на газ, и наоборот. Если рычажок установлен в нейтральное положение, то оба электромагнитных клапана отключены.

*Электромагнитный запорный клапан с газовым фильтром* имеет соленоид, состоящий из сердечника, пружины, якоря и обмотки. Соленоид защищен обоймой. Сам клапан имеет разборный фильтрующий элемент, состоящий из двух фетровых шайб и трех медных сеток. Корпус фильтра с отстойником соединяются специальным болтом. Болт имеет продольный канал с верхнего резьбового конца с выходом его внутрь отстойника. Фильтрующий элемент поджимается к корпусу пружиной. Для герметизации соединений установлены уплотнительные кольца. Выходной канал из полости прикрывается клапаном.

Электромагнитный клапан с газовым фильтром работает следующим образом. Сначала необходимо переключить систему подачи топлива на подачу газа и включить зажигание. При включении зажигания якорь соленоида втягивается в катушку и клапан открывает канал *Б*. Газ из баллона проходит через штуцер и продольный канал в специальном болте и выходит в отстойник. Механические примеси выпадают на дно отстойника, а газ проходит через фильтрующий элемент и тщательно очищается здесь. Затем газ проходит по каналу в полость *А*, а оттуда через клапан и испаритель поступает в газовый редуктор.

*Электромагнитный клапан с бензиновым фильтром* конструктивно незначительно отличается от электромагнитного клапана с газовым фильтром.

К корпусу при помощи коромысла и гайки-барашка через прокладку крепится стакан-отстойник фильтра. Фильтрующий элемент состоит из каркаса, обмотанного двумя слоями латунной сетки, прижатой к каркасу пружиной. Бензин поступает через штуцер внутрь отстойника. Крупные механические частицы и вода, если она не задержалась ранее в фильтре-

отстойнике, выпадают на дно отстойника в виде осадка, остальной бензин проходит через фильтрующие сетки элемента и подается в канал *Б*, закрытый клапаном. Для подачи бензина в карбюратор необходимо установить переключатель питания в положение «бензин» и включить зажигание. При включении зажигания ток пройдет через обмотку электромагнита, втянет сердечник и откроет клапан. Бензин начнет проходить из канала *Б* в полость *А* и через открытый клапан подаваться в карбюратор-смеситель.

Электромагнитный клапан с фильтром автомобиля ЗИЛ-431810 работает аналогично.

Газовые редукторы

Как известно, давление сжатого газа в баллонах доходит до 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>), а сжиженного — до 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>). В карбюратор-смеситель газ должен поступать под атмосферным давлением. Для снижения давления газа до атмосферного служат *газовые редукторы*.

Двигатели автомобилей ЗИЛ-431610 и автобусов ЛАЗ-695НГ, работающие на сжатом газе, имеют для этой цели редукторы высокого давления и двухступенчатые редукторы низкого давления.

Двигатели автомобилей ЗИЛ-441610, -431810 и автобусов ЛАЗ-695П, ЛиАЗ-677Г, работающие на сжиженном газе, имеют двухступенчатые газовые редукторы низкого давления, аналогичные редукторам низкого давления для сжатого газа.

Газовый редуктор высокого давления. Редуктор состоит из корпуса, между верхней и нижней частями которого закреплена мембрана. Мембрана нагружена предварительно сжатой пружиной, установленной между опорной шайбой регулировочного винта и нажимным диском. Под мембраной находится толкатель редуцирующего клапана. Для фильтрации газа имеются фильтры. Клапан нагружен собственной пружиной и прижимается к седлу.

При отсутствии газа в редукторе пружина через толкатель открывает редуцирующий клапан и держит его в открытом состоянии. Когда газ начинает поступать в редуктор, он проходит через фильтры и, через открытый клапан, заполняет камеру рабочего давления *Б*, затем идет в первую ступень газового ре-

дуктора низкого давления. После заполнения первой ступени и закрытия ее клапана давление в камере рабочего давления *Б* начинает возрастать. Это давление действует на мембрану. При достижении величины давления в пределах 0,8... 1,2 МПа (8... 12 кгс/см<sup>2</sup>) мембрана, сжимая пружину, поднимается и освобождает толкатель. Редуцирующий клапан также поднимется, закроет гнездо и перекроет проход газа в камеру рабочего давления. Таким образом давление снижается до 0,8... 1,2 МПа. Если давление газа ниже 0,8 МПа, то клапан редуктора будет постоянно открыт.

Редуктор высокого давления крепится на кронштейне, который одновременно является и подогревателем газа.

Кронштейн — подогреватель редуктора высокого давления. Состоит из пластины и патрубка подвода охлаждающей жидкости из системы охлаждения двигателя. Жидкость отводится через выходное отверстие. Горячая жидкость, циркулируя через подогреватель, подогревает идущий через редуктор газ.

Газовый редуктор низкого давления. На всех газобаллонных автомобилях для снижения давления газа до атмосферного устанавливаются двухступенчатые редукторы. Они состоят из трех основных частей:

- полости *А* первой ступени высокого давления;
- полости *Б* второй ступени низкого давления;
- полости *В* разгрузочного устройства.

*Первая ступень* состоит из корпуса и крышки корпуса, между которыми находится диафрагма высокого давления, нагруженная пружиной. Для регулировки силы пружины имеется гайка с контргайкой. К штоку диафрагмы присоединен коленчатый рычаг клапана высокого давления. Рычаг качается на оси. Второе плечо этого рычага соединено с клапаном высокого давления. При отсутствии газа в полости первой ступени этот клапан открыт.

*Вторая ступень* газового редуктора имеет корпус, закрытый крышкой. Между корпусом и крышкой уложена диафрагма низкого давления. В центре диафрагмы закреплен шток, на который через шайбу и шпильку давит предварительно сжатая пружина. Эта пружина, действуя на шток, заставляет диафрагму подниматься. С этим штоком, кроме того, внутри корпуса



соединено плечо коленчатого рычага. Рычаг качается на оси. Во второе плечо ввернут регулировочный винт клапана низкого давления с контргайкой. Регулировочный винт толкателем прижимает клапан низкого давления к гнезду. Нормальное положение этого клапана — закрытое.

*Разгрузочное устройство* (вакуумный разгрузатель) является третьей частью редуктора. Оно состоит из корпуса, диафрагмы и пружины. Внутренняя полость *B* разгрузочного устройства шлангом соединяется с впускной трубой двигателя.

При неработающем двигателе пружина поднимает диафрагму низкого давления и через шток и коленчатый рычаг прижимает клапан к седлу, закрывая проход для газа из первой во вторую ступень редуктора. Усилие сжатия пружины не обеспечивает абсолютного закрытия клапана, что способствует произвольному проникновению газа из первой ступени. Этот газ поступает в карбюратор-смеситель, а из него в подкапотное пространство двигателя. Удельный вес газа больше, чем воздуха, и как более тяжелый он начнет опускаться. Если автомобиль находится в закрытом помещении, газ скапливается в углублениях, смотровых ямах, и при появлении открытого огня может произойти взрыв.

Для обеспечения плотного закрытия клапана служит разгрузочное устройство (вакуумный разгрузатель). При неработающем двигателе пружина разгрузочного устройства поднимает диафрагму, которая своими упорами заставляет дополнительно подниматься диафрагму низкого давления, чем обеспечивает более плотное закрытие клапана. Давление газа из полости первой ступени теперь не может преодолеть суммарное сопротивление пружин. Клапан будет надежно закрыт, и просачивание газа во вторую ступень будет исключено.

Работа двухступенчатого газового редуктора низкого давления. При запуске двигателя разрежение из впускной трубы двигателя по шлангам и каналу передается в полость *A* разгрузочного устройства. Под мембраной разгрузочного устройства создается разрежение, а над этой мембраной давление всегда будет атмосферным или близким к атмосферному, т. е. создается разность давлений. Мембрана начинает прогибаться вниз, сжимая пружину. Упоры отходят от мембраны второй ступени и освобождают ее. Мембрана разгрузочного устройства опущена

все время, пока работает двигатель, и не препятствует свободной работе мембраны второй ступени.

Из электромагнитного клапана газ поступает через открытый клапан в полость Г первой ступени редуктора высокого давления газа. Давление внутри этой полости начинает возрастать и передается на мембрану первой ступени. Когда оно достигает величины 0,16...0,18 МПа (1,6... 1,8 кгс/см<sup>2</sup>), мембрана начинает прогибаться, сжимая пружину, и тянет за собой плечо коленчатого рычага. Рычаг поворачивается вокруг своей оси и вторым плечом прижимает клапан к гнезду, перекрывая проход газу. Для периодического закрытия и открытия клапана давление газа в полости должно постоянно изменяться. При уменьшении давления пружина, поднимая мембрану, открывает клапан и пропускает некоторое количество газа. Когда давление достигнет 1,6...8 МПа, мембрана опустится, сжимая пружину и закрывая клапан. Таким образом, при неработающем двигателе клапан и первая ступень редуктора служат для автоматического перекрытия газовой магистрали.

Вторая ступень газового редуктора (полость низкого давления) включается в работу только после запуска двигателя. При такте впуска разрежение из цилиндров передается в карбюратор-смеситель, а из него по шлангу в полость В низкого давления редуктора. За счет этого разрежения газ через дозатор и патрубок по шлангу поступает в карбюратор-смеситель. При этом в полости В создается разрежение, которое действует на мембрану второй ступени. Над этой мембраной давление всегда будет атмосферным, так как полость В свободно сообщается с атмосферой. Когда давление под мембраной понижается, под действием атмосферного давления она начинает прогибаться и штоком давит на плечо коленчатого рычага второй ступени. Он поворачивается на своей оси и открывает клапан, через который газ из первой ступени переходит во вторую ступень. Давление во второй ступени начинает возрастать, и, когда оно достигнет атмосферного, мембрана поднимется под действием пружины и через коленчатый рычаг закроет клапан, прекращая проход газа во вторую ступень. Давление газа в полости второй ступени, как правило, не превышает атмосферного или может быть выше на 80...100 Па (8... 10 мм вод. ст.).

*Экономайзер* газового редуктора предназначен для обогащения газовой смеси при работе двигателя на больших нагрузках. При работе двигателя на малых и средних нагрузках дроссельные заслонки в карбюраторе-смесителе открываются не полностью, и во впускной трубе будет повышенное разрежение. Такое же повышенное разрежение будет и в полости *E* экономайзера. За счет этого разрежения мембрана экономайзера, преодолевая сопротивление пружины, будет находиться в нижнем положении. Клапан экономайзера при этом закрыт. При работе двигателя на больших нагрузках дроссельные заслонки открыты. Разрежение во впускной трубе, а следовательно, и в полости *E* экономайзера уменьшится. Пружина поднимет мембрану и закрепленный на ней шток с клапаном. Клапан откроется, и через него по каналу в патрубке начнет дополнительно поступать газ, обогащая газовоздушную смесь.

При повышении давления в полости *Г* до 0,45 МПа открывается предохранительный клапан, и часть газа выходит в атмосферу.

Карбюраторы-смесители и смесители

Карбюратор-смеситель. Газобаллонный двигатель ЗИЛ-431610 работает на сжатом газе. Для питания его бензином установлен карбюратор-смеситель К-91. Эти карбюраторы устроены и работают аналогично карбюраторам К-88АТ и К-96, устанавливаемым на двигателях ЗИЛ-508.10.

На горловине воздушной заслонки устанавливается переходник-смеситель, а также приемный патрубок газового смесителя и обратный клапан. Патрубок-смеситель шлангом соединяется с трубкой, по которой газ подводится в систему холостого хода. Корпус переходника-смесителя болтами крепится к горловине карбюратора-смесителя. В корпусе переходника имеется фланец. Между фланцем и корпусом устроена кольцевая полость. На фланце имеется входной патрубок с кольцевой щелью для прохода газа в смесительную камеру карбюратора. Для подвода газа имеется патрубок подвода газа. Газ в смеситель поступает через обратный клапан, выполняющий роль огневого затвора.

При работе двигателя в смесительной камере карбюратора существует разрежение. За счет него газ из полости низкого

давления двухступенчатого редуктора через патрубок и обратный клапан поступает в смесительные камеры карбюратора и далее в цилиндры двигателя. Во время работы двигателя возможны обратные вспышки в карбюраторе. Чтобы пламя не передалось в редуктор, установлен обратный клапан. Давление, возникающее в карбюраторе при обратной вспышке газа в смесительных камерах, прижимает обратный клапан к седлу и пламя пройти в редуктор не может. На переходнике-смесителе имеется отверстие для соединения при помощи шланга с патрубком системы холостого хода.

Газовые смесители. Для приготовления газозвушной смеси предназначены газовые смесители. Если они работают совместно с двухступенчатым газовым редуктором, снабженным дозирующим экономайзерным устройством, то не имеют дозирующих элементов для газа, кроме винтов холостого хода. Если газовый смеситель имеет дозирующее экономайзерное устройство, то может работать с любым редуктором.

В диффузоры газ поступает через форсунки, установленные в каждой камере. Система холостого хода имеет отверстия минимального числа оборотов, подача газа через которые регулируется с помощью винтов, и нерегулируемые отверстия увеличенных оборотов. Общая подача газа в систему холостого хода регулируется винтами. В систему холостого хода газ поступает как через канал, так и через штуцер непосредственно из редуктора. Такая система позволяет осуществлять комбинированный подвод газа в систему холостого хода: частично из пространства за дозатором газа и частично непосредственно из выходной полости редуктора.

Дозатор-смеситель газа газодизельных автомобилей. Дозатор-смеситель изготовлен в одном корпусе с механизмом ограничения подачи газа диафрагменного типа и выполнен в виде дроссельного устройства, управление которым осуществляется педалью из кабины водителя. Основным назначением дозатора газа является регулирование количества газа, подаваемого в смеситель из двухступенчатого редуктора. Дозатор крепится к корпусу смесителя. В корпусе смесителя находится диффузор, внутри которого имеется кольцевой коллектор подвода газа через радиальные отверстия.

Смеситель выполняет три функции:

создает необходимое разрежение на малых частотах вращения коленчатого вала двигателя, достаточное для приведения в действие «отпирающей» диафрагмы редуктора и перевода его из режима запорного клапана в рабочий режим; обеспечивает равномерное перемешивание газа и воздуха; совместно с газовым редуктором формирует внешнюю скоростную характеристику двигателя.

Дозирование необходимого количества газа производится дроссельной заслонкой. При нажатии на педаль акселератора рычаг привода дроссельной заслонки через ведущий валик открывает дроссельную заслонку, и за счет разрежения в диффузоре смесителя газ поступает из редуктора в смеситель. Дроссельная заслонка установлена на ведомом валике дозатора, соединенном со штоком диафрагменного механизма ограничения подачи газа. Диафрагменный механизм позволяет управлять положением дроссельной заслонки независимо от положения рычага привода заслонки, например поворачивать заслонку в сторону закрытия при достижении двигателем максимально допустимой частоты вращения коленчатого вала 2600 об/мин.

Механизм дистанционной установки запальной дозы топлива. Для уменьшения цикловой подачи топлива в цилиндры двигателя при переходе двигателя с дизельного на газодизельный режим служит механизм запальной дозы топлива.

Механизм с помощью кронштейна закреплен на топливном насосе высокого давления (ТНВД). При включении электромагнита подвижный упор устанавливается в положение, в котором он препятствует дальнейшему перемещению рычага управления регулятором топливного насоса. В этом случае рычаг регулятора может перемещаться от положения минимального холостого хода до положения, в котором цикловая подача топлива соответствует «запальной» дозе. Кроме того, на кронштейне закреплен выключатель, запрещающий одновременную подачу газа и «неограниченной» дозы дизельного топлива. Например, при работе двигателя в режиме дизеля или при внезапном выходе из строя электромагнита управления подвижным упором рычага рейки насоса датчик блокировки отключает цепь питания электроклапана подачи газа.

## Пуск и остановка двигателя

При пуске двигателя необходимо соблюдать следующий порядок: перед пуском двигателя осмотреть приборы питания и арматуру, убедиться в ее исправности и герметичности, а также наличии газа в баллонах; для пуска двигателя, работающего на сжиженном газе, открыть расходные вентили. При пуске холодного двигателя необходимо открыть паровой вентиль; при пуске прогретого двигателя газ должен подаваться из вентилей жидкостной фазы; включить зажигание. Включение зажигания открывает электромагнитный запорный клапан с газовым фильтром, при этом переключатель вида топлива должен быть установлен в положение «газ»; для ускорения подачи газа в карбюратор-смеситель несколько раз кратковременно нажать на шток диафрагмы второй ступени низкого давления двухступенчатого редуктора, после чего произвести запуск двигателя стартером; дроссельные заслонки при необходимости приоткрыть. Воздушную заслонку прикрывать не рекомендуется, так как это приводит к переобогащению горючей смеси, а следовательно, к затруднению запуска двигателя. Исправный двигатель с исправной системой подачи газа должен запускаться с первого включения стартера, который включается на время не более 5 с. Если двигатель с первой попытки не запустился, следует повторить запуск через 10... 15 с;

после прогрева двигателя до температуры 60 °С открыть вентиль жидкостной фазы и закрыть вентиль парообразной фазы; после прогрева двигателя кнопку ручного управления дроссельными заслонками утопить в щиток; не рекомендуется длительная работа двигателя на паровой фазе, так как происходит интенсивное испарение легких фракций сжиженного газа. При этом снижается температура жидкого газа в баллоне, он покрывается инеем, ухудшается теплообмен с окружающей средой.

Существуют два режима остановки двигателя: для кратковременной остановки двигателя можно отключить зажигание. При этом электромагнитный клапан закроет подачу газа в двухступенчатый редуктор; для длительной остановки двигателя необходимо при работающем двигателе закрыть расходные вентили жидкостной и газообразной фаз и дать двигателю выработать весь газ. Когда двигатель остановится (заглохнет), выключить зажигание.

Перевод двигателя в другой режим питания выполняется следующим образом: для перевода работы двигателя с газа на бензин необходимо при работающем двигателе закрыть расходные вентили на баллоне. После остановки двигателя открыть бензокраник, установить переключатель вида топлива в положение «бензин», подкачать бензин рычагом ручной подкачки бензонасоса и запустить двигатель стартером как обычно; для перевода работы двигателя с бензина на газ необходимо при работающем двигателе закрыть бензокраник и дать двигателю выработать весь бензин из системы. После остановки двигателя установить переключатель топлива в положение «газ» и открыть расходный вентиль жидкостной фазы. Если же двигатель холодный, — то открыть вентиль газообразной фазы и заполнить систему газом. Для ускорения запуска принудительно подать газ к карбюратору-смесителю, для чего несколько раз кратковременно нажать на шток мембраны второй ступени редуктора низкого давления, и запустить двигатель стартером.

## **Глава 9 СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ**

### **Топливо для дизелей**

Дизельное топливо должно отвечать следующим требованиям: бесперебойно поступать в цилиндры при любых температурах и обеспечивать легкий пуск двигателя; обеспечивать хорошее распыление и смесеобразование в цилиндрах двигателя; образовывать минимальное количество нагара и отложений, не вызывать коррозии и коррозионных износов деталей, соприкасающихся с дизельным топливом и продуктами его сгорания.

Для автомобильных двигателей в зависимости от температуры окружающей среды применяется дизельное топливо следующих марок:

Л (летнее) — при температуре 0 °С и выше;

З (зимнее) — при температуре ниже и выше 0 °С;

А (арктическое) — при температуре -50...0°С, а также при температуре выше 0 °С.

На работу двигателя большое влияние оказывают характеристики дизельного топлива: температура самовоспламенения топлива, период задержки воспламенения, вязкость, отсутствие механических примесей и воды.

Температура самовоспламенения. Это температура, до которой необходимо нагреть топливо в смеси с кислородом воздуха, чтобы начался процесс горения.

Склонность дизельного топлива к самовоспламенению оценивают *цетановым числом*, которое определяется следующим образом. Из чистых углеводородов цетана и а-метилнафталина составляют смесь. На специальной моторной установке проверяют воспламеняемость испытуемого топлива, а затем подбирают смесь по объему из цетана и а-метилнафталина, которая будет воспламеняться так же, как и испытуемое топливо. Процентное содержание цетана и определит цетановое число испытуемого топлива. Названные чистые углеводороды имеют различные периоды запаздывания самовоспламенения. Цетан имеет наименьший период запаздывания воспламенения, что обеспечивает более мягкую работу двигателя. Для него условно принимают цетановое число равным 100 единицам. Второй компонент, а-метилнафталин имеет самый большой период задержки воспламенения и способствует жесткой работе двигателя. Это объясняется тем, что к моменту воспламенения в цилиндре будет находиться большое количество топлива, что приведет к резкому нарастанию давления и жесткой работе двигателя. При жесткой работе поршень испытывает повышенное ударное воздействие, что вызывает увеличенный износ деталей кривошипно-шатунного механизма, снижает экономичность двигателя и приводит к другим отрицательным последствиям. Цетановое число а-метилнафталина условно принимается равным нулю.

*Пример.* Если испытуемое топливо воспламеняется как объемная смесь, состоящая, например, из 45% цетана и 55% а-метилнафталина, то цетановое число такого топлива равно 45 единицам.

Таким образом, *цетановым числом* называют условный показатель самовоспламеняемости дизельных топлив, равный процентному содержанию цетана в такой его смеси с а-



метилнафталином, на которой получается такой же период задержки самовоспламенения, как и на испытуемом топливе.

Оптимальным для дизельных топлив является цетановое число, равное 40...50 единицам. Применение топлив с цетановым числом менее 40 приводит к жесткой работе двигателя. Если цетановое число более 50 единиц, то увеличивается удельный расход топлива за счет уменьшения полноты сгорания, так как к моменту воспламенения топливо не успевает перемешаться с воздухом во всем объеме камеры сгорания.

**Вязкость.** Дизельное топливо должно обладать *оптимальной вязкостью*, поскольку при достаточно высокой вязкости его прокачивание по системе питания может быть затруднено. Такое топливо оказывает значительное сопротивление при движении по трубопроводам, через фильтры и отверстия форсунок.

Недопустимо использовать топливо и с очень низкой вязкостью, поскольку при этом ухудшается смазка приборов питания и нарушается дозировка подачи топлива в цилиндры.

От вязкости топлива зависит качество распыления и сгорания. При высокой вязкости впрыскиваемое в цилиндр топливо будет иметь крупные капли с большой дальностью обрызгиваемого из них факела, что ведет к замедленному их испарению и частичному оседанию на днище поршня и стенки камеры сгорания. В результате увеличивается отложение нагара и понижается коэффициент полезного действия. При чрезмерно низкой вязкости топлива капли получаются очень мелкими, дальность их полета уменьшается, сгорание происходит вблизи форсунки. В результате воздух в дальних концах камеры сгорания в горении может не участвовать. Все это приводит к перегреву форсунок и их деформации.

**Механические примеси.** Надежность работы топливной аппаратуры и двигателя в целом снижается из-за присутствия механических примесей. Примеси в виде песка и глинозема, попадая на стенки трущихся деталей, оставляют на них риски, царапины и вызывают ускоренный износ. Они могут вызвать засорение сопел и даже обрыв распылителя.

**Вода.** Присутствие воды ухудшает смазывающие свойства топлива, нарушает подвижность иглы распылителя, способствует образованию шламов, засоряющих топливопроводы и

фильтры. При низких температурах из-за кристаллизации воды в трубопроводах могут образоваться пробки.

Дизельные топлива Д (летнее), З (зимнее) и А (арктическое) имеют цетановое число не менее 45 единиц. Срок хранения дизельного топлива — 5 лет со дня изготовления. После транспортировки и перелива топлива в емкости для хранения топливо должно отстояться не менее 10 дней, и только после этого им можно заправлять топливные баки автомобилей. Это необходимо для выхода из топлива воздушных пузырьков.

Смесеобразование у дизелей

Образование горючей смеси у дизелей происходит не так, как у карбюраторных. У дизелей при такте впуска в цилиндры поступает чистый воздух, который сжимается там в 15 — 20 раз. Например, в двигателях автомобилей ЗИЛ-5301 «Бычок» — в 15,1 раза, в двигателях ЗИЛ-433100 — в 18,5 раза, в двигателях автомобилей КамАЗ — в 17 раз. Степень сжатия в двигателях легковых автомобилей иностранного производства находится в пределах 22—23. За счет повышения давления температура воздуха достигает 600... 900 °С.

Образование горючей смеси происходит внутри цилиндра, куда топливо впрыскивается форсункой под давлением 16... 18 МПа (160... 180 кгс/см<sup>2</sup>). Это давление значительно превышает давление сжатого в цилиндре воздуха, находящегося в пределах 4... 5 МПа (40...50 кгс/см<sup>2</sup>). Скорость истечения топлива из форсунки достигает 150... 400 м/с. В результате трения о воздух струя топлива дробится на мелкие капли диаметром 0,002...0,003 мм. Мелкораспыленное топливо быстро испаряется и сгорает. Угол конуса распылителя зависит в основном от формы и размеров сопла, давления впрыска, вязкости топлива и давления воздуха в цилиндре. У дизелей смесеобразование происходит за 20...40° поворота коленчатого вала и составляет всего лишь 0,001 ...0,004 с, т.е. в 10—15 раз меньше, чем у карбюраторных двигателей. При таком ограниченном времени однородная качественная смесь может быть получена только при достаточно хорошем распылении и испаряемости топлива.

Для получения горючей смеси, способной быстро и полностью сгорать, нужно, чтобы топливо было распылено на возможно более мелкие частицы. Горение происходит только в

присутствии кислорода, поэтому каждая частица топлива должна быть окружена необходимым для полного сгорания количеством кислорода воздуха. Это очень сложный процесс, и для его осуществления приходится наполнять цилиндр гораздо большим количеством воздуха, чем это требуется для полного сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха у дизелей достигает 1,2—1,65.

Чтобы уменьшить избыточное количество воздуха и повысить среднее эффективное давление и литровую мощность дизеля, необходимо улучшать смесеобразование. Этого можно добиться следующими мерами:

форму камеры сгорания подобрать такую, чтобы она полнее обеспечивала распыление и перемешивание топливного факела, выходящего из сопел форсунки, с воздухом; создавать в камерах сгорания вихревое движение воздуха для наилучшего обеспечения распыления и перемешивания топлива с воздухом еще до момента самовоспламенения, что способствует более полному сгоранию топлива; путем оптимизации давления впрыска, давления воздуха в камере сгорания, направления выброса струй топлива из сопел форсунки добиваться максимально тонкого распыления топлива, что способствует лучшему испарению и горению топлива; за счет конструкции распылителей форсунок и формы камер сгорания добиваться однородного распыления топлива в виде капель примерно одинаковых размеров; дальнобойность выбрасываемых струй из сопел форсунок должна иметь требуемую величину. Дальнобойность топливного факела увеличивается при повышении давления впрыска и уменьшается при возрастании давления в камере сгорания за счет повышения сопротивления газовой среды пронижению частиц топлива.

Особенностью работы дизеля является то, что при различных оборотах коленчатого вала количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, почти не меняется, а изменяется количество впрыскиваемого топлива. Из-за этого при малой частоте вращения коленчатого вала воздуха бывает достаточно с избытком, и топливо сгорает полностью. При увеличении частоты вращения коленчатого вала количество топлива, подаваемого в цилиндры, увеличивается, а количество воздуха в ци-

линдре остается постоянным и даже из-за уменьшения времени на такт впуска несколько уменьшается. В результате уменьшается коэффициент избытка воздуха и ухудшается процесс сгорания топлива. Чтобы дизель обладал наилучшими мощностными и экономическими показателями, впрыск топлива в цилиндр нужно начинать еще до прихода поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ) примерно за  $10...20^\circ$ , считая по обороту коленчатого вала.

Угол, на который кривошип коленчатого вала дизеля не доходит до ВМТ в момент начала впрыска топлива, называется *гйаи опережения впрыска топлива*.

Если топливо впрыскивается слишком рано, двигатель работает жестко, а если топливо впрыснуто поздно, то оно будет сгорать уже при такте расширения (рабочий ход). В этом случае потери теплоты в систему охлаждения будут очень большими. Увеличивается потеря теплоты и с отработавшими газами. Все это приводит к уменьшению мощности и экономичности двигателя.

Чтобы форсунка впрыскивала топливо с требуемым опережением, топливный насос высокого давления должен начинать подавать топливо еще раньше. Это вызвано необходимостью иметь некоторое время на нагнетание топлива от насоса к форсунке.

Угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до ВМТ в момент начала подачи топлива из топливного насоса, называется *углом опережения подачи топлива*.

Элементы системы питания дизеля

Топливный бак установлен на кронштейнах и закреплен хомутами на левом лонжероне рамы автомобиля. Он состоит из соединенных сваркой штампованных половин, изготовленных из оцинкованных листов для предохранения от коррозии. Внутри бака имеются перегородки, предназначенные для уменьшения плескания топлива при движении автомобиля по плохим дорогам и предотвращения сильных гидравлических ударов по стенкам бака. Эти удары могут нарушить сварку половин бака. Для заполнения бака топливом имеется заливная горловина, закрываемая пробкой. На топливном баке размещен датчик указателя уровня топлива в баке, а также приемная и

сливные трубки топливопровода, расположенные на одном фланце. На приемной трубке внутри бака установлен сетчатый фильтр, предохраняющий топливопровод от засорения. В нижней части бака имеется отверстие для слива отстоя, закрываемое пробкой.

Фильтр грубой очистки топлива. Данный фильтр предназначен для предварительной очистки топлива, поступающего в топливный насос низкого давления, от крупных механических частиц. Он установлен во всасывающей магистрали системы питания и прикреплен болтами к кронштейнам топливного бака.

Фильтр имеет корпус, прикрепленный к кронштейну топливного бака. К корпусу при помощи фланца и болтов крепится колпак. Внутри к корпусу крепятся распределитель топлива, корпус сетчатого фильтрующего элемента и сам фильтрующий элемент. Под фильтрующим элементом к колпаку точечной сваркой приварен успокоитель. Топливо поступает через штуцер канала подачи топлива внутрь корпуса, проходит через распределитель топлива и направляется успокоителем в фильтрующий элемент. Крупные механические частицы и вода оседают на дне колпака и периодически сливаются через сливное отверстие, закрываемое пробкой. Топливо проходит через сетку, дополнительно очищается от различных механических примесей и через центральное отверстие отводится к топливоподкачивающему насосу.

Фильтр тонкой очистки топлива. На двигателе ЗИЛ-645 фильтр тонкой очистки состоит из крышки и двух колпаков, внутри которых приварены центральные трубки, имеющие в нижней части выход наружу. Эти отверстия служат для удаления отстоя и закрываются пробками. На трубки надеваются фильтрующие элементы, изготовленные из специальной бумаги. Снизу на этих трубках фильтрующие элементы уплотнены, чтобы топливо не могло проходить между трубками и элементами. К крышкам фильтрующие элементы поджимаются пружинами.

В крышке фильтра имеется клапан-жиклер с пружиной и пробкой клапана. Этот клапан открывается при избыточном давлении в полости ( $0,15 \pm 0,005$ ) МПа ( $(1,5 \pm 0,05)$  кгс/см<sup>2</sup>), и излишнее топливо по сливному трубопроводу стекает в топливный бачок предпускового подогревателя.

Топливо в фильтры тонкой очистки под давлением поступает из подкачивающего насоса низкого давления, продавливается через фильтрующие элементы, где очищается от мельчайших механических примесей, и через канал в крышке и трубопровод отводится в насос высокого давления.

Фильтры тонкой очистки двигателей ЯМЭ-236 и КамАЗ-740 хотя и имеют небольшие конструктивные отличия от фильтров двигателя ЗИЛ-645, но работают аналогично.

С течением времени фильтрующие элементы засоряются и их гидравлическое сопротивление возрастает. Поэтому фильтрующие элементы необходимо периодически заменять, а фильтрующую сетку фильтра грубой очистки очищать и промывать.

Топливоподкачивающие насосы низкого давления. На дизелях применяют несколько типов подкачивающих насосов. Все они крепятся на корпусах насосов высокого давления и приводятся в работу от кулачкового вала.

На двигателях ЯМЗ-2Э6 и КамАЗ-740.10 устанавливаются топливоподкачивающие насосы поршневого типа двойного действия.

Основными частями насоса являются корпус, в котором установлен поршень. С одной стороны на поршень действует предварительно сжатая пружина, а с другой — шток толкателя. Толкатель при помощи ролика *б* опирается на эксцентрик кулачкового вала насоса высокого давления. Толкатель к эксцентрику прижимается предварительно сжатой пружиной. Для подвода топлива в цилиндр насоса служит впускной клапан, а для выпуска сжатого топлива выпускной клапан. Полость *А* над поршнем при помощи канала сообщается с полостью *Б* под поршнем.

*Работа насоса.* Когда поршень находится в ВМТ, полость *Б* уже заполнена топливом. При вращении кулачкового вала эксцентрик сбегает с толкателя, и он под действием пружины опускается. Под действием пружины поршень, опускаясь, давит на топливо, находящееся в полости *Б*, и выдавливает его через канал в фильтр тонкой очистки, а оттуда в топливный насос высокого давления. Одновременно с этим при опускании поршня над ним создается разрежение, за счет которого открывается впускной клапан, и надпоршневая полость *А* заполняется топливом.

При дальнейшем вращении кулачкового вала эксцентрик поднимает роликовый толкатель и поршень. Поршень, поднимаясь, давит на топливо. Впускной клапан при этом закрывается, а выпускной клапан открывается, и топливо по каналу частично идет в насос высокого давления, а частично, за счет создающегося разрежения в полости *Б* под поршнем, идет в подпоршневое пространство. Затем процесс повторяется.

Подача топливоподкачивающего насоса выше, чем расход топлива при работе двигателя. При уменьшении расхода топлива давление в полости *Б* повышается, и силы сжатой пружины недостаточно для преодоления противодействия топлива. Вследствие этого активный ход поршня уменьшается и снижается подача топлива насосом. Толкатель при этом свободно перемещается в обе стороны. По мере увеличения расхода топлива давление в полости *Б* уменьшается, активный ход поршня увеличивается, и подача топлива насосом возрастает.

*Ручной привод.* Топливный насос, кроме механического, имеет ручной привод, предназначенный для заполнения системы топливом и для удаления из системы воздуха. Ручной привод состоит из цилиндра, внутри которого находится поршень со штоком. Снаружи на шток при помощи шпильки закреплена рукоятка, которая посредством внутренней резьбы наворачивается на резьбу цилиндра. Насос ручной подкачки располагается над впускным клапаном топливоподкачивающего насоса.

Для привода в работу необходимо отвернуть рукоятку на цилиндре. При перемещении поршня вверх под ним создается разрежение, открывается впускной клапан, и в цилиндр поступает топливо. При опускании поршня закрывается впускной клапан, под давлением открывается выпускной клапан, и топливо подается через фильтр тонкой очистки в насос высокого давления. Излишки топлива по сливной трубке возвращаются в топливный бак автомобиля.

После заполнения системы топливом и удаления воздуха поршень необходимо опустить вниз, а рукоятку обязательно навернуть на резьбовой хвостовик цилиндра. Поршень при этом плотно прижимается к прокладке.

На двигателе ЗИЛ-645 топливоподкачивающий насос состоит из корпуса, поршня, толкателя с направляющей трубкой.

В насосе установлено два нагнетательных клапана, один из которых находится в днище поршня, а другой — в корпусе клапана. Корпус клапана закрыт крышкой. Для подвода и отвода топлива имеются штуцеры.

Когда эксцентрик сбегает с толкателя, пружина перемещает поршень. Перед поршнем создается разрежение, открывается нагнетательный клапан в корпусе. Это пространство заполняется топливом. Одновременно с этим поршень вытесняет в канал к фильтру тонкой очистки топливо, находящееся в пространстве за поршнем.

Затем эксцентрик набегаёт на толкатель и начинает передвигать его в сторону поршня. Поршень под давлением толкателя начинает перемещаться. Нагнетательный клапан в корпусе закрывается, а нагнетательный клапан в днище поршня открывается под действием давления, и топливо перетекает в пространство за поршень. Затем процесс перекачивания топлива повторяется.

Форсунки. Форсунки обеспечивают впрыск мелкораспыленного топлива под определенным давлением в камеры сгорания и четкую отсечку подачи в конце впрыскивания. Давление впрыска топлива находится в пределах 16...20 МПа. Так, у двигателя автомобиля ЗИЛ-433100 начало впрыска при давлении ( $19^{+0,7}$ ) МПа ( $(190^{+7})$  кгс/см<sup>2</sup>), у двигателей автомобилей КамАЗ-740 и -741 — при ( $18^{+0,5}$ ) МПа ( $(180^{+5})$  кгс/см<sup>2</sup>), а у двигателя автомобиля ГАЗ-4301 начало впрыска при давлении 17,16 МПа ( $171,6$  кгс/см<sup>2</sup>).

На дизелях применяют форсунки нескольких типов: открытые и закрытые, с распылителем, имеющим одно, два или несколько распыляющих отверстий (сопел). Сопла располагаются под определенными углами, обеспечивающими тонкое распыление топлива. *Закрытыми* называются форсунки с распыляющими отверстиями, закрытыми при помощи иглы. Эти отверстия открываются только в момент впрыскивания топлива в камеры сгорания. В настоящее время большинство дизелей имеет распылители форсунок с гидравлически управляемой иглой. Диаметр распыляющих отверстий 0,34 мм.

Форсунка состоит из корпуса с фильтрующим элементом и пружины. Сверху пружина упирается в опорную тарелку, а



снизу, через вкладыш, действует на иглу. Пружина находится в предварительно сжатом состоянии. Давление пружины регулируется винтом. Регулировочный винт удерживается от самопроизвольного вращения контргайкой. Регулировочный винт имеет дренажный канал для слива просочившегося из корпуса распылителя топлива, которое сливается обратно в топливный бак. Распылитель имеет два распыляющих отверстия (сопла), которые закрываются иглой. Корпус распылителя вместе с иглой и проставкой крепятся к корпусу форсунки накидной гайкой. Проставка и корпус иглы фиксируются в одном положении специальными штифтами. Форсунка установлена в гнезде головки цилиндра и закреплена скобой.

У двигателя автомобиля ЗИЛ-5301 корпус форсунки имеет два прилива с отверстиями для крепления к головке цилиндра болтами.

Топливо к форсунке подается из насоса высокого давления через канал внутри корпуса распылителя, давление внутри которого возрастает. Это давление передается на заплечики иглы. Когда давление достигает величины 19 МПа (190 кгс/см<sup>2</sup>), игла, преодолевая сопротивление пружины, поднимается, открывая распыляющие отверстия, через которые топливо впрыскивается в камеру сгорания цилиндра в мелкораспыленном виде.

Устройство и работа форсунок различных дизелей принципиально одинаковы при возможных конструктивных отличиях.

Система подачи воздуха в двигатель

Система подачи воздуха включает в себя:

воздушный фильтр; патрубок забора воздуха, расположенный в задней части оперения с установленной над ним пластмассовой панелью, предохраняющей от попадания в фильтр влаги и посторонних предметов; гофрированный воздухозаборник, соединяющий фильтр с патрубком капота. Наружный воздух поступает непосредственно в воздушный фильтр через патрубок забора воздуха.

Воздушный фильтр двухступенчатый, сухого типа, с инерционной решеткой и автоматическим отсосом пыли. Стоит из корпуса, внутри которого расположен сменный бумажный фильтрующий элемент с уплотнителем. Корпус закрывается крышкой закрепленной винтом. Очищенный воздух от-

водится в воздушные патрубки двигателя по воздухопроводу. На корпусе фильтра имеется патрубок отсоса пыли. Забор воздуха осуществляется через воздухозаборник с распорной пружиной и соединительным патрубком. Устанавливается фильтр на кронштейне. Для правильной установки фильтра имеется установочная метка.

Воздух через воздухозаборник поступает в первую ступень фильтра с инерционной решеткой для предварительной очистки. Здесь направление движения потока воздуха резко изменяется, в результате крупные частицы под действием центробежных сил и вакуума в патрубке, соединенном с эжектором глушителя, выбрасываются в атмосферу. Очищенный от крупных механических частиц воздух поступает во вторую ступень фильтра с бумажным фильтрующим элементом. Проникая через поры фильтрующего элемента, воздух оставляет на его поверхности мелкие частицы пыли и, окончательно очищенный, через трубопроводы поступает в цилиндры двигателя.

В системе питания двигателя воздухом на впускном трубопроводе установлен индикатор засоренности воздушного фильтра. По мере засорения воздушного фильтра увеличивается разрежение во впускном трубопроводе. Если разрежение достигает величины 007 МПа (0,07 кгс/см<sup>2</sup>), срабатывает индикатор. При этом в его смотровом окне появляется красный участок барабана, который остается в таком положении и после остановки двигателя. Это сигнал к замене воздушного фильтра.

Автоматический отсос пыли осуществляется через патрубок.

Система автоматической очистки воздуха от пыли включает в себя корпус заслонки, рукоятку заслонки, трубу отсоса пыли и эжектор. Отсос пыли осуществляется за счет разрежения в патрубке, соединенном с эжектором глушителя, а затем она выбрасывается в атмосферу.

Воздушный фильтр на автомобилях КамАЗ устанавливается сзади кабины. На автомобиле КамАЗ-5320 он крепится к левому лонжерону рамы, на автомобилях КамАЗ-5410 и -5510 фильтр установлен на колесодержателе. Фильтры снабжены сменным фильтрующим элементом с инерционной решеткой.

Фильтр состоит из корпуса, крышки фильтра, фильтрующего элемента, патрубка отсоса пыли, входного патрубка, вы-

ходного патрубка. Забор воздуха происходит через трубу воздухозаборника, прикрытую колпаком. От воздухозаборника к фильтру идет входная труба, а от воздухоочистителя— выходная труба. В левой впускной трубе установлен индикатор состояния воздушного фильтра 3. Воздух через воздухозаборник поступает внутрь фильтра и проходит через пылеотстойник. Здесь задерживается основная масса крупных частиц пыли, которые отсасываются через патрубок в глушитель. Затем воздух, меняя направление, проходит через фильтрующий элемент, где осуществляется окончательная его очистка. Чистый воздух из воздушного фильтра через соединительную трубу поступает к впускным трубопроводам двигателя.

Топливный насос высокого давления

Топливный насос высокого давления (ТНВД) обеспечивает равномерную подачу строго дозированных порций топлива в каждый цилиндр двигателя в соответствии с порядком работы цилиндров и заданным режимом.

ТНВД оборудован топливоподкачивающим насосом низкого давления, автоматической муфтой опережения впрыска топлива и двухрежимным или всережимным механическим регулятором частоты вращения коленчатого вала двигателя. Каждый цилиндр двигателя обслуживается отдельным ТНВД. Для удобства работы и обслуживания все они собраны в общем корпусе и именуются *секциями* топливного насоса высокого давления.

Общее устройство ТНВД. Основными деталями ТНВД является корпус, внутри которого на шариковых подшипниках

и установлен кулачковый вал. Каждая секция насоса имеет втулку плунжера и плунжер. Над втулкой плунжера установлен нагнетательный клапан. Втулка плунжера, плунжер и нагнетательный клапан с седлом изготовлены с высокой точностью и представляют собой прецизионные пары, заменять одну деталь на другую в этой паре не допускается. Замену можно производить только в комплекте. К верхнему торцу втулки плунжера штуцером прижато седло нагнетательного клапана. К резьбовому концу штуцера с помощью накидной гайки прикреплен топливопровод высокого давления. Второй конец этого трубопровода соединен с форсункой. Плунжер через роликовый толкатель опирается на кулачки кулачкового вала. Плунжер

имеет возвратную пружину. Пружина своим нижним концом через разрезную шайбу действует на плунжер, а верхний конец упирается через шайбу в корпус. На втулке плунжера имеются впускное и перепускное отверстия. Для изменения количества подаваемого в цилиндр топлива на плунжере сделана винтовая проточка, а также продольное сверление с выходом радиально-го сверления в верхнюю часть винтовой проточки. Для управления подачей топлива имеется зубчатая рейка и зубчатый сектор, находящиеся в зацеплении. Кулачковый вал получает вращение от муфты привода топливного насоса.

Работа секции ТНВД. Каждая секция работает от кулачка распределительного вала. На кулачок опирается ролик толкателя, помещенного в корпус насоса. На пяту толкателя опирается плунжер. К толкателю плунжер прижимается пружиной. Пружина одним концом упирается в опорную шайбу, а через нее в опорную втулку. Другой конец пружины опирается на тарелку. Тарелка имеет разрез, а плунжер — кольцевую проточку для этой тарелки. Плунжер входит во втулку плунжера. Втулка имеет впускное отверстие и перепускное отверстие.

Над втулкой плунжера устанавливается штуцер нагнетательного клапана. Плунжер имеет поворотную втулку и зубчатую рейку. Для изменения количества топлива, подаваемого в цилиндр двигателя, на плунжере имеется спиральная канавка, а также внутренний продольный канал с выходом через радиальное сверление в верхнюю часть спиральной канавки.

Для дальнейшего рассмотрения работы секции ТНВД переходим к при сбегании кулачка распределительного вала с роликового толкателя толкатель опускается. Под действием пружины вслед за толкателем опускается и плунжер. При опускании плунжер сначала открывает впускное отверстие во втулке плунжера, через которое за счет давления, создаваемого подкачивающим насосом, внутрь втулки поступает топливо.

После открытия перепускного отверстия излишки топлива через канал отвода топлива возвращаются в топливный бак. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок начинает набегать на роликовый толкатель и поднимает его, а вместе с ним поднимается плунжер. При подъеме плунжер сначала закрывает перепускное отверстие, а затем и впускное от-

верстие. Моментом закрытия этого отверстия определяется начало подачи топлива к форсунке.

После закрытия впускного отверстия давление топлива в над- плунжерном пространстве возрастает, и, когда оно достигает величины 1,6... 1,8 МПа (16... 18 кгс/см<sup>2</sup>), нагнетательный клапан, сжимая пружину, отходит от седла клапана, и топливо по трубопроводу высокого давления поступает к форсунке. При дальнейшем движении плунжера вверх давление в топливопроводе возрастает, и при достижении величины 16... 19 МПа (160... 190 кгс/см<sup>2</sup>) происходит впрыск топлива форсункой в камеру сгорания. Продолжая движение вверх, плунжер своей винтовой спиральной канавкой открывает перепускное отверстие во втулке, соединенное с отводным каналом. При открытии выходного канала топливо из надплунжерного пространства через осевое отверстие в плунжере и диаметрально отверстие отводится в топливный бак. Давление топлива над плунжером резко уменьшается нагнетательный клапан под действием пружины закрывается. При опускании клапана до посадки на седло происходит увеличение объема пространства за клапаном и резкое падение давления в трубопроводе. Этим обеспечивается быстрая посадка в седло иглы распылителя форсунки и резкая отсечка подачи топлива в цилиндр.

Количество подаваемого плунжером топлива определяется длиной хода нагнетания, который изменяется поворотом плунжера относительно втулки, т.е. изменением положения спиральной канавки на плунжере относительно канала отвода топлива. Чем раньше спиральная канавка совпадает с каналом отвода топлива, тем меньше топлива будет впрыснуто в цилиндр и, следовательно, будет меньше частота вращения коленчатого вала двигателя, и наоборот.

Остановка работающего двигателя осуществляется с помощью тросика, который связан с рычагом останова и кнопкой управления, размещенной в кабине водителя. Для того чтобы остановить работающий двигатель, нужно до отказа вытянуть кнопку останова двигателя. Рычаг останова при этом поворачивается и через палец воздействует на рычаг выключения подачи. Рычаг, перемещаясь, воздействует на рычаг регулятора и рейки посредством пальцев и рычага реек. Рейки выводятся в положение выключения подачи, и двигатель останавливается.

### Автоматическая муфта опережения впрыска топлива

Автоматическая муфта центробежного типа, прямого действия, с установочным углом опережения впрыска  $18^\circ$  предназначена для автоматического изменения момента впрыска топлива в цилиндры в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Муфта установлена на коническом конце кулачкового вала насоса высокого давления на сегментной шпонке и крепится кольцевой гайкой и пружинной шайбой. Она изменяет момент впрыска топлива за счет дополнительного поворота кулачкового вала насоса во время работы в ту или другую сторону относительно вала привода насоса.

Автоматическая муфта состоит из корпуса, ведущей и ведомой полумуфт, грузов муфты, осей грузов, пружин муфты, пальцев ведущей полумуфты. Корпус муфты крепится на ведомой полумуфте. На переднем конце корпуса просверлены два отверстия для заполнения муфты маслом, применяемым для смазывания двигателя. Масло заливается через отверстие, расположенное сверху, до появления его через другое отверстие. Отверстия закрыты винтами с уплотнительными шайбами.

При увеличении числа оборотов коленчатого вала двигателя грузы муфты под действием центробежных сил, преодолевая сопротивление своих пружин, расходятся. При расхождении грузы, поворачиваясь вокруг осей, будут скользить по пальцам ведущей полумуфты. При этом расстояние между осями ведомой полумуфты и пальцами ведущей полумуфты уменьшается, в результате чего ведомая полумуфта поворачивается относительно ведущей на определенный угол. Поворот кулачкового вала насоса на такой же угол приводит к увеличению угла опережения впрыска топлива.

При уменьшении числа оборотов коленчатого вала двигателя грузы сходятся под действием пружин, так как центробежная сила грузов уменьшается. Ведомая полумуфта поворачивается относительно ведущей в сторону, противоположную вращению; и тем самым угол опережения впрыска топлива уменьшается. Двухрежимный регулятор частоты вращения коленчатого вала

На двигателях ЗИЛ-645 устанавливают двухрежимный регулятор. Он задает минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя (600 об/мин) и ограничивает его максимальную частоту вращения в пределах 2800 об/мин.

Регулятор частоты вращения устанавливается на ТНВД 1. К нему крепится корпус регулятора. На конусном конце кулачкового вала при помощи упорной шайбы и гайки фиксации крестовины закреплены крестовина и крестовина с демпфером. На оси установлен груз с угловым рычагом.

Принцип работы регулятора основан на действии центробежных сил грузов, которые через рычаги и шарнирное соединение вызывают перемещение рейки топливного насоса.

Подача топлива в диапазоне от минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя до максимальной регулируется водителем путем нажатия на педаль подачи топлива. При частоте вращения выше 2800 об/мин центробежные силы грузов преодолевают сопротивление предварительно сжатых пружин и передвигают рейку топливного насоса, резко уменьшая подачу топлива, в результате чего частота вращения коленчатого вала двигателя снижается.

Всерезжимный регулятор частоты вращения коленчатого вала

Регулятор предназначен для поддержания любого заданного числа оборотов коленчатого вала двигателя путем автоматического изменения количества подаваемого в цилиндр топлива в зависимости от нагрузки.

Регулятор приводится в работу от кулачкового вала насоса высокого давления через шестерни. Шестерня установлена на оси муфты. На крестовине установлены грузы. Муфта через упорный шариковый подшипник пятой действует через ось на рычаг рейки.

При вращении валика крестовины грузы расходятся под действием центробежных сил и отжимают муфту, которая через упорный подшипник и ось пяты поворачивает рычаг. На одном валу с рычагом расположен рычаг, связанный через пружину с рычагом. На ось пяты надет рычаг рейки, один конец которого соединен с кулисой, а другой, при помощи тяги, с рейкой топливного насоса.

Если нагрузка на двигатель уменьшается, а подача топлива в цилиндр остается неизменной, то, естественно, частота вращения коленчатого вала должна увеличиться. При этом грузы регулятора разойдутся и через систему рычагов переместят рейку в сторону уменьшения подачи топлива. Это будет про-

должаться до тех, пор, пока центробежные силы грузов не уравновесятся силой пружины.

Если нагрузка на двигатель увеличивается при неизменной подаче топлива, то частота вращения коленчатого вала уменьшается, грузы регулятора под действием пружины сходятся и через силы. Увеличение системы рычагов воздействуют на рейку насоса, обеспечивая увеличение подачи топлива.

Необходимый скоростной режим работы двигателя устанавливается рычагом, связанным при помощи тяг с педалью управления топливным насосом в кабине водителя. При нажатии на педаль рычаг поворачивается на некоторый угол влево, натяжение пружины увеличивается и рейка под действием пружины перемещается в сторону увеличения подачи топлива. Частота вращения коленчатого вала двигателя при этом увеличивается до тех пор, пока центробежная сила грузов не уравновесит силу натяжения пружины.

*Привод управления подачей топлива автомобиля ЗИЛ-645* осуществляется от педали подачи топлива с помощью валика с рычагом через пневматический цилиндр, промежуточный рычаг и тягу к рычагу топливного насоса высокого давления.

Управление подачей топлива может также осуществляться с помощью ручки ручного управления, находящейся на кронштейне крепления тяг. При включении моторного тормоза в пневматический цилиндр поступает воздух из воздушного баллона тормозной системы. Под действием сжатого воздуха в цилиндре перемещается поршень со штоком и воздействует через промежуточный рычаг и тягу на рычаг регулятора топливного насоса, переводя его в положение «Стоп»

Контрольные вопросы

Объясните рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя.

Объясните рабочий процесс четырехтактного дизеля.

Объясните рабочий процесс двухтактного карбюраторного двигателя.

Расскажите, как работает электронная система управления впрыском топлива (на примере двигателя ВАЗ-2112).

Как работает двигатель с предкамерно-факельным зажиганием?



Назовите преимущества и недостатки двухтактных двигателей по сравнению с четырёхтактными.

Назовите преимущества и недостатки дизелей по сравнению с карбюраторными двигателями.

Как работает дизель с турбонаддувом?

Для чего предназначен кривошипно-шатунный механизм?

Как устроены блоки цилиндров и из каких материалов их изготавливают? Перечислите преимущества и недостатки этих материалов.

Как устроены головки блока цилиндров и их прокладки?

Для чего предназначены и как устроены коленчатые валы? Из каких материалов и как они изготавливаются? В чем преимущества и недостатки этих материалов?

Для чего предназначены и как устроены шатуны и их подшипники?

Для чего предназначены и как устроены поршни?

Расскажите о назначении, устройстве и работе поршневых колец.

Расскажите о назначении, устройстве и работе поршневых пальцев.

Объясните устройство и назначение маховика.

Каким образом удерживаются коленчатые валы различных моделей двигателей от осевого смещения?

Объясните назначение и устройство коренных подшипников коленчатого вала.

Объясните назначение газораспределительного механизма и назовите его основные детали.

В чем преимущества и недостатки газораспределительных механизмов с нижним и верхним расположением клапанов?

Объясните назначение и устройство распределительных валов.

Как удерживаются от осевого смещения распределительные валы различных моделей двигателей?

Объясните устройство распределительных зубчатых колес и их соединение с зубчатым колесом коленчатого вала.

Как устроены толкатели различных моделей двигателей?

Объясните назначение, устройство и работу клапанов различных моделей двигателей.

Как устроены штанги?

Как устроены коромысла?

Объясните, с какой целью сделано так, что выпускные клапаны открываются раньше прихода поршня в НМТ, а закрываются после прохода поршнем ВМТ.

Объясните, с какой целью сделано так, что впускные клапаны открываются раньше прихода поршня в ВМТ, а закрываются после прохода поршнем НМТ.

По диаграмме фаз газораспределения объясните работу карбюраторного двигателя.

Каково назначение системы охлаждения?

Перечислите основные приборы системы охлаждения и объясните их назначение.

В каких условиях применяются системы охлаждения закрытого типа?

Назовите составы низкозамерзающих жидкостей.

