

13.4. Приборы системы зажигания

Аккумуляторная батарея. Это электрический прибор, накапливающий электроэнергию при заряде и отдающий ее во внешнюю цепь при разряде. При заряде аккумуляторной батареи электрическая энергия, поступающая в нее, превращается в химическую и в таком виде накапливается. Во время разряда химическая энергия вновь преобразуется в электрическую и питает электроприборы. Для заряда аккумуляторной батареи необходим только постоянный ток. На автомобилях, автобусах и тракторах применяют стартерные свинцовые аккумуляторные батареи (ГОСТ 959.0 - 79 Е).

Автомобильные аккумуляторные батареи называют стартерными, так как их используют, кроме других целей, прежде всего для питания пускового электродвигателя - стартера. В начальный момент пуска двигателя стартеры СТ130Б и СТ103 при полном торможении якоря потребляют силу тока, достигающую 600 - 825 А.

Аккумуляторная батарея состоит из моноблока, разделенного перегородками на три или шесть отсеков. Внутри каждого отсека установлен пакет, состоящий из положительных и отрицательных электродов (пластин) с сепараторами. Одноименные электроды соединены параллельно. Отсеки сверху закрыты общей или отдельными крышками, в которых есть отверстия для заливки электролита. Места соединений крышек с моноблоком заполнены кислотоупорной мастикой. Чтобы не было коробления крайнего положительного электрода, число отрицательных электродов на один больше, чем положительных.

Основные данные, характеризующие аккумуляторную батарею, указаны в ее маркировке: 6СТ-60ЭМ, 6СТ-75ЭМС, 6СТ-90ЭМС и т. д. Первая цифра означает число последовательно соединенных в батарее аккумуляторов; буквы СТ указывают, что батарея предназначена для использования в качестве стартерной; число после букв означает номинальную емкость батареи в ампер-часах при двадцатичасовом режиме разряда и средней температуре электролита 25 °С; буква Э - бак батареи изготовлен из эбонита; буква Т - бак из термопласта; буква М - сепаратор изготовлен из мипласта; буква Р - сепаратор из мипора; буквы МС означают двойную сепарацию из мипласта со стекловолокном. Наша промышленность выпускает сухозаряженные аккумуляторные батареи, приводимые в рабочее состояние трехчасовой пропиткой электролитом с относительной плотностью $(1,265 \pm 0,05)$ г/см³, приведенной к 15 °С, и последующим зарядом в течение 5 ч.

В качестве электролита применяют раствор серной кислоты в дистиллированной воде. В заряженной батарее относительная плотность электролита равна 1,25-1,31 г/см³ и колеблется в зависимости от времени года и района, в котором эксплуатируется аккумуляторная батарея.

Генератор. Для преобразования механической энергии в электрическую, необходимую для питания всех приборов электрооборудования автомобиля (кроме стартера) и для заряда аккумулятор батареи, служит генератор. Он является основным источником электрической энергии на автомобиле.

