

---

# СЪДЪРЖАНИЕ

---

## Предговор

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Техническо състояние на автомобилите</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.1. Надеждност на автомобилите .....   | 4         |
| 1.2. Параметри на техническото състояние .....  | 8         |
| 1.3. Причини и фактори за изменение на техническото състояние .....                                       | 11        |
| 1.4. Закономерности в изменението на техническото състояние .....   | 15        |
| <b>2. Техническо обслужване и диагностика на автомобилите</b> .....                                       | <b>19</b> |
| 2.1. Контрол на техническото състояние .....  | 19        |
| 2.2. Диагностика на неизправностите .....   | 23        |
| 2.3. Диагностични тестове и програми .....  | 25        |
| 2.4. Автоматизация на диагностиката .....   | 30        |
| 2.5. Техническо обслужване на автомобилите .....  | 33        |
| 2.6. Система за техническо обслужване и ремонт на автомобилите .....                                      | 34        |
| 2.7. Периодичност и обем на работите на техническите обслужвания .....                                    | 36        |
| 2.8. Ремонт на автомобилите .....   | 38        |
| 2.9. Коригиране на нормативите на СТОР .....  | 40        |
| <b>3. Общ контрол на автомобилите</b> .....   | <b>42</b> |
| 3.1. Мощност и разход на гориво .....   | 44        |
| 3.2. Съдържание на вредни компоненти в отработилите газове .....  | 51        |
| 3.3. Ниво на шума .....   | 56        |
| <b>4. Диагностика на двигателите</b> .....  | <b>60</b> |
| 4.1. Диагностика на пусковата уредба .....  | 61        |
| 4.2. Диагностика на коляно-мотовилковия и газоразпределителния механизъм .....                            | 64        |
| 4.2.1. Диагностика на коляно-мотовилковия механизъм .....   | 64        |
| 4.2.2. Методи за съвместна диагностика на коляно-мотовилковия и газораз-<br>пределителния механизъм ..... | 65        |
| 4.3. Диагностика на запалителната уредба на бензинов ДВГ .....  | 73        |
| 4.3.1. Принцип на действие и диагностика на електромеханична запалителна<br>уредба .....                  | 73        |
| 4.3.2. Поелементна диагностика на запалителната уредба .....  | 76        |
| 4.3.3. Диагностика на запалителна уредба с осцилоскоп .....   | 81        |
| 4.3.4. Проверка на началния ъгъл на подаване на искра .....   | 105       |
| 4.3.5. Диагностика на центробежния регулатор .....  | 108       |
| 4.3.6. Диагностика на вакуумния регулатор .....   | 109       |
| 4.3.7. Недостатъци на електромеханичната запалителна уредба .....   | 110       |
| 4.4. Диагностика на горивна уредба .....  | 111       |
| 4.4.1. Диагностика на горивна уредба на бензинови двигатели .....   | 112       |
| 4.4.2. Диагностика на горивна уредба на дизелови двигатели .....  | 116       |
| 4.5. Диагностика на охладителната уредба .....  | 120       |
| 4.5.1. Диагностика на течността охладителна уредба .....  | 120       |
| 4.6. Диагностика на мазилната уредба .....  | 123       |

|   |            |
|---|------------|
| <b>5. Диагностика на силовото предаване .....</b>                               | <b>126</b> |
| 5.1. Съединител .....   | 126        |
| 5.2. Предавателна и разпределителна кутия .....                                 | 127        |
| 5.3. Карданни предавки .....  | 129        |
| 5.4. Заден мост с главно предаване и диференциал .....                          | 130        |
| <b>6. Диагностика на кормилната уредба .....</b>                                | <b>131</b> |
| <b>7. Диагностика на окачването и ходовата част .....</b>                       | <b>136</b> |
| 7.1. Измерване на монтажните ъгли от геометрията на предния и задния мост ..... | 136        |
| 7.2. Проверка на амортизьорите .....  | 140        |
| <b>8. Диагностика на автомобилните колела. Уравновесяване .....</b>             | <b>143</b> |
| <b>9. Диагностика на спирачната уредба .....</b>                                | <b>151</b> |
| <b>10. Диагностика на уредбата за осветление и сигнализация .....</b>           | <b>163</b> |
| <b>11. Определяне центъра на тежестта на автомобила .....</b>                   | <b>170</b> |

---

# 1. ТЕХНИЧЕСКО СЪСТОЯНИЕ НА АВТОМОБИЛИТЕ

---

## 1.1. НАДЕЖДНОСТ НА АВТОМОБИЛИТЕ

Надеждността на автомобилите е тясно свързана с тяхната ефективност. При анализирането на ефективността на автомобилния транспорт един от най-важните въпроси може да се формулира така: готов ли е автомобилът за извършване на превоз в момента, когато това се налага, и ще запази ли той своята работоспособност в продължение на необходимия интервал от време или пробег. Отговорът на тези въпроси съдържа най-важния, най-общия показател за качеството на автомобила – неговата надеждност.

*Под надеждност се разбира способността на автомобила да запазва свойствата си, необходими за извършване на превози при нормални условия на експлоатация в продължение на определен интервал от време или пробег.*

В процеса на експлоатация свойствата на автомобила се изменят в нежелана посока. Изменението на свойствата на автомобила е един напълно естествен и закономерен процес на деградация, при който възникват т.нар. откази.

Отказът е явление, след възникването на което автомобилът загубва способността си да извършва превози или извършването на превози в това състояние по някакви съображения е недопустимо. Отказът е загубата на работоспособност, всяко отделно прекратяване на транспортния процес по технически причини – недопускане на излизане на линия, спиране на линия, преждевременно връщане от линия.

Понятието отказ е основно понятие в съвременната теория на надеждността. То позволява да се въведат числени критерии на надеждност и да се определят основните надеждностни характеристики на автомобилите.

Важността на проблема надеждност на автомобилите е особено голяма, като се има предвид, че много често незначителни по стойност на отстраняване откази могат да доведат до сериозни произшествия с човешки жертви или до продължителни непроизводителни престои на подвижния състав. Недостатъчната надеждност на автомобилите неизбежно води до ниски показатели на използване на подвижния състав и големи разходи за техническо обслужване и ремонт.

Съгласно с най-разпространеното сега становище надеждността от своя страна се определя от още по-конкретни свойства на автомобила, а именно безотказност, дълготрайност, ремонтпригодност и съхраняемост.

Безотказност – това е свойството на автомобила да запазва своята работоспособност в течение на определен период от време (пробег) при нормални условия на експлоатация.

За оценяване на безотказността се използват следните показатели:

– *вероятност за безотказна работа* – вероятността, че автомобилът ще работи безотказно в течение на определен интервал от време или че при зададена продължителност на работа отказ няма да възникне;

– *средна отработка до отказ* – средната продължителност на работа (или пробег) до възникването на първи отказ; може да се определя и средна отработка между отказите;

– *параметър на потока на отказите* – средният брой откази за единица време (пробег);

– *интензивност на отказите* – отношение на честотата на отказите към вероятността за безотказна работа в даден момент на времето.

При оценката на безотказността на автомобилите особено важен показател е вероятността за безотказна работа през интервала от време в наряд. Използва се оценката на безотказността в продължение на определен пробег (особено при превозите на големи разстояния). Вероятността за безотказна работа между отделните видове техническо обслужване (ТО) се използва като един от показателите, които характеризират ефективността и качеството на ТО. Определянето на безотказността на автомобила по интервал на пробег от началото на експлоатацията му характеризира темпа на неговото стареене, както и ефективността на системата за поддържане.

**Д ъ л г о т р а й н о с т** – това е свойството на автомобила да запазва работоспособността си през целия период на експлоатация за достигането на гранично състояние при установена система на ТО и ремонт. Това е пригодността на автомобила за продължителна експлоатация с извършване на необходимите работи по ТО и ремонта.

За оценяване на дълготрайността се използват предимно следните показатели:

– *среден експлоатационен срок* – средна стойност на продължителността на експлоатация на автомобилите до момента на възникване на гранично състояние, определено с техническа документация, или до бракуване;

– *среден експлоатационен ресурс* – средна стойност на пробег на автомобилите до бракуване;

– *ресурс до първи основен ремонт (ОР)* – пробегът на автомобила от началото на експлоатация до влизането му за първи ОР;

– *междуремонтен ресурс* – пробегът на автомобила между два последователни ОР или между ОР и бракуване.

В горните определения под *гранично състояние* се разбира такова техническо състояние, при което по-нататъшната експлоатация на автомобила по някакви критерии е невъзможна – неефективна, опасна и др. Това състояние се определя от редица технически, икономически, специални и други фактори.

Заслужава да се отбележи, че експлоатационният срок на автомобилите се определя в години, а ресурсът – в изминат пробег (километри).

Така формулирани горните показатели могат да се определят както за автомобила като цяло, така и за съставляващите го агрегати, възли и детайли.

**Р е м о н т о п р и г о д н о с т** – това е приспособеността на автомобила към предотвратяване, откриване и отстраняване на отказите и неизправностите при извършването на ТО и ремонтите.

За оценяване на ремонтпригодността се използват предимно следните показатели:

– *вероятност за възстановяване за дадено време* – вероятността, че въз-

никналият отказ ще бъде открит и отстранен в течение на зададен интервал от време;

– *средно време за възстановяване на работоспособността* – средната продължителност на принудителния нерегламентиран престой, необходим за откриване и отстраняване на един отказ;

– *средна трудопоглъщаемост на ТО (респ. и за ремонта)* – средните сумарни разходи на труд за извършване на ТО (ремонт) за определен период на експлоатация;

– *средна стойност на ТО (ремонт)* – стойността на средните сумарни разходи за провеждане на ТО (ремонт) за определен период.

Средната продължителност и средната трудопоглъщаемост на ТО и на ремонта са показатели, които подлежат на нормиране в практиката на автомобилния транспорт. Голямо практическо приложение са намерили и някои относителни показатели:

– *относителна трудопоглъщаемост на ТО (или на текущия ремонт – ТР)* – отношението на средната трудопоглъщаемост на ТО (ТР) към средния пробег за определен период на експлоатация; може да се определи и като отношение и на сумарните разходи за труд на ТО (ТР) към пробега за определен период;

– *относителна стойност на ТО (ТР)* – определя се както относителната трудопоглъщаемост, като разходите за труд се остойностяват.

Горните два показателя обикновено се изчисляват както за ТО, така и за ТР или и за двете дейности. Определят се обикновено в човекочасове на 1000 km пробег и в лева на 1000 km.

От определенията на показателите за ремонтпригодност става ясно, че те зависят не само от свойствата на самия автомобил, но и от равнището на организацията и технологията на обслужването и ремонта – квалификация на работниците, равнище на технологичното обзавеждане, на производствено-техническата база, на снабдяване с резервни части и т.н.

Ремонтпригодността на автомобила се определя от удобството на достъпа към елементите, обект на ТО и ТР, от лекотата на свалянето и поставянето на възлите и агрегатите, на разглобяването и сглобяването им, от взаимозаменяемостта на системите, възлите, детайлите, от приемствеността на използваното технологично обзавеждане. По тези съображения често за характеризиране на ремонтпригодността на автомобила се използват някои частни показатели, определящи влиянието на конструктивните особености на автомобилите върху трудопоглъщаемостта на неговото обслужване и ремонт. Такива показатели могат да бъдат абсолютният или относителният брой на точките (местата) за обслужване на автомобила, количеството на различните експлоатационни материали, номенклатурата на необходимите инструменти и др.

**Съхраняемост** – това е свойството на автомобила да запазва работоспособното си състояние в течение на срока за съхраняване и при транспортиране. В автомобилния транспорт това свойство има доста ограничено приложение – в случай на продължително съхранение (консервация) на автомобилите и при тяхното транспортиране. По-голямо значение то има за някои възли или изделия на автомобила – гуми, акумулатори, както и за някои експлоатационни материали – масла, течности, бои.

В практиката на автомобилния транспорт се използват и някои комплексни показатели за надеждността на автомобилите. Такъв показател е *коэффициентът на техническа готовност (К)*. Той се определя:

– за един автомобил по формулата

$$K_{\text{тг}} = \frac{D_{\text{тг}}}{D_{\text{к}}},$$

където  $D_{\text{тг}}$  е броят на дните, през които автомобилът е бил в техническа изправност;

$D_{\text{к}}$  – броят на работните календарни дни;

– за автомобилния парк за един ден по формулата

$$K_{\text{тг}} = \frac{A_{\text{тг}}}{A_{\text{и}}},$$

където  $A_{\text{тг}}$  е броят на технически изправните автомобили за деня;

$A_{\text{и}}$  – инвентарният брой автомобили;

– за целия автомобилен парк за определен период по формулата

$$K_{\text{тг}} = \frac{AD_{\text{тг}}}{AD_{\text{и}}},$$

където  $AD_{\text{тг}}$  са автомобилодните и техническата изправност за отчетния период;

$AD_{\text{и}}$  – инвентарните автомобилодни за същия период.

Въпросът с определянето на надеждностните показатели на автомобилите се усложнява по няколко причини. Отказът може да се разглежда както за автомобила като цяло, така и отделно за някой от съставляващите го елементи. Като се анализират отказите по елементи на автомобила, трябва да се има предвид, че в някои случаи отказът на елемента води до прекратяване на транспортния процес, но не всички откази на елементи водят до отказ на автомобила като цяло. Оценката на надеждността на автомобила по отказите на съставляващите го елементи е неприемлива, тъй като вероятността за безотказна работа твърде скоро след пускането му в експлоатация се приближава до нула, докато в действителност той продължава да работи с твърде висок коефициент на техническа готовност. Въпросът се усложнява, когато се вземат предвид реалните условия на експлоатация на автомобилите – естествената цикличност на тяхната работа, при която времето на работа се редува с неработно време, през което могат да се отстранят някои възникнали откази на отделни елементи, без те да са оказали влияние върху безотказната работа на автомобила като цяло.

В практиката понякога възникват затруднения при оценка на явленията, които някои считат за отказ, а други – не, т.е. за едно и също фактическо явление може да има различни заключения относно работоспособността или неработоспособността на автомобила. Източник на двойственост в тълкуването на състоянието на автомобила обикновено е липсата на фиксирани единни изисквания, които не са пряко свързани с непосредствените функции на автомобила, т.е. нарушението на които не води непосредствено до загуба на работоспособност.

Проявяването на отказа като случайно събитие може да се обясни със съществуването на неизбежни колебания в процеса на производство на автомобилите, както и със случайните и многобройни въздействия през периода на экс-

плоатацията. Това е наложило при определяне на надеждността на автомобила да се използват вероятностни и статистически методи.

В периода на експлоатация на автомобила определени откази възникват нееднократно. Всеки път след отстраняването на отказа работоспособността на автомобила се възстановява и той продължава да изпълнява своите функции. Времето на работа между два отказа обикновено представлява незначителна част от общата продължителност на експлоатация на автомобила до пълното му износване.

Възстановяването е едно от средствата за повишаване на надеждността на техническите системи за продължително използване. Случайната последователност от откази и възстановявания на определен елемент се нарича *процес на възстановяване*.

Използването на теорията на надеждността позволява да се изследват и установяват закономерностите на изменението на техническото състояние на автомобилите. Познаването на тези закономерности позволява да се разработят обосновани методи за поддържане на автомобилите.

## 1.2. ПАРАМЕТРИ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

Съвременните автомобили се отнасят към категорията на сложните технически системи. Тяхната сложност се определя от големия брой съставляващи елементи, от тяхното разнообразие, от сложността на функционалните връзки между елементите на системата, от съществуването на много режими на работа, от възможността за възникването на различни откази в едни и същи елементи, от наличието на последствия, които се изразяват в необходимостта от извършването на голям брой операции или ремонти.

Автомобилът като всяка техническа система е съставен от отделни части – елементи, които изпълняват строго определени функции. Разделянето на автомобила на елементи създава благоприятни възможности при решаването на редица практически и теоретични задачи. Когато става дума за елементи на автомобила, трябва да се има предвид, че в редица случаи те не бива да се отъждествяват с отделните детайли, т.е. с физическите елементи. В зависимост от естеството на поставената задача под елемент може да се разбира група от съвместно работещи детайли, съединение или връзка между детайлите.

Елементите на автомобила са свързани помежду си в единно цяло и именно връзките отличават системата от простия конгломерат от части. Затова, когато става дума за техническа система, обикновено се разбира множеството от елементи и съвкупността от връзките между тези елементи. Деленето на автомобила на елементи, както и определянето на вида и характера на връзките между елементите изцяло зависят от естеството на решаваната задача. За всяка конкретна задача деленето на автомобила на елементи може да се извършва на едно или друго равнище, да се разглеждат едни или други връзки между елементите.

При решаването на някои задачи за елементите се определят някои възли на автомобила, които от своя страна също могат да се разделят на съставни части с определени функции. За да се избегне двусмислие, когато става дума за елемент, по-нататък ще се разбира част от автомобила, която изпълнява оп-

ределени функции. Елементът не се разглежда като съставен от други части; той или няма съставни части, или разделянето му на повече части по някакви съображения не е целесъобразно.

В процеса на експлоатация в автомобила и елементите му се извършват необратими процеси, които изменят свойствата им както и условията на работа: изменят се физико-химичните свойства на материалите, увеличават се хлабините в съединенията, корозират металите, изчерпва се ресурсът на якост на умора и т.н. Тези процеси практически влошават всички експлоатационни качества на автомобила.

Свойствата на всеки елемент на автомобила в определен момент от времето могат да се характеризират с някаква *съвкупност от параметри*. С други думи, състоянието на всеки елемент може да се определя с някакъв краен брой параметри. Необходимо е да се знае, че параметрите, които характеризират един елемент, обикновено са твърде много на брой – това могат да бъдат геометричните размери, физико-механичните, химичните, електрическите и други функционални параметри. Съвсем естествено възниква въпросът за избор на строго определени групи от параметри. Тук трябва да се спазват няколко условия. Първото условие е съвкупността от параметри да бъде *минимална*, което от своя страна води до изискването за възможно по-голяма независимост от параметрите от съвкупността. Разбира се, трябва да се спазва и условието за *пълнота на групата от параметри*, т.е. установяването на техните стойности във всички случаи да позволява **еднозначно решение** относно функционалната годност на елемента. При избора на параметрите трябва да се има предвид и условието за *различителната способност* на параметрите, т.е. като обект на контрол и измерване те да позволяват достатъчно добро различаване на отделните им стойности. Разбира се, едно от основните изисквания към параметрите е да бъдат *достъпни за контрол и измерване*, както и да съществуват методи и средства за контрол.

И така за всеки елемент от автомобила съществуват или могат да се определят краен брой параметри, при контролирането на които по всяко време може еднозначно да се установи техническото състояние на елемента, т.е. неговата пригодност да изпълнява зададените му функции. Елементът е изправен, ако всичките му параметри се намират в предварително определените им граници.

Техническото състояние на автомобила може да се дефинира по два начина. *Първият начин* е следният. *Техническото състояние на автомобила е елементарна сума от техническите състояния на съставлящите го елементи, т.е. автомобилът е изправен, ако са изправни всички негови елементи*. При тази постановка, за да се установи състоянието на автомобила в определен момент, възниква необходимостта да се контролират всички параметри на всички елементи. Като се има предвид, че елементите на автомобила обикновено надхвърлят 1000 и всеки един има по няколко определящи параметри, ясно се вижда абсурдността на тази постановка.

Не само огромният брой параметри, но и практическата невъзможност за непосредствен контрол на по-голямата част от тях налагат да се отхвърли този начин за определяне на техническото състояние на автомобила. Стриктното спазване на тази постановка би наложило почти пълно разглобяване на автомобила, огромната работа при такъв контрол съвсем основателно предизвиква съмнения относно достоверността и сигурността на получените резултати. Нещо повече, доказано е, че едно разглобяване и сглобяване на изправен агрегат или



възел значително снижава неговата безотказност и дълготрайност. Например разглобяването и сглобяването на изправна предавателна кутия намалява дълготрайността ѝ средно с 30%. В сложните системи поелементната проверка на техническото състояние води не само до значително нарастване на времето за контрол, но изисква редица нежелани намеси и има твърде неблагоприятни последици и несигурни резултати. Затова тази постановка не се използва в сферата на експлоатацията на автомобила.

Вторият начин е следният. Автомобилът изпълнява строго определени функции и към него се предявяват строго определени изисквания, които го характеризират като цялостна техническа система. Съвсем естествено е функционалната му пригодност да се оценява по комплексни параметри. *Техническото състояние на автомобила трябва да се оценява именно по параметри, които характеризират неговите функции, определят неговото предназначение като единна техническа система и регламентират неговата работоспособност.* Използването на такива параметри има редица предимства в сравнение с първата постановка: създават се предпоставки за предявяване на непосредствени изисквания към автомобила, съществуват възможности за бърза оценка на неговата работоспособност, налице са всички условия за организиране на ефективен контрол и рационални режими на профилактика.

Първият въпрос, който възниква, е въпросът за избора на параметрите, които характеризират техническото състояние на автомобила. И тук трябва да се спазват условията за минималност на съвкупността, за по-голяма независимост и различимост на параметрите, за пълнота на определената група параметри, за достъпност и възможност за контрол и измерване и т.н.

Броят на параметрите, които определят техническото състояние на автомобила, зависи от равнището на развитие на автомобилния транспорт. С повишаване на изискванията, с разработването на нови ефективни методи и уреди за контрол броят на тези параметри се изменя непрекъснато. Така например към традиционните параметри, като мощност, разход на гориво, спирачен ефект и т.н., напоследък се прибавиха такива като съдържание на вредни компоненти в отработилите газове и ниво на шума.

Параметрите, характеризиращи техническото състояние на автомобила, могат да бъдат *функционални*, т.е. да определят непосредствени функции. Такива параметри са геометричните размери, мощността, разходът на гориво, пропускането на газове в картера на двигателя, съдържанието на СО в отработилите газове, нивото и характерът на шума и т.н. В най-общия случай тези параметри могат да бъдат обект на контрол в процеса на работа на системата. Тяхна разновидност са т.нар. *реакции в процеса на функционирането на автомобила*, т.е. на определени входни въздействия да отговарят определени реакции на системата. Примери за такива параметри са: сила върху педала на спирачките – спирачен ефект; затваряне на контакта – пускане на двигателя; ъгъл на завиване на кормилното колело – ъгли на завиване на управляемите колела и т.н. Освен функционални входните въздействия могат да бъдат симулативни, стига зависимостта „входни въздействия – реакции“ да определя функционалната пригодност на елемента или системата. Примери за такива параметри са: сила – деформация на пружина, пускане на въздух в горивната камера – излизане на въздух и др.

В броя на параметрите, които характеризират техническото състояние на автомобила, освен параметри, които могат да се измерят и да получат количествена оценка, може да се включат и такива, които подлежат само на качествена

оценка по принципа „да – не“, или най-общи оценки „функционира – не функционира“. Примери за качествени оценки са пускането на двигателя, протичането на течности, работата на осветителните лампи, работата на стъклочистачките, както и всички оценки по целостта на елементите.

За еднозначно определяне на техническото състояние на автомобила (елемента) освен съвкупността от параметри трябва да се знаят и *допустимите граници на техните стойности*. Установяването на допустими граници на параметрите, характеризиращи функциите на автомобила като цяло и функциите на съставляващите го елементи, е въпрос от изключителна сложност. За решаването на този вид задачи обикновено се имат предвид социални, икономически, технически, естетически, хигиенни и други съображения. Например максимално допустимото износване на бутално-цилиндровата група на двигателя може да се определи по няколко критерия: икономически – влошаване на динамичните качества на автомобила, повишаване на разхода на гориво и масло; технически – възможности за възстановяване на цилиндъра и буталото; социален – съдържание на вредни компоненти в отработилите газове. Бързото развитие на автомобилния транспорт наложи не само промени в броя на параметрите на техническото състояние, но и непрекъснато повишаване на изискванията за изправност и оттам – до твърде бързо стесняване на границите на допустимите им стойности. Често противоречивите изисквания към автомобила (напр. скорост – безопасност) намират своето решение в строго регламентиране на техническата изправност.

Необходимо е да се разграничава техническата изправност на отделния елемент, която се определя от групата специфични за неговото предназначение параметри, от техническата изправност на автомобила, характеризираща се от множеството на функционалните му параметри. Стойността на всеки параметър на автомобила зависи от стойностите на параметрите на определена съвкупност от съставляващите го елементи. Параметрите на елементите се колебаят в определени граници. Възниква въпросът как отклоненията от допустимите стойности на параметрите на елементите влияят върху параметрите на автомобила. За да се отговори на този въпрос, най-напред трябва да се познават зависимостите „параметри на автомобила – функция от параметрите на определен брой елементи“. Установяването на тези зависимости изисква провеждането на теоретични и експериментални изследвания на конкретни видове, марки, модели автомобили.

Когато се разглеждат зависимостите между параметрите на техническото състояние на автомобила и параметрите на съставляващите го елементи, трябва да се има предвид, че неизправностите и отказите на някои елементи не винаги предизвикват неизправност или отказ на автомобила. Това налага познаването на закономерностите в изменението на техническото състояние на автомобила.

### **1.3. ПРИЧИНИ И ФАКТОРИ ЗА ИЗМЕНЕНИЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ**

Установяването на закономерностите на изменението на техническото състояние на автомобилите трябва да започне с анализ на причините, които го предизвикват, както и на факторите, които оказват най-съществено влияние.

Причините, които предизвикват изменението на техническото състояние на автомобила, могат да се обособят в три групи:

- причини, предизвикани от характера на работа на самите механизми;
- причини, предизвикани от външни фактори, от условията на експлоатация на автомобилите;
- случайни причини.

Най-голямо значение имат *постоянно действащите причини* за изменение на техническото състояние: износването, пластичните деформации и разрушения, разрушенията в резултат на умора на материалите, корозията и температурните разрушения. Износването е причина за около 35-40% от отказите, пластичните деформации и разрушения – за 25-30%, разрушенията в резултат на умора – за 15-20%, температурните разрушения – за 10-12%.

*Външните фактори*, определени от условията на експлоатацията, оказват своето влияние предимно чрез изменението на интензивността или степента на значимост на вътрешните причини.

Към *случайните причини* обикновено се отнасят скритите дефекти, които не са забелязани в процеса на производството, както и външни случайни фактори, които не се предвиждат за нормалните условия на експлоатация – претоварвания, субективни грешки и др.

## ПРИЧИНИ, ПРЕДИЗВИКАНИ ОТ ХАРАКТЕРА НА РАБОТА НА АВТОМОБИЛА

Най-съществената причина за влошаването на техническото състояние на автомобилите е *износването*. Процесът на износване е постепенното изменение на размерите на детайлите в резултат на триенето, при което възникват деформации или отделяне на материал от триещата повърхност.

Процесът на износване е сложен физико-химичен процес, който е обект на много изследвания и на който е посветена обширна литература. Съгласно със съвременните представи при контакта на две съединени повърхности и тяхното относително преместване в повърхностните слоеве възникват механични и молекулярни взаимодействия, които в крайна сметка водят до износването на тези повърхности.

Основен процес, възникващ при триенето на материалите, е еластично-пластичната деформация в резултат на взаимодействието на микрорелефа на повърхностите. Този процес поражда и се съпровожда от протичането на други процеси на повърхността и повърхностните слоеве – окислителни, топлинни, корозионно-механични процеси, на повърхностни явления и др. Главна причина за износването е разрушаването на повърхностните слоеве в резултат на възникването на умора на материалите – възникване на пукнатини и отделяне на микроскопични лоспи от материала и неговите окиси. Според съвременните теории процесът на износване се разглежда като кумулативен, т.е. като резултат на сумиращото въздействие на отделни фактори при многократното натоварване на триещите се повърхнини.

При взаимодействието на микрорелефите на повърхностите възникват високи локални температури, които при големите местни налягания достигат стойности, съответстващи на фазови изменения в повърхностните слоеве, до разтопяване на метала, до появяване на микропукнатини, до отделяне на материал.

Процесът на възникването на трикционни връзки има молекулярно-механична природа. При тези взаимодействия се извършва и пренасяне на материал от едната повърхност на другата в резултат на молекулярните сили.

В резултат на протичането на химико-термични процеси се образуват ципи от окиси или други химични съединения. Те изменят свойствата на повърхностния слой и те вече се различават от свойствата на основния материал. Образоването на тънки окисни ципи води до взаимодействие между други материали. Откъсването на окисните ципи при цикличното им натоварване и отделянето им с маслото води до образуването на нови окиси на следващите слоеве метал, т.е. създава се цикъл на непрекъснато износване. Този цикличен процес може да се интензифицира при създаване на условия за активна корозия на триещите се повърхности.

Триещите се повърхности могат да се разрушават и в резултат на режещото действие на абразивни частици. Този вид износване се характеризира с много голяма интензивност и налага вземането на мерки такива частици да не попадат между триещите се повърхности. Абразивни частици могат да попадат от атмосферния въздух, или да са резултат на механични обработки, но те също могат да бъдат продукт на износването.

Изключително голямо влияние върху процесите на триене и износване оказва м а з а н е т о. Но въпреки основната си положителна роля маслата, попадайки в микропукнатините, могат да съдействат и за разрушаване на повърхностните слоеве.

В автомобилите има детайли, които са подложени на износване в резултат на пряко въздействие на поток от течности или газове. При тези случаи няма контакт между твърди тела, а повърхностите се износват от ерозионни, кавитационни или хидроабразивни и газоабразивни явления.

На второ място в причините за изменение на техническото състояние са п л а с т и ч н и т е д е ф о р м а ц и и р а з р у ш е н и я. Те възникват, когато се достигнат или превишат якостните граници на използваните материали. Пластичните деформации и разрушения могат да възникнат в резултат на недопустими статични или динамични натоварвания, което е възможно при неправилна експлоатация на автомобила – претоварване, неправилно управление, недопустими експлоатационни условия. Но те могат да възникнат и при грешки в проектирането или нарушения на технологичните процеси на производство на детайлите.

Необратимите пластични деформации водят до постепенно изменение на началните параметри на детайлите и съединенията. Това от своя страна повишава вероятността за възникване на разрушения. Например огъването на вал вследствие на кратковременно претоварване води до изменение на условията на натоварване и триене в лагерите, което ускорява износването им, както и до възникването на законопроменливи напрежения на огъване във вала, което води до изчерпване на неговата якост на умора. От друга страна, изменението на размерите на детайлите в резултат на износване може да създаде условия за достигане на якостните граници и възникване на недопустими пластични деформации и разрушения.