Расскажите о назначении, устройстве и приводе вентиляторов.

Покажите путь циркуляции охлаждающей жидкости по малому кругу.

Покажите путь циркуляции охлаждающей жидкости по большому кругу.

Объясните назначение, устройство и работу электрофакельного подогревателя (термостарта).

Объясните назначение, устройство и работу жидкостного подогревателя двигателя.

Объясните назначение, устройство и работу пускового подогревателя двигателя автомобиля ГАЗ-3307.

Объясните назначение, устройство и работу гидромфты привода вентилятора.

Объясните назначение смазочной системы и ее основных приборов.

Объясните назначение, устройство и работу масляного фильтра со сменным фильтрующим элементом.

Объясните назначение, устройство и работу фильтра центробежной очистки масла (центрифуги).

Объясните назначение, устройство и работу масляных радиаторов.

Как осуществляется смазывание основных деталей двигателей под давлением, разбрызгиванием и самотеком?

Как осуществляется открытая вентиляция картера двигателя?

Как осуществляется закрытая вентиляция картера двигателя ЗИЛ- 508.10?

Как влияет система вентиляции картера двигателя на загрязнение окружающей среды?

Объясните назначение и устройство основных приборов систем питания.

Какие бензины применяются в качестве топлива для автомобильных карбюраторных двигателей?

Назовите составы горючей смеси.

Что такое детонация рабочей смеси? Какова скорость распространения горения рабочей смеси при нормальном сгорании и при детонации и какое при этом бывает максимальное давление?

Объясните назначение, устройство и работу простейшего карбюратора.

Объясните назначение, устройство и работу системы холостого хода различных карбюраторов.

Объясните назначение, устройство и работу главной дозирующей системы различных карбюраторов.

Объясните назначение, устройство и работу экономайзеров и эконоустатов.

Объясните назначение, устройство и работу ускорительных насосов.

Объясните назначение и устройство пусковых приспособлений. Расскажите о работе карбюратора при запуске холодного двигателя.

Объясните назначение, устройство и работу топливных насосов.

Объясните назначение, устройство и работу фильтров отстойников и фильтров тонкой очистки топлива.

Объясните назначение, устройство и работу пневмоцентробежного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.

Объясните назначение, устройство и работу воздушного фильтра со сменным бумажным фильтрующим элементом и инерционно-масляного типа.

Объясните назначение, устройство и работу глушителя.

Объясните назначение, преимущества и недостатки систем питания бензиновых двигателей с распределенным впрыском топлива.

Перечислите преимущества и недостатки газового топлива.

Опишите особенности конструкции систем питания двигателей, работающих на сжатых и на сжиженных газах.

Объясните устройство и работу редуктора высокого давления.

Объясните устройство и работу разгрузочного устройства (вакуумного разгрузателя) двухступенчатого редуктора.

Объясните устройство и работу первой и второй ступеней высокого давления двухступенчатого редуктора.

Объясните устройство и работу наполнительного и расходных вентилей.

Объясните устройство и работу подогревателей и испарителей газа.

Объясните устройство и работу электромагнитного клапана с газовым фильтром.

Объясните устройство и работу электромагнитного клапана с бензиновым фильтром.

В чем заключаются особенности устройства и работы карбюратора-смесителя.

Объясните устройство и работу газового смесителя.

Объясните назначение, устройство и работу вентиля контроля максимального наполнения баллона сжиженным газом.

Опишите особенности пуска и работы двигателя на газе.

Как производится запуск газодизельного двигателя на сжатом газе?

Объясните устройство и работу механизма запальной дозы топлива газодизельного двигателя.

Что такое цетановое число и как оно влияет на работу двигателя?

Как происходит смесеобразование у дизелей?

Назовите элементы системы питания у дизеля.

Объясните назначение, устройство и работу фильтров грубой и тонкой очистки топлива

Объясните назначение, устройство и работу топливopодкачивающего насоса.

Объясните назначение, устройство и работу форсунки.

Объясните назначение, устройство и работу воздушного фильтра.

Объясните назначение, устройство и работу топливного насоса высокого давления.

Объясните назначение, устройство и работу двухрежимного и всережимного регуляторов частоты вращения коленчатого вала двигателя.

## **ТЕМА 1.1.3 ТРАНСМИССИЯ АВТОМОБИЛЯ**

Вопросы лекции

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТИПЫ ТРАНСМИССИЙ.
2. СЦЕПЛЕНИЕ.
3. КОРОБКА ПЕРЕДАЧ.
4. КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА.
5. ВЕДУЩИЙ МОСТ.

Общие сведения

Трансмиссией называется силовая передача, осуществляющая связь двигателя с ведущими колесами автомобиля. Трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента с коленчатого вала двигателя на ведущие колеса, а также для изменения величины этого момента. Кроме того, трансмиссия обеспечивает движение автомобиля задним ходом.

Устройство трансмиссии зависит от количества ведущих мостов и их расположения. Трансмиссия может иметь:

- один задний ведущий мост;
- два ведущих моста — передний и задний;
- два задних ведущих моста и один передний управляемый;
- три ведущих моста: два задних и один передний;
- четыре ведущих моста.

Конструкция трансмиссии зависит от типа автомобиля, его назначения и взаимного расположения двигателя и ведущих колес. Характер изменения передаваемого крутящего момента в разных типах трансмиссий различен. Трансмиссия и ее техническое состояние значительно влияют на эксплуатационные

свойства автомобиля. Так, при ухудшении технического состояния механизмов трансмиссии и нарушении регулировок в сцеплении, главной передаче и дифференциале повышается сопротивление движению автомобиля и ухудшаются тягово-скоростные свойства, проходимость, экологичность автомобиля, снижается топливная экономичность.

#### Типы трансмиссий

По характеру связей между двигателем и ведущими колесами, а также по способу преобразования крутящего момента трансмиссии делятся на механические, комбинированные (гидромеханические), электромеханические и гидрообъемные.

Наибольшее распространение получили *механические* трансмиссии, выполненные по различным схемам в зависимости от общей компоновки агрегатов автомобиля, включая расположение двигателя и ведущих колес.

Если автомобиль имеет один задний ведущий мост, то его трансмиссия состоит из сцепления, коробки передач, карданного вала и заднего моста, в котором находится главная передача, дифференциал и полуоси (приводные валы колес). Такой тип трансмиссии применяется на легковых и грузовых автомобилях. На легковых автомобилях с передним ведущим мостом трансмиссия состоит из сцепления, главной передачи и дифференциала, объединенных в одном корпусе коробки передач. Вращение от дифференциала передается на передние ведущие колеса при помощи приводных валов с карданами равных угловых скоростей.

Если у автомобиля два моста и оба ведущие, то на них дополнительно устанавливается раздаточная коробка, объединенная с дополнительной юбкой передач. В трансмиссию такого автомобиля входит также карданная передача к переднему ведущему мосту, в котором имеется главная передача, дифференциал и приводные валы колес.

Автомобили с двумя задними ведущими мостами и передним управляемым имеют средний проходной мост, т.е. карданная передача от коробки передач соединяется с ведущим валом главной передачи. К этому же валу присоединяется карданная передача и к заднему ведущему мосту.

Если кроме двух задних ведущих мостов автомобиль имеет

еще и передний ведущий мост, то в трансмиссии устанавливается раздаточная коробка. От нее карданные передачи идут по отдельности к каждому заднему и к переднему мостам. Существует и другая схема: крутящий момент передается от раздаточной коробки на задний мост через проходной средний мост.

На автомобилях с четырьмя ведущими мостами, как правило, устанавливается два двигателя, каждый из которых передает крутящий момент на два ведущих моста. Трансмиссия таких автомобилей включает в себя два комплекта механизмов, которые имеют автомобили с двумя задними мостами. Каждый комплект обслуживает свой двигатель. Эти автомобили при необходимости могут работать вместе или поочередно то на одном, то на другом двигателе.

Для характеристики автомобилей используют *колесную формулу*, в которой первая цифра указывает общее число колес, а вторая — число ведущих колес.

Автомобиль с двумя мостами, из которых только один ведущий, имеет колесную формулу  $4 \times 2$ . Если оба моста — ведущие, то колесная формула будет  $4 \times 4$ .

Автомобили КамАЗ, у которых два задних ведущих моста и один передний управляемый мост, имеют колесную формулу  $6 \times 4$ .

Если автомобиль имеет все три ведущих моста, то его колесная формула  $6 \times 6$ . Соответственно автомобиль с четырьмя ведущими мостами имеет колесную формулу  $8 \times 8$ .

Кроме описанных выше типов механической трансмиссии существует *гидромеханическая* трансмиссия. Из бесступенчатых трансмиссий различных типов наибольшее распространение имеют гидромеханические коробки передач. Они состоят из гидродинамического бесступенчатого преобразователя крутящего момента (гидротрансформатора) и механической планетарной коробки передач. Основными преимуществами таких трансмиссий являются: обеспечение полной загрузки двигателя на рабочих режимах; автоматическая трансформация передаваемого крутящего момента; возможность автоматического переключения передач.

К недостаткам можно отнести сложность конструкции, более низкий коэффициент полезного действия и большую стоимость.

Еще одним видом трансмиссии является *электромеханическая* трансмиссия. В ней сцепление, коробка передач, а иногда и остальные агрегаты трансмиссии заменяются генератором и электродвигателем (или несколькими электродвигателями). Электромеханические трансмиссии могут работать на постоянном или переменном токе. Трансмиссии на переменном токе компактнее и легче, но не обеспечивают бесступенчатого регулирования крутящего момента. Поэтому электромеханические трансмиссии, как правило, работают на постоянном токе. Кроме того, эти трансмиссии могут иметь один тяговый электродвигатель или несколько, расположенных в каждом ведущем колесе.

Контрольные вопросы

Каково назначение трансмиссии автомобиля?

Перечислите основные механизмы трансмиссии

## Глава 11 СЦЕПЛЕНИЕ

Общее устройство

Сцепление обеспечивает плавное трогание автомобиля с места, временное разобщение коленчатого вала двигателя с коробкой передач при переключении передач, а также разобщение двигателя с трансмиссией при торможении до полной остановки без прекращения работы самого двигателя. Замедление скорости движения автомобиля до 10... 12 км/ч рекомендуется проводить без выключения сцепления. При этом функция замедления движения частично переносится с тормозов на двигатель, благодаря чему тормоза будут меньше изнашиваться. Кроме того, сцепление за счет пробуксовки предохраняет трансмиссию от перегрузок инерционным моментом при резких торможениях. Сцепление должно обеспечивать передачу вращения при движении автомобиля без пробуксовки. На отечественных автомобилях устанавливаются сухие фрикционные сцепления, в которых используется сила трения сухих поверхностей.

Сцепления по числу ведомых и ведущих дисков могут быть *одно-* и *двухдисковые*. Однодисковые сцепления получили наибольшее применение на легковых автомобилях, а также на грузовых малой и средней грузоподъемности. Такие же сцепле-



ния устанавливаются на автобусах особо малого, малого и среднего классов.

Однодисковые сцепления наиболее просты по устройству, недороги, обеспечивают хороший отвод теплоты от ведомых и ведущих дисков, надежны в работе. При малых размерах и массе отличаются высокой износостойкостью и удобны для проведения регулировочных работ и технического обслуживания.

Недостатком однодисковых сцеплений является то, что для передачи значительного крутящего момента приходится увеличивать размеры ведомых и ведущих дисков и количество пружин. Это требует увеличения мускульных усилий водителя для выключения сцепления и применения различных усилителей.

На автомобилях большой и особо большой грузоподъемности применяются двухдисковые сцепления. Увеличение числа трущихся поверхностей позволяет передавать большой крутящий момент без пробуксовывания дисков.

Сцепление подразделяется на механизм сцепления и на привод выключения механизма сцепления.

Сцепление автомобиля ЗИЛ-431410

Механизм сцепления. На автомобиле установлено однодисковое сухое сцепление с периферийным расположением пружин и механическим приводом выключения сцепления.

Кожух сцепления стальной штампованный с четырьмя лапами. В каждой лапе имеется по два отверстия для крепления через них кожуха к маховику. Нажимной диск отливается из чугуна. Поверхность, обращенная к маховику, тщательно обработана. На другой стороне отлиты четыре проушины для присоединения рычагов при помощи пальцев и игольчатых подшипников. К этим же рычагам при помощи пальцев присоединены вилки. Стержень вилок пропущен через отверстие в кожухе, и на них накручены полусферические гайки. Между пальцами присоединения вилок и рычагами также имеется игольчатый подшипник.

Внутренние концы всех четырех рычагов должны находиться строго в одной плоскости. Если это условие не выполняется хотя бы для одного рычага, работа сцепления будет нарушена. Для равномерного распределения усилия нажимных пружин по всему нажимному диску на нем имеются установоч-

ные пальцы. На них первоначально надеваются теплоизолирующие шайбы, а затем пружины. Чтобы предотвратить перекосы пружин, кожух сцепления против установочных пальцев имеет проштампованные отверстия с внутренними буртиками. Эти буртики и предотвращают перекосы пружин. Для более надежной передачи вращения с кожуха на нажимной диск они соединяются пружинными пластинами.

Ведомый диск представляет собой тонкий стальной диск, к которому с обеих сторон приклепываются фрикционные накладки из прессованной асбестовой крошки. Стальной диск имеет несколько разрезов для предотвращения коробления. Коробление диска возможно при пробуксовке сцепления, когда диск сильно нагревается.

При резком изменении частоты вращения коленчатого вала в трансмиссии автомобиля возникают крутильные колебания, способствующие ослаблению креплений, износу отдельных деталей и механизмов, а также поломке зубьев шестерен. Для уменьшения вредных последствий на ведомых дисках сцеплений устраиваются *гасители* крутильных колебаний.

Ступица ведомого диска не имеет жесткой связи с диском. Она имеет внутренние шлицы для соединения со шлицами ведущего вала коробки передач и устанавливается внутри стального ведомого диска. С одной из сторон ведомого диска устанавливается кольцо гасителя. На кольце гасителя и на ведомом диске заклепками закреплены стальные фрикционные пластины. По обе стороны фланца ступицы и ведомого диска устанавливаются диски гасителя и маслоотражатели. Маслоотражатели, диски гасителя и фланец ступицы соединяются друг с другом заклепками. При таком креплении ведомый диск оказывается свободным и может поворачиваться на некоторый угол относительно ступицы. В дисках гасителя, кольце гасителя и ведомом диске устроены окна, в которые вставляются пружины с опорными пластинами. Пружины находятся в предварительно сжатом, но не до конца, состоянии.

При работающем двигателе вращение маховика передается через болты на кожух сцепления, а с него через заклепки на пружинные пластины и через болты на нажимной диск. С нажимного диска вращение за счет трения передается на фрик-

ционные накладки и на стальной диск, далее через пружины гасителя крутильных колебаний на диски гасителя, через заклепки на фланец ступицы, на ступицу и через шлицы на ведущий вал коробки передач. При резком изменении частоты вращения пружины гасителя сжимаются и за счет этого несколько уменьшаются крутильные колебания.

Привод выключения сцепления. На автомобиле ЗИЛ-431410 привод выключения сцепления механический. Педаль выключения сцепления при помощи стяжного болта закреплена на конце вала. Вал поворачивается в кронштейне. Для уменьшения износа вала и кронштейна на валу встроена масленка. Через нее по продольному каналу и радиальному сверлению консистентная смазка подается на трущиеся поверхности. На другом конце вала закреплен рычаг, к которому при помощи пальца присоединена тяга от рычага вилки. Длину тяги можно изменить при помощи шаровой гайки во время регулировки свободного хода педали. В исходном положении педаль удерживается пружиной. Вилка выключения сцепления опирается на плечики муфты выключения сцепления. В исходное положение муфта возвращается оттяжной пружиной. На муфте напрессован упорный шариковый подшипник. Между этим подшипником и внутренними концами рычагов сцепления для свободного хода педали оставляется зазор в 3...4 мм.

Для выключения сцепления необходимо нажать на педаль. При этом рычаг при помощи тяги повернет рычаг вилки, вилка передвинет муфту выключения сцепления по направляющей втулке ведущего вала коробки передач. Упорный шариковый подшипник одновременно нажмет на рычаги и отведет нажимной диск от ведомого — передача вращения с маховика на ведомый диск прекратится.

Сцепление автомобилей «ГАЗель»

На автомобилях семейства «ГАЗель» устанавливается сцепление рычажного типа диаметром 225 мм или усиленное сцепление диафрагменного типа диаметром 240 мм.

*Сцепление рычажного типа* имеет три основные части: кожух, нажимной диск и ведомый диск.

Кожух сцепления стальной, штампованный, имеет три лапы для крепления к маховику. В каждой лапе выполнено по два отверстия для болтов.

Нажимной диск чугунный, литой. Поверхность, обращенная к ведомому диску, тщательно обработана. Нажимной диск прижимается к маховику усилием девяти двойных пружин. В пружинных кожухах нажимного диска установлены три рычага выключения сцепления. К рычагам при помощи пальцев присоединены опорные вилки. Для уменьшения износа в отверстия рычагов вставлены игольчатые подшипники. Рычаги с помощью вилок и сферических гаек закреплены на кожухе сцепления. Под нажимными пружинами уложены теплоизолирующие шайбы. Внутренние концы рычагов должны находиться строго в одной плоскости. Их положение регулируется при помощи регулировочных гаек.

Ведомый диск сцепления объединен с гасителем крутильных колебаний. Ступица диска изготовлена заодно с фланцем. Во фланце выполнено шесть окон для пружин демпфера крутильных колебаний и шесть вырезов для прохода пальцев, соединяющих диск гасителя с диском сцепления. К диску приклепаны заклепками пластинчатые пружины. Пластинчатые пружины имеют две волны, направленные в противоположные стороны. К волне, направленной в одну сторону, приклепывается заклепками фрикционная накладка. Другая фрикционная накладка приклепывается с другой стороны к другой волне пластинчатой пружины. Такая конструкция пружины обеспечивает более плавное включение сцепления. Фрикционные накладки имеют прорезы для быстрого удаления с трущихся поверхностей продуктов трения. Заклепки изготавливаются из мягкого металла. Головки заклепок должны быть утоплены впотай.

Вырезы для пальцев во фланце ступицы имеют больший диаметр, чем заклепки. Это дает возможность ведомому диску поворачиваться относительно ступицы на некоторый угол при резких изменениях частоты вращения коленчатого вала и частично гасить крутильные колебания.

*Привод выключения сцепления* гидравлический, состоит из главного цилиндра, педали и рабочего цилиндра.

*Главный цилиндр* привода выключения сцепления состоит из корпуса, внутри которого помещен фигурный поршень. Для предотвращения утечки жидкости задняя часть поршня уплотнена резиновой манжетой. От выхода из цилиндра поршень удержива-

ется стопорным кольцом. От попадания пыли и грязи цилиндр защищен резиновым чехлом, одна сторона которого надета на цилиндр, а другая — на толкатель. Толкатель имеет проушину для соединения с педалью. Толкатель и проушина соединяются на резьбе и удерживаются от самопроизвольного вращения контргайкой. Между толкателем и поршнем должен быть зазор 0,3...0,9 мм, регулируемый изменением длины толкателя.

В головке поршня имеются сквозные каналы, прикрываемые пластинкой. Клапан прижимается к головке поршня пружиной через резиновую манжету. Для выхода жидкости из главного цилиндра имеется клапан.

Запас жидкости содержится в резервуаре корпуса, закрытом крышкой. В крышке имеются вентиляционные отверстия для поддержания в резервуаре атмосферного давления. Чтобы жидкость не выплескивалась через вентиляционные отверстия, на крышке имеется отражатель. Резервуар крепится к корпусу при помощи штуцера. Жидкость из резервуара в цилиндр поступает через компенсационное *A* и перепускное *B* отверстия. Компенсационное отверстие сообщает резервуар с рабочей зоной цилиндра, а перепускное — с нерабочей зоной цилиндра.

*Педаля* при выключении сцепления перемещает поршень через проушину и толкатель. Передвигаясь, поршень резиновой манжетой закрывает компенсационное отверстие и после этого вытесняет жидкость через клапан в рабочий цилиндр.

Если в рабочем цилиндре имеется воздух, то выключить сцепление при первом нажатии на педаль невозможно. В этом случае необходимо быстро отпустить педаль сцепления и сразу же повторно нажать. Когда водитель отпускает педаль, поршень главного цилиндра под действием пружины быстро возвращается в исходное положение. В рабочей зоне цилиндра создается разрежение, и за счет этого разрежения, а также давления в резервуаре жидкость проходит через пластинчатый клапан, отгибает края манжеты и заполняет рабочую зону цилиндра. При быстром повторном нажатии на педаль в рабочий цилиндр подается дополнительное количество жидкости и обеспечивается выключение сцепления.

*Рабочий цилиндр* привода выключения сцепления состоит из корпуса внутри которого находится поршень, уплотненный

резиновыми манжетами . Толкатель соприкасается с поршнем. Резиновый гофрированный чехол и защитное кольцо защищают цилиндр от загрязнения. Чехол удерживается на корпусе пружинным кольцом. Жидкость в цилиндр подводится по трубопроводу от главного цилиндра, для чего на корпусе имеется штуцер. Для удаления случайно попавшего в цилиндр воздуха установлен клапан прокачки, закрытый защитным колпачком .

*Сцепление диафрагменного типа* состоит из кожуха, нажимного диска и ведомого диска. От сцепления рычажного типа оно отличается устройством нажимных пружин и нажимного диска. Нажимной диск соединяется с кожухом гибкими соединительными пластинами для передачи вращения. Нажимная пружина диафрагменного типа наружным диаметром опирается на края нажимного диска, а внутренним — на подшипник муфты выключения сцепления. В кожухе диафрагменная пружина опирается на опорные кольца.

Выключение сцепления происходит при воздействии муфты выключения на внутренние концы лепестков диафрагменной пружины. Когда лепестки прогибаются в сторону нажимного диска, наружный край диафрагменной пружины отходит от нажимного диска, и сцепление выключается.

*Тросовый привод выключения сцепления* применяется на некоторых легковых автомобилях (ВАЗ-2110, -1111 и др.).

Ось педали выключения сцепления шарнирно установлена в кронштейне, на котором крепится и тормозная педаль. При помощи стопорной скобы к педали присоединен верхний наконечник троса. Трос заключен в оболочку 8. Второй направляющей втулке ведущего вала коробки передач, упорным шариковым подшипником нажимает на внутренние концы лепестков диафрагменной нажимной пружины и освобождает нажимной диск от давления нажимной пружины. Сцепление выключается. При отпуске педали выключения сцепления 5 возвратная пружина возвращает все детали привода в исходное положение, диафрагменная пружина прижимает диск к ведомому, и сцепление включается.

Сцепление автомобилей ЗИЛ-433100

Сцепление однодисковое, сухое, установлено в литом картере. Состоит из нажимного диска, кожуха с нажимными

пружинами и ведомого диска с фрикционными накладками и демпфером. 3333333 Передача крутящего момента от кожуха сцепления на нажимной диск осуществляется пружинными пластинами, одним концом прикрепленными к кожуху, а другим — к нажимному диску. Пластины образуют жесткую связь нажимного диска с кожухом сцепления и обеспечивают осевое перемещение диска относительно кожуха, что необходимо для выключения сцепления.

Основными элементами механизма выключения сцепления являются рычаги, соединенные пальцами с нажимным диском и опорами рычагов. Рычаги установлены на пальцах на игольчатых подшипниках и закреплены на кожухе регулировочными гайками со сферической опорной поверхностью. К внутренним концам рычагов прижимается упорное кольцо. Сферическая упорная поверхность регулировочных гаек позволяет им совершать качательные движения при выключении и включении сцепления.

Фрикционные накладки ведомого диска имеют упругое крепление, что способствует уменьшению износа.

Муфта выключения сцепления установлена на крышке первичного вала коробки передач и имеет упорный шариковый подшипник. Подшипник обеспечен постоянным запасом смазки, и пополнять его в процессе эксплуатации автомобиля не требуется. Муфта под действием оттяжной пружины постоянно прижата к вилке выключения сцепления. Вилка своими лапками опирается на плечики муфты. В картере сцепления вилка вращается в металлопластмассовых втулках, запрессованных в отверстиях картера.

Двухдисковые сцепления

Двухдисковые сцепления установлены на автомобилях КамАЗ и МАЗ.

На автомобилях семейства КамАЗ установлено фрикционное, сухое, двухдисковое сцепление с автоматической регулировкой положения среднего диска и периферийным расположением нажимных пружин.

На маховике закреплен кожух сцепления. К кожуху при помощи вилок и оттяжных рычагов присоединяется нажимной диск. Для увеличения площади трения служит средний веду-

щий диск. Между маховиком, ведущим и нажимным дисками установлены два ведомых диска, снабженных фрикционными накладками и гасителями крутильных колебаний (демпферы).

Средний ведущий диск имеет механизм автоматической установки, а также четыре шипа для установки в вырезе маховика. В рычагах в отверстиях для пальцев установлены игольчатые подшипники. Выключение сцепления осуществляет муфта выключения сцепления с упорным шариковым подшипником. Сцепление автомобилей семейства КамАЗ:

Нажимной диск кроме четырех шипов имеет проушины для присоединения оттяжных рычагов и бобышки для нажимных пружин. Бобышки расположены группами по три штуки между проушинами рычагов. В средней бобышке каждой группы нарезано резьбовое отверстие для установки стяжных болтов. Стяжные болты устанавливаются при монтаже и демонтаже нажимного диска с кожухом в сборе для облегчения сборки и разборки сцепления. После прикрепления кожуха к маховику стяжные болты выворачиваются.

На каждом шипе нажимного диска со стороны среднего ведущего диска имеются закаленные токами высокой частоты площадки, предназначенные для упора лапок оттяжных рычагов среднего диска.

Кожух сцепления стальной, штампованный, устанавливается на маховике на двух трубчатых штифтах и болтах. Между кожухом сцепления и нажимным диском установлены нажимных пружин, под действием которых средний ведущий и ведомые диски зажимаются между нажимным диском и маховиком. Для обеспечения правильной установки нажимных пружин в кожухе имеются выштамповки. Пружины опираются на бобышки нажимного диска через шайбы и подкладки из термоизоляционного материала.

В кожухе выполнены четыре отверстия для стержней вилок оттяжных рычагов. Вилки крепятся гайками с конической полкой, обеспечивающей качение вилки в радиальном направлении при выключении сцепления. Гайка опирается на опорную пластину волнистого профиля и фиксируется на кожухе запорной пластиной. Опорная и запорная пластины крепятся к кожуху двумя болтами.



На другом конце вилки на оси располагается оттяжной рычаг нажимного диска. На оси рычага устанавливается пружина упорного кольца, которая одним усиком упирается в кожух, а другим через петлю постоянно прижимает упорное кольцо к лапкам оттяжных рычагов. Таким образом, обеспечивается зазор между упорным подшипником и упорным кольцом, равный при включенном сцеплении ( $3,6 \pm 0,4$ ) мм.

Привод выключения сцепления автомобилей КамАЗ и ЗИЛ

На автомобилях КамАЗ и семейства автомобилей ЗИЛ всех выпусков установлен гидравлический привод выключения сцепления с пневмогидравлическим усилителем.

Гидравлический привод выключения сцепления предназначен для дистанционного управления сцеплением. Он состоит из педали сцепления, главного цилиндра, пневмогидравлического усилителя, а также системы трубопроводов, шлангов и пружин.

*Главный цилиндр* гидропривода сцепления состоит из корпуса, который разделен перегородкой на две сообщающиеся полости. В верхней полости содержится запас рабочей жидкости. Уровень жидкости при правильно прокаченной системе должен составлять  $3/4$  рабочего объема. Жидкость заливается через отверстие в верхней части корпуса, закрытое гофрированным резиновым чехлом.

Нижняя полость выполняет роль цилиндра. В ней установлен поршень с резиновой манжетой. Под поршнем установлена пружина. Поршень с манжетой и пружина вставляются в цилиндр через отверстие, закрываемое пробкой. Между корпусом и пробкой находится уплотнительная прокладка. В пробке главного цилиндра имеется резьбовое отверстие для присоединения трубопровода к пневмогидроусилителю.

При отпущенной педали поршень пружиной прижат к перегородке внутри корпуса. Толкатель рычагом педали поднят вверх, при этом между толкателем и поршнем имеется зазор. Полость над поршнем через отверстие в поршне сообщается с полостью под поршнем, и жидкость может свободно перетекать в под-поршневое пространство.

При нажатии на педаль сцепления толкатель опускается, закрывает отверстие в поршне и перемещает поршень, сжимая пружину. Под давлением поршня жидкость через проходное

отверстие в пробке по шлангам и трубопроводам достигает входного отверстия пневмогидроусилителя. Пневмогидроусилитель своим толкателем поршня через сферическую гайку с контргайкой соединяется с рычагом вилки выключения сцепления. Для возврата этих деталей в исходное положение служит возвратная пружина. Воздух в пневмогидроусилитель подводится через трубку.

При отпускании педали сцепления поршень под действием давления в гидросистеме и пружины возвращается в исходное положение. Толкатель, перемещаясь вместе с педалью сцепления под действием оттяжной пружины, отрывается от поршня и открывает отверстие в поршне, через которое сообщаются верхняя и нижняя полости.

*Пневмогидравлический усилитель* привода управления сцеплением служит для уменьшения усилия на педаль сцепления. Он состоит из переднего и заднего корпусов, поршня выключения сцепления с толкателем, пневматического поршня, следящего поршня, диафрагмы редуктора и клапана редуктора. Между корпусами установлена диафрагма.

В переднем корпусе имеется цилиндр с установленным поршнем. В корпусе также установлен клапан. Седло диафрагмы вмонтировано в диафрагму. Диафрагма нагружена пружиной. Полость клапана редуктора верхнего отверстия и надпоршневое пространство пневматического поршня нижнего отверстия соединены между собой каналом. Верхнее отверстие со стороны клапана редуктора закрыто крышкой подвода сжатого воздуха. В задней стенке цилиндра имеется резьбовое отверстие, закрытое пробкой для слива конденсата.

В заднем корпусе тоже имеется два отверстия. Нижнее отверстие выполняет роль цилиндра для поршня выключения сцепления. Шток поршня в корпусе уплотнен манжетой. Поршень имеет возвратную пружину. С наружной стороны поршень выключения сцепления имеет сферическое углубление, предназначенное для установки толкателя. Верхнее отверстие предназначено для установки корпуса поршня следящего действия. Полость этого поршня и полость поршня выключения сцепления соединены между собой каналом.

В исходном положении (сцепление включено) толкатель

пневмогидроусилителя под действием возвратной пружины прижимается к поршню, который, в свою очередь, штоком упирается в пяту пневматического поршня. Поршень занимает крайнее правое положение, пружина поршня разжата. Следящий поршень под действием пружины диафрагмы находится в крайнем левом положении. При этом седло диафрагмы не соприкасается с клапаном редуктора, и над-поршневое пространство пневматического поршня через открытый клапан и отверстие в седле диафрагмы сообщается с атмосферным отверстием, защищенным от попадания грязи крышкой. Клапан редуктора прижат своей пружиной к седлу крышки подвода воздуха и не допускает попадания сжатого воздуха из системы в надпоршневое пространство поршня.

При нажатии на педаль сцепления рабочая жидкость под давлением поступает в полость цилиндра поршня выключения сцепления и далее по каналу в заднем корпусе подводится к следящему поршню. Следящий поршень начинает перемещаться, сжимая при этом пружину диафрагмы и перемещая седло диафрагмы. Седло диафрагмы, перемещаясь, закрывает выпускной клапан редуктора, сжимает пружину клапана и отодвигает впускной клапан от седла крышки подвода воздуха. Сжатый воздух из системы поступает в надпоршневое пространство поршня. Поршень, имеющий большую площадь, под действием небольшого давления начинает перемещаться, сжимая пружину и перемещая поршень выключения сцепления. Одновременно часть сжатого воздуха через сверление в переднем корпусе подводится в полость диафрагмы. Следящий поршень оказывается под действием двух встречно направленных усилий. Одно усилие от давления рабочей жидкости стремится переместить поршень и открыть впускной клапан, другое усилие от действия пружины и давления сжатого воздуха на диафрагму стремится вернуть поршень в исходное положение. При увеличении давления рабочей жидкости увеличивается давление, действующее на диафрагму, чем и обеспечивается действие пневмогидроусилителя. Пневматический поршень и следящий поршень, диафрагма и пружина подбираются таким образом, чтобы усилие на педали сцепления не превышало 20 кгс.

При выходе из строя пневмосистемы или при отсутствии

в ней воздуха перемещение поршня выключения сцепления 3б осуществляется только под действием давления рабочей жидкости. Усилие на педали при этом достигает 60 кгс.

При отпускании педали сцепления давление рабочей жидкости уменьшается, следящий поршень 8 перемещается в левое положение, диафрагм под действием пружины и давления сжатого воздуха изгибается, перемещая седло диафрагмы. Впускной клапан редуктора под действием своей пружины садится на седло крышки подвода воздуха, прекращая подачу сжатого воздуха. Выпускной клапан редуктора при дальнейшем перемещении седла диафрагмы отрывается от него и сообщает над поршневое пространство поршня с атмосферой. Поршень под действием пружины перемещается в правое положение. Поршень Л) сначала под действием нажимных пружин сцепления, а затем под действием пружины занимает исходное положение.

## Глава 12 КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

### Общие сведения

Если соединить коленчатый вал двигателя непосредственно с ведущими колесами, то скорость движения автомобиля будет 600 км/ч. Такая скорость неприемлема для серийных автомобилей, да и мощности двигателя не хватит для ее обеспечения.

Для уменьшения частоты вращения ведущих колес и увеличения тяговых усилий на автомобилях применяют различные шестеренчатые передачи. В первую очередь это коробка передач.

*Коробка передач* служит для изменения величины крутящего момента или тягового усилия на ведущих колесах при изменении условий движения автомобиля. Тяговое усилие на колесах, необходимое для преодоления сопротивлений, возникающих при движении автомобиля, должно изменяться в зависимости от условий движения автомобиля.

Кроме того, коробка передач обеспечивает движение автомобиля задним ходом, а также длительное разъединение трансмиссии во время движения автомобиля накатом и при стоянке с работающим двигателем.

Когда автомобиль движется по горизонтальной гладкой

дороге с небольшой скоростью, то тяговое усилие, требующееся для преодоления сопротивления воздуха и потерь на перекачивание, будет небольшим. Для получения небольшого тягового усилия требуется только часть той мощности, на которую способен двигатель. Избыток мощности можно использовать для разгона автомобиля и движения с большой скоростью.

Если автомобиль движется по плохой дороге или на подъеме, то сопротивление движению возрастает и необходимо увеличивать тяговое усилие.

При трогании автомобиля необходимо преодолеть инерцию, а следовательно, иметь большее тяговое усилие.

Изменение соотношения между числом оборотов коленчатого вала двигателя и ведущих колес и обусловленное этим изменение тягового усилия на колесах осуществляются при помощи зубчатых колес (шестерен), набор которых и составляет коробку передач.

При вращении малой ведущей шестерни сцепленная с ней большая ведомая шестерня вращается медленнее во столько раз, во сколько раз число ее зубьев больше, чем у малой шестерни. При этом крутящий момент на оси ведомой шестерни во столько же раз возрастает.

Отношение числа зубьев ведомой и ведущей шестерен называется *передаточным числом*. Чем больше передаточное число пары, тем значительно изменяется число оборотов вала ведомой шестерни и крутящий момент на ней. Именно на изменении передаточных чисел путем введения в зацепление шестерен с различным числом зубьев и основано действие коробки передач. Коробка передач должна иметь достаточное количество передач, чтобы обеспечить производительную работу автомобиля в заданном интервале его тяговых усилий и рациональный выбор передаточных чисел для наиболее экономичной работы.

Коробка передач состоит из набора шестерен, которые входят в зацепление друг с другом в различных сочетаниях, образуя несколько передач, или ступеней, с различными передаточными числами.

Количество передач для движения автомобиля вперед определяет *ступенчатость* коробки передач. Если коробка передач для движения вперед имеет четыре передачи, то она

называется *четырёхступенчатой*, если пять — то *пятиступенчатой* и т.д.

#### Четырёхступенчатая коробка передач

Четырёхступенчатые коробки передач устанавливаются на автомобилях ГАЗ-3307, автобусах семейства ПА.3-3205 и некоторых других.

Механизм коробки. Механизм выполнен по трехвальной схеме. Ведущий вал (первичный) ,1 вращается в стенке картера на шариковом подшипнике. Опорой для переднего конца первичного вала является также шариковый подшипник, запрессованный в выточку коленчатого вала. На переднем конце ведущего вала нарезаны шлицы для установки ведомого диска сцепления. Вал изготавливается заодно с ведущей шестерней. Она имеет наружный косозубый зубчатый венец для постоянного зацепления с зубчатым колесом привода промежуточного вала. Кроме того, имеется прямозубый зубчатый венец с конической поверхностью для включения прямой IV передачи. В заднем торце ведущего вала выполнено гнездо для роликоцилиндрического подшипника, являющегося опорой для переднего конца вторичного вала. Задний конец вала вращается в шариковом подшипнике, установленном в стенке картера коробки передач. На шлицах вторичного вала установлена и может перемещаться вдоль вала шестерня включения I передачи и заднего хода. На гладкой поверхности вала располагается косозубая шестерня II передачи. Эта шестерня находится в постоянном зацеплении с шестерней II передачи промежуточного вала. На боковой поверхности шестерни имеется прямозубый зубчатый венец для включения II передачи. Соответствующий этому внутренний зубчатый венец имеется у шестерни. Рядом с шестерней II передачи на бронзовой втулке располагается косозубая шестерня III передачи. Эта шестерня находится в постоянном зацеплении с шестерней III передачи промежуточного вала. На шестерне имеется прямозубый зубчатый венец и конус для включения III передачи с помощью муфты. Ступица муфты закреплена на шлицах вторичного вала. На заднем конце ведомого вала крепится червячная пара привода спидометра, а на шлицах вала установлена и закреплена гайкой ступица с фланцем крепления карданного шарнира. На крышке заднего под-

шипника ведомого вала установлен сапун для поддержания атмосферного давления внутри картера коробки передач.

Промежуточный вал коробки передач вращается в двух подшипниках, передний конец в роликоцилиндрическом, а задний — в шариковом. Промежуточный вал изготовлен заодно с шестерней привода промежуточного вала. Она находится в постоянном зацеплении с шестерней ведущего первичного вала. Заодно с валом также изготовлены косозубые шестерни привода III передачи и II передачи. Шестерня включения I передачи и заднего хода — прямозубая. Блок шестерен заднего хода имеет два прямозубых зубчатых венца и установлен на оси свободно. От проворачивания ось удерживается специальной опорной пластиной и болтом.

Включение передач. На рисунке все шестерни показаны в нейтральном положении, при котором вращение с ведущего вала на ведомый вал не передается.

При включении I передачи шестерня отодвигается назад и входит в зацепление с шестерней включения I передачи. Вращение с ведущего первичного вала через шестерни постоянного зацепления передается на промежуточный вал, шестерню первой передачи, далее на шестерню и на вторичный вал.

При включении II передачи шестерня передвигается вперед. При этом ее внутренний зубчатый венец входит в зацепление с прямозубым зубчатым венцом шестерни II передачи вторичного вала. Вращение с ведущего вала через шестерни постоянного зацепления передается на шестерню II передачи промежуточного вала, на промежуточный вал, по валу вращение передается на шестерню II передачи вторичного вала. Через зубчатый венец вращение передается на внутренний зубчатый венец шестерни, а с нее через шлицы на вторичный вал.

При включении III передачи муфта отодвигается назад и входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни III передачи вторичного вала. Вращение с ведущего вала через шестерки постоянного зацепления передается на промежуточный вал *Лв*. Затем по валу вращение передается на шестерню III передачи промежуточного вала, а с нее на шестерню III передачи вторичного вала. Эти шестерни находятся в постоянном зацеплении. С шестерни через зубчатый венец вращение передается на муфту и далее через ступицу муфты и шлицы на вторичный вал.

При включении IV прямой передачи муфта передвигается вперед и входит в зацепление с прямозубым зубчатым венцом шестерни первичного вала. Вращение передается на вторичный вал, минуя промежуточный, и далее на трансмиссию автомобиля.

При включении заднего хода блок шестерен заднего хода передвигается вперед, вводя малую шестерню блока в зацепление с шестерней I передачи вторичного вала, а большой зубчатый венец блока входит в зацепление с шестерней I передачи и заднего хода промежуточного вала. (Напоминаем, что расположение блока шестерен заднего хода на рисунке показано условно.) Таким образом, между промежуточным валом и вторичным валом вводится дополнительная шестерня, в результате чего вторичный вал начинает вращаться против часовой стрелки, и автомобиль движется задним ходом. Вращение с первичного вала через шестерни постоянного зацепления передается на промежуточный вал, по валу на шестерню I передачи и заднего хода, с нее через блок шестерен заднего хода на шестерню I передачи вторичного вала и через шлицы на вторичный вал.

На корпусе коробки передач с правой стороны по ходу движения автомобиля имеется люк, закрытый крышкой с паранитовой прокладкой. Это люк для присоединения коробки отбора мощности. Слева внутри в нижней части картера установлен грязеуловитель.

Для заполнения коробки передач маслом и для контроля уровня масла с левой стороны картера коробки передач имеется контрольное отверстие, закрываемое пробкой. Для слива масла из картера в нижней части задней стенки имеется отверстие, закрываемое также пробкой.

На внутренних поверхностях передней и задней крышек подшипников нарезаны маслосгонные канавки, а в задней крышке, кроме того, установлен сальник, предотвращающий вытекание масла по вторичному валу из коробки передач. На внутренней стороне передней крышки подшипника имеется канал для сброса масла обратно внутрь картера коробки передач.

Четырехступенчатая коробка передач автомобиля ГАЗ-ЗЮ29. Коробка выполнена по трехвальной схеме. Первичный вал установлен на двух шариковых подшипниках и изготовлен заодно с зубчатым колесом, находящимся в постоянном зацеп-



лении с блоком шестерен промежуточного вала. Блок шестерен вращается в игольчатых подшипниках на оси блока шестерен. Зубчатые колеса блока шестерен промежуточного вала, кроме шестерни передачи заднего хода, находятся в постоянном зацеплении с шестернями вторичного вала. На вторичном валу установлены также муфта включения I и II передач и муфта для III и IV передач. На отдельной оси установлена подвижная шестерня включения заднего хода. передача включается муфтой, вводимой в зацепление с шестерней I передачи. Вращение с первичного вала через шестерни постоянного зацепления передается на блок шестерен промежуточного вала, на шестерню постоянного зацепления I передачи промежуточного вала, шестерню первой передачи вторичного вала, а затем через муфту на ступицу муфты и на вторичный вал. передача включается этой же муфтой, но вводится она в зацепление с шестерней II передачи. Вращение с ведущего вала через шестерни постоянного зацепления передается на блок шестерен промежуточного вала. С него через шестерни II передачи, муфту включения II передачи и ступицу муфты на вторичный вал.

Аналогично передается вращение на вторичный вал и при включении III передачи, но только с шестерни постоянного зацепления вращение передается на вторичный вал через муфту передача прямая. Для ее включения муфта вводится в зацепление с шестерней первичного вала. Вращение на вторичный вал передается напрямую, минуя промежуточный вал. Частота вращения коленчатого вала коробкой передач не изменяется.

Включение передачи заднего хода осуществляется промежуточной шестерней заднего хода, которая соединяет шестерню заднего хода промежуточного вала с наружным зубчатым венцом муфты включения I и II передач. В результате введения промежуточной шестерни между промежуточным и вторичным валами вторичный вал начинает вращаться в обратную сторону, и автомобиль может двигаться задним ходом.

Пятиступенчатая коробка передач

На автомобилях семейств ЗИЛ-431410 и -5301 устанавливаются пятиступенчатые коробки передач, выполненные по трехвальной схеме.

Ведущий вал вращается в двух шариковых подшипниках,

один из которых установлен в гнезде коленчатого вала, а второй – в стенке картера коробки передач. Ведомый вал также опирается на два подшипника: передний конец – на роликоцилиндрический подшипник, установленный в выточке ведущего вала, а задний – на шариковый в стенке картера коробки. Промежуточный вал передним концом установлен на роликоцилиндрическом подшипнике, а задним – на шариковом.

Ведущий и промежуточный валы соединяются шестернями и постоянного зацепления. Шестерни IV передачи, III передачи и II передачи установлены свободно на ведомом валу. Они находятся в постоянном зацеплении с шестернями четвертой, третьей и второй передач промежуточного вала. На промежуточном валу имеется прямозубая шестерня передачи заднего хода, находящаяся в постоянном зацеплении с блоком шестерен передачи заднего хода.

Для включения передач на ведомом валу установлены синхронизаторы (см. подразд. 12.6). IV и V передачи включаются синхронизатором, а II и III – синхронизатором передача и передача заднего хода синхронизатора не имеют.

Шестерни постоянного зацепления ведомого вала имеют конусы для синхронизаторов. Шестерня I передачи и передачи заднего хода установлена на ведомом валу на шлицах.

Для включения заднего хода на отдельной оси установлен блок шестерен. Он вращается в роликоцилиндрических подшипниках, между которыми установлена распорная втулка. Ось блока шестерен удерживается в картере при помощи стопорной пластины. Большая шестерня блока находится в постоянном зацеплении с шестерней передачи заднего хода промежуточного вала.

На промежуточном валу шестерня постоянного зацепления с шестерней ведущего вала, а также шестерни IV передачи, III передачи, передачи заднего хода и II передачи установлены на валу на шпонках. Шестерня I передачи изготовлена заодно целое с промежуточным валом. Все шестерни постоянного зацепления, кроме шестерен постоянного зацепления передачи заднего хода, имеют косые зубья.

Для установки коробки отбора мощности имеется специальный люк, закрываемый крышкой.

Для слива масла из картера коробки передач имеется от-

верстие, закрываемое пробкой. Пробка снабжена постоянным магнитом для очистки масла от металлической пыли. Масло заливается в коробку передач через отверстие, закрываемое пробкой. Это отверстие служит и для контроля за уровнем масла в картере.

Для надежной работы шеек вала, втулок и шестерен необходимо обеспечить доступ масла к местам трения. С этой целью посадочные места выполнены в виде чередующихся впадин и выступов. Кроме того, поверхность этих деталей фосфатирована и покрыта специальным составом для предупреждения заедания в период приработки.

Передача вращения с ведущего на ведомый вал осуществляется следующим образом: при включении I передачи шестерня входит в зацепление с шестерней промежуточного вала. При этом вращение ведущего вала передается через шестерни постоянно задегогения на промежуточный вал, а затем через зубчатые колеса на ведомый вал; при включении II передачи синхронизатор входит в зацепление с шестерней II передачи. Вращение передается с ведущего вала через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, на шестерню III передачи промежуточного вала, на шестерню II передачи, а с нее на шестерню и через синхронизатор на ведомый вал; при включении III передачи синхронизатор входит в зацепление с шестерней III передачи. Вращение с ведущего вала передается через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, на зубчатое колесо III передачи ведомого вала и через синхронизатор на ведомый вал; IV передача включается синхронизатором включения IV и V передач. Он входит в зацепление с шестерней IV передачи. Вращение с ведущего вала передается через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, шестерню IV передачи промежуточного вала, а затем на шестерню IV передачи ведомого вала и через синхронизатор на ведомый вал V передача прямая, она включается синхронизатором, который входит в зацепление с шестерней ведущего вала. При этом вращение передается синхронизатором непосредственно на ведомый вал, минуя промежуточный. Частота вращения коленчатого вала коробкой передач не изменяется; при включении передачи заднего хода шестерня I передачи и передачи заднего хода входит в зацепление с блоком

шестерен передачи заднего хода. Вращение с ведущего вала через шестерню постоянного зацепления с шестерней промежуточного вала передается на промежуточный вал. По валу вращение передается на шестерню передачи заднего хода промежуточного вала, на блок шестерен передачи заднего хода, на шестерню I передача.

Ведомый вал и трансмиссия будут вращаться в сторону, противоположную направлению вращения при включении других передач.

Автомобили семейств «ГАЗель» и «Волга» имеют пятиступенчатые коробки передач; передаточное отношение 0,849.

Коробка выполнена по трехвальной схеме. Корпус коробки отлит из алюминиевого сплава и состоит из переднего и заднего картеров, соединенных болтами. Соосность валов обеспечивается установочными втулками, запрессованными в передний картер.

Первичный вал вращается в шариковых подшипниках. Он изготовлен заодно с шестерней, которая находится в постоянном зацеплении с шестерней блока шестерен промежуточного вала. Вращается промежуточный вал в шариковых подшипниках, установленных в стенках корпуса коробки. Вал представляет собой блок шестерен. Кроме шестерни постоянного зацепления с ведущим валом на нем имеются шестерни III, II, I и V передач. Передний конец вторичного вала вращается в роликовом подшипнике, установленном в выточке первичного вала, а задний — в шариковом подшипнике. На вторичном валу свободно установлены на роликовых игольчатых подшипниках шестерни III передачи, II передачи, I передачи. Эти три шестерни находятся в постоянном зацеплении с соответствующими шестернями блока шестерен промежуточного вала. Шестерня заднего хода 20 находится в постоянном зацеплении с промежуточной шестерней заднего хода. Эта шестерня вращается в игольчатом подшипнике. Промежуточная шестерня заднего хода, в свою очередь, находится в постоянном зацеплении с шестерней блока шестерен промежуточного вала. Шестерня V ускоряющей передачи вторичного вала находится в постоянном зацеплении с шестерней V передачи промежуточного вала.

Все передачи включаются инерционными синхронизато-

рами, зубчатые венцы которых соединяются с шестернями посредством мелких шлиц.

Осевые нагрузки от косых зубьев шестерен вторичного вала воспринимаются стопорными кольцами упорной шайбой, буртом вторичного вала и расположенными в канавке на вторичном валу двумя упорными полукольцами, которые охватываются кольцом.

Передача I включается муфтой, которая входит в зацепление с шестерней I передачи. Вращение с первичного вала I передается через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, на шестерни I передачи промежуточного и вторичного валов и через муфту и ступицу на вторичный вал.

Передача II включается этой же муфтой. Вращение передается с первичного вала через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал. Через шестерню II передачи блока шестерен промежуточного вала на шестерню II передачи вторичного вала, а затем через муфту и ступицу муфты на вторичный вал.

Передача III включается муфтой включения. Она входит в зацепление с шестерней III передачи. Вращение с первичного вала через шестерни постоянного зацепления передается на блок шестерен, шестерни III передачи промежуточного и вторичного валов, далее с шестерни III передачи через муфту и ступицу на вторичный вал.

Передача IV прямая: вторичный вал соединяется с первичным валом муфтой. Вращение передается непосредственно с шестерни первичного вала через муфту и ступицу на вторичный вал.

Передача V – ускоряющая – включается муфтой. Вращение с первичного вала через шестерни постоянного зацепления передается на блок шестерен промежуточного вала, далее на шестерню V передачи вторичного вала, на муфту включения, ступицу и на вторичный вал.

Задняя передача также включается муфтой, которая входит в зацепление с шестерней заднего хода вторичного вала. Эта шестерня через промежуточную шестерню заднего хода находится в зацеплении с шестерней блока шестерен промежуточного вала. Вращение передается с первичного вала через

шестерни постоянного зацепления на блок шестерен промежуточного вала, а с него через шестерню блока на промежуточную шестерню заднего хода, шестерню заднего хода вторичного вала, муфту включения и через ступицу на вторичный вал.

Для заполнения картера коробки передач маслом и контроля уровня масла служит отверстие, закрываемое пробкой. Сливается масло через отверстие, закрываемое пробкой.

Двухвальная коробка передач

На автомобилях с передним ведущим мостом устанавливают двухвальные четырех- или пятиступенчатые коробки передач, объединенные в одном корпусе с главной передачей и дифференциалом.

Четырехступенчатая двухвальная коробка передач устанавливается на автомобилях ВАЗ-1111 и других. Она состоит из картера, в котором на двух подшипниках установлен первичный вал. Вторичный вал установлен передним концом на роликоцилиндрическом, а задним – на шариковом подшипниках. На обоих валах имеются шестерни I, II, III и IV передач. Шестерни на вторичном валу установлены на игольчатых подшипниках и свободно в них вращаются. Для включения I и II передач служит синхронизатор, а для включения III и IV – синхронизатор.

Для включения заднего хода на муфте синхронизатора имеется наружный зубчатый венец. На первичном валу имеется шестерня заднего хода. Чтобы обеспечить движение автомобиля задним ходом, на отдельном валике установлена подвижная промежуточная шестерня. Когда она входит в зацепление с зубчатым венцом синхронизатора и шестерней заднего хода первичного вала, вторичный вал получает обратное вращение, и автомобиль начинает двигаться задним ходом.

При включении I передачи муфта синхронизатора входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни I передачи вторичного вала. Вращение передается с первичного вала через шестерни постоянного зацепления на муфту синхронизатора и через ступицу на вторичный вал.

При включении II передачи муфта синхронизатора включения I и II передач входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни II передачи вторичного вала. Вращение передается с первичного вала через шестерни постоянного зацепле-

ния передачи и муфты синхронизатора на ступицу синхронизатора, а затем на вторичный вал.

Передача III включается муфтой синхронизатора, которая входит в зацепление с шестерней III передачи вторичного вала. Вращение с шестерни III передачи первичного вала передается на шестерню III передачи вторичного вала, находящуюся в постоянном зацеплении с ней, затем на муфту синхронизатора и через ее ступицу на вторичный вал.

Передача IV – повышающая с передаточным отношением 0,90 – включается также муфтой синхронизатора. Шестерни IV передачи первичного и вторичного валов находятся в постоянном зацеплении. На шестерне IV передачи вторичного вала имеется боковой зубчатый венец для зацепления с муфтой синхронизатора. Вращение с первичного вала через шестерни постоянного зацепления IV передачи передается на муфту синхронизатора и через ступицу на вторичный вал.

Передача заднего хода включается промежуточной шестерней заднего хода, находящейся на отдельном валике. При включении заднего хода она входит в зацепление одновременно с наружным зубчатым венцом муфты синхронизатора вторичного вала и шестерней заднего хода первичного вала. Вращение с первичного вала через шестерню заднего хода передается на промежуточную шестерню заднего хода, а с нее на наружный зубчатый венец муфты синхронизатора и через ступицу на вторичный вал.

На всех передачах вращение по вторичному валу передается на ведущую шестерню главной передачи вторичного вала, а затем на ведомую шестерню главной передачи и через дифференциал на приводные валы колес.

Коробка передач автомобилей семейства КамАЗ

Для автомобилей семейства КамАЗ существуют две модификации коробки передач. Для автомобилей, работающих без прицепа (модели 5510, 53201, 53203), – пятиступенчатые коробки передач, а для автомобилей-тягачей, предназначенных для постоянной работы с прицепом или полуприцепом (модели 5320, 53202, 5410, 55102, 54101), – десятиступенчатая коробка передач, состоящая из основной пятиступенчатой коробки и переднего делителя.

Картер коробки передач отлит из серого чугуна. По бокам картера справа и слева имеются люки для установки коромысел отбора мощности. Люки закрыты крышками. Допустимый отбор мощности от коробки передач – 30 л.с.

Снизу в картер ввернута сливная пробка, еще одна сливная пробка с магнитом расположена снизу справа. Над этой пробкой имеется заливное отверстие, закрытое пробкой со щупом контроля уровня масла.