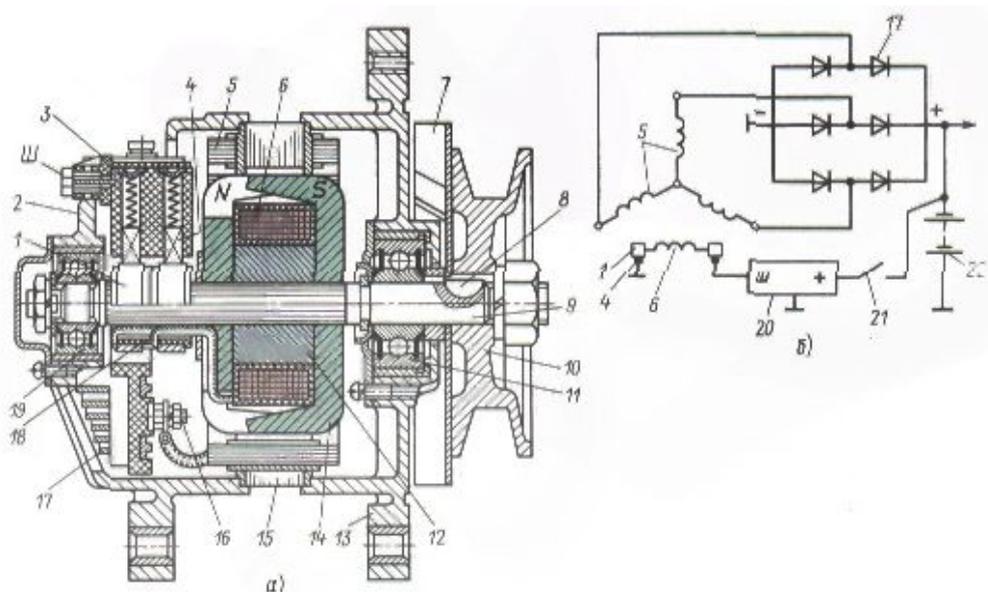


Рис. 107 - Генератор переменного тока:

а - конструкция; б - электрическая схема; 1 - контактные кольца; 2 и 13 - крышки; 3 - щеткодержатель; 4 - щетка; 5 - обмотка статора; 6 - обмотка возбуждения; 7 - вентилятор; 8 - шпонка; 9 - вал генератора; 10 - шкив; 11 и 19 - герметизированные шарикоподшипники; 12 - втулка; 14 - полюсные наконечники; 15 - магнитопровод статора; 16 - вывод диодов; 17 - блок кремниевых диодов выпрямителя; 18 - изоляционные втулки; 20 - регулятор напряжения; 21 - выключатель зажигания; 22 - аккумуляторная батарея; Ш - вывод, изолированный от корпуса фаз выводами.

Генератор переменного тока проще по конструкции, надежнее в работе, меньше по размерам и массе по сравнению с генератором постоянного тока. Поэтому в настоящее время на автомобилях получили широкое распространение генераторы переменного тока. Генератор переменного тока (рис 107, а) - трехфазная двенадцатиполюсная синхронная электрическая машина с блоком полупроводниковых выпрямителей - кремниевых диодов, преобразующих переменный ток в постоянный. Ротор генератора приводится во вращение от шкива коленчатого вала двигателя при помощи ременной передачи.

Генератор состоит из статора, ротора, двух крышек 2 и 13, вентилятора 7 и шкива 10. Магнитопровод 15 статора набран из отдельных изолированных стальных пластин. На внутренней стороне статора имеются восемнадцать выступов, на которых установлены катушки. Они распределены на три фазы (группы) по шесть последовательно

объединенных катушек, соединенных по схеме звезда (рис 107,б). Другие концы фаз выводами 16 (рис 107, а) присоединены к блоку 17 кремниевых диодов выпрямителя. При этом каждая фаза связана с двумя диодами разной полярности (рис 107,б).

На валу 9 (рис 107, а) генератора напрессованы втулка 12 полюсные наконечники 14 и изоляционные втулки 18 контактных колец 1. На втулке между полюсными наконечниками расположена обмотка 6 возбуждения. Концы обмотки 6 припаяны к контактным кольцам, к которым прижимаются щетки 4 находящиеся в щеткодержателе 3. Одна щетка соединена с корпусом генератора, а вторая изолирована от него и соединена с выводом Ш. Полюсные наконечники имеют по шесть полюсов разной полярности (N и S), образующих двенадцатиполюсную магнитную систему.

При вращении ротора магнитные силовые линии пересекают обмотку мотка 6 возбуждения генератора при пуске двигателя получает питание от аккумуляторной батареи, а во время работы двигателя - от выпрямителя. Генератор имеет три вывода: положительный - для соединения с аккумуляторной батареей и нагрузкой; вывод Ш - для соединения с выводом Ш регулятора напряжения; отрицательный - для соединения с массой автомобиля и регулятором напряжения.

Катушка зажигания. Ток низкого напряжения в катушке зажигания преобразуется в ток высокого напряжения. В контактных системах зажигания применяют катушки зажигания напряжением 12 В Б114, Б114-Б, Б115, Б115-В, Б117 и др. Они все имеют аналогичную конструкцию, но отличаются числом витков, диаметром проводов первичной и вторичной обмоток и соответствующей связью между обмотками.