Разрушенията в резултат на умора на материалите възникват при цикличните законопроменливи натоварвания, на които са подложени повечето от детайлите на автомобила. При тези натоварвания в материалите протичат процеси на изкривявания на кристалните решетки, а след определен брой

цикли възникват микроскопични пукнатини, които впоследствие се развиват до окончателното разрушаване на детайла. Една от съществените причини за възникване на пукнатини на умора е концентрацията на напреженията в определени места на детайлите. Това обстоятелство се взема предвид както при проектирането и производството на детайлите, където се избират формата, размерите и технологиите, така и при ремонта, където тези места са обект на строг контрол.

## ПРИЧИНИ, ПРЕДИЗВИКАНИ ОТ ВЪНШНИ ФАКТОРИ

Характерът на автомобилните превози предопределя работата на автомобилна в условията на корозионно агресивна среда. В резултат на въздействието на въздуха, влагата, валежите, на наличието на киселини във водата, на солните разтвори, с които се обработват пътищата зимно време, на някои компоненти на отработилите газове и др. металните повърхнини на автомобилните части са подложени на активна корозия. Корозията разрушава детайлите, намалява тяхната якост, ускорява износването им, влошава външния вид на автомобила. Обект на интензивна корозия са металните детайли на купето, кабината, рамата и откритите детайли, разположени отдолу на автомобила.

Под влияние на външната среда в неметалните детайли на автомобила протичат някои други физико-химични процеси, които влошават техните качества. Тези процеси се обобщават под общото понятие *с т а р е н е*. Например каучуковите изделия под въздействието на въздуха, околната температура, слънчевата радиация, на използваните горива и масла губят своята еластичност и якост. Свойствата на материалите на много детайли се влошават с течение на времето не само при експлоатацията на автомобила, но и при неговото съхранение. Тези явления са характерни и за използваните в автомобила експлоатационни материали – горива, масла, спирачни и охладителни течности.

От краткия обзор на причините за изменението на техническото състояние на автомобилите става ясно колко голямо е значението на условията на експлоатация. От условията, в които се извършват автомобилните превози, се определят режимите на работа на автомобила, на неговите агрегати, възли, механизми и детайли. Тези условия и режими определят в най-голяма степен интензивността на протичане на процесите на износване, умора, корозия, стареене.

Прието е условията на експлоатация да се групират на *т р а н с п о р т н и*, *п ъ т н и* и *к л и м а т и ч н и*. Към *т р а н с п о р т н и* те условия се включват такива фактори като вида на превозвания товар, средното превозно разстояние, коефициента на използване на товарносимостта, коефициента на използване на пробег, средната продължителност на работния ден и др. От транспортните условия зависи степента на натоварване на автомобила и характера на режима на работа на агрегатите и механизмите – относително постоянен или променлив.

*П ъ т н и* те условия се определят от вида и качеството на пътното покритие, от елементите на плана и профила на пътя, от широчината на пътното платно, от наличието на пътни съоръжения. Характерно за нашата страна е голямото разнообразие на пътните условия – магистрала и първокласни асфалтови пътища, пътища в планински местности с малки радиуси на завой и големи

наклони, пътища без покрития (черни пътища) в блоковете на селското стопанство, откритите рудници, строителните площадки.

От вида и състоянието на пътното покритие непосредствено зависят износването на гумите, динамичните натоварвания на ходовата част, елементите на окачването, рамата. От пътните условия зависи степента на запрашаване на въздуха – причина за интензивно абразивно износване на бутално-цилиндровата група на двигателя.

Пътните условия са определящи за режима на работа на всички агрегати и уредби в автомобила, за неговата производителност, ефективност и надеждност, поради което са обект на категоризация. У нас са приети три групи пътни условия: първата включва най-добрите пътища, а третата – най-тежките пътни условия. В тази категоризация се отразява и интензивността на движението. Очевидно е влиянието на интензивното движение в чертите на големите градове – чести ускорявания, спирания, превключвания, престои – изключително неуспешни режими на работа на всички агрегати и уредби на автомобила. Класификацията на пътните условия се използва за целите на нормирането на автомобилния транспорт.

Климатичните условия се определят от температурата на въздуха и от атмосферните и климатични фактори. Най-значим фактор е температурата на околния въздух, която се мени в твърде широки граници през годишните сезони. От температурата на околния въздух се определя температурният режим на работа на агрегатите и механизмите и следователно условията на мазане, триене, износване. Не са без значение и температурните деформации, както и влиянието върху горивните процеси в двигателя.

Към факторите, които оказват влияние върху техническото състояние на автомобилите при извършването на превози, могат да се причислят квалификацията на водачите и качеството на използваните експлоатационни материали – горива, масла, спирачки и охладителни течности, както и системата и организацията на обслужването и ремонта.

#### 1.4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ИЗМЕНЕНИЕТО НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

Параметрите, които характеризират състоянието на автомобила и елементите му, в най-общия случай са *променливи величини*. В процеса на производство стойността на тези параметри зависи от технологичните, а в процеса на експлоатация – от изброените експлоатационни фактори.

Анализът на по-голямата част от отказите на автомобила показва, че възникването им се предхожда от появата на *неизправности*. *Под неизправност се разбира такова изменение на някой параметър, при което автомобилът (елементът) все още продължава да работи.*

Разглеждането на физическата същност на отказите е довело до класифицирането им на *постоянни* и *внезапни*. Към *постоянните* е обикновено се отнасят тези откази, чието проявление се определя от постепенно изменение на поне един достъпен за наблюдение параметър, т.е. приема се, че отказът настъпва, когато този параметър достигне някаква критична или гранично допустима стойност. *Внезапни* са отказите, които възникват

в резултат на скокообразни изменения на някой основен параметър. Типичен пример за внезапен отказ е скъсването на полувал. Но при нормални условия на работа той се предхожда от постепенно скрито изменение на физичните свойства на полувала, което внезапно, като случайност на момента, предизвиква неговото разрушаване. Вижда се, че голяма част от внезапните откази се проявяват като такива само по формата на своето възникване, т.е. защото не е известен някой определящ параметър или пък няма възможност за неговото контролиране.

От своя страна възникването на типичния постоянен отказ (напр. достигане на гранично състояние вследствие постепенно износване) за конкретния автомобил е случайно и в определен момент може да се говори само за вероятност от достигане на това състояние за определена съвкупност от автомобили или техни елементи.

Ясно е, че класификацията на отказите на внезапни и постепенни в голяма степен е условна и зависи от познаването на закономерностите на изменението на техническото състояние на отделните елементи и от техническите и икономическите възможности за контрол на параметрите, характеризиращи техническото състояние.

Процесът на развитие на отказа в най-общия случай може да се представи по следния начин (фиг. 1.1). От началото на експлоатацията започва да се развива неизправността, която се появява след някакво случайно време на работа. От този момент започва вторият стадий на развитие на отказа, който продължава също случайно време на работа. По този начин в процеса на експлоатация елементът (автомобилът) може да се намира в три състояния: изправност, неизправност и неработоспособност. Първите две състояния са работоспособни.

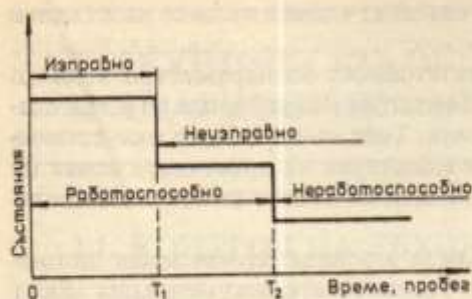
Съотношението между понятието работоспособност и неизправност може да се види от фиг. 1.2. От фигурата се вижда, че работоспособните автомобили могат да бъдат изправни или неизправни; неизправните автомобили могат да бъдат работоспособни или отказали; изправните автомобили са винаги работоспособни, а отказалите – винаги неизправни.

Експерименталните изследвания на неизправностите и отказите на автомобили и елементите му показват, че изменението на параметрите, характеризиращи техническото състояние, в повечето случаи става постепенно, достатъчно плавно и монотонно, т.е. без резки скокове, в зависимост от времето на работа или пробег. Примери за такива зависимости са показани на фиг. 1.3. От фигурата се вижда, че са възможни много закономерности, които в основни линии могат да се групират така:

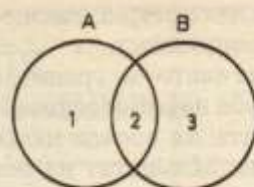
– **увеличение на параметъра** (на фигурата – линии 1, 2, 3) по линейна или криволинейна зависимост (примери: разход на гориво, хлабина в съединенията, съдържание на механични примеси в маслото, пропуск на газове в картера на двигателя, ниво на шума и др.);

– **намаление на параметъра** (на фигурата – линии 5 и 6) по линейна или криволинейна зависимост (примери: мощност на двигателя, напрежение на запалване, предварителна стегнатост на скрепителните съединения, дебелина на спирачните накладки и др.);

– **неизменност, стабилност на параметъра** (на фигурата – линия 4), което е указание, че избраната величина не може да бъде параметър на техническото състояние.



Фиг. 1.1. Възможни състояния в процеса на експлоатация

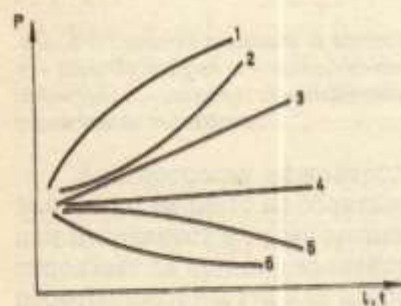


Фиг. 1.2. Съотношение между понятията работоспособност и изправност  
 $A$  – брой на работоспособните автомобили;  $B$  – брой на неизправните автомобили; 1 – изправни автомобили; 2 – неизправни, но работоспособни автомобили; 3 – отказали автомобили

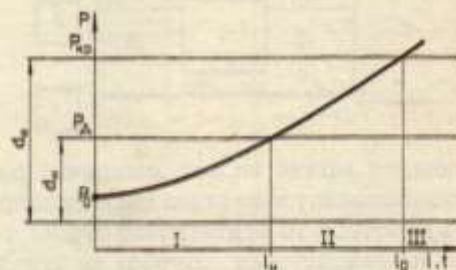
Ако се разгледа един случайно изменящ се в процеса на експлоатация параметър, могат да се установят следните периоди на работа (фиг. 1.4):

*Първият период* се определя от времето или пробег ( $l_n$ ), когато параметърът остава в границите на допусък на своята номинална стойност. Това е периодът на изправна работа на елемента (автомобила); при установяване на такива стойности на параметъра в процеса на експлоатация не се извършват никакви въздействия. Големината на допусък на номиналната стойност на параметъра зависи от технологичните фактори на производството и равнището и възможностите на поддържането.

*Вторият период* на работа се характеризира с излизането на параметъра от рамките на допусък на номиналната стойност, като остава все още в границите на един експлоатационен допусък. Това е периодът на неизправна работа на автомобила (елемента), но експлоатацията му е възможна. При установяване на такива стойности на параметъра на елемента в процеса на експлоатация незабавно се извършват съответните регулировки, замяна на елемента или други въздействия с цел да се възстанови стойността на параметъра в границите на допусък на номиналната му стойност. При установяването на такива стойности на някой параметър на автомобила незабавно се извършва диагностична про-



Фиг. 1.3. Закономерности на изменение на техническото състояние



Фиг. 1.4. Изменение на параметъра в процеса на експлоатация

$P_0$  – начална стойност;  $P_n$  – горна граница на допусък на номиналната стойност;  $P_{sp}$  – горна граница на експлоатационния допусък;  $l_n$  – пробег на изправна работа;  $l_g$  – пробег на работоспособност;  $d_n$  – допусък на номиналната стойност;  $d_s$  – експлоатационен допусък; I – период на изправност; II – период на неизправност; III – отказ



цедура, за да се открие неизправният или отказалият елемент и да се възстанови неговата исправност.

Достигането на гранично допустимата стойност на параметъра води до пълна загуба на работоспособност или до абсолютно недопустима по-нататъшна експлоатация поради някакви съображения. Това състояние се окачествява като **отказ**. Моментът на поява на отказ съществува на пресечната точка на функцията на параметъра с граничните стойности на полето на експлоатационния допуск.

Разбира се, това е обща постановка, която в редица случаи може да претърпи различни модификации. Например в техническата документация могат да бъдат зададени само границите на допускателна номинална стойност. Тогава може да се приеме, че границите на експлоатационния допуск съвпадат с тези на допускателна номинална стойност. Така трябва да се процедира и когато на параметъра е зададена само една допустима гранична стойност. Но има твърде много случаи с параметри на елементи, за които в техническата документация изобщо не се посочват допуски. Затова една от задачите на техническата експлоатация е установяването на границите на експлоатационния допуск на редица важни параметри на техническото състояние на автомобилите.

Вече бе разгледан накратко въпросът за връзката между параметрите на техническото състояние на автомобила и тези на съставляващите го елементи. Необходимо е да се отбележи, че неизправностите и отказите на някои елементи не винаги предизвикват неизправност или отказ на автомобила. Голям брой неизправности и откази остават незабелязани от водачите въпреки влошаването на параметрите на автомобила. Например неизправността на един елемент не винаги може да предизвика неизправност на автомобила, тъй като стойностите на параметрите на автомобила, върху които той влияе, могат да останат в границите на номиналния допуск, т.е. автомобилът остава изправен. Обаче отказът на един елемент може да предизвика отказ или неизправност на автомобила. Затова възниква необходимостта от профилактични проверки на изправността на автомобила с оглед своевременно да се откриват такива откази.

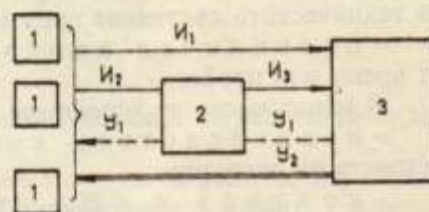
## 2. ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ И ДИАГНОСТИКА НА АВТОМОБИЛИТЕ

### 2.1. КОНТРОЛ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

В процеса на производство и експлоатация е необходима информация за техническото състояние на автомобила, която може да се получи само като резултат на контрола. *Под контрол се разбира процесът на приемане, обработка и получаване на информация, която позволява да се оцени съответствието на контролния обект с предявените към него изисквания и осигурява вземането на решения или извършването на управляващи въздействия.*

Очевидно е, че във всички случаи контролът съдържа измерване или съпоставяне. *Измерването е процес на сравняване по опитен път на измерваната величина с еталонна величина, осигуряващ получаването на количествен резултат.* Основен резултат от измерването е количественото определение на измерваните величини. Резултат на контрола е не само получаването на стойностите на параметрите, но и съставянето на някакво заключение относно работоспособността или изправността на проверявания обект. Следователно по същество резултатите от измерването и контрола са различни.

Съвкупността от обекта на контрола (източник на информация), контролно-измервателната апаратура (КИА), средствата за предаване на измервателната информация и потребителя на информацията (оператора) се нарича *информационна система за контрол*. Схема на системата на контрол е показана на фиг. 2.1.



Фиг. 2.1. Схема на системата за контрол  
1 – обект на контрол; 2 – контролно-измервателна апаратура; 3 – оператор;  $I$  – информация;  $U$  – управляващо въздействие

Ако процесът на контрол е достатъчно съвършен, той не оказва влияние върху състоянието на обекта на контрол, а определя неговата работоспособност или изправност в даден момент от времето. Обаче резултатите от контрола се използват за активно въздействие върху обекта на контрол: възстановяване на работоспособността или изправността, подобряване на характеристиките и т.н.

КИА представлява съвкупност от технически средства за решаване на задачите на контрола и за измерване на параметрите на техническото състояние на обекта на контрол.

Основен структурен елемент на съществуващата система за контрол на техническото състояние на автомобилите е операторът. В процеса на контрола той изпълнява следните функции: подготовка на автомобила и КИА, приемане на сигналите за контролираните параметри, решаване на възникващите задачи (из-

числителни, логически), регистрация на резултатите с цел събиране на статистически данни, приемане на решения, оформяне и предаване на командна информация (управляващи въздействия). Най-важната функция на оператора е приемането на решение за състоянието на обекта и издаването на препоръки по практическото му използване.

## ВИДОВЕ КОНТРОЛ

*В зависимост от характера на решаваната (поставената) задача контролът може да бъде:*

- контрол на изправността или работоспособността – функционален, допусков или количествен контрол на параметрите, определящи техническото състояние;

- контрол в рамките на диагностична процедура за локализиране на неизправности и откази;

- профилактичен контрол – извършван за установяване на изменението и регулиране на параметрите с цел предпазване от възникване на откази и неизправности;

- контрол за прогнозиране на изменението на техническото състояние в бъдеще.

*По вида на оценката на резултата от контрола той може да бъде:*

- допусков контрол – контрол с оценка на резултата по принципа „годен – негоден“, „в допуску – извън допуску“, „по-малко – нормално – повече“;

- количествен контрол – с регистрация на абсолютните или относителните стойности на параметрите или тяхното отклонение от номинала.

*В зависимост от времето на провеждане контролът може да бъде:*

- непрекъснат контрол – извършва се чрез измерване на параметри на техническото състояние през цялото време на работа на автомобила;

- периодичен контрол – извършва се през определен интервал от време или пробег.

*В зависимост от характера на извършването контролът може да бъде:*

- непосредствен контрол – извършва се непосредствено със сетивата на оператора;

- контрол с КИА с участие на оператор;

- автоматизиран контрол – с частично участие на оператор;

- автоматичен контрол – без непосредствено участие на човека.

*По степента на използване на външни въздействия контролът може да бъде:*

- пасивен контрол – без външни въздействия върху обекта на контрола;

- активен контрол, при който състоянието на обекта се установява по реакциите на специално въвеждани стимули.

Както се вижда от горната класификация по характера на осъществяването контролът може да бъде непосредствен, със сетивата на оператора или с помощта на КИА. Това показва, че присъствието на КИА в системата за контрол не е задължително.

*Непосредственият контрол* в основата си представлява външен оглед, т.е. всеобхватна визуална проверка на състоянието на автомобила, както и всички визуални, слухови и други сетивни наблюдения относно функциите и параметрите на техническото състояние. Ролята на оператора се изпълнява предимно от водача, който във всеки момент от работата на автомобила има възможност да следи за състоянието и функциите му и да установи явните отклонения от нормалните стойности на твърде голям брой параметри, характеризиращи техническата изправност. В процеса на управление на автомобила водачът го сравнява със създадения в съзнанието си еталон на изправен автомобил.

Разбира се, тези методи на контрол освен своята простота притежават и съществени недостатъци: не дават количествена оценка на състоянието на автомобила по параметри (а в някои случаи такава оценка е крайно необходима), не позволяват да се оцени стабилността на параметрите, не решават задачите по прогнозиране на техническото състояние и т.н. Не бива да се забравя, че редица неизправности могат и трябва да се установяват само чрез външен оглед – редица деформации, счупвания, корозия, изтичане на течности, пукнатини, всички външни повреди по каросерията и агрегатите и т.н. Използването обаче на тези методи за контрол на някои от основните функционални параметри на автомобила в повечето случаи е недопустимо, тъй като не осигуряват необходимата точност на резултатите.

*Контролът с помощта на КИА* позволява да се избягнат редица недостатъци на непосредствения контрол. От своя страна в редица случаи поради своята сложност и висока стойност той може да се окаже икономически неизгоден. Целесъобразността от използването на КИА, както и целесъобразността от използването на един или друг метод на контрол или на един или друг вид апаратура е технико-икономически въпрос, който трябва да се решава за всеки конкретен случай поотделно. Например в зависимост от производствената програма при еднакви други условия могат да се окажат целесъобразни различни методи за контрол, както и различни видове КИА.

## ВИДОВЕ КИА

*В зависимост от целевото предназначение, от вида на решаваната задача* КИА може да бъде:

– за контрол на състоянието – по множество параметри чрез съпоставяне на текущите стойности на параметрите с техните гранични стойности и последваща оценка на състоянието;

– за локализиране на неизправности – по множество параметри и съпоставяне на текущите им стойности с допустимите, извършвано в рамките на диагностична процедура, която определя параметрите, последователността на контрола и т.н.

– за прогнозиране на състоянието – по множество параметри и съпоставяне на текущите им стойности с допустимите с оглед определяне на продължителността на изправното състояние или момента на следващо ТО;

– смесена – комбинация на изброените по-горе три основни задачи.

*По вида на представяне на резултатите от контрола* КИА може да бъде:

– с качествено представяне на резултата от контрола с

оценки от типа „годен – негоден“, „в допусък – извън допусък“ в повечето случаи с визуална индикация;

– с количествено представяне на резултата от контрола, което може да бъде (в повечето случаи) чрез визуално представяне на числена информация на цифрова скала със стрелка, на дисплей на цифрови табла и др. или чрез регистрация на числовата информация с печат или друг запис.

*В зависимост от начина на управление КИА бива:*

– апаратура с ръчно управление, при която контролът се осъществява само с непосредствено участие на човека (оператора);

– апаратура за автоматизиран контрол, която осигурява извършването на контрола с частично участие на човека, т.е. част от алгоритъма на контрола се извършва автоматично, а друга част – ръчно;

– апаратура за автоматичен контрол, която осигурява провеждането на контрола без участие на човека.

*По степента на универсалност КИА може да бъде:*

– специализирана КИА – предназначена за контрол на състоянието по множество от параметрите на автомобила от определен тип, вид или марка (бензинови, дизелови, товарни, леки и пр.);

– универсална КИА – предназначена за контрол на техническото състояние по множество от параметрите на различните типове, видове или марки автомобили.

*В зависимост от характера на връзката с автомобила КИА може да бъде:*

– автономна, функционалните системи на която са обединени в самостоятелна конструкция;

– встроена, функционалните системи на която са разположени в автомобила и са елемент на неговата конструкция.

Обикновено информацията от встроена КИА е предназначена за водача, който чрез съответния уред може да упражнява непрекъснат контрол при управлението на автомобила. Автономната КИА има съответните свързващи органи или възприематели, които се поставят на автомобила при извършването на контрола и по съответстващи канали се извършва предаването на измервателната информация. Напоследък за подобряване на контролопригодността на автомобилите за контрол на някои особено важни параметри в конструкцията на съответните уредби се поставят встроени възприематели (датчици), което значително опростява конструкцията и свързването на КИА.

При голямата част от съществуващите системи за контрол на автомобилите процесът на контрол се осъществява от оператор. Той е основният елемент, който ограничава производителността на системата. Той е и източникът на субективни грешки в резултатите от контрола. Не бива да се забравя, че независимо от използването на КИА оценката на състоянието и приемането на решение се извършва от оператора.

Често използването на КИА се класифицира като обективен контрол за разлика от непосредствения, който се определя като субективен. Такава класификация е недопустима – тук може да се говори само за вероятност от допускане на грешки в резултата от контрола, която при непосредствения контрол зависи изключително от квалификацията на оператора, докато при използването на КИА освен това ще зависи и от нейното състояние. Разбира се, използването на КИА намалява в голяма степен вероятността от субективни грешки в оценката на резултатите от контрола, но това не означава, че в този случай резултатите са

„обективни“ (т.е. че такава вероятност не съществува), защото оценката на резултатите и приемането на решения и в този случай се извършва от оператора.

Не е изключено при използването на КИА с ниска надеждност вероятността за допускане на грешки да е по-голяма, отколкото оценката на състоянието без апаратура. Грешките, получени в резултат на неизправност на КИА, обикновено водят до особено тежки последствия, защото могат да се пренесат върху голям брой автомобили, докато стане ясно, че има неизправност в апаратурата. И обратно, когато резултатите от непосредствения контрол се отнасят за някои съвсем очевидни неизправности, като счупвания, деформации, протичане на масло и т.н., това не означава, че те са субективни.

При контрола на техническото състояние на такива сложни системи като автомобилите може по принцип да се разграничат още два вида контрол: контрол на автомобила като цяло и контрол на отделни елементи на автомобила (детайли, съединения). *Контролът на автомобила като цяло* се извършва предимно по функционални параметри, т.е. тези параметри, които характеризират основните му функции и работата му като завършена техническа система. *Контролът на техническото състояние* на отделните елементи се извършва по параметри, които не винаги са функционални.

Автотранспортните предприятия, чиято задача е извършване на превози, трябва да допускат в експлоатация само технически изправни автомобили. Така първата основна задача, която практически трябва да решава техническата служба, е определяне на изправността на всеки автомобил в даден момент от времето. За да може във всеки момент от времето да има еднозначен отговор на този въпрос, автомобилът е обект на непрекъснат и периодичен контрол.

## 2.2. ДИАГНОСТИКА НА НЕИЗПРАВНОСТИТЕ

Втората основна задача на техническата служба в автотранспортните предприятия е възстановяването на техническата изправност. Постановката на тази задача е следната: когато вече е установено, че автомобилът е неизправен, да се определи какво трябва да се извърши, за да се възстанови неговата изправност. Тук има два възможни случая: първи – резултатът от контрола еднозначно определя операциите (обема на работата), които трябва да се извършат, за да се възстанови техническата изправност, и втори – резултатът от контрола не дава еднозначен отговор на въпроса, какво трябва да се извърши, за да се възстанови техническата изправност. Възникването на втория случай се дължи именно на постановката за контрола на техническото състояние – той да се извършва преди всичко по функционални параметри (мощност, разход на гориво, спиращ ефект, ниво и характер на шума и др.) или чрез проверка на функциите (стъклопочистачките работят, пътепоказателите функционират, пусковият електродвигател завъртва двигателя и т.н.). Именно при този случай възниква необходимостта от извършването на диагностика.

*Задачата на диагностиката на автомобила като дейност се състои в търсенето на неизправностите и отказалите елементи. Науката диагностика на автомобилите изучава формите на проявяване и методите за откриване на неизправните и неработоспособните елементи.*

Обект на техническата диагностика са техническите системи, които отговарят на следните условия: системата да има най-малко две взаимоизключващи се и различни състояния и системата да се състои от елементи, всеки от които също да има поне две различни (несъвместими) състояния. Изискването за несъвместимост на състоянията произтича от необходимостта да се определя еднозначно състоянието на системата (елемента) във всеки момент от времето.

При разглеждането на техническата изправност на автомобила и съставляващите го елементи бе доказана възможността изменението на състоянието на всеки елемент да става постепенно и непрекъснато, което се изразява чрез изменението на някои от определящите параметри. От гледна точка на диагностиката на автомобилите всеки елемент се разглежда като носител на две състояния – изправност и неизправност. Същото се отнася и за връзките и съединенията между елементите, които при диагностиката се разглеждат като самостоятелни елементи. Затова делението на автомобила на елементи от гледна точка на диагностиката най-напред е свързано с определянето на възможните откази и неизправности. Състоянието на елементите се определя чрез извършването в определена последователност на известен брой проверки, които съставляват диагностичната процедура. Проверката е съвкупност от операции, които се извършват върху автомобила, за да се получи резултат, по който може да се съди за състоянието поне на един елемент. По своята същност проверките са контролни операции, които могат да се извършат както върху автомобила като цяло, така и върху отделни негови елементи или групи от елементи (агрегати, възли, уредби, механизми).

Като носител в идеалния случай поне на две състояния елементът може да бъде само обект на контрол. Елементът не може да бъде обект на диагностика. Съгласно с даденото по-горе определение за предмета на техническата диагностика обектът на диагностика трябва да се състои поне от два елемента, т.е. дадено устройство може да бъде обект на диагностика, ако неговото общо състояние се определя от елементи, състоянието на всеки от които не е известно.

Често целите на контрола и диагностиката се формулират еднакво – да се установи в какво състояние се намира в даден момент автомобилът. Основната разлика е тази, че ако контролът може да се ограничи с разглеждането на автомобила като цяло, диагностиката предвижда свеждането на състоянието на автомобила до състоянието на съставляващите го елементи. Контролът на автомобила завършва с решение по отношение на техническото му състояние като цяло. Диагностиката на автомобила започва с решението по отношение на техническата изправност на автомобила, но доколкото това състояние се разглежда като функция от състоянието на елементите му, диагностичната процедура продължава с цяла съвкупност от контролни операции, за да се стигне до неизправния елемент. За тази цел задачата на диагностиката е да се установи какви контролни операции трябва да се извършат и в каква последователност.

При диагностиката се използват резултатите от контрола чрез непосредствена проверка на работоспособността или изправността на автомобила като цяло или на отделни негови елементи, но това става в рамките на една по-широка процедура с определена цел – откриване на неизправните или отказали елементи. Най-често диагностичната процедура започва след получаването на сигнал за неизправност. Такъв сигнал е обикновено резултатът от профилактична контролна операция или резултатите от непрекъснатия контрол върху автомобила при експлоатацията му, извършван от водача.

## 2.3. ДИАГНОСТИЧНИ ТЕСТОВЕ И ПРОГРАМИ

*Съвкупността от проверки, достатъчна за откриването на всички предварително зададени различни състояния на автомобила, се нарича **диагностичен тест**.*

Търсенето на неизправностите в автомобила обикновено е свързано с разходи на време и труд и изисква висока квалификация на обслужващия персонал. Използването на диагностични тестове позволява да се опрости и съкрати процесът на локализиране на неизправностите.

### СЪСТАВЯНЕ НА ДИАГНОСТИЧНИ ТЕСТОВЕ

Съставянето на диагностичните тестове изисква да се изброят възможните състояния, като под брой на състоянията се разбират видовете неизправности. Тъй като възможните неизправности в автомобила са свързани с откази или неизправности на отделни елементи или групи елементи, трябва да се започне с *разделянето на автомобила на елементи*. Големият брой детайли, сложността на техните възли, наличието на няколко параметъра на техническо състояние на всеки елемент са предпоставка за огромния брой на възможните неизправности.

Трудностите по обхващането на възможните неизправности могат да се преодолеят по следния начин. От анализ на статистическите данни за отказите и неизправностите, открити в процеса на експлоатация, могат да се определят елементите с недостатъчно висока надеждност. Целесъобразно е това да става по агрегати и уредби на автомобила. По такъв начин надеждностните показатели на елементите дават възможност да се ограничи броят на неизправностите. От друга страна, като се имат предвид особеностите и характерът на възстановяване на отделните елементи (замяна, регулировка и др.), известна част от неизправностите могат да се обединят в по-големи групи. Това обединяване може да се разпространи и върху елементите.

Вторият етап на работите по съставяне на диагностични тестове се състои в *уточняване на броя на проверките*. Всяка проверка установява изправността или неизправността на група елементи. Останалите елементи остават непроверени, т.е. всяка проверка разделя съвкупността от елементи на две подгрупи. В подгрупата на обхванатите от проверката елементи влизат тези, на които техническото състояние влияе върху стойностите на контролирания параметър.

Възниква въпросът за *определяне на контролируемите параметри*. Обикновено в броя на параметрите задължително влизат тези, които са регламентирани със съответните изисквания към автомобила.