*Первичный (ведущий) вал* коробки установлен на двух шариковых подшипниках. Вал выполнен заодно с шестерней. В шестерне выполнена проточка для установки роликового подшипника, являющегося опорой для переднего конца вторичного вала. Передний конец ведущего вала имеет шлицы для ведомых дисков сцепления и шейку, которой он входит в шариковый подшипник, запрессованный в выточку ведущего вала делителя, а при отсутствии делителя – в выточку коленчатого вала. Задний шариковый подшипник находится в гнезде корпуса коробки передач.

*Вторичный (ведомый) вал* установлен в двух опорах: в роликовом подшипнике, установленном в гнезде первичного вала, и в шариковом подшипнике, установленном в гнезде заднего торца картера. Передняя шлицевая часть вторичного вала, состоящая из трех нарезанных на валу зубчатых венцов, предназначена для установки каретки синхронизатора IV и V передач. Крайние венцы и средняя часть среднего венца образуют так называемый «замок», предотвращающий самовыключение четвертой и пятой передач на ходу автомобиля.

Шлицевая часть вторичного вала переходит в цилиндрическую шейку, на которой установлена втулка шестерни IV передачи вторичного вала. Шестерня эта косозубая и находится в постоянном зацеплении с шестерней IV передачи промежуточного вала.

Шестерни III передачи, II передачи, заднего хода и I передачи установлены на вторичном валу на роликовых взаимозаменяемых подшипниках.

Шестерня III передачи косозубая и находится в постоянном зацеплении с шестерней III передачи промежуточного вала. Для работы синхронизатора на цилиндрический поясок ше-



стерни напрессован конус, и она имеет наружный цилиндрический зубчатый венец.

Шестерня II передачи косозубая и находится в постоянном зацеплении с шестерней II передачи промежуточного вала. На ней имеются конус и наружный зубчатый венец для работы синхронизатора.

Средняя часть вторичного вала, между шейками подшипников шестерен III и II передач, шлицованная, состоящая из трех зубчатых венцов. Она предназначена для установки каретки синхронизатора II и III передач. Крайние венцы имеют меньшую толщину зуба, чем средний венец, образуя «замок», предотвращающий самовыключение II и III передач на ходу автомобиля.

Шестерня заднего хода прямозубая. Она находится в постоянном зацеплении с малым зубчатым венцом блока шестерен передачи заднего хода. Для включения заднего хода на нем имеется наружный зубчатый венец, с которым при включении передачи заднего хода входит в зацепление муфта. Шестерня свободно вращается на подшипнике, установленном на втулке шестерни заднего хода.

Шестерня I передачи прямозубая и находится в постоянном зацеплении с шестерней I передачи промежуточного вала. На ней имеется наружный цилиндрический зубчатый венец для обеспечения включения передачи муфтой.

Втулка шестерни I передачи имеет внутреннее шлицевое отверстие, с помощью которого она установлена на шлицевую часть вала до упора в торец втулки шестерни заднего хода. Наружная часть втулки цилиндрическая и имеет два диаметра. На цилиндрической части большего диаметра нарезаны шлицы для установки и перемещения муфты включения шестерни заднего хода и I передачи. Цилиндрическая шейка меньшего диаметра предназначена для установки подшипника шестерни I передачи вторичного вала.

Смазка подшипников шестерен принудительная. Масло при помощи маслонагнетающего кольца подается под давлением в продольный канал вторичного вала, а затем через радиальные сверления к подшипникам. При сборке вторичного вала необходимо совмещать отверстия во втулках с радиальными сверления-

ми вторичного вала. Для обеспечения циркуляции масла в ступицах всех шестерен имеются радиальные сверления.

*Промежуточный вал* установлен на двух опорах: на цилиндрическом роликовом подшипнике в передней стенке картера коробки и сферическом роликовом подшипнике, установленном в стакане гнезда заднего торца картера.

Шестерни I передачи, заднего хода и II передачи изготовлены заодно с валом. Шестерни постоянного зацепления с шестерней первичного вала, IV передачи и III передачи напрессованы на промежуточный вал. От случайного проворачивания они удерживаются при помощи сегментных шпонок. Передний конец промежуточного вала имеет шлицы для присоединения промежуточного вала делителя.

Блок шестерен заднего хода установлен на оси на двух роликовых подшипниках. Ось зафиксирована в расточке картера стопорной планкой. Блок шестерен заднего хода имеет два прямозубых зубчатых венца. Венец большего диаметра находится в постоянном зацеплении с венцом промежуточного вала, а зубчатый венец меньшего диаметра – в постоянном зацеплении с зубчатым колесом заднего хода вторичного вала.

Для плавного выравнивания окружных скоростей шестерен, а следовательно, для бесшумного и безударного переключения передач в коробке передач установлено два синхронизатора: синхронизатор для включения II и III передач, а синхронизатор для включения IV и V. I передачу и передачу заднего хода включает муфта.

Делитель передач. На автомобилях-тягачах, предназначенных для постоянной работы с прицепами или полуприцепами, обычные пятиступенчатые коробки передач дополняются делителем передач. При наличии редуктора-делителя коробка передач крепится к картеру сцепления, выполненному заодно с картером делителя.

Ведущий вал делителя передним концом опирается на шариковый подшипник в выточке коленчатого вала. Задний его конец опирается на шариковый подшипник, установленный в перегородке корпуса делителя. Ведущий вал делителя имеет внутреннюю цилиндрическую полость, в которой установлен роликовый подшипник для опоры первичного вала коробки передач.

На ведущем валу делителя на двух роликовых подшипниках установлена шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней привода промежуточного вала делителя. Шестерня напрессована на промежуточный вал делителя и от случайного проворачивания удерживается шпонкой.

Передний конец промежуточного вала делителя опирается на шариковый подшипник, а задний при помощи шлицов соединяется с промежуточным валом основной коробки передач и опирается на роликовый подшипник.

Для плавного выравнивания окружных скоростей валов на первичном валу делителя установлен синхронизатор инерционного типа с конусными фрикционными кольцами.

Механизм переключения передач делителя обеспечивает включение требуемой передачи на ходу автомобиля. Он состоит из вилки с сухарями и валика вилки, на конце которого установлен рычаг.

При включении низшей передачи делителя муфта синхронизатора отодвигается назад и входит в зацепление с зубчатым венцом каретки ведущего вала коробки передач. Вращение при этом передается напрямую на коробку передач, не изменяя частоты вращения.

При включении высшей передачи синхронизатор делителя переводят вперед, и он соединяет ведущий вал делителя с промежуточными валами делителя и коробки передач. При таком пути передачи вращения крутящий момент в основной коробке передач уменьшается в 0,815 раза, а скорость движения автомобиля возрастает примерно в 1,22 раза.

Работа пятиступенчатой коробки передач автомобиля КамАЗ. Передача I включается муфтой, которая входит в зацепление с шестерней I передачи ведомого вала. Вращение передается с ведущего вала через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, по валу вращение передается на шестерню промежуточного вала I передачи, на шестерню I передачи ведомого вала и через муфту и ступицу на ведомый вал.

Передача II включается синхронизатором включения II и III передач. Он входит в зацепление с шестерней II передачи ведомо. Схема включения передач и направления крутящего момента передачах и заднем ходе (*e*)го вала. Вращение с веду-

щего вала через шестерни постоянного зацепления передается на промежуточный вал, а с него через шестерни постоянного зацепления II передачи и синхронизатор на ведомый вал).

Передача III включается этим же синхронизатором, но он переводится вперед и входит в зацепление с шестерней III передачи ведомого вала. Вращение передается ведущим валом через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал. Через шестерни постоянного зацепления III передачи вращение передается на синхронизатор включения II и III передач, а с него через шлицы на ведомый вал.

Передача IV включается синхронизатором включения IV и V передач. Для включения IV передачи синхронизатор переводится назад и входит в зацепление с шестерней IV передачи ведомого вала. Вращение с ведущего вала передается через шестерни постоянного зацепления на промежуточный вал, а с него через шестерни постоянного зацепления IV передачи и синхронизатор на ведомый вал.

Передача V – прямая. Синхронизатор включения IV и V передач входит в зацепление с прямым зубчатым венцом шестерни ведущего вала, и вращение с ведущего вала передается непосредственно на ведомый вал.

Передача заднего хода включается муфтой включения I передачи и передачи заднего хода, которая входит в зацепление с боковым наружным зубчатым венцом шестерни включения заднего хода. Вращение с ведущего вала через шестерни постоянного зацепления передается на промежуточный вал. Через шестерню включения заднего хода вращение передается на большой зубчатый венец блока шестерен заднего хода, на меньший зубчатый венец, на шестерню включения заднего хода ведомого вала, с которым находится в постоянном зацеплении. С этой шестерни вращение передается на муфту, а с нее через ступицу и шлицы на ведомый вал коробки передач.

Управление механизмом переключения передач делителя. Управление осуществляется пневмомеханической системой.

Она состоит из редукционного клапана, крана управления делителем, клапана включения делителя, воздухораспределителя и воздухопроводов.

Сжатый воздух из пневмосистемы тягача постоянно под-

водится к редукционному клапану, который отрегулирован на давление 0,42 МПа (4,2 кгс/см<sup>2</sup>). Шток крана управления тросиком соединен с переключателем, который установлен в рукоятке рычага переключения передач и, в зависимости от положения рычага, может находиться сверху или внизу.

Для включения делителя необходимо нажать на педаль сцепления. При этом упор переместится и нажмет на шток клапана включения делителя. Сжатый воздух поступит к воздухораспределителю в ту или другую полость силового цилиндра в зависимости от положения золотника воздухораспределителя. В соответствии с этим включится низшая или высшая передача делителя.

Муфты плавного включения передач и синхронизаторы

Переключение передач при помощи прямозубых шестерен сопровождается ударами их зубьев, в результате шестерни быстро изнашиваются. Для облегчения переключения передач применяются муфты и синхронизаторы.

Муфта плавного включения передач применяется на многих моделях автомобилей. Основными ее деталями являются сама муфта и ступица. Муфта имеет кольцевую проточку для вилки переключения передач и внутренний прямозубый зубчатый венец. Такие же зубчатые венцы имеют ступица и шестерни включаемых передач. Ступица устанавливается на шлицах вторичного вала и фиксируется пружинящим кольцом.

Для включения передачи муфту сдвигают в сторону включаемой шестерни, и она входит в зацепление с боковым наружным зубчатым венцом.

Однако, если в зацепление входят непосредственно шестерни, они от этого быстро изнашиваются и удары на себя воспринимают муфты. Это, в свою очередь, приводит к их ускоренному износу и затрудненному включению передач, особенно при движении автомобиля. Затрудненное включение передач объясняется тем, что при переключении передач выключают сцепление, и ведущий вал коробки передач вместе с промежуточным останавливаются, а вторичный вал, соединенный с ведущими колесами автомобиля, продолжает вращаться. В такой ситуации вращающаяся шестерня входит в зацепление с неподвижной, а это приводит к возникновению ударов, повышенному шуму и в конечном счете к износу шестерен. Проблема решается установкой синхронизаторов.

**Синхронизаторы.** Синхронизаторы выравнивают окружные скорости валов, благодаря чему происходит бесшумное и безударное включение передач. Синхронизаторы устроены по различным схемам, однако принцип работы всех типов синхронизаторов имеет много общего.

На многих автомобилях синхронизатор коробки передач устроен следующим образом. Ступица устанавливается при помощи шлицов на вторичном валу и имеет три продольных паза. В пазах устанавливаются стальные штампованные сухари, а под сухарями – плоские пружины. Усики пружин должны вставляться под один и тот же сухарь. На ступице имеется наружный зубчатый венец, по которому скользит муфта. Она имеет внутренний зубчатый венец с кольцевой проточкой в средней части. В эту проточку плоские пружины вдавливают выступы сухарей. Снаружи на муфте имеется кольцевая проточка для вилки механизма переключения передач. Сухари в продольных пазах установлены с небольшим зазором и могут передвигаться вдоль ступицы. По обе стороны ступицы установлены бронзовые конусные блокирующие кольца. Снаружи блокирующие кольца имеют наружный зубчатый венец, соответствующий зубчатым венцам муфты синхронизатора и включаемых шестерен. Внутренняя поверхность блокирующих колец коническая и имеет мелкую нарезку для быстрого удаления смазки при работе синхронизатора. Блокирующие кольца имеют три выреза. В них входят торцы сухарей. Ширина вырезов на блокирующих кольцах больше ширины сухарей примерно на ширину половины зуба. Торцы зубьев блокирующих колец и муфты закруглены.

Подобное устройство имеют синхронизаторы коробок передач на многих моделях современных легковых автомобилей. Отличаются они лишь тем, что вместо сухарей с плоскими пружинами на них могут быть установлены шариковые фиксаторы, состоящие из сухаря и шарика с пружиной. Пружина вдавливает шарики в кольцевую проточку внутри муфты.

Принцип работы этих синхронизаторов аналогичен. Для того чтобы включить передачу, муфта должна проскользнуть между зубьями блокирующего кольца и войти в зацепление с зубчатым венцом включаемой шестерни.

При перемещении муфты вместе с ней продвигаются сухари, так как их выступы пружинами вдавлены во внутренние кольцевые проточки муфты. Сухари своими торцами нажимают на доньшки вырезов блокирующих колец, передвигая их к коническим поверхностям шестерен. Между конусами блокирующего кольца и шестерни возникает трение, которое заставляет блокирующее кольцо повернуться относительно муфты на величину зазора между боковыми стенками вырезов кольца и сухарями. При этом зубья блокирующего кольца оказываются частично против зубьев муфты. Продолжая нажимать на рычаг переключения передач, водитель все с большей силой прижимает зубьями муфты блокирующее кольцо к конусу шестерни, трение между которыми увеличивается. За счет этого трения начинает вращаться ведущий вал коробки передач. Когда частота вращения ведущего вала сравняется с частотой вращения ведомого вторичного вала, трение между конусами блокирующего кольца и шестерни исчезает. В этой ситуации муфта отодвинет блокирующее кольцо, проскользнет между зубьями и войдет в зацепление с зубчатым венцом включаемой шестерни.

Синхронизаторы коробок передач автомобилей ЗИЛ. Синхронизаторы этих автомобилей устроены иначе.

Муфта синхронизатора имеет внутренние шлицы. Такие шлицы имеются и на вторичном валу коробки. По этим шлицам муфта может передвигаться в обе стороны. Муфта имеет фланец с шестью отверстиями. Отверстия с обеих сторон имеют фаски. На муфте с обеих сторон выполнены зубчатые венцы для включения передач. По обе стороны муфты расположены бронзовые конусные кольца, соединенные друг с другом тремя блокирующими пальцами. Между блокирующими пальцами в углублениях конусных колец установлены три фиксатора с пружинами.

При включении передач муфта синхронизатора передвигается в сторону включаемой передачи. На шестерне включаемой передачи имеется коническая поверхность, соответствующая конусному кольцу, и внутренний зубчатый венец. К боковым стенкам отверстий муфты пружины плотно прижимают кольцевыми проточками фиксаторы. За счет этого вместе с муфтой передвигаются и конусные кольца. Конусное кольцо своей конической поверхностью соприкасается с конусом

включаемой шестерни, и между ними возникает трение, увлекающее кольцо. Блокирующие пальцы доньшками своих кольцевых проточек плотно прижимаются к боковым стенкам отверстий муфты. Сила трения, увлекающая конусные кольца, не позволяет муфте проскользнуть по блокирующим кольцам и своим наружным зубчатым венцом войти в зацепление с внутренним зубчатым венцом включаемой шестерни. При этом муфта фасками отверстий нажимает на фаски блокирующих пальцев и все плотнее прижимает конусное кольцо к конусу шестерни. Трение заставляет шестерню и вал вращаться все быстрее, и когда частота вращения валов станет одинаковой, муфта своими фасками отодвинет блокирующие пальцы вместе с конусным кольцом и войдет в зацепление с шестерней включающей передачи.

Синхронизаторы коробок передач КрА3-257 и МА3-5335. Основными деталями синхронизатора являются корпус, муфта синхронизатора и обойма вилки. Корпус представляет собой полый цилиндр с четырьмя равномерно расположенными прорезями. Прорези сквозные и имеют специальную конфигурацию. В средней части они более широкие и имеют скошенный выход. В прорези корпуса входят четыре отростка каретки синхронизатора, на которых закреплена обойма вилки. Каретка синхронизатора имеет также четыре равномерно расположенных по окружности отверстия, выполняющих роль фиксаторов. В среднем нейтральном положении корпус соединяется с кареткой посредством пружинных фиксаторов, шарики которых под действием пружин входят в соответствующие канавки, имеющиеся в обойме. К обоим торцам обоймы синхронизатора прикреплены бронзовые конусные кольца. Муфта синхронизатора имеет внутренние пазы для установки на шлицы ведомого вала или на шлицы распорной втулки шестерен III и II передач.

При включении передачи вилка перемещает обойму вилки, а она перемещает муфту и корпус. При надвигании корпусного кольца на конус шестерни изменяется скорость, в результате чего прямоугольные выступы муфты, входящие в ее прорези, смещаются и входят в средние боковые углубления корпуса.

До тех пор пока не прекратится взаимное скольжение конических поверхностей и не уравниются скорости корпуса и шестер-



ни, дальнейшее продвижение муфты вдоль оси вала невозможно.

После выравнивания скоростей вращения корпуса и шестерни отростки муфты перестанут прижиматься к средним боковым углублениям прорезей, и муфта получит возможность переместиться вдоль оси вала. При перемещении муфты под воздействием вилки переключения передач шарики, соединяющие муфту с корпусом, выйдут из углублений муфты. После этого муфта продвинется вдоль оси вала и, поскольку она вращается с той же скоростью, что и включаемая шестерня, без удара и шума войдет в зацепление с зубчатым венцом шестерни включенной передачи.

Синхронизаторы коробок передач автомобилей КамАЗ. *Синхронизатор II и III передач* состоит из каретки, двух фрикционных колец, восьми блокирующих пальцев и четырех пальцев фиксатора.

На каретке проточена канавка, в которую входят сухари вилки включения II и III передач. Каретка имеет внутреннее отверстие со шлицами для установки на шлицах вторичного вала. Крайние зубчатые венцы тоньше среднего и в комплексе с зубчатыми венцами вторичного вала образуют «замок», предотвращающий самовыключение передач при движении автомобиля.

Для блокирующих пальцев фланец каретки имеет восемь отверстий с фасками под фиксаторы. В нейтральном положении блокирующие пальцы находятся в отверстиях фланца каретки с зазором.

Фрикционные кольца имеют наружную коническую поверхность. На этой поверхности профрезерованы прямоугольные канавки для удаления продуктов трения, а по окружности нарезаны винтовые канавки для быстрого удаления масла с конических поверхностей. От случайного перемещения каретки синхронизатора удерживаются шариками и пружинами.

При включении передачи, например третьей, каретка синхронизатора передвигается влево. В начальный момент каретка передвигается под небольшим усилием, и шарики фиксаторов перемещают фрикционное кольцо до соприкосновения с конусной поверхностью зубчатого колеса третьей передачи. Между ними возникает трение, и зубчатое колесо увлекает за собой каретку, поворачивая ее на некоторый угол относительно блокирующих пальцев. Боковые стенки отверстий плотно прижимаются к

кольцевым проточкам блокирующих пальцев, и дальнейшее перемещение каретки прекращается до полного выравнивания окружных скоростей валов. Угол наклона фасок подобран таким образом, что, пока действует момент трения, т. е. пока выполняется синхронизация кольца и шестерни включаемой передачи, дальнейшее продвижение каретки по шлицам вторичного вала невозможно. Когда исчезнут сила инерции и моменты трения, блокирующие пальцы займут свободное положение относительно отверстий в каретке, и каретка получит возможность продвинуться по шлицам вала. При этом шарики фиксаторов утапливаются, и каретка, продвигаясь по шлицам вала, войдет в зацепление с шестерней включаемой III передачи.

При включении II передачи синхронизатор работает аналогично.

*Синхронизатор включения IV и V передач* работает по такому же принципу. Устройство его незначительно отличается от синхронизатора включения II и III передач. Он состоит из каретки, двух фрикционных колец, восьми блокирующих пальцев и восьми фиксаторов, состоящих из пружин и сухарей фиксаторов. У этого синхронизатора в отличие от синхронизатора II и III передач фрикционные кольца имеют не наружные конические поверхности, а внутренние. В остальном устройство и работа синхронизаторов подобны.

Механизм управления коробкой передач

Коробки передач имеют специальный механизм переключения передач. Например, у автомобилей семейства ЗИЛ он находится в крышке картера коробки.

В специальных гнездах установлены ползун включения I передачи и заднего хода, ползун включения IV и V передач и ползун включения II и III передач. На ползунах закреплены болтами вилки, которые входят в зацепление с шестернями вторичного вала и синхронизаторами. Вилки включения II и III передач, а также IV и V передач венчаются головками с пазами. На ползуне I передачи и заднего хода кроме вилки, закрепленной на заднем конце ползуна, установлена еще головка. В паз этой головки входит промежуточный рычаг включения I передачи и заднего хода. В пазы головок вилок и промежуточного рычага включения I передачи и заднего хода входит нижний

конец рычага переключения передач, установленный в гнезде корпуса рычага переключения передач. Шаровая опора рычага поддерживается конической пружиной. Передвигая рычаг из стороны в сторону, можно вводить его нижний конец в пазы головок и включать различные передачи.

При движении автомобиля, особенно по плохим дорогам, шестерни могут произвольно выходить из зацепления с нужными шерсерного включения заднего хода. Он состоит из промежуточного рычага и упора с пружиной. Работа предохранителя основана на сопротивлении пружины. Передвигая рычаг, водитель чувствует сопротивление пружины и таким образом определяет включение передачи заднего хода или I передачи.

Механизм переключения передач на многих моделях легковых автомобилей незначительно отличается от описанного выше. Основное отличие заключается в расположении штоков и головок вилок, а также в расположении фиксаторов. Замок вместо шариков может иметь стопорные плунжеры.

*Дистанционный привод переключения передач* имеют автомобили с передними ведущими колесами.

Рычаг переключения передач установлен на шаровой опоре. К рычагу при помощи пальца присоединена тяга привода переключения передач. К тяге при помощи шарнира присоединен шток выбора передач. Он соединен, в свою очередь, с рычагом штока выбора передач, установленным внутри картера сцепления. Рычаг соединяется с рычагом механизма выбора передач. Положение этого рычага фиксируется фиксатором 2.благодаря чему осевое перемещение двигателя не передается на механизм выбора передач.

*Механизм выбора передач* состоит из корпуса, установленной на нем оси, на которой закреплен двуплечий рычаг выбора передач, и фиксатора. Двуплечий рычаг с обеих сторон имеет пружины, которые устанавливают рычаг в положение IV и

передач. В корпусе на оси установлена вилка включения заднего хода. В гнездо вилки входит поводок головки штока заднего хода.

Раздаточная коробка передач

Если автомобиль имеет несколько ведущих мостов, среди которых в обязательном порядке задние и передние ведущие

мосты, то передать вращение с ведомого вала коробки передач на задние мосты и на передний мост невозможно.

Для распределения крутящего момента на все ведущие мосты автомобиля необходимо иметь специальную *раздаточную коробку*, способную распределить крутящий момент на задние и передний ведущие мосты.

На автомобилях, предназначенных для работы в трудных дорожных условиях (заболоченная местность, грунтовые дороги или бездорожье, сыпучий песок, рыхлый снег и др.), крутящего момента, развиваемого основной коробкой передач, бывает недостаточно для обеспечения движения автомобиля. На таких автомобилях, кроме основной коробки передач, устанавливается *дополнительная коробка передач* (демультипликатор). Дополнительные коробки могут иметь одну прямую передачу и одну понижающую. На некоторых автомобилях дополнительные коробки имеют обе понижающие передачи. В этом случае они помогают главной передаче в снижении частоты вращения и повышении крутящего момента.

Раздаточная и дополнительная коробки передач объединяются в одном корпусе под общим названием *раздаточная коробка передач*.

Раздаточная коробка состоит из корпуса, ведущего вала, вала привода заднего моста, промежуточного вала и вала привода переднего моста.

*Ведущий вал* раздаточной коробки на переднем конце имеет шлицы, на которых установлен фланец для присоединения карданной передачи от основной коробки передач. Передний конец вала вращается в шариковом подшипнике, установленном в гнезде картера раздаточной коробки. Задний конец вала вращается в роликоцилиндрическом подшипнике, установленном в выточке шестерни вала привода заднего моста. Средняя часть вала имеет шлицы, и по ним передвигается шестерня ведущего вала (каретка). При помощи этой шестерни можно включить прямую и понижающую передачи. Шестерня имеет кольцевую проточку для вилки включения этих передач.

*Вал привода заднего моста* (ведомый вал) вращается в двух шариковых подшипниках. Передний подшипник установлен в задней стенке картера раздаточной коробки, а задний — в

стакане при помощи болтов. Вал изготовлен как единое целое с шестерней, имеющей наружный зубчатый венец для включения переднего моста и внутренний зубчатый венец для включения прямой передачи. На заднем конце вала имеются шлицы для установки и крепления фланца карданной передачи к заднему мосту. Кроме того, на нем устанавливается червячное колесо привода спидометра с червяком привода спидометра.

*Промежуточный вал* вращается в двух шариковых подшипниках, установленных в стенках картера. Внутренняя часть вала имеет шлицы для установки неподвижной шестерни понижающей передачи и подвижной шестерни (каретки) включения переднего моста.

*Вал привода переднего моста* вращается в двух шариковых подшипниках. На переднем конце вала на шлицах установлен фланец карданной передачи к переднему мосту, а на шлицах заднего конца установлена шестерня привода переднего моста.

Для заполнения картера раздаточной коробки маслом служит отверстие, закрываемое пробкой, сливается масло через отверстие, закрываемое пробкой. Атмосферное давление внутри раздаточной коробки поддерживается пропуском воздуха через сапун.

Механизм управления раздаточной коробкой. Механизм включает в себя ползуны. На ползуне закреплена вилка включения переднего моста, а на ползуне – вилка включения прямой и понижающей передач. Передачи удерживаются во включенном и выключенном состояниях фиксаторами, состоящими из шариков и пружин. На ползунах для них имеются специальные выточки. Замок, состоящий из двух сухарей и пружины, предотвращает включение понижающей передачи без включения переднего моста. Ползуны тягами соединяются с рычагами переключения передач, находящимися в кабине водителя.

*Прямая передача* включается шестерней, вводимой в зацепление с внутренним зубчатым венцом шестерни. Вращение передается напрямую с ведущего вала на шестерню, а с него на шестерню ведомого вала и далее на карданную передачу.

Чтобы включить передний мост, необходимо шестерню включения переднего моста одновременно ввести в зацепление с шестерней ведомого вала и шестерней вала привода передне-

го моста. Вращение с ведущего вала через шестерню ведущего вала передается на шестерню ведомого вала, с него через шестерню промежуточного вала на шестерню. С шестерен и вращение передается на валы, а затем через карданные передачи на ведущие колеса автомобиля.

*Понижающую передачу* можно включить только при условии, что включен передний мост. При этом шестерня ведущего вала передвигается вперед и входит в зацепление с шестерней промежуточного вала. Вращение передается с ведущего вала через шестерню на шестерню, через шлицы на промежуточный вал, на шестерню, а с него одновременно на шестерни, на валы этих шестерен и через карданные передачи на ведущие мосты автомобиля.

Автомобили «ГАЗель» моделей ГАЗ-Э2217, -322172 и -322173 снабжены двухступенчатой коробкой с межосевым симметричным дифференциалом. Дифференциал оборудован принудительной блокировкой.

Раздаточная коробка состоит из переднего картера и заднего картера.

*Ведущий вал* установлен в картере. Передний его конец вращается в шариковом подшипнике, а задний – в роликоцилиндрическом. На переднем конце вала на шлицах закреплен фланец для присоединения карданной передачи от коробки передач. На ведущем валу на втулках свободно установлены шестерня понижающей передачи и шестерня высшей передачи. Между ними на зубчатом венце вала установлена муфта переключения передач, имеющая наружную кольцевую проточку для вилки механизма переключения передач. Шестерни имеют соответствующие боковые наружные зубчатые венцы для включения передач.

*Промежуточный вал* выполнен в виде блока шестерен. Обе его шестерни находятся в постоянном зацеплении с соответствующими шестернями ведущего вала. Промежуточный вал вращается в двух шариковых подшипниках. На заднем конце вала на шариковой шпонке установлено червячное зубчатое колесо с червяком привода спидометра.

*Вал привода переднего моста* вращается в шариковых подшипниках. На переднем его конце на шлицах закреплен фланец

для присоединения карданной передачи. Задний конец вала также имеет шлицы для установки полуосевой шестерни межосевого дифференциала. В средней части на валу выполнен зубчатый венец для муфты блокировки дифференциала. Здесь же на валу свободно установлена шестерня дифференциала, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней промежуточного вала.

*Вал привода заднего моста* также вращается в шариковых подшипниках. На переднем его конце имеются шлицы для установки полу-осевой шестерни, а на шлицах заднего конца закреплен фланец карданной передачи.

Управляется раздаточная коробка двумя рычагами, находящимися в кабине водителя. Эти рычаги тягами соединяются с ползунами переключения передач и блокировки дифференциала. Ползуны имеют фиксаторы для предотвращения самопроизвольного переключения передач.

При включении высшей передачи (передаточное число 1,07) муфта перемещается и входит в зацепление с боковым наружным зубчатым венцом шестерни. Вращение с ведущего вала передается через муфту на шестерню, а с нее на шестерню промежуточного вала, на шестерню дифференциала, далее через дифференциал на валы привода переднего моста и заднего моста.

Если муфту передвинуть и ввести в зацепление с шестерней понижающей передачи (передаточное число 1,86), то вращение с ведущего вала через муфту будет передаваться через шестерню промежуточного вала на шестерню дифференциала, а затем на валы привода переднего и заднего мостов. Понижающая передача включается для преодоления крутых подъемов, при движении по мягкому грунту и бездорожью.

Блокировка дифференциала включается кратковременно для преодоления труднопроходимых участков дороги. При выезде на дорогу с твердым покрытием блокировка должна быть немедленно выключена во избежание повышенного износа шин, трансмиссии и увеличения расхода бензина. Контролируется блокировка дифференциала контрольной лампой на щитке приборов.

Включение и выключение передач и блокировка дифференциала производятся при стоящем автомобиле или при движении со скоростью не более 5 км/ч.

## Спидометр

Спидометр предназначен для контроля скорости движения автомобиля и пройденного расстояния. Устройство и принцип действия магнитоиндукционного спидометра показаны.

Спидометр состоит из двух механизмов, объединенных общим кожухом и основанием: указателя скорости (скоростной узел) и счетчика (счетный узел). По принципу действия они разделяются на индукционные и электрические; по способу приведения в действие – на спидометры с приводом посредством гибкого валика и с электроприводом.

*Скоростные узлы* всех спидометров работают на принципе магнитовихревого действия. Схема скоростного узла такого спидометра представлена. Магнит, закрепленный на приводном валике, намагничен таким образом, что оба полюса или несколько пар полюсов располагаются по периферии диска. На отдельной оси, свободно вращающейся в двух подшипниках, укреплен картушка-колпачок из немагнитного материала (алюминия). Она охватывает магнит с таким расчетом, чтобы как можно больше силовых линий поля магнита, рассеиваемого вне его тела, пронизывали материал картушки. Чтобы через картушку проходила большая часть магнитного потока, вокруг нее с некоторым зазором размещают экран из магнитомягкого материала, который концентрирует магнитное поле в рабочем направлении.

При вращении валика поле магнита наводит в теле картушки вихревые токи, создающие, в свою очередь, магнитное поле картушки. Взаимодействие поля магнита и поля картушки вызывает крутящий момент, стремящийся повернуть картушку в направлении вращения магнита. Величина этого момента пропорциональна частоте вращения магнита.

Повороту оси картушки препятствует спиральная пружина (волосок), закручивающаяся при увеличении крутящего момента и создающая противодействующий момент, величина которого пропорциональна углу поворота.

При постоянной частоте вращения магнита картушка, повернувшись на определенный угол, остановится в положении, при котором момент взаимодействия магнитных полей станет равным противодействующему моменту волоска. Угол поворота картушки и связанной с ней стрелки прямо пропорционален ча-



стоте вращения магнита, поэтому шкала спидометра равномерна.

*Счетный узел* во всех спидометрах приводится в действие однозаходным червяком, который установлен на приводном валике.

Счетный барабанчик со стороны привода имеет 20 зубцов, расположенных по периферии, а с другой стороны – два зубца и впадину между ними. Трубка имеет шесть зубцов, зацепляющихся с барабанчиками, причем на стороне трубки, которая соединяется с двузубкой барабанчика, три зубца из шести укорочены через один. Барабанчики и трубки свободно посажены на своих осях, а крайний правый барабанчик (начальный) связан с входным валиком спидометра. При вращении начального барабанчика его двузубка подходит к укороченному зубцу трубки, поворачивая ее на  $1/3$  оборота, и продолжает свое вращение. При этом трубка повернет следующий барабанчик на два зубца, т.е. на  $1/10$  его оборота.

Пока двузубка начального барабанчика совершает свой полный оборот, трубка не вращается, так как два ее длинных зубца скользят по цилиндрической части барабанчика, где нет впадин. Такая конструкция обеспечивает поворот каждого последующего барабанчика на  $1/10$  оборота, после того как предыдущий сделает полный оборот.

При шести барабанчиках, обычно применяемых в спидометрах, через 100 000 оборотов начального барабанчика все другие возвращаются в исходное положение, и отсчет показаний счетного узла начинается с нуля.

Движение спидометру передается от коробки передач гибким валиком, один конец которого соединяется со спидометром, а другой – с выходным валом коробки передач автомобиля. Этот валик состоит из троса с наконечниками, заключенного в оболочку с ниппелями и гайками. Оболочка укреплена неподвижно, она защищает трос от повреждений и сохраняет смазку, необходимую для длительной и надежной работы троса. Между тросом и оболочкой имеется зазор.

Гибкий трос состоит из нескольких винтовых многозаходных пружин, навитых одна на другую в несколько слоев и имеющих общий внутренний сердечник из прямой проволоки. Направления навивки слоев чередуются. В спидометре между привод-

ным валиком и начальным барабанчиком счетного узла применяют три понижающие ступени червячных передач I, II и III с общим передаточным числом 624 или 1000 (автомобили ВАЗ).

Между входным валиком спидометра и начальным барабанчиком установлена жесткая связь, поэтому точность показаний пробега автомобиля на счетном узле зависит от передаточного числа редуктора привода спидометра и состояния шин автомобиля. Передаточное число привода спидометра выбирают в зависимости от передаточного числа главной передачи и радиуса качения колес автомобиля.

Погрешность измерения пройденного пути зависит от износа протектора, в результате которого действительный радиус качения колеса отличается от расчетного, от изменения давления воздуха в шинах, нагрузки на колеса, пробуксовки колес, неровностей дороги и др. Эти причины могут вызвать погрешность измерения до 10... 15 % от общего пробега.

## **Глава 13 КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА**

### **Общие сведения**

Ведущие мосты автомобилей, кроме тех, у которых имеется только передний ведущий мост и двигатель расположен впереди автомобиля, подвешены к раме при помощи рессор, а коробка передач жестко закреплена на картере сцепления. У таких автомобилей положение ведущих мостов относительно рамы будет меняться в зависимости от загрузки автомобиля и неровностей дороги. Если их коробку передач соединить с ведущими мостами жестким валом, то он будет быстро ломаться, так как при работе рессор изменяется угол между ведомым валом коробки передач и ведущим мостом, а также расстояние между ними.

*Карданная передача* предназначена для передачи крутящего момента с ведомого вала коробки передач на ведущие мосты при постоянно изменяющихся углах и расстояниях.

Изменение углов передачи вращения бывает не только от коробки передач к ведущим мостам, но и в управляемых ведущих передних мостах при изменении направления движения автомобиля.

Карданная передача состоит из карданных шарниров (карданов), карданных валов и промежуточных опор для валов.

*Карданным шарниром* (карданом) называется сочленение, с помощью которого вращение передается с одного вала на другой при постоянно изменяющихся углах между ними. Карданные шарниры могут быть жесткими и мягкими (эластичными).

При вращении карданного шарнира наклон карданного вала происходит вследствие наклона ведомой вилки на крестовине, а при повороте на  $90^\circ$  – из-за наклона крестовины в ведущей вилке. При промежуточных углах поворота карданного шарнира наклонены и вилка, и крестовина.

При передаче вращения через один кардан, несмотря на равномерное вращение ведущего вала, карданный вал в силу своего устройства за цикл одного оборота вращается неравномерно. В результате чего механизмы привода ведущих колес воспринимают от кардана неравномерное вращение, что способствует увеличению износа механизмов и шин. Неравномерность вращения возрастает при увеличении угла между валами.

Для устранения этого недостатка применяют двойную карданную передачу. При установке вилок обоих карданов на валу в одной плоскости неравномерность вращения, создаваемая первым карданом, выравняется вторым карданом и механизмы привода ведущих колес вращаются равномерно.

Устройство элементов карданной передачи

Карданная передача состоит из трех основных элементов: карданных шарниров (карданов), карданных валов и промежуточной опоры.

У некоторых моделей легковых автомобилей передний кардан состоит из фланца, установленного на шлицах заднего конца вторичного вала коробки передач, к которому тремя болтами крепится эластичная муфта. Эта же муфта тремя другими болтами крепится к фланцу, установленному на шлицах переднего конца переднего карданного вала. Болты крепления эластичной муфты установлены через один. Один крепит муфту к фланцу вторичного вала коробки передач, а другой — к фланцу карданного вала, и в таком порядке установлены все шесть болтов. Длина карданной передачи изменяется за счет перемещения муфты по шлицам переднего карданного вала.

Карданные валы для облегчения веса имеют трубчатое сечение. К концам вала привариваются наконечники со шлицами или вилки карданов. Если карданная передача имеет два или более карданных валов, то для подвески валов служат промежуточные опоры, крепящиеся на поперечине. Карданный вал опирается на шариковый подшипник, который установлен в упругой эластичной опоре. Для балансировки к валам могут привариваться балансировочные пластины.

Задний карданный вал соединяется с передним при помощи жесткого карданного шарнира, состоящего из вилок. В проушины вилок вставляются шипы крестовины. На тщательно обработанных шипах крестовины устанавливаются стальные стаканы с игольчатыми подшипниками, уплотненные изнутри сальниками. Крестовина со стаканами закреплена в ушках вилок крышками и стопорными пластинами. На стопорных пластинах имеются усики, которые после завертывания болтов загибаются на головки болтов, предотвращая их самопроизвольное отворачивание. Вместо крышек и стопорных пластин крестовина и стаканы могут крепиться стопорными кольцами. На стопорных пластинах иногда выштамповывается напоминание «смазывать только маслом».

Для уменьшения износа игольчатые подшипники необходимо смазывать, и притом только жидкими маслами, так как консистентные смазки при остановке автомобиля застывают, что затрудняет их подачу к подшипникам. Жидкие масла при движении автомобиля нагнетаются центробежными силами в подшипники, смазывая их. Для подачи масла на крестовине установлена масленка, а в крестовине выполнены продольные каналы. Нагнетание масла ограничивается предохранительным клапаном.

На многих легковых и грузовых автомобилях в игольчатые подшипники закладывается так называемая «вечная» смазка типа 158, ТУ-101320 –77. Каналы в этом случае не сквозные.

Карданы на автомобилях «ГАЗель» выполнены с прокачанной системой смазки. Крестовина имеет продольные каналы. В центральной части в каналы ввернута пресс-масленка, закрываемая резиновым колпачком. Для смены масла снимается резиновый колпачок и на пресс-масленку надевается наконечник нагнетателя масла. Масло под давлением проходит по каналам

к игольчатым подшипникам. Излишки масла под давлением отжимают края манжеты и выходят наружу. Смазка, находящаяся между грязеотражателем крестовины и сальником, служит масляным фильтром, защищающим рабочую кромку сальника от пыли и грязи.

Жесткие карданы передают вращение с вилки на вилку неравномерно. Для равномерной передачи вращения на грузовых автомобилях наибольшее распространение получили шариковые карданы с делительными канавками и кулачковые карданы.

*Шариковый кардан* состоит из двух кулаков. В них выполнены делительные канавки для установки ведущих шариков. Для центрирования кулаков служит центральный шарик, устанавливаемый в гнезде при помощи штифта и шпильки. Форма делительных канавок сделана такой, что при любом повороте кулаков относительно друг друга ведущие шарики будут перекатываться и занимать положение в плоскости, делящей угол между ними пополам (биссекторная плоскость).

Реже встречается *кардан равных угловых скоростей* кулачкового типа. Он состоит из двух вилок. В них вставлены полумонолитные кулаки, а между ними – центральный диск.

Шариковые карданные шарниры равных угловых скоростей. Они могут быть выполнены с делительными канавками и делительным рычажком. Принцип их действия состоит в том, что при передаче крутящего момента под углом рабочие шарики шарниров располагаются в биссекторной плоскости, делящей угол между ведущим и ведомым валом пополам, что обеспечивает синхронность их вращения. *В шариковом шарнире с делительными канавками* вилки имеют по четыре делительные канавки, средние линии которых представляют собой окружности с одинаковыми радиусами и равноудаленными от центра шарнира  $O$  центрами  $O_1$  и  $O_2$ . При сборке шарнира сначала между вилками устанавливают центрирующий шарик на штифте, который входит в отверстия шарика и одной из вилок. От осевых перемещений штифт удерживается штифтом. Затем в канавки вилок, расположенных под прямым углом, закладывают четыре рабочих шарика. Так как шарики расположены симметрично относительно центра  $O$ , то при передаче момента под углом центры шариков описывают окружности, которые нахо-

дятся в биссекторной плоскости, причем в передаче момента участвуют только два шарика. Шарнир передает момент под углом, достигающим  $30...32^\circ$ .

Преимущества шарнира этого типа – простота изготовления и сравнительно небольшая стоимость. Недостаток – ускоренное изнашивание из-за скольжения шариков относительно канавок и высокого давления, вызванного, в частности, тем, что крутящий момент в нем передают только два шарика.

*В шариковом шарнире с делительным рычажком* в передаче момента участвуют все шарики, что уменьшает их удельное давление на поверхность чашек и увеличивает срок службы шарнира. Его отдельные элементы показаны, а расположение

шарнира в приводе ведущего управляемого колеса. Детали шарнира расположены в чашке, имеющей на внутренней поверхности шесть меридианных сферических канавок для установки шариков. Такие же канавки имеет и сферический кулак, в шлицевое отверстие которого входит ведущий вал. Делительное устройство, устанавливающее шарики в биссекторной плоскости, состоит из сепаратора, в котором они расположены, сферической чашки и делительного рычажка. Делительный рычажок сферическими поверхностями входит в гнезда ведущего и ведомого валов, а также в отверстие чашки и пружиной прижат к ведущему валу. Длины плеч рычажка подобраны так, что при передаче момента под углом он поворачивает сепаратор на угол, равный половине угла между осями ведущего и ведомого валов, т. е. устанавливает шарики в биссекторной плоскости. Шарнир может передавать момент под углом, достигающим  $35... 38^\circ$ . Преимущества шарнира этого типа – передача момента всеми шариками, благодаря чему повышается долговечность шарнира и он имеет меньшие габаритные размеры. Однако он сложнее и имеет более высокую стоимость, чем шарнир с делительными канавками. Кулачковый шарнир. Сдвоенный кулачковый карданный шарнир равных угловых скоростей привода ведущего управляемого колеса автомобиля «Урал-375». Он состоит из ведущей и ведомой вилок, связанных с ведущим и ведомым валами и вставленных в вилки кулаков. В пазы кулаков вставляется центральный диск, являющийся промежуточным звеном шарнира. кулачковый карданный шарнир может переда-

вать вращение под углом 45...50°. Этот шарнир проще в устройстве, стоимость его ниже, чем у шариковых карданов, но коэффициент полезного действия у него меньше.

## **Глава 14 ВЕДУЩИЙ МОСТ**

### **Общие сведения**

Ведущий мост воспринимает нагрузки, действующие между колесами и подвеской, а его механизмы предназначены для передачи крутящего момента от карданной передачи к ведущим колесам автомобиля, а также для восприятия вертикальных, продольных и поперечных усилий.

Ведущие мосты бывают разрезные и неразрезные.

На автомобиле ЗИЛ-433100 картер заднего моста сварен из стальных штампованных полубалок с приваренными к ним крышкой картера и фланцами крепления суппортов тормозных механизмов. На цапфах полуосей установлены ступицы, вращающиеся в двух конических роликовых подшипниках. К фланцу ступицы на шпильках крепятся тормозной барабан и колеса.

На автомобилях семейства КамАЗ типа 6x4 устанавливаются два ведущих моста – средний и задний. Конструкция мостов одинаковая. Отличие заключается в установке на среднем мосту межосевого блокируемого дифференциала и сопрягаемых с ним деталей.

На автомобилях ГАЗ-2705 может быть установлен неразъемный задний мост или задний мост со штампованным картером типа «банджо» с отдельно монтируемым редуктором. На автомобиль ГАЗ- 2705 «Комби» и на автобусы в основном устанавливают задние мосты типа «банджо».

На автомобилях семейства ЗИЛ-5301 картер главной передачи и дифференциала отлит из чугуна, в него запрессованы стальные кожухи приводных валов колес с приваренными к ним фланцами и кронштейнами. Задняя часть картера главной передачи закрыта крышкой. В ней имеется контрольно-заливное отверстие, закрываемое пробкой. Для слива отработанного масла в нижней части картера имеется сливное отверстие, также закрываемое пробкой. Эти пробки часто бывают магнитными.

## Главная передача

Главная передача предназначена для увеличения крутящего момента в передаточное число раз и передачи этого момента\* под углом  $90^\circ$  на ведущие колеса автомобиля.

Конструкция главной передачи должна обеспечивать:  
необходимое передаточное число;  
высокий коэффициент полезного действия;  
минимальные вертикальные габаритные размеры;  
плавную, бесшумную работу.

Существуют зубчатые и червячные главные передачи. Червячные передачи из-за небольшого КТТД получил и ограниченное применение. Зубчатые главные передачи бывают одинарные (с одной парой шестерен) и двойные (с двумя парами шестерен). Одинарные главные передачи могут быть с *коническим* или с *гипоидным зацеплением*.

Преимуществом одинарных главных передач с коническим зацеплением является то, что при работе зубья шестерен перекатываются друг по другу, обеспечивая наименьшее трение и минимальный износ. Однако в этом случае карданная передача размещена высоко, что влечет за собой высокое расположение центра тяжести автомобиля и ухудшение его устойчивости.

У гипоидных главных передач оси ведущего вала и ведущей шестерни смещены вниз относительно центра ведомой шестерни. Благодаря этому центр тяжести автомобиля располагается низко и автомобиль имеет лучшую устойчивость при движении по косогорам и на больших скоростях по закруглениям дорог. Гипоидная передача меньше шумит при работе, так как у нее в зацеплении одновременно находится больше зубьев, чем у передачи с обычными коническими шестернями со спиральными зубьями, и работает более надежно и плавно. Основным недостатком гипоидного зацепления является то, что зубья шестерен не перекатываются друг по другу, а скользят, что увеличивает трение и износ. Для снижения износа применяют специальные сорта масла.

Одинарная главная передача. Одинарная главная передача с гипоидным зацеплением применяется на многих современных легковых и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Показано устройство *этой* передачи в составе неразъемного главного моста.



Она состоит из ведущей шестерни, изготовленной заодно с ведущим валом. Вал вращается в двух роликовых конических подшипниках. Передний конец вала имеет шлицы для установки фланца, к которому присоединяется карданная передача. Фланец на валу крепится гайкой. Гайка шплинтуется. Ведущая шестерня находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней, которая болтами крепится к корпусу дифференциала и вместе с ним вращается в двух конических роликовых подшипниках.

У грузовых автомобилей ЗИЛ-433100 ведущая шестерня установлена в стакане на двух конических роликовых подшипниках и одном цилиндрическом, расположенном в перегородке картера главной передачи. На заводе подшипники ведущей шестерни регулируют с предварительным натягом. Между внутренними кольцами конических подшипников ведущего вала имеется распорная регулировочная втулка, толщину которой подбирают так, чтобы обеспечить требуемый предварительный натяг подшипников. Между фланцем стакана подшипников и картером главной передачи установлены регулировочные прокладки. Подбором их толщины определяют положение ведущей шестерни в осевом направлении.

Так же в двух конических роликовых подшипниках и одном цилиндрическом вращается ведущая шестерня главной передачи автомобиля ГАЗ-3307.

На автомобилях ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111 и других картер главной передачи объединен с картером коробки передач. Ведущая шестерня главной передачи выполнена заодно с вторичным валом коробки передач и находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней главной передачи, закрепленной болтами на корпусе дифференциала. Вращаются они в конических роликовых подшипниках. Шестерни главной передачи цилиндрические косозубые.

Двойная главная передача. На грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности устанавливают, как правило, двойные главные передачи. На автомобилях ЗИЛ-431410 могут устанавливаться одинарные главные передачи с гипоидным зацеплением или двойные.

Применение двойных передач обусловлено тем, что приходится передавать значительный крутящий момент, поэтому

для уменьшения удельной нагрузки на зубья применяют две пары шестерен – коническую и цилиндрическую.

Ведущая коническая шестерня изготовлена заодно с ведущим валом. Ведущий вал вращается в двух конических роликоподшипниках, установленных в стакане, который болтами крепится к картеру заднего моста. Между стаканом и картером моста установлены регулировочные прокладки для регулировки затяжки роликоподшипника. Роликоподшипник имеет регулировочные шайбы. На переднем конце ведущего вала имеются шлицы для установки фланца, к которому присоединяется карданная передача. Фланец на валу крепится коронной гайкой. Гайка шплинтуется.

Ведущая коническая шестерня находится в зацеплении с ведомым зубчатым колесом. Это колесо заклепками закреплено на фланце промежуточного вала, который вращается в двух роликоподшипниках, установленных на валу. Подшипники закрываются крышками, под которыми находятся регулировочные прокладки. За счет изменения их толщины регулируется затяжка подшипников.

В средней части промежуточного вала выполнена малая ведущая цилиндрическая шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с большим ведомым цилиндрическим колесом. Это колесо болтами закреплено между правой и левой чашками дифференциала. Чашки дифференциала вращаются в двух конических роликовых подшипниках. Затяжка этих подшипников регулируется гайками.

Общее передаточное число двухступенчатых главных передач определяется произведением передаточных чисел конических и цилиндрических пар.

На автомобилях КамАЗ главная передача двухступенчатая с проходным валом. Основными ее частями является картер редуктора, пара спиральных конических зубчатых колес и пара косозубых цилиндрических зубчатых колес.

Разнесенная двойная главная передача. На автомобилях МАЗ, УАЗ и БелАЗ применяются разнесенные двойные главные передачи, у которых центральный редуктор расположен в картере заднего моста. Вторая часть главной передачи — колесная (бортовая) передача находится внутри ступицы задних колес. Соединяются они полуосями.

Центральный редуктор – одноступенчатая передача – состоит из двух шестерен со спиральными зубьями. Все детали главной передачи смонтированы в картере, изготовленном из ковкого чугуна. Положение картера относительно балки моста определяется центрирующим буртиком на привалочном фланце картера редуктора.

Малая ведущая коническая шестерня изготовлена заодно с ведущим валом и вращается на трех подшипниках. Два из них – подшипники– роликовые конические. На них установлена передняя часть ведущего вала. Задней опорой ведущего вала является роликовый цилиндрический подшипник. Установка вала на трех подшипниках снижает максимальную радиальную нагрузку на подшипники по сравнению с консольным креплением на двух подшипниках. В этом случае регулировка подшипников будет более стабильной, что значительно увеличивает их долговечность. Сами подшипники приближены к зубчатому венцу ведущей шестерни, что уменьшает длину хвостовика и позволяет увеличить расстояние между фланцем главной передачи и фланцем коробки передач. Это способствует лучшему расположению карданного вала, особенно при небольшой базе автомобиля.

Наружные кольца конических роликовых подшипников расположены в картере. Между ними установлено распорное кольцо и регулировочная шайба, за счет изменения толщины которой можно регулировать необходимый натяг в этих подшипниках.

На передней части ведущего вала нарезаны шлицы для установки фланца карданного вала. Все детали, расположенные на ведущем валу, затянуты коронной гайкой. Гайка зашплинтована.

Ведомая коническая шестерня закреплена при помощи заклепок на правой чашке дифференциала. Для предотвращения деформации ведомой шестерни и сохранения правильного контакта в зацеплении конических шестерен в картере главной передачи установлен ограничитель с контргайкой. Ограничитель выполнен в виде болта, в торец которого вставлен латунный сухарь. Зацепление конических шестерен регулируется изменением набора регулировочных прокладок. Эти прокладки имеют различную толщину и изготовлены из мягкой стали.

Пара конических шестерен при заводской сборке проходит предварительный подбор по контакту и шуму. Поэтому при замене одной шестерни следует заменить и другую. Как запасные детали они поставляются парами.

Картер заднего моста – стальной, литой. Соединение с редуктором является жестким и не нарушается при эксплуатации автомобиля. Картер заднего моста на концах имеет фланцы для крепления суппортов задних колесных тормозов. Внутри картера имеются перегородки для запрессовки кожухов полуосей.

В перегородках картера после запрессовки кожуха просверливают по два отверстия, проходящих одновременно сквозь картер заднего моста и кожух полуоси. Эти отверстия располагаются в горизонтальной плоскости, и в них вставлены стальные коленные стопорные штифты, приваренные к картеру заднего моста. Стопорные штифты препятствуют проворачиванию кожуха в картере заднего моста. На наружных концах кожухов полуосей нарезаны эвольвентные шлицы для чашек колесной передачи.

Колесная передача. Колесная передача является второй ступенью главной передачи. Она состоит из солнечной шестерни и сателлитов внешнего зацепления с коронной шестерней. Коронная шестерня имеет зубчатый венец внутреннего зацепления. Солнечные шестерни устанавливаются на концах полуосей на эвольвентных шлицах. Вторые концы полуосей при помощи шлицов соединяются с полуосевыми шестернями дифференциала. Осевое перемещение солнечной шестерни на шлицах. Чашки водила соединены между собой тремя болтами. Оси сателлитов в наружной чашке водила фиксируются стопорными болтами.

Схема колесной передачи показана на рис. Крутящий момент от ведущей конической шестерни главной передачи передается на ведомую шестерню, на корпус дифференциала, через крестовину и сателлиты на полуосевые шестерни, на полуоси, а с них на солнечную шестерню колесной передачи. От солнечной шестерни вращение через три сателлита передается коронной шестерне внутреннего зацепления, а с нее – ступице заднего ведущего колеса автомобиля.

Недостатком разнесенной главной передачи является повышение относительных скоростей вращения шестерен при по-

вороте, движении по неровным дорогам и буксовании. При этом увеличивается износ трущихся поверхностей, и для их защиты необходимо применять опорные шайбы и втулки. Особое внимание должно уделяться интенсивной смазке деталей дифференциала. Для этой цели на чашки дифференциала привариваются специальные черпаки. При вращении дифференциала черпаки захватывают масло в картере и направляют его к деталям, расположенным внутри чашек. Обильная смазка деталей способствует охлаждению их и уменьшает опасность заедания и износа.