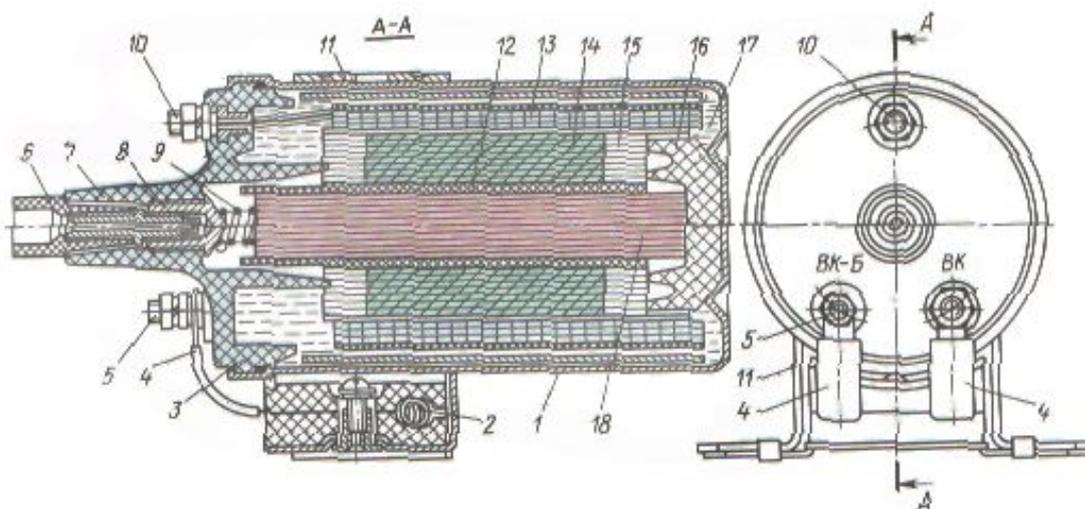


Рис. 108 - Катушка зажигания:

1 - корпус; 2 - резистор; 3 - держатель резистора; 4 - шина; 5 - зажим высокого напряжения; 6 - вывод высокого напряжения; 7 - крышка; 8 - выводной контакт вторичной обмотки; 9 - пружина; 10 - зажим низкого напряжения; 11 - скоба крепления катушки; 12 - проводник; 13 - первичная обмотка; 14 - вторичная обмотка; 15 - изоляционные прокладки; 16 - изолятор; 17 - масло; 18 - магнитопровод; BK и BK-Б выводы мотка 6.

Катушка зажигания (типа Б115) имеет магнитопровод 18 (рис. 108), набранный из отдельных полос электротехнической стали, изолированных между собой окалиной. Поверх магнитопровода надета изолирующая трубка из электротехнического картона, на которую намотана сначала вторичная обмотка 14, а затем (через слой изоляционной бумаги) первичная обмотка 13. При таком расположении обмоток снижается нагрев катушки зажигания во время работы двигателя.

Один конец вторичной обмотки 14 присоединен к первичной обмотке 13, а другой - к выводному контакту 8. При таком соединении обмоток между ними существует автотрансформаторная связь, т. е. электрическая и магнитная. Концы первичной обмотки 13 соединены с зажимами 5 и 10. Поверх первичной обмотки расположены слой изоляционной бумаги и кольцевой магнитопровод из трансформаторного железа для усиления магнитного потока и отвода теплоты.

Магнитопровод с обмотками помещен в герметичный корпус 1 и закреплен в нем изолятором 16 и крышкой 7. Пространство между корпусом и обмотками заполнено трансформаторным маслом, улучшающим изоляцию и отводящим теплоту от обмоток.

При работе прерывателя сила тока в первичной обмотке катушки зажигания непрерывно меняется уменьшается при размыкании контактов и увеличивается при их замыкании. Сила тока первичной обмотке зависит от продолжительности замыкания контактов прерывателя. В случае большой частоты вращения коленчатого вала контакты замыкаются на очень малое время; при этом сила тока в первичной обмотке и напряжение во вторичной уменьшаются. Работа многоцилиндрового двигателя в этих условиях становится неустойчивой в результате возникающих перебоев в контактной системе батарейного зажигания. Для уменьшения этих отрицательных явлений в первичную обмотку катушки зажигания последовательно включен резистор (вариатор) 2. Это приводит к тому, что сопротивление первичной обмотки катушки зажигания становится переменным: при малой частоте вращения коленчатого вала оно увеличивается, при большой - уменьшается, а сила тока несколько возрастает.