Тъй като големият брой параметри може излишно да усложни диагностичната процедура, трябва да се извърши известно намаляване на контролируемите параметри. Тук решаващо значение имат практическите съображения, съществуването на технически възможни и икономически целесъобразни методи и средства за контрол на тези параметри. Броят на контролируемите параметри трябва да отговаря на следните изисквания:

– да обхваща всички неизправности или всички елементи, от които зависи изправността на автомобила;



- да съдържа параметрите, които носят най-много информация;
- да се състои от параметри, контролът на които е достъпен, не изисква разглобяване или допълнителни подготвителни операции;
- разходите на време и средства за контрол на параметрите да бъдат по възможност най-малки;
- параметрите да притежават достатъчна различимост, за да може да се приеме еднозначно решение (изправност - неизправност).

След като се уточни броят на възможните неизправности и броят на проверките, може да се построи т.нар. таблица на неизправностите (диагностична таблица), която съдържа всички изходни данни, необходими за съставяне на диагностични тестове. За построяването на диагностичната таблица трябва за всяко състояние (неизправност) и за всяка проверка да се определи изходът или резултатът от тази проверка или предположение, че в автомобила съществува именно тази неизправност.

Редовете на таблицата съответстват на възможните неизправности, а колонките - на проверките. Очевидно е, че всяка проверка може да има два резултата: положителен, ако указва за съществуването на съответната неизправност, и отрицателен в обратния случай. Ако положителният изход от проверката се означава с 1, а отрицателният с 0 и тези резултати се нанесат в квадратите на пресичането на редовете с колонките, ще се получи търсената диагностична таблица (вж. табл. 1).

Таблица 1

Примерна диагностична таблица

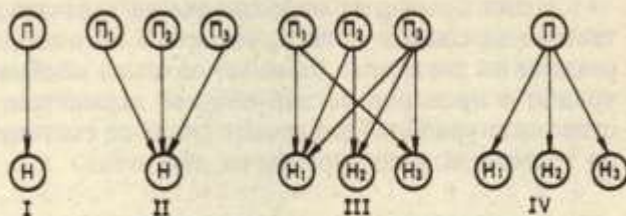
| Проверки<br>Неизправности | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ | $P_5$ | $P_6$ |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $H_1$                     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| $H_2$                     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 1     |
| $H_3$                     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| $H_4$                     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| $H_5$                     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| $H_6$                     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     |

За определяне на резултатите от проверките, които трябва да се нанасят в диагностичната таблица, се прави анализ на структурата на обекта на диагностика, като се използват всички резултати от практиката на поддържането на автомобилите, резултатите от експлоатационни и лабораторни изследвания върху функционалните и вероятностни зависимости между неизправностите на елементите и стойностите на контролируемите параметри.

Възможните връзки между резултатите от проверките и неизправностите са показани на фиг. 2.2. Вижда се, че могат да се срещнат четири случая. Първи е случаят, когато резултатът от дадена проверка определя възникването на една-единствена неизправност. В табл. 1 такава е проверката  $P_4$ . При втория случай някаква комбинация от проверки определя съществуването на една неизправ-

ност. Третият е най-общият случай – комбинация от проверки определя възникването на комбинация от неизправности. В последния случай няколко неизправности се проявяват чрез един параметър, който е обект на една проверка. Ясно е, че при първите два случая определянето на неизправността не е никак сложно, докато при другите два случая то е свързано с редица трудности.

Фиг. 2.2. Възможни връзки между резултатите от проверките и неизправностите



Ако се разглежда диагностичната таблица 1, ще се установи, че неизправността  $Н_3$  се проявява по същия начин както неизправността  $Н_4$ . При извършването на всички възможни проверки не може да се установи коя от двете неизправности в действителност е възникнала. Такива неизправности се наричат *неразличими*. В диагностичната таблица на неразличимите неизправности съответстват еднакви редове. За да станат тези неизправности различими, трябва да се разшири броят на проверките, като се включи поне една нова проверка, която за двете неизправности да има различни резултати. Отстраняването на неразличимите неизправности може да стане чрез преразглеждане на елементите, тяхното преразпределение или чрез обединяване на някои неизправности от гледна точка на процеса на възстановяване. В резултат на тези процедури диагностичната таблица се разширява, докато всички нейни редове станат два по два различни, т.е. няма неразличими неизправности.

От същата таблица може да се установи, че проверките  $П_1$  и  $П_6$  са еднакви. С други думи, по отношение на дадения брой неизправности проверката  $П_6$  не дава никаква информация повече от проверката  $П_1$ , въпреки че по своя характер двете проверки са различни или използват различни контролирани параметри. Тъй като целта е да се намалява броят на проверките, едната от тези две проверки е излишна. Въпросът коя от двете проверки трябва да остане в таблицата има технико-икономически характер и трябва да се решава конкретно. Трябва да се предпочитат проверки, за които съществува контролно-измервателна апаратура, да отнемат по-малко време и да имат по-ниска стойност.

Всяка диагностична таблица съдържа изходните данни за съставянето на диагностичен тест или програма за диагностика. Тестът, който съдържа минимален брой проверки, с които може да се открие всяка една неизправност, се нарича *минимален диагностичен тест*. Въпросът за съставяне на минимални или близки до минималните диагностични тестове е от голямо значение и в това се състои една от най-важните задачи на техническата диагностика.

Ако се направи опит да се състави диагностична таблица за целия автомобил, тя ще е твърде голяма, сложна и необхватна. Задачата се облекчава от наличието на известна функционална независимост на някои групи откази и неизправности и независимост на групите контролируеми параметри. В автомобила има агрегати и уредби, които са в голяма степен функционално независими. Примери за такава независимост са двигателят и кормилната уредба, дви-

гателят и хидравличната спирачна уредба (без усилвател) и т.н. Тази функционална независимост води до независимост на параметрите на техническото състояние и независимост на отказите и неизправностите. Така съществува възможност да се съставят отделни таблици за неизправностите на някои агрегати и уредби и оттам – отделни диагностични тестове, т.е. тези уредби и агрегати се разглеждат като самостоятелни обекти на диагностиката.

Нещо повече, за опростяване на задачата по съставяне на диагностични тестове за сложни обекти, какъвто е автомобилният двигател, тя може да се раздели на два етапа. *Първият* обхваща обобщаването на неизправностите по уредби и проверки по най-общите параметри, а *вторият* – диагностика на отделните уредби. Това позволява да се съставят условно отделни диагностични тестове за някои уредби на двигателя.

### СЪСТАВЯНЕ НА ПРОГРАМИ

*Диагностичният тест определя съвкупността от проверки.* При реалната диагностична процедура използването на диагностичния тест е свързано с някои съществени особености. Проверките в действителност се извършват в определен ред и резултатът от всяка една проверка носи известна информация за състоянието на обекта на диагностика. Възниква въпросът за рационално използване на получаваната информация. Така неизправността може да се локализира, преди да е изпълнен предвиденият тест, и извършването на останалите проверки трябва да се прекрати. Това ще даде възможност значително да се съкрати времето за диагностичната процедура и нейната стойност.

Така възниква една от най-съществените задачи на диагностиката – съставяне на оптимални диагностични програми или оптимална последователност на проверките. Програмата за диагностика всъщност представлява стратегията на търсене на неизправностите и отказите в автомобила.

В най-общия случай диагностичните процедури могат да бъдат *комбинационни* или *последователни*. При комбинационните процедури се извършват всички проверки, влизайки в състава на диагностичния тест, като редът за извършването им може да не е регламентиран. След това се анализират резултатите от проверките с оглед откриването на неизправните елементи. При този вид диагностични процедури могат да възникнат положения, при които за определянето на състоянието на обекта резултатите от редица проверки се оказват излишни.

При последователните процедури проверките се извършват в определен ред по определена програма. В зависимост от това, дали редът за извършване на проверките зависи от получаваните резултати или е предварително определен, диагностичните програми могат да бъдат *условни* или *безусловни*. При условните програми всяка следваща проверка се определя в зависимост от резултата на предходната. При безусловните програми редът на проверките е определен преди началото на процедурата и в процеса остава неизменен. Безусловната програма е частичен случай на условната. Вижда се, че оптимални програми може да има само при последователните диагностични процедури, затова по-нататък ще става дума именно за тях.

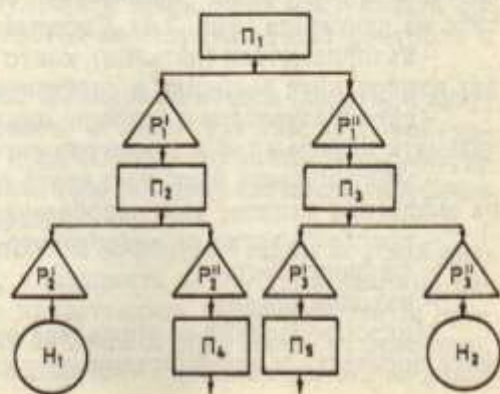
Оптимална програма за търсенето на неизправности се постига чрез избор на необходимите проверки от съвкупността на зададените и чрез определянето

на рационална последователност на тяхното извършване. При това трябва да бъде зададен критерий за оптималност. Такъв критерий е обикновено средната стойност на диагностичната процедура. Ако се приеме, че стойността на процедурата е пропорционална на времето за локализиране на неизправността, за критерий може да се използва времето на диагностичната процедура.

Необходимо е да се знае, че при извършването на проверките съществува вероятност за допускане на грешки. Причини за възникването на грешки могат да бъдат: отказите и неизправностите в КИА; периодичният характер на някои откази и неизправности в автомобила, които могат да не съвпадат по време с извършването на проверката; наличността на субективен елемент в системата за контрол и диагностика – оператора. Грешките при проверките биват два рода. Грешка от първи род се допуска, когато неизправен елемент се приеме за изправен – т.нар. „пропуск“ на неизправност. Грешка от втори род е приемането на изправен елемент за неизправен – т.нар. „лъжлива тревога“. Ясно е, че променливите неизправности могат да бъдат причина за грешки от първи род.

Програмите за диагностика на автомобила обикновено се дават във вид на алгоритми, т.е. точно предписание, което определя процеса на преобразуване на изходните данни в търсения резултат. Алгоритъмът може да се запише в текстова форма, на специален алгоритмичен език или да се даде във вид на блок-схема. Последната форма е най-разпространена и най-нагледна. Пример за такъв начин на представяне на алгоритъма на диагностика е показан на фиг. 2.3. От фигурата се вижда, че програмата започва с проверката  $\Pi_1$ . Тази проверка може да има два резултата –  $P'_1$  и  $P''_1$ . В зависимост от получения резултат се продължава с проверките  $\Pi_2$  или  $\Pi_3$ , всяка от които също може да има два резултата. Резултатите  $P'_2$  и  $P''_2$  са указания за наличността съответно на неизправностите  $H_1$  и  $H_2$ . При получаването на резултатите  $P''_2$  или  $P'_3$  процесът продължава съответно с проверките  $\Pi_4$  или  $\Pi_5$  и т.н.

Не бива да се забравя, че най-често процесът на търсене на неизправността започва тогава, когато има сигнал за наличност на неизправност. Програмата на диагностика на сигнала съдържа контролни операции, чиито характер, обем и последователност зависят изключително от сигнала. Освен това големите предимства на условните програми ги правят много ефективни при диагностиката на по-сложните агрегати и уредби.



Фиг. 2.3. Алгоритъм на програма за диагностика  
 $\Pi$  – проверка;  $P$  – резултат;  $H$  – неизправност

## 2.4. АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ДИАГНОСТИКАТА

Системата за диагностика се състои от обект на диагностика, устройство за извършване на проверките и оператор, и практически не се различава от системата за контрол. Засега в сервизите на автотранспортните предприятия диагностиката на неизправностите на автомобилите се извършва предимно с КИА с ръчно управление, а процесът на контрола се изпълнява непосредствено от оператора.

Тази система на контрол притежава редица *недостатъци*:

- голяма продължителност (малка пропускателна способност) поради малката скорост на изпълнение на операциите;
- възможност за внасяне на оператора на субективни грешки в резултатите от контрола;
- малка скорост на преработване на информацията;
- голяма трудопоглъщаемост при висока квалификация на оператора;
- ръчна регистрация на резултатите от контрола (ако изобщо се осъществява);
- голям брой на управляващите органи и средства за индикация в КИА.

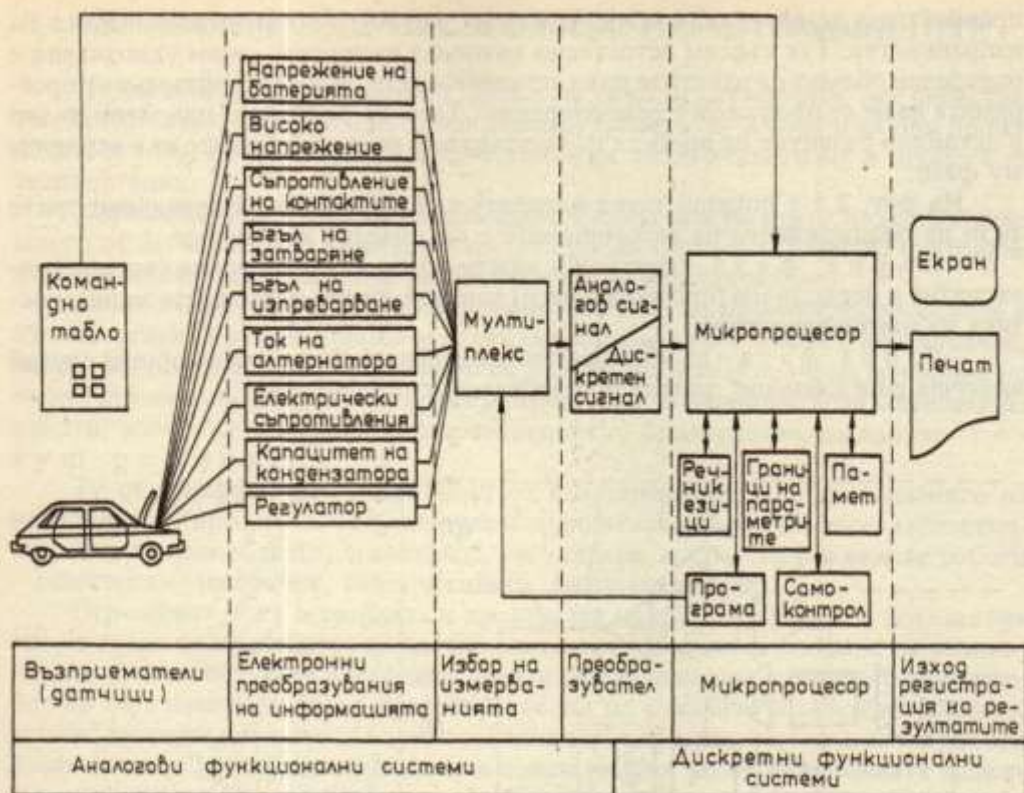
Операторът е основният елемент в системата, който ограничава нейната производителност и внася субективни грешки. Затова напоследък се произвеждат нови типове КИА, които по същество усъвършенстваха разгледаната структура, като се преминава към автоматизиране на контрола и диагностиката.

Едно от големите *предимства* на КИА с автоматизиран контрол е възможността за осъществяване на диагностична процедура и локализиране на неизправностите без или с частично участие на оператора. Така принципната постановка, че задачите на диагностиката се явяват логическо продължение на задачите на контрола, намира своето практическо приложение. Тъй като в действителност процесът на диагностика на неизправностите се състои преди всичко в логически разсъждения и математична обработка на резултатите от проверките чрез използването на специализираните електронни устройства, се пристъпва към създаването на диагностични системи. Диагностичната система изпълнява дейностите на оператора, обединява устройствата за извършване на проверките с оператора с цел неизправностите и отказите да се локализират автоматически.

Да разгледаме структурата и функциите на съвременната автоматизирана система за контрол на техническото състояние и диагностика на неизправностите на двигателя (фиг. 2.4). Системата съдържа:

- възприематели (датчици), които се свързват към двигателя и преобразуват измерваните величини в електрически величини;
- преобразуватели и операционни усилватели, които трансформират получаваната информация в аналогови сигнали;
- мултиплексна част, чрез която от микропроцесора се извършва изборът на аналогови входове към преобразувателя;
- преобразувател на аналоговите сигнали в дискретни;
- микропроцесор;
- изходни органи.

Микропроцесорът се управлява от програми за извършване на необходимите логически и изчислителни операции при контрола и осъществяването на



Фиг. 2.4. Структура на съвременна автоматизирана система за диагностика на двигателя

диагностичните тестове. В паметта са заложили допустимите граници на контролируемите параметри. Към микропроцесора има и запамятаващо устройство за резултатите от контрола и диагностиката. Важно допълнение е автоматическият контрол на апаратурата, който осигурява необходимата точност и сигурност на резултатите.

Изходните органи са свързани с микропроцесора и показват на екрана извършваните операции, получените резултати и заключения. Визуалната информация се допълва с печатащо устройство за резултатите от контрола и диагностиката.

Чрез командното табло се управляват органите на изхода (печата) и визуалната информация, изборът и преминаването от един тест към друг или връщането към дадени контролни операции и др. Излизането на някой параметър от допустимите граници е сигнал за автоматично реализиране на диагностична програма до локализиране на неизправността.

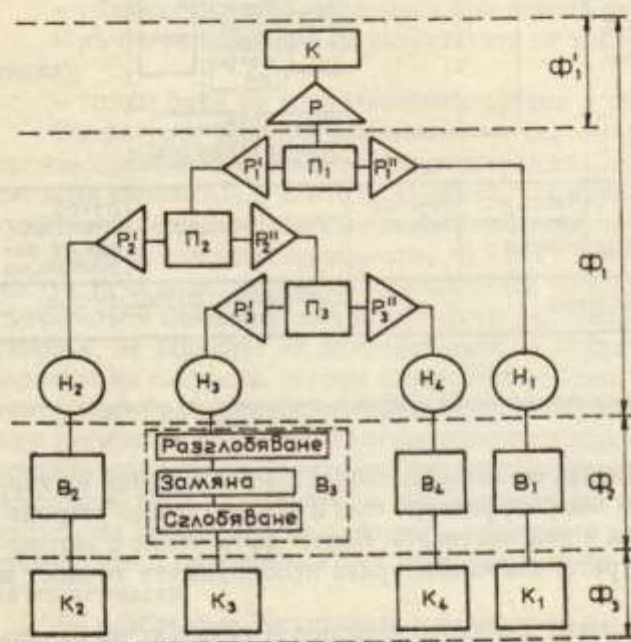
Внедряването на автоматизирани системи за контрол и диагностика създава предпоставки за нови насоки на организацията на поддържането на автомобилите. Интерес в това отношение представлява възможността за продължаване на алгоритмите на програмите за диагностика. Както бе посочено, разработените програми за диагностика завършват с локализирането на неиз-

правностите, за да се определи обемът на работите по възстановяването на изправността. Тук съвсем естествено възниква въпросът – шом еднозначно е определен обемът на работите по възстановяването, защо алгоритъмът на програмата да не се продължи с тези операции? Така ще се създаде цялостно пълно и детайлно развитие на процеса на поддръжане на автомобилите във всичките му фази.

На фиг. 2.5 е показан такъв алгоритъм. Тук ясно са разграничени трите фази на поддръжането на автомобилите в техническа изправност.

– п ъ р в а ф а з а – контрол и диагностика, която включва както непрекъснатия и периодичен (профилактичен) контрол, така и програмата за диагностика на неизправностите;

– в т о р а ф а з а – възстановяване на изправността, която в общия случай включва разглобяване, замяна и сглобяване или регулиране;



Фиг. 2.5: Алгоритъм за поддръжане на автомобила в техническа изправност

$\Phi_1$  – фаза на контрол и диагностика;  $\Phi_1'$  – фаза на контрол;  $\Phi_2$  – фаза на възстановяване;  $\Phi_3$  – фаза на контрол след ремонт

– т р е т а ф а з а – контрол след ремонт, който в зависимост от характера на възстановителните работи може да повтори някоя от проверките на диагностичната програма или профилактичния контрол, т.е. някоя контролна операция от по-високо ниво.

Очевидно съставянето на такова „дърво на поддръжането“ за отделни възли, уредби или агрегати на автомобила позволява да се разширят функциите на микропроцесора и да се свържат непосредствено с управлението на производствените процеси на обслужването и ремонта на автомобилите.

## 2.5. ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ НА АВТОМОБИЛИТЕ

Надеждността на автомобила зависи не само от „вродените“ му свойства, т.е. качествата, заложи в него при конструирането му и получени при производството му, но и от начина и качеството на поддържането му в процеса на експлоатация.

Автомобилът е ремонтируемо изделие. Такива са агрегатите, възлите и даже много от детайлите му. Това означава, че при достигане на гранично състояние или настъпване на отказ изделието подлежи на възстановяване.

*Комплексът от работи по възстановяването на работоспособността и изправността на автомобила чрез отстраняване на отказите и неизправностите, възникнали в процеса на работа и открити в резултат на контрола на техническото състояние, се нарича **ремонт на автомобила**.* Този комплекс от работи, когато се извършва в автотранспортно предприятие, се нарича **т е - к у щ р е м о н т** (ТР).

ТР се извършва при потребност от възстановяване при възникването на неизправност или отказ. Той включва извършването на контролно-диагностични работи, разглобяване, сглобяване, регулиране, както и други видове работи – шлосерски, заваръчни, тенекеджийски, бояджийски и др.

Огромният опит в теорията и практиката на експлоатацията е доказал, че ако се сведе поддържането на дадена система само до отстраняване на възникналите откази, без да се извършват никакви мероприятия с предпазен характер, без да се вземат мерки за предотвратяване на отказите и неизправностите, надеждностните показатели на тази система ще бъдат много ниски и тя ще работи неефективно. За постигане на високи показатели на експлоатационната надеждност на автомобилите трябва да се решат редица въпроси, от които най-важният, основният е режимът на профилактика.

*Под **профилактика** се разбира комплекс от работи, които в дадени експлоатационни условия и за дадена конструкция автомобили е целесъобразно по технически, икономически, социални, хигиенни, естетически или други съображения да се извършват задължително през определен пробег или срок на работа.*

Профилактичните въздействия имат следните особености: п ъ р в о – регламентация на извършеното; в т о р о – предпазен характер по отношение на отказите и неизправностите с цел да се осигурят предварително зададени показатели на експлоатационната надеждност, и т р е т о – особена технологична структура, предвиждаща в най-общия случай два елемента – контролен и изпълнителски.

Прието е профилактичните действия да се наричат **т е х н и ч е с к о о б с л у ж в а н е** (ТО) на автомобилите. Основен елемент на съвременните профилактични въздействия е контролът. Всяка операция от ТО в най-общия случай се състои от две части: контрол и изпълнителска част, която в зависимост от резултата от контрола може да се извърши или да не се извърши. Задължителна за извършване е контролната част, а изпълнителската се извършва само на известен процент от обслужваните автомобили.

В съвкупността от профилактични операции, които определят обема на едно ТО, често се срещат отклонения от тази обща постановка, т.е. съществуват операции само с изпълнителска част и операции само с контролна част. В *първия случай* или не съществуват методи и средства за контрол на техническото състояние, или тяхното използване по икономически съображения не е целесъ-



образно. Това обикновено са операции при смяна на масла, смяна на елементи и възли, при които не се извършва контрол на състоянието им, мазилни операции и др. Тук се отнасят и операции, които са наложени от особено високи изисквания за сигурност. В тези случаи, както ще се посочи по-нататък, необходимостта от профилактични въздействия се установява на базата на надеждностните характеристики на съответния елемент.

*Вторият случай* обхваща операции само с контролна част. Това обикновено са контролни операции на функционални параметри, по резултатите от които може да се съди за състоянието на голям брой елементи, чиито детайлен контрол не е целесъобразен или е технически трудноосъществим. В този случай обикновено изпълнителската част съдържа диагностични процедури и твърде големи по обем възстановителни работи, които, въпреки че по своя характер в по-голямата си част са профилактични въздействия, по технологични съображения не се включват в обема на ТО. Такива операции например са проверките на мощността, разходът на гориво, спирачният ефект и др.

Основните въпроси, които трябва да се решат при профилактиката на автомобилите, са: определяне на периодичността и видовете ТО, определяне на обема на работите на всеки вид ТО (тяхното съдържание или списъка на операциите, които трябва да се извършат) и организацията на извършването на профилактичните въздействия.

Периодичността на обслужванията и предвиденият обем на работите представляват режима на ТО. Режимът на ТО е най-важният елемент от системата на поддържане на автомобилите. От него зависи равнището на безотказност, дълготрайност и безопасност на автомобилите. Той е основа на организацията и технологията на поддържането им. Затова установяването на рационални режими на ТО е от изключително голямо значение за експлоатацията на автомобилите.

И така процесът на възстановяване на автомобилите може да се раздели на **профилактика** (ТО), която се извършва регламентирано, и **ремонт**, който се извършва по необходимост. При изграждането на системата на поддържане и определянето на рационални режими на ТО трябва да се решават редица противоречия. Например голямата периодичност и малкият обем на ТО водят до нарастване на обема на ТР, до намаляване на експлоатационния срок на автомобила и ресурса на агрегатите му. И обратно – ниската периодичност може да доведе до чувствителни престои на подвижния състав, големи разходи на труд, който от своя страна зависи и от обема на работите; често е необходима скъпа КИА и т.н. Наличието на противоречиви последствия е довело до възникването и използването на редица стратегии при изграждането на системата на ТО и ремонт на автомобилите, стратегии на осигуряване техническата изправност на експлоатирания парк.

## 2.6. СИСТЕМА ЗА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ И РЕМОНТ НА АВТОМОБИЛИТЕ

Системата за техническо обслужване и ремонт (СТОР) на автомобилите представлява комплекс от взаимнообвързани наредби и нормативи, които определят вида, реда, обема и начина на извършване на всички видове технически въздействия върху автомобилите с оглед осигуряването на високи надеж-

дностни показатели в процеса на експлоатация. СТОР определя основните принципи на техническата политика в автомобилния транспорт и стратегията на поддържане и възстановяване на изправността и работоспособността на парка. Тя осигурява необходимата нормативна база за вземането на рационални технологични и организационни решения.

В големите автотранспортни предприятия у нас и в повечето страни в света се използва плано-предпазна система, в съответствие с която ТО има профилактичен характер и се извършва редовно, задължително след определен пробег, а ремонтът се извършва по потребност, т.е. след възникването на отказа, на неизправността или след изчерпването на ресурса.

Като средство за управление на техническото състояние на автомобилите СТОР трябва да отговаря на следните изисквания:

- да регламентира стабилни основни принципи, които да съчетава с гъвкави нормативи, отчитащи особеностите на конструкцията на различни автомобили и разнообразието в условията на експлоатацията им;
- да осигурява зададено равнище на надеждност на автомобилите при рационални разходи на материални и трудови ресурси;
- да притежава плано-нормативен характер, който да позволява планирането и организирането на работите по ТО и ремонта на различни равнища на управление;
- да позволява прилагането на широка гама от технологични, организационни и проектни решения.

Плано-предпазният характер на СТОР предопределя ТО като основно техническо въздействие, което има за цел да се осигури безопасността на движението, да се предотвратява възникването на откази и неизправности, да се откриват възникналите такива с цел своевременното им отстраняване, да се поддържа в добър външен вид и да се зарежда с гориво, масло, охладителна течност и др. подвижният състав. Техническите обслужвания се изпълняват по определени режими. Режимът на ТО определя периодичността на извършване на отделни видове ТО, обема на работите (списъка на операциите) за всеки вид ТО и тяхната трудопоглъщаемост.

Установяването на режима на ТО започва с анализ на конструктивните особености и условията на работа на автомобилите, както и съвкупността от възникналите откази и неизправности. Анализът на конструкцията позволява да се открият някои принципни конструктивни решения, които могат да изискват специфични профилактични въздействия. Отказите и неизправностите се анализират, като се разделят на профилактируеми и непрофилактируеми. За всеки от профилактируемите откази се определя начинът на въздействие. В резултат на този етап се определят обектите на въздействие и видовете възможни въздействия (операции).

Трябва да се има предвид, че ТО включва различни видове работи на около 150–250 конкретни обекти за обслужване в един автомобил – агрегати, механизми, съединения, детайли. Всяко съединение (механизъм, възел) може да има своя оптимална периодичност на ТО, различна от тази на другите. Очевидно е, че не е възможно да се спазва оптималната периодичност на всяко въздействие. Практически е невъзможно всеки автомобил да се насочва почти непрекъснато за извършване на ТО на някакво съединение. Съображенията за рационална организация на профилактичните работи налагат да се извърши групиране на операциите в отделни видове ТО.

Групирането на операциите се извършва около оптималната периодичност на някои основни операции. Това обикновено са операции, които:

- влияят върху безопасността на движението;
- имат особено голямо технико-икономическо значение;
- имат голяма трудопоглъщаемост, изискват специално обзавеждане;
- имат най-голяма повтораемост.

Очевидно е, че при групирането на операциите в отделни видове ТО могат да възникнат множество варианти. За определяне на оптимален или целесъобразен вариант се предлагат различни критерии. Най-често се използва минимизирането на разходите на ТО и ТР. Но този критерий е твърде общ, когато се определя периодичността на отделни операции. В тези случаи липсва и е твърде трудно да се получи необходимата информация. Понякога това е възможно, ако се разглежда отделен агрегат. Затова този критерий по-скоро се използва за оценка на рационалността на определен режим на ТО.

Определянето на видовете ТО, на тяхната периодичност и обем на работите почти никога не се свежда до простата задача за търсене на минимума или максимума на един критерий. Предпочитание обикновено се дава на вариант, който се оказва приемлив по редица съображения: надеждност, стойност на поддържането, удобство за организация и планиране и др.

Сега у нас се е наложила тристепенна система на ТО, съдържаща т.нар. ежедневно обслужване (ЕО), ТО-1 и ТО-2. Тази система е възприета в много други страни и много транспортни предприятия. Тя е закономерно отражение на потребностите от профилактиката на експлоатираните у нас автомобили и най-добре отговаря на изискванията за рационална организация на профилактичните работи.

## 2.7. ПЕРИОДИЧНОСТ И ОБЕМ НА РАБОТИТЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ОБСЛУЖВАНИЯ

Отделните технически обслужвания се извършват след изминаването на определен пробег или през определен период от време на работа. Вторият случай се използва само за автомобили, които имат почти постоянен дневен пробег – например за автобуси на регулярни линии (предимно градски).

Периодичността на отделните видове ТО се поставя в зависимост от експлоатационните условия.