### Дифференциал

Дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между ведущими колесами автомобиля и дает им возможность вращаться с разными угловыми скоростями.

Распределение крутящего момента поровну между всеми ведущими колесами целесообразно в случаях, когда автомобиль движется по дороге с высоким коэффициентом сцепления шин с дорогой. При этом уменьшается нагруженность привода колес, замедляется изнашивание шин и снижается расход топлива.

Однако ведущие колеса не всегда могут вращаться с одинаковой угловой скоростью. При движении на закруглениях улиц и дорог, при повороте автомобиля внутренние колеса катятся по дуге меньшего радиуса и проходят меньший путь, чем колеса, катящиеся по дуге большего радиуса, т.е. по внешней колее. Следовательно, внешние колеса должны вращаться быстрее внутренних. Частота вращения колес также будет разной при движении автомобиля по неровностям дорог и при разном диаметре шин. Ведущие колеса могут иметь неодинаковый диаметр из-за ненормального давления воздуха в шинах, разного износа шин или неравномерного распределения груза в кузове автомобиля.

Чтобы ведущие колеса автомобиля могли вращаться с разной частотой и проходить разные пути, необходимо устанавливать их не на общей оси, а на отдельных приводных валах и соединять эти валы специальным механизмом, способным обеспечивать вращение колес с разной частотой.

Таким механизмом является *дифференциал*. Он передает крутящий момент с ведомой шестерни главной передачи на приводные валы (полуоси) колес.

Дифференциалы классифицируются:

по кинематической схеме – симметричные и несимметричные;

величине внутреннего трения или коэффициенту блокировки – малое трение, повышенное и полная блокировка;

способу блокировки;

конструктивным признакам – зубчатые, кулачковые, червячные.

Зубчатые (шестеренчатые) дифференциалы относятся к *простым*, а кулачковые и червячные – к *дифференциалам повышенного трения*.

Если крутящий момент распределяется поровну между приводными валами (полуосями), то такой дифференциал называется *симметричным*, а если нет, то *несимметричным*. На большинстве автомобилей применяются симметричные дифференциалы.

Конические симметричные дифференциалы устанавливают, как правило, в качестве межколесных, а несимметричные – в качестве межмостовых.

Конический симметричный дифференциал. Этот дифференциал получил наибольшее распространение на грузовых автомобилях.

Состоит он из двух чашек, на одной из которых или между ними закреплена заклепками или болтами ведомая шестерня главной передачи. В чашках выполнены гнезда для установки крестовины. Она имеет четыре шипа, на которые надеваются сателлиты. С ними в постоянном зацеплении находятся две полуосевые шестерни, имеющие внутри шлицы для присоединения приводных валов (полуосей) колес. Для уменьшения трения и регулировки зазоров между чашками, полуосевыми шестернями и сателлитами вставляются шайбы. Стороны шайб, обращенные к зубчатым колесам и сателлитам, для удержания масла имеют густую накерненную сетку. Чашки дифференциала стягиваются болтами. Вращается дифференциал в двух роликовых конических подшипниках, устанавливаемых в гнездах картера главной передачи. Регулировка затяжки подшипников осуществляется специальными гайками.

На легковых автомобилях дифференциал устроен в основ-

ном аналогично описанному. Отличие заключается в том, что в силу меньших нагрузок здесь вместо четырех сателлитов применяются два прямозубых конических сателлита. Они устанавливаются на ось и могут на ней свободно вращаться. Их положение на оси фиксируется стопорными кольцами. Сателлиты находятся в постоянном зацеплении с прямозубыми коническими полуосевыми шестернями. Коробка дифференциала вращается в картере главной передачи в двух роликовых конических подшипниках. Затяжка подшипников регулируется с помощью регулировочного кольца. Между торцами полуосевых шестерен и коробкой дифференциала устанавливаются опорные шайбы.

*Работа симметричного дифференциала* происходит следующим образом. Крутящий момент с карданной передачи передается на ведущий вал главной передачи и ведущую шестерню, а затем на ведомую шестерню 5, закрепленную на коробке дифференциала. С коробки дифференциала вращение передается через ось на сателлиты, на полуосевые шестерни и на полуоси.

Если автомобиль движется по прямой гладкой дороге с нормальными техническими условиями, то сателлиты не вращаются, а ведущие колеса вращаются с одинаковой угловой скоростью. При этом ведущие колеса проходят одинаковый путь. Ведомая шестерня главной передачи и полуосевые шестерни также вращаются с одинаковой частотой.

При движении автомобиля на закруглениях улиц и дорог колеса, катящиеся по внутренней колее, начинают двигаться по более короткой дуге и потому замедляют частоту своего вращения относительно ведомой шестерни главной передачи, что заставляет сателлиты вращаться вокруг своей оси. Зубья сателлитов выполняют роль рычагов, воздействующих на зубья полуосевых шестерен. Они передают усилия равномерно на обе полуосевые шестерни, поэтому насколько одна полуосевая шестерня отстанет от ведомой шестерни главной передачи, настолько другая полуосевая шестерня должна ее обогнать. Частота вращения ведомой шестерни главной передачи и чашек дифференциала всегда равна полусумме частот вращения правой и левой полуосевых шестерен, а следовательно, правого и левого ведущих колес автомобиля.

Детали дифференциала испытывают значительные нагруз-

ки, что приводит к быстрому износу. Для уменьшения износа их необходимо интенсивно смазывать. Для этой цели на чашках дифференциала могут привариваться специальные черпаки, которые при вращении захватывают масло из картера и направляют его к деталям, расположенным внутри чашек дифференциала.

Недостатком симметричного дифференциала является то, что, когда одно из ведущих колес попадает на участок дороги с низким коэффициентом сцепления, величина крутящего момента на этом колесе снижается почти до нуля. Такой же незначительный крутящий момент в этом случае может передаваться и на второе колесо, находящееся в хорошем сцеплении с дорогой. Но такого малого крутящего момента оказывается недостаточно, и автомобиль не может стронуться с места.

Для устранения этого недостатка применяют специальный *механизм блокировки дифференциала*, повышающий проходимость автомобиля; он обеспечивает вращение ведущих колес с одинаковыми скоростями, позволяя полностью использовать сцепной вес ведущего моста.

*Механизм блокировки симметричного дифференциала* устанавливают на главных передачах заднего моста автомобиля ЗИЛ-433100 и некоторых других. Механизм блокировки расположен в камере. Она закрывается крышками, между которыми закреплена мембрана. Под мембраной установлена возвратная пружина и шток муфты блокировки дифференциала. На штоке закреплена вилка включения блокировки. Она входит в кольцевую проточку на самой муфте включения блокировки дифференциала. Для контроля за включением блокировки имеется выключатель сигнальной лампы блокировки дифференциала, вмонтированной в клавишу включения механизма блокировки на панели приборов.

При включении механизма блокировки электропневматический клапан подает сжатый воздух из пневмо системы автомобиля в камеру механизма блокировки. Воздух давит на мембрану, и она, передвигаясь,вилкой передвигает муфту включения блокировки дифференциала. Муфта включения своими торцевыми зубьями соединяется с муфтой блокировки дифференциала, и правый приводной вал (полуось) блокируется с чашкой дифференциала. В результате две полуоси превращаются в один вал. Главная передача



заднего моста автомобиля ЗИЛ-433100:

обеспечивает движение автомобиля. После выезда на дорогу с хорошим покрытием блокировку необходимо выключить.

Регулировку и контроль работы механизма блокировки производят при подаче сжатого воздуха в камеру. Давление воздуха нужно поддерживать примерно 0,4 МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>). Муфта включения должна передвигаться в обе стороны без заеданий и легко возвращаться в исходное положение. Зазор между торцами зубчатых муфт должен быть в пределах 1,5...2,5 мм. Регулируется он прокладками между корпусом камеры блокировки и картером главной передачи.

Кулачковый дифференциал. Кроме дифференциалов с принудительной блокировкой существуют самоблокирующиеся дифференциалы. Дифференциалы, в которых самоблокировка осуществляется за счет большого внутреннего трения между деталями, называются *дифференциалами повышенного трения*. Такие дифференциалы устанавливаются на автомобилях ГАЗ-66-11 и некоторых других.

Кулачковый дифференциал имеет сепаратор, выполненный вместе с чашкой дифференциала. К этой чашке болтами крепится ведомая шестерня главной передачи. В сепараторе выполнены два ряда отверстий в шахматном порядке для установки сухарей. В каждом ряду по двенадцать отверстий. Сухари с одной стороны, обращенной друг к другу, имеют срезы. Срезы делаются с обоих концов, но в средней части оставлен пояс, ширина которого меньше толщины сепаратора. Между рядами сухарей снаружи и внутри сепаратора ставят стопорные кольца, предотвращающие проворачивание сухарей вокруг своих осей и удерживающие их от выпадения из сепаратора при разборке и сборке дифференциала. Между рядами сухарей внутри сепаратора устанавливается внутренняя звездочка с двумя рядами кулачков. В каждом ряду по шесть кулачков, расположенных в шахматном порядке. Снаружи сепаратор охватывает наружная звездочка. Внутри она имеет один ряд кулачков. Их также шесть штук. Закрываются звездочки второй чашкой дифференциала. Обе звездочки с полуосями имеют внутренние шлицы для соединения с полуосями.

Передача крутящего момента происходит следующим об-

разом. С ведущей шестерни главной передачи вращение передается на ведомую шестерню главной передачи, а затем через болты на чашки дифференциала и сепаратор. При вращении сепаратора сухари упираются в выступы кулачков внутренней и наружной звездочек, заставляя их вращаться, вращать полуоси и ведущие колеса автомобиля.

Если одна из звездочек будет испытывать большее сопротивление, чем другая, то она будет вращаться медленнее сепаратора. В этом случае эта звездочка будет толкать своими кулачками сухари в сторону другой звездочки, ускоряя ее вращение.

Передача крутящего момента дифференциалом обеспечивается благодаря тому, что сухари в сепараторе и кулачки на внутренней звездочке расположены в шахматном порядке. В противном случае могло бы создаться положение, когда сухари начали бы совершать возвратно-поступательные движения, а обе звездочки при перемещении сепаратора оставались неподвижными.

Коэффициент блокировки кулачкового дифференциала равен 8, а шестеренчатого симметричного — только 0,55. Это значит, что даже при минимальном сцеплении с дорогой одного из ведущих колес второе колесо все же обеспечит движение автомобиля.

В задний мост необходимо заливать только рекомендуемое заводом масло. Замена его другим маслом недопустима, так как неизбежно приведет к преждевременному выходу из строя всех деталей ведущего моста.

Детали кулачкового дифференциала изготавливаются из легированных сталей, имеющих высокую твердость трущихся поверхностей.

Межосевой дифференциал. На автомобилях с колесной формулой 6x4 (семейство КамАЗ) устанавливают два ведущих моста — средний и задний, конструктивно идентичные. Основное отличие заключается в том, что средний мост имеет межосевой блокируемый дифференциал.

Межосевой дифференциал, установленный на среднем мосту, предназначен для распределения крутящего момента между задним и средним ведущими мостами. Это необходимо в том случае, если радиусы качения колес будут отличаться между мостами.

Крутящий момент к среднему мосту от коробки передач подводится карданной передачей на вал чашки межосевого дифференциала. Через крестовину и сателлиты он передается на вал заднего моста, а через другую коническую шестерню — на ведущую коническую шестерню среднего моста. Главные передачи на обоих ведущих мостах двухступенчатые, с проходным валом, имеют пары спиральных конических шестерен и пары косозубых цилиндрических шестерен.

К крану включения механизма блокировки. Межосевой дифференциал состоит из картера дифференциала и чашек дифференциала, соединяемых болтами. Между чашками находится крестовина. На ее шипах установлены сателлиты, находящиеся в постоянном зацеплении с шестерней привода заднего моста и шестерней привода среднего моста. Механизм блокировки состоит из корпуса, закрытого крышкой. Между корпусом и крышкой находится диафрагма с возвратной пружиной и нажимной пружиной. На стержне механизма блокировки закреплена установочным винтом и гайкой вилка муфты. Она вставлена в кольцевую проточку муфты блокировки межосевого дифференциала.

Дифференциал в сборе установлен на двух опорах, одной из которых является шариковый подшипник, а другой — два роликовых конических подшипника ведущей конической шестерни среднего моста.

Для предотвращения буксования одного из колес при движении по скользкой дороге рычаг крана включения блокировки переводят в правое положение. Кран открывает проход сжатому воздуху к механизму блокировки, воздух давит на диафрагму, сжимая пружины. Стержень под действием нажимной пружины перемещается в левое положение, вместе со стержнем перемещается вилка и муфта блокировки. Муфта блокировки при этом входит в зацепление с венцом чашки дифференциала и внутренним венцом муфты шестерни привода среднего моста. Дифференциал заблокирован и работает как одно целое, предотвращая буксование колес. Муфта блокировки прижимается к одной стороне зубьев венца чашки и внутреннего венца муфты шестерни привода среднего моста и не может самопроизвольно выйти из зацепления вследствие боль-

шей толщины зубьев наружного венца. Полуоси (валы привода ведущих колес).

Полуоси предназначены для передачи крутящего момента с полу осевых шестерен дифференциала на ведущие колеса автомобиля. В зависимости от расположения подшипников, на которые опираются полуоси или ступицы колес, полуоси воспринимают различные нагрузки и разделяются по условиям работы на три основных типа. Полуразгруженная полуось. Полуось внутренним концом соединяется с полу осевой шестерней дифференциала и вместе с коробкой дифференциала вращается в подшипнике, установленном в картере главной передачи. Другой конец полуоси установлен в подшипнике внутри полу осевого рукава. На наружном конце полуоси закреплена ступица ведущего колеса. На полуось действуют следующие силы:

крутящий момент, передаваемый на колесо и скручивающий полуось; осевая сила, возникающая при боковом скольжении колеса и достаточном сцеплении его с дорогой. Эта сила изгибает полуось в вертикальной плоскости; сила тяжести автомобиля, также изгибающая полуось в вертикальной плоскости; тяговое усилие, возникающее на колесе в результате действия крутящего момента, изгибает полуось в горизонтальной плоскости. При торможении автомобиля вместо тягового усилия действует тормозное усилие, направленное в обратную сторону. Полуразгруженные полуоси применяют на легковых автомобилях, где нагрузки, действующие на полуоси, не особенно большие. Внутренний конец полуоси также опирается на полу осевую шестерню дифференциала, а наружный закреплен в ступице ведущего колеса и опирается на полу осевой рукав через шариковый подшипник, установленный между ступицей и балкой. Полуось работает на кручение под действием крутящего момента и на изгиб при наличии боковой силы. Такие полуоси на отечественных автомобилях применяются редко.

Полностью разгруженная полуось. Полуось внутренним концом опирается на полу осевую шестерню дифференциала, а наружным при помощи фланца соединена со ступицей ведущего колеса. Ступица с колесом установлена на двух подшипниках на конце полу осевого рукава картера заднего моста. Такая полуось передает только крутящий момент. Остальные силы

воспринимаются через подшипники балкой моста. Полностью разгруженные полуоси применяются на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности. Полуоси изготавливают из стальной штанги, на одном конце которой имеется фланец для прикрепления к ступице колеса, а на другом конце нарезаны шлицы для соединения со шлицами полу осевых шестерен дифференциала. Такой тип полуосей применяется на большинстве грузовых автомобилей.

Существует еще одна конструкция полуосей, имеющих на обоих концах шлицы. Одним концом полуось соединяется со шлицами полу осевого зубчатого колеса, а другим — с солнечной шестерней.

Пример такого крепления ведущих колес автомобиля ГАЗ-ЗЮ29 на наружном конце полуоси. Диск колеса крепится гайками к шпилькам, запрессованным во фланце полуоси. На наружный конец полуоси надевается шариковый подшипник полуоси. Полуось установлена на шарикоподшипнике в выточке кожуха полуоси. Подшипник крепится на полуоси запорным кольцом, напрессованным на полуось. Между запорным кольцом и подшипником установлена упорная пружинная шайба, обеспечивающая надежное крепление подшипника. В выточке наконечника подшипник удерживается пластиной, прикрепленной болтами к фланцу наконечника вместе с маслоуловителем и тормозным диском. Между подшипником и буртом фланца полуоси установлена втулка. Для уменьшения стука под наружное кольцо в наконечнике устанавливают пружинную прокладку. Подшипники смазываются маслом через колпачковую масленку.

На грузовых автомобилях при наличии на наружном конце полуоси фланца, изготовленного заодно с полуосью, ступица устанавливается на двух конических роликовых подшипниках. Подшипники надеты на кожух полуоси и смазываются тем же маслом, что и главная передача. Смазка удерживается от вытекания сальником и прокладкой под фланцем полуоси. Фланец полуоси на ступице закрепляется на шпильках гайками. Под гайки подкладываются разрезные пружинные шайбы, удерживающие гайки от самопроизвольного отворачивания. Подшипники удерживаются на кожухе гайкой, которая регулирует их затяжку. Гайка удерживается от самопроизвольного отворачи-

вания замочной шайбой и наружной гайкой. К ступице винтами крепится тормозной барабан. К фланцу ступицы гайками прикреплены шпильки, на которые надевается диск внутреннего колеса и закрепляется колпачковой гайкой, имеющей внутреннюю и наружную резьбы. Эти гайки имеют центрирующие фаски для правильной установки внутренних колес. Наружное колесо надевается на шпильки и крепится наружными гайками. Они также имеют установочные фаски. Для вырессовки полуоси фланец имеет два резца.

К конструкции и материалу, из которого изготовлены полуоси, предъявляются особые требования, так как они работают с большим напряжением при движении по плохим дорогам.

Для обеспечения долговечности подшипники необходимо надежно смазывать и защищать от попадания пыли. На большинстве моделей автомобилей подшипники ступицы колес смазываются жидкими маслами, но есть автомобили, подшипники ступиц которых смазываются консистентными смазками.

#### Передняя ось автомобиля

Общее устройство. Передние оси бывают разрезные и неразрезные. Неразрезные передние оси устанавливаются на грузовых автомобилях, а разрезные — на легковых.

Основной деталью неразрезной передней оси является балка, имеющая двутавровое сечение. На концах балки с обеих сторон имеются проушины, к которым при помощи шкворней присоединяются поворотные кулаки (поворотные цапфы). Для уменьшения износа проушин поворотных кулаков в них запрессовываются втулки. Между проушинами поворотного кулака и балки вставляется регулировочная прокладка, а под балкой, между проушинами, для облегчения поворота колеса устанавливается опорный шариковый подшипник, закрытый защитным колпаком. Шкворень и его втулки смазываются консистентной смазкой через пресс-масленки. Ступица переднего колеса опирается на два разнесенных роликовых конических подшипника, напрессованных на поворотный кулак. На фланце ступицы запрессованы шпильки для крепления колеса. На этом же фланце болтами крепится тормозной диск, по обе стороны которого установлены тормозные колодки. Для затормаживания передних колес внутри корпуса тормозной скобы встроен

цилиндр гидравлического привода тормозов с поршнем. Жидкость подводится в цилиндр по шлангу через штуцер. На поворотном кулаке установлен поворотный рычаг рулевого управления, на котором закреплены шаровые пальцы рулевых тяг. К пальцу присоединен наконечник поперечной рулевой тяги, а к пальцу – продольная рулевая тяга.

Затяжка роликовых конических подшипников поворотного кулака производится регулировочной гайкой, под которой устанавливается шайба. После регулировки гайка шплинтуется и закрывается резьбовым колпаком ступицы. Смазываются подшипники смазкой Литол или Лита.

Передние оси автомобилей с колесной формулой 4x4 или 6x6. Передние оси автомобилей повышенной проходимости с колесной формулой 4x4 или 6x6 одновременно являются и ведущими, и управляемыми. Они имеют кожух, в котором смонтированы главная передача и дифференциал. Полуоси для обеспечения поворота делаются разрезными. Ведущая и ведомая части полуоси для обеспечения поворота управляемых колес соединяются шариковым карданом равных угловых скоростей. Он состоит из ведущего кулака и ведомого кулака. В них выполнены канавки специального профиля, в которые помещены четыре ведущих шарика. Пятый шар – центрирующий – расположен в гнезде в центре кулаков. Ведущая полуось соединяется шлицами с полуосевой шестерней дифференциала. Ось ведомого кулака соединяется со ступицей колеса при помощи шлицевой муфты. Ступица опирается на два роликовых конических подшипника на поворотной цапфе. Затяжка подшипников регулируется регулировочной гайкой. От свободного вращения эта гайка удерживается стопорной шайбой и контргайкой.

Шариковый кардан располагается в полусферической оконечности полуосевого рукава кожуха ведущего моста. В эту полусферическую оконечность запрессованы два шкворня, и на них, на роликовых конических подшипниках, закреплены болтами наружная и внутренняя полумушки. К внутренней полумушке болтами прикреплена поворотная цапфа. Для предохранения кардана от загрязнения и предотвращения вытекания масла наружная полумушка имеет мощное сальниковое уплотнение. Колесо устанавливается на фланце ступицы на шпильках и закрепляется при помощи гаек.

Передняя ось на автомобилях семейства «ГАЗель» с колесной формулой 4x4. Передняя ось состоит из картера переднего моста, выполненного заодно с фланец-вилкой, поперечной рулевой тяги и шкворней. В верхнюю проушину фланец-вилки запрессован шкворень. Нижняя проушина выполнена в виде вилки, и в нее также запрессован шкворень. Оба шкворня запрессовываются в проушины после установки на место полуоси и поворотной цапфы в сборе с фланцем и тормозным щитом. Шкворни фиксируются в нужном положении при помощи клиновых стопорных штифтов. Поворотная цапфа поворачивается на шкворнях в роликовых цилиндрических подшипниках. Между средней проушиной картера переднего моста и проушиной поворотной цапфы укладывается упорный шариковый подшипник с уплотнительным кольцом. Смазка подшипников шкворней осуществляется через масленку. Проверить, как смазка подается к подшипникам шкворней, можно через специальные отверстия, закрываемые пробкой. Верхний шкворень закрывается крышкой, выполненной заодно с поворотным рычагом. Фланец поворотной цапфы также изготавливается заодно с рычагом, к которому при помощи шарового пальца присоединена поперечная рулевая тяга. Угол поворота управляемых колес ограничивается регулировочным болтом с контргайкой. Ступица колеса вращается на поворотной цапфе в двух конических роликовых подшипниках. Место их установки определено двумя кольцевыми буртиками на внутренней поверхности ступицы, а также кольцевым утолщением на цапфе. Регулировка затяжки подшипников производится регулировочной гайкой. От произвольного вращения эта гайка удерживается замочной шайбой и контргайкой. На ступице болтами закреплен тормозной диск. На основании установлен корпус скобы с гидравлическим цилиндром и поршнем цилиндра. По обе стороны тормозного диска установлены тормозные колодки с пружинами. Полуось внутренней вилки кардана на одном конце имеет шлицы для соединения со шлицами полуосевой шестерни дифференциала. На другом конце этой полуоси имеется ведущая вилка кардана. Вращается она в шариковом подшипнике, установленном в выточке полуосевого рукава. Для удержания масла этот конец полуоси надежно уплотнен сальниками и специаль-



ным кольцом. Наружный конец полуоси также выполнен заодно с ведомой вилкой кардана. Вилки соединяются крестовиной. В проушинах вилок устанавливаются роликовые цилиндрические подшипники, закрываемые крышками. Крышки крепятся болтами, под головки которых подкладываются стопорные пластины. Подшипники кардана смазываются жидким маслом. От вытекания из подшипников оно удерживается торцевым уплотнением (сальником) и уплотнительным кольцом. Применяются карданы неравных угловых скоростей. Наружный конец ведомой части полуоси имеет шлицы, на которые надевается ведущий фланец со шпильками, к которым гайками крепится ступица колеса. Под фланцем устанавливается уплотнительное кольцо. На отверстие во фланце болтами привинчивается крышка. Под крышкой установлены регулировочные прокладки. Подшипники ступицы и шлицы смазываются смазкой Литол-24.

*Дисковый кардан равных угловых скоростей.* На некоторых грузовых автомобилях передние управляемые ведущие мосты имеют карданы равных угловых скоростей дискового типа. Принципиально они устроены так же, как и мосты с шариковым карданом равных угловых скоростей. Дисковый кардан равных угловых скоростей имеет наружную и внутреннюю полуоси. Внутренняя полуось соединена с вилкой, наружная полуось шлицами соединена с вилкой. В вилки вставлены кулаки. В вырезы кулаков вставлен диск. *Независимая подвеска.* Легковые автомобили имеют независимую подвеску передних колес, т. е. передняя ось у них разрезная. Состоит она из балки, закрепленной на подрамнике автомобиля, двух верхних рычагов, двух нижних рычагов и соединяющей их стойки. Верхние и нижние рычаги шарнирно соединяются с балкой, а также шарнирно со стойкой. На соединяющей рычаги стойке имеются две проушины для шкворня, при помощи которого к стойке присоединяется поворотная цапфа. На ней, опираясь на два роликовых конических подшипника, вращается ступица колеса. Установку подшипников регулируют разрезной гайкой. Гайка шплинтуется. На нижних рычагах закреплена чашка пружинной рессоры. Внутри пружины установлен гидравлический амортизатор двухстороннего действия.

### Установка передних управляемых колес

Передние колеса автомобиля должны быть установлены так, чтобы обеспечить: легкое управление;

наименьший износ шин и деталей; устойчивость (стабилизацию) передних управляемых колес в среднем положении, соответствующем прямолинейному движению. Для облегчения управления автомобилем передние управляемые колеса имеют *развал* в вертикальной плоскости и *схождение* в горизонтальной плоскости. Для возврата колес в среднее исходное положение шкворни поворотных цапф наклонены в продольной и поперечной плоскостях.

**Развал колес.** При эксплуатации автомобиля шкворни поворотных цапф и их втулки постепенно изнашиваются. В результате увеличения зазора между ними происходит отклонение плоскости колеса от вертикальной плоскости, что отрицательно влияет на износ шин и управляемость автомобиля. В качестве меры борьбы с этим применяют установку поворотных цапф с наклоном вниз. Отклонение верхней части колеса от вертикальной плоскости наружу называется *положительным развалом*. За счет этого появляется осевая сила, прижимающая ступицу к внутреннему большому подшипнику, разгружая наружный маленький подшипник. При развале колес уменьшается расстояние между точкой пересечения продолжения оси шкворня с дорогой и точкой контакта колеса с дорогой, что и облегчает поворот колес. Угол развала  $\alpha$  у разных моделей современных автомобилей находится в пределах  $\alpha = 0 \dots 2^\circ$ .

**Износ шин.** Развал колес оказывает влияние на износ шин. Наименьший износ будет при отсутствии развала. При развале до  $2^\circ$  износ будет не очень большим. При эксплуатации автомобиля за счет износа шкворней, втулок и усталостного износа балки передней оси положительный развал постепенно уменьшается до нуля, а затем отклонение колес переходит в сторону отрицательного развала, что ухудшает поворачиваемость колес.

У грузовых автомобилей изменение развала устраняется заменой изношенных деталей, а у легковых величина развала регулируется. Схождение колес. В результате наклона колес при развале возникают силы, стремящиеся развернуть их в разные стороны при движении. Появляется поперечное проскальзыва-

ние колес, что способствует износу шин и затрудняет управление автомобилем. Для устранения вредных последствий развала колеса устанавливают со сходимением. При этом расстояние между ободами колес на уровне передней оси спереди на несколько миллиметров меньше, чем сзади. Величина схождения находится в прямой зависимости от величины развала и устанавливается в пределах 0... 12 мм. Схождение колес регулируется у грузовых автомобилей изменением длины поперечной рулевой тяги, а у легковых – изменением длины боковых регулировочных трубок.

Стабилизация колес в среднем положении достигается поперечным и продольным наклонами шкворней поворотных цапф за счет формы передней оси автомобиля. Поперечный наклон на угол ( $\beta = 6... 10^\circ$ ) при повороте колес вынуждает переднюю ось опуститься к поверхности дороги, но это невозможно, и тогда передняя часть автомобиля поднимается. После освобождения рулевого колеса сила тяжести заставляет переднюю ось опуститься, возвращая передние управляемые колеса в среднее исходное положение для прямолинейного движения. Сила тяжести способствует увеличению устойчивости колес в этом положении. Стабилизирующий момент в данном случае зависит от угла наклона и массы автомобиля. Он хорошо действует на малых скоростях движения. Продольный наклон шкворня на угол  $\gamma$  также предназначен для обеспечения стабилизации управляемых колес в среднем положении, но его действие заметно только на больших скоростях движения при значительных центробежных силах. Продолжение оси шкворня пересекается с дорогой впереди точки касания шины колеса на некотором расстоянии  $S$ . На больших скоростях во время поворота колес возникает центробежная сила, стремящаяся сдвинуть автомобиль по направлению от центра поворота. Между шинами и дорогой в точках их касания появляются силы трения. Они действуют с плечом  $S$  относительно оси шкворня и способствуют возврату колес в среднее положение для прямолинейного движения. Величина продольного наклона шкворня выдерживается в пределах  $\gamma = 0...3,5^\circ$ . Установка шкворней с большими углами наклона затрудняет управление автомобилем, поэтому на легковых автомобилях эти углы делают очень

малыми или равными нулю. На легковых автомобилях применяют эластичные шины, и стабилизация колес в среднем положении обеспечивается углом увода упругих деформирующихся шин. Сама шина за счет своей упругости после окончания поворота стремится вернуть колеса в нейтральное положение. Если передние колеса не только управляемые, но еще и ведущие, то углы продольного наклона шкворней также малы или равны нулю. Тяговое усилие ведущего переднего моста способствует улучшению стабилизации колес в среднем положении. Измерителями стабилизации колес при выходе автомобиля из поворота служат стабилизирующий момент и угловая скорость поворота рулевого колеса при возвращении его в нейтральное положение. Возникновение стабилизирующего момента обусловлено продольным и поперечным наклонами шкворней, а также поперечной эластичностью шин.

Контрольные вопросы

Каково назначение трансмиссии автомобиля?

Перечислите основные механизмы трансмиссии

Как устроено и работает однодисковое сцепление?

Как устроено и работает двухдисковое сцепление?

Как устроен и работает механический привод выключения сцепления?

Как устроен и работает механизм сцепления рычажного типа?

Как устроен и работает гидравлический привод выключения сцепления?

Как устроен и работает пневмогидравлический усилитель выключения сцепления?

Как устроен и работает гаситель крутильных колебаний (демпфер) сцепления?

Расскажите о назначении, устройстве и работе трехвальных четырех- и пятиступенчатых коробок передач.

Расскажите о назначении, устройстве и работе двухвальных четырех- и пятиступенчатых коробок передач.

3 Расскажите о назначении, устройстве и работе делителя коробки передач автомобиля КамАЗ.

Расскажите о назначении, устройстве и работе синхронизаторов коробки передач легковых автомобилей.

Расскажите о назначении, устройстве и работе синхронизаторов коробки передач автомобилей КамАЗ.

Расскажите о назначении, устройстве и работе раздаточной коробки и ее механизма управления.

Расскажите о назначении, устройстве и работе механизма управления коробкой передач.

Расскажите о назначении, устройстве и работе механизма блокировки дифференциала раздаточной коробки.

Как устроен и работает спидометр?

Контрольные вопросы

Перечислите основные части карданной передачи и расскажите об их назначении.

Объясните назначение, устройство и работу карданов неравных угловых скоростей.

Объясните назначение, устройство и работу карданов равных угловых скоростей.

Как устроены и работают шариковые карданы равных угловых скоростей?

Как устроены и работают кулачковые карданы равных угловых скоростей?

Как устроен и работает «мягкий» кардан?

Расскажите о назначении, типах, устройстве и работе главной передачи.

Опишите устройство и работу двойной главной передачи автомобилей ЗИЛ, КамАЗ.

Как устроена и работает разнесенная главная передача автомобиля МАЗ-500А (устройство и работа главного редуктора и колесной передачи)?

Расскажите о назначении, устройстве и работе межосевого дифференциала.

Через какие детали дифференциала и в какой последовательности передается усилие от ведомой шестерни главной передачи на полуоси?

Как работает дифференциал при движении автомобиля по прямой и на повороте? Перечислите недостатки дифференциала.

Перечислите схемы различных типов полуосей.

Как устроен и работает передний ведущий мост автомобиля?

Опишите общее устройство неразрезного и разрезного переднего управляемого моста.

Объясните назначение и принцип действия:  
развала колес;  
схождения колес;  
поперечного наклона шкворня;  
продольного наклона шкворня.

## **ТЕМА 1.1.4 ХОДОВАЯ ЧАСТЬ АВТОМОБИЛЯ**

Вопросы лекции

1. РАМА.
2. ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ.
3. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОЛЕСА.
4. КУЗОВ АВТОМОБИЛЯ.

Общие сведения

Ходовая часть состоит из рамы (подрамник у легковых автомобилей), передней оси, заднего моста, рессор, амортизаторов, колес и шин. Ходовая часть обеспечивает надежное сцепление шин с поверхностью дороги, воспринимает толчки от неровностей и обеспечивает плавное движение. Плавность хода влияет на физическое состояние и здоровье человека, безопасность движения, сохранность перевозимых грузов.

На раме автомобиля крепятся все основные агрегаты и механизмы. На легковых автомобилях и автобусах рамы отсутствуют, но для крепления двигателя и передней оси в передней части кузова имеется короткая рама (подрамник).

Рама должна: быть достаточно прочной и жесткой, хорошо противостоять изгибу и скручиванию, так как на нее действуют статические и динамические нагрузки; быть по возможности более легкой, так как ее вес оказывает влияние на грузоподъемность автомобиля; иметь как можно более низкое расположение центра тяжести для обеспечения устойчивости автомобиля при движении на больших скоростях по закруглениям улиц и дорог, а также при движении на крутых подъемах, спусках и по косограм.

## Особенности конструкции рам

По конструкции рамы делятся на лонжеронные, хребтовые и Х-образные.

*Лонжеронная рама* состоит из двух продольных балок (лонжеронов), соединенных друг с другом при помощи заклепок поперечными балками (траверсами). Лонжероны и траверсы штампуют из стали сложной П-образной формы. Высота лонжеронов неодинакова по длине и зависит от нагрузки, приходящейся на данные части рамы. Наибольшую высоту лонжероны имеют в средней части. Для снижения положения центра тяжести лонжероны над мостами выгнуты вверх, а в средней части, наоборот, опущены вниз. Для установки и крепления двигателя, рессор, подножек, аккумуляторной батареи, топливного бака и других устройств на раме имеются специальные кронштейны. На передней части рамы закреплен буфер. У легковых автомобилей буферы крепятся на переднем и заднем концах кузова.

На передних концах лонжеронов рамы закреплены крюки 5 для буксировки самого автомобиля, а на заднем конце рамы установлен буксирный крюк с демпфером.

*Хребтовая рама* состоит из центральной балки с поперечинами. Балка может иметь трубчатое, швеллерное и коробчатое сечение. На автомобилях хребтовая рама применяется очень редко.

*Х-образная рама* состоит из средней балки, имеющей закрытый трубчатый профиль, а также передней и задней трубчатых частей. Рамы такой конструкции применяются на легковых автомобилях большой вместимости.

Рама автомобиля является основанием для крепления всех механизмов, агрегатов и кузова. Лонжеронные рамы грузовых автомобилей имеют сходное устройство, и требования к ним одинаковые.

Разберем устройство рамы на примере рамы автомобиля КамАЗ- 5320. Основными деталями рамы служат две продольные балки (лонжероны). Соединяются они поперечными балками (траверсами). Количество поперечных балок зависит от типа автомобиля. Соединение лонжеронов и траверс осуществляется заклепками. Для придания раме жесткости траверсы и лонжероны дополнительно соединяются раскосами задней поперечины и их стяж-

кой, а также косынками. Для промежуточного и заднего мостов на лонжеронах имеются специальные удлинительные вставки. Для усиления задней поперечины месте установки тягово-сцепного устройства имеется усилительная накладка.

На лонжеронах рамы закреплены заклепками кронштейны крепления подвески, двигателя, водяного радиатора, переднего буфера. На раме крепятся также кронштейны для подножек, запасного колеса и др.

Безрамная конструкция автомобиля

Многие легковые автомобили и автобусы выполняются без рам. У этих автомобилей несущим является кузов. Все основные агрегаты крепятся непосредственно к кузову, который должен быть достаточно жестким. В местах крепления агрегатов кузов усиливается специальными накладками жесткости. Для крепления двигателя, передней подвески и рулевого управления в передней части к кузову приваривается короткий подрамник.

Толкающие усилия с задних ведущих колес передаются на передние через детали подвески, раму или несущий кузов, а затем через подвеску на переднюю ось, которая, в свою очередь, толкает передние колеса, заставляя их катиться по дороге.

Тягово-сцепное устройство

Это устройство предназначено для буксирования прицепов и автомобилей и крепится на задней поперечине рамы автомобиля. Тягово-сцепное устройство имеет корпус, внутри которого помещен упругий элемент. Корпус закрывается крышкой. Стержень крюка проходит через крышку внутри упругого элемента. По обе стороны элемента установлены опорные шайбы. Стержень крюка закрепляется в корпусе при помощи гайки. После затяжки гайка шплинтуется. Для предотвращения свободного расцепления дышла прицепа с крюком он закрывается защелкой. Защелка фиксируется в закрытом состоянии собачкой и шплинтом. Для шплинтовки собачка имеет отверстие. Шплинт подвешивается на цепочке. Упругий элемент смягчает удары от прицепа при трогании и торможении автомобиля.

Если автомобиль не предназначен для буксирования прицепов, то вместо тягово-сцепного устройства на нем устанавливаются специальные петли, предназначенные только для крат-



современного буксирования другого автомобиля. В передней части рамы закрепляются петли, а на некоторых автомобилях крюки для буксирования самого автомобиля.

Легковые автомобили также имеют буксировочные петли.

## Глава 16 ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ

Назначение и основные типы подвесок

*Подвеской* называют систему устройств для упругой связи мостов с рамой или кузовом автомобиля.

Подвеска регулирует положение кузова во время движения автомобиля, гасит и смягчает толчки, воспринимаемые от неровностей дороги, и обеспечивает плавность хода автомобиля. Она уменьшает динамические нагрузки и обеспечивает затухание колебаний кузова и колес.

Подвеска состоит из направляющего устройства, упругого элемента, гасящего устройства и амортизатора.

*Направляющее устройство* определяет направление перемещения колес относительно несущей системы автомобиля.

*Упругий элемент* уменьшает динамические нагрузки, действующие на автомобиль.

*Гасящее устройство* способствует затуханию колебаний кузова и колес автомобиля.

*Амортизаторы* служат для гашения колебаний рессор и обеспечивают быстрое затухание колебаний кузова и колес.

По типу направляющих устройств подвески делят на зависимые и независимые. У *зависимой* подвески перемещение одного колеса, воспринявшего толчок от неровности дороги, вызывает перемещение и другого колеса. У *независимой* подвески толчок, воспринятый одним колесом, не передается на другое, так как каждое колесо перемещается самостоятельно.

Наиболее распространенными упругими элементами подвески являются листовые и пружинные рессоры. Реже в качестве упругого элемента применяются торсионные, пневматические и гидропневматические подвески.

Зависимая подвеска

Наибольшее распространение в автомобилестроении получили рессорные и пружинные зависимые подвески.

Автомобили семейства ЗИЛ. *Передняя зависимая подвеска* этих автомобилей состоит из двух продольных полуэллиптических рессор, собранных из набора листов различной длины. Листы имеют Т-образное сечение и закрепляются в пакете хомутами, предотвращающими боковой сдвиг. От продольного перемещения листы удерживаются двумя специальными выдавками в средней части. К рессорам при помощи стремянок подвешивается балка переднего моста. Под стремянки укладывается накладка. На переднем конце рессоры к коренному листу при помощи болтов и стремянки крепится накладное ушко. В ушко запрессовывается стальная втулка. Ушко при помощи пальца соединяется с передним кронштейном рессоры. Пальцы в кронштейнах удерживаются стопорными клиньями. Втулка ушка и палец смазываются консистентными смазками для уменьшения износа. Для прохода смазки в пальцах выполнены каналы, и в них ввернуты пресс-масленки. Смазка удерживается от вытекания манжетами.

Поскольку рессоры имеют полуэллиптическую форму, то при нагрузке они выпрямляются и увеличиваются в длине. Длина постоянно изменяется и при движении по неровностям дорог – увеличиваясь или уменьшаясь. Изменение длины происходит за счет того, что задние концы рессор сделаны плавающими.

Задний кронштейн рессор сделан вильчатым. Между его щеками установлены на пальцах чугунные сухари. На задние концы коренных листов заклепками прикреплены накладки, изготовленные из рессорной стали. На эти накладки опираются сухари кронштейнов. Щеки кронштейнов внизу стягиваются стяжными болтами, на которые надеты стальные втулки. Второй коренной лист (подкоренной) имеет загнутый вниз конец. Расстояние от сухаря до втулки меньше, чем толщина задних концов рессоры, считая от плоскости накладки и до конца загнутой части второго коренного листа. Это необходимо для предотвращения выхода рессоры из кронштейна при сильных прогибах.

Для ограничения сжатия рессор при перегрузках служат резиновые буферы. Они могут устанавливаться на лонжероне рамы или на лонжероне и на самой рессоре.

Подвеска имеет гидравлические амортизаторы. Нижний кронштейн амортизатора закреплен на балке переднего моста, а верхний кронштейн — на лонжероне рамы.

На грузовых автомобилях, у которых разница в нагрузке на рессору при езде с грузом и без груза велика, применяют еще и дополнительные рессоры (подрессорники), располагая их сверху основной рессоры.

*Задняя зависимая подвеска* по устройству рессор и их соединению с рамой не отличается от передней. Дополнительные рессоры вместе с основными стремянками крепятся к картеру заднего моста через подкладку. Под стремянки над дополнительной рессорой укладывается накладка. Концы дополнительной рессоры располагаются под кронштейнами, но никакой связи с ними дополнительная рессора не имеет.

При движении порожнего автомобиля работает только основная рессора. Концы дополнительной рессоры с кронштейнами не соприкасаются. Во время загрузки автомобиля основная рессора выпрямляется, и рама кронштейнами ложится на дополнительную рессору, которая вступает в работу.

При работе рессор происходит межлистовое трение, способствующее механическому и усталостному износу. Для частичного устранения их последствий рессорные листы необходимо периодически смазывать графитной смазкой. Основное преимущество листовых рессор – простота конструкции и обслуживания, недостатками являются большая масса и ограниченная долговечность.

Автомобиль ГАЗ-3307 и автобус ПАЗ. *Передняя подвеска* на ГАЗ- 3307, а также на автобусах ПАЗ имеет аналогичное устройство. Отличие заключается в способе подвески рессоры к раме. У этих автомобилей на раме при помощи заклепок закреплены передний и задний кронштейны со съемными крышками. Коренные листы рессоры имеют загнутые вверх концы. Второй коренной лист имеет концы, загнутые вниз.

На концах коренных листов прикреплены специальные чашки. В чашки вкладываются резиновые подушки, являющиеся верхней и нижней опорами. Резиновые подушки вместе с концами рессор зажимаются в кронштейнах крышками. Для правильной установки резиновых подушек в кронштейнах крышки должны быть предварительно поджаты к кронштейнам и затянуты болтами равномерно без перекосов при выпрямленной рессоре.

В переднем кронштейне рессоры в специальные гнезда устанавливается дополнительный резиновый упор, воспринимающий усилия от продольного перемещения рессоры и препятствующий ее смещению вперед. Изменение длины рессоры при прогибе происходит за счет смещения заднего конца. Прогиб рессоры при увеличении нагрузки ограничивается основным буфером и дополнительным. От бокового перемещения листы рессоры удерживаются хомутами, а от продольного – центральным болтом, которым все листы стягиваются при сборке. Рессоры крепятся к балке передней оси стремянками. Подвеска имеет также гидравлические телескопические амортизаторы двойного действия.

*Задние рессоры автомобиля ГАЗ-3307* устроены, как и передние, но имеют дополнительные рессоры (подрессорники). Назначение и работа их не отличаются от описанных ранее для рессор автомобилей ЗИЛ.

*Задний мост автобуса ПАЗ-3205* подвешивается на оди-нарных полуэллиптических рессорах. По своему устройству они сходны с передними рессорами, но дополнительно имеют корректирующие пружины переменной жесткости. Задний мост располагается выше рессор и соединяется с рессорами стремянками через прокладку стремянок. От боковых перемещений листы удерживаются четырьмя хомутами, а от продольного – центральным болтом.

Автомобили семейства «ГАЗель». *Передняя подвеска* состоит из рессор и гидравлических амортизаторов двухстороннего действия. Для соединения рессоры с рамой на последней заклепками закреплены кронштейны переднего конца рессоры и заднего. На заднем кронштейне при помощи болта подвешены две серьги на резинометаллическом шарнире. Коренные листы имеют загнутые ушки с обоих концов, в которые запрессовываются шарниры. Второй коренной лист также имеет загнутые ушки, охватывающие ушки первого коренного листа, но только для переднего конца рессоры. Задний конец второго коренного листа прямой. Передний конец рессоры болтом соединяется с кронштейном, а задний конец подвешен к серьгам. Ход передней оси крепления амортизатора ограничивается накладкой и резиновой рессорой сжатия, закрепленной на кронштейне.

Средняя часть рессоры при помощи стремянок крепится к балке передней оси. Изменение длины рессоры при нагрузках осуществляется за счет покачивания серьги.

*Задняя подвеска* состоит из основной рессоры, дополнительной рессоры и гидравлического телескопического амортизатора двухстороннего действия. Верхние коренные листы имеют загнутые ушки для запрессовки резинометаллических втулок. Второй коренной лист охватывает более свободно только ушко переднего конца рессоры. Задний конец этого листа прямой. На раме автомобиля закреплены кронштейны. К переднему кронштейну при помощи болта шарнирно присоединяется передний конец рессоры. К заднему кронштейну шарнирно присоединяется болтом серьга. При помощи резинометаллического шарнира ко второму плечу серьги присоединяется задний конец рессоры.

Задняя подвеска автобусов семейства «ГАЗель» включает в себя одинарную основную рессору, амортизатор двухстороннего действия и резиновую рессору сжатия. Принципиальным отличием этой подвески является наличие резиновой рессоры сжатия, которая включается в работу и обеспечивает плавность движения микроавтобуса в загруженном состоянии. Резиновая рессора сжатия крепится на кронштейне болтом через распорную втулку и шайбу.

Дополнительная рессора собирается из нескольких листов и вместе с основной стремянками крепится к мосту через подушку рессоры. Между дополнительной и основной рессорами уложена прокладка, а над дополнительной рессорой под стремянки подкладывается накладка. Концы дополнительной рессоры размещаются под подушками кронштейнов. При движении порожнего или частично загруженного автомобиля дополнительная рессора не работает. Она включается в работу только при полной загрузке автомобиля.

В остальном устройстве, соединение с рамой и работа такие же, как у других автомобилей.

*Задняя подвеска автомобиля «ГАЗель» с автономным кузовом-фургоном* для повышения поперечной устойчивости имеет стабилизатор. Он состоит из штанги, устанавливаемой в резиновых втулках, заложенных в проушины щек серьги. Серьги

при помощи болтов с гайками, резиновых втулок и металлических втулок шарнирно соединены с кронштейнами, которые болтами крепятся к кронштейнам рамы. Концы штанги через резиновые втулки соединяются шарнирно с кронштейнами.

Стабилизатор работает при перекосах рамы или при наезде одного из колес на дорожное препятствие. Штанга 5 стабилизатора при этом скручивается, но, поскольку она изготовлена из пружинной стали, ее сопротивление скручиванию обеспечивает стабилизацию заднего моста автомобиля.

Автомобиль «Волга». *Задняя подвеска* этого автомобиля состоит из двух одинарных листовых рессор и гидравлических телескопических амортизаторов двустороннего действия. Задние рессоры автомобиля асимметричны. Листы стягиваются центральным болтом, удерживающим их от продольного перемещения. От бокового перемещения листы удерживаются хомутом. К третьему листу заклепкой крепится пластина хомута. Концы хомута загибаются на эту пластину в специальную прорезь. Между тремя первыми листами рессоры установлены по концам полиэтиленовые прокладки, устраняющие скрип листов и повышающие их долговечность. Концы коренного листа имеют загнутые ушки, через которые пальцами они соединяются шарнирно с кронштейном и серьгой. Для соединения с задним мостом по обе стороны рессоры находятся обоймы с резиновыми подушками. Крепится рессора стремянками через подкладки. Сжатие рессор ограничивается буфером и дополнительным буфером.

Для переднего конца рессоры на лонжероне пола кузова закреплен кронштейн, а для заднего конца при помощи болта с резиновыми втулками подвешены щеки серьги. В переднее и заднее ушки рессоры запрессованы резиновые втулки. Соединение ушек рессоры с кронштейном и серьгой осуществляется болтами и гайками. Под гайки подкладываются разрезные шайбы.

Независимая подвеска передних ведомых колес легкового автомобиля

Преимущество независимой подвески в том, что восприятие толчка от неровности дороги одним колесом на втором колесе не отражается, так как передняя ось не имеет общей балки.

Передние колеса легковых автомобилей могут иметь независимую шкворневую подвеску или бесшкворневую.

*Шкворневая независимая подвеска* устроена следующим образом. На подрамнике автомобиля закреплена балка передней оси. На ней шарнирно установлены верхний и нижний рычаги, соединенные стойкой. В проушине стойки установлен шкворень для соединения с поворотной цапфой. На опорной площадке нижних рычагов установлена пружинная рессора.

*У бесшкворневой подвески* верхние и нижние рычаги шарнирно установлены на балке передней оси. Рычаги соединяются стойкой, имеющей шаровые окончания. Стойка выполнена заодно с поворотным кулаком. Поворот колес осуществляется за счет их поворота вокруг шаровых поверхностей. При бесшкворневой подвеске меньше масса неподрессоренных частей и меньше силы, действующие в шарнирах стойки.

*Шкворневая независимая подвеска передних колес* автомобиля «Волга». На балке передней оси, закрепленной на продольной балке рамы, при помощи пальца шарнирно установлены нижние рычаги. На этой же балке шарнирно установлены и верхние рычаги подвески. Верхние и нижние рычаги соединяются стойкой. На стойке имеются две проушины для присоединения с помощью шкворня поворотного кулака. Между поворотным кулаком и верхней проушиной стойки установлен упорный шариковый подшипник 5. Положение шкворня в поворотном кулаке фиксируется стопорным штифтом. На нижних рычагах подвески болтами крепится опорная чашка 16 пружины рессоры. На выступающей части чашки имеется отверстие для присоединения стойки стабилизатора поперечной устойчивости кузова. Внутри пружины находится гидравлический амортизатор двухстороннего действия. Нижний конец амортизатора при помощи пальца соединяется с опорной чашкой. Шток амортизатора при помощи подушки соединяется с верхними рычагами подвесок. Для ограничения сжатия пружины и предохранения ее от межвитковых ударов, которые могли бы привести к износу наклепа, на нижних рычагах установлен буфер хода сжатия. На верхних рычагах установлен буфер хода отдачи, ограничивающий растяжение пружины. Ступица колеса на поворотном кулаке установлена на двух роликовых конических подшипниках. Затяжка подшипников регулируется гайкой через стопорную шайбу. Гайка шплинтуется.

Для уменьшения износа проушин рычагов и оси в проушины запрессовываются резиновые и распорные втулки.

Поворотный кулак. Для уменьшения усилия, требующегося для поворота передних колес, поворотный кулак и стойка соединяются шкворнем через игольчатые подшипники, устанавливаемые внутри проушин стойки. Они защищены от попадания грязи уплотнителями. Шкворень зафиксирован штифтом в полукруглой вырезке *A* на верхнем конце шкворня. Между верхней проушиной стойки и проушиной поворотного кулака установлен упорный шариковый подшипник, защищенный от попадания грязи уплотнителем.

Ступица переднего колеса вращается в двух радиально-упорных конических роликовых подшипниках. Затяжка этих подшипников регулируется регулировочной гайкой со стопорной шайбой. Гайка после окончания регулировки шплинтуется и закрывается колпаком.

Стабилизаторы поперечной устойчивости. Для повышения комфортности подвеска легкового автомобиля должна быть достаточно мягкой. Однако при такой подвеске при прямолинейном движении появляется раскачивание кузова, а при движении с частыми поворотами — боковые колебания. Для уменьшения вредных последствий применения мягкой подвески на большинстве легковых автомобилей имеются стабилизаторы поперечной устойчивости.

Основной деталью стабилизатора является П-образная штанга, выполненная из пружинной стали. Штанга устанавливается при помощи резиновых втулок в обойме и закрепляется болтом. Кронштейн крепится к лонжерону подрамника автомобиля. На концах штанги имеется проушина, к которой присоединена стойка. Резиновые подушки ставятся по обе стороны проушин штанги и опорной чашки пружинной рессоры нижних рычагов подвески. Резиновые подушки защищены чашками и закреплены гайками.

К поперечине подвески присоединена растяжка, на которой устанавливается буксирная скоба. Растяжка вместе с буксирной скобой закреплена на кронштейне гайкой и контргайкой.

При прямолинейном движении автомобиля и одновременном подъеме или опускании колес штанга свободно поворачивается в кронштейне, не оказывая никакого воздействия.



При повороте автомобиля на значительной скорости возникают центробежные силы, стремящиеся наклонить кузов в противоположную от поворота сторону. При этом одно колесо вместе с подвеской приближается к кузову, а другое удаляется, и происходит скручивание штанги. Спротивление штанги скручиванию стабилизирует положение кузова.

Такое же явление, но в меньшей мере наблюдается и при движении по прямой, когда одно из колес движется по неровностям дороги.

#### Независимые подвески передних ведущих колес

Легковые автомобили с передними ведущими и управляемыми колесами имеют независимый привод, в состав которого входят: гидравлические телескопические амортизаторные стойки; винтовые цилиндрические пружины, выполняющие роль рессор; нижние поперечные рычаги; растяжки; стабилизаторы поперечной устойчивости кузова автомобиля. Привод передних ведущих колес состоит из приводного вала и двух шарниров равной угловой скорости. Каждый шарнир состоит из корпуса, сепараторов и обоймы, в выточках которой помещены шесть ведущих шариков. У наружного кардана в корпусе и обойме канавки выполнены по радиусу. Это необходимо для обеспечения поворота управляемых колес на угол до  $42^\circ$ . Корпус наружного карданного шарнира имеет хвостовик, на который надевается ступица переднего колеса и крепится гайкой. Внутренний шарнир отличается от наружного тем, что канавки для шариков в его корпусе и обойме выполнены прямыми, а не по радиусу, как у наружного, что позволяет деталям кардана передвигаться в продольном направлении. Это необходимо для изменения расстояния между дифференциалом и ступицей колеса при колебании передней подвески и силового агрегата. Детали шарниров смазываются смазкой ШРУС-4, которая закладывается внутрь корпусов и в защитные чехлы.

Телескопическая гидравлическая амортизаторная стойка. Основной частью независимой подвески является стойка. Нижняя часть стойки болтами соединяется с поворотным кулаком. Отверстие для верхнего болта имеет овальность, а сам болт имеет эксцентриковый поясок. Вращением этого болта производят регулировку развала передних колес. На телескопической стойке уста-

новлена цилиндрическая пружина, нижним концом опирающаяся на нижнюю опорную чашку. Верхняя часть пружины через чашки опирается на верхнюю опору стойки подвески и подшипник скольжения. На верхнем конце штока стойки закреплен буфер хода сжатия из пенополиуритана. Верхняя опора стойки крепится к стойке брызговика кузова и за счет своей эластичности обеспечивает покачивание стойки при ходах подвески и гасит высокочастотные вибрации. Подшипник скольжения дает возможность стойке поворачиваться вместе с управляемыми колесами.