В период пуска двигателя стартером, потребляющим большую силу тока, снижается напряжение на полюсных выводах аккумуляторной батареи и сила тока в первичной обмотке катушки зажигания. Поэтому резистор в момент пуска двигателя шунтируется контактами стартера.

Распределитель. Прерыватель-распределитель состоит из прерывателя тока низкого напряжения и распределителя тока высокого напряжения, объединенных в одном приборе.

На двигателе автомобиля ЗИЛ-130 с контактно-транзисторной системой зажигания установлен распределитель Р137. Подобного типа распределители (Р133) применяют на двигателях автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и др. Эти распределители не имеют конденсаторов. Валик распределителя приводится во вращение от распределительного вала двигателя.

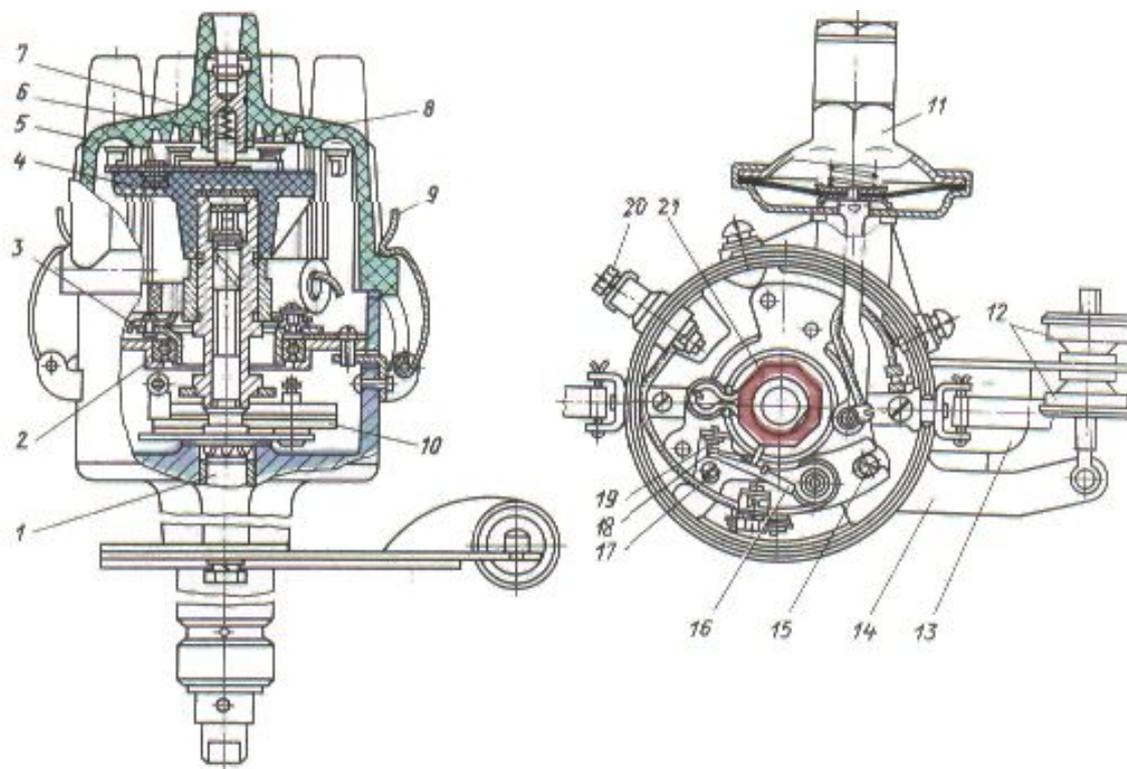


Рис. 109 - Распределитель зажигания Р137:

1 - валик; 2 - пластина; 3 - подвижный диск; 4 - ротор (бегунок) с электродом; 5 - крышка; 6 - ВЫВОД высокого напряжения; 7 - пружина; 8 - контактный уголек; 9 - защелка крышки; 10 - центробежный регулятор; 11 - вакуумный регулятор; 12 - регулировочные гайки октан-корректора; 13 и 14 - нижняя и верхняя пластины октан-корректора; 15 - эксцентрик; 16 - рычажок; 17 - винт крепления прерывателя; 18 - подвижный контакт; 19 - неподвижный контакт; 20 - вывод низкого напряжения; 21 - кулачок прерывателя пуска двигателя шунтируется контактами стартера.