Пътните условия в страната в зависимост от влиянието им върху режимите на работа на автомобилите са групирани в три основни групи:

– *първа група експлоатационни условия* – пътища с усъвършенствани покрития (асфалт, бетон, паваж) в добро състояние, минаващи през равнинни и хълмисти местности;

– *втора група експлоатационни условия* – пътища с твърди преходни покрития (трошенокаменна настилка), минаващи през равнинни и хълмисти местности, пътища в планински райони и в горски обекти, движение в чертите на големите градове с интензивно движение (градове с население над 50 000 жители);

– *трета група експлоатационни условия* – пътища в планинските райони и в горски обекти в лошо състояние, пътища в кариери, рудници, строителни обекти, в блокове на селското стопанство, черни пътища.

За приемането на дадена група експлоатационни условия е необходимо пробегът на автомобила в тази група да бъде 50% от общия му пробег за съответния планов или отчетен период.

В случаи, когато не се разполага с конкретни норми за периодичността на ТО, могат да се използват следните препоръки (периодичност в km изминат пробег):

| Вид ТО | Периодичност за група експлоатационни условия |             |             |
|--------|---|-------------|-------------|
|        | I група                                       | II група    | III група   |
| ТО-1   | 4000+5000                                     | 3000+4000   | 2000+3000   |
| ТО-2   | 20000+25000                                   | 15000+20000 | 10000+15000 |

Автотранспортните фирми трябва сами да определят периодичността и обема на работите на техническите обслужвания. За отделните марки и модели автомобили преди всичко трябва да се спазват препоръките на заводите производители.

Докато периодичността на техническите обслужвания се избира в зависимост от условията на експлоатация, обемът на работите (списъкът на операциите) зависи преди всичко от конструкцията на автомобилите. Опитът в профилактиката на автомобилите със съвременна конструкция позволява да се дадат някои обобщени препоръки по списъка на операциите на отделните видове ТО.

В обема на работите на ЕО се включват операции за общ контрол, свързан с безопасността на движението, поддържане на външния вид на автомобила, хигиенна и санитарна обработка, зареждане на автомобила с гориво. Очевидно е, че част от операциите се извършват при установена необходимост.

Преди излизане на работа се извършват следните проверки:

- комплектност и външен вид на автомобила (обща визуална проверка);
- ниво на маслото в картера на двигателя;
- ниво на охладителната течност;
- зареждането на уредбата за измиване на стъклото;
- действието на уредите за осветление и сигнализация;
- действието на пусковата уредба и работата на двигателя;
- действието на органите за управление (кормилна и спирачна уредби).

По време на работа се следи за нормалната работа на всички агрегати и уредби на автомобила, както чрез показанията на контролно-измервателните уредби, така и по собствените оценки на водача.

След завръщане от работа се извършват следните операции:

- зареждане с гориво;
- почистване, измиване, подсушаване;
- санитарна обработка (за определени автомобили);
- изпускане на кондензата от влагомаслоуловителя и въздушния резервоар.

ТО-1 и ТО-2 са насочени към регулиране на параметрите на техническото състояние, намаляване на интензивността на изменение на тези параметри, откриване на възникнали откази и неизправности и предотвратяване на такива чрез извършване на контролни, регулировъчни, мазилни, скрепителни и други видове работи. ТО трябва да осигурява безотказна работа на механизмите, възлите, агрегатите и уредбите в рамките на пробега между обслужванията по тези въздействия, които са включени в списъка на операциите.

В обема на работите на ТО-1 се включват операции за проверяване на закрепването и херметичността на отделните възли и агрегати. Проверява се функционирането на уредбите, свързани с безопасността на движението, както

и на контролно-измервателните уреди. При необходимост се извършват елементарни регулировки по уредбите на двигателя (опънатост на ремъка, хлабина на прекъсвач-разпределителя, празен ход на двигателя), както и по органите за управление (педали, ръчна спирачка). Проверяват се нивата на маслата и на зареждащите течности в отделните агрегати и уредби. Извършва се замяна на масла, когато срокът им за смяна съвпада с техническото обслужване.

Основното предназначение на ТО-1 е откриване на неизправности, които не се забелязват от шофьора, както и възстановяване на изправността на елементи с ниска надеждност. ТО-1 се извършва през време на престоя на автомобилите между отделните смени за работа на линия.

*В обема на работите на ТО-2 се включват по принцип всички операции от ТО-1, защото периодичността на ТО-2 е кратна на тази на ТО-1.* В този вид обслужване се предвиждат основните профилактични операции, свързани със задълбочени проверки и контролни операции на почти всички агрегати, възли, механизми и уредби на автомобила. Извършват се почти всички предвидени регулировки, проверяват се и се подменят при необходимост всички бързоизносващи се детайли. Значителен е обемът на работите по мазането, смяната на масла и филтри с изчерпан ресурс. Изпълняват се всички контролно-диагностични операции за локализиране на евентуални неизправности.

Основното предназначение на ТО-2 е поддържането на високо равнище на техническа изправност и надеждност на автомобилите. Големият обем на работите налага спирането на автомобилите от движение за не повече от един работен ден съгласно с предварително установен график.

Наложило се е в практиката и извършването на ТО-2 с увеличен обем, наричано *сезонно обслужване*. Такова ТО-2 се извършва преди настъпването на зимния сезон и включва операции по подготовката на подвижния състав за експлоатация в зимни условия. Друго ТО-2 веднъж годишно се извършва във връзка с подготовката на автомобила за годишен технически преглед. В този случай се извършват значителен обем работи, които могат да се разглеждат като ТР, защото не са включени в обема на ТО-2, но и като профилактика, защото имат характер на предпазване от възникване на откази, свързани с безопасността на движението, на възстановяване на параметрите на техническото състояние, на възстановяване на външния вид.

*Годишният технически преглед* представлява профилактично по своя характер мероприятие на национално равнище. Целта е да не се допускат в експлоатация технически неисправни моторни превозни средства, да се упражнява надведомствен контрол на техническото състояние, да се принудят собствениците на автомобили да приведат в изправност експлоатирания парк. При това се имат предвид преди всичко социалните проблеми на техническата изправност – безопасността на движението, опазването на околната среда, естетиката. От тази гледна точка годишните технически прегледи трябва да се разглеждат като елемент на СТОР, регламентиран с общодържавен нормативен документ.

## 2.8. РЕМОНТ НА АВТОМОБИЛИТЕ

СТОР регламентира и ремонтните работи. В зависимост от характера и целите ремонтите биват текущи (ТР) и основни (ОР).

ТР представлява комплекс от работи по възстановяването на работоспособността и изправността на автомобилите чрез отстраняване на отказите и неизправностите, възникнали в процеса на работа или открити при ТО или при някоя друга форма на контрол. ТР се извършва в процеса на експлоатация по необходимост и има за цел да възстановява техническата изправност на автомобилите до изминаването на пробега за ОР или бракуване.

За съкращаване на престоя на автомобилите в ТР се препоръчва той да бъде извършван предимно по агрегатно-възловия метод, при който неизправните или нуждаещи се от ОР агрегати и възли се заменят с изправни от оборотен фонд. Този фонд се създава и поддържа в предприятията чрез постъпването на нови и ремонтирани агрегати и възли, в т.ч. и от бракувани автомобили.

ОР се извършва с цел да се възстановят в определена степен и при зададени трудови, материални и финансови разходи ресурсът и изправността на автомобилите и агрегатите им, както и да се поддържа определено равнище на надеждност на същите за целия им експлоатационен срок.

ОР се извършва на автомобилите като цяло (пълно комплектен) или на съставляващите ги основни възли и агрегати.

ОР на автомобилите и агрегатите се извършва в специализирани за тази цел авторемонтни предприятия или цехове към предприятията. Производствените процеси на ОР се извършват по установени технологии в съответствие с изискванията на утвърдена технологична документация. Технологиите за ОР трябва да осигуряват среден междуремонтен ресурс на ремонтираните автомобили и агрегати, не по-малък от 80% от нормения ресурс до първия (плановия) ОР. ОР на автомобилите и агрегатите се съчетава с модернизацията им за постигане на по-високи експлоатационно-технически и надеждностни показатели.

Автомобилите и агрегатите се подлагат на ОР, след като са отработили ресурса до ОР (или междуремонтния ресурс) и след анализ на техническото им състояние и на разходите за ТО и ТР. На агрегата се извършва ОР, когато базовият и основните детайли се нуждаят от възстановяване, което изисква значително (или пълно) разглобяване на агрегата. **Б а з о в и** са корпусните детайли, осигуряващи правилното разположение и функциониране на всички други детайли. **О с н о в и** са детайлите, които осигуряват изпълнението на функциите на агрегата и които лимитират неговия ресурс.

Автобусите се подлагат на ОР, когато възниква необходимост от такъв ремонт на каросерията. На товарните автомобили се извършва ОР, когато от него се нуждаят рамата, кабината и някои основни агрегати.

Обемът на ОР се регламентира с техническата документация. В него задължително се включват следните основни технологични процеси:

– *измиване и почистване* – извършват се за отстраняване на всички видове замърсявания от нормалната експлоатация в степен, осигуряваща изпълнението на следващите технологични процеси и операции, съгласно с техническите изисквания, както и за поддържане на хигиената на труда;

– *разглобяване* – извършва се до степен, която да осигури контрола и дефектацията с информация за техническото състояние и остатъчния ресурс на съединенията и детайлите, както и изпълнението на следващите операции по възстановяване на ресурса на детайлите на съединенията;

– *диагностика, контрол на техническото състояние, дефектация на детайлите;*

– възстановяване на дефектните (износени, повредени, деформирани, корозирали) детайли – извършва се в съответствие с изискванията на утвърдена технологична документация, когато това е технически възможно и икономически целесъобразно, като се спазват техническите изисквания;

– *сглобяване* – включва задължително изпълнението в пълен обем на предписаните в технологичната документация необходими регулировъчни и контролни операции;

– *разработване и изпитване* – провеждат се с цел да се установи съответствието на ремонтираните автомобили и агрегати с техническите изисквания и показателите на качеството;

– *боядисване*.

Широкото внедряване на агрегатно-възловия метод на поддържане на автомобилите доведе до значителни промени в структурата на ОР. Рязко намаляха пълнокомплектните ОР за сметка на увеличаване на ОР на отделни агрегати. Агрегатният метод приближава обема на ОР до действителните потребности на отделния автомобил, определени от различния междуремонтен ресурс на отделните агрегати.

## 2.9. КОРИГИРАНЕ НА НОРМАТИВИТЕ НА СТОР

Нормативите на СТОР се определят за средни или еталонни условия на експлоатация. При работа на автомобилите в конкретните експлоатационни условия нормативите трябва да се коригират. В това се състои гъвкавостта на системата. При коригирането се отчитат някои основни групи фактори.

*На първо място* се отчита влиянието на пътните условия. В зависимост от групата пътни условия, в които работи предимно автомобилът, се изменят периодичността на ТО и ресурсът до ОР, както и междуремонтният ресурс. Тъй като пътните условия имат значително влияние върху техническото състояние, използваните корекционни коефициенти позволяват изменението на нормативите с около 50%.

*На второ място* се отчита влиянието на транспортните условия и конструкцията на подвижния състав. Прието е тези фактори да се отчитат по вида, марките и моделите на автомобилите. Видът на подвижния състав в най-голяма степен предопределя и характера на транспортната работа: самосвали, автомобили с ремаркета и т.н. В зависимост от марките, моделите и вида на автомобилите се определят преди всичко обемът на работите по ТО, трудопоглъщаемостта на ТО и ТР, ресурсът на ОР. Големите различия в конструкцията на подвижния състав, особено по товароносимост (пътниковместимост), определят и съществени разлики в нормативната база.

*На трето място* трябва да се отчита възрастта на автомобилите. Прието е този фактор да се измерва с пробегата от началото на експлоатацията. Очевидно е неговото влияние върху трудопоглъщаемостта и разходите за ТО и ТР, както и върху престойте по технически причини.

Непосредствено в автотранспортните предприятия трябва да се извършва оперативно коригиране на СТОР. То включва конкретизиране на нормативната база и изменение на обема на работите (списъка на операциите) в отделните видове ТО. Разбира се, това става след внедряване на определени изходни

нормативи. Оперативното коригиране се основава на обективна информация за възникналите откази и неизправности, за разходите на ТО и ТР, за престоите по технически причини. Във всеки конкретен случай се приемат управленски решения на базата на контрола на техническото състояние и диагностиката на неизправностите на всеки автомобил. При това се отчитат и съществуващите условия – наличното технологично обзавеждане, съставът и квалификацията на изпълнителния персонал.

Съществува тенденция за постепенно увеличаване на периодичността на ТО, на междуремонтните ресурси, а така също и на намаляване на трудопогълщаемостта на обслужването и ремонта. Това се предопределя чрез постепенното усъвършенстване на конструкцията на автомобилите, на тяхната надеждност, на поддържането им. В близка перспектива СТОР ще запази характера си. Може да се предвиди корекция в режимите на ТО, но тя няма да бъде значителна.

Заслужава да се отбележат големите възможности сега за усъвършенстване на организацията и управлението на производствените процеси на ТР, ТО и ОР. Обективна предпоставка за това са възможностите на съвременната електронноизчислителна техника. Така например едно от предимствата на тристепенната система на ТО е нейната простота – достъпно и лесно планиране, съставяне и коригиране на производствените програми и т.н.

Възможностите на компютърната техника позволяват без никакви затруднения приложението на многостепенни системи на ТО. Така режимът на ТО максимално ще се приближи до необходимата периодичност на някои важни, свързани с големи разходи операции на ТО. Разбира се, принципът на тристепенната система трябва да се запази, като се използват някои отклонения или модификации. Например няма да е необходимо скъпите операции по смяна на масла в агрегатите да съвпадат с някои ТО. Това ще доведе до пълно използване на ресурса на маслата.



---

### 3. ОБЩ КОНТРОЛ НА АВТОМОБИЛИТЕ

---

От изправността на автомобилите зависят не само технико-икономическите показатели на тяхната работа, но и безопасността на движението, културата на пътническите превози, замърсяването на околната среда. Това са проблеми, които засягат цялото общество, поради което въпросът на техническата изправност не може да бъде въпрос само на автотранспортните предприятия или на собствениците на автомобили. По тази причина във всички страни с развит автомобилен транспорт превозните средства са обект на специално организирани системи за технически контрол.

*Контролът на техническото състояние на автомобила се извършва по съвкупност от параметри, които характеризират основните му функции.* Проблемът се усложнява от наличността на голям брой независими системи, всяка от които има самостоятелно значение, строго определени функции и собствени параметри. Например напълно независими са уредбата за осветление и сигнализация и спирачната уредба; функциите на чистачките и кормилното управление и т.н. Това облекчава диагностиката, но за целите на общия контрол на изправността на автомобила се изисква използването на твърде голям брой параметри и съответно голям обем контролни операции. Задачата се облекчава от възможността в някои случаи да се използва само функционален контрол (стъклочистачки, мигачи, звуков сигнал), а в други случаи да се използват комплексни функционални параметри (мощност, разход на гориво, спирачен път), които характеризират изправността на цялата уредба.

В обема на общия контрол на автомобила се включват някои проверки, които не се разглеждат при диагностиката на основните агрегати и уредби.

От особено голямо значение е *контролът на основните геометрични размери на автомобила.* Тази операция е задължителна за всички автомобили, претърпели някакъв удар или катастрофа. Редица неизправности в окачването, като срязване на централен болт на ресор, деформации и износвания в отделни елементи, също могат да доведат до недопустими изменения в основните геометрични размери на автомобила.

В основните геометрични размери на автомобила са включени някои размери на шасито и размерите, определящи успоредността и разположението на осите. Известно е, че изменението на тези размери води до нарушения в нормалната работа на редица уредби. Изменят се условията на работа на ходовата част, кормилното управление, спирачната уредба, силовото предаване. Преки резултати могат да бъдат влошаване на управляемостта и устойчивостта на автомобила, интензивно износване на гумите, преразход на гориво, повишаване нивото на шума, намаляване на надеждността и особено дълготрайността на повечето възли и агрегати. Недопустимите изменения в геометричните размери правят автомобила твърде опасен и застрашаващ сигурността и безопасността на движението.

Най-добрият метод за проверка на геометричните размери на шасито на автомобила е измерването на разстоянията между определени симетрично разположени точки по диагонал. Обикновено заводите производители дават точна

схема на размерите и техните допустими стойности. Когато не се разполага със схемата или стойностите, трябва да се открият симетрични точки върху шасито и да се търсят не абсолютните стойности на размерите, а разликата в симетричните диагонали. За леки автомобили тази разлика не трябва да превишава 4,5 mm. Установяването на по-големи разлики трябва да се определя като неизправност и да се извършват необходимите операции по изправянето на шасито.

Освен размерите на шасито трябва да се провери успоредността и разположението на осите. За тази цел се измерва базата на автомобила (разстоянието между осите) от лявата и дясната страна, както и други разстояния, позволяващи да се оцени положението на осите спрямо шасито. Този контрол е необходим не само при удари и катастрофи, но и след някои възстановителни работи по очакването, например след смяна на главен ресорен лист и т.н.

За контрол на някои размери на автомобили с носеща каросерия заводите производители препоръчват използването на специални калибри. Големината на задното надвисване на товарните автомобили е обект на регламентации и контрол, защото честите изменения и особено удълженията на каросерията могат да доведат до недопустимо преразпределение на теглото върху осите при пълното натоварване на автомобила (измества се центърът на тежестта на товара). Това може да предизвика влошаване на управляемостта и устойчивостта на автомобила. В такива случаи контролът на размерите може да се допълни с контрол на теглата, разпределени върху оси при напълно натоварен автомобил.

По-голяма част от проверките при общия контрол на автомобила се извършват чрез външен оглед. В действителност външният оглед позволява най-бързо да се провери функционирането на много възли, уредби или елементи, състоянието на които пряко влияе върху безопасността на движението и ефективността на транспортната работа.

В кабината на автомобила на проверка подлежи *функционирането на километропоказателя*. Ограниченията на скоростта по улиците и пътищата и спазването на тези ограничения е немислимо, ако километропоказателят не работи. Освен това неговите показания са едни от най-важните информации при извършването на превози и единственото средство за контрол на транспортния процес.

*Функционирането на звуковия сигнал и чистачките, както и наличността на огледа за задно задвижване* също са регламентирани; не бива да се подценява проверката на състоянието на предното стъкло и полето на видимост на водача, което често изкуствено е ограничено. Не са за пренебрегване и проверките на седалката на водача, работата на отоплението и вентилацията, вътрешното осветление и изолацията на шума на двигателя. В автомобилите за превоз на пътници изискванията за култура и качество на обслужването повишават значението на проверките от този вид, а изискванията за сигурност разширяват обема на контрола върху вратите, стъпалата, вътрешната сигнализация и т.н.

Външният оглед позволява да се провери функционирането или изправността, както и да се открият редица неизправности в двигателя, силовото предаване, ходовата част, кормилното управление, спирачната уредба, уредбата за осветление и сигнализация. Едва ли е необходимо да се доказва, че няма друг начин за откриване на такива неизправности като деформации и корозия по каросерията, изтичания на течности, наличност на повреди и деформации на голям брой елементи по шасито, каросерията и ходовата част, състоянието на

тяхното закрепване, замърсяване и износване. Голяма част от проверките на работоспособността на възлите, уредбите и елементите се установява визуално. Това показва, че голям брой от проверките при общия контрол на автомобилa, както и при диагностичните процедури, се извършват чрез външен оглед, което трябва да се има предвид, за да се осигурят условия за правилното му провеждане.

### 3.1. МОЩНОСТ И РАЗХОД НА ГОРИВО

Мощността и разходът на гориво са основните най-известни параметри за оценка на общото техническо състояние на автомобилa. Това се дължи на следните обстоятелства:

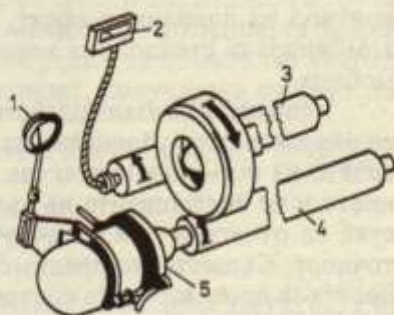
- от тези параметри зависят динамическите и икономическите качества на автомобилa и в голяма степен – ефективността от неговата експлоатация;
- върху стойността на тези параметри оказва влияние състоянието на много голям брой елементи и по резултатите от контрола може да се съди за изправността на тези елементи. По такъв начин се съкращава значителен обем от работите, необходими за контрол на отделните елементи.

**Мощността** представлява основният функционален параметър на двигателя. В процеса на експлоатация мощността на двигателя намалява в резултат на износването на бутално-цилиндровата група, но върху този параметър оказват влияние и редица неизправности в запалителната, горивната, охладителната уредба, както и в газоразпределителния механизъм. Измененията във външната характеристика на двигателя, която представлява зависимостта на мощността от честотата на въртене при пълно или частично отворена дроселна клапа, не могат да бъдат установени при монтиран двигател. При това условие може да се контролира само мощността, изведена на двигателните колела. Но част от мощността на двигателя се губи в силовото предаване. Прието е тези загуби да се оценяват с механичния коефициент на полезно действие на силовото предаване. Износването на зъбните предавки, лагерите и другите елементи в силовото предаване неизбежно влошава коефициента на полезно действие и загубите на мощност в силовото предаване се увеличават.

Контролът на мощността може да се извърши по няколко различни метода. *Първият* е косвен и се състои в измерване на времето за ускоряване до определена скорост или времето за преминаване на определено разстояние при максимално ускоряване на автомобилa. Контролът се извършва на равен хоризонтален участък и позволява да се направи комплексна оценка за техническото състояние на автомобилa. Въпреки това този метод изисква специални условия и е възможен за използване само в благоприятни пътни метеорологични условия. Необходимостта от специален пътен участък води до големи разходи на труд, време и празен пробег на автомобилa. Методът изисква използването на специална контролно-измервателна апаратура, която не е подходяща за сервизни цели.

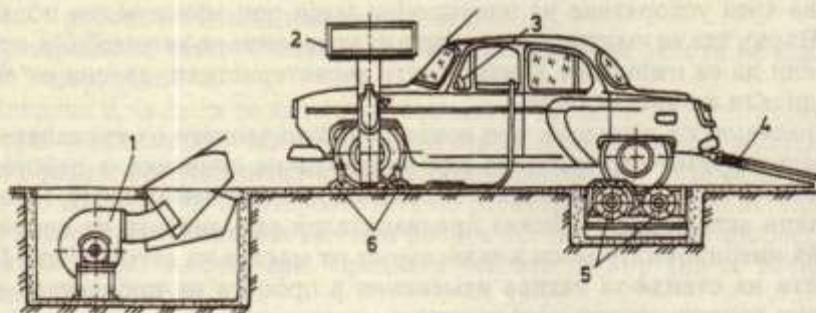
*Вторият метод* се състои в непосредствено измерване на мощността или на въртящия момент на двигателните колела върху стендове. Съвременните стендове с бегови барабани за контрол на мощността са компактни и

позволяват измервания в доста широки граници на теглителната сила. Като недостатък се посочва тяхната сравнително висока стойност, но предимствата, които предоставят, ги правят необходимо средство в технологичните процеси за поддържане на автомобилите. Принципната схема на стенд за контрол на мощността е показана на фиг.3.1, на пост за контрол на леки автомобили с такъв стенд – на фиг.3.2, а на пост за контрол на товарни автомобили – на фиг. 3.3.



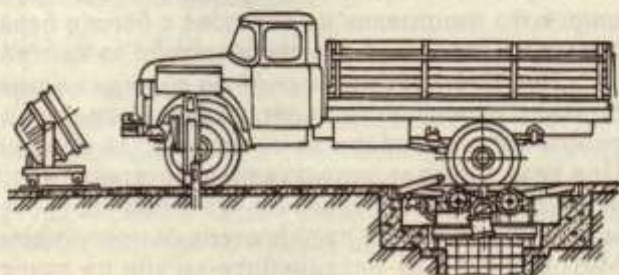
Фиг. 3.1. Принципна схема на барабанен (ролков) стенд за контрол на мощността

1 – динамометър; 2 – скоростомер; 3 – опорна ролка; 4 – спирачен барабан; 5 – спирачка



Фиг. 3.2. Пост със стенд за контрол на мощността на леки автомобили

1 – вентилатор; 2 – скала за отчитане; 3 – пулт за управление; 4 – тръбопровод за отработилите газове; 5 – ролки (барабани); 6 – опори.



Фиг. 3.3. Динамометричен стенд за товарни автомобили

В стендовете за контрол на мощността съпротивлението на въртене на двигателните колела на автомобила се създава с помощта на хидравлични и електрически спирачни устройства върху барабаните. Хидравличните спирачки позволяват използването на прости и компактни конструкции с голям резерв от мощност при сравнително малки размери. Електрическите спирачки имат устойчив спирачен режим, удобно управление, плавност при прехода на различни режими. При електрическите спирачки съществува възможност барабаните да се използват за задвижване на колелата на автомобила, което се налага при контрол на спирачния ефект. Тази възможност се използва за създаване на комбинирани стендове за контрол на мощността и спирачната уредба на автомобила.

Условията на взаимодействие на двигателните колела с барабаните на стенда се различават от условията на взаимодействие на колелата с пътя. Съществуването на по-малка контактна площ води до значително изменение на сцеплението и на коефициента на съпротивление при търкаляне. Но тези обстоятелства са отчетени при конструирането на стендовете и не намаляват тяхната точност. Съществено предимство на стендовете с бегови барабани е възможността за провеждане на контрол върху работата и изправността на някои уредби на двигателя (горивна, запалителна) и силовото предаване, както и за контрол на разхода на гориво.

Разновидност на описаните стендове за проверка на мощността са стендовете за динамични проверки на автомобила. На тези стендове мощността се проверява чрез ускоряване на инерционни маси при максимално подаване на гориво. Върху тях се имитират режимите на ускорение на автомобила, при които биха могли да се използват динамичните характеристики, дадени от заводите производители на автомобили.

Съществуват и стендове, при които съпротивлението от търкаляне се създава с регулируема електрическа или хидравлична спирачка, а действието на инерционните сили – с маховици с определен инерционен момент. Проверката на различни автомобили изисква предварителна регулировка на спирачката и подбор на инерционните маси в зависимост от масата на автомобила. Приспособяването на стенда за такива изменения в процеса на проверките води до значителни конструктивни усложнения и увеличава неговата стойност. В случай, когато на стенда няма възможност да се регулират спирачките и инерционните маси, с него могат да се извършват само сравнителни проверки.

Използването на стендовете за динамични проверки се налага при проверки, където се изисква да се имитират неустановени режими на движение на автомобила. Проверки от такъв вид се извършват при контрол на състава на отработилите газове.

Високата стойност и трудностите по доставката ограничават все още широкото използване на стендове с бегови барабани. По тези причини в практиката се използват различни методи за контрол на мощността без спирачки.

При *най-простия метод за контрол на мощността без спирачка* се използва изключването на цилиндри. Този метод се основава на възможността работещите цилиндри да се натоварват от механичните загуби на двигателя. При този метод мощността на работещите цилиндри при максимално подаване на гориво се определя по честотата на въртене на колянвия вал, тъй като механичните загуби на двигателя са пропорционални на честотата на въртене. Методът изисква механичните загуби на двигателя при определен брой изк-

лючени цилиндри да са достатъчно за натоварването на работещите цилиндри и при максимално подаване на гориво да се постигне определен установен режим.

Този метод се използва при контрол на четирицилиндрови дизелови двигатели. В този случай двигателят се оставя да работи на един цилиндър, като се изключва подаването на гориво в останалите три. Работещият цилиндър получава пълно циклово количество гориво и се натоварва напълно от механичните съпротивления на двигателя. Ако цилиндърът работи нормално, т.е. бутало-цилиндровата група, газоразпределителният механизъм и горивната уредба са изправни, ще се постигне установен режим с определена номинална честота на въртене, която отговаря на номиналната мощност, получавана от този цилиндър.

Максималната ефективна мощност на двигателя се определя от формулата

$$N_e = N_{en} - A (n_{in} - n_{icp}),$$

където

$N_e$  е максималната ефективна мощност на четирицилиндров двигател, kW;

$N_{en}$  — номиналната ефективна мощност на двигателя, kW;

$A$  — коефициент на пропорционалност, постоянен за всеки отделен тип двигател;

$n_{in}$  — номиналната честота на въртене на колянвия вал на двигателя при работа на един цилиндър,  $\text{min}^{-1}$ ;

$n_{icp}$  — средната честота на въртене на двигателя при работа на един цилиндър,  $\text{min}^{-1}$ .

Очевидно е, че за да се използва този метод за даден тип двигатели, трябва да се знаят номиналната честота на въртене на двигателя при работа на един цилиндър ( $n_{in}$ ) и коефициентът на пропорционалност ( $A$ ). Тези величини се определят по опитен път. При проверката се регистрират последователно честотите на въртене на колянвия вал при работа на всеки един от цилиндрите при изключване на останалите три. Средната честота на въртене се изчислява по формулата

$$n_{icp} = 0,25 (n_1 + n_2 + n_3 + n_4),$$

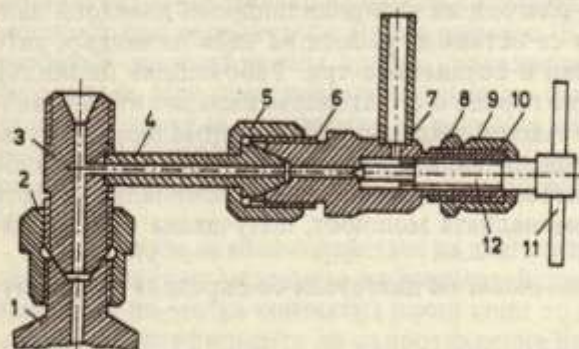
където  $n_1, n_2, n_3, n_4$  са честотите на въртене на колянвия вал на двигателя при максимално подаване на гориво при работа на съответния цилиндър,  $\text{min}^{-1}$ .

Проверката позволява да се локализируют неизправности в отделни цилиндри чрез непосредствено сравняване на получаваната максимална мощност от всеки цилиндър с номиналната. Максималната ефективна мощност, получавана от отделен цилиндър ( $N_{e1}$ ) се изчислява по формулата

$$N_{e1} = 0,25 [N_{en} - A (n_{in} - n_1)].$$

За извършването на проверката по този метод са необходими тахометър и изключватели на подаването на гориво (фиг. 3.4). Изключвателите се поставят между секциите на горивонагнетателната помпа и тръбопроводите за високо налягане. Важно условие за получаването на необходимата точност на резултатите е спазването на температурния режим на двигателя — температурата на охлаждащата течност и на маслото в картера не трябва да бъдат по-ниски от  $75^\circ\text{C}$ .