Ступица колеса устанавливается на закрытом радиально-упорном шариковом подшипнике. Внутренняя обойма подшипника затягивается гайкой на шлицевом наконечнике корпуса наружного шарнира. Подшипник ступицы регулировке не подлежит.

Внизу у поворотного кулака имеется шаровой шарнир для соединения с поперечным нижним рычагом подвески. Другой конец этого рычага соединяется с кронштейном подрамника автомобиля. Тяговые и тормозные усилия воспринимаются продольными растяжками рычага. Эти растяжки болтами соединяются с поперечными рычагами подвески и с кронштейнами подрамника при помощи резиновых подушек подвески. Продольные растяжки крепятся гайками, за счет которых регулируется продольный наклон оси поворота.

Для правильной установки растяжек имеются специальные метки, которые необходимо совмещать с метками на рычагах подвески. Стабилизатор поперечной устойчивости. Стабилизатор кузова состоит из штанги, изогнутые колена которой при помощи стоек соединяются с поперечными рычагами подвески. Компенсация перекосов осуществляется за счет резиновых втулок. Штанга крепится к подрамнику 7 кронштейнами. Внутрь кронштейнов вставляются резиновые втулки.

Работа стабилизатора поперечной устойчивости основана на принципе торсиона. Сопротивление штанги скручиванию обеспечивает стабильное положение кузова во время поворота на закруглениях улиц и дорог, а также уменьшает раскачивание кузова на неровностях дорог.

Телескопическая стойка подвески передних колес. Стойка состоит из корпуса, на котором имеется нижняя опорная чашка 4 пружинной рессоры подвески. Корпус закрывается гайкой.

Шток стойки проходит через направляющую втулку и сальник. На штоке стойки закреплен упор буфера отдачи и буфер отдачи.

Внутри телескопической стойки смонтирован телескопический гидравлический амортизатор двухстороннего действия для гашения колебаний подвески. Независимая подвеска задних колес легкового автомобиля с передними ведущими колесами

На автомобилях с передними ведущими колесами заднюю подвеску делают независимой с продольными, жестко связанными между собой рычагами. Подвеска имеет пружинные рессоры и гидравлические амортизаторы двухстороннего действия.

На лонжероне кузова приварен кронштейн для рычагов правой подвески. Кронштейн для рычагов левой подвески крепится к лонжерону болтами. Продольные рычаги подвески имеют трубчатое сечение и соединены между собой соединителем, который работает на изгиб и кручение. На задней части этих рычагов приварены опорные чашки для пружин подвески. Верхние концы пружин упираются через изолирующие подушки в верхние опоры, приваренные к аркам колес. Сжатие пружин ограничивается буфером хода сжатия. Для присоединения нижнего конца амортизатора в трубы рычагов вварены втулки. Шток амортизатора через резиновые подушки соединяется с кронштейном, приваренным к арке колеса, а нижний конец соединяется с втулками рычага через резинометаллический шарнир. На рычагах приварены фланцы, к которым болтами присоединяются фланцы оси ступицы заднего колеса. Ось ступицы опирается на два роликовых конических подшипника. Закрепляются подшипники через шайбу разрезной гайкой, которая после окончания регулировки затяжки подшипников зашплинтовывается. Балансирная подвеска задних мостов трехосных автомобилей. Если автомобиль имеет два задних ведущих моста, то подвешивать к раме на обычных рессорах каждый мост по отдельности нельзя, так как при движении по неровностям дорог, переезде канав и кюветов нагрузка может передаваться только на один мост. Это будет создавать большие нагрузки на рессоры этого моста и может привести к поломке рессор.

Необходимо, чтобы нагрузка всегда распределялась на оба моста при любых условиях движения. Этому может удовлетворять *балансирная* подвеска на двух продольных полуэллиптические

ских рессорах. Она представляет собой тележку, установленную на оси, которая закреплена на раме автомобиля. Рессоры представляют собой равноплечие рычаги, а потому, согласно закону о равноплечих рычагах, качающихся на одной опоре, при наезде одного моста или даже одного колеса на препятствие нагрузка будет передаваться на оба моста в равной мере. При прогибах рессор концы их свободно скользят в опорах. Балансирная подвеска устроена следующим образом.

На лонжеронах рамы закреплены кронштейны, в которые запрессованы оси балансиров, закрытые крышками. На ось надевается башмак рессоры, который может вращаться на ней во втулке. Рессора устанавливается на балансир и крепится к нему стремянками. Концы рессор свободно входят в кронштейны, напрессованные и приваренные к кожухам среднего и заднего мостов. Щеки кронштейнов стягиваются опорными пальцами. На мостах имеются кронштейны для крепления нижних реактивных штанг, передающих толкающие усилия. Другие концы этих штанг шарнирно соединены при помощи шаровых пальцев с кронштейнами лонжеронов рамы. Реактивные моменты передаются на раму двумя верхними реактивными штангами. Для ограничения хода мостов вверх и смягчения их ударов о раму на лонжеронах установлены буферы. Кронштейны балансирного устройства соединены стяжкой.

В крышке башмака имеется отверстие с пробкой для заливки масла. Для предотвращения вытекания смазки установлены сальники и кольцо, а для защиты узла от грязи – резиновые манжеты.

Реактивная штанга имеет с обоих концов головки, в которые вставляются шаровые пальцы с вкладышами. Головки закрываются крышками через прокладку. Смазываются шаровые пальцы через масленку. От вытекания смазка удерживается сальником. Шарниры реактивных штанг самоподжимные.

#### Амортизаторы

Плавность хода автомобиля в большой степени обусловлена работой рессор, которые воспринимают и гасят толчки от неровностей дорог. Основным недостатком рессор является большой период гашения затухающих колебаний. Для ускорения гашения колебаний рессор служат гидравлические телескопические амортизаторы двухстороннего действия. Они могут устанавли-

ваться на передних и задних мостах или только на передних.

Амортизатор состоит из резервуара, внутри которого находится цилиндр. В нижний торец цилиндра запрессован корпус клапана сжатия. В нем смонтирован клапан сжатия, состоящий из обоймы, тарелки дроссельного диска и диска клапана. Впускной клапан нагружен пружиной. Шток амортизатора проходит через защитное кольцо и надежно уплотнен манжетой и кольцом. На внутреннем конце штока гайкой закреплен поршень. В поршне имеются два пояска отверстий, разделенных буртиками. Ряд отверстий, расположенных ближе к штоку, прикрывается дроссельным диском, диском клапана отдачи и шайбой. Дальний от штока ряд отверстий выполняет роль перепускного клапана. Прикрывается этот ряд отверстий ограничительной тарелкой, пружиной и тарелкой перепускного клапана. Поршень уплотняется в цилиндре кольцом.

Действие амортизатора основано на использовании сопротивления перетеканию жидкости через малые проходные сечения в клапанах хода сжатия и отдачи. От исправности амортизаторов в значительной степени зависит комфортабельность автомобиля и долговечность деталей кузова и шасси. Нормально работающие амортизаторы должны гасить колебания автомобиля после переезда препятствия за 1 – 2 качка. Передние и задние амортизаторы сходны по устройству и работе.

Для амортизаторов используется жидкость АЖ-12Т, которой полностью заливается рабочий цилиндр и часть резервуара. Жидкость в амортизатор должна заливаться в определенном количестве, так как при ее недостатке амортизатор работает ненормально, а при избытке может получить поломки.

Амортизатор работает следующим образом. При отсутствии нагрузки поршень находится в средней части цилиндра. Пространство под поршнем и над ним полностью заполнено жидкостью, а резервуар заполнен примерно наполовину.

При наезде колеса на дорожное препятствие ось вместе с рессорой поднимаются к раме и через проушину поднимают корпус амортизатора. За счет приближения корпуса к раме шток с поршнем опускаются и давят на жидкость. Под действием этого открывается перепускной клапан в поршне и жидкость перетекает в надпоршневое пространство. Вся жидкость перетечет из

подпоршневое пространство в надпоршневое не может, так как часть объема занимает шток, вводимый извне. Это приводит к тому, что под давлением открывается клапан сжатия в корпусе клапана и часть жидкости перетекает в резервуар.

При ходе отдачи происходит обратное. Поршень амортизатора поднимается, вытесняя через клапан отдачи жидкость в подпоршневое пространство, но теперь под поршнем жидкости оказывается недостаточно, и там создается разрежение. Под действием этого разрежения открывается клапан отдачи, сжимая пружину, и жидкость из резервуара компенсирует недостаток жидкости под поршнем. Степень открытия клапанов сжатия и отдачи зависит от скорости перемещения поршня, а следовательно, от величины ударной нагрузки на ось автомобиля. Чем больше сила удара, тем на большую величину открываются клапаны и быстрее перепускают жидкость. Применяемые амортизаторы двухстороннего действия имеют несимметрическую характеристику: сила сопротивления во время хода сжатия растет медленнее, чем при ходе отдачи. Эта разность может составлять 20...50 %.

## Глава 17 АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОЛЕСА

### 17. Общие сведения

Основными частями автомобильного колеса являются ступица, диск с ободом и пневматическая шина.

*Ступица* является составной частью ведущего моста или передней оси, т. е. она присутствует и в ведущих, и в ведомых мостах.

На заднюю ось грузового автомобиля устанавливают обычно по два колеса с каждой стороны. Для крепления заднего внутреннего колеса на ступице закреплены шпильки. Крепятся шпильки специальными гайками, имеющими внутреннюю и наружную резьбу. Внутренние колеса навинчиваются на шпильки ступицы. Наружные колеса надеваются на специальные гайки и крепятся обычными гайками. Гайки имеют конусы для точной установки колес. Отверстия в дисках также имеют конусность. Шпильки и гайки правых колес имеют правую резьбу, левых колес – левую резьбу. На гранях гаек с левой резьбой выполнены специальные проточки.

*Ободья* колес могут быть глубокими или плоскими. Глубокие ободья, как правило, неразборные, а плоские – разборные.

*Диск* колеса изготавливается штамповкой, а к нему приваривается или приклепывается профилированный обод неразборной конструкции с большим углублением.

Плоские ободья применяются для грузовых автомобилей. Шины на таких ободьях удерживаются разрезным замочным кольцом и неразрезным бортовым кольцом. У некоторых ободьев шина на плоском ободе удерживается разрезным бортовым кольцом.

На автомобилях высокой проходимости применяются составные ободья, у которых наружный обод является съемным и с основным ободом соединяется болтами с гайками. Между бортами покрышки на таких ободьях ставится распорное кольцо, прижимающее борта покрышки к закраинам обода и удерживающее шину от проворачивания при некотором снижении внутреннего давления.

Для надежного удержания бортов шины на глубоких ободьях имеются кольцевые выступы (хампы), препятствующие боковому отжиму шин. Центрирование колеса на ступице производится по центральному отверстию диска. На некоторых автомобилях устанавливаются *бездисковые колеса* со съемным плоским ободом, состоящим из трех частей.

Бездисковые колеса изготавливают со спицевыми и барабанными ступицами. У спицевых ступиц пять-шесть спиц заменяют диски колес. Концы спиц имеют коническую поверхность, служащую для крепления обода. От поперечных смещений колесо удерживается прижимами. Шпильки прижимов расположены по окружности относительно большего диаметра, чем у дисковых колес, и поэтому меньше нагружены. Основные преимущества бездисковых колес: простота конструкции, низкая стоимость, меньшая на 10... 15 % масса, удобство монтажно-демонтажных работ.

Автомобильные шины

Шины предназначены для смягчения и поглощения толчков и ударов, обеспечения необходимого сцепления с поверхностью дороги, уменьшения шума при движении, а также уменьшения разрушающего действия автомобильного колеса на дорожное покрытие.

Автомобильные шины классифицируют: по способу герметизации внутренней полости – на камерные и бескамерные; форме профиля – на обычные, широкопрофильные, арочные и пневмоклатки; конструкции каркаса – с диагональным каркасом (тороидные шины) и с радиальным каркасом (шины типа P); способу работы – с нерегулируемым и регулируемым давлением воздуха.

Шины должны иметь: высокую износостойкость; хорошее сцепление с дорожным покрытием; малое давление на грунт (особенно для автомобилей повышенной и высокой проходимости); малое сопротивление качению; достаточную теплостойкость; хорошие упругие и амортизирующие свойства, способствующие повышению плавности хода автомобиля.

Основными материалами для изготовления шин являются резина и специальная ткань. Резина представляет собой эластичный и упругий материал, получаемый из каучука путем тепловой обработки и вулканизации с добавлением серы и других химических веществ. Кроме резины для изготовления покрышек применяют специальную хлопчатобумажную или вискозную ткань, являющуюся основой покрышки. Чтобы нити быстро не перетирались в результате частых деформаций покрышки, ткань делают безутковкой. Такая ткань состоит только из нитей с редкими поперечными нитями. Нити ткани прорезинивают, чтобы они не терлись между собой. Такая ткань называется *кордом*. В последнее время для изготовления шин применяют капроновый корд.

По величине внутреннего давления воздуха шины бывают: высокого давления (5...7 кгс/см<sup>2</sup>, или 0,5...0,7 МПа); низкого давления (1,5...5,5 кгс/см<sup>2</sup>, или 0,15...0,55 МПа); сверхнизкого давления (0,5... 1,8 кгс/см<sup>2</sup>, или 0,05...0,18 МПа). В зависимости от формы рисунка на протекторе различают шины обычной и повышенной проходимости.

На отечественных автомобилях преимущественно устанавливают шины низкого давления, обладающие достаточно высокой эластичностью и пониженным удельным давлением на дорогу.

Пневматическая камерная шина. Эта шина состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Ободные ленты применяются в случае монтажа шины на разъемные ободья для предохранения камеры от защемления между элементами обода, а также



между бортами покрышки и ободом. При применении цельно-профилированных ободьев ободная лента не требуется.

Покрышки могут иметь диагональное и радиальное расположение нитей корда.

*Покрышки с диагональным расположением нитей корда.*

Каркас является основной силовой частью шины, на которую действуют внутреннее давление воздуха, нормальная нагрузка от веса машины, нагрузки от тяговых, тормозных и боковых сил. Каркас состоит из нескольких слоев обрезиненного корда, наложенных друг на друга так, что нити в соседних слоях взаимно перекрещиваются.

В зависимости от назначения и конструкции шины между некоторыми слоями каркаса размещаются резиновые прослойки, увеличивающие эластичность покрышки. Эти прослойки помещаются большей частью между наружными слоями каркаса, где при работе шины возникают наибольшие сдвиговые деформации. На верхний слой каркаса в зоне беговой части протектора может помещаться брекер (2 – 4 слоя) из разреженного корда. Брекер повышает прочность шины и сопротивление механическим повреждениям, увеличивает прочность связи беговой части протектора с каркасом.

*Протектор* покрышки представляет собой массивный слой резины, расположенный по короне шины и расчлененный канавками и выступами, образующими в совокупности рисунок протектора. Рисунок протектора обеспечивает сцепление шины с дорогой или грунтом. Различие рисунков протектора объясняется разнообразием условий эксплуатации шин. Боковые стенки покрышки покрыты слоями резины – боковинами 3. Боковины защищают стенки каркаса от повреждения и внешних воздействий. Толщина боковин, как правило, не превышает 5... 11 мм (в зависимости от размеров и назначения шины).

Борт покрышки обеспечивает крепление шины на ободе колеса. Проволочное кольцо, являющееся жесткой основой борта, называется *бортовым кольцом*. На этих кольцах закрепляются кордные слои каркаса. Бортовые кольца изготавливают из параллельных рядов одиночной стальной проволоки. Обрезиненное проволочное кольцо, обернутое прорезиненной тканью, образует *крыло*. При многослойном каркасе борт покрышки мо-

жет иметь два или три крыла. На наружную поверхность проволочных колец накладывается по окружности *наполнительный шнур* из твердой резины. Наполнительный шнур обеспечивает борту покрышки плавные сопряжения. Борт покрышки снаружи обернут лентой для защиты каркаса от истирания о закраины и полки обода и повреждений при монтаже.

*Покрышки с радиальным расположением нитей корда* (шины типа Р) отличаются от диагональных тем, что нити корда каркаса не пересекаются, а располагаются радиально (от борта к борту) и параллельны друг другу во всех слоях. При радиальном расположении нитей корда в каркасе нагрузка на отдельную нить от внутреннего давления снижается почти вдвое, что позволяет уменьшить число слоев в каркасе покрышки. Основную нагрузку от внутреннего давления в радиальных шинах воспринимает брекер, который состоит из нескольких слоев жесткого корда, образующих гибкую ленту, охватывающую каркас покрышки по беговой дорожке.

Камера представляет собой замкнутую в кольцо резиновую трубку, заполненную воздухом. Накачивание камеры производится через закрепленный на ней вентиль с золотником, представляющий собой обратный клапан. Размеры камеры несколько меньше внутреннего периметра покрышки, поэтому в надутом виде камера растягивается и плотно прилегает к поверхностям покрышки и обода, что позволяет избежать образования складок и защемления при монтаже шины на обод.

Автомобильные колеса могут иметь камерную и бескамерную конструкцию.

Камерная шина состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Покрышка, в свою очередь, состоит из протектора, подшечного слоя (брекера), каркаса, боковин и бортов с сердечниками. Брекер связывает протектор с каркасом и предохраняет каркас от ударов, воспринимаемых протектором.

Бескамерная шина. Устройство этой шины в основном такое же, как и у камерной, но в ней отсутствует камера. На внутренней поверхности покрышки имеется герметизирующий слой из эластичной резины с повышенной воздухогазо - непроницаемостью, а также уплотняющий резиновый слой на бортах, обеспечивающий необходимую герметичность прижатия бортов шины к краям обода, когда шины находятся в накаченном состоянии.

Шина монтируется на обод колеса с плотно сваренными соединениями. Обод должен быть воздухонепроницаемым, хорошо защищенным и прокрашенным. Вентиль закрепляется герметично при помощи резиновой шайбы на ободу колеса.

Основными преимуществами бескамерных шин являются снижение веса колес, уменьшение потерь на их перекачивание, лучшее охлаждение шины за счет хорошего отвода тепла через обод колеса. При бескамерных шинах повышается безопасность движения, так как при наличии внутреннего герметизирующего слоя прокол шины не вызывает резкого падения давления воздуха. Кроме того, упрощается ремонт шины. Такой ремонт легко может быть выполнен в пути с помощью специальных приспособлений.

Недостатком бескамерных шин является трудное заполнение (накачка) воздухом в дорожных условиях без наличия компрессора. Подъезжая к бордюру тротуара, нельзя прижимать колеса к бордюру, поскольку это может привести к выпуску воздуха из шины.

Вентили. Для накачки пневматических шин служат вентили. Для шин грузовых автомобилей применяют металлические вентили. Камерные шины легковых автомобилей имеют резинометаллические вентили. Бескамерные шины снабжают металлическими вентилями с хорошим уплотнением резиновыми кольцами, шайбами и гайками.

Вентиль состоит из металлического или резинометаллического корпуса, золотника с клапаном и пружиной и колпачка, который одновременно является ключом для отвертывания и завертывания золотника, а также герметичной крышкой вентиля.

*Металлический корпус* представляет собой прямую или изогнутую латунную трубку, закрепленную на камере шайбой или гайкой. Внутри корпуса на резьбе ввернут золотник с резиновой уплотняющей втулкой. Через золотник проходит шпилька с клапаном. Клапан плотно, через резиновое кольцо, прижимается к золотнику пружиной, упирающейся в скобу шпильки.

К концу корпуса вентиля при накачивании шины присоединяется наконечник шланга от воздушного насоса или компрессора. Под давлением воздуха клапан открывается, пропуская его внутрь камеры.

Для выпуска воздуха из камеры необходимо нажать шпильку и открыть клапан. При накачивании шины пружину клапана можно ослабить вывертыванием золотника посредством колпачка с выступами. После накачивания воздуха на корпус навертывают колпачок с резиновой уплотняющей вставкой.

*Резинометаллический корпус* вентиля изготовлен из резины, прочно присоединен к камере и имеет заделанную внутри металлическую втулку, в которую ввертывается золотник. На автомобилях «ГАЗель» для удобства проверки давления воздуха и подкачки шин задних внутренних колес предусмотрена установка удлинителя вентиля. Удлинитель крепится в кронштейне.

Арочные шины. Для повышения проходимости автомобиля при движении по плохим дорогам и по бездорожью (распутица, болотистая почва и др.) применяются арочные шины.

На серийных автомобилях арочные шины устанавливаются на ведущие колеса специальной конструкции с широкими ободьями и бортовым креплением покрышки. Отличительной особенностью арочных шин является широкий профиль (650...700 мм), в 2 – 3 раза превышающий ширину обычных шин при нормальном наружном диаметре, и низкое внутреннее давление воздуха (0,05... 0,14 МПа, или 0,5... 1,4 кгс/см<sup>2</sup>). Это позволяет получить малое удельное давление шины на грунт, составляющее (0,06...0,1 МПа, или 0,6... 1,0 кгс/см<sup>2</sup>). Такое удельное давление в сочетании с выпуклыми грунтозацепами на протекторе шин обеспечивает значительное повышение проходимости автомобиля в распутицу и по грунтовым дорогам.

Покрышки повышенной проходимости с протектором, имеющим грунтозацепы типа «елка», должны монтироваться соответственно надписи на боковой части покрышки. Такая постановка нужна для улучшения сцепления шин с грунтом и для уменьшения их износа. Необходимо ставить на все задние колеса шины с одинаковым рисунком протектора и одинаковым износом.

Маркировка шин. В маркировке шин содержатся следующие сведения:

- товарный знак завода-изготовителя;
- обозначение шины (на обеих сторонах покрышки), камеры, ободной ленты;
- знак направления вращения (в случае направленного рисунка протектора);

норма слойности (для покрышек) HC или PR – обозначает расчетное число слоев в каркасе шины при применении эталонного корда и определяет величину максимально допустимой нагрузки на шину при соответствующем внутреннем давлении. Число слоев может меняться в зависимости от типа применяемого корда;

обозначение максимально допустимой нагрузки на шину и соответствующего ей давления (для покрышек) при максимально допустимой скорости (например,  $Q_{\text{тах}} - 1660 \text{ Н}$ ,  $P_{\text{тах}} - 0,16 \text{ МПа}$ );

обозначение стандарта (ГОСТ или ТУ);

штамп отдела технического контроля;

заводской номер шин (на покрышках), например Я XI 99, 487767, где Я – предприятие-изготовитель, XI – месяц изготовления (ноябрь), 99 – год изготовления (1999), 487767 – серийный номер; страна-изготовитель.

*Примеры обозначения шин.* Размер шины обозначают в дюймах или миллиметрах на боковой поверхности покрышки и камеры. Так, на автобусах ПАЗ-3205 устанавливаются шины 8,25R20 HC10,

на автомобиле ГАЗ-3307 – шины 8,25R20 (240R508), на ЗИЛ- 433100 – шины типа 260-508P. У этих шин первое число означает ширину профиля, а второе - внутренний (посадочный) диаметр по ободу колеса.

У легковых автомобилей обозначение шин может быть смешанным в зависимости от их конструкции. Так, автомобили ВАЗ-2110 оборудуются шинами модели 175/70R13, где 175 – ширина профиля шины в миллиметрах, 70 — индекс серии, R – радиальная, 13 – посадочный диаметр в дюймах.

Согласно отечественной и международной практике дюймовое обозначение шин может выглядеть, например, так: 13,6R38, где 13,6 и 38 – соответственно ширина профиля и посадочный диаметр шины в дюймах, R – условное обозначение шины с радиальным расположением нитей корда в каркасе. Иногда вводится дополнительно обозначение типа шин, например 18,4L-30, где 18,4 и 30 – соответственно ширина профиля и посадочный диаметр шины в дюймах, L – условное обозначение низкопрофильной шины.

Существуют и другие виды обозначения:

15,5/65-18 – обозначение диагональной низкопрофильной

шины в дюймах, у которой отношение высоты профиля ( $H$ ) к ее ширине ( $B$ ) равно 0,65;

71 x 47,00-25 – обозначение широкопрофильной шины в дюймах, где 71 – наружный диаметр, 47,00 – ширина профиля, 25 – посадочный диаметр шины.

Камеры, изготовленные из бутилкаучука, имеют дополнительную маркировку в виде букв БК и маркировочную полосу желтого цвета по бандажной (посадочной) части камеры.

На покрышке допускаются дополнительные обозначения. Например, тип корда: К – капроновый, В – вязкозный (для покрышек) и т.д.

Рисунок протектора. Качество эксплуатации автомобиля зависит во многом от состояния шин, а следовательно, от подбора типа шин для различных дорожных условий.

На протекторе имеется рельефная часть (рисунок), форма которого оказывает значительное влияние на бесшумность движения автомобиля. Существует несколько видов рисунка.

Шины с дорожным рисунком в виде мелких канавок зигзагообразной формы предназначены для движения по дорогам с твердым покрытием.

Если автомобиль предназначен для работы и на дорогах с твердым покрытием, и на грунтовых дорогах, то лучше воспользоваться шинами с универсальным рисунком.

Шины с более глубоким рисунком предназначены для движения по бездорожью. Они обеспечивают хорошее сцепление с дорогой и самоочищение от грязи, но при движении по дорогам с твердым покрытием создают повышенный шум, увеличивается их износ и ухудшается плавность движения, появляются дополнительные вибрации.

Для работы в карьерах автомобиль должен быть оборудован шинами с карьерным рисунком. Они обеспечивают наилучшее сцепление колес при движении по бездорожью.

В зимнее время лучше всего воспользоваться зимними шинами, имеющими гнезда для установки шипов. Такие шины имеют наилучшее сцепление со скользкой дорогой, обеспечивая более безопасное движение без заносов на поворотах, и, кроме того, уменьшают буксование колес. Шипы изготавливают из металла или пластмассы с сердечником из твердого сплава. Ши-

пы для легковых автомобилей должны иметь высоту 1... 1,5 мм, а для грузовых 3... 5 мм. Эксплуатировать зимние шины на дорогах с твердым покрытием не рекомендуется, так как они имеют повышенную шумность, большое сопротивление качению и быстро изнашивается.

В процессе эксплуатации автомобиля шины изнашиваются неравномерно, поэтому их нужно менять местами. Поскольку неисправность колес и шин оказывает большое влияние на безопасность движения автомобиля, необходимо следить за их состоянием: давление воздуха в шинах должно соответствовать норме, в противном случае начинается увод автомобиля в сторону; колеса должны быть надежно закреплены на ступицах; шины должны быть одинаковыми по размеру, форме рисунка и величине износа; все шины должны иметь одинаковую характеристику.. Установка запасных колес

Запасные колеса легковых автомобилей размещаются в багажнике. Запасные колеса грузовых автомобилей крепятся снаружи с помощью специальных устройств.

Автомобиль ЗИЛ-433100. Установка запасного колеса в колесо- держатель этого автомобиля производится в следующем порядке: опереть колесо на кронштейн; закрепить пластину крепления на диске колеса; навесить лебедку на скобу платформы и, отведя собачку барабана рукой, размотать трос; завести ветви троса симметрично с обеих сторон колеса и закрепить крюки за верхнюю полку лонжерона справа и слева от кронштейна вращая барабан лебедки гаечным ключом, намотать трос. Поднимающееся в петлях троса колесо нужно поддерживать и направлять рукой;

когда колесо поднимется до уровня кронштейна, задвинуть его на кронштейн и лонжерон, поставить стопорную пластину, завернув гайку, и зашплинтовать болт; отцепить крюк троса, намотать трос на лебедку и снять ее. Снятие запасного колеса с колесодержателя автомобиля ЗИЛ- 433100 рекомендуется производить в следующем порядке: расшплинтовать болт, соединяющий пластину крепления запасного колеса с кронштейном, отвернуть гайку, снять стопорную пластину; выдвинуть колесо из-под платформы. Соскальзывая с кронштейна, колесо поворачивается вертикально и падает вниз. Упавшее ко-

лесо следует придержать руками за шину и опереть на кронштейн; отвернуть две гайки, крепящие пластину крепления к диску колеса, и снять ее.

Автобус ПАЗ-3205. Здесь конструкция механизма запасного колеса обеспечивает подъем и спуск его на металлическом тросе. Трос наматывается на барабан, который фиксируется в определенном положении при помощи храпового механизма. Запасное колесо крепится двумя гайками к балке. Лебедку вращают заводной рукояткой. Доступ к гайкам запасного колеса – через задний люк автобуса и лючок в полу, доступ к храповому механизму – снизу автобуса.

Снимают запасное колесо в следующем порядке: открыть задний люк кузова; открыть лючок в полу; проверить надежность зацепления собачки за зуб храпового механизма; отвернуть две гайки крепления запасного колеса; вставить заводную рукоятку и, провернув ее в направлении подъема запасного колеса, откинуть собачку и плавно опустить колесо на землю; вынуть из запасного колеса держатель.

Подъем запасного колеса производится в обратном порядке. Перед подъемом запасного колеса защелкнуть собачку храпового механизма.

Автомобиль ГАЗ-3307. Запасное колесо крепится на откидном кронштейне, установленном на правом лонжероне рамы под грузовой платформой в передней ее части.

Для облегчения условий монтажа и демонтажа запасного колеса откидной кронштейн имеет запорное устройство, состоящее из валика, пружины и защелки. Защелка жестко закреплена на валике и под воздействием пружины всегда стремится занять крайнее положение, в котором запирает кронштейн.

Чтобы снять запасное колесо, необходимо отвернуть гайку и, поддерживая колесо руками, нажать ногой на рукоятку валика. При этом защелка выйдет из зацепления с откидным кронштейном, и запасное колесо можно опустить. После этого следует отвернуть две гайки крепления колеса к кронштейну, и колесо окажется снятым, его можно откатить в сторону.

## **Глава 18 КУЗОВ АВТОМОБИЛЯ**



## 18Л. Кузова грузовых автомобилей

Кузова грузовых автомобилей предназначены для перевозки грузов. Автомобили, оборудованные деревянными кузовами, могут как исключение перевозить пассажиров, но в этом случае кузов должен быть специально оборудован. Кабины грузовых автомобилей являются рабочим местом водителя, и в них можно перевозить одного-двух пассажиров.

Бортовой автомобиль-тягач ЗИЛ-433100. Кузов этого автомобиля и некоторых других может быть металлическим или деревянным. Он состоит из платформы и бортов. На автомобиле ЗИЛ-433100 устанавливается каркас с тентом.

Основание платформы выполнено в виде металлического каркаса. Металлические борта представляют собой профилированные панели, изготовленные из листовой стали и приваренные к жестким металлическим каркасам. Боковые и задние борта откидные. Высокий передний борт прикреплен к основанию платформы. В основании, боковых стойках и переднем борту платформы имеются гнезда для установки каркаса тента. На поперечных балках каркаса основания закреплены болтами и хомутами два продольных деревянных бруса, которые вместе с основанием крепятся к лонжеронам рамы хомутами. Настил пола деревянный, щитовой.

На автомобилях КамАЗ типа 6х4 применяют два типа платформ, собранных из унифицированных элементов и отличающихся главным образом длиной платформы.

Автобус вагонного типа (ПАЗ-3205). Кузов представляет собой несущую цельнометаллическую сварную конструкцию, состоящую из шести предварительно собранных узлов: основания, левой и правой боковин, передней части, задней части и крыши.

Основание кузова состоит из двух продольных элементов (лонжеронов) П-образного сечения, соединенных между собой поперечинами. К внешним стенкам лонжеронов приварены консоли для соединения со стойками боковин; лонжероны в зоне заднего моста и в передней части закрыты усилителями. Для крепления кронштейнов рессор к лонжеронам приварены специальные надстройки.

Боковины кузова состоят из продольных поясов и верти-

кальных стоек, изготовленных из труб прямоугольного сечения и облицованных с наружной стороны стальным листом.

Передняя и задняя части кузова имеют каркас, выполненный из штампованных профилей и соединенных между собой сваркой. Проемы ветрового и заднего окон образованы штампованными наружными и внутренними панелями, сваренными между собой. В передней части кузова расположена крышка отсека двигателя. Крышка открывается вверх и фиксируется в открытом положении упорами или фиксатором, расположенным в петле. В задней стенке кузова имеется люк с крышкой. Крышка открывается вверх и удерживается фиксатором.

Каркас крыши кузова сварен из труб прямоугольного сечения. Снаружи к каркасу контактной сваркой приварены панели из стального листа. В крыше имеются вентиляционные люки, закрываемые крышками. Средний люк является запасным выходом при авариях.

Внутри кузов обшит окрашенными древесно - волокнистыми плитами. Передняя и задняя внутренние части кузова имеют стальные панели. Внутренняя обшивка крепится через алюминиевые штапики самонарезающимися винтами или заклепками односторонней клепки.

Пол автобуса выполнен из бакелитизированной фанеры толщиной 10... 12 мм, закрепленной на основании винтами и закрытой автолином.

Каркас капота двигателя изготовлен из штампованных профилей и приварен к кузову. Задней стенкой капота служит поперечный воздуховод отопления, также приваренный к каркасу кузова.

Подвижный капот состоит из двух частей, соединенных между собой петлей, и крепится к каркасу винтами. Между внутренними и наружными панелями капота заложен шумоизоляционный материал. Снизу капот фиксируется застешкой.

Кузов имеет три двери. У некоторых автобусов одна дверь предназначается для пассажиров, одна – для водителя и одна – запасная. В другом варианте кузов имеет две двери для пассажиров и одну для водителя.

Окна автобуса выполнены из безосколочного трехслойного полированного стекла.

## Кабины грузовых автомобилей

Кабины грузовых автомобилей бывают двух- и трехместные, с отдельным капотом (автомобили семейств ЗИЛ-431410, ЗИЛ-5301, ГАЗ-3307) и бескапотные (автомобили КамАЗ, МАЗ и некоторые другие). Кабины всех современных грузовых автомобилей выполняются цельнометаллическими, сваренными из отдельных штампованных панелей.

Кабина с отдельным капотом. Двигатель закрыт оперением, которое устроено у разных автомобилей по-разному. На пример, у автомобилей ЗИЛ-433100 оперение открывается вперед. Чтобы открыть оперение, следует открыть левый и правый замки с помощью монтажной лопатки и за ручку, расположенную под облицовкой, в верхней ее части, потянуть оперение на себя. Для предотвращения самопроизвольного закрытия оперения служит упор штыря замка оперения, закрепленный на рамке радиатора с правой стороны. Положение оперения в откинутаом состоянии ограничивается ограничителем. При открытом оперении подвижную часть упора следует установить горизонтально. Перед закрытием оперения упор нужно перевести в транспортное положение.

Бескапотная кабина. Двигатель расположен непосредственно под кабиной. Преимуществом таких кабин является: хороший обзор дороги;

увеличение длины кузова без увеличения длины автомобиля; хороший доступ к двигателю при откинутой кабине. Крепление бескапотных кабин к раме осуществляется с помощью резиновых подушек (спереди) и двух четвертных рессор, снабженных амортизаторами (сзади). При опрокидывании кабины ее масса воспринимается двумя пружинами, расположенными под передней частью кабины. Концы пружин свободно надеваются на чашки. Для предупреждения выскакивания частей пружины в случае ее поломки имеется страховый трос. В опрокинутом состоянии кабина удерживается упоромограничителем, состоящим из двух рычагов, и закрепляется защелкой. Верхний рычаг упора крепится к кабине, нижний – к лонжерону рамы. Усилие, необходимое для опрокидывания кабины, не превышает кгс. Наклон кабины равен  $42^\circ$ , что достаточно для свободного доступа к двигателю. В задней части кабины установлен запор-

ный механизм, основными элементами которого являются два крюка: основной запорный удерживающий и дублирующий (на случай самопроизвольного открывания первого). Запорный крюк плотно прижимает кабину к подушкам, закрепленным на опорной балке.

Переднее крепление кабины с механизмом уравнивания представлено. На передней поперечной балке кабины на болтах установлены два верхних взаимозаменяемых кронштейна. Внутри кронштейна имеется перегородка с центральным отверстием для прохода опоры крепления кабины. Сверху на перегородку устанавливается верхняя, а снизу – нижняя подушки. К верхней подушке привулканизированы два опорных кольца, к нижней – обойма и распорная втулка. Резиновые подушки фиксируются в заданном положении после установки опоры переднего крепления самоконтрящейся гайкой, навинченной на хвостовик опоры.

Опоры переднего крепления шарнирно соединены с нижними кронштейнами крепления кабины, установленными на первой поперечине рамы. Кронштейны не взаимозаменяемы. Механизм подъема и уравнивания кабины относится к торсионному типу и имеет два торсиона.

Для наблюдения за дорогой позади автомобиля на кабине устанавливают зеркала заднего вида. Для установки зеркала на кабине болтами крепится кронштейн, к которому при помощи болта с гайкой присоединен кронштейн зеркала. Для обеспечения поворота кронштейна установлены втулка и пружина с опорой. От самопроизвольного поворота зеркало удерживается зубчатой шайбой. К кронштейну зеркало присоединяется хомутом и штоком.

На автобусах и легковых автомобилях кроме зеркал заднего вида в кузовах перед водителем устанавливаются зеркала для наблюдения за пассажирами.

#### Сиденья

Автомобиль ГАЗ-3Ю29 «Волга». Автомобиль оборудован двумя рядами мягких удобных сидений для пяти пассажиров, включая водителя.

Переднее – раздельное для водителя и пассажира. Подушка и спинка передних сидений ковшевого типа, что облегчает

управление автомобилем на крутых поворотах, удерживая водителя и пассажиров от скатывания в сторону. Передние сиденья имеют регулируемые по высоте и углу наклона подголовники

Изменение высоты сиденья обеспечивается механизмом высотной регулировки, позволяющим изменять высоту сидений от пола кузова в пределах 15 мм. Кроме того, конструкция механизма высотной регулировки позволяет в случае надобности изменять угол наклона сидений в диапазоне  $\pm 3^\circ$  от их горизонтального положения. Регулировка высоты передних опор производится гайками, а задних – перестановкой болта в отверстие. Необходимый угол наклона сиденья задается различной высотой передних опор относительно задних.

Изменение продольного положения передних сидений обеспечивается салазками, имеющими девять фиксированных положений. Общий ход салазок 180 мм. Для перемещения передних сидений нужно повернуть ручку, передвинуть сиденье в удобное положение и опустить ручку.

Автомобили ВАЗ-1111 и -11113. Передние сиденья состоят из основания подушки со спинкой. Спинка опирается на основание спинки. Для удобства водителя и пассажира сиденья могут передвигаться по салазкам. Удерживаются сиденья в определенном положении на салазках защелкой, управляемой рукояткой. Наклон спинки сиденья изменяется при помощи специального устройства с помощью рукояток. Сиденье и спинка опираются на плоские пружины в основаниях спинки и подушки. Подголовники устанавливаются в направляющие.

Автомобиль ГАЗ-4301. Сиденье водителя снабжено подвеской, состоящей из гидравлического амортизатора и цилиндрической пружины, натяжение которой регулируется в диапазоне четырех весовых категорий, соответствующих массе водителя 60, 75, 85 и 100 кг. Изменение положения по высоте регулируется механизмом высотной регулировки винтового типа.

Автомобиль ЗИЛ-433100. Сиденье водителя имеет механизм поддрессоривания с регулировкой жесткости в зависимости от веса водителя. Зная свой вес, водитель поворотом рукоятки при соответствующем положении переключателя должен установить указатель против метки на шкале, соответствующей его весу.

Если ослабить рукоятку, сиденье можно передвинуть по длине. Рукояткой регулируется наклон подушки так, чтобы одна из граней кулачка заняла горизонтальное положение. Для регулирования угла наклона спинки необходимо повернуть вверх рукоятку.

Автомобиль КамАЗ. Сиденье водителя подрессоренное с гидравлическим амортизатором, монтируется на основании. Подушка сиденья располагается на механизме подрессоривания, к которому подсоединены боковины для спинки сиденья. Сиденье кронштейном крепится к полу кабины. Продольное перемещение сиденья по направляющим механизма перемещения осуществляется путем передвижения верхних направляющих, на которых крепится сиденье с механизмом подрессоривания. Для продольного перемещения необходимо отвести рукоятку привода стопорного механизма и передвинуть сиденье в нужное положение. После освобождения рукоятки сиденье зафиксировано в новом положении.

Жесткость сиденья определяется весом водителя и регулируется механизмом подрессоривания. Подрессоривание сиденья осуществляется пластинчатым торсионом, установленным в трубе. Один конец торсиона закреплен наглухо, а второй соединен с рычагом механизма регулировки торсиона. Закручиванием торсиона увеличивается жесткость подвески. Для изменения жесткости необходимо покачивать рукоятку закрутки торсиона в ту или другую сторону, и в зависимости от положения знаков «+» и «-» на ручке закрутки изменяется жесткость сиденья. Регулировка должна производиться под нагрузкой, на которую регулируется сиденье, до положения указателя, в котором его конец будет выступать за кромку боковины сиденья на 2...3 мм.

#### Органы управления

В кабине перед водителем располагаются панель приборов и органы управления автомобилем. Для примера на рис. 18.8 показаны органы управления и приборы на панели у автомобилей ГАЗ- 2705, -3221 и -2705 «Комби».

#### Кузова легковых автомобилей

Кузова легковых автомобилей различают по числу дверей, рядов сидений и конструкции крыши. Автомобили могут быть: двух-, трех-, четырех- и пятидверными;

с одним, двумя и тремя рядами сидений;

закрытые и с откидным верхом. Кузова современных легковых автомобилей обычно выполняют бескаркасными. Корпус кузова представляет собой жесткую сварную конструкцию и включает в себя: основание (пол);

переднюю и заднюю части; левую и правую боковины; задние и передние крылья; крышу.

Основание кузова усилено ребрами жесткости, имеет туннели для прохода карданной передачи, различных тяг и рычагов. Для установки двигателя и подвесок имеются короткие подрамники спереди и сзади кузова.

Кузова легковых автомобилей должны иметь современный вид и отвечать эстетическим требованиям, а также оказывать как можно меньшее сопротивление движению автомобиля. Чтобы уменьшить сопротивление воздуха, кузову необходимо придавать обтекаемые формы.

Кузова легковых автомобилей могут быть однообъемными, двухобъемными и трехобъемными:

если отсеки для двигателя, водителя с пассажирами и багажа объединяются в одно целое с кузовом, то такой кузов называется однообъемным; двухобъемный кузов имеет два отсека. В одном отсеке расположен двигатель, а в другом — пассажиры и багаж (автомобили ВАЗ-1111 и -11113); трехобъемный кузов имеет три отсека. В одном отсеке располагается двигатель, в другом — пассажиры, а в третьем — багаж (автомобили ГАЗ-3Ю29 «Волга», ГАЗ-3Ю2 «Волга», ВАЗ-2110 и др.). В настоящее время наибольшее распространение имеют кузова следующих типов: седан — трехобъемный, цельнометаллический, несущей конструкции с двумя или тремя рядами сидений и четырьмя боковыми дверями (автомобили ГАЗ-3Ю29, -3102, ВАЗ-2110 и др.); универсал — двухобъемный, цельнометаллический, несущей конструкции, пятидверный (ВАЗ-2111); купе — двухобъемный, цельнометаллический, несущей конструкции, трехдверный, с одним или двумя рядами сидений (ВАЗ-1111, -11113); хэтчбек — двухобъемный, цельнометаллический, несущей конструкции, пятидверный (ВАЗ-2112);

пикап — легковой автомобиль с кабиной на один или два ряда сидений и открытым кузовом.

Защита кузова. Все динамические нагрузки и различные

воздействия эксплуатационной среды, возникающие при движении автомобиля, воспринимает кузов, поэтому его конструктивно - технологической особенностью является жесткая сварная силовая система (типа мостовой фермы) и усиленная антикоррозионная защита. Внешние и внутренние поверхности кузова фосфатированы с образованием слоя нерастворимых в воде фосфорнокислых соединений, закрепленного грунтом. Нижняя наружная часть кузова, брызговики колес, внутренние полости крыльев покрывают битумным составом. Панели пола в салоне и багажнике, а также панели воздухопритока оклеены битумными листами. Закрытые и полузакрытые полости кузова обработаны консервирующим материалом, образующим защитную воскообразную пленку.

Для термшумоизоляции на наружные панели дверей и щитка передка наклеен изнутри вафельный картон. Для термшумоизоляции крыши служит поролон, капота — искусственная кожа, дублированная войлоком. В салоне на полу уложены термшумоизоляционные прокладки, сварные швы уплотнены пластизолом.

Герметизация кузова обеспечивается закрытием технологических отверстий резиновыми пробками, монтажные люки заклеиваются пленкой. В нижней части дверей имеются сточные щели.

Передние и задние стекла кузова гнутые, полированные. Ветровое стекло трехслойное на эластичной прокладке, благодаря чему при ударе оно не разрывается и не образует осколки. Заднее стекло — закаленное. Стекла дверей гнутые, полированные, закаленные. Все стекла безопасного типа.

*Оперение* кузова состоит из каркаса облицовки радиатора, брызговика облицовки, крыльев, капота и других мелких деталей и узлов.

Спереди и сзади кузова устанавливаются энергопоглощающие буферы.

Двери. Двери кузова должны обеспечивать удобство входа и выхода, комфорт и безопасность во время движения автомобиля, обзорность и защиту салона от воздействий внешней среды. Двери подвешиваются на петлях. Уплотнение дверей состоит из резиновых губчатых уплотнителей, установленных по периметру двери в специальных пазах.

*Замки.* В открытом положении дверь удерживается огра-



ничителем открывания двери. Он состоит из шарнирно закрепленного на стойке рычага, установленного на петельном торце двери. Фиксирующим элементом является утолщение на рычаге.

В закрытом положении дверь удерживается замком кулачкового типа. Кулачок замка имеет два зуба: предохранительный и рабочий. Если дверь закрыта на рабочий зуб, то она закрыта полностью, если на предохранительный, — то не полностью (приоткрыта). Движение с приоткрытой дверью недопустимо.

Все двери могут быть заперты изнутри кнопкой тяги выключения замка, если ее вдавить вниз. При этом открыть дверь снаружи и изнутри ручками нельзя. Передние двери можно запереть снаружи ключом.

*Стекла.* Двери имеют стекла, которые с помощью стеклоподъемника можно поднимать и опускать. Стекла передвигаются в направляющих желобках с уплотнителем.

Стеклоподъемник рычажного типа, самотормозящий (удерживает стекло в любом заданном положении). Ручка стеклоподъемника сидит на одной оси с шестерней стеклоподъемника, находящейся в постоянном зацеплении с большой шестерней, на которой закреплены рычаги, перемещающие стекло. Верхняя (подвижная) кулиса, в которую входит ролик рычага, соединена винтом с обоймой опускаемого стекла. Нижняя неподвижная кулиса, в которую входит ролик рычага, установлена на внутренней панели с помощью винтов.

Стекло передней двери силикатное, закаленное, гнущее, цилиндрической кривизны, соединено со стеклоподъемником металлической обоймой с резиновой прокладкой. Торцы стекла постоянно находятся в направляющих ворсовых желобках.

*Двери автомобилей семейства «ГАЗель».* Некоторые автомобили этого семейства оборудуют боковой сдвижной дверью. При открывании с помощью внутренней или наружной ручки дверь скользит по нижней, средней и верхней направляющим. Дверь поддерживается верхним механизмом, установленным на оси верхней каретки, а также нижним механизмом при помощи рычага и опоры нижнего механизма. Снаружи дверь открывается ручкой. Резиновый буфер ограничивает открытие двери. В открытом положении дверь удерживается специальным ограничителем. Закрывают двери теми же ручками.

*Двери кабины автомобиля ЗИЛ-433100.* Они имеют замки, открывающиеся снаружи ключом, а изнутри — ручкой. Стопор замка в нижнем положении блокирует открытие двери снаружи. Дверь имеет форточку.

В закрытом положении дверь удерживается ручкой-запором, имеющей фиксирующую кнопку. Стекло двери поднимается и опускается механическим стеклоподъемником при помощи рукоятки. На двери имеется вентиляционный люк с заслонкой и вентиляционной решеткой. Закрывается дверь ручкой.

**Капоты.** На грузовых автомобилях и автомобилях семейства «ГАЗель» капоты закрывают отсек, в котором размещен двигатель.

На автомобилях «ГАЗель» капот подвешивается на двух петлях. Петли крепятся к капоту болтами и на щитке передка. Петли неуравновешенные, поэтому для удержания капота в открытом положении служит жесткий упор. При закрытом капоте упор устанавливают в специальный зажим.

В закрытом положении капот удерживается замком штыревого типа. Замок крепится к верхней панели радиатора. Открывается замок дистанционным приводом из кабины водителя, закрепленным на левой передней стойке кабины под панелью приборов. Чтобы открыть замок, необходимо ручку потянуть на себя. При этом щеколда освободит штырь, и капот под действием пружины поднимется на 30...36 мм. После того как замок капота открыт, ручку необходимо вернуть в исходное положение, и щеколда замка под действием пружины также вернется в исходное положение, приготовленное для закрытия капота. Для предохранения от случайного открытия капота при движении автомобиля служит крючок-предохранитель.

Трехобъемные кузова легковых автомобилей имеют багажное отделение. Оно отделено от салона металлической перегородкой. Багажное отделение закрывается крышкой (капотом).

Крышка крепится к кузову двумя петлями. Петли крепятся к крышке болтами, а к кузову — болтами. Крышка собрана и сварена из двух панелей — наружной и внутренней и усилена в местах крепления петель и замка.

Подъем и удержание крышки в открытом положении осуществляется усилием раскручивания двух торсионов и массы

самой крышки. Угол закручивания может быть изменен путем перестановки неподвижного конца торсионов в одно из трех отверстий на стойке петли. На подвижные концы торсионов надеются защитные трубки, скользящие по затылку подвижного звена петли при подъеме крышки.

Крышка багажника запирается замком, установленным на внутренней панели. При закрывании крышки багажника кулачок замка своим верхним зубом упирается в защелку и поворачивается в положение, при котором нижний зуб захватывает защелку. Пружина постоянно стремится повернуть кулачок замка и отпереть багажник, но этому препятствует собачка, которая своим зубом входит в соответствующий паз кулачка замка. Собачка удерживается от поворота пружиной.

Открывается багажник поворотом ключа. При этом поворачивается кулачок привода, и собачка, преодолевая усилие пружины, перестает удерживать кулачок *б* замка, выводя его из зацепления с защелкой. Сразу после этого крышка багажника под действием торсионов открывается и удерживается в открытом положении.

Обивка кузова. Обивка внутреннего помещения кузова выполняется из текстиля, искусственной кожи и декоративной поливинилхлоридной пленки. Цвет внутренней обивки часто подбирают с учетом цвета автомобиля снаружи. Для обивки потолка салона применяют повинол светлых тонов с перфорацией.

Обивка потолка подвешивается на металлических дугах, концы которых вставлены в отверстия на боковых рейках через резиновые втулки. Изготовленные из пружинной стали дуги выполняют натяжение обивки по форме крышки. В проемах дверей, ветрового и заднего стекла обивка потолка прикреплена к фланцам водостойким клеем. Кроме того, обивка дополнительно прижата потолочным плафоном в средней части и различными устройствами кузова.

Ремни безопасности. Легковые автомобили оборудуют ремнями безопасности. Передние сиденья оборудуют инерционными ремнями, а задние — статическими.

Если ремень безопасности подвергался критической нагрузке в дорожно-транспортном происшествии или другой аварийной ситуации, то его необходимо проверить на прочность.

## Отопление кузова

Система отопления предназначена для обогрева салона или кабины, а также лобовых стекол с целью предотвращения запотевания и обмерзания. Она рассчитывается на непрерывную работу в течение длительного времени и использует теплоту, отводимую от двигателя. Практически все автомобили оборудуются отопителями.

Отопители автомобилей «ГАЗель-2705». Отопители состоят из воздухозаборника, электродвигателя с двумя вентиляторами — правым и левым. Электродвигатель крепится двумя накладками. Для подогрева воздуха имеется радиатор, закрытый облицовкой. Радиатор отопителя шлангами соединяется с системой охлаждения. Короб воздухозаборника имеет заслонку, с помощью которой регулируется воздушный поток. Для предотвращения попадания дождевой воды через отопитель в салон воздух, пройдя решетку, расположенную между лобовым стеклом и капотом, резко меняет направление своего движения. Дождевая вода по инерции отделяется от воздуха, попадает в пластмассовый желобок, расположенный в подкапотном пространстве, и сливается наружу.

*Работа отопителя.* К радиатору отопителя присоединены подводящий и отводящий резиновые шланги. Для включения радиатора в работу служит краник. Циркуляция жидкости через радиатор отопителя осуществляется центробежным насосом системы охлаждения двигателя.

Для включения отопления необходимо открыть краник отопителя ручкой и заслонки — ручками. При движении автомобиля холодный атмосферный воздух проходит через воздухозаборник, радиатор и поступает в кабину уже нагретым. Если такого отопления недостаточно, то можно включить электровентилятор, ускорив подачу теплого воздуха в кабину.

Переключатель электродвигателя вентилятора имеет четыре положения. В первом положении электровентилятор выключен, при дальнейшем поворачивании его по часовой стрелке включаются первая, вторая и третья скорости вращения.

Ручка регулирует количество воздуха, поступающего к радиатору отопителя. При крайнем правом положении ручки воздух к радиатору отопителя поступает из кабины. Доступ

наружного холодного воздуха при этом перекрыт, чем обеспечивается высокая интенсивность нагрева внутреннего воздуха. Ручка переключает отопитель в режим обогрева кузова или в режим вентиляции. Крайнее левое положение ручки соответствует вентиляции кузова. При среднем положении ручки нагретый воздух подается на обогрев ветрового стекла и стекол дверей. Если перевести ручку в крайнее правое положение, то нагретый воздух будет подаваться на обогрев стекол и в ноги водителя и пассажира.

Степень нагрева кабины зависит от количества горячей жидкости, проходящей через радиатор отопителя, и регулируется ручкой. При крайнем правом положении этой ручки через радиатор отопителя проходит максимальное количество жидкости.

В холодное время года для ускорения прогрева кабины можно использовать рециркуляцию воздуха внутри кабины, при этом наружный воздух в кабину не подается. Для этого следует повернуть ручкой заслонку короба воздухозаборника, и заслонка перекроет доступ наружному холодному воздуху. Через радиатор отопителя будет циркулировать воздух, находящийся внутри кабины, и за счет этого произойдет интенсивный прогрев.

*Дополнительный отопитель.* На автофургонах ГАЗ-2705 «Комби» и на микроавтобусах «ГАЗель» применен дополнительный отопитель, состоящий из радиатора, вентилятора и электродвигателя, установленного в колпаке. Радиатор дополнительного отопителя последовательно соединен с радиатором основного отопителя шлангами. Дополнительный отопитель работает в режиме рециркуляции внутреннего воздуха кузова или кабины. Неоднократное прохождение внутреннего воздуха через радиатор дополнительного отопителя обеспечивает хороший прогрев кабины или салона. Вентилятор имеет две скорости вращения электродвигателя.