Распределитель Р137 (рис. 109) состоит из корпуса, в котором установлены центробежный регулятор 10, прерыватель низкого напряжения и ротор 4 с электродом, и крышки 5, закрывающей корпус сверху. К корпусу привернуты вакуумный регулятор 11 опережения зажигания и пластины октан-корректора с регулировочными гайками 12. К корпусу распределителя прикреплены винтами неподвижная пластина 2, на которой на шарикоподшипнике смонтирован подвижный диск 3. На диске установлена пластина, имеющая стойку с неподвижным контактом 19 прерывателя. Подвижный контакт 18 находится на той же пластине на изолированном от корпуса рычажке 16 и всегда прижат к неподвижному контакту пружинной. Подвижный контакт 18 проводом соединен с выводом 20 низкого напряжения, изолированным от корпуса. К этому выводу присоединен провод от катушки зажигания. При вращении валика 1 выступы кулачка 21 набегают на

текстолитовую колодку подвижного контакта, и контакты размыкаются. Оптимальный зазор между контактами прерывателя равен 0,35 - 0,45 мм.

Регулятор опережения зажигания. При рассмотрении рабочего цикла двигателя было условно принято, что воспламенение рабочей смеси в цилиндре происходит при положении поршня в ВМТ. Скорость сгорания смеси в цилиндре двигателя очень велика, но все же на сгорание необходимо определенное время. Если рабочую смесь воспламенять в момент нахождения поршня в ВМТ (позднее зажигание), то она будет сгорать при увеличивающемся объеме, что приведет к перегреву двигателя и снижению его мощности и экономичности. Если смесь сгорает до прихода поршня в ВМТ (раннее зажигание), то также нарушается нормальная работа двигателя; образующиеся газы давят на поднимающийся поршень, и он получает «обратный удар». Следовательно, смесь необходимо воспламенять до прихода поршня в ВМТ (в конце такта сжатия) с некоторым опережением. Опережение зажигания устанавливают с таким расчетом, чтобы к началу рабочего хода почти вся смесь успела сгореть и давление газов на поршень было наибольшим.

Углом опережения зажигания называют угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до ВМТ в момент появления искры между электродами свечи зажигания. Наивыгоднейший угол опережения зажигания зависит от соотношения между частотой вращения коленчатого вала и скоростью сгорания смеси данного состава. С возрастанием частоты вращения коленчатого вала угол опережения зажигания необходимо увеличить, так как повышается скорость движения поршней и остается меньше времени на горение смеси. Продолжительность периода сгорания смеси зависит от скорости распространения фронта пламени во время горения, которая не превышает 35 м/с. На скорость распространения фронта пламени влияют состав смеси и ее турбулентность, форма камеры сгорания, диффузия (проникновение) активных центров в свежую смесь, конвекция (перенос теплоты) в верхнюю часть камеры сгорания и другие факторы. Поэтому чем выше скорость сгорания смеси, тем меньше должен быть угол опережения зажигания.

Центробежный регулятор. На валике (рис 110,а) распределителя закреплена пластина 5 с двумя шпильками 7, являющимися осями для грузиков 2. Кулачок 9 напрессован на втулку, которая свободно посажена на верхний конец валика 6 и жестко соединена с пластиной 8, надетой прорезями 12 на штифты 1. Кулачок удерживается от осевого смещения вверх шайбой 10 и стопорным кольцом 11.