Очевидно е, че при този метод натоварването на работещите цилиндри само от пълното изключване на част от цилиндрите е на степени. Това затруднява използването на метода при някои видове двигатели. Така например при шест-



Фиг. 3.4. Изключвател на цилиндрите на дизелови двигатели

1 – шуцер на помпата; 2 – съединителна гайка; 3 – шуцер на изключвателя; 4 – тръбичка; 5 – гайка; 6 – тяло на изключвателя; 7 – отводна тръбичка; 8 – контрагайка; 9 – уплътнителна гайка; 10 – набивка; 11 – върток; 12 – игла

цилиндров дизелов двигател изключването на 5 цилиндъра създава много голям товар, а изключването на 4 цилиндъра – недостатъчно натоварване на работещите цилиндри. В този случай възможностите на метода се разширяват с използването на донатоварващи устройства. Допълнително натоварване на дизеловите двигатели със свободно пълнене може да се създаде чрез дроселиране на отработилите газове в изпускателния тръбопровод. За тази цел на изпускателната тръба се монтира устройство с дроселна клапа и манометър. За да се осигури пълно натоварване на 2 цилиндъра от шестцилиндров двигател, достатъчно е в изпускателния тръбопровод да се създаде налягане  $0,06+0,07$  МРа.

Приложението на този метод не изисква сложно обзавеждане, но при практическото му използване се влага много труд и се използват еталонни данни, получени по експериментален път за съответния тип и марка двигател.

*Мощността на дизеловите двигатели може да се установи без спирачка и при режим на свободно ускоряване.* Методът се основава на регистрирането на параметрите на ускоряване на колянвия вал при режим на празен ход от минималната до максималната честота на въртене при пълно подаване на гориво. Когато двигателят работи на минимална честота на въртене и педалът за подаване на гориво се премести рязко докрай, в цилиндрите на двигателя се подава максималното циклово количество гориво. Колянвият вал се ускорява при това положение на рейката на горивонагнетателната помпа до честота на въртене, при която се задейства регулаторът. През времето на ускоряване двигателят работи с циклово количество гориво, съответстващо на пълно натоварване, и енергията се изразходва за преодоляване на инерционните съпротивления и механическите загуби в двигателя.

*Ефективната мощност* на двигателя може да се определи по ъгловото ускорение на колянвия вал, съответстващо на дадена ъглова скорост, по формулата.

$$N_e = \frac{I \cdot \omega}{1000} \cdot \frac{\Delta \omega}{\Delta t},$$

където  $I$  е приведеният инерционен момент на всички движещи се части на двигателя към оста на колянвия вал,  $N \cdot m \cdot s^2$ ;

$\omega$  – кръговата честота на въртене на коляновия вал, rad/s;

$\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  – ъгловото ускорение на коляновия вал, rad/s<sup>2</sup>.

Тъй като приведенният инерционен момент за даден двигател може да се приеме за постоянна величина, за установяване на ефективната мощност на двигателя по този метод ще са необходими уреди за измерване на честотата на въртене на коляновия вал и определяне на ъгловото ускорение. Необходимо е да се отбележи, че при практическото приложение на този метод трябва да се имат предвид някои особености, за да се осигури съпоставимост на резултатите от измерванията. Номиналната мощност на всеки двигател (обявена от производителя) е определена при установен режим. При работа на неустановени режими поради изкривяване на работния цикъл основните параметри на двигателя (мощност и разход на гориво) значително се различават от стойностите при установени режими, които се създават при стандартни изпитвания със спирачки. Изкривяването на работния цикъл е по-голямо при големи ъглови ускорения. Затова един от начините за намаляване на това изкривяване е намаляването на броя на работещите цилиндри, като част от цилиндрите се изключват. На шестцилиндров дизелов двигател при ускоряване на коляновия вал с работа на всички цилиндри от 1300 до 1600 min<sup>-1</sup> ъгловото ускорение е около 200 rad/s<sup>2</sup>, докато при работа на два цилиндъра в същия скоростен интервал ъгловото ускорение е 20–30 rad/s<sup>2</sup>. Но и в този случай съществуват малки различия със стойностите на мощността при установен режим. Това обстоятелство налага при приложението на метода да се използват само сравнителни резултати, т.е. контролът на мощността да се извършва чрез сравняване с еталонни данни и характеристики, получени по експериментален път.

Този метод за контрол на мощността е намерил приложение в автоматизирани програми, които се изпълняват от съвременните диагностични мотортестери при диагностиката на бензинови двигатели на леки автомобили.

**Разходът на гориво** е параметър на общото техническо състояние на автомобила, защото върху неговите стойности оказват влияние неизправностите на огромен брой елементи. В двигателя това са износването на буталата, буталните пръстени, цилиндрите и всички неизправности в газоразпределителния механизъм. От неизправностите в механическото състояние на двигателя разходът може да се увеличи с 5–15%.

Върху разхода на гориво пряко влияят и основните неизправности в горивната уредба. Например увеличаването на пропускателната способност на жиглорите с 10% води до увеличаване на разходите на гориво с 5–7%. Неизправностите в икономайзера в отделни случаи водят до преразход на гориво с 10–15%. Повишаването на нивото на горивото в поплавъковата камера, износването на ускорителната помпа, увеличаването на съпротивлението на въздушния филтър също водят до увеличаване на разхода на гориво. Върху разхода на гориво твърде голямо влияние оказват неизправностите в запалителната уредба. Намаляването на ъгъла на изпреварване на запалването спрямо оптималния с всеки градус увеличава разхода на гориво с 1%. Отказът на вакуумния или центробежния регулатор води до увеличаване на разхода с 6–8%. Разходът на гориво се увеличава с 25%, ако не работи една от четирите свещи, и с 50–60%, ако не работят две свещи.

Върху разхода на гориво оказва влияние и техническото състояние на силовото предаване и ходовата част. Износването на елементите на силовото



предаване води до влошаване на коефициента на полезното му действие. Състоянието на ходовата част, особено сходимостта на ъглите на управляемите колела, състоянието на осите и управлението, могат да предизвикат увеличение на разхода на гориво с повече от 30%. Ясно е, че разходът на гориво характеризира техническата изправност на голям брой елементи и представлява комплексен функционален параметър на техническото състояние на автомобила, още повече че той пряко влияе върху икономическите показатели на автомобилния транспорт.

Измерването на разхода на гориво е свързано с известни трудности както поради недостатъци на съществуващите методи, така и поради сложността и ниската надеждност и точност на използваните разходомери. Сравнително елементарен е методът за контрол на разхода на определен пътен участък, тъй като изисква съвсем прости уреди. Обаче на този метод са присъщи всички недостатъци, посочени по-горе за определянето на мощността чрез времето за ускоряване. Освен това разходът на гориво твърде много се влияе от метеорологичните условия. Например при понижаване на температурата на охлаждащата течност от 80 на 75°C разходът се увеличава с 10 до 12%. За да се постигне определена минимална точност на резултатите, участъкът, по който се извършва измерването, трябва да бъде доста голям, което още повече усложнява този метод.

Използването на барабанни стендове за контрол на мощността предоставя изключителни възможности за контрол на разхода на гориво. При този метод се избягват почти всички недостатъци на пътните измервания, а съвместното извършване на други контролни операции позволява да се повиши неговата ефективност. Трябва да се отбележи, че при този метод на контрол разходът на гориво зависи в известна степен и от конструкцията на стенда – от диаметъра на барабаните, типа на редуктора и др. Установяването на контролни норми позволява да се избегне влиянието на тези фактори.

Контролните норми за разход на гориво трябва да се установяват за определени скорости и натоварвания. Тези величини се избират в зависимост от условията на експлоатация. Скоростта за товарни автомобили може да се приеме 40 km/h, което съответства на реалната средна скорост на движение. Въртящият момент на двигателните колела се приема в границите 1–2,5 пъти по-голям от максималния въртящ момент на двигателя (1 – за леки, 2 – за товарни автомобили, 2,5 – за автобуси).

Контролът на разхода на гориво на леките автомобили може да се извършва по методиката за измерване, препоръчана от Икономическата комисия за Европа към ООН. По тази методика почти всички фирми определят и оповестяват в техническите характеристики данните за разхода на горива на произведените леки автомобили. Разходът на гориво на всеки модел автомобил се определя чрез изпитване при движение с постоянна скорост 90 km/h, при постоянна скорост 120 km/h и при изпитване на цикъл, имитиращ движение в градски условия.

Контролът по тази методика има предимствата, че може да се извърши на специализиран стенд и резултатите да се съпоставят с оповестените в техническата характеристика на автомобила. Спазването на изискванията на методиката обаче налага необходимостта от специално обзавеждане, изисква голям разход на труд и не може да се препоръча за условията на техническата експлоатация на автомобилите.

Контролът на мощността и разхода на гориво на всеки автомобил имат съществено технико-икономическо значение. Като комплексни функционални параметри на техническата изправност мощността и разходът на гориво трябва да бъдат обект на своевременен профилактичен контрол, който в голяма степен ще повиши ефективността на техническото обслужване на автомобилите.

### 3.2. СЪДЪРЖАНИЕ НА ВРЕДНИ КОМПОНЕНТИ В ОТРАБОТИЛИТЕ ГАЗОВЕ

Опазването на околната среда стана основен проблем на нашата съвременност – проблем, от който зависи по-нататъшното развитие на човешката цивилизация. Важно място в този голям проблем заема въпросът за замърсяването на атмосферата с отработили газове от автомобилите. Бързото увеличение на автомобилния парк и високата степен на неговата концентрация доведе до значително замърсяване на въздуха в големите агломерации, където съдържанието на редица токсични вещества вече превишава гранично допустимите концентрации. В големите градове относителният дял на замърсяването на въздуха от автомобилите е от 40 до 90%.

Между продуктите от горенето в буталните двигатели могат да се открият освен водна пара, въглероден двуокис, азот и водород и твърде голям брой вещества, които са вредни или опасни от физиологична гледна точка. Такива вещества са въглеродният окис, азотните окиси, серният окис, въглеводородите, оловото и оловните съединения, твърдите частици. Въглеродният окис е силно отровен газ – при концентрация 20 обемни процента във въздуха той убива всяко живо същество за няколко минути. Известно е, че той се свързва химически с хемоглобина на кръвта и по този начин се прекъсва снабдяването на организма с кислород. Устойчивостта на това съединение прави опасни за живота и значително по-малки концентрации. Известни са твърде много случаи на отравяния при продължителна работа в затворени гаражи със сравнително ниска концентрация на СО. Хроничното въздействие даже на съвсем малки концентрации от този газ намалява работоспособността и предизвиква устойчиви нарушения на най-важните органи и системи на организма.

Силно отровни са и азотните окиси, и оловните съединения. Прибавяните към горивото антидетонатори на оловна основа (оловен тетраетил) водят до изхвърлянето на оловни съединения, чието натрупване в организма предизвиква сериозни поражения. Сред отделяните неизгорели въглеводороди или тези, получени като изпарения от резервоара и карбуратора, има силно канцерогенни (ракопричиняващи) вещества, като например бензпирена. Една част от изхвърлените с отработилите газове вещества под въздействието на фотохимични процеси в атмосферата се превръщат в други вторични отровни или канцерогенни вещества.

В прогнози за развитие на автомобилния транспорт се налага становището, че въпреки интензивните работи по откриването и разработването на други енергийни източници поради големите предимства на конструкцията, производството и експлоатацията на буталния двигател с вътрешно горене той ще остане основен вид двигател за автомобилите до края на настоящото столетие. Това изисква провеждането на редица мероприятия за намаляване съдържанието на

вредните компоненти в отработилите газове. На първо място са конструктивните изменения, които водят до усъвършенстване на работния процес в двигателите с цел да се намалят вредностите. Първостепенното значение на този критерий налага измененията в конструкцията и производството да се извършват даже за сметка на някои технико-икономически показатели.

## НАЧИНИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ВРЕДНИ КОМПОНЕНТИ

Реални възможности за значително намаляване на замърсяването на въздуха с някои вредни компоненти съществуват в сферата на експлоатацията на автомобилите. Правилната регулировка на дозиращите елементи на горивната уредба и параметрите на запалителната уредба са най-простите, достъпни и ефективни мерки за намаляване съдържанието на въглеродния окис и въглеродородите в отработилите газове.

Проверките на намиращите се в експлоатация автомобили показват, че около 80% от проверените автомобили имат неправилно регулирана система за празен ход на карбуратора, което е предизвикало увеличение на съдържанието на СО в отработилите газове от 2 до 7 пъти. Освен това се установява, че 50% от проверените автомобили имат неизправности в главната дозираща система на карбуратора, икономайзера и ускорителната помпа, което е довело до увеличаване съдържанието на СО в отработилите газове при режими на натоварване.

Смятаната за най-опасна съставка на отработилите газове – СО, достига до най-високо съдържание при работа на двигателя на празен ход. А известно е, че режимът на празен ход съставлява 30–45% от времето за движение на автомобилите в големите градове.

Направените у нас проверки на автомобилите в експлоатация показаха, че само регулирането на системата за празен ход с цел да се намали съдържанието на СО в отработилите газове може да намали неговата концентрация средно 2,5 пъти, като разходът на гориво при работа на празен ход намалява с 25–40%, без да се нарушава устойчивата работа на двигателя.

Регулировката на системата за празен ход оказва влияние на концентрацията на въглероден окис и въглеродороди не само на режимите на празен ход, но и на режимите на принудителен празен ход, а в някои случаи – и на режимите на постоянна скорост.

Аналогично е влиянието на главната дозираща уредба на карбуратора, която трябва да осигурява подаването на горивна смес с въздушно отношение 1. С увеличаването на пропускателната способност в определени граници се увеличава емисията на СО и въглеродороди с едновременно увеличаване на разхода на гориво, без да се изменят динамичните качества на автомобила. Голямо влияние оказват редица неизправности, като повишено ниво на горивото в поплавъковата камера, нарушена херметичност или повишена пропускателна способност на жигльорите, неизправност на системата за вентилация на картера и др.

Следователно чрез привеждането на двигателя в техническа изправност и правилна регулировка на карбуратора може в голяма степен да се намали съдържанието на вредни вещества в отработилите газове на бензиновите автомобили.

## КОНТРОЛ НА ТОКСИЧНОСТТА НА ОТРАБОТИЛИТЕ ГАЗОВЕ

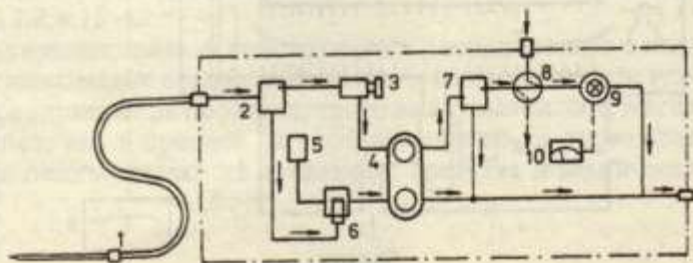
Контролът на токсичността на отработилите газове на автомобилите е свързан с известни трудности. На първо място трябва да се отбележи изменението в широки граници на отделните вредни компоненти при различните режими на движение на автомобила и високата концентрация на някои вещества при неустановените режими на движение. Известно е, че в големите градове, където възниква проблемът за опазване на въздуха, автомобилите се движат преди всичко на неустановени режими. Затова в разработените сега методи за контрол на токсичността на новите леки бензинови автомобили се използват цикли на работа, които в известна степен имитират движението на автомобила в големите градове.

**Карбураторни двигатели.** Обект на нормиране у нас е съдържанието на СО в отработилите газове на автомобилите с четиритактови карбураторни двигатели. Нормите и методите за контрол са регламентирани с БДС 17.2.4.16-82. Нормирано е максималнодопустимото съдържание на СО в отработилите газове (в обемни проценти) при работа на двигателя на празен ход. Тъй като съдържанието на СО в отработилите газове на бензиновите двигатели зависи изключително от състава на горивната смес, постъпваща в цилиндрите, контролът на СО обикновено се използва за определяне на техническото състояние на горивната уредба и за диагностика на неизправностите ѝ. По тези съображения този въпрос е разгледан подробно в раздела за диагностика на горивната уредба.

От голямо значение за проверката е принципът на работа на анализатора на газовете. За изследване на съдържанието на СО се използват уреди със система за анализ, основана на поглъщането на инфрачервени лъчи с определена дължина на вълната. Схема на такъв газоанализатор е показана на фиг. 3.5. Уредите от този тип са компактни, преносими, достъпни за сервизите и с успех могат да се използват при диагностиката на горивната уредба на бензинови двигатели.

**Дизелови двигатели.** Контролът на отработилите газове на автомобили с дизелови двигатели се извършва чрез измерване на тяхната димност. Най-типичният вреден компонент на отработилите газове на тези автомобили е свободният въглерод, отделен във вид на сажди. Дизеловите двигатели работят на всички режими при стойности на въздушното отношение, по-големи от 1, при което образуването на СО е незначително. Естеството на горивния процес предопределя получаването на свободен въглерод като продукт от термичното разлагане на въглеводородите в отсъствие на кислород. Тъй като мощността се изменя чрез промяна на състава на горивната смес, количеството на отделяния въглерод в отработилите газове е пропорционално на натоварването.

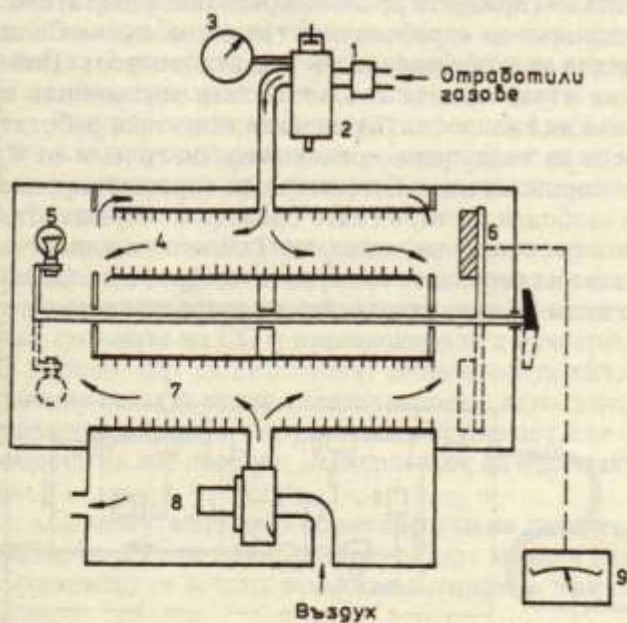
Фиг. 3.5. Схема на преносим уред за контрол на СО  
1 - тръба за проба; 2 - отделяне на кондензат; 3 - прахоуловител; 4 - помпа; 5 - монитор за разхода; 6 - филтър; 7 - утантел; 8 - кран за превключване; 9 - анализатор; 10 - указател



Контролът на димността на отработилите газове се извършва при стандартизирани условия. Най-добре проверката се извършва при пълно натоварване, което е възможно да се осъществи върху динамометричен стенд. Тъй като това не винаги е възможно, най-широко разпространение намира методът на свободно ускоряване на празен ход. Когато двигателят работи на минимална честота на въртене на празен ход при неутрално положение на лоста на предавателната кутия и включен съединител, бързо се натиска докрай педалът за подаване на гориво. В този момент в цилиндрите се подава максимална циклова порция гориво. Двигателят се натоварва от инерционния момент на въртящите се маси, докато честотата на въртене достигне максималната, при която се задейства регулаторът. Очевидно е, че в този макар и кратък период двигателят работи в режим на пълно натоварване, който е благоприятен за отделянето на сажди.

Съдържанието на въглерод във вид на сажди в отработилите газове може да се измери в абсолютни единици чрез масата на саждите в единица обем ( $g/m^3$ ). Тъй като това е доста трудно, съществуващите уреди за контрол определят съдържанието на сажди по косвен път – чрез димността на отработилите газове, и се наричат *димомери*. Този метод освен своята простота има и някои други предимства. Така може сумарно да се контролира съдържанието и на въглеродороди (между които и бензпирена), твърдите частици и другите вещества, образуващи дим, който освен физиологичното си въздействие понякога застрашава безопасността на движението.

Определянето на димността може да се извърши чрез измерване на непрозрачността (оптичната плътност) на отработилите газове. В този случай прозрачността на отработилите газове се сравнява с прозрачността на обикновения въздух. Схема на уредите, работещи на този принцип, е показана на фиг. 3.6. Димността на отработилите газове се определя в относителни единици, при които за 0 е приета прозрачността на въздуха, а за 100 единици – абсолютно непрозрачен газ. За гарантиране на необходимата точност и съпоставимост на резул-



Фиг. 3.6. Схема за измерване на непрозрачността на отработилите газове на дизелови двигатели  
1 – диафрагма за регулиране на налягането; 2 – отделение на кондензата; 3 – манометър; 4 – камера за отработилите газове; 5 – източник на светлина; 6 – фотоклетка; 7 – камера за чист въздух; 8 – вентилатор за чист въздух; 9 – скала.

татите в камерата за измерване се поддържа автоматично определено налягане и температура на отработилите газове.

Уредите, работещи на този принцип, се наричат димомери тип Хартридж, а димността се отчита в единици хартридж, които поради характера на приетата скала могат да се дават и в проценти. Този тип димомери осигуряват възможност за непрекъснато измерване на димността при всякакви режими, имат висока точност и голяма различителна способност. Недостатъци са значителната им сложност, големите габаритни размери и маса и високата им стойност.

Широко приложение в практиката намират уреди, които установяват димността на отработилите газове на дизеловите автомобили по принципа на фирмата Бош. Този принцип се състои във вземането от изпускателния тръбопровод на определен обем (330 cm) отработили газове в определен момент на даден режим и прекарването им през бяла филтърна хартия. По степента на потъмняване или изменение на коефициента на отражение на филтърната хартия се определя димността на отработилите газове в единици бош. В по-простия случай филтърната хартия се сравнява с еталони, но най-често се използват уреди, които определят димността в единици бош чрез измерване изменението на коефициента на отражение на филтърната хартия.

При този тип димомери са стандартизирани филтърната хартия, обемът на пробата отработили газове, времето за задействане на помпата за вземане на проба и прекарването през филтърната хартия, както и устройството за определяне интензивността на отразената от филтърната хартия светлина. Димността се определя в относителни единици бош, при които за 0 единици е оценена цялата филтърна хартия, а за 10 единици – абсолютно черна филтърна хартия, която поглъща напълно попадналата върху нея светлина. Единиците бош могат да се превръщат в единици хартридж по следната емпирична формула:

$$R_H = 13,75R_B + 4,60,$$

където  $R_H$  е димността в единици хартридж;

$R_B$  – димността в единици бош.

Димомерите от този тип не могат да измерват непрекъснато димността, имат по-ниска точност и различителна способност, но са с малки габаритни размери и маса, леснопреносими са и сравнително по-евтини.

В редица страни със законодателни мерки са установени строги норми за количеството на вредните компоненти в отработилите газове. Тези норми са съобразени с нивото и възможностите на съвременната техника и технология при производството на моторните превозни средства и обикновено имат динамичен характер с тенденция за непрекъснато ограничаване на вредностите.

У нас нормите и методите за контрол на димността на отработилите газове на автомобили в експлоатация с дизелови двигатели с нормално пълнене са регламентирани с БДС 17.2.4.15–82.

Непрекъснатото усъвършенстване на конструкцията на двигателите с вътрешно горене с оглед на намаляване вредните газове вече дава значими резултати. Но редица мерки, предприети при производството на автомобилите, могат да загубят своята стойност, ако в процеса на експлоатация не се провеждат системни мероприятия за поддържането на превозните средства в техническа изправност.

### 3.3. НИВО НА ШУМА

Автомобилът е един от главните източници на шум в големите градове. Известно е, че шумът повишава нервното напрежение, намалява производителността на труда, причинява появата и развитието на нервни, съдови и други заболявания, влияе върху продължителността на живота на човека. Затова непрекъснато растящият транспортен шум, предизвикан от увеличаването на интензивността на движението в градовете, възбужда съвсем основателна тревога. Борбата с шума трябва да се води в няколко насоки, но една от най-ефективните е намаляването на нивото му в източниците, които го предизвикват. Ето защо към нивото на шума на автомобилите се предявяват вече твърде строги изисквания.

Проблемът за шума в автомобила обикновено има две страни: шум в автомобила, където е работното място на водача и местата на пътниците, и шум от автомобила, от който страдат всички жители на населеното място. От друга страна, шумът при движението на автомобила може да се раздели на шум от автомобила, шум от взаимодействието на автомобила с пътя и аеродинамичен шум. Шумът от автомобила зависи от конструкцията и техническото състояние на автомобила. Затова борбата с този шум се води в две основни насоки: усъвършенстване на конструкцията на автомобила при неговото проектиране и производство, и поддържане в техническа изправност по време на експлоатацията му.

Главните източници на вибрации и шум в автомобила са: процесите на пълнене и изпускане на газовете, неуравновесените постъпателно движещи се и въртящи се части, усукващите трептения в двигателя и силовото предаване, вентилаторът на охладителната уредба, динамическите явления при зацепването на зъбните колела и във всички подвижни съединения и механизми, неуравновесените колела, геометричната форма на гумите, деформациите на каросерията под въздействието на натоварванията през време на движението, недостатъчната здравина на закрепването на някои елементи. Сумарното въздействие на всички източници води до твърде високо ниво на шума на съвременните автомобили, особено на товарните автомобили и автобусите.

Един кратък анализ на източниците на шум в автомобила може да даде поясна представа за ролята и значението на техническата изправност и поддържането върху общото ниво на шума. Най-големият източник на шум е **изпускателната уредба** (уредбата за изпускане на отработилите газове). При изтичането им през изпускателния клапан нивото на шума достига 125–130 децибела. Това говори за голямото значение на шумозаглушителната система и особено за нейната изправност. Съвременните шумозаглушителни системи все още нямат задоволителна трайност. Една от причините е, че те са подложени на действието на високата температура на отработилите газове, както и на корозионните въздействия на атмосферните процеси. Друга причина е липсата на активен контрол и достатъчно ефективни профилактични мерки при поддържане на автомобилите. Не са рядкост неизправности като изгорели уплътнители (гарнитури) или други елементи, корозирали до разрушаване тръбопровода и шумозаглушително гърне, отслабени скрепителни съединения. Профилактичният контрол и своевременният ремонт на изпускателната уредба могат да предотвратят или навреме да отстранят посочените неизправности, които във всички случаи водят до недопустимо увеличаване на нивото на шума. Понякога използването на неподходящи елементи или внасянето на изменения в конструкцията

на шумозаглушителната уредба може да доведе до нежелателни резултати, затова тя трябва да бъде обект на постоянен контрол. Установено е, че изменението на мястото на разположение и конструкцията на шумозаглушителя може да доведе до увеличаване на шума с 15 децибела.

В механизмите на автомобила между отделните детайли съществуват определени хлабини, които осигуряват движението на детайлите един спрямо друг в съответствие с предвидената кинематична връзка. Наличността на тези хлабини в кинематичните двойки води до увеличаване на степените на свобода на детайлите, т.е. реалният механизъм винаги има вътрешни степени на свобода. В резултат на тези вътрешни степени на свобода и под действието на силите при движението на детайлите в кинематичните двойки възникват удари. Тъй като металните детайли притежават голяма твърдост и якост, зоната на техния контакт и еластичните деформации са незначителни. В този случай времето на съприкосновение е твърде малко (например 10 s), а силите, които възникват, за да изменят посоката на движение на детайлите след удара, са големи.

Ударните натоварвания в кинематичните връзки се характеризират с малка продължителност и големи сили на взаимодействие. В малката контактна зона налягането се увеличава за съвсем кратко време до стотици мегапаскали. Това е една от причините за износването на взаимно работещите детайли. В резултат на взаимното удране между детайлите в механизмите се възбуждат трептения, за възникването на които отива част от енергията на удара в зоната на контакта. Така всяка кинематична двойка е източник на звукови вълни, които се разпространяват по детайлите или се излъчват извън механизма.

В процеса на работа състоянието на кинематичната двойка се изменя. В резултат на износването хлабината между детайлите се увеличава. Това от своя страна води до изменения в движението на детайлите и по-конкретно – до изменения в характера на взаимодействие между детайлите от кинематичната двойка. Съвсем естествено основните параметри на удара – импулсът на силата на удара и времето за движение на детайлите преди удара, зависят в една или друга степен от големината на хлабината. Пропорционално на увеличаването на хлабината се увеличава кинетичната енергия на удара между детайлите. Следователно амплитудата на акустичния импулс също ще бъде пропорционална на големината на хлабината. Така акустичният сигнал представлява параметър на състоянието на кинематичната двойка.

Формата на акустичния импулс, излъчван от определена кинематична двойка, е постоянна, защото такива основни параметри като честотата на съставляващите и коефициента на затихване са постоянни за даден механизъм. При изменение на състоянието на кинематичната двойка се изменят два параметъра на импулса: амплитудата и фазата му. Акустичният сигнал от една кинематична двойка при стационарен режим на работа на механизма е периодичен и импулсите са разположени в строго определен ред и на строго определени интервали, съответстващи на взаимодействието на детайлите. Изменението на състоянието на двойките освен с интензивността на удара (амплитудата на импулса) се характеризира и с отклонения на импулсите по време.

В автомобила могат да се изброят твърде много **кинематични двойки**, чиято работа е свързана с излъчване на акустични импулси, които могат да се използват за определяне на тяхното техническо състояние и при диагностиката на автомобила. На първо място тук трябва да посочим *чукането на буталото в цилиндъра*. То се обуславя от наличността на хлабина между буталото и стената



на цилиндъра, от една страна, и от друга – от изменението на посоката на страничната сила върху буталото при движението му. Страничната сила променя два пъти посоката си за един оборот – в горна и долна мъртва точка на буталото. Тази промяна на посоката на страничната сила предизвиква удяне на буталото ту в едната, ту в другата страна на цилиндъра, перпендикулярно на оста на коляновия вал. Тъй като за обирание на хлабината е необходимо време, ударът и акустичният импулс ще настъпват с известно отклонение от мъртвите точки на буталото. Моментът на появяване на този импулс позволява да се идентифицира произходът, а амплитудата – да се определи големината на хлабината между буталото и цилиндровата втулка.

Обикновено импулсите от чукането на буталото са значителни, което свидетелства за голяма енергия на предизвиканите трептения.

Друго съединение, което е източник на периодични акустични импулси, е *съединението на буталото с буталния болт и мотовилката*. Динамичните явления, свързани с газовите сили и инерционните сили на буталото, водят до изменение на посоката на надлъжната съставляваща сила на буталото, което предизвиква чукане на буталния болт в мотовилката или буталото в зависимост от характера на сглобките. Това съединение е особено важно поради твърде неблагоприятните условия на работа и определянето на състоянието му по акустичен сигнал е от голямо значение. За тази цел трябва да се определят моментът на неговото възникване спрямо мъртвите точки на буталото и зависимостта между амплитудата на трептенията и хлабините в съединенията. Някои изследвания показват, че по-голямата част от енергията на акустичния сигнал се отделя от съединението на буталния болт с мотовилката.