Электронасос отопителя включается переключателем на щитке приборов в кабине водителя. Пользоваться электронасосом рекомендуется на стоянке или при скорости движения до 50 км/час. При больших скоростях движения водяной насос системы охлаждения вполне обеспечивает работу отопителей. Включать электронасос можно только при открытом кранике отопителя.

Отопление кузова автобуса ПАЗ-3205. Воздух прогревается

при прохождении через радиатор системы охлаждения двигателя. Этот воздух диффузором направляется в поперечный воздуховод, а оттуда подается на обогрев боковых окон и в зону рабочего места водителя.

Обогрев пассажирского салона идет через решетки в нижней части поперечного воздуховода. Регулировка подачи теплого воздуха производится с места водителя дверкой отопления, которой можно полностью или частично перекрыть обогрев. В салоне дополнительно установлены три отопителя, состоящие из теплообменника и одного вентилятора. Отопители соединены с системой охлаждения двигателя трубопроводами. Двухрежимные переключатели отопителей установлены на щитке приборов.

Стекла ветровых окон обдуваются теплым воздухом, выходящим через отверстия в дефростерах. Теплый воздух в дефростеры подается центробежным вентилятором через гофрированный шланг, подсоединенный к диффузору за радиатором. Вентилятор имеет одnoreжимный электрический привод.

Отопление кабины грузового автомобиля ЗИЛ-433100. Теплый воздух поступает из отопителя. Отопитель состоит из радиатора с регулировочным краником, вентилятора с электродвигателем и воздухораспределителя. Горячая вода из системы охлаждения подводится шлангом, а отводится через шланг. Из воздухораспределителя по гофрированным шлангам воздух через сопла подается для обогрева ветровых стекол, а по шлангам через решетки – в кабину. Эти решетки регулируют направление потока воздуха к ногам водителя и пассажиров. Краник отопителя и заслонка для забора наружного воздуха управляются ручьятками, расположенными справа от щитка приборов. Там же находится переключатель для изменения режима работы электродвигателя. Отопитель эффективно работает при температуре охлаждающей жидкости в системе охлаждения более 75 °С.

Вентиляция кабины и салона автобуса

Вентиляция кабины необходима для создания нормального микроклимата при эксплуатации автомобиля в жаркую погоду. Для вентиляции кабин, салонов автобусов и легковых автомобилей используются отопители. В кабине предусмотрены системы приточной и вытяжной вентиляции.

Принудительная приточная вентиляция (все автомобили

семейства «ГАЗель»). Вентиляция осуществляется через систему отопления при закрытых окнах и люке крыши. Для вентиляции ручку краника отопителя необходимо переместить в крайнее левое положение, ручку режима вентиляции — также в левое положение. Включить электродвигатель вентилятора, повернув переключатель по часовой стрелке. Атмосферный воздух через патрубки вентиляции будет поступать в кабину и салон.

Приточной вентиляцией рекомендуется пользоваться при движении автомобиля на малых скоростях движения и на стоянках. При движении автомобиля со скоростью более 50 км/ч включать электровентилятор не обязательно, так как за счет скоростного притока воздуха вентиляция будет осуществляться в достаточном объеме. Приточная вентиляция осуществляется также через опущенные стекла дверей.

Вытяжная вентиляция. Воздух выходит наружу через щели, расположенные на внутренних панелях дверей, и щели в нижней части дверей, связанные с атмосферой.

Вентиляция салона автобуса ПАЗ-3205 осуществляется через форточки боковых окон, а также через верхние люки. Все вентиляционные люки салона работают на нагнетание воздуха в кузов во время движения автобуса. Средний люк крыши одновременно является запасным выходом на случай аварии. При повороте ручки аварийного привода крышка люка отсоединяется от кузова и рукой отбрасывается наружу, освобождая запасный выход. Для вентиляции рабочего места водителя над смотровым стеклом и в левой угловой панели передка имеются люки, прикрываемые крышками и заслонкой с места водителя. При необходимости водитель может регулировать степень вентиляции своего рабочего места.

Вентиляция кабины грузовых автомобилей в летнее время может осуществляться через опущенные стекла в дверях, открытые форточки и вентиляционные люки на крыше кабины. Свежий воздух может поступать в кабину и через отопитель, но только при закрытом кранике подачи горячей воды из системы двигателя.

#### Стеклоочистители

На легковых и некоторых грузовых автомобилях стеклоочистители имеют электрический привод. На автомобиле ГАЗ-

ЗЮ29 установлен стеклоочиститель СЛ-136Б с электрическим приводом на две щетки. Электропривод стеклоочистителя с редуктором и системой приводных рычагов располагается под съемной панелью воздухозаборника.

Стеклоочиститель и стеклоомыватель управляются специальным переключателем, расположенным на рулевой колонке. Переключатель имеет пять положений: выключено, включена малая скорость, включена большая скорость, включена прерывистая работа стеклоочистителя. Одновременная работа стеклоочистителя и стеклоомывателя. Последний режим включается, если потянуть ручку переключателя на себя. При выключении стеклоочистителя его щетки останавливаются не сразу, а только после того, как дойдут до нижнего уплотнения лобового стекла.

Стеклоочиститель состоит из электродвигателя с редуктором червячного типа. Червяк редуктора изготовлен как одно целое с валом электродвигателя. В зацеплении с червяком находится червячное колесо, на оси которого монтируется рычажная система привода щеток стеклоочистителя. Для выключения электродвигателя в момент, когда щетки дойдут до нижнего уплотнителя ветрового стекла, служит концевой выключатель.

Омыватель ветрового стекла. При движении автомобиля по грязным дорогам ветровое стекло забрызгивается грязью встречными и обгоняющими автомобилями. Для улучшения работы стеклоочистителя грязь необходимо смывать.

Омыватели ветрового стекла состоят из бачка, в котором установлен насос с приводом от электродвигателя, жиклеров и трубок. При включении электродвигателя вращение через вал насоса передается на ротор насоса 15. Ротор насоса подает воду через штуцер, трубку, жиклеры и распылители на ветровые стекла.

При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С воду из бачка омывателя необходимо слить.

Пневматические стеклоочистители. На некоторых автомобилях ЗИЛ и КамАЗ устанавливаются пневматические стеклоочистители. Внутри цилиндра установлены два поршня, соединенные рейкой. Тяга соединяет поршни со скобой и, через пружину, со скобой. Рейка имеет зубчатый венец, который находится в постоянном зацеплении с зубчатым сектором, установленным на одном валике с рычагом щетки. Сжатый воздух перево-



дится из баллона к распределительному устройству, помещаемому в крышке, по штуцеру. Распределительное устройство имеет двухсторонний клапан, два клапана и перемычку.

Работа стеклоочистителя основана на возвратнопоступательном движении поршней за счет подачи сжатого воздуха под поршни то с одной стороны, то с другой. В момент подачи сжатого воздуха под один поршень полость под другим поршнем сообщается с атмосферой. При передвижении поршней рейка 2 поворачивает сектор, а с ним валик с щеткой.

При движении поршней вправо полость *A* цилиндра сообщается с воздушным баллоном через канал, двухсторонний клапан и канал, а полость *B* — с атмосферой через клапан и канал. Когда поршень приходит в крайнее правое положение, тяга перемещает скобы и, и пружина резко переводит клапаны в положение, показанное на рис.. При этом полость *A* через каналы и клапан сообщается с атмосферой, а полость *B* через клапан — с воздушным баллоном. С этого момента поршни начинают двигаться влево до крайнего левого положения, после чего процесс повторяется.

Контрольные вопросы

Расскажите о назначении и типах рам автомобилей.

Что выполняет роль рамы в безрамной конструкции автомобиля?

Какие рамы называются лонжеронными?

Расскажите об особенностях устройства хребтовых рам.

Расскажите о назначении подвески автомобиля и ее типах.

Как устроена и работает зависимая подвеска колес?

Расскажите об устройстве, работе и преимуществах независимой подвески передних колес легковых автомобилей.

Перечислите типы рессор и способы их крепления к раме и осям.

Расскажите об устройстве передней и задней рессорных подвесок грузовых автомобилей.

Расскажите о назначении, устройстве и работе гидравлического амортизатора двойного действия.

Каковы назначение и принцип работы стабилизатора поперечной устойчивости передней оси?

Расскажите о назначении, устройстве и принципе работы стабилизатора поперечной устойчивости задней оси.

Как устроена и работает независимая подвеска задних колес?  
Как устроено автомобильное колесо с плоским и глубоким ободьями?

Как осуществляется крепление шины на ободе колеса?

Как осуществляется крепление одинарных и сдвоенных колес на ступице?

Как устроены камерная и бескамерная шины?

Что обозначает маркировка на шине?

Как осуществляется снятие и установка запасного колеса?

Назовите рисунки протектора и объясните их назначение.

Перечислите типы кузовов современных легковых автомобилей.

Объясните устройство бескаркасного несущего кузова автомобиля «Волга», его преимущества и недостатки перед обычными кузовом и рамой.

Перечислите типы кузовов автобусов. Объясните особенности устройства цельнометаллического каркаса кузова вагонного типа.

Расскажите об устройстве сидений водителя и пассажиров.

Расскажите о способах крепления запасного колеса автомобилей.

Как устроена и работает вентиляция салона автобуса?

Объясните устройство и назначение зеркал.

Как устроены отопление и вентиляция кабины грузовых автомобилей?

Как устроено и работает отопление салона легковых автомобилей?

Как устроены и работают омыватели ветрового стекла?

Каково назначение ремней безопасности?

## **ТЕМА 1.1.5. МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Вопросы лекции.

1. Рулевое управление.

2. Тормоза.

Назначение рулевого управления

Рулевое управление обеспечивает движение автомобиля в нужном направлении. К рулевому управлению предъявляются следующие требования:

легкость управления и обеспечение устойчивости движения автомобиля на поворотах;

отсутствие или минимальное боковое проскальзывание колес;

предотвращение передачи на рулевое колесо толчков от неровностей дороги.

Рулевое управление состоит:

из рулевого механизма;

рулевого привода;

усилителя руля (применяется на некоторых грузовых и легковых автомобилях и на отдельных моделях автобусов).

*Рулевой механизм* предназначен для облегчения работы водителя по управлению движением автомобиля в заданном направлении, так как выполняет роль замедляющего редуктора и увеличивает усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу. Рулевой механизм преобразует вращение рулевого колеса в перемещение рулевой сошки вдоль рамы автомобиля в обоих направлениях. К рулевому механизму относятся рулевое колесо, рулевая колонка и редуктор рулевого механизма.

Рулевой механизм увеличивает усилие, передаваемое от рулевого колеса к сошке, облегчая этим поворот управляемых колес. Облегчение поворота достигается за счет передаточного числа рулевого механизма. У разных автомобилей передаточное число рулевого механизма находится в пределах от 15 до 25 и больше.

*Привод рулевого управления* состоит из рулевой сошки, продольной рулевой тяги, рычага продольной рулевой тяги, левого и правого рычагов поперечной рулевой тяги.

Рулевой привод предназначен для передачи усилия от рулевого механизма к колесам и обеспечения правильного взаимного расположения колес при повороте. При повороте автомобиля колеса должны катиться без бокового скольжения. Этого можно достичь в том случае, если колеса будут перемещаться по дугам с одним центром поворота. Центр поворота должен находиться на продолжении оси заднего моста. При изменении крутизны поворота центр поворота может приближаться или удаляться от заднего моста, но всегда должен оставаться на продолжении оси заднего моста.

При повороте автомобиля внутреннее переднее колесо

должно быть повернуто на несколько больший угол, чем внешнее, так как оно катится по дуге меньшего радиуса. Достигается это за счет устройства рулевого привода в виде трапеции. В рулевую трапецию входят передняя ось, поворотные рычаги и поперечная рулевая тяга. Благодаря устройству привода в виде трапеции обеспечиваются поворот внутреннего колеса на больший угол и движение его без бокового проскальзывания.

Рулевые приводы могут иметь цельную рулевую трапецию (при зависимой подвеске колес) и расчлененную трапецию (при независимой подвеске). Рулевая трапеция может располагаться сзади передней оси или впереди.

Упрощенная схема рулевого управления грузовых автомобилей при зависимой подвеске представлена. При повороте рулевого колеса в ту или другую сторону вращение через рулевой механизм передается через сошку на продольную рулевую тягу, затем через поворотный рычаг на левый поворотный кулак, на левый нижний рычаг поперечной рулевой тяги, через поперечную рулевую тягу на правый нижний рычаг, на правый поворотный кулак и на колеса. При независимой подвеске передних управляемых колес рулевой привод состоит из сошки и маятникового рычага. На этих рычагах подвешено среднее звено поперечной рулевой тяги, которая с помощью боковых тяг соединяется с рычагами рулевой трапеции. Эти рычаги, в свою очередь, соединяются с поворотными кулаками.

Рулевой механизм

Рулевой механизм должен обеспечивать:

необходимый закон изменения передаточного числа;

высокий КПД при передаче усилий от рулевого колеса к управляемым колесам; переменный зазор в зацеплении деталей рулевого механизма и возможность его регулирования в нейтральном положении рулевого колеса.

Зазор в зацеплении деталей рулевого механизма в среднем положении должен быть минимальным или вообще отсутствовать, а в крайних положениях – должен увеличиваться. Это необходимо для того, чтобы не было заеданий в средней части после регулировки, так как износ бывает наибольшим в нейтральном положении. Рулевое колесо должно располагаться в кабине так, чтобы водителю было удобно и чтобы оно максимально предохраняло водителя от травм при авариях.

Рулевые механизмы бывают червячные, винтовые, реечные и комбинированные. Червячные механизмы могут состоять из пары червяк – сектор, червяк – кривошип, червяк – ролик. Сектор может быть дву- и многозубым, ролик – двух- и трехгребневым, кривошип – с одним или двумя шипами.

Наибольшее распространение на легковых, а также грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности и на автобусах особо малого и малого классов получил рулевой механизм с передачей «глобоидальный червяк – трехгребневый ролик» на подшипниках качения. В таком механизме значительно уменьшены трение и износ, а также обеспечено соблюдение необходимых зазоров в зацеплении.

Основными деталями рулевого механизма являются картер, глобоидальный червяк, вал сошки, верхний вал. Корпус отливают из алюминиевого сплава (ГАЗ-ЗЮ29) или чугуна (ГАЗ-3307). Глобоидальный червяк напрессован на мелкие шлицы нижнего рулевого вала. Червяк вращается в двух роликовых конических подшипниках, затяжка которых регулируется прокладками, расположенными под передней крышкой. С глобоидальным червяком в постоянном зацеплении находится трехгребневый ролик, установленный на двух шариковых подшипниках на пальце, запрессованном в кулак вала сошки. Вал сошки вращается в бронзовых втулках в приливе картера. Верхняя часть вала сошки вращается в радиально-упорном роликовом подшипнике, запрессованном в верхней крышке. На верхнем конце вала сошки прорезан кольцевой паз, в который входит регулировочный винт. Этот винт после регулировки зацепления ролика с червяком фиксируется стопорной шайбой и колпачковой гайкой. Для уменьшения износа червяка и ролика в картер заливается жидкое масло через отверстие, закрываемое пробкой. При необходимости масло сливается через отверстие, закрываемое болтом.

При вращении рулевого вала глобоидальный червяк при помощи ролика поворачивает вал сошки вместе с сошкой 28 на 90° от упора до упора сошки в лонжерон. Середина этого полного угла поворота сошки соответствует среднему положению червячной пары или движению автомобиля по прямой. При вращении ролик перекачивается по ниткам червяка, а не скользит, благодаря чему уменьшается износ червячной пары и уменьшается усилие на рулевом колесе.

## Рулевая колонка

У различных автомобилей устройство рулевой колонки несколько отличается. В качестве примера рассмотрим устройство рулевой колонки автомобиля ГАЗ-3Ю29. Основной ее частью является рулевое колесо. Оно устанавливается на мелких конических шлицах верхнего вала 7 и крепится на нем гайкой. Верхний вал вращается в шариковом подшипнике и с помощью эластичной муфты соединяется с нижним валом. Эластичная муфта обеспечивает передачу вращения с вала на вал под некоторым углом. Рулевая колонка крепится с помощью хомута. Мягкое крепление рулевой колонки обеспечивается резиновыми шайбами. Под кожухом рулевой колонки установлены корпус выключателя зажигания и противоугонного устройства, выключатель зажигания, стартера и противоугонного устройства, основание переключателя света фар и указателей поворота.

Для включения противоугонного устройства ключ зажигания нужно повернуть против хода часовой стрелки до конца и вынуть его из выключателя. При этом защелка противоугонного устройства войдет в один из пазов верхнего вала и зафиксирует его. При отпирании противоугонного устройства для облегчения поворота ключа необходимо слегка покачивать рулевое колесо из стороны в сторону. Рулевая колонка крепится к панели приборов хомутом и двумя болтами. Между хомутом и панелью установлены две втулки и резиновые шайбы. Такое крепление рулевой колонки дает ей возможность перемещаться вниз в случае столкновения автомобиля с препятствием.

Верхний и нижний рулевые валы соединяются эластичной энергопоглощающей безопасной муфтой, предназначенной для смягчения удара водителя о рулевое колесо при аварийных столкновениях. Состоит муфта из двух фланцев со скосами и двух предохранительных пластин. Между ними установлена резиновая шайба. Детали муфты соединяются четырьмя шпильками и гайками. Имеются усилительные и стопорные пластины.

Передаточное число рулевого механизма равно. В ступице рулевого колеса установлена втулка сбрасывания переключателя указателей поворота. Если рулевое колесо нужно снять, то для последующей правильной установки его на место необходимо перед снятием нанести метки на валу и ступице и при

установке этикетки совместить при условии, что трехребневый ролик находится в средней части глобоидального червяка и управляемые колеса находятся в нейтральном положении.

Рулевой механизм автомобилей «ГАЗель»

На этих автомобилях применяется рулевой механизм типа винт с шариковой гайкой — сектор. Рулевые механизмы такого типа устанавливаются также на автобусах ПАЗ-3205 и некоторых других, где эти механизмы имеют гидроусилители. Рулевой механизм состоит из картера, в котором на двух шариковых подшипниках установлен винт с шариковой гайкой, находящейся в зацеплении с валом-сектором. Затяжка шариковых подшипников осуществляется прокладками, установленными под крышкой корпуса рулевого механизма. Вал-сектор установлен на двух металлокерамических подшипниках, запрессованных в боковых крышках.

Выходящие наружу концы вала-сектора уплотнены в картере специальными уплотнителями, а крышки — уплотнительными кольцами. Сошка закреплена на валу-секторе на мелких конических шлицах разрезной шайбой и гайкой. Картер заполняется маслом через отверстие, закрываемое пробкой.

При вращении винта шарики перекатываются по винтовому каналу, в результате чего шариковая гайка перемещается и через сектор заставляет поворачиваться вал сошки и сошку.

Рулевой вал, шариковая гайка и шарики разуконплектованию не подлежат, так как они подбираются и обрабатываются индивидуально.

Передаточное число рулевого механизма равно 23,09.

Рулевое колесо установлено на мелких конических шлицах рулевого вала и закреплено стопорной шайбой и гайкой. Вал рулевой колонки вращается в двух шариковых подшипниках, установленных в верхнем и нижнем кожухах. Регулировка этих подшипников в процессе эксплуатации не требуется. Винт рулевого механизма соединяется с валом рулевого колеса карданной передачей. Вилка карданного шарнира крепится с помощью клина. Клин удерживается стопорной шайбой и гайкой. Гайка шплинтуется.

Нижний кожух колонки рулевого управления крепится четырьмя болтами к кронштейну педалей сцепления и тормоза. На кожухе закреплён выключатель зажигания.

Конструкция рулевой колонки позволяет изменять поло-

жение рулевого колеса по высоте и углу наклона. Регулировка производится после того, как водитель отрегулировал по своему росту и весу сиденье относительно педалей управления.

Рулевое управление типа шестерня – рейка

На автомобилях ВАЗ-2110, -2111, -2112, ИЖ-2126, ВАЗ-1111, -1113 и других устанавливается рулевой механизм типа шестерня-рейка.

Основными деталями рулевого механизма являются приводная шестерня, выполненная как единое целое с валом. Вал шлицами соединяется с карданом промежуточного карданного вала. Передний конец вала вращается в роликовом подшипнике, а задний – в шариковом. Приводная косозубая шестерня, выполненная заодно с валом, находится в постоянном зацеплении с зубчатой рейкой. К рейке присоединяется шаровая опора и внутренний наконечник рулевой тяги. От загрязнения рейка и тяга защищены гофрированным чехлом. Наружные концы рулевых тяг шаровыми пальцами соединяются с поворотными кулаками управляемых колес.

При изменении направления движения автомобиля вращение с рулевого колеса через вал рулевой колонки и промежуточный карданный вал передается на приводную шестерню, которая передвигает рейку вправо или влево, в зависимости от поворота рулевого колеса, а с ней и рулевые тяги, обеспечивая поворот управляемых колес. Совместная работа независимой подвески управляемых колес и рулевых тяг обеспечивается шаровыми опорами.

Рулевой механизм автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112 отличается тем, что боковые рулевые тяги соединяются с зубчатой рейкой не шаровыми опорами, а болтами с резинометаллическими шарнирами. За счет этих шарниров обеспечивается работа независимой подвески управляемых колес.

Усилители рулевого привода

Усилитель служит для уменьшения усилий, затрачиваемых водителем на управление автомобилем, а также для предупреждения потери управления при разрыве управляемого колеса. Гидравлические усилители смягчают силу ударов, передающихся на рулевое колесо при наезде управляемых колес на неровности дороги.



Усилители должны обладать высокой чувствительностью и быстродействием при любом режиме работы и не должны препятствовать стабилизации управляемых колес.

Наибольшее распространение получили гидравлические усилители благодаря своему высокому рабочему давлению 6... 10 МПа (60... 100 кгс/см<sup>2</sup>) и малому времени срабатывания (0,2...0,4 с).

Усилители могут быть объединены с рулевым механизмом или выполнены отдельно.

Автомобили семейства ЗИЛ-5301 «Бычок». На этих автомобилях, а также автомобилях семейства ЗИЛ-431410 усилители объединены с рулевым механизмом.

Рулевой механизм с гидроусилителем состоит из корпуса (цилиндра) усилителя, закрытого нижней крышкой и промежуточной крышкой. Внутри цилиндра находится поршень - рейка. Поршень в цилиндре уплотнен кольцами. В выточку поршня вставлена шариковая гайка, закрепленная в поршне установочными винтами. Через гайку и поршень проходит рулевой винт. На винте и внутри шариковой гайки нарезаны спиральные канавки, в которые вложены шарики. Они являются шариковой резьбой, облегчающей вращение рулевого винта. Для обеспечения циркуляции шариков начало и конец шариковой резьбы соединены желобом. Поршень имеет зубчатую рейку для зацепления с зубчатым сектором, выполненным заодно с валом рулевой сошки. Зацепление сектора с рейкой регулируется винтом. От самопроизвольного вращения винт удерживается контргайкой. Вал сошки установлен в корпусе на двух втулках, одна из которых установлена в боковой крышке, а другая – в приливе корпуса. Этот конец вала уплотнен сальником, на его конических шлицах установлена сошка, которая закреплена стопорной шайбой и гайкой. Внизу картера рулевого механизма имеется отверстие для слива рабочей жидкости, закрывающееся пробкой.

В верхней части цилиндра закреплен корпус клапана управления. Внутри него на рулевом винте между двумя шариковыми подшипниками находится золотник клапана. В среднем, нейтральном, положении золотник удерживается двенадцатью реактивными плунжерами и пружинами. Подшипники и золотник зажимаются регулировочной гайкой и от среднего положе-

ния могут перемещаться вместе с рулевым винтом на 1... 1,5 мм.

Для обеспечения возможности управлять автомобилем при неработающем двигателе служит шариковый клапан, установленный в золотнике.

Автомобиль ГАЗ-3ПО «Волга». Рулевое управление этого автомобиля тоже имеет гидроусилитель. Оно состоит из рулевого механизма со встроенным усилителем, шестеренчатого масляного насоса, приводимого в работу от шкива ременной передачей, и бачка насоса рулевого усилителя с запасом масла. Бачки могут быть разборными и неразборными. Фильтрующие элементы в бачках необходимо менять через каждые 100 000 км пробега, но не реже чем через два года эксплуатации. Бачок всасывающим шлангом соединяется с насосом, а сливным шлангом – с клапаном управления рулевого механизма. От клапана управления к насосу идет нагнетательный шланг, по которому насос нагнетает масло в усилитель. Из усилителя масло по шлангу возвращается в бачок, а оттуда по шлангу поступает в масляный насос.

Работа клапана управления и гидроусилителя руля аналогична описанным ранее. В настоящее время наличие гидроусилителя руля не входит в базовую комплектацию автомобилей.

Насос гидроусилителя руля

На автомобилях ЗИЛ устанавливают насосы гидравлического усилителя рулевого управления лопастного типа двухстороннего действия, т. е. за один оборот вала совершаются два полных цикла всасывания и два нагнетания.

Насос имеет корпус и крышку насоса. Между ними помещен статор. В овальном отверстии статора находится ротор. В роторе прорезаны канавки, и в них вставлены свободно лопасти. Ротор напрессован на мелкие конические шлицы заднего конца вала. Передний конец вала вращается в шариковом подшипнике, задний – в игольчатом роликовом подшипнике. Насос приводится в работу клиноременной передачей от коленчатого вала, для чего на валу закреплен шкив.

В крышке насоса установлены распределительный диск, перепускной клапан с пружиной и предохранительный клапан с пружиной. Здесь же имеется калиброванное отверстие. К для прохода жидкости к усилителю. На корпусе насоса коллектором прикреплен бачок. Бачок закрывается крышкой. Крышка крепит-

ся на шпильке гайкой-барашком. В бачке установлен заливной сетчатый фильтр и возвратный сетчатый фильтр с предохранительным клапаном. Жидкость возвращается через патрубок. Для поддержания внутри бачка атмосферного давления служит сапун.

Отдельные виды насосов, а также насосы гидроусилителя ЗИЛ- 5301 «Бычок» вместо сетчатого фильтра имеют бумажные сменные фильтрующие элементы.

Во время работы двигателя лопасти ротора под действием центробежных сил и давления жидкости, поступающей под лопасти, прижимаются к криволинейной поверхности статора. При этом за счет эллипсовидного профиля статора между лопастями образуются полости переменного объема. Сначала лопасти полностью вдавлены в вырезы ротора за счет касания со стенками статора. При дальнейшем вращении ротора объемы между лопастями увеличиваются и под действием возникающего разрежения заполняются жидкостью. При уменьшении объема, когда лопасти начинают вдавливаться в вырезы ротора, жидкость вытесняется в полость нагнетания через каналы в распределительном диске.

Для ограничения давления в насосе установлены два клапана, расположенные в крышке насоса. Перепускной клапан ограничивает количество жидкости, подаваемой насосом к гидравлическому усилителю, путем перепуска части жидкости из полости нагнетания в полость всасывания через канал в коллекторе. Возврат жидкости в полость всасывания уменьшает шум. Это происходит с увеличением подачи жидкости в систему гидравлического усилителя в результате увеличения частоты вращения вала насоса.

В перепускной клапан встроен предохранительный клапан. Он ограничивает давление жидкости в системе, открываясь при давлении 10,2... 11,0 МПа (102... 110 кгс/см<sup>2</sup>) и пропуская жидкость в полость всасывания. Статор, ротор и лопасти насоса подбирают на заводе индивидуально, поэтому нельзя нарушать их комплектность при разборке, а также менять лопасти местами. Статор, ротор и лопасти можно заменять только в комплекте.

Работа всей системы рулевого управления с гидроусилителем

При движении автомобиля в прямом направлении насос гидроусилителя подает жидкость по шлангу высокого давления в корпус клапана управления гидроусилителем. Жидкость давит

на двенадцать реактивных плунжеров и вместе с шестью пружинами плунжеров удерживает золотник в среднем нейтральном положении. Золотник удерживает в среднем положении и рулевой винт, связанный с золотником через два упорных шариковых подшипника.

При нейтральном положении золотника жидкость подается под давлением одновременно в наружную и внутреннюю полости картера рулевого механизма, а также идет на слив в бачок насоса гидроусилителя через сливной маслопровод, пройдя предварительно через масляный радиатор. Управляемые передние колеса также находятся в среднем нейтральном положении за счет усилий стабилизации, возникающих благодаря наличию углов установки шкворней и сил упругости шин при их поперечной деформации во время поворота.

При повороте рулевого колеса от нейтрального положения вправо или влево создается сопротивление повороту управляемых колес. Давление рулевого винта через шариковую гайку и поршень-рейку на сектор вала сошки приводит к возникновению осевого усилия, которое стремится переместить винт в осевом направлении, а вместе с ним и золотник вправо или влево в зависимости от направления поворота. Когда усилие на ободе рулевого колеса достигнет 20 Н (2 кгс), возникающее на винте осевое усилие преодолевает предварительное сжатие пружин реактивных плунжеров, и золотник вместе с рулевым винтом переместится в ту или другую сторону относительно корпуса клапана управления. За счет этого движения открывается доступ масла в наружную или внутреннюю полость цилиндра гидроусилителя. Масло начинает давить на поршень-рейку, помогая водителю поворачивать управляемые колеса.

Перемещение поршня-рейки вызывает поворот зубчатого сектора и сошки, которая с помощью тяг и рычагов поворачивает управляемые колеса автомобиля. Гидроусилитель значительно снижает величину усилия, которое требуется от водителя для поворота рулевого колеса.

С увеличением сопротивления повороту колес возрастает осевое усилие на рулевом винте, что соответственно увеличивает давление на реактивные плунжеры. При этом возрастает усилие, с которым золотник стремится вернуться в среднее положение, а также усилие на рулевом колесе.

При прекращении подачи масла в систему гидроусилителя в случае остановки двигателя рулевой механизм может работать кратковременно и без гидроусилителя, но усилие, необходимое для поворота рулевого колеса, при этом сильно возрастает. При движении без гидроусилителя масло из линии высокого давления перетекает в линию низкого давления через открывающийся обратный шариковый клапан.

При повороте автомобиля вправо золотник также перемещается вправо за счет реакции поршня-рейки. С линией высокого давления сообщается внутренняя полость цилиндра рулевого механизма. Наружная полость цилиндра сообщается с линией слива. Масло под большим давлением поступает во внутреннюю полость и создает давление на поршень-рейку, помогая водителю повернуть рулевое колесо автомобиля. Вытесняемое из наружной полости масло через золотник, сливной маслопровод и радиатор возвращается в бачок насоса усилителя руля.

При повороте автомобиля влево золотник перемещается влево за счет реакции поршня-рейки на усилие рулевого винта. Наружная полость цилиндра-картера сообщается с линией высокого давления через шланг высокого давления, а внутренняя полость сообщается с бачком насоса гидроусилителя рулевого управления через золотник, сливной маслопровод, радиатор. Масло, под большим давлением заходящее в наружную полость, помогает водителю перемещать поршень-рейку вправо, а он, в свою очередь, поворачивает сектор вала сошки и сошку, которая через тяги и рычаги поворачивает управляемые колеса.

Усилие на ободе рулевого колеса, при котором начинает работать гидроусилитель, не должно превышать 20 Н (2 кгс), а усилие для поворота колес на месте без движения автомобиля при нормальном давлении воздуха в шинах не должно превышать 100 Н (10 кгс). В диапазоне от 20 Н (2 кгс) до 100 Н (10 кгс) гидроусилитель должен обеспечивать «следящее действие» рулевого механизма, заключающееся в увеличении усилия на рулевом колесе при увеличении радиуса поворота дороги. Благодаря этому у водителя создается «чувство дороги». Потеря «чувства дороги» у водителя может привести к аварии.

На автомобилях, оборудованных рулевым управлением с гидроусилителем, не допускается длительное движение с выключением гидроусилителя.

ченным двигателем, так как прекращается работа насоса гидроусилителя и самого усилителя, что приводит к нарушению правильной работы рулевого управления. Движение автомобиля в этих случаях допускается кратковременно и на пониженных скоростях.

Гидроусилитель рулевого управления автомобиля КамАЗ

Рулевое управление автомобиля снабжено гидроусилителем, объединенным в одном агрегате с рулевым механизмом. Колонка рулевого управления крепится в верхней части к кронштейну, установленному на внутренней панели кабины, в нижней части – к фланцу на полу кабины и соединяется с рулевым механизмом карданным валом.

Карданный вал с двумя шарнирами вращается на игольчатых подшипниках, в которые при сборке закладывают смазку и в пополнении которой они не нуждаются. Скользящее шлицевое соединение обеспечивает возможность изменения расстояния между шарнирами при перемещениях кабины. Угловой редуктор с двумя коническими шестернями передает вращение от карданного вала на винт рулевого механизма. Ведущая шестерня выполнена заодно с валом и установлена в корпусе на подшипниках. Ведомая шестерня вращается в двух шариковых подшипниках, закрепленных на хвостовике гайкой.

Рулевой механизм прикреплен к раме с помощью кронштейна передней левой рессоры. Он имеет две рабочие пары: винт с гайкой на циркулирующих шариках и поршень-рейку, работающую в зацеплении с зубчатым сектором вала сошки. Передаточное отношение рулевого механизма равно 20:1.

Картер рулевого механизма одновременно служит цилиндром гидроусилителя, в котором перемещается поршень-рейка. Зубья рейки и сектора вала сошки конусные по длине, что позволяет регулировать зазор в зацеплении при осевом перемещении вала сошки.

Насос гидроусилителя установлен в развале блока цилиндров и приводится в действие шестеренчатой передачей. На насосе установлен бачок для масла. В крышку бачка ввернут предохранительный клапан для ограничения давления внутри бачка.

Радиатор охлаждения масла в системе гидроусилителя изготовлен из алюминиевой оребренной трубы и установлен перед масляным радиатором системы смазки двигателя.

Работа гидроусилителя происходит следующим образом.

Рулевой винт последовательно проходит через упорную крышку, в которую вставлена плавающая втулка, через шлицевое отверстие ведомой конической шестерни и через клапан управления. Ведомая коническая шестерня установлена на винте на шлицах. Усилия, возникающие на винте, не передаются на ведомую шестерню. На переднем конце винта на двух упорных шариковых подшипниках установлен клапан управления.

Золотник клапана управления, установленный в корпусе клапана, имеет большую длину, чем корпус клапана, поэтому золотник вместе с винтом могут перемещаться в осевом направлении на 1... 1,2 мм в каждую сторону от среднего положения. В среднее положение золотник и винт возвращаются под действием трех пружин и трех пружин реактивных плунжеров, обратного и перепускного клапанов под давлением масла в линии подвода от насоса.

К клапану управления подведены два трубопровода от насоса гидроусилителя: трубопровод высокого давления и сливной трубопровод низкого давления. По этому трубопроводу масло через радиатор возвращается в насос.

При повороте автомобиля вправо или влево рулевой винт, вращаясь, передвигает шариковую гайку. Усилие с шариковой гайки передается через установочные винты на рейку-поршень и через зубчатый сектор на вал сошки, а затем через тяги и рычаги на управляемые колеса. Сопrotивление колес повороту создает силу, стремящуюся сдвинуть винт в осевом направлении. Если эта сила окажется больше, чем предварительное сжатие пружин и, то винт вместе с золотником переместится относительно корпуса клапана управления.

При повороте автомобиля влево одна полость цилиндра картера рулевого управления через канал сообщается с линией высокого давления, а другая – по каналу с линией низкого давления, по которой масло уходит на слив. При поступлении масла создается давление на поршень-рейку, что помогает водителю поворачивать автомобиль.

При неработающем двигателе линия высокого давления соединяется с линией низкого давления через обратный клапан, и рулевой механизм в этом случае работает как обычный, без гидроусилителя. Усилие, требующееся для управления автомобилем, значительно возрастает.

### Отдельные гидроусилители руля

Гидроусилители автомобилей семейства МАЗ. На этих автомобилях гидроусилители выполнены отдельно от рулевого механизма.

*Рулевой механизм* относится к типу винт – гайка-рейка. В картере на двух роликовых конических подшипниках установлен рулевой винт. Затяжка подшипников винта регулируется количеством регулировочных прокладок под нижней крышкой. Винт соединяется с гайкой-рейкой через шарики. При вращении винта шарики циркулируют по направляющим желобам. С гайкой-рейкой находится в зацеплении зубчатый сектор вала сошки, на наружном конце которого на мелких конических шлицах установлена сошка, закрепленная на валу разрезной гайкой. После затяжки гайка шплинтуется.

Зацепление зубчатого сектора с гайкой-рейкой осуществляется регулировочным винтом. Сектор-вал сошки опирается на подшипники в картере и боковой крышке картера. Картер заполняется маслом через заливное отверстие, закрываемое пробкой.

*Устройство гидроусилителя.* Гидроусилитель рулевого механизма состоит из силового цилиндра и распределителя в сборе.

Распределитель состоит из корпуса распределителя с золотником. На внутренней поверхности корпуса и на золотнике выполнены кольцевые канавки. Они предназначены для соединения с нагнетательной магистралью насоса, бачком насоса и с реактивными камерами силового цилиндра. В корпусе шарниров находятся два шаровых пальца. К пальцу присоединена рулевая сошка, а к пальцу— продольная рулевая тяга. Палец со стаканом может перемещаться в корпусе в осевом направлении на 4 мм. Вместе со стаканом перемещается и золотник, так как он жестко связан со стаканом при помощи болта и гайки.

Силовой цилиндр соединен с другим концом корпуса шарниров при помощи резьбового соединения и законтрен гайкой. В цилиндр помещен поршень, закрепленный на штоке и уплотненный кольцами. С одной стороны цилиндр закрыт пробкой, а с другой – крышкой. Шток уплотнен в крышке резиновым кольцом и защищен от загрязнения гофрированным чехлом. На наружном конце штока закреплена головка.

Поршень делит цилиндр на две части: подпоршневую и



над-поршневую. Эти полости соединены трубопроводами с каналами в корпусе распределителя, которые заканчиваются каналами, выходящими в полость корпуса между кольцевыми канавками. Подпоршневая и надпоршневая полости сообщаются через клапан, состоящий из шарика и пружины.

*Насос гидроусилителя.* В гидроусилителе применен шестеренчатый насос, который состоит из корпуса, закрытого крышкой, ведомой и ведущей шестерен. Насос приводится в работу при помощи клиноременной передачи от шкива коленчатого вала на шкив. Натяжение клиноременной передачи регулируется винтом.

Работа гидроусилителя поясняется. При работающем двигателе автомобиля шестеренчатый насос постоянно подает масло в гидроусилитель, и в зависимости от направления движения автомобиля масло либо возвращается в бачок, либо подается в одну из рабочих полостей силового цилиндра через трубопроводы. Другая полость при этом соединена через сливную магистраль с бачком.

Давление масла через каналы в золотнике всегда передается в реактивные камеры и стремится установить золотник в нейтральное по отношению к корпусу положение.

При прямолинейном движении автомобиля масло подается по нагнетательной линии в клапан управления и через золотник по сливной магистрали возвращается в бачок.

При повороте рулевого колеса влево или вправо рулевая сошка через шаровой палец сдвигает золотник в сторону от нейтрального положения. При этом нагнетательная и сливная полости в корпусе золотника разобщаются, и жидкость начинает поступать в соответствующую полость силового цилиндра, перемещая цилиндр относительно поршня, закрепленного на штоке. Движение цилиндра передается управляемым колесам через шаровой палец и связанную с ним продольную рулевую тягу.

Если прекратить вращение рулевого колеса, золотник останавливается, корпус надвигается на него, устанавливаясь в нейтральное положение. Начинается слив масла в бачок, и поворот колес прекращается.

С повышением сопротивления повороту колес увеличивается и давление масла в рабочей полости силового цилиндра. Это давление передается в реактивные камеры и стремится установить золотник в нейтральное положение.

Благодаря гидроусилителю усилие на ободе рулевого колеса не превышает 5 кгс. Максимальное усилие на ободе рулевого колеса может достигать 20 кгс.

Гидроусилители автомобиля-тягача ГАЗ-4301. Клапан управления гидроусилителем руля расположен на переднем конце продольной рулевой тяги. Он состоит из корпуса, внутри которого на центральном болте установлен золотник. Болт фиксирован штифтом, а его головка размещена во втулке стакана. Корпус клапана управления закреплен на переднем конце продольной рулевой тяги. В наконечнике тяги между двух сухарей с пружиной и ограничителем сжатия пружины находится шаровой палец рулевой сошки.

Силовой цилиндр шарнирно закреплен на кронштейне балки передней оси, а шток соединен с поперечной рулевой тягой. Давление в силовом цилиндре при повороте автомобиля определяется величиной сопротивления повороту колес. Для перемещения и удержания золотника клапана при повороте необходимо приложить к нему определенное усилие, пропорциональное давлению масла в цилиндре. Благодаря этому у водителя появляется «чувство дороги».

Насос гидроусилителя установлен на двигателе и приводится в работу от коленчатого вала компрессора при помощи муфты. Насос, за исключением муфты и подшипников вала насоса, полностью унифицирован с насосом гидроусилителя руля автомобилями КамАЗ.

При поворотах рулевого колеса сошка через шаровый палец, соединенный с золотником, перемещает золотник относительно корпуса клапана вперед при повороте автомобиля влево или назад при повороте направо, направляя масло под давлением в полость под поршень или в полость со сливной магистралью. При перемещении поршня шток давит на поперечную рулевую тягу, помогая водителю поворачивать автомобиль.

В случае повреждения гидроусилителя в дороге необходимо снять насос для того, чтобы доехать до гаража. Для уменьшения усилия на рулевом колесе при поврежденном гидроусилителе рекомендуется слить масло из системы гидроусилителя. В случае повреждения силового цилиндра необходимо снять и силовой цилиндр.

Особенности рулевого привода легковых и грузовых автомобилей

Рулевой привод легковых автомобилей. Привод состоит из боковых рычагов поворотных кулаков и регулировочных трубок с наконечником тяги. Регулирование схождения колес производится изменением длины боковых тяг за счет регулировочных трубок. Трубки имеют с одной стороны правую резьбу, а с другой – левую. От самопроизвольного вращения трубки удерживаются стяжными хомутами и болтами. Поперечная тяга соединяется с сошкой и маятниковым рычагом.

*Шарниры рулевых тяг.* Все шарниры рулевых тяг – самоподтягивающиеся с полусферическими пальцами. Шарнир наконечника и средней тяги рулевой трапеции состоит из шарового пальца, находящегося в корпусе. Верхней сферической частью палец опирается на внутреннюю сферу корпуса. Пальцы запрессовываются в проушины тяг и наконечников и крепятся в них разрезными гайками. После затяжки гайки шплинтуются. Корпус шарнира запрессовывается в проушину тяги. От попадания пыли и грязи шарнир защищен гофрированным резиновым чехлом. Шаровой палец кроме верхней имеет еще и нижнюю сферу, на которую опирается опорная пята, поджимаемая пружиной. Давление пружины устраняет люфт в шарнире. Крепится палец в корпусе шарнира заглушкой и шплинтом. Шарнир тяги сошки отличается устройством уплотнителя тяги сошки и маятникового рычага. Он не гофрированный и имеет распорную втулку.

*Маятниковый рычаг.* Поперечная тяга с одной стороны подвешена на сошке руля, а с другой – на маятниковом рычаге. Маятниковый рычаг в корпусе-кронштейне вращается в двух металлокерамических втулках, которые запрессованы в резиновые защитные втулки. Одна втулка прижата своим торцом к плоскости бобышки маятникового рычага, а другая – к шайбе. Шайба вращается вместе с пальцем. Втулки входят в кронштейн с зазором, что позволяет переднему концу маятникового рычага упруго перемещаться до 2...4 мм за счет деформации резиновых втулок. Это перемещение не влияет на устойчивость и безопасность движения автомобиля, а также на износ шин. На переднем конце маятникового рычага установлен шаровой шарнир, одинаковый с шарниром сошки. Отличается он тем, что в нем установ-

лен полиэтиленовый сухарь, который удерживает палец внутри корпуса в определенном положении.

Рулевой привод грузовых автомобилей. Конструктивно он несколько отличается от рулевого привода легковых автомобилей, у которых отсутствует продольная рулевая тяга. У грузовых автомобилей она имеется.

Усилие с вала сошки у грузовых автомобилей передается на сошку, на продольную рулевую тягу, рычаг продольной рулевой тяги, поворотный кулак, левый рычаг поперечной рулевой тяги, правый рычаг поперечной рулевой тяги и на правый поворотный кулак.

Рулевые рычаги соединяются с тягами шарнирно. Шаровые сочленения имеют различную конструкцию и тщательно защищены от попадания грязи; смазка подается в них через масленки. В некоторых моделях автомобилей в сочленениях тяг применяются пластмассовые вкладыши, не требующие смазки.

Шарнирное соединение продольной рулевой тяги имеет вкладыши, охватывающие шаровой палец. Пружина смягчает удары от колес и устраняет зазоры при износе сочленения. Для ограничения сжатия пружины (во избежание ее поломки) устанавливаются ограничительные упоры. Зазор в сочленениях устраняют резьбовой пробкой. В поперечных тягах применяются эксцентриковые вкладыши (наконечники), прижимаемые к шаровому пальцу пружиной, установленной снизу. При таком устройстве пружины не нагружаются силами, действующими на поперечную рулевую тягу, а устранение зазора при износе сочленений происходит автоматически. Концы поперечной тяги и наконечники имеют правую и левую резьбу для регулировки длины тяги. После регулировки наконечники затягивают стяжными болтами.

## Глава 20 ТОРМОЗА

### Общие сведения

*Тормозной системой* автомобиля называется совокупность устройств, приборов и деталей, предназначенных для замедления скорости движения автомобиля, полной его остановки и удержания на месте. Тормозная система помогает поддерживать постоянную скорость при движении на затяжных спусках. Хорошие

тормозные качества автомобиля имеют большое значение для обеспечения безопасности движения в любых дорожных условиях и для достижения хороших эксплуатационных показателей. Наличие надежных тормозов позволяет автомобилю двигаться на больших скоростях.

К тормозным системам предъявляются следующие требования: быстрое срабатывание после приведения тормозов в работу; равномерное распределение тормозного усилия на все мосты и колеса автомобиля; обеспечение пропорциональности распределения тормозного усилия на педали тормоза с тормозным усилием на всех колесах; обеспечение необходимой плавности торможения; обеспечение устойчивого, без заносов, движения автомобиля при торможении; высокая стабильность регулировки тормозных механизмов и их привода; хороший отвод тепла от тормозных механизмов.

Тормозная система состоит из тормозных механизмов, которые обеспечивают затормаживание силовой передачи, и тормозного привода, обеспечивающего работу тормозных механизмов. На автомобилях чаще всего имеются следующие виды тормозных систем: *рабочая*, предназначенная для регулирования скорости движения автомобиля и его остановки с необходимой эффективностью; *стояночная*, служащая для удержания автомобиля на месте после остановки. В стояночных тормозных системах используются тормозные механизмы рабочей тормозной системы или трансмиссионные; *вспомогательная*, предназначенная для длительного поддержания постоянной скорости движения или для ее регулирования. На тяжелых автомобилях в качестве вспомогательной тормозной системы обычно применяется моторный тормоз, действующий как противодействие на поршни при перекрытой выпускной системе. На автобусах и карьерных самосвалах в качестве вспомогательного тормоза могут использоваться специальные гидравлические и электрические механизмы; *запасная*, используемая для остановки автомобиля с необходимой эффективностью при выходе из строя рабочей тормозной системы. Запасные тормозные системы обычно являются частью рабочих тормозных систем и используют общие с ними тормозные механизмы и тормозные приводы.

Применяют два способа торможения:

торможение только тормозами. В этом случае тормозная система сама замедляет скорость движения автомобиля; торможение с помощью тормозной системы и двигателя при отсутствии подачи топлива.

Работа сил трения в тормозном механизме при торможении расходуется на замедление движения автомобиля или его полную остановку, а кинетическая энергия, приобретенная в процессе разгона, превращается в тепло, которое рассеивается в окружающее пространство.

При торможении двигателем последний остается соединенным с трансмиссией, и его коленчатый вал приводится во вращение от ведущих колес. Такое торможение может быть в паре с тормозами или без них. Торможение двигателем используется для замедления скорости движения на затяжных спусках, а также при движении в городских условиях для кратковременных торможений. Такой способ торможения уменьшает нагрузки и износ тормозной системы.

Интенсивность торможения двигателем зависит от включенной передачи, степени открытия дроссельных заслонок и включения зажигания.

Тормозные механизмы подразделяются: по расположению – на колесные и трансмиссионные; по форме вращающихся деталей – на барабанные, дисковые и шкивные; по форме трущихся поверхностей – на колодочные и ленточные.

Наибольшее распространение получили фрикционные тормоза, осуществляющие торможение за счет сил трения между неподвижными и подвижными вращающимися деталями. В дисковом тормозе силы трения создаются на боковых поверхностях вращающегося диска, в барабанном – на внутренней поверхности вращающегося цилиндра, а в шкивном – на наружной поверхности вращающегося цилиндра (тормоз лебедки).

Наиболее полно предъявляемым к тормозам требованиям отвечают барабанные и дисковые тормоза. Они применяются на большинстве легковых и грузовых автомобилей, а также на автобусах. В последние годы все чаще стали применяться дисковые тормоза, которые хорошо охлаждаются при движении автомобиля.

Тормозной привод может быть механическим, гидравлическим и пневматическим.

*Механический* привод прост в устройстве, стоимость его не высока, но для получения необходимого тормозного эффекта от водителя требуются большие затраты мускульной энергии. Тормозной путь у такого привода очень большой. В настоящее время механический привод применяется только для стояночных тормозных систем.

*Гидравлический привод* имеет более сложное устройство, и он дороже. Основным недостатком привода является потребность больших затрат мускульной энергии для получения необходимого тормозного эффекта, поэтому применять его можно только на легковых автомобилях и на грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Вторым крупным недостатком является его «воздухобоязнь». Попадание даже небольшого количества воздуха в привод выводит тормоза из строя полностью.

Для облегчения управления тормозами с гидравлическим приводом применяются усилители. Наибольшее распространение получили гидровакуумные, вакуумные и пневматические усилители.

*Пневматический привод* имеет самое сложное устройство. Он намного сложнее и дороже гидравлического привода, но не требует затрат мускульной энергии для получения необходимого тормозного эффекта. Недостатком такого привода является большое время срабатывания тормозов по сравнению с гидравлическим приводом.

#### Тормозные механизмы

Тормозной момент зависит от конструкции тормозных механизмов и их приводов. Наибольшее распространение получили барабанные тормоза с внутренним расположением тормозных колодок. Такие тормозные механизмы применяются на всех грузовых и легковых автомобилях в основном для задних колес.

Передние колеса большинства моделей легковых автомобилей оборудуются дисковыми тормозами. Они имеют преимущество перед барабанными благодаря быстрой отдаче тепла, хорошей работоспособности на больших скоростях движения и стабильности торможения.

Барабанные тормоза. Эти тормоза отличаются большим разнообразием по расположению опор колодок и по способу их прижатия к барабану тормоза.

Принципиально барабанные тормоза имеют сходное устройство. Основными деталями у них являются тормозные щиты.

На задних колесах они крепятся к кожуху балки заднего моста, а на легковых автомобилях с передним ведущим мостом – к фланцу оси ступицы заднего колеса. Каждый тормозной механизм имеет две колодки, на которых заклепками с потайными головками закреплены фрикционные накладки. Накладки изготавливаются чаще всего из прессованного асбестового волокна, пропитанного бакелитом или синтетическими смолами. Такой материал обладает большим коэффициентом трения и термостойкостью. Нижние концы колодок могут быть установлены на пальцах или при помощи пружины прижаты к опоре колодок. Такие колодки называют *плавающими*. В верхней части тормозного щита установлен колесный гидравлический цилиндр. К упорам цилиндра прижаты верхней стяжной пружиной верхние концы тормозных колодок. Рабочей частью тормозного механизма является тормозной барабан *б*, закрепленный на ступице колеса. Ступица вращается в подшипниках на оси ступицы.

На грузовых автомобилях (автомобиль-тягач ТАЗ-4301) на тормозном щите при помощи эксцентриковых болтов установлены две тормозные колодки с фрикционными накладками. Эксцентриковые болты устанавливают колодки в правильное положение, и с их помощью регулируется зазор между тормозным барабаном и накладками колодок. Верхние концы колодок стягиваются пружиной и прижимаются к упорам колесного цилиндра. Контроль толщины фрикционных накладок осуществляют через смотровые отверстия, закрываемые заглушками.

*Передний тормозной механизм автомобиля «Волга» ГАЗ-31029* имеет на тормозном щите два колесных цилиндра – по цилиндру на одну колодку. При вращении тормозного барабана против часовой стрелки, что соответствует движению автомобиля вперед, при торможении обе колодки переднего тормоза захватываются барабаном за счет трения, и происходит частичное «заклинивание» колодок тормоза.

При вращении тормозного барабана в обратном направлении (соответствует движению автомобиля назад) «заклинивание» колодок при торможении не произойдет, так как они будут отжиматься барабаном. Поэтому эффективность передних тор-



мозов значительно выше при движении автомобиля вперед, чем при движении назад.

На тормозах задних колес обе колодки приводятся в действие от одного цилиндра. В данном случае «заклинивается» только передняя колодка. Задняя колодка, наоборот, отталкивается тормозным барабаном, и тормозной эффект задних тормозов бывает меньше, чем у передних. Перераспределение массы автомобиля при торможении обеспечивает уменьшение нагрузки на заднюю ось и увеличение нагрузки на переднюю ось.

Колодки устанавливаются на тормозном щите при помощи опорных пальцев. Для регулировки зазора между накладками колодок и тормозным барабаном служит эксцентрик опорного пальца. Для правильной установки тормозной колодки при сборке механизма на наружном торце опорного пальца имеется специальная метка. Колодки стягиваются пружинами. Жидкость в рабочие цилиндры подводится через штуцеры, а для удаления воздуха (прокачка тормозов) имеются клапаны прокачки, закрываемые резиновыми колпачками.

При затормаживании автомобиля жидкость через штуцер поступает внутрь корпуса под поршень. Под действием давления поршень перемещается и прижимает колодку к тормозному барабану. Усилие прижима обеих колодок к барабану одинаково и прямо пропорционально давлению в гидроприводе.

Тормозной механизм саморегулирующийся. Достигается это за счет работы упорных колец.

*Задние тормозные механизмы легковых автомобилей* и автомобилей семейства «ГАЗель» принципиально устроены так же. На тормозном щите автомобиля ГАЗ-2705 болтами закреплен рабочий гидравлический цилиндр. Для автоматического регулирования зазора между тормозными колодками и барабаном на поршне рабочего цилиндра установлено упорное кольцо. Защитой от попадания пыли и грязи на рабочую поверхность цилиндра служит защитный резиновый чехол. В стальные вкладыши поршней упираются верхние концы колодок, стягиваемые пружиной. Плавающие нижние концы колодок касаются опорной пластины, на которой удерживаются с помощью стяжных пружин.

Рабочий цилиндр воздействует на обе тормозные колодки. Для этого он имеет два поршня – по одному на каждую колодку.

Тормозная жидкость подается в рабочий цилиндр через подводящий штуцер. При повышении давления поршни раздвигаются в разные стороны и прижимают тормозные колодки к барабану, затормаживая автомобиль. Для удаления воздуха из привода (прокачка тормозов) на рабочем цилиндре имеется клапан прокачки тормозов, закрываемый резиновым колпачком.