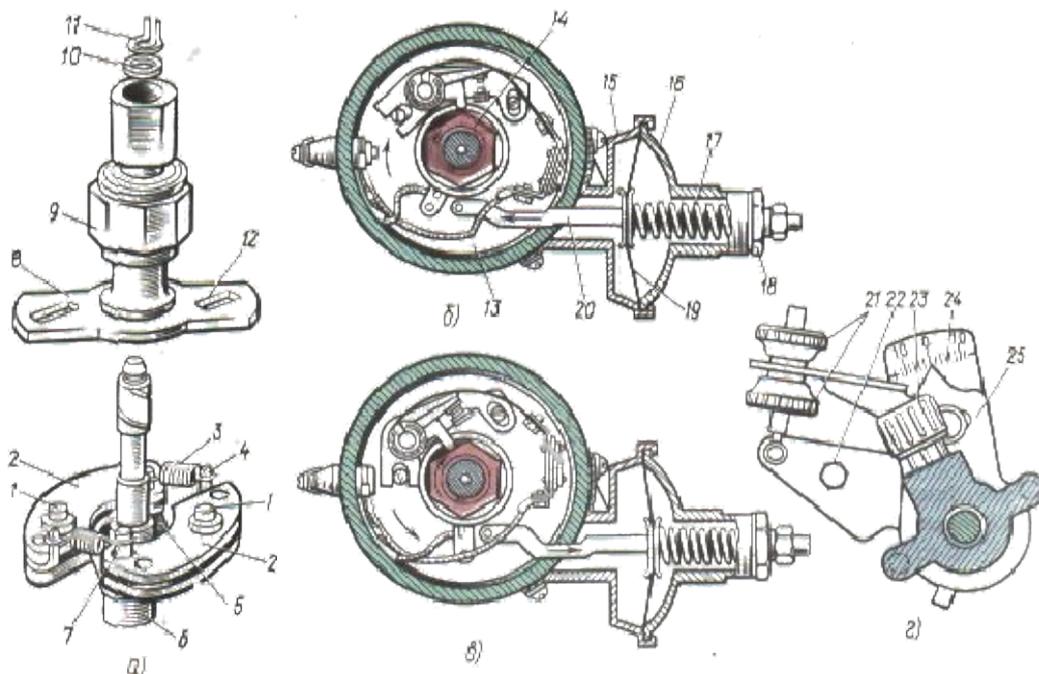


Рис. 110 - Регуляторы опережения зажигания:

*а - центробежный; б и в - вакуумный (соответственно позднее и раннее зажигание);
 г - октан-корректор; 1 - штифт грузиков; 2 - грузики; 3 - пружина грузиков;
 4 - стойка подвески пружин; 5 - пластина; 6 - валик распределителя; 7 - шпилька грузика;
 8 - пластина кулачка; 9 - кулачок; 10 - опорная шайба; 11 - стопорное кольцо; 12 - продольная прорезь;
 13 - подвижный диск; 14 - кулачок; 15 - крышка; 16 - корпус вакуумного регулятора; 17 - пружина;
 18 - ниппель; 19 - мембрана; 20 - тяга; 21 - регулировочные гайки; 22 - болт; 23 - колпачковая масленка; 24
 - нижняя пластина; 25 - верхняя пластина.*

При увеличении частоты вращения коленчатого вала грузики под действием сил инерции расходятся, преодолевая натяжение пружин 3. При помощи штифтов 1 грузики 2 поворачивают пластину 8, а вместе с ней и кулачок 9 в направлении вращения кулачкового вала. В этом случае выступы кулачка раньше размыкают контакты прерывателя, увеличивая угол опережения зажигания. При уменьшении частоты вращения вала силы инерции грузиков уменьшаются, и сжимающиеся пружины 3 приближают их к исходному положению. В результате этого кулачок прерывателя поворачивается в направлении, обратном направлению вращения. Выступы кулачка позже размыкают контакты прерывателя, и угол опережения зажигания уменьшается.

Вакуумный регулятор. Он изменяет угол опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя, т. е. от степени открытия дроссельной заслонки. Вакуумный регулятор состоит из корпуса 16 (рис. 110,б) и крышки 15, между которыми зажата мембрана 19, соединенная тягой 20 с подвижным диском 13 прерывателя. Пружина 17 действует на мембрану и через тягу поворачивает подвижный диск по направлению вращения кулачка 14, что соответствует позднему зажиганию. При уменьшении нагрузки на двигатель дроссельную заслонку прикрывают, и разрежение во впускном трубопроводе и в полости

корпуса 16 (передающееся через ниппель 18) увеличивается. Под действием разности давлений мембрана 19, преодолевая силу сопротивления пружины 17, перемещается в правую (по схеме) сторону. В этом случае тяга поворачивает диск прерывателя в сторону, противоположную направлению вращения кулачка 14, и контакты размыкаются раньше (рис. 110, в) - угол опережения зажигания увеличивается. Одновременная и независимая работа центробежного и вакуумного регуляторов обеспечивает установку наивыгоднейшего угла опережения зажигания с учетом как частоты вращения коленчатого вала, так и нагрузки двигателя.