Въпросът за взаимодействието на *детайлите в основните и мотовилковите лагери* на двигателя е значително по-сложен. И тук, за да може акустичният сигнал да се използва като параметър на техническото състояние, е необходимо да се определят моментът на удара и зависимостта на амплитудата на импулса от хлабината в лагера. Това се затруднява от наличието на различни канали, по които се предава акустичният импулс до датчика, както и на отклоненията на вала или лагера от цилиндричната форма. Под влияние на променливите по големина и посока сили центърът на вала извършва сложни движения (блуждае) около оста на лагера, при което въпреки наличието на масления слой се получават съприкосновения на шийката с лагера и съответстващите на това акустични сигнали.

С акустични явления е свързана и работата на всички търкалящи лагери. Вследствие допустимите отклонения в размерите и формата на съставляващите го елементи във всеки търкалящ лагер съществува радиална хлабина, която е причина при въртенето на вала оста му да има известно „блуждаене“. В процеса на блуждаене се получават удари между търкалящите се тела, които са източник на акустични сигнали. Тъй като тези премествания на вала и възникващите удари са случайни, осцилограмата на акустичния сигнал на търкалящ лагер с радиална хлабина представлява случаен процес, който трябва да се анализира статистически.

Източник на шум е и работата на всички зъбни механизми. Затова едно от изискванията към зъбните механизми е допустимото ниво на шума. Импулсният характер на натоварване на зъбите, които представляват еластични системи, предизвиква възбуждането на трептения. Отклоненията от геометричната форма, както и грешките в зацепването, дължащи се на износване или на други фактори, водят до ударни взаимодействия между зъбите. Тъй като ударните

взаимодействия възникват при влошаване на техническото състояние, техните акустични сигнали се използват при диагностиката на зъбните механизми. Трябва да се посочи, че поелементният контрол на зъбните колела има този недостатък, че не позволява да се оценяват грешките в зацепването и монтажа, които се проявяват само в процеса на работа. Затова акустичните методи на контрол на зъбните двойки са доста перспективни, още повече че амплитудите на акустичния сигнал са почти правопропорционални на грешките в зацепването.

В автомобилата могат да се изброят още редица механизми и кинематични двойки, шумът от работата на които се използва като параметър на техническото им състояние: *газоразпределителният механизъм, горивната уредба на дизеловите двигатели, ходовата част* и т.н. Вижда се, че възможността да се използват акустичните сигнали за контрол на техническото състояние на труднодостъпни елементи може да бъде от голямо значение.

В действителност нивото и характерът на шума винаги са се използвали за диагностика на автомобилите. В най-елементарен вид диагностиката се провежда чрез прослушване на работата на отделните механизми.

**Шумът на вибрациите на елементите на каросерията** (врати, стъкла, капаци и др.) за някои товарни автомобили и автобуси може да се определи като доминиращ. При сравнително по-тежки експлоатационни условия (неравни пътни настилки) скрепителните съединения изискват по-често притягане, което не винаги се извършва своевременно или пък въобще не е включено в обема на ТО. Така се стига до прогресивно влошаване на техническото състояние на каросерията, което в крайна сметка се изразява в недопустимо повишаване нивото на шума във и от автомобила.

**Шумът от взаимодействието на автомобила с пътя** зависи до голяма степен от техническото състояние на ходовата част и окачването. Същото се отнася и за шума от уредбата за вентилация и отопление в автобусите.

Вижда се, че общото ниво на шума във и от автомобила зависи от техническото му състояние и по редица съображения не трябва да надвишава определени граници. Този параметър е обект на контрол и нормиране. Методиката за контрол на нивото на шума от автомобилите е уреден у нас с БДС 12948-75.

Контролът на нивото на шума на новите автомобили може да се съчетае с периодични проверки на намиращите се в експлоатация автомобили. При това контролът в експлоатацията може да се извършва по значително опростени методики и с прости и евтини уреди.

?

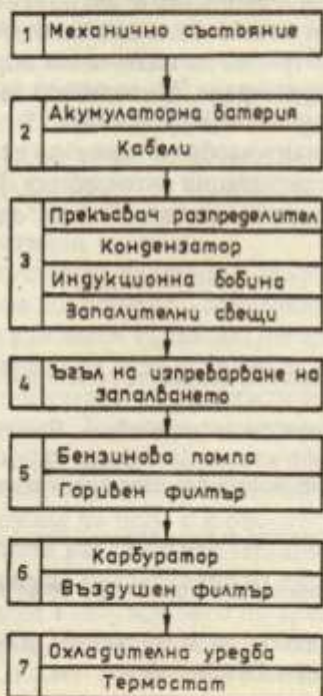
## КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. В кои случаи е задължителен контролът на основните геометрични размери на автомобила?
2. Посочете две взаимно независими уредби на автомобила. Има ли взаимно независими уредби на двигателя?
3. Възможно ли е да се контролира мощността без използването на спирачен стенд?
4. Възможно ли е при контрол на мощността върху спирачен стенд с барабани да се контролира разходът на гориво?
5. Кой от отработилите газове на бензиновите автомобили е обект на контрол и нормиране? Защо?
6. Защо на автомобилите с дизелови двигатели се контролира димността?
7. Кой е най-значимият източник на шум от автомобила?

## 4. ДИАГНОСТИКА НА ДВИГАТЕЛИТЕ

Двигателят е най-сложният агрегат и основният източник на неизправности в автомобила. Сложността на контрола и диагностиката на двигателя се дължи не само на огромния брой възможни неизправности, които са от най-различно естество, но и на съществуването на разностранни връзки и сложни зависимости между отказите на отделните елементи и неизправностите и отказите на целия агрегат. Неизвестността на повечето от функционалните и вероятностните връзки между параметрите на техническото състояние на отделните елементи и тези на двигателя, липсата на достатъчна информация за състоянието на недостъпните за контрол елементи, както и структурата на двигателя предизвикват сериозни затруднения при диагностиката му. При това все още няма разработени методи за избор и окрупняване на параметрите за контрол, за съставяне на общи диагностични тестове и програми за диагностика на двигателя като цяло.

Дългогодишният опит позволява да се формулира най-обща последователност на проверките на двигателя, показана на фиг. 4.1 (бензинов двигател). Тази обща последователност за двигателите със съвременна конструкция и при сегашното състояние на методите и средствата за контрол трябва да се приеме за задължителна при всички процедури на диагностика независимо от получените сигнали на неизправност, т.е. независимо от проверката, с която ще се за-



Фиг. 4.1. Обща последователност на проверките на двигателя

почне първоначално. Рационалността на тази най-обща програма за диагностика може да се счита за доказана. Съставена на базата на строг анализ на структурата и функционалните връзки в двигателя, тази последователност позволява да се избягнат редица излишни работи и неправилни въздействия.

В зависимост от сигнала за неизправност, който обикновено е някакво нарушение на функциите на двигателя, трябва да се определи и характерът на проверките. Последователността им винаги трябва да следва реда, показан на фиг. 4.1, т.е. механическо състояние на двигателя – запалителна уредба – горивна уредба – охладителна уредба.

Недостатък на дадения тест е твърде обобщеният характер на проверките поради това, че всяка проверка съдържа голям брой контролни операции или в действителност представлява отделна съвкупност от проверки, които позволяват да се локализира характерните неизправности за тази система. Показаната обща последователност позволява да се съставят отделни програми за диагностика на различните уредби на двигателя (горивна, запалителна и т.н.) при предположение, че отказите и неизправностите на отделните системи са независими. Тази условност позволява да се опрости в значителна степен задачата за диагностиката на двигателя.

#### 4.1. ДИАГНОСТИКА НА ПУСКОВАТА УРЕДБА

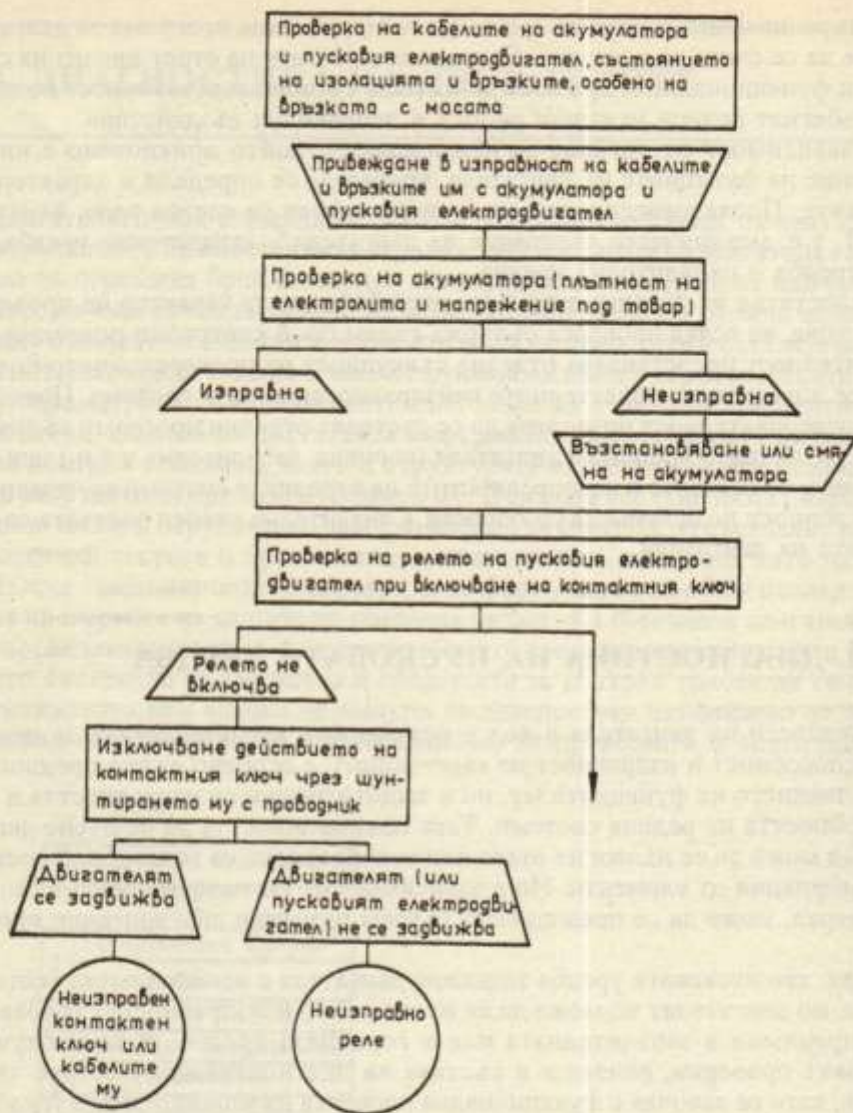
Пускането на двигателя в ход е незаменима характеристика за неговата работоспособност и изправност не само защото е особено важна предпоставка за изпълнението на функциите му, но и защото зависи от изправността и работоспособността на редица системи. Така невъзможността да се пусне двигателят в ход може да се дължи на отказ или неизправност на голям брой елементи или комбинации от елементи. Но в зависимост от сигнала, получен в резултат на проверка, може да се предприемат съвсем различни диагностични процедури.

Така, ако пусковата уредба задвижва двигателя с необходимата честота на въртене, но двигателят не може да се пусне в ход, неизправността трябва да се търси предимно в запалителната или в горивната уредба. В този случай се извършват проверки, влизаци в състава на диагностичните тестове за тези системи, като се започва с функционална проверка на запалителната уредба. Но ако двигателят не се задвижва, програмата на диагностика ще се изпълни с проверки предимно на пусковата уредба. На фиг. 4.2 е показан алгоритъм на диагностична програма на пусковата уредба при наличност на сигнал „двигателят не се задвижва“.

В практиката при симптома „двигателят не се задвижва при опит да се пусне в ход“ се извършва следната проверка. Включват се светлините на фаровете или осветлението в купето и се прави опит да се пусне двигателят. Съществуват следните възможности:

1. Светлините на фаровете не се включват или интензивността на осветлението е много малка още преди да се включи контактът за пусковия електродвигател. В този случай най-вероятно акумулаторната батерия е изтощена.

2. Светлините на фаровете или осветлението угасват при включване на контакта за пусковия електродвигател. В този случай най-вероятно е прекъсна-

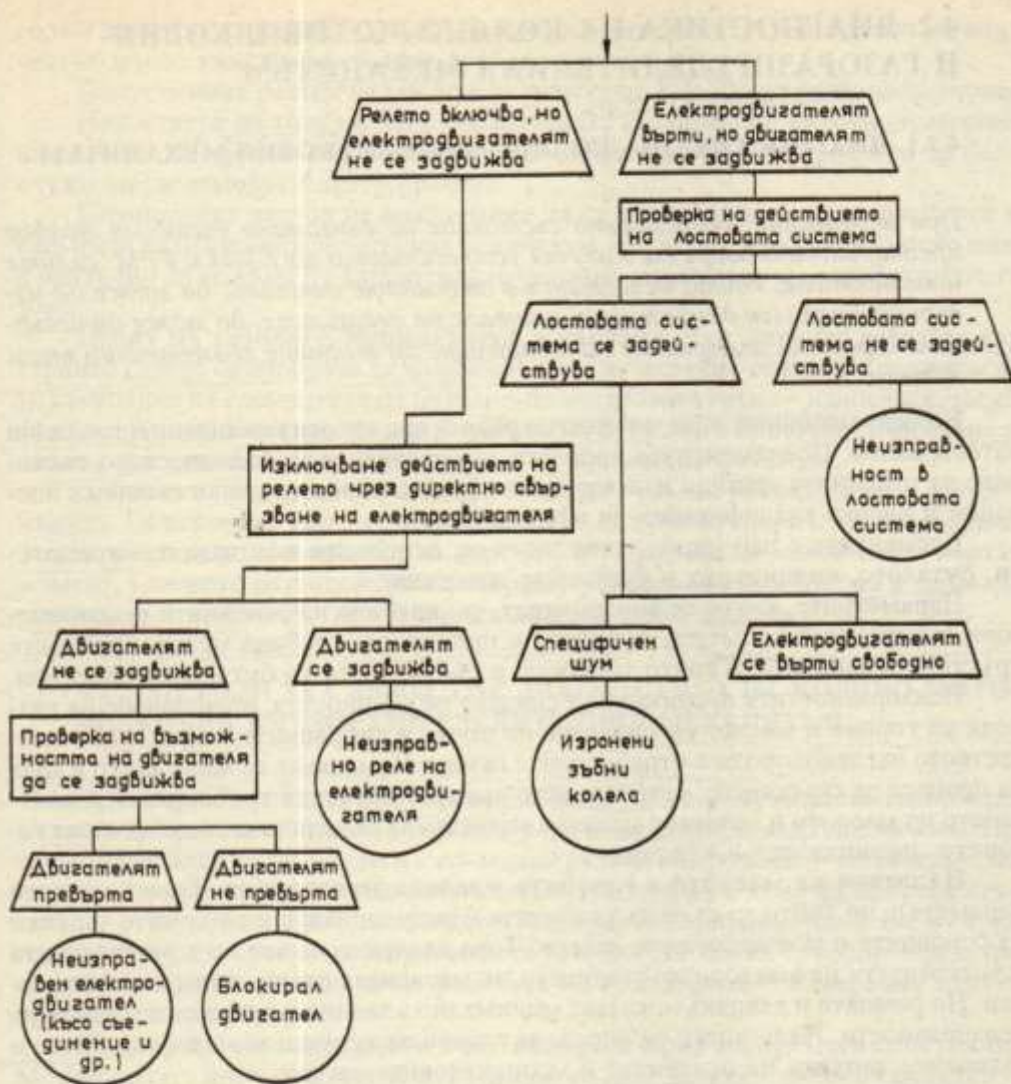


Фиг. 4.2. Програма за диагностика на пусковата уредба  
а - до положение „релето не включва“;

та главната верига поради нарушена връзка на клемите на акумулаторната батерия с крайниците на проводниците.

3. Интензивността на осветлението се запазва при включването на пусковия електродвигател. В този случай вероятно е прекъсната веригата на пусковия електродвигател или веригата за включването му.

4. Интензивността на осветлението намалява при включване на пусковия електродвигател. В този случай са възможни следните неизправности: изтоще-



б - положение „релето включва“

на акумулаторна батерия, неизправност в пусковия електродвигател, механична неизправност в двигателя. Обикновено се извършват допълнителни проверки, от които се получава необходимата информация за локализиране на неизправността.

5. Интензивността на осветлението намалява и се чува шум от въртене на пусковия електродвигател. В този случай или зъбното колело не зацепва към венца на маховика, или съединителят за свободния ход на пусковия електродвигател е неисправен.

*Задача.* Обяснете логиката на диагностичната програма, посочена на фиг. 4.2.

## 4.2. ДИАГНОСТИКА НА КОЛЯНО-МОТОВИЛКОВИЯ И ГАЗОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИЯ МЕХАНИЗЪМ

### 4.2.1. ДИАГНОСТИКА НА КОЛЯНО-МОТОВИЛКОВИЯ МЕХАНИЗЪМ

*При определяне механичното състояние на двигателя ученикът трябва предварително добре да е изучил устройството на КММ и ГРМ, силите и моментите, които действат на отделните детайли; да може да извършва правилен демонтаж и монтаж на детайлите, да може да извършва коректни измервания на детайлите по техните геометрични показатели.*

Коляно-мотовилковият механизъм работи при високи механични и топлинни натоварвания. Поелементната проверка за определяне на техническото състояние на отделните детайли изисква голям брой сложни, трудопоглъщаеми операции и висока квалификация на извършителя.

Елементите с най-ниска надеждност са: основните и мотовилковите лагери, буталото, цилиндърът и буталните пръстени.

Параметрите, които се контролират, са: хлабина на основните и мотовилкови лагери, хлабина между буталото и цилиндъра, хлабина между буталните пръстени и каналите, в които те лежат, и състоянието на буталните пръстени.

Неизправностите предизвикват спадане на мощността, повишаване на разхода на гориво и масло, увеличаване на шума и вибрациите, както и на количеството въгледороди в отработилите газове. Намаляват се налягането в края на процеса на сгъстяване, разреждането във всмукателния тръбопровод и налягането на маслото в главната маслена магистрала. Увеличава се дебитът на газовете, проникващи в картера.

**Налягане на маслото в главната маслена магистрала.** Това е основен параметър, по който се съди за хлабините между шийките и лагерните черупки на основните и мотовилковите лагери. Това налягане зависи от температурата и вискозитета на маслото, състоянието на маслената помпа и предпазния клапан. Но помпата и клапанът оказват минимално влияние и рядко са източник на неизправности. Налягането се определя главно от хлабината между шийките и лагерните черупки на основните и мотовилковите лагери.

Проверката на налягането се извършва на подгрят до нормален температурен режим двигател с манометър, присъединен към главната маслена магистрала. Стойностите на това налягане зависят от типа на двигателя и се дават в неговата техническа характеристика, както и от честотата на въртене на коляновия вал. При честота на въртене на празен ход ( $800 + 1000 \text{ min}^{-1}$ ) с подходящо подбрано масло за двигателя налягането на маслото не трябва да пада под  $0,05 \text{ MPa}$  за бензинови и под  $0,1 \text{ MPa}$  за дизелови ДВГ. По-ниското налягане е сигурен белег за увеличена хлабина в лагерите и скорошното им дефектиране.

**Разход на масло.** Повишеният разход на масло се обуславя главно от износване на буталните пръстени, загуба на еластичността им, по-голяма хлабина между тях и каналите, в които те лежат. За осигуряване достоверността на проверката е необходимо предварително да се провери уплътнението на капака на картера, на цилиндровата глава, масления филтър, масления охладител и маслените съединения. Повишеният разход на масло може да се дължи и на

голям дебит на картерните газове, които увличат по пътя си и по-големи количества масло към всмукателния тръбопровод.

Допустимият разход на масло е не повече от 1 до 2% от разхода на гориво.

Недостатък на този метод е ограничената възможност за точно измерване на разхода на масло. Обикновено това се прави на 1000 km пробег, а за белег служи маслоизмервателната пръчка.

Повишеният разход на масло може да се обуславя и от неизправности на елементи от газоразпределителния механизъм. За увеличен разход на масло може и визуално да се съди по характерното синкаво оцветяване на отработилите газове.

**Дебит на газовете, проникващи в картера.** Увеличеният дебит на картерните газове се използва за количествена и качествена оценка на техническото състояние на елементите от бутално-цилиндровата група – износване, загуба на еластичност, закоксуване или счупване на буталните пръстени, износване на цилиндъра или износване, пукнатини и пробиване на буталото.

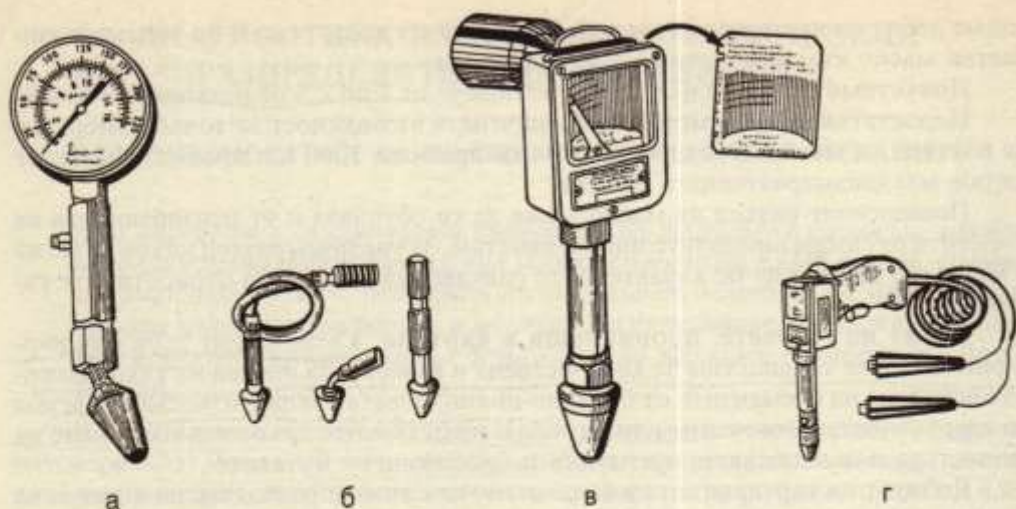
Дебитът на картерните газове се измерва с газови расходомери в литри за минута. Обикновено най-точни резултати се получават при пълно натоварване на двигателя или при честота на въртене, отговаряща на максимален въртящ момент. Газовите расходомери се свързват обикновено към отвора в капака на главата за отвеждането на газовете към въздушния филтър.

#### 4.2.2. МЕТОДИ ЗА СЪВМЕСТНА ДИАГНОСТИКА НА КОЛЯНО-МОТОВИЛКОВИЯ И ГАЗОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИЯ МЕХАНИЗЪМ

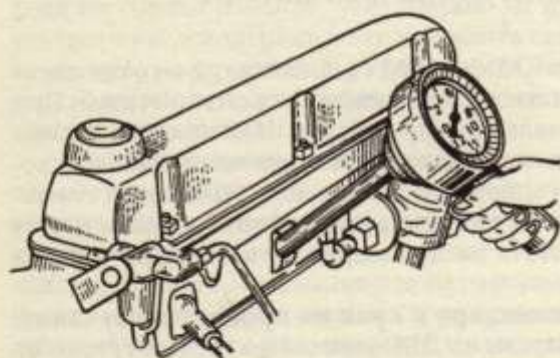
При съвместната диагностика на КММ и ГРМ се получават по-точни оценки както в качествено, така и в количествено отношение за състоянието им. При това проверките са по-бързи и с по-малко разход на труд. Най-често използваните от тях са: измерване на налягането в цилиндъра в края на процеса съгъстяване; отчитане на разхода на въздух, подаван с постоянно налягане в горивната камера; измерване на разреждането във всмукателния тръбопровод и чрез последователно изключване на работата на цилиндрите – измерване пада на честотата на въртене.

**Измерване на налягането в цилиндъра в края на процеса съгъстяване.** Мощностните и икономичните показатели на ДВГ зависят до голяма степен от степента на уплътненост в надбуталното пространство при съгъстяването на горивовъздушната смес или въздух. А степента на уплътненост се определя от изправността на бутално-цилиндровата група, газоразпределителния механизъм и уплътнението на цилиндровата глава. При измерване на налягането в цилиндъра трябва да бъдат спазени следните условия – двигателят да е загрят до работна температура, акумулаторната батерия да е нормално заредена и пусковата уредба да е изправна. Запалителните свещи на бензиновите двигатели трябва да са демонтирани, а централният кабел на бобината – замасен. Въздушният филтър трябва да е демонтиран, а дроселната клапа и въздушната клапа на карбуратора – напълно отворени. При дизеловите двигатели различieto се състои в това, че се демонтира само дюзата от цилиндъра, където ще се извърши измерването. Налягането в края на процеса съгъстяване се измерва с компресори (фиг. 4.3). Накрайникът на компресомера се притиска в отвора за свещта на ръка (при бензинови ДВГ), като се следи осигуряването на съосност и херме-





Фиг. 4.3. Компресмери за измерване на налягането в края на процеса сгъстяване  
 а – със стрелка; б – накрайници за различни конструкции ДВГ; в – компресмер със записващо  
 устройство; г – компресмер за независимо включване на пусковата уредба



Фиг. 4.4. Поставяне на компресмера в отвора за свещта

тичност (фиг. 4.4). Двигателят се развърта чрез пусковия електродвигател до 8–10 оборота на колянвия вал (при изправна пускова уредба  $150\text{--}200\text{ min}^{-1}$ ) за бензиновите ДВГ или при работа на празен ход при дизеловите ДВГ, след което се отчита измереното налягане в цилиндъра. Поради голямото налягане в края на сгъстяването при дизеловите ДВГ компресмерът не може да се задържи на ръка в отвора на дюзата, затова той или се навива в резбата за дюзата, или се притиска чрез специална планка.

Налягането в края на сгъстяването за изправен двигател се дава от производителя или може да се изчисли по формулата:

за четиритактов ДВГ –  $p_c = (1,2 \div 1,3) \cdot \epsilon \cdot 0,1\text{ MPa}$  ( $1\text{ kg/cm}^2$ );

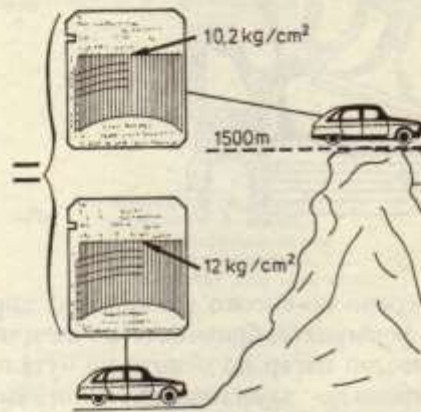
за двутактов ДВГ –  $p_c = \epsilon \cdot 0,1\text{ MPa}$  ( $1\text{ kg/cm}^2$ ),

където  $p_c$  е налягането в края на сгъстяването,  $\epsilon$  – степента на сгъстяване на двигателя. За бензинови двигатели може да се ползва и табл. 4.1.

Таблица 4.1

|            |     |     |     |     |      |      |      |      |    |      |
|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----|------|
| $\epsilon$ | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0  | 8,5  | 9,0  | 9,5  | 10 | 11   |
| $p_c$      | 7,8 | 8,5 | 9,1 | 9,8 | 10,4 | 11,0 | 11,4 | 11,7 | 12 | 13,2 |

Получените резултати от измерването трябва да се съобразяват и с надморската височина на мястото на измерване. С повишаването ѝ измереното налягане ще е по-ниско с по 1% на всеки 100 метра. Например, ако един двигател има степен на съгъстяване  $\epsilon = 10$  и измереното крайно налягане на морското равнище (760 mm Hg) е 1,2 МПа (12 kg/cm<sup>2</sup>), то на същия двигател при еднакви други условия, но измерването да е направено на 1500 m надморска височина, крайният резултат ще се намали с 1,5% и ще бъде 1,02 МПа (10,2 kg/cm<sup>2</sup>) (фиг. 4.5).



Фиг. 4.5. Влияние на надморската височина върху  $p_c$ .

Разликата в налягането в отделните цилиндри не трябва да е по-голяма от 5%. В противен случай двигателят ще работи със значителни вибрации, особено на празен ход. Ако разликата е по-голяма от 10%, необходимо е да се направи ремонт.

При измерено налягане от 85 до 100% от нормалното за нов двигател *двигателят е в много добро техническо състояние.*

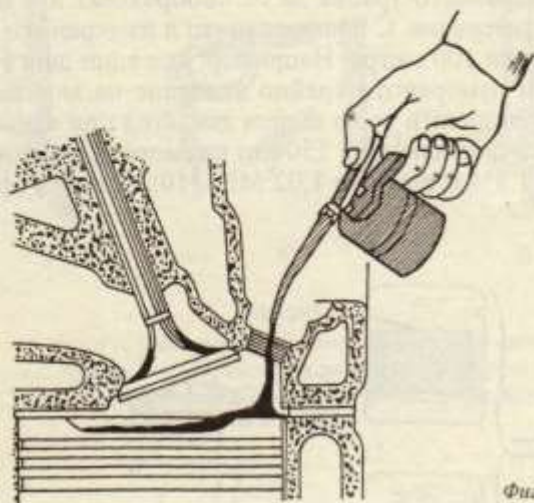
При измерено налягане от 70 до 85% – *двигателят е в добро техническо състояние.*

При измерено налягане от 60 до 70% – *двигателят е в задоволително състояние.*

При измерено налягане под 60% от това за нов изправен двигател *той е за ремонт.*

Причините за по-ниско измерено крайно налягане са: износен цилиндър; износени, счупени, коксували или загубили еластичността си бутални пръстени; износени, спукани или пробити бутала; подбити легла на клапани; омекнала или счупена пружина на клапан; прегорял клапан; прегоряла или скъсана гарнитура на главата или нерегулирана топлинна хлабина на клапаните.

За да се определи дали неизправността е в бутално-цилиндровата група, през отвора за свещта или през отвора на дюзата се наливат 2-3 cm<sup>3</sup> моторно масло от същия за двигателя тип (фиг. 4.6). Налягането в цилиндъра повторно се измерва и ако то рязко се повиши, неизправностите са в бутално-цилиндровата група (без пукнато или пробито бутало), ако ли не – причината е в клапанната група.