На тормозных механизмах задних колес монтируется механизм стояночного тормоза, состоящий из приводного рычага, разжимного звена и деталей механической регулировки.

При сборке тормозного механизма для поддержания постоянного зазора между накладками колодок и тормозным барабаном необходимо установить с натягом разрезное металлическое кольцо  $\delta$  так, чтобы разрез кольца располагался вблизи отверстия для прокачки тормоза. Затем в него следует вставить поршень и повернуть его на  $90^\circ$ . Прорезь на стержне поршня должна быть параллельна тормозному щиту. Поршень может перемещаться в сторону колодок на 1,7... 1,9 мм. После торможения поршень под действием стяжных пружин колодок переместится относительно кольца и обеспечит постоянный зазор между колодками и барабаном.

Дисковые тормозные механизмы передних колес. Дисковые тормоза обладают высокой стабильностью и лучшим теплоотводом. Преимуществами дискового тормоза по сравнению с барабанным являются: большая площадь охлаждения; независимость эффективности тормозов от степени износа накладок; возможность работы с малыми зазорами; более равномерное распределение давлений.

Однако дисковые тормоза имеют и недостатки: их тормозные накладки имеют меньшую площадь трения и потому быстрее изнашиваются. Для обеспечения продолжительной работы приходится увеличивать их толщину;

не уравновешены, вследствие чего при торможении создаются дополнительные нагрузки на подшипники ступиц колес;

не защищены от пыли и грязи и потому подвергаются коррозии и абразивному износу.

На современных легковых автомобилях преимущественное применение нашли дисковые тормоза, так как при торможении вертикальная нагрузка на передние колеса становится значи-

тельно большей, чем на задние, и передние колеса должны создавать больший тормозной эффект.

*Дисковые тормоза с плавающей скобой* применяются на большинстве моделей легковых автомобилей. Тормозной диск болтами соединен со ступицей колеса передней оси автомобиля. В диске выполнено большое количество отверстий для отвода тепла за счет вентиляции. Плавающая скоба крепится к поворотному кулаку. Она состоит из основания и корпуса. Корпус пальцами подвижно соединен с основанием. В корпусе тормозной скобы находится поршень, защищенный кольцом и защитным чехлом. Тормозная жидкость подводится в поршень шлангом, а прокачка тормозов осуществляется через клапан, закрытый колпачком. Тормозные колодки 4 расположены в пазу основания.

При торможении автомобиля тормозная жидкость через шланг поступает внутрь гидравлического цилиндра. При возрастании давления поршень перемещается в корпусе и прижимает внутреннюю тормозную колодку к тормозному диску. При этом сам корпус, перемещаясь по направляющим пальцам в направлении, противоположном движению поршня, прижимает наружную колодку к тормозному диску. Обе колодки прижимаются к диску с одинаковой силой.

При растормаживании колодки отходят от диска. Уплотнительное кольцо обеспечивает автоматическое регулирование зазора между накладками колодок и тормозным диском.

*Тормозные механизмы автомобиля ЗИЛ-433100* и других, имеющие пневматический привод, состоят из суппорта, двух тормозных колодок с фрикционными накладками и тормозного барабана. Колодки установлены на эксцентриковых осях колодок и тормозным барабаном. Между верхними концами колодок находится разжимной кулак. Усилие кулака на колодки передается через ролики, установленные на опоре. Колодки стягиваются двумя пружинами. Нижние концы колодок плавающие и к своим опорам прижимаются пружиной.

При подаче сжатого воздуха через шланг под крышку тормозной камеры создается давление на мембрану, а с нее, через шток и вилку, на рычаг червячной пары. Рычаг, поворачиваясь, повернет разжимной кулак, прижмет колодки к тормозному барабану и замедлит движение автомобиля. При растормаживании

автомобиля сжатый воздух из тормозной камеры выйдет в атмосферу и пружины повернут рычаг в исходное положение. Торможение прекратится.

Регулировка зазора между верхними концами колодок и тормозным барабаном производится вращением стержня червяка, который, вращая червячную шестерню, будет поворачивать разжимной кулак и изменять величину зазора. Стержень червяка удерживается от самопроизвольного вращения шариковым фиксатором, для которого на стержне имеются специальные гнезда.

На автомобилях ЗИЛ для регулировки зазоров между верхними концами колодок и тормозными барабанами могут устанавливаться автоматические регулировочные рычаги. Регулировочные рычаги устанавливаются на шлицевых концах разжимных кулаков. Червяк напрессован на ось и находится в постоянном зацеплении с червячной шестерней, устанавливаемой на шлицы вала разжимного кулака. Гайка имеет внутренние шлицы для соединения с осью червяка. Корпус муфты может свободно поворачиваться относительно гайки и в корпусе рычага. На корпусе муфты закреплены болтами скоба и установочное кольцо. Внутри гайки и корпуса муфты с легким натягом по наружному диаметру установлена пружина прямоугольного сечения. За счет этого гайка может свободно поворачиваться относительно корпуса муфты по направлению навивки пружины и блокируется поворот гайки при обратном движении.

При износе накладок колодок увеличивается угол поворота регулировочного рычага, в результате чего при торможении произойдет поворот скобы и корпуса муфты. Гайка останется неподвижной.

При растормаживании автомобиля упор поворачивает скобу, возвращая ее в исходное положение. Скоба поворачивает корпус муфты. Пружина, блокируя гайку, поворачивает ее в направлении поворота корпуса муфты, а также ось и червяк. Разжимной рычаг поворачивается и уменьшает зазор между колодками и барабаном. Самопроизвольное вращение скобы и корпуса муфты не допускается пружиной. Левые и правые рычаги не взаимозаменяемы, так как имеют различные направления навивки пружин и линии витков червяка с шестернями.

## Стояночные тормоза

Стояночный тормоз удерживает стоящий автомобиль на месте. Он может работать и как аварийный тормоз при поломках и неисправностях рабочей тормозной системы.

Стояночный тормоз имеет механический привод на задние колеса у легковых автомобилей, некоторых автобусов и грузовых автомобилей малой грузоподъемности. Грузовые автомобили средней грузоподъемности могут иметь центральные трансмиссионные стояночные тормоза. Привод их также механический.

Колесный стояночный тормоз. Тормоз состоит из рычага ручного привода колодок, к которому присоединен наконечник заднего троса. Для разжатия верхних концов колодок между рычагом и передней тормозной колодкой установлена разжимная планка. Рычаг шарнирно закреплен при помощи пальца на верхнем конце задней тормозной колодки. Для регулировки разжимной планки и действия стояночного тормоза на планке имеются упор колодки, регулировочная гайка с храповиком и фиксатором регулировочной гайки. В прорезь упора входит ребро передней тормозной колодки, а в прорезь планки – рычаг.

Кронштейны с рычагом крепятся болтами к переходному кронштейну, приваренному к передней панели пола. При перемещении рычага стояночного тормоза вверх тяга поворачивает рычаг, на нижнем конце которого шарнирно закреплена тяга уравнителя. Уравнитель при помощи гайки 3 с контргайкой закреплен на резьбовом конце тяги. Уравнитель предназначен для равномерного распределения усилия на ветви троса, приводящего в работу правый и левый тормозные механизмы колес. Пластмассовые направляющие служат для фиксации троса и запрещают самопроизвольное притормаживание колес при кренах кузова.

Тросы входят внутрь тормозных механизмов и соединяются с приводными рычагами задней колодки. При перемещении этого рычага вперед он через планку и упор действует на переднюю колодку, заставляя ее прижиматься к тормозному барабану, после чего усилие через палец рычага передается на заднюю колодку, заставляя и ее прижиматься к тормозному барабану. Происходит полное затормаживание задних колес автомобиля.

Ручка в поднятом положении включает выключателем сигнальную лампочку красного цвета на щитке приборов.

В верхнем положении рычаг привода стояночного тормоза удерживается храповым механизмом, состоящим из зубчатого сектора и собачки. Собачка удерживается в любом положении пружиной и тягой.

Для растормаживания автомобиля необходимо нажать кнопку. При этом тяга повернет собачку и выведет ее из зацепления с зубчатым сектором, после чего рычаг можно опустить в нижнее положение. В конце своего хода рычаг утопит кнопку электрического выключателя, и на щитке приборов погаснет сигнальная лампа включения стояночного тормоза.

*Стояночный тормоз автобуса ПАЗ-3205* механический, тросовый, действует на задние тормозные механизмы. Затормаживание производится вытягиванием рукоятки тормозного привода вверх. Отсутствие или слабое торможение при вытянутой рукоятке свидетельствует о необходимости регулировки стояночного тормоза.

Трансмиссионные стояночные тормоза. Такие тормоза применяются на некоторых моделях грузовых автомобилей.

*Центральный трансмиссионный тормоз автомобиля ГАЗ-3307* относится к барабанному типу. Тормозной чугунный барабан закреплен на заднем конце вторичного вала коробки передач. Тормозной щит закреплен на коробке передач. На нем закреплен корпус регулировочного механизма, внутри корпуса находятся опоры колодок с коническими срезами внутренних концов и прорезями для тормозных колодок снаружи. Между опорами колодок находится разжимной сухарь плавающего типа конической формы и регулировочный винт. В верхней части тормозного щита закреплен болтами корпус разжимного механизма. Разжимной механизм состоит из двух толкателей колодок. Снаружи толкатели имеют прорези, и в них входят верхние концы тормозных колодок. Внутри толкатели имеют конические срезы, и между ними помещен конус корпуса разжимных шариков.

Тормозные колодки плавающего типа прижимаются к опорам и толкателям пружинами. Каждая колодка прижимается отдельными двумя пружинами. Первичная колодка имеет более слабые пружины, а вторичная – более сильные.

На кронштейне картера коробки передач закреплен палец, на котором шарнирно установлен рычаг привода. Одно плечо

этого рычага пальцем соединяется с вилкой. Вилка соединяется с тягой привода. Длина тяги и зазор между колодками и тормозным барабаном изменяется вращением гайки на тяге. После окончания регулировки необходимо затянуть контргайку.

При вытягивании рукоятки привода стояночного тормоза тяга при помощи вилки поворачивает рычаг на установочном пальце. Второе плечо этого рычага нажимает на стержень корпуса шариков, а шарики, в свою очередь, скользят по коническим срезам толкателей разжимного механизма, раздвигают толкатели в разные стороны и прижимают тормозные колодки барабану. При этом к тормозному барабану сначала прижимается первичная колодка, имеющая более слабые пружины. Вследствие трения колодка смещается по направлению вращения и через плавающий разжимной сухарь передает дополнительное усилие на вторичную колодку, способствуя ее заклиниванию и более сильному прижатию к тормозному барабану, что усиливает действие тормозов.

От бокового смещения тормозные колодки удерживаются стержнем, который проходит через отверстие в ребре колодки. На нем установлена пружина между двумя чашками.

Зазор между тормозным барабаном и колодками регулируют подвертыванием регулировочного винта, а положение приводного рычага – гайками на тяге.

Регулировку производят при расторможенном механизме (ручка полностью вдавлена вперед). Для этого необходимо завернуть винт до отказа, чтобы тормозной барабан не вращался от усилия руки. Регулировочную гайку тяги завернуть до соприкосновения внутреннего конца рычага с разжимным стержнем. Отпустить эту гайку на 2–3 оборота и закрепить контргайкой 2. Регулировочный винт надо отвернуть до свободного вращения барабана.

Тормоза с гидроприводом

Гидравлический тормозной привод работает по закону гидростатики, согласно которому давление жидкости в замкнутом пространстве передается во все стороны с одинаковой силой. Благодаря этому достигается одновременное начало работы всех тормозных механизмов. В то же время достигаемый тормозной эффект зависит от прилагаемого усилия к тормозной педали, что обеспечивает торможение с требуемой интенсивностью. Преимуществами гидравлического привода являются: малое время

срабатывания тормозов вследствие несжимаемости жидкости; необходимое статическое распределение приводных сил между тормозными механизмами благодаря возможности применения колесных тормозных цилиндров разных размеров; небольшие габаритные размеры и масса приборов привода; высокий КПД (0,8...0,9) и удобство для компоновки. Недостатками гидравлического привода тормозных механизмов являются: частичный или полный выход из строя привода при попадании внутрь системы воздуха; чувствительность к температурным условиям; потребность значительных мускульных сил для получения максимального тормозного эффекта, что исключает возможность применения его на автомобилях большой грузоподъемности.

Для повышения надежности тормоза с гидравлическим приводом выполняются двухконтурными. *Контуром* называется часть тормозного привода, остающаяся работоспособной при выходе из строя остальной части привода.

Схемы тормозных гидравлических приводов некоторых моделей автомобилей имеют незначительные различия, рассмотрим их.

Рабочая тормозная система автомобиля ГАЗ-31029 «Волга» выполнена по двухконтурной схеме. В один контур входят тормозные механизмы задних колес, а в другой — тормозные механизмы передних колес. Передние тормозные механизмы отличаются от задних тем, что в них каждая тормозная колодка имеет отдельный колесный тормозной цилиндр, а у задних один колесный тормозной цилиндр работает на обе колодки. В тормозной привод входят также главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем, сигнальное устройство и регулятор давления.

Гидравлический тормозной привод автомобиля ГАЗ-Э110 «Волга» отличается тем, что тормозные механизмы его передних колес не барабанные, а дисковые. Задние тормоза – барабанные с одним колесным рабочим цилиндром на обе колодки. Рабочая тормозная система выполнена по двухконтурной схеме. В один контур включены задние колеса, а в другой – передние.

Автомобиль ГАЗ-2705 оборудован тремя тормозными системами: рабочей с двухконтурным приводом (раздельным торможением осей), работающим на тормозные механизмы всех колес;



запасной, функции которой выполняет каждый контур рабочей тормозной системы;  
стояночной, действующей на тормозные механизмы задних колес.

Автомобиль имеет двухконтурный гидравлический тормозной привод. Один контур действует на задние барабанные тормоза, а второй — на передние дисковые тормоза. Кроме того, привод имеет двухкамерный вакуумный усилитель, двухпоршневой главный тормозной цилиндр с бачком и регулятор давления, установленный в приводе задних тормозных механизмов.

На автомобиле ВАЗ-1111 «Ока» применяется тормозная система с диагональным расположением контуров. Один контур объединяет тормозные механизмы левого переднего и правого заднего колес. Во второй контур включены правое переднее и левое заднее колеса. Диагональный привод тормозных механизмов обеспечивает сохранение прямолинейного движения и хорошую эффективность торможения при выходе из строя одного из тормозных контуров.

Тормозной привод имеет также главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем и регулятор давления. Регулятор давления запрещает блокировку задних колес прежде, чем заблокируются передние колеса. Он соединен с обоими контурами, и через него тормозная жидкость подается к тормозным механизмам обоих задних колес. Регулятор давления установлен в моторном отсеке.

Тормозная система автомобиля ГАЗ-3Э07 выполнена по двухконтурной схеме. Как и на большинстве автомобилей, один контур обслуживает задние тормозные механизмы, а другой — передние. Оба контура обслуживаются одним главным тормозным цилиндром, но в каждый контур включено по одному гидровакуумному усилителю. Имеется сигнальное устройство неисправности гидропривода. Разрежение передается в гидровакуумные усилители из цилиндров двигателя через впускные трубы, запорные обратные клапаны и вакуумные баллоны переднего и заднего контуров. Работа гидропривода тормозов контролируется сигнализаторами. Тормозная система имеет рабочую, запасную и стояночную системы.

Автомобиль-тягач ГАЗ-4301 имеет пневмогидравлический

тормозной привод с тормозными механизмами барабанного типа. Имеются три тормозные системы: рабочая, запасная и стояночная. Тормоза управляются двухсекционным тормозным пневматическим краном. В каждый контур включены главные тормозные цилиндры с пневмоусилителями. Для питания тормозной системы сжатым воздухом установлен компрессор с регулятором давления, воздушные баллоны. Тормозная система имеет стояночный тормоз, действующий на тормозные колодки задних колес автомобиля, а также тормозную систему прицепа. Работа системы контролируется сигнализаторами и двухстрелочным манометром.

#### Приборы гидропривода тормозов автомобиля ГАЗ-2705

Главный тормозной цилиндр- Цилиндр состоит из корпуса, внутри которого размещены первичный поршень управления тормозами задних колес и вторичный поршень для управления тормозами передних колес автомобиля. Поршни в цилиндре корпуса уплотнены манжетами. Пружины поршней предназначены для возврата поршней в исходное положение. На корпусе закреплен бачок для запаса тормозной жидкости с датчиком сигнализатора аварийного падения уровня тормозной жидкости. Резервуар закрывается защитным колпачком. Бачок разделен на секции, чтобы в случае выхода из строя одного контура обеспечить работу другого контура. Бачок через соединительные втулки и трубки соединен с рабочими полостями цилиндра, имеющего два компенсационных (*А* и *Б*) и два перепускных (*В*) отверстия. Компенсационные отверстия находятся позади головок поршней. В головках поршней по окружности выполнены сквозные отверстия, прикрываемые шайбами и манжетами. Манжеты фиксируются упорными шайбами. В первичный поршень ввернут болт-удлинитель.

*Работа главного тормозного цилиндра.* При затормаживании автомобиля первичный поршень, передвигаясь, перекрывает компенсационное отверстие *Б* и создает давление на жидкость. Под давлением жидкости и пружины начинает передвигаться поршень, перекрывая компенсационное отверстие *А*. Рабочие полости под поршнями оказываются изолированными от бачка, жидкость из цилиндра под давлением поршней начинает поступать в рабочие цилиндры колес, и начинается затормаживание

автомобиля. Первичный поршень подает жидкость в контур задних колес, а вторичный поршень создает давление во вторичной полости цилиндра и в переднем контуре. Штуцеры для выхода тормозной жидкости из гидравлического цилиндра на рисунке не изображены.

При медленном растормаживании автомобиля поршни и под действием пружин перемещаются в исходное положение. Тормозная жидкость из рабочих цилиндров возвращается в главный цилиндр, и торможение прекращается. Однако медленное растормаживание применяется редко.

В большинстве случаев водитель отпускает педаль тормоза резко, при этом поршни быстро возвращаются в исходное положение. Под ними создается разрежение, так как тормозная жидкость из рабочих цилиндров из-за сопротивления, оказываемого трубопроводами перетеканию жидкости, не успевает так же быстро вернуться в главный цилиндр. За счет этого разрежения жидкость из бачка проходит через перепускные отверстия *B*, кольцевые полости снаружи поршней, отверстия в головках поршней, отгибает края манжет и заполняет полости цилиндра под поршнями. Благодаря этому устраняется опасность подсоса постороннего воздуха.

В случае повреждения контура задних колес автомобиля или попадания в него воздуха первичный поршень быстро передвигается, вытесняя жидкость в трубопроводы. Давление жидкости и пружины будут настолько малы, что поршень контура передних колес не сможет привести в работу контур. Однако поршень доходит до держателя пружины и через него воздействует на вторичный поршень, который и создаст необходимое давление во вторичной полости главного цилиндра и в переднем контуре для затормаживания автомобиля.

При отказе контура передних колес при затормаживании поршень под давлением жидкости передвинет поршень вторичной камеры до упора его удлинителя в пробку корпуса, после чего создаст необходимое давление тормозной жидкости в контуре задних колес для затормаживания автомобиля.

При неисправностях в любом из контуров увеличивается свободный ход педали тормоза и время срабатывания тормозов, но обеспечивается эффективное торможение автомобиля. При

попадании воздуха в оба контура одновременно можно увеличить эффективность торможений путем повторных нажатий на педаль тормоза. В этом случае при быстром отпускании педали и создании разрежения под поршнями жидкость из бачка через перепускные отверстия *B* поступит в рабочие полости главного цилиндра, и повторное нажатие на педаль увеличит эффективность действия тормозов.

При повреждении обоих контуров и утечке жидкости для остановки автомобиля нужно воспользоваться стояночным тормозом и тормозными свойствами двигателя.

*Сигнальное устройство.* Для контроля за исправностью контуров тормозного привода служит сигнальное устройство. Состоит из корпуса, в котором выполнены штуцеры для подвода и отвода тормозной жидкости отдельно от каждого контура, и поршней. Поршни находятся в канале корпуса и уплотнены резиновыми кольцами. Между поршнями установлен шарик, удерживающий контакты датчика-сигнализатора в разомкнутом состоянии. Датчик соединен с сигнализатором, расположенным на щитке приборов в кабине водителя.

При исправных контурах жидкость проходит через каналы сигнального устройства и создает одинаковое давление на поршни, которые при этом удерживают шарик в среднем положении, и контакты датчика разомкнуты.

В случае повреждения одного из контуров давление тормозной жидкости в нем уменьшается. Под действием более высокого давления в другом, исправном, контуре поршень исправного контура в сигнальном устройстве начинает перемещаться в сторону меньшего давления и выдавливает шарик *З* из гнезда. Контакты датчика замыкаются, и на щитке приборов загорается красная лампочка предупреждающая водителя о возникшей неисправности в приводе тормозов.

После обнаружения и устранения неисправности поврежденный контур необходимо прокачать для удаления воздуха.

*Регулятор давления.* На автомобилях малой грузоподъемности и легковых, а также на некоторых автобусах устанавливается регулятор давления. Он корректирует давление тормозной жидкости, поступающей к тормозным механизмам задних колес, в зависимости от загрузки автомобиля, предотвращая этим занос автомобиля при резком торможении.

Регулятор давления состоит из корпуса, внутри которого установлена гильза и ввернута втулка. Внутри них перемещается ступенчатый поршень. Выходящая наружу головка поршня защищена от пыли и грязи защитным чехлом. У автомобиля ГАЗ-2705 регулятор крепится к левому лонжерону рамы через кронштейн, а с помощью пружины и стойки соединен с задним мостом. Эта пружина одним своим концом через рычаг действует на наружный конец поршня, а другим концом через стойку соединена с кронштейном заднего моста. В начале торможения давление жидкости в полостях и //одинаково, так как жидкость свободно проходит через открытый управляющим конусом шариковый клапан. Когда давление жидкости в полости окажется больше давления в полости, поршень переместится наружу. Управляющий конус освободит шариковый клапан, и он переместится в седло гильзы, разобшив полости. Нарастание давления в полости, а следовательно, и в задних тормозных механизмах, будет медленнее, чем в полости. При растормаживании автомобиля давление в полости уменьшится, поршень вернется в исходное положение, управляющий конус поднимет шарик, и давление в обеих полостях выровняется. Колесные рабочие цилиндры. Эти цилиндры могут приводить в работу обе колодки или только одну, иметь специальное устройство для автоматического регулирования зазора между тормозными колодками и барабаном или такого устройства не иметь, тогда регулировка производится вручную. Колесный цилиндр состоит из корпуса, внутри которого перемещаются два поршня, уплотненные резиновыми уплотнителями. Поршни изготовлены из алюминиевого сплава, для предохранения от повреждения концами колодок в них запрессованы стальные наконечники. Между поршнями установлена пружина с опорными чашками. Для подсоединения гибкого шланга в корпусе имеется специальное отверстие с резьбой. Для удаления воздуха (прокачки тормозов) имеется штуцер выпуска, закрываемый резиновым колпачком.

При торможении автомобиля жидкость через штуцер поступает внутрь цилиндра между поршнями, под давлением они раздвигаются и прижимают тормозные колодки к барабанам.

В колесных цилиндрах для автоматического регулирования зазора на поршнях имеется *приспособление для автоматического*

*регулирования зазора.* Оно состоит из двух разрезных колец, установленных в цилиндре с большим натягом. В кольцах нарезана резьба с шириной канавки 3,5 мм. В эту резьбу ввернуты поршни, имеющие резьбу, но с шириной канавки 1,5 мм. Таким образом, поршень может перемещаться в осевом направлении на 2 мм, что соответствует нормальному зазору между накладками колодок и тормозными барабанами. При износе этих деталей двухмиллиметровый ход поршня уже не обеспечивает прилегания колодок к барабану, поэтому при очередном торможении поршень потянет за собой кольцо. При растормаживании сила стяжной пружины колодок оказывается недостаточна для обратного перемещения кольца. Перемещением кольца в новое положение достигается автоматическая установка необходимого зазора между фрикционными накладками тормозных колодок и барабаном.

Усилители тормозного привода

Для облегчения торможения автомобиля с гидравлическим тормозным приводом применяют гидровакуумные, вакуумные и пневматические усилители.

Гидровакуумные усилители. Такие усилители применяют на автомобилях семейства ГАЗ-3307, микроавтобусах «РАФ» и некоторых других. Их тормозные системы выполнены по двухконтурной схеме, поэтому в каждый контур включен отдельный гидровакуумный усилитель.

Гидровакуумный усилитель состоит из трех основных частей:

- вакуумной камеры;
- гидравлического цилиндра усилителя;
- клапана управления.

Вакуумная камера состоит из корпуса, между двумя частями которого закреплена диафрагма (мембрана). К центру диафрагмы присоединен толкатель поршня, а чтобы толкатель не прорвал диафрагму, по обе ее стороны уложены предохранительные тарелки. В исходное положение диафрагма возвращается конической пружинной. Полость слева от диафрагмы условно называется полостью атмосферного давления, а справа – полостью разрежения. К корпусу вакуумной камеры прикреплен гидравлический цилиндр усилителя.

Внутри гидравлического цилиндра находится поршень,

уплотненный резиновой манжетой. В центр поршня встроен шариковый клапан с пружиной, зафиксированной шпилькой. Поршень с толкателем соединены шпилькой. Шпилька в отверстия поршня запрессовывается с легким натягом, а вот отверстие для этой шпильки в толкателе сделано значительно большего диаметра, благодаря чему поршень имеет некоторую свободу перемещения относительно толкателя. На конце толкателя выполнена прорезь, в которую свободно входит толкатель шарикового клапана. Толкатель поршня уплотнен в цилиндре направляющими втулками и сальниками, предотвращающими выход тормозной жидкости в полость разрежения вакуумной камеры. Перед втулками установлена упорная шайба. При возврате диафрагмы с толкателем ножки толкателя клапана упираются в шайбу и открывают шариковый клапан.

В цилиндр усилителя тормозная жидкость поступает из главного тормозного цилиндра через штуцер. В конце *цилиндра* имеется штуцер для выхода жидкости в колесные цилиндры. Для удаления воздуха на цилиндре установлен перепускной клапан, закрытый резиновым колпачком. Заодно с корпусом гидравлического цилиндра усилителя отлит корпус клапана управления.

Клапан управления состоит из нижней и верхней частей корпуса, между которыми установлена диафрагма, соединенная с фланцем поршня клапана управления. Сам поршень находится в канале, соединяющем клапан управления с гидравлическим цилиндром. Во фланце поршня устроено гнездо вакуумного клапана, который жестко закреплен на одном конце стержня. На другом конце этого стержня закреплен атмосферный клапан. Гнездом для него служит отверстие в перегородке корпуса клапана. Атмосферный клапан нагружен пружиной и закрыт крышкой корпуса. Диафрагма клапана также нагружена пружиной. Внутренняя полость клапана управления соединяется шлангом с полостью атмосферного давления вакуумной камеры. К атмосферному клапану подведен шланг от воздухоочистителя. Полость *IV* соединяется шлангом с впускной трубой двигателя через обратный пластинчатый клапан.

После запуска двигателя разрежение из впускной трубы через обратный клапан и вакуумный баллон передается в полость *IV* вакуумной камеры. Отсюда через канал в корпусе кла-

пана управления и открытый вакуумный клапан разрежение передается из полости *II* в полость *I*, а оттуда в полость *III* вакуумной камеры. Во всех частях усилителя до самого начала торможения поддерживается разрежение.

При нажатии на педаль тормоза жидкость из главного тормозного цилиндра под давлением поступает в цилиндр усилителя. Через открытый шариковый клапан жидкость поступает в колесные цилиндры. Давление в них возрастает и начинается торможение, но одновременно увеличивается давление на поршень клапана управления. Под действием этого давления поршень начинает подниматься к клапану и закрывает его. При дальнейшем поднятии поршня усилие через клапан и стержень передается на атмосферный клапан, и он открывается. Под действием разрежения атмосферный воздух проходит через воздушный фильтр, атмосферный клапан и по шлангу поступает в полость атмосферного давления вакуумной камеры (на рисунке слева). Давление начинает возрастать, под действием этого давления диафрагма, сжимая пружину, прогибается и толкателем начинает перемещать поршень. Толкатель клапана отходит от упорной шайбы, и шариковый клапан под давлением своей пружины закрывается. Дальнейшее передвижение поршня способствует вытеснению тормозной жидкости в колесные цилиндры и усилению торможения автомобиля.

Торможение автомобиля осуществляется с различной интенсивностью, поэтому усилитель должен включаться в работу в зависимости от усилия, приложенного к тормозной педали. Так, если водитель удерживает педаль в каком-то промежуточном положении, то давление жидкости на поршень будет постоянным, а давление сверху на диафрагму будет изменяться. С одной стороны, на подъем поршня работает только давление жидкости, а с другой – поршень стремится опустить пружины, разрежение, действующее на диафрагму снизу, а также давление воздуха, поступающего в полость атмосферного давления вакуумной камеры. Когда суммарное воздействие этих сил окажется больше давления жидкости на поршень, поршень начнет опускаться, а вместе с ним будут опускаться диафрагма и клапаны. При опускании атмосферный клапан прижмется к своему седлу и закроет доступ воздуха в усилитель. Вместе с этим прекратится давление



пружины атмосферного клапана на поршень. Оставшихся трех сил недостаточно, чтобы, преодолевая давление жидкости, продолжать опускать поршень. Он остановится, а вакуумный клапан б открыться не успеет. Дальнейшее поступление воздуха в полость атмосферного давления вакуумной камеры прекратится, диафрагма остановится, следовательно, остановится и поршень гидравлического цилиндра. После этого торможение будет осуществляться с постоянной силой.

При отпускании педали тормоза давление жидкости на поршень падает. Под действием давления пружины диафрагма опустится и откроет вакуумный клапан. Под действием разрежения во впускной трубе воздух из полости атмосферного давления вакуумной камеры уйдет в цилиндры двигателя. Давление на диафрагму уменьшится, и она под действием пружины начнет возвращаться в исходное положение, возвращая в исходное положение и поршень. Когда поршень будет подходить к своему исходному положению, толкатель ножками упрется в упорную шайбу, остановится и откроет шариковый клапан. После этого жидкость из колесных цилиндров вернется в главный тормозной цилиндр, и торможение прекратится.

Гидровакуумный усилитель работает только при наличии разрежения в вакуумной камере, т.е. при работающем двигателе. В случае внезапной остановки двигателя работа гидроусилителя обеспечивается обратным пластинчатым клапаном. Он автоматически закрывается, сохранив в вакуумной камере разрежение, достаточное для выполнения одного-двух торможений с помощью усилителя. После этого торможение будет осуществляться за счет мускульной силы водителя.

Вакуумные усилители тормозов. Для уменьшения усилия, прикладываемого к тормозной педали, между ней и главным тормозным цилиндром устанавливают двухкамерный вакуумный усилитель, срабатывающий от разрежения во впускной трубе двигателя. Он крепится к переходному кронштейну четырьмя болтами с пружинными шайбами, а кронштейн крепится к щитку передка.

Вакуумный усилитель состоит из корпуса и крышки корпуса. Корпус клапанов находится в корпусе усилителя. К корпусу клапанов болтами крепятся поршень, диафрагма и соединитель поршней. Диафрагма крепится к корпусу крышкой первич-

ной камеры. Поршень и диафрагма закреплены на резьбовом конце соединителя при помощи гайки. Под диафрагмой установлена коническая пружина. Толкатель с поршнем и воздушным фильтром фиксируется в корпусе клапанов двумя винтами. В толкатель ввернут регулировочный болт с контргайкой. В поршне установлена реактивная шайба, через которую на болт передается суммарное усилие от толкателя, связанного с тормозной педалью, и от обоих поршней усилителя.

Для обеспечения растормаживания системы необходим зазор между регулировочным болтом и первичным поршнем главного тормозного цилиндра. Этот зазор, равный 1,35... 1,65 мм, должен находиться между головкой регулировочного болта и привалочной плоскостью крышки вакуумного усилителя.

При работающем двигателе разрежение из впускной трубы через шланг и обратный клапан передается в полость, затем через отверстие в соединителе поршней в полость. Когда педаль тормоза не нажата, через отверстие в корт се клапанов разрежение передается и в полости. Поскольку во всех полостях поддерживается одинаковое разрежение, то поршни с диафрагмами под действием пружины прижаты в крайнее правое положение, показанное на рисунке. Диафрагма прижата своей пружинкой к корпусу клапанов и таким образом препятствует проникновению атмосферного воздуха в полости.

При затормаживании автомобиля поршень с толкателем перемещаются вперед, перекрывая в начале своего хода доступ разрежению в полости. Затем поршень перемещает диафрагму, и атмосферный воздух поступает в полости и через фильтр и каналы в корпусе клапанов. В полостях возникает разность давлений, поэтому поршни с диафрагмами перемещаются по рисунку влево, передавая через реактивную шайбу усилие на толкатель. Усилие от педали передается через толкатель с поршнем и реактивную шайбу) на выходной толкатель, который перемещает поршни в главном тормозном цилиндре и производит торможение колес автомобиля.

При отпуске педали поршень отходит от диафрагмы клапанов, и она перемещается на седло в корпусе. Образуется торцевой зазор между поршнем и диафрагмой, через который разрежение передается в полости. Теперь полости сообщаются

между собой, поршни под действием диафрагмы приходят в исходное положение, и торможение прекращается.

В случае остановки двигателя обратный клапан задержит в усилителе разрежение, которого хватит на два-три эффективных торможения, после чего эффективность торможения будет зависеть от силы водителя автомобиля.

Тормозная система автобуса ПАЗ-3205

Пневмогидравлический привод тормозов. На автобусе применены пневмогидравлический привод тормозов, независимые друг от друга рабочие и стояночные тормоза, а также компрессор.

Рабочие тормоза имеют отдельный привод на передние и задние колеса. В каждый контур включены пневматические усилители. Такое устройство обеспечивает торможение и остановку автобуса в случае повреждения одного из контуров тормозной системы. В случае отказа обоих контуров можно использовать стояночный тормоз, который воздействует на задние колеса автобуса.

Компрессор. Автобус оборудован одноцилиндровым компрессором, предназначенным для сжатия воздуха, которым питаются агрегаты пневматической части привода тормозов.

Компрессор состоит из картера, в котором на двух шариковых подшипниках вращается коленчатый вал. На переднем конце коленчатого вала шпонкой закреплен шкив в сборе со ступицей. К шатунной шейке *вала* присоединен шатун. В качестве подшипников для шатуна применяются биметаллические вкладыши. К шатуну при помощи пальца плавающего типа присоединен поршень, имеющий два компрессионных и одно маслоъемное кольцо. В головке компрессора имеются впускной и выпускной клапаны. Шатунные подшипники смазываются под давлением маслом, подающимся из смазочной системы двигателя. Охлаждение цилиндра компрессора воздушное.

Работает компрессор по двухтактной схеме. При движении поршня вниз в цилиндре создается разрежение, и в него через впускной клапан поступает воздух, предварительно очищенный фильтром. При движении поршня вверх впускной клапан закрывается, возникает давление воздуха, открывается выпускной клапан и сжатый воздух передается в ресиверы.

Влагомаслоотделитель. Для охлаждения сжатого воздуха, отделения от него капель воды и масла и автоматического слива

их при разгрузке компрессора служит влагомаслоотделитель. Он состоит из радиатора и собственно влагомаслоотделителя, соединенных фланцем. Радиатор представляет собой свернутую змеевиком алюминиевую трубку, оребренную снаружи для увеличения площади охлаждения.

Сжатый воздух из компрессора через штуцер, охладившись в радиаторе, поступает в корпус влагомаслоотделителя. Внутри корпуса воздух проходит через три направляющих диска, которые несколько раз изменяют направление его движения, в результате чего воздух приобретает круговое вращение. Затем воздух проходит через фильтр и по каналу радиатора отводится в пневмосистему. Диафрагма и стакан под давлением сжатого воздуха находятся в нижнем положении. Между ними имеется зазор, через который конденсат стекает в стакан-отстойник. Клапан закрыт, сливное отверстие прикрито.

При включении регулятора давления в результате падения давления стакан и диафрагма перемещаются пружиной клапана вверх. Клапан отходит от своего гнезда, открывает сливное отверстие, и весь конденсат выходит наружу.

В случае замерзания радиатора сжатый воздух, минуя радиатор, поступает в пневмосистему через клапан.

Регулятор давления. Для поддержания в пневмосистеме тормозов рабочего давления 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>) с допустимыми отклонениями предназначен регулятор давления.

Работает он следующим образом. Сжатый воздух от компрессора через вывод, фильтр, канал и обратный клапан поступает к выводу III и в ресиверы (воздушные баллоны). Одновременно по каналу сжатый воздух проходит в полость B под поршнем с пружиной.

Выпускной клапан, соединяющий полость над разгрузочным поршнем с атмосферой, открыт. Впускной клапан под действием толкателя и пружины закрыт. Закрыт также и разгрузочный клапан. При этом сжатый воздух из компрессора поступает в ресиверы.

Если давление в ресиверах достигнет величины 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>), то поршень 7 поднимается вверх, преодолевая сопротивление пружины, закрывает выпускной клапан и открывает впускной клапан. Сжатый воздух через клапан поступает к раз-

грузочному поршню и открывает клапан, выпуская сжатый воздух в атмосферу.

При падении давления в выводе полости  $B$  до 0,65 МПа ( $6,5 \text{ кгс/см}^2$ ) поршень пружиной переместится вниз. Впускной клапан закроется, выпускной клапан откроется. Разгрузочный поршень под действием пружины поднимется, клапан закроется, и компрессор начнет нагнетать воздух в ресиверы. Клапан является одновременно и предохранительным.

Если по какой-либо причине регулятор не срабатывает при давлении 0,8 МПа ( $8 \text{ кгс/см}^2$ ), то при давлении 1,0... 1,35 МПа ( $10... 13,5 \text{ кгс/см}^2$ ) клапан откроется, преодолев давление пружин, и выпустит часть сжатого воздуха в атмосферу. На регуляторе имеется клапан, служащий для отбора сжатого воздуха, например для накачки шин. Клапан закрывается колпачком.

Противозамерзатель. Для предотвращения замерзания конденсата в холодное время года между регулятором давления и ресиверами устанавливается противозамерзатель. Основными его частями являются корпус, на котором закреплен цилиндр насоса с обратным клапаном. В цилиндр насоса входит шток с резиновой манжетой. В цилиндре имеются входные отверстия из резервуара. Шток нагружен возвратной пружиной. Насос приводится в действие толкателем с рукояткой. Резервуар закрыт крышкой. При помощи противозамерзателя производится впрыскивание спирта в трубопровод тормозной системы. Подача спирта трубопровод пневмосистемы производится перед началом работы автобуса при неработающем двигателе путем нажатия на рукоятку толкателя примерно 7–10 раз. В течение рабочей смены эту операцию необходимо повторить 3 – 5 раз. Регулятор тормозных сил. Для автоматического регулирования давления сжатого воздуха, подводимого к пневматическим усилителям, в зависимости от действующей осевой нагрузки автобуса служит регулятор, который устанавливается на лонжероне основания.

Рычаг регулятора при помощи штанги соединяется с упругим элементом кронштейна на картере заднего моста. При торможении автобуса сжатый воздух из тормозного крана подводится к выводу регулятора, давит сверху на поршень, и он перемещается вниз. Одновременно сжатый воздух по трубке подается под поршень, перемещая его вверх. Поднимаясь, он

прижимается к толкателю и шаровой пяте. Пята вместе с рычагом находится в положении, которое зависит от нагрузки на ось автобуса. При перемещении поршня вниз клапан прижимается к выпускному седлу толкателя, затем клапан отрывается от седла в поршне, и сжатый воздух из вывода поступает в вывод и идет к тормозным камерам.

Одновременно сжатый воздух через кольцевой зазор между поршнем и направляющей поступает в полость  $A$  под диафрагму, которая давит на поршень снизу. При достижении в выводе давления, отношение которого к давлению в выводе соответствует отношению активных площадей верхней и нижней сторон поршня, последний поднимается вверх до соприкосновения клапана с впускным седлом поршня. Поступление сжатого воздуха из вывода в вывод прекращается. Таким образом, осуществляется следящая функция регулятора.

Активная площадь верхней стороны поршня остается всегда постоянной, а активная площадь нижней стороны меняется из-за изменения взаимного расположения наклонных ребер движущегося поршня и неподвижной вставки. В свою очередь, положение рычага зависит от прогиба подвески, т.е. от взаимного расположения балки моста и рамы автобуса. Чем ниже опускаются рычаг, пята и поршень, тем большая площадь ребер входит в контакт с диафрагмой, т.е. больше становится активная площадь поршня снизу. Поэтому при крайнем нижнем положении толкателя, что соответствует минимальной осевой нагрузке, разность давлений сжатого воздуха в выводах и наибольшая, а при крайнем верхнем положении толкателя, что соответствует максимальной осевой нагрузке, эти давления выравниваются. Таким образом, регулятор тормозных сил автоматически поддерживает в выводе давление, обеспечивающее необходимую тормозную силу, пропорциональную осевой нагрузке.

При растормаживании автобуса давление в выводе уменьшается, и поршень под давлением сжатого воздуха перемещается вверх, отрывая клапан от выпускного седла толкателя. Сжатый воздух из вывода выходит через отверстие толкателя и вывод в атмосферу, отжимая при этом края резинового клапана.

Одинарный защитный клапан. Для питания отдельных контуров тормозной системы и поддержания давления не ниже

0,55 МПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>) в случае их повреждения используется одинарный защитный клапан.

Клапан состоит из корпуса и крышки корпуса, между которыми закреплена диафрагма. Давлением пружин через поршень б диафрагма опускается вниз, закрывая канал в корпусе. В корпусе установлен обратный клапан с пружиной.

Корпус клапана разделен перегородкой на две части и имеет два вывода. Вывод соединен с компрессором, вывод – с воздушным баллоном. Под диафрагмой в корпусе имеется кольцевая выточка *a*, которая через отверстие в корпусе соединяется с выводом, а через сверление в перегородке – с выводом. Со стороны вывода установлен обратный клапан. Диафрагма одновременно выполняет функции перепускного клапана. Защитные клапаны отрегулированы таким образом, что в первую очередь заполняются баллоны контуров рабочих тормозов и только после них заполняется сжатым воздухом баллон контура управления пассажирскими дверями. Для регулировки клапанов имеется регулировочный винт с контргайкой, который через тарелку воздействует на пружины.

При отсутствии давления поршень, выполняющий функции перепускного клапана, и обратный клапан закрыты.

После запуска двигателя и начала работы компрессора давление воздуха начинает возрастать, и, когда оно достигает величины 0,55 МПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>), диафрагма поднимается, сжимая пружины. Сжатый воздух проходит через канал, поступает к обратному клапану, открывает его, сжимая пружину клапана, и через вывод наполняет воздушный баллон соответствующего контура рабочих тормозов или контура управления пассажирскими дверями. В таком положении клапаны будут находиться все время, пока давление в приводе будет выше 0,55 МПа.

Если произойдет повреждение привода или остановится двигатель и давление упадет ниже 0,55 МПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>), то под действием пружин закроются оба клапана, и в системе сохранится сжатый воздух, которого хватит для двух-трех торможений автобуса с помощью усилителей, а также для открывания пассажирских дверей. После того как воздух будет израсходован, остановить автобус можно только стояночным тормозом, который имеет механический привод и действует на задние колеса.

Воздушные баллоны. На автобусе установлено три воздушных баллона (ресивера). Воздушный баллон предназначен для работы контура передних колес, баллон – для питания контура задних колес и баллон – для управления пассажирскими дверями. Баллоны снабжены клапанами для слива конденсата. Баллоны имеют пневмоэлектрические датчики сигнальной лампы, расположенной на щитке приборов. Сигнальная лампа включается при уменьшении давления воздуха в том или ином контуре ниже 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>).

Давление в воздушных баллонах тормозного привода контролируется манометром, который имеет две шкалы и показывает давление воздуха в каждом контуре тормозов отдельно. Манометр установлен на щитке приборов в кабине водителя.

Тормозной кран. На автобусах ПАЭ-3205 установлен двухсекционный тормозной кран, предназначенный для отдельного управления тормозными контурами задних и передних колес. Каждый контур имеет независимую секцию в кране. Секции расположены последовательно.

Тормозной кран состоит из верхнего и нижнего корпусов. Выводы I и II верхнего и нижнего корпусов соединены с воздушными баллонами контуров задних и передних тормозов, а выводы III и IV – с пневматическими камерами усилителей тормозов контуров задней и передней осей автобуса.

При опущенной педали тормоза тормозной кран через клапан верхней секции сообщает тормозные пневматические камеры усилителей с атмосферой. Поршень под действием пружины занимает крайнее верхнее положение, при котором вывод сообщается с атмосферой. Вывод с выводом вывод выводом разобщены.

При затормаживании автобуса водитель нажимает на педаль тормоза, и рычаг, поворачиваясь на оси, роликом давит на толкатель. Тот, в свою очередь, через тарелку пружины сжимает демпфер и передвигает поршень вниз. Этот поршень, перемещаясь, сжимает пружину, открывает выпускное седло, разобщая вывод с атмосферой, и отрывает клапан от седла.

Сжатый воздух через вывод, открытый клапан и вывод поступает в пневматическую камеру усилителя контура колес задней оси. Воздух будет поступать до тех пор, пока сила нажа-



тия на рычаг не уравнивается с давлением воздуха на поршень. Таким образом, этот процесс оказывает следящее воздействие, благодаря чему величина тормозного эффекта зависит от силы, приложенной к педали тормоза. При этом сжатый воздух через отверстие в выводе III подается в надпоршневое пространство большого поршня, который под действием этого давления перемещается вниз и, сжимая пружину, опускает вниз малый поршень. Малый поршень закрывает выпускное окно, и одновременно вывод разобщается с атмосферой, в результате чего клапан отрывается от седла. Сжатый воздух через вывод и открытый клапан поступит к выводу, а затем к пневматической камере усилителя тормозного контура передней оси. Сжатый воздух, находящийся под поршнями, уравнивает силу, действующую на поршень сверху. В выводе устанавливается давление, соответствующее усилию нажатия на рычаг. Таким образом, осуществляется следящее действие.

При прекращении торможения пружина перемещает вверх поршень верхней секции, и клапан прижимается к седлу. Поршень, продолжая двигаться, открывает выпускное окно, вывод сообщается с атмосферой, клапан прижимается к седлу, выпускное окно открывается, и воздух через вывод уходит в атмосферу.

Пневматический усилитель тормозов. На автобусе установлены два пневматических усилителя тормозов. Один обеспечивает работу контура тормозов передней оси, второй – задней оси. Управляет ими один тормозной кран.

Пневмоусилитель состоит из корпуса и крышки, между ними установлена диафрагма. Корпус с крышкой стягиваются хомутом. Для очистки атмосферного воздуха, поступающего под диафрагму, служит воздушный фильтр. К диафрагме крепится шток с опорной тарелкой. В исходное положение диафрагма возвращается конической пружиной. В шток ввернут толкатель с контргайкой. Зазор между штоком пневмоусилителя и поршнем главного тормозного цилиндра регулируется изменением длины толкателя. Он должен быть в пределах 0,5...2,0 мм. Для обеспечения этого зазора толкатель должен выступать над корпусом пневмоусилителя на 0,2...0,3 мм. На корпусе пневмоусилителя установлен клапан контрольного вывода.

Для контроля за работой пневмоусилителя на его корпусе

установлен выключатель контрольной лампы, установленной на щитке приборов в кабине водителя. В случае разрыва трубопровода, при появлении воздуха в гидравлической части привода, при больших зазорах между накладками тормозных колодок и барабаном увеличивается ход штока пневмоусилителя выше допустимой величины. В результате опорный фланец штока под давлением диафрагмы нажмет на шток выключателя. Передвигаясь, шток вытеснит шарик из кольцевой проточки штока и замкнет контакты. На щитке приборов загорится сигнальная лампочка. После устранения неисправности необходимо в обязательном порядке нажать на головку штока и вернуть его в исходное положение. Сигнальная лампа после этого погаснет.

Главный тормозной цилиндр. На автобусе установлены два главных тормозных цилиндра, каждый из которых обслуживает один тормозной контур. Крепятся они к пневматическим камерам усилителя тормозов. Основными частями цилиндра являются картер, внутри которого находится поршень, уплотненный резиновыми кольцами. Поршень имеет головку, свободно установленную на штоке. Между головкой и поршнем имеется уплотнительная резиновая прокладка. Головка прижимается к поршню пружиной. Ход головки ограничивается упорным болтом. Жидкость в цилиндр подводится через штуцер. Для выпуска жидкости из цилиндра имеется клапан избыточного давления.

При нажатии на тормозную педаль сжатый воздух через кран управления по шлангу подается через штуцер под крышку пневмоусилителя. Под давлением сжатого воздуха диафрагма (мембрана) передвигается, сжимая пружину, и штоком через толкатель перемещает поршень. Поршень отходит от упорного болта, и при этом головка поршня пружиной прижимается к поршню. Резиновая прокладка перекрывает лабиринт, по которому тормозная жидкость из резервуара поступала внутрь картера главного цилиндра. При дальнейшем движении поршень вытесняет тормозную жидкость через клапан избыточного давления в колесные цилиндры и происходит затормаживание автомобиля.

При отпускании тормозной педали сжатый воздух из пневматического усилителя через кран управления выходит в атмосферу.

Коническая пружина возвращает в исходное положение

мембрану. Толкатель штока мембраны освобождает поршень, и он под действием пружины возвращается в первоначальное положение. При возврате поршня его головка упирается в упорный болт и останавливается чуть раньше, чем поршень. Благодаря этому образуется лабиринт, сообщающий резервуар с запасом тормозной жидкости с рабочей полостью картера главного цилиндра. Жидкость из рабочих колесных цилиндров не успевает вернуться в главный цилиндр так же быстро, как возвращается в исходное положение поршень, и под ним образуется разрежение. Под действием этого разрежения жидкость из резервуара проходит по лабиринту и заполняет рабочую полость главного цилиндра. Когда начнет возвращаться жидкость из колесных цилиндров, ее излишки через лабиринт вернутся в резервуар.

В результате работы клапана избыточного давления в гидравлической системе тормозов после растормаживания автомобиля оказывается остаточное давление 50...80 кПа (0,5...0,8 кгс/см<sup>2</sup>).

Бачок главных тормозных цилиндров представляет собой полиэтиленовый резервуар для запаса тормозной жидкости. Расположен он на передней панели поперечного воздуховода под капотом крепится специальным хомутом. Уровень жидкости в бачке должен быть на 5... 10 мм выше пояса крепления бачка.

Для контроля работы тормозной системы на щитке приборов имеются контрольная лампа «Воздух» и контрольная лампа «Неисправность рабочих тормозов». Первая загорается, если хотя бы в одном воздушном баллоне давление снизится ниже 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>), а вторая – при увеличении хода штока пневматического усилителя больше допустимой величины. Работа автобуса с неисправной тормозной системой запрещается.

Многоконтурный пневматический тормозной привод

Увеличение интенсивности движения на дорогах и возросшие скорости ужесточают требования к тормозным системам автомобилей и автопоездов. Они регламентируются международными требованиями, государственными стандартами и отраслевыми нормативными документами.

Пневматические тормозные системы отечественных автомобилей не уступают, а по некоторым параметрам превосходят тормозные системы современных автомобилей ведущих зарубежных фирм.

Пневматический тормозной привод имеет пять независимых контуров:

- контур тормозных механизмов передних колес;
- контур тормозных механизмов задних колес;
- контур стояночной и запасной тормозных систем, а также комбинированного привода тормозов прицепа;
- контур вспомогательной тормозной системы и питания других пневматических систем автомобиля;
- контур аварийного растормаживания.

Схема прохождения сжатого воздуха такова-сжатый воздух из компрессора через регулятор давления и предохранитель от замерзания конденсата поступает в конденсационный воздушный баллон, затем в блок, состоящий из двойного и тройного защитных клапанов. От них сжатый воздух распределяется по тормозным контурам. В воздушных баллонах имеются краны для слива конденсата. Во все контуры встроены пневматические датчики световых сигнализаторов аварийного падения давления сжатого воздуха. Тормозные контуры передних и задних рабочих тормозов снабжены двухстрелочным манометром для контроля за давлением воздуха.

Для контроля работы тормозных систем в различных точках привода установлены клапаны контрольных выводов, к которым можно подключить переносной манометр. Ниже перечислены приборы и устройства, входящие в каждый контур.

*Контур передних тормозов:* воздушный баллон, датчик падения давления, нижняя секция тормозного крана, клапан ограничения давления, клапан контрольного вывода и тормозные камеры.

*Контур задних колес (задней тележки):* воздушный баллон, датчик падения давления, верхняя секция двухсекционного крана рабочей тормозной системы, регулятор тормозных сил с упругим элементом, клапан контрольного вывода и тормозные камеры задних колес с энергоаккумуляторами.

*Контур:* воздушный баллон стояночной тормозной системы, датчик падения давления в тормозной системе, тормозной кран стояночной тормозной системы, датчик сигнала торможения, ускорительный клапан, два двухмагистральных перепускных клапана, клапан быстрого растормаживания, клапан кон-

трольного вывода, тормозные камеры задних колес, одинарный защитный клапан, клапан управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом, две автоматические соединительные головки, одна соединительная головка типа А, а также датчик сигнала торможения, включающий сигнал торможения при работе любой тормозной системы.

*Контур вспомогательной тормозной системы и питания других пневматических систем автомобиля:* воздушный баллон, датчик падения давления, кнопочный кран включения вспомогательной тормозной системы, два пневматических цилиндра, датчик сигнала торможения, клапан контрольного вывода и воздухораспределитель для снабжения сжатым воздухом пневмогидравлического усилителя сцепления, переключатель демультипликатора и других потребителей сжатого воздуха.

*Контур V аварийного растормаживания:* кнопочный кран аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

При движении автомобиля и отпущенной педали тормоза тормозная система находится в следующем состоянии:

воздушные баллоны заполнены сжатым воздухом;

от воздушных баллонов сжатый воздух подведен к секциям тормозного крана рабочей тормозной системы, к тормозному крану стояночной тормозной системы, крану аварийного растормаживания, к ускорительному клапану и одинарному защитному клапану;

от ускорительного клапана через двухмагистральные перепускные клапаны сжатый воздух подведен к цилиндрам тормозных камер задних колес, пружины которых под действием воздуха находятся в сжатом состоянии;

от одинарного защитного клапана сжатый воздух подведен к клапанам управления тормозами прицепа с однопроводным и двухпроводным приводами и к автоматической соединительной головке, питающей магистрали двухпроводного привода, а от клапана управления тормозами прицепа с однопроводным приводом – к соединительной головке типа А;

тормозная педаль находится в верхнем положении;

рукоятка тормозного крана стояночной тормозной системы находится в крайнем переднем положении;

соединительные головки закрыты крышками.

Если автомобиль сцеплен с прицепом, то сжатый воздух поступает и в тормозную систему прицепа.

Приборы пневматического привода тормозов. *Компрессор* является источником сжатого воздуха для питания тормозных систем автомобиля, прицепа или полуприцепа, а также приборов, работающих на сжатом воздухе. На автомобилях семейств ЗИЛ и КамАЗ применяются двухцилиндровые компрессоры.