При малой частоте вращения холостого хода, когда дроссельная заслонка прикрыта, двигатель устойчиво работает при позднем зажигании. Этого достигают тем, что отверстие вакуумного регулятора, соединяющее его с карбюратором, располагают несколько выше кромки дроссельной заслонки. Следовательно, в случае прикрытой дроссельной заслонки давление в полостях корпуса и крышки вакуумного регулятора становится почти одинаковым. Разжимающаяся пружина перемещает мембрану, тягу и поворачивает диск (до упора) в сторону направления вращения кулачка прерывателя, и регулятор отключается (позднее зажигание, рис. 110,б).

Октан-корректор. В зависимости от октанового числа топлива октан-корректор позволяет изменять угол опережения зажигания поворотом корпуса распределителя. Октан-корректор состоит из пластин 24 и 25 (рис. 110, г), наложенных одна на другую. Пластину 24, имеющую шкалу, прикрепляют к блоку цилиндров, а пластину 25 с указателем - к пластине корпуса распределителя. Регулировочными гайками 21 можно поворачивать корпус и перемещать пластину 25 с указателем по шкале пластины 24. При перемещении корпуса по указателю на одно деление он повертывается на 2° , что соответствует изменению угла опережения зажигания на 4° . Октан-корректором можно изменять угол опережения зажигания в пределах $\pm 12^\circ$ (по углу поворота коленчатого вала). При повороте корпуса прерывателя по часовой стрелке, т. е. в направлении вращения кулачка, угол опережения зажигания уменьшается (позднее зажигание). Если сгорание топлива с малым октановым числом сопровождается детонацией, то угол опережения зажигания необходимо уменьшить.

Свечи зажигания. Для создания искрового промежутка служат свечи зажигания (ГОСТ 2043-74). На отечественных автомобильных двигателях применяют неразборные искровые свечи зажигания, обладающие лучшими тепловыми и электрическими

свойствами, большей прочностью и долговечностью. Новые изоляционные материалы: хилумин, боркорунд и синоксаль - в настоящее время начинают заменять уралит.

Свеча состоит из изолятора 8 (рис. 111) с центральным электродом 15 и корпуса 10 с боковым электродом 14, соединенным с массой (корпусом). В момент, когда свеча зажигания находится под высоким напряжением, между электродами образуется искра, воспламеняющая рабочую смесь в цилиндре.

Для установки свечи зажигания в головку блока на нижней части корпуса 10 имеется резьба. По длине теплового конуса изолятора можно судить о тепловой характеристике свечи зажигания. Свечи с коротким тепловым конусом (рис. 111,в) длиной 7,5 мм лучше отводят теплоту от изолятора к корпусу, т. е. обладают более высокой теплоотдачей, и их называют холодными. Такие свечи применяют на двигателях с большой степенью сжатия и высоким температурным режимом. Свеча с удлиненным тепловым конусом (рис. 111,б), например длиной 16 мм, поглощает много теплоты, медленно остывает, обладает малой теплоотдачей, и ее называют горячей. Такие свечи применяют на двигателях с небольшой степенью сжатия и умеренным температурным режимом.

Для свечи зажигания введено понятие калильного числа - условная величина, пропорциональная среднему индикаторному давлению (среднее давление газов на поршень в течение полного цикла), при котором во время испытания свечи на моторной тарировочной установке в цилиндре начинает появляться калильное зажигание, т. е. зажигание (до искры) рабочей смеси от постороннего источника теплоты - перегретых частей свечи или поршня. Калильное зажигание вызывает перегрев двигателя и снижение его мощности.

В ГОСТ 2043-74* предусмотрен определенный ряд калильных чисел: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Чем больше калильное число, тем холоднее свеча зажигания. Введена следующая маркировка свечей. Все свечи имеют метрическую резьбу; диаметр их ввертываемой части обозначают буквами А и М. Буква А соответствует резьбе М14 х 1,25, а буква М - резьбе М18 х 1,5. Если тепловой конус выступает за корпус свечи, то в марке ставят букву В. Длину резьбовой части также обозначают буквами : Н - соответствует длине 11 мм, а Д - длине 19 мм. Буква Т показывает, что по соединению изолятор - центральный электрод герметизация выполнена термоцементом. Если длина резьбовой части корпуса равна 12 мм, тепловой конус не выступает за корпус и герметизация выполнена другим материалом, то в маркировке свечи это не обозначено.