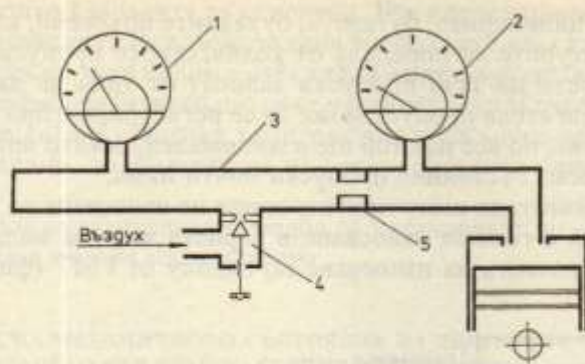
Фиг. 4.6. Наливане на масло в горивната камера

При измерено по-високо налягане от това, дадено от производителя или изчислено по формулата, причините са: наличие на вода или масло в цилиндъра, голямо количество нагар по челото на буталото или по стените на горивната камера, монтирани по-тънки гарнитури или намалена височина на главата – оттам и променена степен на сгъстяване.

**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЕХАНИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА КММ И ГРМ ЧРЕЗ ИЗМЕРВАНЕ НА ОТНОСИТЕЛНОТО ПАДАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО НА ВЪЗДУХА, ПОДАДЕН В ЦИЛИНДРИТЕ**

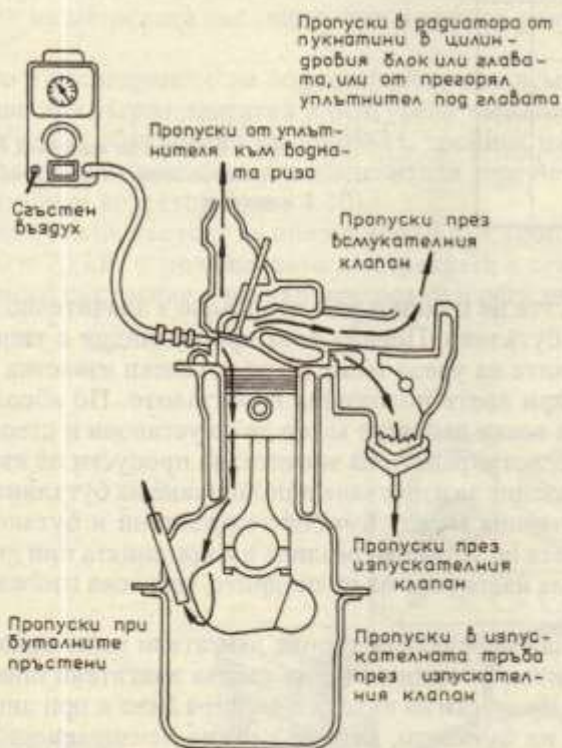
Неизправностите в бутално-цилиндровата група и газоразпределителния механизъм се локализируют чрез измерване на относителното падане на налягането на въздуха, подаден в цилиндрите, и определяне местата на пропуските чрез прослушване със стетоскоп. Подаването на въздух в цилиндрите се извършва посредством специални калибратори (фиг. 4.7). Те подават въздух с постоянно налягане от 0,2 МПа (2 kg/cm<sup>2</sup>) през отворите за свещта или дюзите и едновременно с това измерват падането на налягането, което зависи от изтичането на въздух през възможните неуплътнения или в цилиндрите, буталата и буталните пръстени, или в клапаните и гарнитурите (фиг. 4.8).

Проверките се извършват при следните условия – двигателят да е загрят до работна температура, свещите или дюзите да са демонтирани, колянният вал да е осигурен срещу превъртане. Извършват се две измервания – когато буталото е в ГМТ в края на такт сгъстяване и когато е малко под ГМТ. Степента



Фиг. 4.7. Схема на пневматичен калибратор

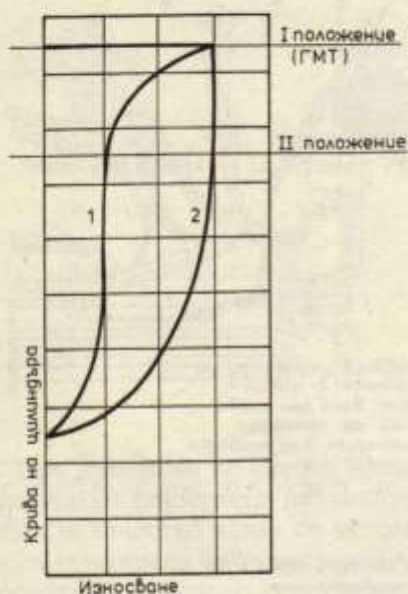
1 – контролен манометър; 2 – измерителен манометър; 3 – тръбопровод; 4 – кран за регулиране; 5 – жигльор



Фиг. 4.8. Схема на възможните пропуски на въздух

на износване на цилиндрите, буталата, буталните пръстени, клапаните и състоянието на гарнитурите се определя от количеството пропуснат въздух. Абсолютните стойности на тези пропуски зависят от типа на двигателя. Така за карбураторни двигатели пропуск може да се регистрира и при много добро техническо състояние, но все пак той ще е минимален, докато при дизеловите ДВГ в добро техническо състояние пропуски почти няма.

Повечето двигатели имат типична линия на износване на цилиндъра, която се характеризира с голямо износване в горната част на цилиндъра и с бързо намаляване на степента на износване по-надолу от ГМТ (фиг. 4.9).



Фиг. 4.9. Криви на износване на цилиндрите  
1 - типична линия на износване; 2 - нетипична линия на износване

Херметичността на цилиндъра с износване е значително по-лоша в първото положение на буталото. Поради това при цилиндри с типична линия на износването с помощта на уреда може да се установи известна разлика в наляганията, измерена при двете положения на буталото. По абсолютната стойност на тази разлика за всеки двигател може да се установи и степента на износване на цилиндрите. Регистрирането на значителни пропуски на въздух през картера на двигателя е указание за износване или запичане на буталните пръстени, както и за увеличена хлабина между буталните пръстени и буталото.

Ако проверката не установи разлика в наляганията при двете положения на буталото, или няма износване на цилиндрите, или това износване е незначително.

В някои случаи определени типове двигатели имат крива на износване на цилиндрите, различна от типичната. За такива двигатели описаната проверка е невъзможна. При пропуски на въздух в картера даже и при липса на разлика при двете положения на буталото, като възможна неизправност трябва да се има предвид износването на цилиндъра.

При неплътното прилягане на клапаните към седлата въздухът от цилиндъра попада съответно във всмукателния или изпускателния тръбопровод, а също и

в цилиндри, на които клапаните са отворени. Чрез прослушване за пропуски се определя херметичността на всмукателния и изпускателния клапан. Наличието на малки пропуски не дава големи отражения върху работата на двигателя, но при по-нататъшна работа може бързо да се увеличат неуплътненията. Там, където има и наличие на газове с висока температура, това може да доведе до бързо прегаряне на клапани, до намаляване на мощността и увеличаване на разхода на гориво.

Пропуски към охладителната уредба се установяват по наличието на въздушни мехурчета в отвора на радиатора.

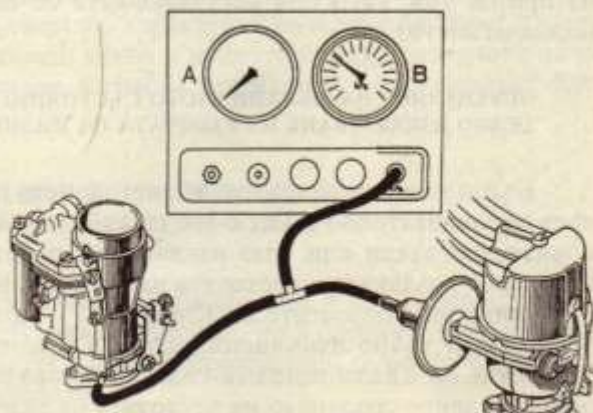
#### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЕХАНИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА ДВИГАТЕЛЯ ЧРЕЗ ИЗМЕРВАНЕ НА ПОДНАЛЯГАНЕТО ВЪВ ВСМУКАТЕЛНИЯ ТРЪБОПРОВОД

Сравнително бързи и много добри резултати се получават при контрол на подналягането във всмукателния тръбопровод с помощта на *вакууммер*. Освен от режима на работа на двигателя подналягането зависи и от състоянието на бутално-цилиндровата група, от състоянието на газоразпределителния механизъм, от състоянието на уплътненията, на горивната и запалителната уредба.

Всяка една неизправност може да се локализира, като се следи не само стойността на подналягането, но и характерът на движение на стрелката на уреда. Стойността на подналягането зависи от конструктивните особености на двигателя и от надморската височина, при която се извършва измерването.

Измерването и изследването на подналягането във всмукателния тръбопровод се извършва при загрят двигател и осигурена херметичност на връзката уред-двигател. Уредът обикновено се свързва с тройник или с тръбичката на вакуумния регулатор на прекъсвач-разпределителя или на друго подходящо място на всмукателния колектор (фиг. 4.10).

▲ Ако при честота на въртене на празен ход ( $800 \div 1000 \text{ min}^{-1}$ ) показанията са в интервала  $60 \div 70 \text{ kPa}$  и положението на стрелката е стабилно, двигателят е в добро техническо състояние и всички центровки и регулировки са извършени правилно.



Фиг. 4.10. Свързване на вакууммера към двигателя  
А – атмосферно налягане  
В – разреждане

▲ Ако при честота на въртене на празен ход показанията на уреда са в интервала  $0,5 \div 6$  kPa и положението на стрелката е стабилно, има пропуски на въздух във всмукателната система. Това се дължи най-често на прокъсана гарнитура на всмукателния колектор, деформиран всмукателен колектор, прокъсана или прекъсната тръбичка към вакуумния регулатор или вакуумния усилвател на спирачната уредба. Също е възможно да има пропуски на въздух през водачите на всмукателния клапан или лошо лежащ всмукателен клапан, както и през разбито легло за оста на дроселната клапа на карбуратора.

▲ Ако при честота на въртене на празен ход показанията на уреда са в интервала  $30 \div 50$  kPa и положението на стрелката е стабилно, неизправностите са в управлението на гърбичния вал – големи хлабини между зъбните колела, разхлабена верига или големи хлабини на повдигачите.

▲ Ако при честота на въртене на празен ход показанията на уреда са в интервала  $50 \div 60$  kPa и положението на стрелката е стабилно, неизправността е във всички цилиндри едновременно – малък аванс, големи топлинни хлабини или късно газоразпределение.

▲ Ако при честота на въртене на празен ход показанията на уреда са в интервала  $10 \div 25$  kPa, а стрелката извършва широки махове, причините за това са: прегоряла гарнитура между два цилиндъра, неправилно подредени кабели за високо напрежение – кръстосано запалване, омекнали или счупени пружини на клапаните.

▲ Ако при честота на въртене на празен ход показанията на уреда са в интервала  $40 \div 70$  kPa, а стрелката пулсира или трепти, повреден е един отделен цилиндър – неуплътняващ всмукателен клапан, малка топлинна хлабина, заседнал клапан или неработеща свещ.

▲ Ако с увеличаване на честотата на въртене се увеличават и колебанията на стрелката, най-вероятната причина е омекнали или счупени пружини на клапани.

▲ Ако с увеличаване на честотата на въртене колебанията на стрелката намаляват, вероятно има заседнал клапан, неуплътнения във всмукателния тръбопровод, недостатъчна топлинна хлабина на клапаните.

▲ Ако с увеличаване на честотата на въртене колебанията на стрелката се стабилизират, налице е неправилно смесообразуване или повреди в запалителната уредба.

С помощта на вакууммер може точно да се регулира честотата на въртене на празен ход, като при регулировката се търси максималната стойност на подналягането.

#### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЕХАНИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА ДВИГАТЕЛЯ ЧРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛНО ИЗКЛЮЧВАНЕ НА РАБОТАТА НА ЦИЛИНДРИТЕ

Бърза качествена оценка за състоянието на двигателя може да се извърши чрез последователно замасяване на кабелите за високо напрежение при бензиновите двигатели или чрез изключване работата на дюзите при дизеловите. Отчита се разликата в честотата на въртене. Колкото е по-добро механичното състояние на елементите от КММ и ГРМ, а центровките и регулировките са правилно и точно изпълнени, толкова и мощността, развивана в отделните цилиндри, ще е възможно най-голяма. Тогава при изключване работата на някой от цилиндрите спадането на честотата на въртене ще е най-голяма. След изк-

лочването на всеки цилиндър се отбелязва максимално спадане на честотата на въртене и се сравнява с това на останалите.

▲ Ако спадането на честотата на въртене е еднакво за всички цилиндри, то и механичното им състояние е еднакво. Но ако разликата между честотите на въртене в отделните цилиндри е по-голяма от 10%, следва, че съществува неизправност, която трябва да се определи чрез по-точни методи.

▲ Ако спадането на честотата на въртене е малко в някой от цилиндрите, това е белег за износвания в бутално-цилиндровата група или в клапанната група, както и за неуплътнения в гарнитурите.

▲ Ако спадането на честотата на въртене е малко за всички цилиндри, то двигателят е равномерно силно износен, което на практика рядко се получава, или запалителната, или горивната уредба не са добре регулирани, т.е. осъществява се много рано или много късно запалване, или горивната смес е много бедна или много богата.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. От кои фактори се влияе налягането на маслото в ДВГ?
2. Кои са възможните причини за измерено ниско крайно налягане?
3. Защо повечето измервания се извършват при загрят ДВГ?

### 4.3. ДИАГНОСТИКА НА ЗАПАЛИТЕЛНАТА УРЕДБА НА БЕНЗИНОВ ДВГ

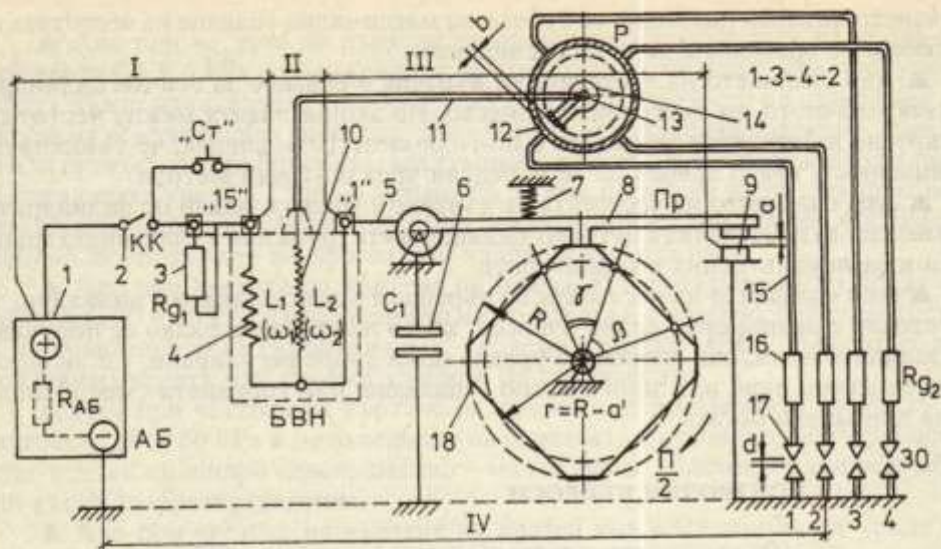
*При диагностика на запалителната уредба преди запознаване с предложени материал ученикът трябва да знае основните закони от електротехниката, характеристиките на вериги с активно съпротивление, с индуктивност и капацитет. Трябва да може правилно да осъществява електрическите връзки и да борави с контролни и измервателни електрически уреди.*

Мощностните и икономичните показатели на ДВГ до голяма степен зависят от подходящо избрания момент на подаване и от качеството на искрата, прескачаща между електродите на запалителната свещ. Докато моментът на подаване на искра се проверява сравнително лесно чрез стробоскопна лампа, то качеството на искрата – нейната енергия, характерът на искровия заряд в двете му фази – капацитивна и индуктивна, както и нейната продължителност не се подава на непосредствено измерване, а трябва детайлно да се проверяват факторите, от които зависи.

#### 4.3.1. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ И ДИАГНОСТИКА НА ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧНА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

Акумулаторната електромеханична уредба все още е най-разпространена и има сравнително проста конструкция и действие, но в процеса на експлоатация се нуждае от периодичен контрол и регулировки поради естественото износване на някои от нейните елементи.





Фиг. 4.11. Схема на електромеханична запалителна уредба

1 - акумулаторна батерия; 2 - контактен ключ; 3 - допълнителен резистор (вариатор); 4 - първична намотка на бобината за високо напрежение с индуктивност  $L_1$  и брой на намотките  $\omega_1$ ; 5 - кабел за ниско напрежение; 6 - искрогасящ кондензатор с капацитет  $C_1$ ; 7 - пружина на прекъсвача; 8 - подвижен контакт с хлабина  $a$  - „чукче“; 9 - неподвижен контакт - „наковалня“; 10 - вторична намотка на бобината с индуктивност  $L_2$  и брой на намотките  $\omega_2$ ; 11 - централен високоволтов кабел; 12 - капак на токоразпределителя с хлабина до палеца  $b$ ; 13 - графитен контакт в капака; 14 - палец на разпределителя; 15 - високоволтови кабели към запалителните свещи; 16 - резистор против радиосмущения; 17 - запалителни свещи с хлабина между електродите  $d$ ; 18 - гърбичен вал с ъгъл  $\gamma$  - ъгъл на отворено състояние на контактите и ъгъл  $\beta$  - ъгъл на затворено състояние на контактите

Принципното действие се състои в следното: след затваряне на контактният ключ електродвигателят от пусковата уредба се завъртва. Чрез венца на маховика, маховика, колянвия вал и разпределителния вал се задвижва гърбичният вал на прекъсвач-разпределителя. Периодично подвижните контакти (чукче и наковалня) се отварят и затварят. В периода, в който контактите са затворени от акумулатора през контактният ключ, вариатора (ако не е шунтиран докато трае първоначалното пускане), първичната намотка на бобината (начало клема „15“ по БДС 13966-77 или „+Б“ на по-стари бобини, или „ВК“ на бобини, произведени в бившия СССР, и край клема „1“ или неозначената клема), през подвижния контакт – чукуето, токовата верига се затваря през неподвижния контакт – наковалня на маса и оттам на другия извод на акумулатора. Тази част от електрическата верига, включваща и искровия кондензатор, е нисковолтова или първичната верига. Електрическият ток поради наличие на индуктивност не нараства мигновено по стойност, а след известно закъснение – около 0,02 s. При протичането му около първичната намотка на бобината се създава магнитно поле, пропорционално на големината на тока, което постепенно обхваща и намотките на бобината за високо напрежение, като в краищата им се индуцира напрежение, което обаче не е достатъчно голямо, за да може да прескочи искра между електродите на свещта.

В момента, в който крачето на подвижния контакт – чукчето, започне да се изкачва по гърбицата на вала на разпределителя, връзката между контактите се прекъсва. Магнитното поле, създадено около първичната намотка на бобината, мигновено се свива, пресичайки наново намотките на вторичната бобина. В краищата на бобината този път се индуцира високо напрежение 18–20 kV, достатъчно голямо, за да могат да се преодолеят както електросъпротивленията по веригата, така и съпротивленията на въздушните хлабини между палеца и капака на разпределителя, а също и между електродите на запалителната свещ.

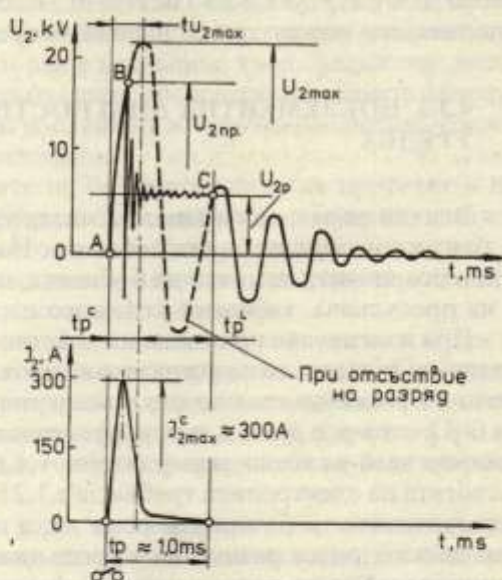
Енергията на искровия заряд  $W_p$  е пропорционална на енергията на магнитното поле около първичната намотка  $W_1$ , а тя от своя страна – на големината на тока и на индуктивността на бобината:

$$W_p = W_1 \cdot \eta = 0,5 L_1 \cdot I_{1\max}^2, \text{ mJ},$$

където  $L_1$  е индуктивността на първичната намотка на бобината, зависеща от броя на навивките, mH;

$I_1$  – максималната стойност на тока непосредствено преди отваряне на контактите на прекъсвача, A;

$\eta$  – коефициент, отчитащ загубите на трансформация на енергия от първичната към вторичната верига  $\eta = 0,8$ .



Фиг. 4.12. Изменение на напрежението и тока във вторичната верига по време на разряда между електродите на свещта

Максималната стойност на тока в първичната верига  $J_1$  е пропорционална на напрежението в първичната верига и обратнопропорционална на сумарното активно съпротивление в първичната верига  $R_1$  и на времето, в което контактите на прекъсвача се намират в затворено състояние.

Високото вторично напрежение предизвиква йонизация на газовата среда между електродите на свещта, вследствие на което средата става токопроводима и настъпва пробив под формата на електрическа дъга или искра (фиг. 4.12). С появяване на искрата започва да протича ток във вторичната верига  $J_2$  и се

получава пад на напрежението. Напрежението във вторичната верига, при което настъпва пробивът, се нарича *пробивно напрежение*  $U_{\text{проб}}$ . Искровият разряд протича в две фази – *капацитивна* и *индуктивна*. Капацитивният разряд се характеризира с висока стойност на тока – 300 А, което има малка продължителност – 0,1 ms и е съпроводено с характерно пукане. Разрядът представлява ярка синкава светлина, предизвиква радиосмущения и се смята, че запалва горивовъздушната смес. Докато индуктивната фаза се характеризира с ниска стойност на тока [0,1 ÷ 0,2 А], пад на напрежението с 5–10 kV по-малко от  $U_{\text{проб}}$ , сравнително голяма продължителност – 1,0 ms, разрядът е по-слаба виолетова светлина и повишава надеждността при възпламеняване на горивната смес. С повишаване на вторичното напрежение нараства енергията от капацитивната фаза, подобрява се възпламеняването, но се натоварва силно изолацията във вторичната верига и при подходящи случаи искрата може да прескочи на произволно място, но не и между електродите на свещта. Пробивното напрежение е *по-високо* при по-висока степен на сгъстяване  $\epsilon$ , по-голямо разстояние между електродите на свещта и по-висока температура на електродите на свещта. То е *по-ниско* при по-бедна смес, по-малък ъгъл на изпреварване на запалването, по-голямо натоварване на двигателя, малко разстояние между електродите на свещта или при натрупан нагар. За да се гарантира сигурна работа на двигателя при всички режими на работа, максималното вторично напрежение трябва да е с 1,5 до 1,8 по-голямо от максималното пробивно напрежение, като отношението между тях се нарича *коэффициент на запаса на бобината*.

#### 4.3.2. ПОЕЛЕМЕНТНА ДИАГНОСТИКА НА ЗАПАЛИТЕЛНАТА УРЕДБА

Всички елементи на запалителната уредба са леснодостъпни за диагностика, без да е необходимо разглобяване. На практика най-ненадеждни са първичната и вторичната намотки на бобината, искрогасящият кондензатор, контактите на прекъсвача, кабелите за високо напрежение и запалителните свещи.

При изясняване принципа на действие на запалителната уредба беше отбелязано, че качеството на искрата зависи от напрежението във веригата и на първо място от *състоянието на акумулаторната батерия*. Тя трябва да е добре заредена, т.е. напрежението на всяка клетка да е 2,0÷2,1 V или сумарно за 6-волтови акумулатори – 6,0÷6,3 V, за 12-волтови – 12÷12,6 V. Гъстотата на електролита трябва да е 1,25÷1,28 g/cm<sup>3</sup> при 25°C. Бърза проверка за състоянието на батерията може да се направи при изправна пускова уредба, като двигателят се развъртва в продължение на около 5s чрез пусковия електродвигател. Тогава напрежението, измерено на полюсите на батерията, не трябва да пада под 10,2V за 12-волтови и 5,2V за 6-волтови акумулатори. Измерването се извършва с волтметър. Но по-точно измерване се извършва с натоварваща вилка, клетка по клетка, когато това е възможно по конструктивни съображения. Натоварващата вилка не трябва да се използва по време на зареждане на батерията или 1–2 часа след приключването му, тъй като в кутията ѝ има наличност на леснозапалим газ (водород), който може да експлодира вследствие искрението, предизвикано от острите краища на вилката.

Следващият елемент, на който се проверява състоянието, е *вариаторът*, който всъщност е един терморезистор. Съпротивлението на вариатора зависи

от температурата му, а тя от своя страна зависи от времето, през което протича ток през него. При малка честота на въртене на двигателя времето на затворено състояние на контактите на прекъсвача е относително по-голямо, по-продължително време протича ток, температурата му се увеличава, активното му съпротивление също, вследствие на което стойността на тока във веригата намалява. Обратно, при висока честота на въртене на двигателя времето за протичане на ток е по-малко, температурата на вариатора е по-ниска, стойността на тока е по-голяма. Единственото, което може да се получи при вариатора, е, че след дълга употреба или при силни вибрации веригата може да прекъсне. Проверката се извършва с омметър или контролна лампа.

*Бобината за високо напрежение* е често източник на неизправности. Обикновено броят на намотките варира от 300 до 350 за първичната и от 21 000 до 41 000 при вторичната, съпротивлението е от 1,5 до 3,2  $\Omega$  за първичната и от 6 до 15  $k\Omega$  за вторичната. При положение, че подвижните контакти са допрени, контактният ключ е в положение „включено“ и запалителната уредба е без вариатор, токът, който протича през първичната намотка на бобината, достига до 3-4 А. Температурата на бобината се повишава над 70°C и лаковата изолация на проводника се стопява. Отделните навивки в бобината се допират помежду си и настъпва късо съединение между тях. Съпротивлението рязко намалява, токът допълнително се увеличава, но намалява енергията на магнитното поле поради намалената индуктивност на бобината. Прескачането на искра става несигурно, а по-често и невъзможно. Обикновено се казва, че бобината е „изгоряла“. Същият ефект се получава и при употреба на стари бобини, където е настъпило естествено остаряване на лаковата изолация, тя се е натрошила и пак е настъпило късо съединение между навивките. Късо съединение може да настъпи между проводник от бобината и корпуса ѝ, но по-често се влошава качеството на изолацията и започва да протича ток към масата само при повишаване на напрежението.

Токове към масата между клемите на бобината могат да протекат и при повредена капачка. Обикновено тя се покрива с микропукнатини, незабележими с невъоръжено око, които се запълват с токопроводим прах. И накрая може да бъде прекъснат проводник в някоя от намотките или да се прекъсне връзката между проводник и клема от бобината.

Проверката за прекъснат проводник или прекъсната връзка се осъществява с омметър или контролна лампа. С омметър се измерват и съпротивленията на първичната и вторичната намотка, за откриване на късо съединение между навивките, съответно между клемите 15 и 1 за първичната намотка и между 15 и гнездото за централния кабел – за вторичната намотка.

Изолацията на бобината се проверява с мегаомметър, като при напрежение 500V бобината се счита за изправна, когато съпротивлението е 50M $\Omega$  или по-голямо. Състоянието на бобината може да се определи и чрез измерване на индуктивността ѝ, но това изисква по-скъпа апаратура и по-висока квалификация. Бързо и точно състоянието на бобината може да се определя по осцилограмата ѝ в ненатоварено състояние.

Искрогасящият кондензатор се проверява за следните неизправности – прекъснат извод, пробив на изолацията между плочите му, пробив на изолацията към маса и се измерва капацитетът му.

Пробив в изолацията се проверява с мегаомметър при напрежение 500V, като съпротивлението не трябва да е по-ниско от 50M $\Omega$ . Капацитетът се

измерва с високоволтов мост, като за съвременните запалителни уредби се движи между 0,18 до 0,35 $\mu$ F.

Най-често срещаните неизправности при *контактите на прекъсвача са*: окисляване на работните повърхнини; пренасяне на метал от единия към другия и образуване на ямичка и пъпка; недопустимо износване на крачето, триещо по гърбицата; намаляване на силата на пружината и неплътнo прилепване на работните повърхнини една върху друга. Хлабината между пъпките на прекъсвача за всеки модел и марка автомобил се дава от производителя, но много често е около 0,4 mm.

Когато *хлабината* намалее поради естественото износване на крачето на подвижния контакт, триещо по гърбицата, под 0,25 mm, искренето между пъпките е значително, първичната верига не се прекъсва бързо, в резултат на което индуцираното високо напрежение е недостатъчно за прескачане на искра.

Обратно, ако при неправилно регулиране хлабината е много голяма, тогава *ъгълът на затворено състояние*, съответно времето, при което контактите са затворени, са малки, токът не може да нарасне по стойност в първичната верига, а искрата е слаба, ако изобщо може да се прескочи.