Компрессор состоит из картера и блока цилиндров, закрытого головкой цилиндров. Между блоком цилиндров и головкой уложена уплотнительная прокладка. В картере в двух шариковых подшипниках вращается коленчатый вал. Шатуны на шатунных шейках коленчатого вала установлены на вкладышах. К верхним головкам шатунов при помощи плавающих пальцев присоединены поршни. На поршнях имеются два компрессионных и одно масляесъемное кольцо. В головке цилиндров установлены пластинчатые впускные и выпускные клапаны с пружинами.

При такте впуска воздух из воздушного фильтра через впускной клапан поступает в цилиндр, а затем при такте сжатия вытесняется через нагнетательный клапан в магистраль пневматического привода.

У двигателей семейства ЗИЛ блок цилиндров имеет воздушное охлаждение, а головка цилиндров охлаждается жидкостью из системы охлаждения двигателя. Головка блока и блок цилиндров компрессора семейства КамАЗ имеют жидкостное охлаждение.

Масло к трущимся поверхностям компрессора подается из масляной магистрали двигателя через уплотнитель и далее по каналам коленчатого вала к шатунам и подшипникам. Подшипники коленчатого вала, поршневые пальцы и стенки цилиндров смазываются разбрызгиванием, и затем масло стекает в поддон картера двигателя.

*Регулятор давления* предназначен для автоматического регулирования давления в пневматической системе в пределах 0,65...0,8 МПа (6,5...8,0 кгс/см<sup>2</sup>), а также для защиты агрегатов пневматического привода от загрязнения маслом и чрезмерного повышения давления при выходе из строя регулирующего устройства.

Сжатый воздух от компрессора через вывод регулятора,

фильтр, канал и обратный клапан поступает к выводу и в воздушные баллоны. Одновременно сжатый воздух по каналу проходит в полость  $B$  под поршнем, на который воздействует пружина. Выпускной клапан, соединяющий полость над разгрузочным поршнем с атмосферой через вывод, открыт. Впускной клапан закрыт толкателем. Закрыт и разгрузочный клапан. При таком положении регулятора происходит наполнение баллонов сжатым воздухом.

Если давление воздуха в полости  $B$  достигает величины  $0,65...0,8$  МПа ( $6,5...8,0$  кгс/см<sup>2</sup>), поршень поднимается вверх, сжимая пружину. Толкатель при этом закрывает клапан  $26$ , а впускной клапан открывается, и сжатый воздух поступает в полость. Под его давлением разгрузочный поршень перемещается вниз, разгрузочный клапан открывается, и сжатый воздух из компрессора через вывод выходит в атмосферу. При этом давление в кольцевом канале падает, и обратный клапан закрывается. В такой ситуации компрессор работает в разгрузочном режиме.

Если давление в выводе и полости  $B$  упадет ниже  $0,65$  МПа ( $6,5$  кгс/см<sup>2</sup>), пружина перемещает поршень вниз. Впускной клапан закрывается, а выпускной клапан открывается, сообщая полость  $B$  с окружающей средой через вывод. Пружина поднимает разгрузочный поршень, клапан пружинной закрывается, и компрессор снова нагнетает сжатый воздух в баллон.

Разгрузочный клапан играет и роль предохранительного клапана. Если регулятор не сработает при давлении  $0,8$  МПа ( $8,0$  кгс/см<sup>2</sup>) и давление поднимется до  $1,0... 1,35$  МПа ( $10... 13,5$  кгс/см<sup>2</sup>), то под действием этого давления клапан, преодолевая сопротивление пружин, откроется и выпустит часть сжатого воздуха в атмосферу.

Давление сжатого воздуха в пределах  $0,65...0,8$  МПа ( $6,5... 8,0$  кгс/см<sup>2</sup>) регулируется регулировочным винтом с контргайкой.

*Предохранитель от замерзания* испарительного типа, предназначен для защиты трубопроводов и приборов пневматического тормозного привода от замерзания присутствующего в них конденсата.

Рабочая жидкость, в качестве которой используется этиловый спирт, заливается через отверстие, закрываемое пробкой с указателем уровня. Объем заливаемого спирта –  $0,2$  л. Предо-

хранитель состоит из верхнего и нижнего корпусов, соединенных друг с другом. Сливное отверстие нижнего корпуса закрыто пробкой с уплотнительной прокладкой. В верхнем корпусе установлен жиклер для выравнивания давления воздуха при выключении предохранителя.

При включении предохранителя шток необходимо поднять вверх. При этом сжатый воздух из компрессора проходит мимо фитиля и уносит с собой пары спирта, которые смешиваются с влагой и образуют незамерзающий конденсат. При температуре окружающего воздуха выше °С шток следует опустить в крайнее нижнее положение и зафиксировать поворотом рукоятки. Клапан штока утапливает при этом фитиль, который входит в обойму, и тем самым прекращается испарение спирта.

*Двойной защитный клапан* предназначен: для разделения магистрали, идущей от компрессора, на два самостоятельных контура; автоматического отключения одного из контуров в случае его повреждения или нарушения его герметичности; сохранения сжатого воздуха в обоих контурах в случае повреждения или нарушения герметичности в магистрали, идущей от компрессора.

Если будет поврежден один контур, то другой контур благодаря двойному защитному клапану продолжает работать и даже будет пополняться сжатым воздухом. Сжатый воздух из компрессора поступает через регулятор давления, предохранитель от замерзания и конденсационный баллон в вывод /, отжимает плоские клапаны и через выходы идет в воздушные баллоны соответствующих тормозных контуров.

Если давление в баллонах контуров превысит допустимое, то плоские клапаны закроются, поскольку в такой ситуации регулятор давления отключает пневматическую систему тормозов от компрессора.

При утечке воздуха (например, из вывода поршень и плоский клапан под действием давления в выводе прижимаются к упорному поршню. Ход его ограничивается упорами крышек. Плоский клапан остается прижатым пружиной упорного поршня, пока давление в выводе будет ниже давления, установленно пружиной упорного поршня. И только при давлении в выводе, большем установленного, плоский клапан отрывается от



поршня и дает возможность избыточному воздуху пройти в негерметичный контур.

Двойной защитный клапан при повреждении одного из контуров будет поддерживать в другом контуре давление в пределах 0,56...0,6 МПа (5,6...6,0 кгс/см<sup>2</sup>).

*Тройной защитный клапан* разделяет поток сжатого воздуха от компрессора на два основных и один дополнительный контур и состоит из трех клапанов – по клапану на каждый контур. Назначение клапана: автоматическое отключение одного из контуров в случае его повреждения или нарушения его герметичности и сохранения сжатого воздуха в остальных контурах; сохранение сжатого воздуха во всех контурах в случае повреждения или нарушения герметичности питающей магистрали; питание дополнительного контура от двух основных контуров, пока давление не снизится до заданного уровня.

Клапаны основных контуров установлены внутри правого лонжерона рамы автомобиля и соединены с питающей магистралью, идущей от предохранителя от замерзания.

Сжатый воздух поступает в тройной защитный клапан из подводящей магистрали, и, когда давление достигает величины, заданной усилием пружин, клапаны открываются. Сжатый воздух поступает через выходы в два основных контура. Одновременно сжатый воздух, воздействуя на мембраны, поднимает их. После открытия обратных клапанов сжатый воздух открывает клапан и через вывод поступает в дополнительный контур.

При неисправности в одном из основных контуров клапан этого контура и обратный клапан дополнительного контура закрываются, предотвращая понижение давления в исправном основном и дополнительном контурах. При этом давление сжатого воздуха в исправных контурах поддерживается в пределах 0,55...0,57 МПа (5,5...5,7 кгс/см<sup>2</sup>).

При повреждении дополнительного контура в основных контурах давление будет в пределах 0,5...0,52 МПа (5,0...5,2 кгс/см<sup>2</sup>).

*Двухсекционный тормозной клапан* предназначен для управления механизмами рабочей тормозной системы автомобиля, а также для управления клапанами привода тормозов прицепа. Он расположен на кронштейне, который прикреплен к ле-

вому лонжерону рамы с внутренней стороны, и имеет механический привод. Педаль тормоза через систему тяг и рычагов связана с рычагом тормозного крана. Двухсекционный кран может устанавливаться и на щите передней части кабины.

Тормозной кран имеет две независимые секции, расположенные последовательно (тандемом). Вывод крана соединен с воздушным баллоном передних тормозов, а вывод – с баллоном задних тормозов. Воздух выпускается из крана вниз через вывод.

При нажатии на педаль тормоза усилие через упругий элемент передается на верхний поршень, и он, опускаясь, закрывает выпускное отверстие клапана, а затем отрывает его от седла. Через вывод сжатый воздух поступает в тормозные камеры задних колес до тех пор, пока сила нажатия на толкатель не уравновесится давлением сжатого воздуха на поршень снизу.

За счет повышения давления в выводе сжатый воздух через канал поступает в полость над большим поршнем. Этот поршень имеет большую площадь и уже при небольшом давлении сжатого воздуха начинает перемещаться вниз. Он давит на малый поршень, который при движении закрывает выпускное окно корпуса *II* клапана, клапан отрывается от седла, и сжатый воздух начинает поступать через вывод в тормозные камеры передних колес. Давление в выводе, а также в полости *B* под малым и большим поршнями повышается, и силы, действующие на поршни сверху, уравновешиваются. В выводе устанавливается давление, пропорциональное усилию, приложенному водителем к педали тормоза.

При повреждении контура задних тормозов давление в выводе будет отсутствовать, и усилие от педали тормоза будет передаваться на толкатель малого поршня через шпильку. Таким образом, нижняя секция будет управляться механически, а не пневматически и сохранит свою работоспособность.

Если в результате повреждения давление в выводе контура передних колес автомобиля будет отсутствовать, то верхняя секция тормозного крана будет работать аналогично нижней.

Привод двухсекционного тормозного крана состоит из педали, на которой закреплен ролик. Этот ролик при нажатии на педаль и будет воздействовать на толкатель тормозного крана. Зазор между нажимным роликом и толкателем крана устраняется регулировочным болтом с контргайкой.

*Тормозной кран стояночной тормозной системы* управляет пружинными энергоаккумуляторами тормозных механизмов стояночного и запасного тормозов, а также включает клапаны управления тормозной системой прицепа. Кран расположен в кабине справа от сидения водителя. При торможении воздух выводится из крана в атмосферу через специальный трубопровод.

Во время движения автомобиля, когда стояночная тормозная система отключена, рукоятка крана находится в крайнем переднем положении. Сжатый воздух подводится к выводу. Шток силой пружины опущен вниз, а клапан прижат к седлу штока. Воздух через отверстия в корпусе и поршне следящего устройства поступает из вывода в полость *A*. Далее через отверстие в днище поршня он поступает к выводу, соединенному магистралью с ускорительным клапаном стояночной и запасной тормозных систем.

При повороте рукоятки колпачок штока поворачивается и, скользя по винтовым поверхностям кольца, перемещается вверх, поднимая шток. Седло штока отрывается от клапана, и пружина поднимает клапан до упора в седло поршня. Сжатый воздух теперь не может пройти от вывода к выводу. Из вывода воздух через отверстие в клапане выходит в атмосферу через вывод до тех пор, пока давление воздуха в полости не превысит давления уравновешивающей пружины. Преодолевая усилие пружины, поршень с клапаном поднимается и прижимается к седлу штока. Выход воздуха в атмосферу прекращается, и прекращается следящее действие крана.

При промежуточном положении рукоятка крана автоматически возвращается в переднее положение.

Если рукоятку крана переместить в крайнее заднее положение, то она будет удержана фиксатором и не вернется в исходное положение без усилия со стороны водителя, который для возврата должен вытянуть рукоятку. Фиксатор выйдет из паза пластины, и рукоятка свободно возвратится в переднее положение.

*Тормозной кран с кнопочным управлением* предназначен для управления цилиндрами вспомогательной тормозной системы. Кран такой же конструкции установлен для управления контуром аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

Сжатый воздух поступает в кран через вывод. При нажа-

тии кнопки крана полый толкатель допускается и садится торцом на клапан, выводы разобщаются. Затем клапан отходит от седла и соединяет вывод с выводом. Сжатый воздух проходит через эти выводы и идет далее к исполнительным механизмам. Когда водитель отпускает кнопку крана, пружина возвращает толкатель в исходное положение. Клапан закрывает седло, и воздух больше не поступает в вывод. Отверстие в толкателе открывает путь, по которому сжатый воздух из вывода через вывод уходит в атмосферу, освобождая исполнительные механизмы от давления сжатого воздуха.

*Клапан ограничения давления* предназначен для уменьшения давления сжатого воздуха в тормозных камерах тормозных механизмов передней оси автомобиля при торможении с малой интенсивностью и, кроме того, служит для быстрого выпуска воздуха из тормозных камер при растормаживании. Клапан ограничения давления играет роль регулятора тормозных сил для тормозных механизмов передней оси автомобиля. Его характеристика близка к характеристике изменения нагрузки на переднюю ось при торможении. Клапан ограничения давления устанавливают в контуре привода тормозных механизмов передней оси вслед за тормозным краном.

При нажатии на педаль тормоза сжатый воздух поступает в вывод и давит на малый ступенчатый поршень, который вместе с клапанами перемещается вниз. Большой поршень остается неподвижным, но только до тех пор, пока давление в выводе не достигнет величины, заданной уравнивающей пружиной. Выпускной клапан закрывает атмосферный вывод, а впускной клапан отрывается от седла в малом поршне. Сжатый воздух при этом поступает к выводу, а из него в тормозные камеры передних колес. Это будет продолжаться до тех пор, пока давление его на нижний торец поршня не станет равным давлению на верхний его торец, меньший по площади. Клапан при этом закрывает отверстие в малом поршне.

В выводе давление будет меньше давления в выводе. Такое положение сохранится до тех пор, пока давление в выводе  $II$  не достигнет определенного давления, при котором в работу включается большой поршень. Этот поршень увеличивает силу, действующую на верхний торец поршня. При дальнейшем по-

вышении давления в выводе разность давления в выводах и будет уменьшаться, а при достижении заданного уровня давление в выводах и сравняется. Таким образом, осуществляется следящее действие крана.

При растормаживании автомобиля давление в выводе уменьшается, поршни вместе с клапанами перемещаются вверх. Впускной клапан закрывается, выпускной клапан открывается, и сжатый воздух через вывод выходит в атмосферу.

*Регулятор тормозных сил* автоматически регулирует давление сжатого воздуха, подводимого к тормозным камерам задних колес при торможении, в соответствии с действующей осевой нагрузкой.

Установка регулятора тормозных сил. Регулятор тормозных сил крепится к поперечине рамы автомобиля. К рычагу регулятора присоединяется тяга, которая при помощи упругого элемента соединяется с кронштейном, закрепленным на кожухе заднего моста.

Если задний мост или рессоры снимались для ремонта или замены, то необходимо установить требуемое давление в тормозных камерах задних колес, регулируя длину тяги.

Рычаг управления регулятором через тягу и упругий элемент с помощью специальной штанги соединен с балкой моста. Соединение выполнено так, что перекосы и перемещения моста во время торможения на неровных дорогах не отражаются на правильном регулировании тормозных сил. Регулятор установлен в вертикальном положении. Упругий элемент предохраняет регулятор от повреждений при движении по неровным дорогам.

При торможении сжатый воздух подводится к выводу регулятора и давит на поршень, опуская его вниз. Одновременно по трубке сжатый воздух поступает под поршень, поднимая его вверх и прижимая к толкателю через шаровую пятю. Положение пяты и рычага зависит от осевой нагрузки. Происходит фиксация толкателя. Когда поршень опускается, клапан прижимается к толкателю и закрывает в нем отверстие, разобщая вывод с атмосферным выводом. Затем клапан под давлением толкателя отрывается от седла в поршне. Сжатый воздух из вывода через открывшееся отверстие поступает к выводу и далее к тормозным камерам задних колес.

Одновременно сжатый воздух поступает в полость и через

мембрану давит на поршень снизу. При определенном давлении поршень начинает подниматься. Подъем происходит до момента посадки клапана на седло поршня, после чего прекращается поступление сжатого воздуха к выводу. Так реализуется следящее действие регулятора.

Активная площадь верхней стороны поршня всегда постоянна, а нижняя меняется из-за изменения положения наклонных ребер движущегося поршня по отношению к неподвижной вставке. Это положение зависит от положения рычага и толкателя, связанного с поршнем через пята. Положение рычага, в свою очередь, зависит от взаимного расположения балки моста и рамы автомобиля, на которой закреплен регулятор тормозных сил. При минимальной осевой нагрузке разность давления сжатого воздуха в выводах и наибольшая, а при максимальной – давление выравнивается.

При растормаживании автомобиля давление в выводе падает. Поршень вместе с мембраной перемещается вверх и отрывает клапан от седла толкателя. Сжатый воздух из вывода выходит в атмосферу через отверстие в толкателе и вывод.

При полностью нажатой тормозной педали и давлении в тормозной системе  $0,65...0,8$  МПа ( $6,5...8,0$  кгс/см<sup>2</sup>) на порожнем автомобиле давление в тормозных камерах должно быть  $0,3...0,35$  МПа ( $3,0... 3,5$  кгс/см<sup>2</sup>). При полной загрузке автомобиля давление в тормозных камерах должно быть равно давлению в тормозной системе.

*Упругий элемент* регулятора тормозных сил предохраняет регулятор от повреждений при движении на неровных дорогах в случае перемещения моста автомобиля выше предела допустимого хода рычага регулятора. Упругий элемент установлен на левом кронштейне тормозной камеры. Ось его наконечника совпадает с осью симметрии моста.

При сильных толчках и вибрациях, а также при перемещении моста за пределы допустимого хода рычага регулятора стержень элемента, преодолевая усилие пружины, поворачивается в корпусе. При этом тяга, соединяющая упругий элемент с регулятором тормозных сил, остается неподвижной, а шаровой палец, ввернутый в стержень, поворачивается в наконечнике тяги.

После прекращения действия силы, отклоняющей стержень

жень, последний под действием пружины возвращается в исходное положение.

*Ускорительный клапан* служит для уменьшения времени срабатывания привода запасного тормоза. Он сокращает длину магистрали впуска сжатого воздуха из воздушного баллона в цилиндры пружинных энергоаккумуляторов и выпуска воздуха из них непосредственно через ускорительный клапан в атмосферу. Устанавливается на внутренней стороне правого лонжерона рамы автомобиля как можно ближе к энергоаккумуляторам.

Сжатый воздух поступает в пружинные энергоаккумуляторы из воздушных баллонов через вывод и открытый впускной клапан. Вывод соединен с тормозным краном стояночной тормозной системы, и давление в нем зависит от положения рукоятки тормозного крана. Вывод соединен с цилиндрами энергоаккумуляторов.

При отсутствии давления в выводе поршень находится в верхнем положении. Впускной клапан закрыт пружиной, а выпускной клапан открыт, и через него энергоаккумуляторы сообщаются с атмосферой через вывод. Когда сжатый воздух поступает к выводу, он идет и в полость. Под действием сжатого воздуха поршень опускается, закрывает выпускной клапан и открывает впускной клапан.

Необходимую пропорциональность управляющего и выходного давлений обеспечивает поршень. Когда в выводе давление станет пропорциональным давлению в выводе, поршень поднимется вверх и впускной клапан закроется пружиной. При снижении давления в управляющей магистрали, т. е. в выводе, поршень за счет более высокого давления в выводе перемещается вверх и отрывается от выпускного клапана. Этот клапан открывается, выпуская в атмосферу через вывод и клапан сжатый воздух.

Вспомогательная тормозная система (моторный тормоз). Действие вспомогательного (моторного) тормоза основано на перекрытии системы выпуска отработавших газов. Для этой цели перед глушителем установлена заслонка. На выступающем конце оси заслонки закреплен рычаг, соединенный со штоком пневматического цилиндра. При движении автомобиля заслонка расположена параллельно потоку отработавших газов.

При включении вспомогательного тормоза заслонка пово-

рачивается на  $90^\circ$ , перекрывая поток отработавших газов. Создается сопротивление выходу отработавших газов. Это противодействие увеличивает сопротивление движению поршней в цилиндрах двигателя, частота вращения коленчатого вала уменьшается, повышается сопротивление движению автомобиля, и он теряет скорость.

Заслонка управляется пневматическим цилиндром, состоящим из корпуса и крышки. Крышка цилиндра имеет проушину для шарнирного соединения с кронштейном. Для герметичности между крышкой и цилиндром установлено уплотнительное кольцо. С другого края к цилиндру приварено днище с отверстием для прохода штока поршня, состоящего из днища и упора. Шток приварен к поршню. В цилиндре поршень уплотнен специальным уплотнительным кольцом. Включается вспомогательный тормоз кнопкой в кабине водителя.

При включении тормоза сжатый воздух поступает в цилиндр. Создается давление на поршень, и он перемещается. Выдвигаемый из цилиндра шток при помощи рычага поворачивает на  $90^\circ$  заслонку в трубе глушителя. При движении поршня пружина упора и пружина поршня сжимаются. Заслонка из положения «Открыто» поворачивается в положение «Закрыто».

При выключении вспомогательного тормоза пружины и возвращают поршень в исходное положение, вытесняя сжатый воздух в атмосферу. Заслонка в трубе глушителя поворачивается из положения «Закрыто» в положение «Открыто».

*Пневматический цилиндр прекращения подачи топлива* служит для прекращения подачи топлива при работе вспомогательной системы торможения. Сблокированный привод обеспечивает одновременность включения вспомогательного тормоза и прекращения подачи топлива. Подача топлива выключается той же кнопкой крана управления при помощи пневматического цилиндра, действующего на рычаг топливного насоса.

Устройство состоит из цилиндра, крышки цилиндра и поршня. Поршень в сборе состоит из днища поршня, упора и штока, приваренного к поршню. Под крышкой установлено уплотнительное кольцо, обеспечивающее герметичное соединение крышки и цилиндра. Поршень также имеет уплотнитель. Под поршнем имеется пружина, возвращающая поршень в исходное положение.



При нажатии на кнопку крана управления вспомогательным тормозом воздух поступает в надпоршневое пространство и перемещает поршень вместе со штоком. Шток перемещает рычаг и прекращает подачу топлива. Пружина при этом сжимается.

При отпускании кнопки воздух из цилиндра выходит через кран в атмосферу, шток с поршнем под действием возвратной пружины возвращается в исходное положение и поворачивает рычаг подачи топлива в первоначальное положение.

*Двухмагистральный клапан* предназначен для наполнения одной из магистралей от двух других. С одной стороны к клапану подведена магистраль от тормозного крана с ручным управлением, с другой – от крана аварийного пневматического растормаживания стояночного тормоза. Выходящая магистраль соединена с пружинными энергоаккумуляторами тормозных механизмов задних колес. Двухмагистральный клапан устанавливают внутри правого лонжерона рамы.

Клапан состоит из корпуса, крышки корпуса и уплотнителя. Вывод клапана соединен с энергоаккумуляторами, вывод – с ускорительным клапаном, вывод – с краном аварийного растормаживания.

При подводе сжатого воздуха к выводу он прижимает уплотнитель к правому седлу и проходит к выводу.

При подводе сжатого воздуха к выводу *B* он прижимает уплотнитель к левому седлу и проходит к выводу.

*Клапан контрольного вывода* предназначен для контроля давления в различных точках тормозной системы, а также для отбора сжатого воздуха. На базовом автомобиле КамАЗ установлено пять клапанов контрольного вывода: в контурах стояночного и запасного тормозов на воздушных баллонах;

в контуре подвода сжатого воздуха к пружинным энергоаккумуляторам на правой нижней косынке лонжерона; в контуре подвода воздуха к задним тормозам на левой нижней косынке лонжерона; в контуре подвода воздуха к передним тормозам на ограничителе давления в воздушном баллоне посторонних потребителей сжатого воздуха.

Для измерения давления или отбора сжатого воздуха нужно отвернуть пластмассовый колпачок и навернуть на клапан наконечник шланга. При этом конический клапан, прижимае-

мый пружиной к седлу, открывается, и воздух через отверстие внутри него поступает в шланг.

*Клапан быстрого растормаживания* служит для уменьшения времени срабатывания пружинных энергоаккумуляторов стояночной тормозной системы за счет сокращения пути движения сжатого воздуха из их цилиндров в окружающую среду.

Во время движения автомобиля сжатый воздух через вывод давит на мембрану, которая, опускаясь, закрывает вывод для сообщения с окружающей средой, а воздух через выходы поступает в полости пружинных энергоаккумуляторов.

При торможении автомобиля стояночной (запасной) тормозной системой воздух из вывода выпускается в окружающую среду, мембрана поднимается в верхнее положение, перекрывая вывод. Через открывшийся вывод сжатый воздух из цилиндров энергоаккумуляторов выходит в атмосферу.

*Датчик падения давления* предназначен для замыкания электрической цепи с целью включения электрических лампочек и звукового сигнала аварийной сигнализации при падении давления в воздушных баллонах ниже допустимого предела. Датчики устанавливаются на воздушных баллонах всех контуров пневматического привода.

Датчик состоит из корпуса, закрытого изолятором, мембраны внутри корпуса, неподвижного и подвижного контактов. На изоляторе устроен вывод, соединенный электропроводом с лампочками и звуковым сигнализатором на щитке приборов.

Когда давление сжатого воздуха в баллоне достигает 0,45...

55 МПа ( $4,5 \dots 5,5 \text{ кгс/см}^2$ ), мембрана прогибается и через толкатель воздействует на подвижный контакт. Этот контакт преодолевает усилие пружины, отходит от неподвижного контакта и разрывает электрическую цепь. Замыкание контактов, а следовательно, включение сигнализаторов и зуммера происходит, когда давление падает ниже указанного предела.

*Датчик включения сигналов торможения* представляет собой пневмоэлектрический выключатель, предназначенный для замыкания цепи электрических ламп при торможении. Датчик имеет замыкающие контакты. При подводе сжатого воздуха под мембрану она прогибается. При давлении 0,01 ...0,05 МПа

(0,1...0,5 кгс/см<sup>2</sup>) контакты электрической цепи датчика замыкаются. При уменьшении давления ниже указанного предела контакты размыкаются.

*Тормозные камеры передних колес* приводят в действие тормозные механизмы переднего моста при включении контура рабочей тормозной системы.

Тормозная камера состоит из корпуса и крышки, между которыми установлена мембрана. Крышка с корпусом соединяется хомутом. Под мембраной находится шток с приваренным к нему опорным диском. Шланг высокого давления присоединяется на резьбе к бобышке крышки. Мембрана нагружена конической пружиной. Шток камеры заканчивается резьбой, на которую накручена вилка с контргайкой. Вилка соединяется с регулировочным рычагом пальцем. Полость под мембраной сообщается с атмосферой через дренажные отверстия в корпусе.

При торможении сжатый воздух по шлангу высокого давления подается через бобышку в полость между крышкой и мембраной, которая прогибается под давлением воздуха и давит на опорный диск. Усилие от диска через шток, вилку и палец передается на регулировочный рычаг и поворачивает разжимной кулак. Кулак прижимает тормозные колодки к барабану с силой, пропорциональной давлению поданного в камеру сжатого воздуха.

Тормозная камера болтами крепится к кронштейну тормозного диска.

*Тормозные камеры задних колес* с пружинными энергоаккумуляторами приводят в действие тормозные механизмы колес заднего моста при включении контура рабочей тормозной системы.

Тормозные механизмы задних колес действуют также от стояночной и запасной тормозных систем. При включении рабочей тормозной системы торможение происходит за счет давления сжатого воздуха на мембраны тормозных камер, а при включении стояночной тормозной системы торможение осуществляется за счет давления силовых пружин энергоаккумуляторов, цилиндры которых закреплены болтами на фланцах крышек мембранных тормозных камер. В последнем случае на штоки тормозных камер действуют толкатели поршней энергоаккумуляторов.

При включении запасной тормозной системы тормозные

механизмы также приводятся в действие силовыми пружинами энергоаккумуляторов.

При движении автомобиля сжатый воздух из баллона постоянно подводится в цилиндр энергоаккумулятора под поршень. Поршень с толкателем находится в верхнем положении, а силовая пружина полностью сжата. Стояночная тормозная система выключена.

При затормаживании автомобиля рабочей тормозной системой сжатый воздух из двухсекционного тормозного крана подается через другой вывод в полость мембраны тормозной камеры. Мембрана через опорный диск давит на шток тормозной камеры, который поворачивает регулировочный рычаг вала с разжимным кулаком и прижимает колодки к тормозным барабанам. При выпуске воздуха возвратная пружина возвращает шток и мембрану в исходное положение.

При затормаживании автомобиля стояночной тормозной системой сжатый воздух из полости под поршнем выходит в окружающую среду, освобождая от давления силовую пружину. Теперь поршень под действием пружины движется вниз и перемещает вниз толкатель, который через подпятник давит на мембрану тормозной камеры, которая, в свою очередь, через шток приводит в работу тормозной механизм. При выключении стояночной тормозной системы сжатый воздух подается в полость под поршень цилиндра энергоаккумулятора. Под давлением воздуха поршень поднимается, сжимая силовую пружину. Одновременно с поршнем поднимается толкатель, освобождая мембрану и шток тормозной камеры, которые под действием возвратной пружины занимают первоначальное положение, растормаживая автомобиль.

*Тормозные механизмы барабанного типа* с двумя внутренними колодками установлены на всех колесах автомобиля КамАЗ, причем на колесах задней тележки механизмы общие для рабочей, стояночной и запасной тормозных систем. Тормозные колодки смонтированы на штампованных суппортах, установленных на фланцах поворотных цапф передней оси и фланцах картеров среднего и заднего мостов. К суппорту прикреплен кронштейн осей колодок. На эксцентриковые оси свободно опираются тормозные колодки с прикрепленными к ним фрикционными накладками пе-

ременной толщины. Тормозные колодки стальные сварные с двумя ребрами. В ребрах колодок установлены опорные ролики, которые уменьшают трение между колодками и разжимным кулаком и улучшают эффективность торможения. При торможении колодки прижимаются к внутренней поверхности тормозного барабана. В расторможенном состоянии колодки возвращаются в исходное положение стяжными пружинами.

На кронштейне вала разжимного кулака установлена тормозная камера. Шлицевой конец вала разжимного кулака с помощью регулировочного рычага червячного типа соединен со штоком тормозной камеры. Регулировочный рычаг предназначен для изменения зазоров между колодками и тормозным барабаном по мере износа фрикционных накладок. При торможении шток тормозной камеры поворачивает регулировочный рычаг.

Тормозной барабан изготовлен из серого чугуна и укреплен на ступице колеса. Внутренний диаметр тормозного барабана 400 мм, ширина рабочей поверхности передних и задних барабанов одинакова – 120 мм. Барабан в сборе со ступицей статически отбалансирован приваркой стальных пластин к наружной поверхности барабана. Для предохранения тормозного механизма от попадания в него смазки из ступицы имеется маслоуловитель.

Тормозные механизмы колес передней оси и задней тележки приводятся в действие диафрагменными тормозными камерами.

*Одинарный защитный клапан* предохраняет тормозной привод автомобиля от потери сжатого воздуха в случае повреждения соединительных магистралей, связывающих автомобиль с прицепом, и сохраняет давление сжатого воздуха у тягача не менее 0,55 МПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Одинарный защитный клапан состоит из корпуса, крышки корпуса, мембраны перепускного клапана, поршня, пружины поршня и обратного клапана с пружиной. Корпус клапана имеет два вывода, разделенные перегородкой. Вывод соединен с подводящей магистралью, по которой подается сжатый воздух. Вывод соединен с питающей магистралью прицепа. Вывод /через канал сообщается с кольцевой полостью под мембраной. Эта полость через отверстие соединена с седлом обратного клапана. Мембрана сверху через поршень нагружена пружиной. Давление пружины регулируется болтом.

Подаваемый через вывод сжатый воздух давит на мембрану снизу. Когда это давление достигает величины 0,55 МПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>). Одинарный защитный клапан: воздух поднимает мембрану, сжимая пружину, и через отверстие поступает к обратному клапану. Под давлением сжатого воздуха обратный клапан, сжимая пружину, отходит от седла и пропускает сжатый воздух в тормозную систему прицепа.

В случае падения давления сжатого воздуха в выводе ниже допустимого предела пружина через поршень прижимает мембрану к седлу перепускного клапана, разобщая выводы. Обратный клапан в это время закрывается.

*Клапан управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом* подает воздух в управляющую магистраль тормозной системы прицепа и, кроме того, включает тормозную систему прицепа с однопроводным приводом.

Вывод клапана соединен с секцией двухсекционного тормозного крана контура передних колес, вывод – с тормозным краном стояночной тормозной системы, вывод – с секцией двухсекционного тормозного крана контура задних колес, вывод – с управляющей магистралью прицепа, вывод – через одинарный защитный клапан с воздушными баллонами, вывод служит для выпуска воздуха в атмосферу.

При отсутствии торможения сжатый воздух поступает к выводам и давит сверху на мембрану. Снизу он давит на средний поршень. Нижний поршень находится внизу. Выводы и сообщаются через открытое центральное отверстие в корпусе клапана и поршне.

При затормаживании сжатый воздух от тормозного крана поступает к выводу и заставляет поршни одновременно опускаться. Малый поршень, опускаясь, садится седлом на клапан, перекрывая атмосферный вывод в нижнем поршне и открывая клапан от среднего поршня.

Сжатый воздух из вывода  $V$  поступает к выводу и в магистраль прицепа. Воздух к выводу будет поступать до тех пор, пока давление в полости под поршнями не станет равным давлению сжатого воздуха у вывода. Клапан под действием пружин перекроет путь воздуху из вывода к выводу. Таким образом, осуществляется следящее действие клапана.

При растормаживании подача воздуха к выводу прекра-

щается, и сжатый воздух через открывшийся тормозной кран выходит в окружающую среду. Пружина и сжатый воздух в выводе поднимают вверх большой верхний поршень вместе с малым поршнем. Седло малого верхнего поршня отходит от клапана, и вывод сообщается с атмосферным выводом *И* через канал в нижнем поршне.

Если сжатый воздух подводится к выводу /от другой секции тормозного крана, то он поступает под мембрану, заставляя поршень подниматься вместе с поршнем и клапаном. Клапан доходит до седла в малом верхнем поршне, закрывает атмосферный вывод и отходит от седла среднего поршня. Воздух из вывода поступает к выводу в магистраль прицепа. Когда давление воздуха на средний поршень сверху уравнивается давлением на мембрану снизу, клапан перекроет доступ сжатого воздуха из вывода к выводу, выполняя таким образом следящее действие.

Когда сжатый воздух из вывода выходит в атмосферу через тормозной кран, давление под мембраной уменьшается, и поршни опускаются. Клапан отходит от седла в поршне. При этом вывод соединяется с выводом через канал в нижнем поршне.

Если сжатый воздух одновременно подводится к выводам, большой *б* и малый верхние поршни перемещаются вниз, а поршни поднимаются.

При включении стояночной тормозной системы давление в выводе и над мембраной уменьшается. Под действием сжатого воздуха из вывода средний поршень вместе с нижним поршнем поднимаются.

Управляющая магистраль прицепа заполняется через вывод и растормаживается при выпуске сжатого воздуха из вывода в окружающую среду через тормозной кран в момент, когда давление под мембраной падает, и нижний поршень вместе со средним поршнем перемещаются вниз. Клапан отходит от седла в поршне, сообщая вывод с атмосферным выводом через полый нижний поршень.

Если воздух подводится к выводу или одновременно к выводам, давление в выводе превышает давление сжатого воздуха в выводе, чем обеспечивается опережающее действие тормозной системы прицепа. Регулировку опережающего включения тормозной системы прицепа производят регулировочным винтом.

*Клапан управления тормозной системой прицепа с однопроводным приводом* выпускает сжатый воздух из соединительной магистрали тормозной системы прицепа, а также ограничивает заданным уровнем давление сжатого воздуха, поступающего в тормозную систему прицепа. Это позволяет предотвратить самозатормаживание прицепа при колебаниях давления сжатого воздуха в пневматическом приводе автомобиля.

Клапан состоит из корпуса, верхней и нижней крышек, толкателя с мембраной и пружиной, нижнего поршня, ступенчатого поршня, впускного и выпускного клапанов с седлом выпускного клапана, уплотнительных и упорных колец.

Полость над мембраной соединена с атмосферой, а полость под мембраной – с выводом корпуса. Мембрана закреплена на толкателе в корпусе и под действием пружины стремится переместить толкатель вниз. Толкатель установлен в цилиндрических отверстиях корпуса и ступенчатого поршня. Толкатель пустотелый. В расточке нижней части толкателя установлено седло выпускного клапана. В кольцевую канавку толкателя установлено упорное кольцо, ограничивающее его перемещение при ходе вниз до упора в корпус и при перемещении вверх до упора в поршень. Ступенчатый поршень перемещается в цилиндрических отверстиях корпуса и опоры поршня, установленной на корпусе на четырех болтах.

При движении автомобиля сжатый воздух подается из воздушных баллонов к выводу, а затем через канал в полость над ступенчатым поршнем. Пружина через тарелку удерживает мембрану в нижнем положении.

При опущенной мембране полый толкатель удерживает выпускной клапан закрытым, а впускной клапан – открытым. За счет этого сжатый воздух из вывода проходит через впускной клапан в вывод и соединительную магистраль прицепа. Когда в выводе давление сжатого воздуха достигает величины, на которую отрегулирован клапан с помощью регулировочного винта, поршень преодолевает усилие пружины и опускается. Клапан прижимается к седлу в поршне и разобщает выводы.

При затормаживании автомобиля сжатый воздух от клапана управления двухпроводной тормозной системой подается к выводу, заполняет полость под мембраной и поднимает ее вместе



с толкателем, сжимая пружину. Поднимаясь, полый толкатель открывает выпускной клапан. Как только откроется выпускной клапан, сжатый воздух из соединительной магистрали прицепа через вывод, выпускной клапан, канал в толкателе и вывод в крышке, отгибая края защитного колпачка, выходит в окружающую среду. Сжатый воздух будет выходить до тех пор, пока давление в полости под мембраной и давление в полости под ступенчатым поршнем не уравниваются давлением в полости над ступенчатым поршнем, создаваемым воздухом из вывода / через канал. При дальнейшем падении давления в выводе и канале ступенчатый поршень опускается и перемещает толкатель вниз. Толкатель, опускаясь, прижимается к выпускному клапану и закрывает его. Выход сжатого воздуха из вывода прекращается, и в тормозной системе устанавливается постоянное давление, с которым и будет происходить торможение. Таким образом осуществляется следующее действие клапана. Торможение прицепа или полуприцепа происходит с эффективностью, пропорциональной подведенному к выводу управляющему давлению.

Дальнейшее повышение давления в выводе приводит к выпуску большего количества сжатого воздуха из вывода и более сильному торможению прицепа или полуприцепа.

При растормаживании автомобиля мембрана пружины опускается в исходное положение. Вместе с мембраной опускается толкатель, при этом его канал закрывается выпускным клапаном. При дальнейшем опускании толкателя выпускной клапан через стержень открывает выпускной клапан. После открытия этого клапана сжатый воздух из вывода по каналам через выпускной клапан поступает в вывод и соединительную магистраль прицепа. Торможение прицепа прекращается.

*Соединительные головки* соединяют тормозные магистрали однопроводного пневматического привода тормозных систем автомобиля с магистралями прицепа. Устанавливают два типа головок: типа – на автомобиле-тягаче и типа – на прицепе.

Головка типа А состоит из корпуса, уплотнительного кольца, кольцевой гайки и клапана с пружинной.

Головка типа устанавливается неподвижно в середине задней поперечины рамы автомобиля. Крышка ее окрашена в черный цвет. При сцепке тягача с прицепом защитные крышки

головок отводят в сторону и соединяют головки. Шток головки прицепа при этом открывает клапан, сжимая пружину головки. Затем головку поворачивают до отказа для фиксации.

Расцепка головок производится в обратном порядке.

Автоматические соединительные головки соединяют магистрали двухпроводного пневматического привода тормозных систем автомобиля и прицепа. На автомобиле таких головок устанавливается две. Устанавливаются они неподвижно на задней поперечине рамы автомобиля. Правая тающая головка окрашена в красный цвет, а левая управляющая головка – в голубой. Для соединения головок необходимо отвести в сторону крышки и соединить головки.

При этом поршень в соединительной головке тягача утапливается, открывая тем самым доступ сжатого воздуха из магистрали пневматического привода тягача в магистраль прицепа.

При эксплуатации автомобиля-тягача без прицепа соединительные головки необходимо закрыть крышками для защиты от пыли и грязи. Работа пневматического привода тормозов. Состояние привода тормозов перед началом движения. Перед троганием с места необходимо заполнить тормозную систему автомобиля и прицепа (если он есть) сжатым воздухом. Заполнение системы контролируется по сигнальным лампам и зуммеру на щитке приборов в кабине водителя. Все контрольные лампы должны погаснуть, а зуммер перестать звучать. Это происходит, когда давление в системе достигнет величины 0,5 МПа (5,0 кгс/см<sup>2</sup>). После этого необходимо растормозить стояночный тормоз. Контрольная лампа стояночного тормоза также должна погаснуть. При таком давлении в тормозной системе можно начинать движение. Заполнение привода сжатым воздухом до нормального уровня давления 7...0,75 МПа (7,0...7,5 кгс/см<sup>2</sup>) контролируется по двухстрелочному манометру. Если давление воздуха начнет превышать максимально допустимое, включается в работу регулятор давления. При падении давления в системе до 0,62...0,65 МПа (6,2...6,5 кгс/см<sup>2</sup>) регулятор давления выключается, и компрессор вновь начинает нагнетать воздух в баллоны.

Состояние тормозного привода при движении. Привод тормозов одиночного автомобиля находится в следующем состоянии: воздушные баллоны заполнены сжатым воздухом; от бал-

лонов сжатый воздух подводится к секциям тормозного крана, ускорительному клапану, ручному тормозному крану, разобщительным кранам и соединительным головкам тормозной системы прицепа; педаль тормоза находится в исходном положении; рукоятка ручного крана находится в исходном положении. Сжатый воздух из баллона через кран подведен к ускорительному клапану, заполняет тормозные камеры задних колес и растормаживает задние колеса; соединительные головки закрыты крышками; разобщительные краны находятся в закрытом положении. Их рукоятки расположены перпендикулярно оси кранов; сжатый воздух постоянно подводится к крану включения вспомогательного тормоза и к другим потребителям.

При работе автомобиля с прицепом или полуприцепом, имеющим однопроводный привод тормозов, соединительная головка тормозной системы автомобиля типа соединена с головкой типа Б прицепа. Сжатый воздух под давлением  $0,5 \dots 0,52$  МПа ( $5,0 \dots 5,2$  кгс/см<sup>2</sup>) подается в тормозную систему прицепа. Разобщительные краны двухпроводного привода тормозов прицепа остаются закрытыми.

При работе автомобиля с прицепом или полуприцепом, имеющим двухпроводный тормозной привод, головки питающей и тормозной магистралей тормозов прицепа должны быть присоединены к соединительным головкам тягача. Сжатый воздух подается в пневматическую систему прицепа по питающей магистрали под давлением  $0,62 \dots 0,75$  МПа ( $6,2 \dots 7,5$  кгс/см<sup>2</sup>). Давление в тормозной магистрали должно отсутствовать. Разобщительный кран однопроводного привода должен быть закрытым.

Торможение рабочими тормозами. При нажатии на тормозную педаль усилие от педали передается к двухсекционному тормозному крану. Сжатый воздух из воздушного баллона подается к верхней секции тормозного крана, поступает через клапан ограничения давления в передние тормозные камеры в одну из управляющих магистралей клапана управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом. Одновременно из воздушного баллона через нижнюю секцию тормозного крана сжатый воздух поступает через автоматический регулятор тормозных сил к тормозным камерам задних колес тележки, а также в другую управляющую магистраль клапана. Таким образом,

колеса автомобиля затормаживаются с интенсивностью, выбранной водителем из условий движения.

Если автомобиль работает с прицепом, то и он затормаживается. При срабатывании клапана сжатый воздух из воздушного баллона поступает к клапану управления тормозами прицепа с однопроводным приводом и в тормозную магистраль двухпроводного привода. Если прицеп имеет однопроводный привод, то клапан тормозов прицепа срабатывает и выпускает воздух из соединительной магистрали прицепа.

*При растормаживании рабочих тормозов автомобиля-тягача* обе секции тормозного крана сообщаются с атмосферой. Сжатый воздух из передних тормозных камер выходит через клапан в атмосферу. Из задних тормозных камер сжатый воздух уходит в атмосферу через регулятор тормозных сил и нижнюю секцию тормозного крана. Из управляющих магистралей клапана сжатый воздух уходит в атмосферу через тормозной кран.

Таким образом, при торможении автомобиля рабочим тормозом работают два контура: контур привода рабочего тормоза передней оси автомобиля и контур привода рабочего тормоза задних колес. Работает еще часть контура – привод тормозов прицепа с управлением от и контуров.

При выходе из строя одного из контуров другие остаются работоспособными: при повреждении контура торможение осуществляется тормозом задних колес и тормозами прицепа; при повреждении контура торможение осуществляется рабочим тормозом передних колес и тормозами прицепа; при повреждении контура вступают в работу энергоаккумуляторы аварийного и стояночного тормозов.

Торможение автомобиля стояночным тормозом. Торможение осуществляется тормозным краном, при этом рукоятку крана необходимо перевести в крайнее заднее положение. Сжатый воздух из управляющей магистрали ускорительного клапана выходит в окружающую среду. Сжатый воздух из тормозных камер, связанных с клапаном, выпускается в атмосферу, и пружинные энергоаккумуляторы затормаживают задние колеса автомобиля.

В это время срабатывает привод тормозов прицепа. Одновременно выпускается воздух из магистрали клапана. Клапан срабатывает, соединяя питающую магистраль с тормозной магистралью. Происходит затормаживание прицепа.

*Для растормаживания стояночного тормоза* рукоятку

тормозного крана переводят в переднее положение. Сжатый воздух из баллона через кран поступает в управляющую магистраль ускорительного клапана и, кроме того, через двухмагистральный клапан в цилиндры тормозных камер, сжимает пружины и возвращает штоки тормозных камер в расторможенное положение. Таким образом, задние колеса растормаживаются.

Одновременно с растормаживанием задних колес автомобиля происходит растормаживание прицепа. В это время воздух подводится и в управляющую магистраль клапана, который срабатывает, давление в магистрали клапана падает до нуля, и происходит растормаживание прицепа.

Аварийное торможение автомобиля. Торможение производится запасным тормозом. Для этого необходимо повернуть рукоятку крана на больший или меньший угол в зависимости от требуемой интенсивности торможения.

Для прекращения аварийного торможения рукоятку крана следует отпустить. Она возвращается в исходное положение, и аварийное торможение прекращается.

Торможение автомобиля вспомогательным тормозом. Для включения вспомогательного тормоза необходимо нажать и удерживать в нажатом положении кнопку крана, расположенного на полу под рулевой колонкой. Сжатый воздух начинает поступать в рабочий цилиндр, шток которого соединен с рейкой топливного насоса высокого давления, и в цилиндры, связанные с рычагами валов заслонок на выпускных газопроводах двигателя. Одновременно отключается подача топлива в цилиндры двигателя и перекрываются заслонками выпускные трубы глушителя. Двигатель переводится в режим принудительной работы, поглощая при этом кинетическую энергию движущегося автомобиля.

Растормаживание стояночного тормоза при неисправности его привода. При повреждении контура привода стояночного тормоза сжатый воздух из воздушного баллона выходит в атмосферу, и происходит автоматическое затормаживание автомобиля стояночным тормозом задних колес. Если необходимо временно растормозить автомобиль для съезда в сторону с дороги, то следует нажать кнопку включения крана аварийного растормаживания и удерживать ее. Сжатый воздух из баллонов контуров поступит в цилиндры энергоаккумуляторов и растормозит

колеса. Следует помнить, что в контуре сжатого воздуха хватает только на три растормаживания автомобиля.

Механическое растормаживание аварийного и стояночного тормозов. При отсутствии сжатого воздуха в пневматическом приводе тормозов необходимо вывернуть болты механического растормаживания, т. е. выключить из работы стояночный тормоз.

Антиблокировочный механизм тормозной системы

Заторможенные нескользящие колеса воспринимают большую тормозную силу, чем при движении юзом, так как коэффициент сцепления при частичном проскальзывании колес больше, чем при полном скольжении. При полном скольжении в контакте с дорогой находятся одни и те же части шин. Они нагреваются и за счет шероховатостей дороги сильно изнашиваются. Продукты трения при этом создают скользкую поверхность, за счет которой уменьшается коэффициент сцепления колес с дорогой и начинается боковой увод колес, особенно передних.

Антиблокировочные системы предназначены для удерживания колес на грани движения юзом, не допуская начала скольжения, чтобы колеса воспринимали большую тормозную силу. Антиблокировочные устройства автоматически уменьшают тормозной момент при начале скольжения колес и через некоторое время (0,05...0,1 с) вновь увеличивают его. Колеса автомобиля благодаря такому циклическому нагружению тормозным моментом катятся с частичным проскальзыванием, и коэффициент сцепления остается высоким в течение всего периода торможения. Антиблокировочная система уменьшает износ шин, позволяет повысить поперечную устойчивость автомобиля и обеспечивает самый короткий тормозной путь.

Основными элементами этой системы являются *датчики*, контролирующие частоту вращения колес. Они передают импульсы на электронный блок управления для определения скорости вращения каждого колеса. Блок управления сравнивает скорости вращения колес и определяет, которое из них может быть заблокировано. Управляет тормозной системой гидравлический модулятор, имеющий электромагнитные клапаны, насос и реле управления клапанами и насосом.

Если появляется опасность блокировки колес, то электромагнитные клапаны перекрывают каналы поступления тормозной жидкости таким образом, чтобы блокировать повышение давления в гидравлических цилиндрах даже при нажатии води-

телем тормозной педали. При сохранении тенденции какого-либо из колес к блокировке антиблокировочная система откроет выпускной клапан для резкого сброса давления в системе этого колеса. Скорость вращения колеса при этом станет расти, и, как только ее значение превысит предельное значение, начнет повышаться давление тормозной жидкости и возобновится торможение. Эти циклы продолжаются в течение всего процесса торможения автомобиля.

Антиблокировочная система работает при скорости движения автомобиля более 5 км/ч и включенном зажигании. Напряжение в аккумуляторной батарее должно быть в норме. Если оно упало ниже 11В или зажигание выключено, то антиблокировочная система отключается и тормозная система работает в обычном режиме.

Контрольные вопросы

Каково назначение рулевого управления?

Что такое центр поворота автомобиля и где он находится?

Каково назначение рулевой трапеции? Из каких деталей она состоит при зависимой и независимой подвеске передних колес?

Каково назначение рулевого механизма? Перечислите типы рулевых механизмов изучаемых автомобилей, их устройство и принцип действия.

Что называется передаточным числом рулевого механизма?

Каково назначение рулевого привода? Из каких деталей он состоит при зависимой подвеске передних колес? Объясните их устройство и взаимодействие.

Что такое люфт рулевого колеса и чем он вызван?

Объясните устройство и принцип действия рулевого управления автомобилей.

Объясните устройство и принцип действия гидравлического усилителя рулевого привода автомобиля ЗИЛ-431410.

Какие конструктивные и технологические мероприятия обеспечивают повышение надежности, долговечности и упрощение обслуживания рулевого управления?

Из каких деталей состоит рулевой привод при независимой подвеске колес?

Расскажите о назначении тормозной системы и требованиях, предъявляемых к ней.

Перечислите типы тормозных механизмов изучаемых ав-

томобилей.

Объясните общее устройство тормозной системы с гидравлическим приводом тормозов и принцип ее действия.

Объясните общее устройство тормозной системы с пневматическим приводом тормозов и принцип ее действия.

Как устроены и работают тормозные механизмы колес?

Расскажите об устройстве, работе и возможных регулировках тормозной системы легковых и грузовых автомобилей.

Нарисуйте схему и покажите на ней последовательность взаимодействия всех деталей гидравлического привода тормозов и пути жидкости в главном тормозном цилиндре при нажатии и опускании педали тормоза.

Объясните общее устройство и принцип действия гидровакуумного усилителя тормозов автомобилей.

Объясните назначение, устройство и работу вспомогательного моторного тормоза автомобиля КамАЗ.

Как устроены и работают ручные трансмиссионные колодочные тормоза барабанного типа?

Как устроен и работает ручной тормоз легковых автомобилей?

Из каких приборов состоит пневматический привод тормозов? Расскажите об их назначении и расположении на автомобиле.

Как устроены и работают одинарный и двойной тормозные краны автомобиля ЗИЛ-431410?

Как устроена и работает тормозная камера автомобиля?

Как устроен и работает компрессор?

Как устроен и работает тормозной механизм колеса грузовых автомобилей?

Расскажите о назначении, общем устройстве и принципе действия стояночной, запасной и вспомогательной тормозных систем автомобиля.

Расскажите о назначении, общем устройстве и принципе действия устройства пневматического и механического растормаживания автомобиля КамАЗ.

Объясните принцип действия двойного защитного клапана.

Как устроен и работает вакуумный усилитель тормозов?

Как устроен и работает пневматический усилитель тормозного привода?

Расскажите о назначении, устройстве и работе антиблокировочного механизма тормозной системы.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Автомобили ВАЗ-1111, ВАЗ-11113: Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобилей / С. Н. Косарев, П.П. Козлов, С.Н. Волгин и др. – М.: Колесо, 2000. – 176 с.

Автомобили ГАЗ-2705, -3221, -2705 «Комби» и их модификации: Руководство по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию / Под ред. Ю. В. Кудрявцева. – М.: Арго-книга, 1999. – 227 с.

Автомобили семейства «ГАЗель»: Руководство по техобслуживанию и ремонту / Под ред. Ю.В. Кудрявцева. – М.: За рулем, 1999. – 230 с.

Автомобиль «Волга» ГАЗ-3Ю29: Руководство по ремонту. – Н. Новгород: Производственное объединение ГАЗ, 1993. – 211 с.

Автомобиль ГАЗ-3307 и его модификации: Руководство по эксплуатации. – 5-е изд. – Н. Новгород: Производственное объединение ГАЗ, 1993. - 207 с.

*Кузнецов А. С.* Автомобили семейства ЗИЛ-5301: Альбом по устройству и техническому обслуживанию. – М.: Третий Рим, 2000. – 74 с.

*Кузнецов Н.Б., Глазачев С.И.* ЭИЛ-431410, ЗИЛ-431510, ЗИЛ- 441510, ЗИЛ-495710, ЗИЛ-495810: Ремонт и модернизация автомобилей ЗИЛ. – М.: Третий Рим, 2000. – 314 с.

*Михайловский Е.В., Серебряков К.Б., Тур Е.Я.* Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение, 1985. – 352 с.

*Орлов Э. Н., Варченко Е. Р.* Автомобили УАЗ: Техническое обслуживание и ремонт. – М.: Транспорт, 1994. – 255 с.

*Тур Е.Я., Серебряков К. Б., Жолобов Л.А.* Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

*Юрковский И. М., Толпагин В.А.* Автомобиль КамАЗ: Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация. – М.: Изд-во ДОСААФ, 1975. - 406 с.

Учебное издание

Ревков Г.В.

Устройство автомобиля

Учебное пособие

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 05.11.2015 г. Формат 60x84 1/16  
Бумага печатная. Усл. п.л. 22,43. Тираж 25 экз. Изд. № 3802.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