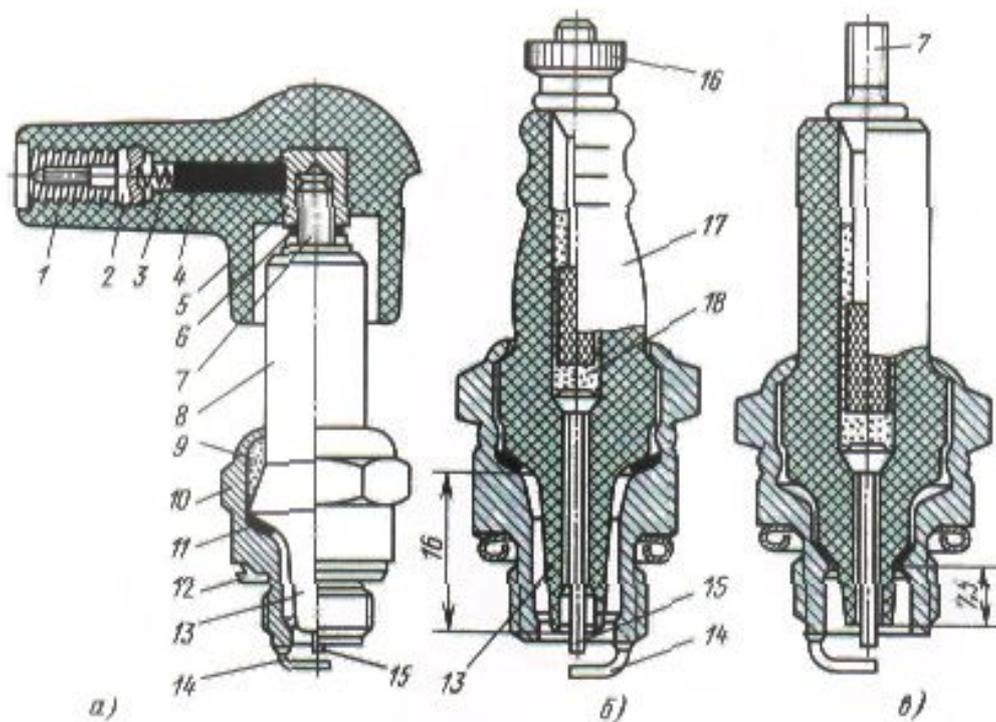


Рис. 111 - Свечи зажигания:

а – устройство; *б* - горячая свеча; *в* - холодная свеча; 1 - корпус наконечника; 2 - вывод; 3 - контактная пружина; 4 - подавительный резистор; 5 - контакт; 6 - стопорная пружина; 7 - стержень центрального электрода; 8 - изолятор; 9 - уплотняющий порошок; 10 - корпус свечи; 11 - медная шайба; 12 - медно-асбестовая шайба; 13 - тепловой конус (юбка); 14 - боковой электрод; 15 - центральный электрод; 16 - контактная гайка; 17 - изолятор свечи; 18 - токопроводящий стекло герметик.

Например, свеча А17ДВ имеет резьбу М14 х 1,25, калильное число 17, длину резьбовой части 19 мм, выступающий тепловой конус; свеча МВТ имеет резьбу М18 х 1,5, калильное число 8, длину резьбовой части 12 мм, не выступающий тепловой конус и герметизацию термоцементом.

Конец провода высокого напряжения, присоединяемый к свече зажигания, укрепляется контактной гайкой 16. Он может быть снабжен защитным наконечником вертикального или горизонтального типа (рис. 111, а), в котором установлен подавительный резистор 4 для устранения радиопомех, вызываемых работой системы зажигания. В крышке 5 (см. рис. 109) корпуса распределителя расположен контактный уголек 8 с подавительным резистором. Между этим резистором и выводом 2 свечи (см. рис. 111) помещена контактная пружина 3. Контакт 5 и стопорная пружина 6 надежно соединяют корпус защитного наконечника и стержень 7 центрального электрода свечи.