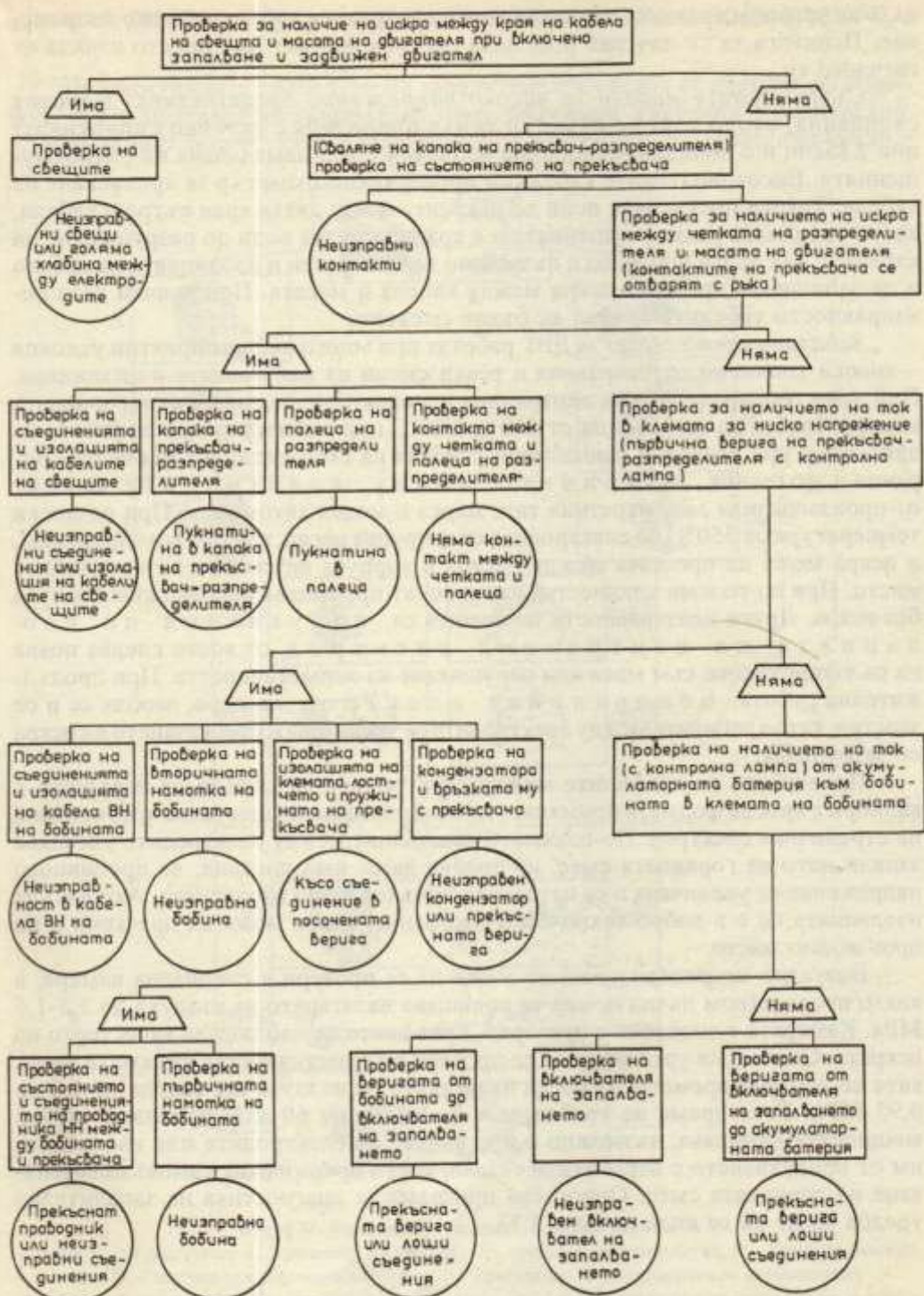
Стойността на тока в първичната верига намалява с повишаване на съпротивлението в нея – при окислени повърхности на пъпките, образували се ямичка и пъпка поради интензивното искрене между контактите или поради малка хлабина, силен ток, протичащ в първичната верига, както и неплътнo прилягане на работните повърхнини.

За *състоянието на контактите* с волтметър се проверява падът на напрежението при тях, който не трябва да е по-голям от 0,05+0,1 V. Тъй като при евентуалното отваряне на контактите напрежението веднага ще се покачи до това на акумулатора или генератора, трябва да се вземат мерки за обезопасяването на уреда.

*Ъгълът на затворено състояние* лесно се измерва при работещ двигател с контролно-измервателен уред. Той не трябва да се променя с промяната на честотата на въртене на двигателя. Ако все пак се наблюдава промяна на *ъгъла*, по-голяма от 3°, това е белег за разбита авансова плочка на прекъсвач-разпределителя. *Ъгъл, различен от дадения от производителя, показва наличие на неизправност*. Ако *ъгълът* е по-малък от изисквания, това показва, че хлабината между контактите е по-голяма от нормалната, най-вероятно от лошо извършена регулировка. Ако *ъгълът* е по-голям, хлабината между контактите е по-малка от изискваната поради естественото износване на крачето на подвижния контакт, лоша регулировка или образуване на ямичка и пъпка. Ако при постоянна честота на въртене *ъгълът на затворено състояние* не остава постоянен по стойност, а нараства и намалява, причините са: износена гърбица, износени втулки на вала на разпределителя, огънат вал на разпределителя или големи хлабини в зацепването на вала.

По *палеца и капачката на разпределителя* могат да се получат микропукнатини, замърсявания и несигурно закрепване към вала или към корпуса на разпределителя. Понякога върху палеца на разпределителя се монтира резистор, намаляващ радиосмущенията. Неизправностите на палеца и капачката се откриват трудно и при съмнение те трябва да се подменят с нови.

*Резисторът* се проверява с омметър. След демонтаж на капачката на разпределителя винаги трябва да се проверява състоянието на графитената пръчи-



Фиг. 4.13. Опростена програма за диагностика на запалителна уредба

ца, осигуряваща връзката между палеца и централния кабел за високо напрежение. Понякога тя се начупва и не дава сигурен контакт или просто изпада от гнездото си.

Съвременните *кабели за високо напрежение* представляват феритна сърцевина, около която е намотан тънък проводник с активно съпротивление  $2 \text{ k}\Omega/\text{m}$  и с поливинилхлоридна изолация с цел намаляване на радиосмущенията. Високоволтовите кабели се проверяват с омметър за прекъсване на кабела. Такова прекъсване води до искрене между двата края вътре в кабела, което увеличава радиосмущенията и в крайна сметка води до разрушаване на кабела. След дълга употреба е възможно да се наруши и изолацията на кабела и да започне да прескача искра между кабела и масата. При всички тези неизправности кабелите трябва да бъдат сменени.

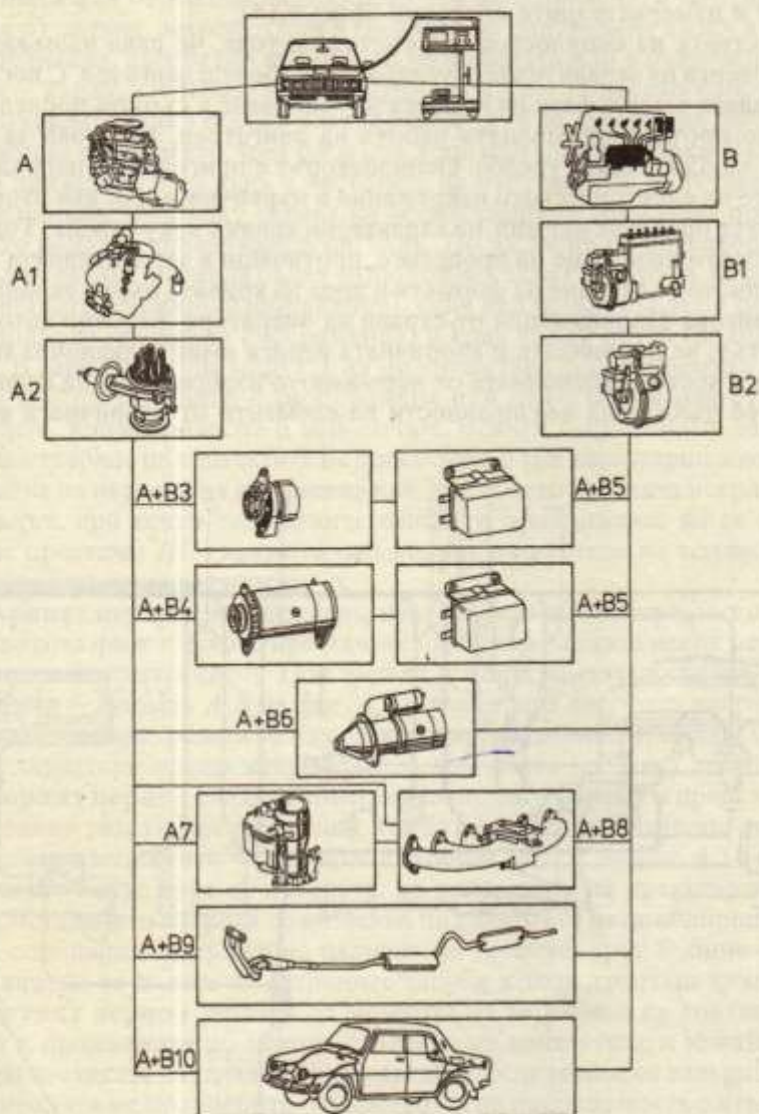
*Запалителните свеци* за ДВГ работят при много неблагоприятни условия – високи топлинни натоварвания и резки смени на наляганията в цилиндъра. При това температурата на централния им електрод, намиращ се в горивната камера, трябва да е в граници от  $550$  до  $900^\circ\text{C}$  при всички режими на работа на двигателя, при различни климатични условия на експлоатация, при чести спирания и тръгвания. Хлабините между електродите се дават от производителя за конкретния тип, марка и модел автомобил. При по-ниски температури от  $550^\circ\text{C}$  по електродите се натрупва нагар, който е токопроводим, и искра може да прескача между нагара и корпуса на свещта на произволно място. При по-големи количества нагар токът преминава направо към корпуса без искра. Други неизправности по свещта са *напуквания по изолацията на централния електрод*, от което следва поява на пълзящи токове към маса или нарушаване на херметичността. При продължителна работа *централният електрод* ерозира, заобля се и се заостря, като хлабината между електродите се увеличава и прескачането на искра се затруднява.

Проверката на хлабините между електродите на свещта се извършва с калибри с кръгла форма, а промяната на хлабината се осъществява чрез огъване на страничния електрод. По-голямото разстояние между електродите улеснява запалването на горивната смес, но трябва да се има предвид, че пробивното напрежение се увеличава и се натоварва допълнително изолацията. Ако някъде изолацията не е в добро техническо състояние, искра може да прескочи и на произволно място.

Визуално *искрообразуването* може да се провери в специална камера, в която посредством ръчна помпа се повишава налягането на въздуха до  $1,5$ - $1,6$  МРа. Камерата е снабдена с прозорци, през които се наблюдава качеството на искрата. Със същия уред може да се провери и херметичността на самата свещ, като се измерва времето, за което налягането на въздуха ще спадне от  $1,0$  до  $0,95$  МРа. Това време не трябва да е по-малко от  $60$  s. В противен случай мощността намалява, възможно е прегряване на електродите или изолацията им от продухването с отработили газове, което предизвиква самовъзпламеняване на горивната смес. Опростена програма за диагностика на запалителна уредба може да се види на фиг. 4.13.

### 4.3.3. ДИАГНОСТИКА НА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА С ОСЦИЛОСКОП

Диагностичните процедури по запалителната уредба се свеждат до минимум при използване на съвременни *мотортестери*, снабдени с осцилоскоп. Съвременният мотортестер е съвкупност от контролно-измервателни уреди –



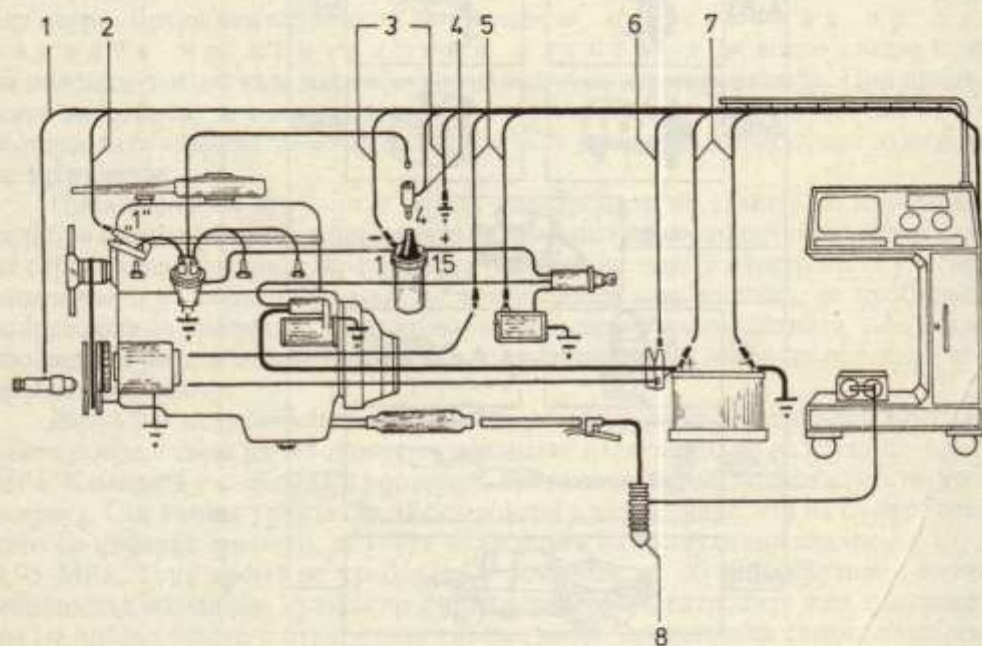
Фиг. 4.14. Възможности за проверки и регулировка на

*A* – бензинови двигатели; *A1* – запалителна уредба; *A2* – прекъсвач-разпределител; *B* – дизелови двигатели; *B1* – система за впръскване на гориво; *B2* – регулатор на изпреварване на впръскването; *A + B3* – алтернатори; *A + B4* – генератор за постоянен ток; *A + B5* – регулатор на напрежение; *A + B6* – пусков електродвигател; *A7* – карбуратори; *A + B8* – всмукателен колектор; *A + B9* – изпускателна система; *A + B10* – други електропотребители и ел. схеми в автомобила



най-често манометър, вакууметър, омметър, волтметър и амперметър, уред за измерване ъгъла на затворено състояние на контактите на прекъсвача, уред за измерване капацитета на кондензатора и индуктивността на бобината, уред за измерване съдържанието на въглеродороди и СО в отработилите газове, осцилоскоп и уред за измерване честотата на въртене. Всички уреди са вградени в обща конструкция за по-голяма прегледност и улеснение при извършване на контролните и измервателните операции (фиг. 4.14).

Предимствата на осцилоскопа се състоят в това, че дава възможност за цялостна проверка на запалителната уредба при работещ двигател. С него могат да се наблюдават всички фази на процеса на запалване в същата последователност, в която протича нормалната работа на двигателя, при това за всички елементи от запалителната уредба. Осцилоскопът е пригоден да направи видими промените на електрическото напрежение в първичната или във вторичната верига, което се проявява във вид на характерни криви върху екрана. Това изисква както доброто познаване на процесите, протичащи в запалителната уредба, така и правилното тълкуване на формата и вида на кривата върху екрана. Изисква също и висока квалификация от страна на оператора, особено като се има предвид фактът, че първичната и вторичната верига имат галванична и индуктивна връзка и често отклоненията от нормалното изображение на първичното напрежение се дължат на неизправности на елементи от вторичната верига и



Фиг. 4.15. Свързване на измерителния уред към двигателя

- 1 – кабел за стробоскопната лампа; 2 – сонда върху кабела за високо напрежение на първи цилиндър;  
 3 – проводник към клемата „1“ на бобината за високо напрежение, вторият кабел е на маса; 4 – сонда, монтирана или в гнездото за централния кабел на бобината, или върху изоляцията му; 5 и 7 – кабели за измерване на напрежение или за захранване на уреда към изводите „+“ и „-“ на акумулаторната батерия;  
 6 – сонда към кабела, захранващ генератора или алтернатора; 8 – сонда за газоанализатора

обратно. Освен това някои различни по вид и по място неизправности се отразяват приблизително по еднакъв начин върху осцилограмите.

*Основен елемент на осцилоскопа е електроннолъчевата тръба*, върху екрана на която електронният лъч описва изменението на напреженията във вертикална посока. Информацията за първичната верига се подава от клемата *I* на бобината или от извода на прекъсвач-разпределителя, а за вторичното напрежение от датчик, закрепен или в гнездото на централния кабел в капачката на разпределителя, съответно в гнездото на бобината или в съвременните мотортестери – върху изолацията на централния кабел за високо напрежение (фиг. 4.15). В хоризонтална посока електронният лъч се премества по линеен закон във функция от времето чрез блока за хоризонтална разгъвка. За синхронизиране на движението на лъча с честотата на въртене и за получаване на неподвижно изображение върху екрана на осцилоскопа се използват преобразователи, които подават управляващи сигнали. По желание на оператора осцилограмите върху екрана могат да бъдат разположени една след друга, по реда на работа на цилиндрите (сериенно изображение), една над друга, също по реда на работа на цилиндрите (растерно изображение) и една върху друга (наложено изображение). В зависимост от марката на мотортестера осцилограмата на първия по реда на работа цилиндър е разположена или най-вляво и най-отдолу спрямо останалите, или най-вдясно и най-отгоре. Всички осцилограми започват с момента на отваряне на контактите на прекъсвача с три характерни зони: *I* – времето или ъгълът на въртене на коляновия вал, през което прескача искра; *II* – времето или ъгълът, при което подвижните контакти продължават да са отворени, но искра не прескача; *III* – времето или ъгълът на въртене на коляновия вал, при което контактите са затворени.

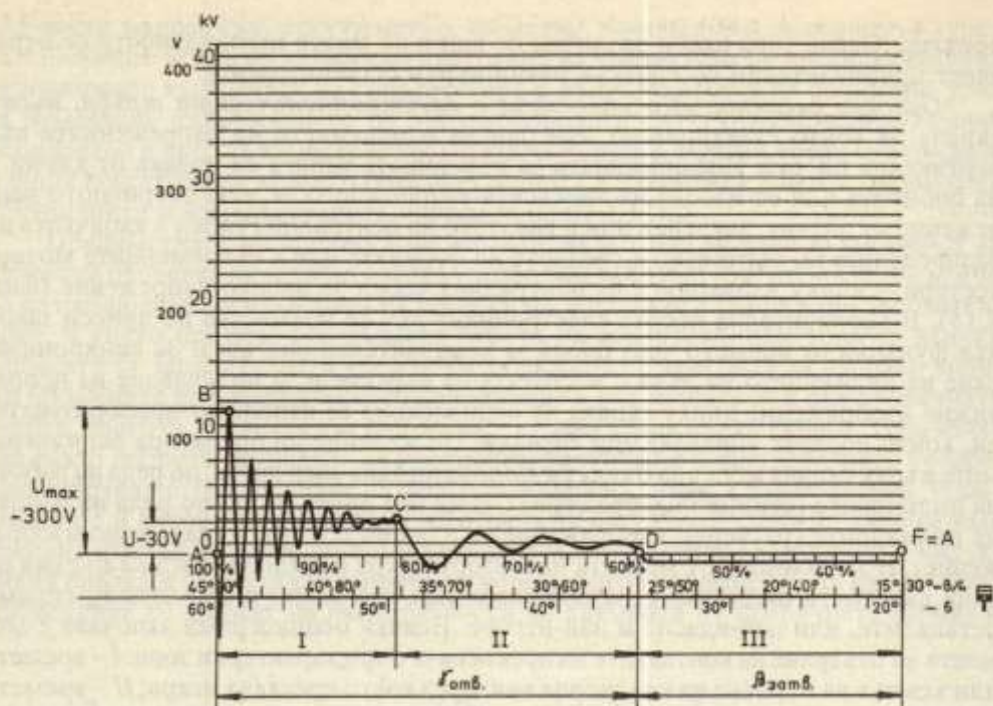
**Първият период**, наречен *период на запалване*, е интервалът от време, през което протича фактическото прескачане на електрическата искра между електродите на запалителната свещ. Тази част от осцилограмата се състои от две характерни криви – линията *A-B* на фиг. 4.17, показваща високото напрежение, необходимо да йонизира средата между електродите на свещта, и линията *C-D* на същата фигура, характеризираща напрежението, при което прескача искрата.

**Вторият период** следва непосредствено след първия и представлява серия от постоянно затихващи трептения, които изчезват окончателно до момента на затваряне на контактите. Този период започва от т. *C* на фиг. 4.16 и т. *D* на фиг. 4.17. Когато искра вече не прескача, но контактите на прекъсвача остават отворени, останалата енергия се разсейва под формата на осцилиращ ток. Причината за осцилация се дължи на наличие на трептящ кръг бобина-кондензатор, а затихването се дължи на активните загуби в този трептящ кръг.

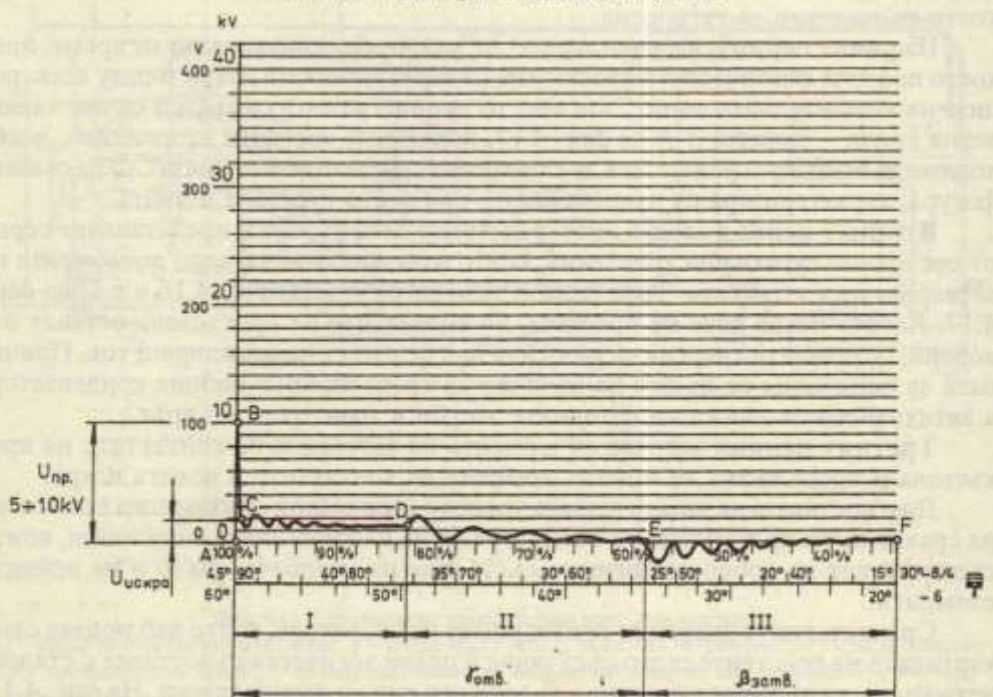
**Третият период** започва от момента на затваряне на контактите на прекъсвача и продължава до новото отваряне на контактите и новата искра.

Диагностиката на запалителната уредба с осцилоскоп се извършва въз основа на сравненията на получените осцилограми на напреженията с еталонни, които съответстват на добро техническо състояние на уредбата, както и на нейните елементи.

Сравнителните операции се извършват от оператора, който наблюдава само картината на действителното състояние и прави логическа съпоставка с еталонната крива, като взема решение – да се търси или не неизправност. На фиг. 4.18, 4.19 и 4.20 са показани еталонни криви на осцилограмите на ниско напрежение на изправен двигател, съответно сериенно, растерно и наложено изображение.



Фиг. 4.16. Осцилограма на ниското напрежение



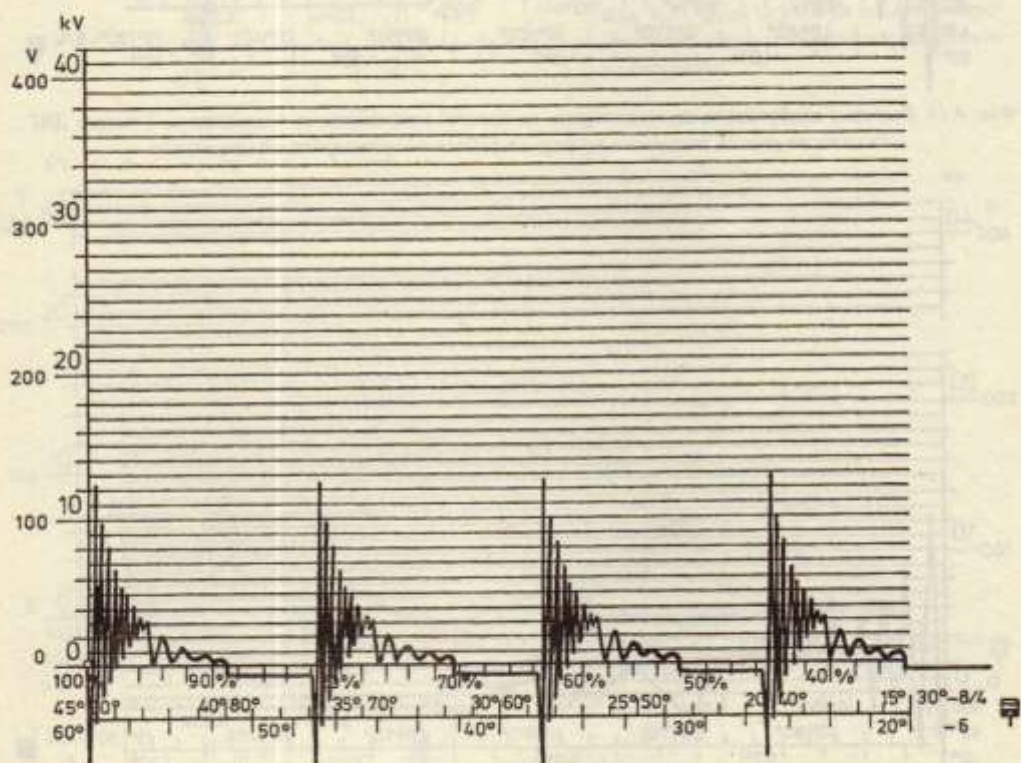
Фиг. 4.17. Осцилограма на високото напрежение

На фиг. 4.21 е показана осцилограма на ниско напрежение при обратна полярност на свързване на батерията. Това обратно свързване предизвиква намаляване на енергията на електрическата искра, несигурна работа на ДВГ, повреждане на полупроводници и нарушение на нормалната работа на регулатора на напрежението.

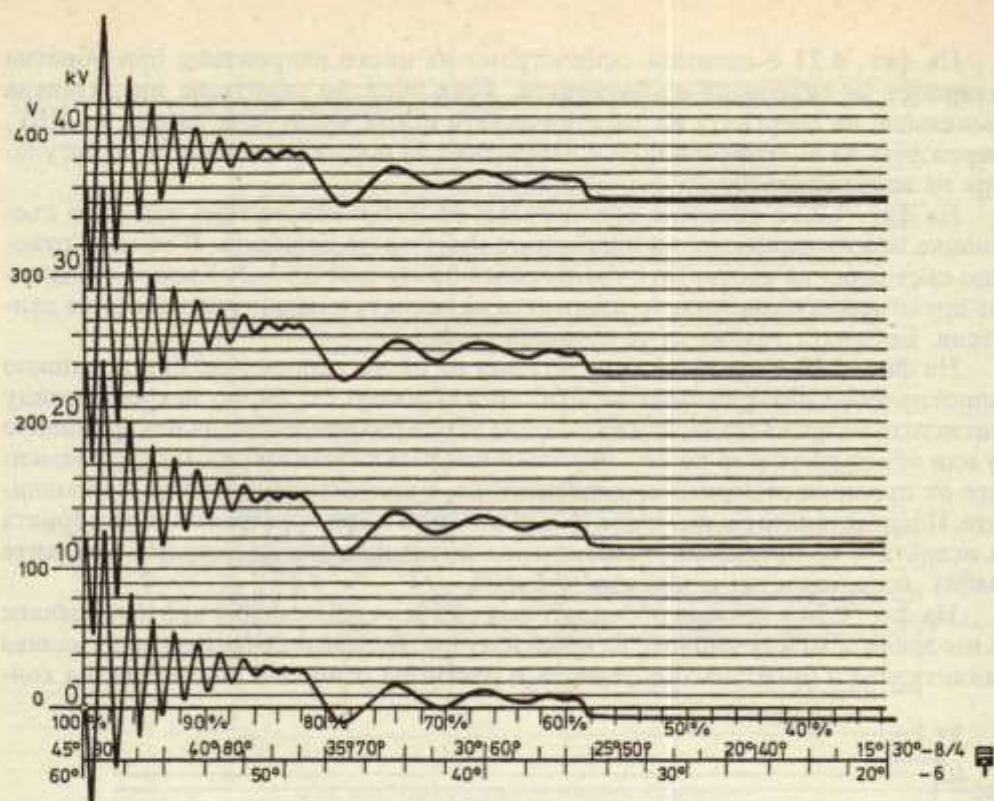
На фиг. 4.22 е показана осцилограма на ниско напрежение при късо съединение между навивките на първичната намотка на бобината. В зона на отворено състояние на контактите трептенията намаляват до 1-3. Късото съединение предизвиква намаление на енергията на искрата и несигурна работа на двигателя. Бобината трябва да се подмени с нова.

На фиг. 4.23 е показана осцилограма на ниско напрежение при повишено съпротивление в първичната верига, предизвикано от: силно искрене между контактите на прекъсвача, дължащо се на непълтно прилягане на повърхнините му или образуван нагар по тях; окислени или разхлабени връзки между елементите от първичната верига на кондензатора, в контактния ключ или проводниците. Последствията са: намалява се амплитудата и броят на трептенията в зоната на искрата и се предизвиква намаляване на мощността на искрата. Връзките трябва да се почистят и закрепят сигурно.

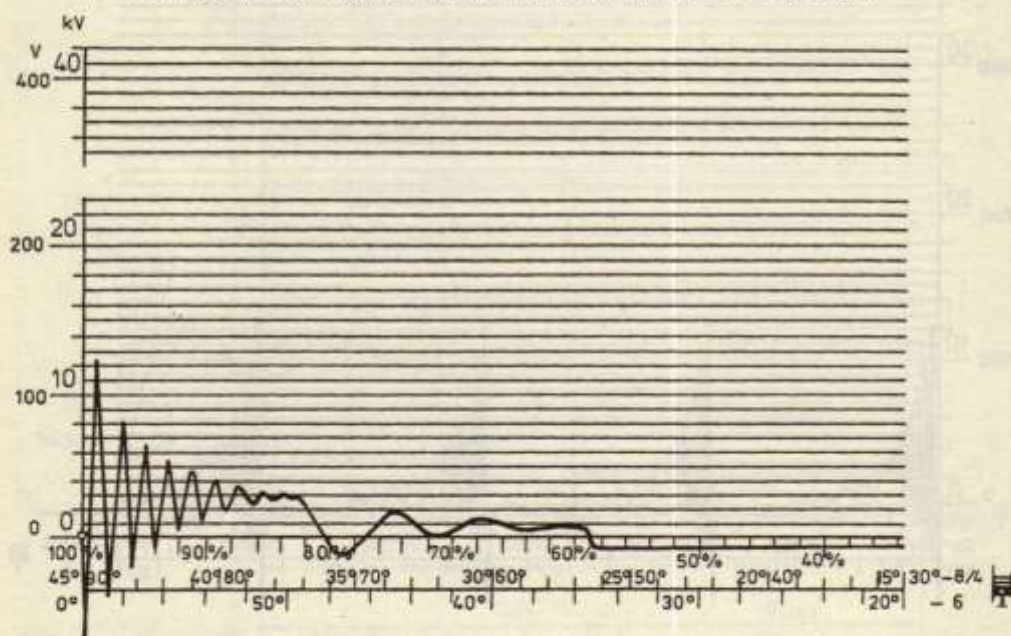
На фиг. 4.24 е показана осцилограма на ниско напрежение при нарушаване на изолацията между плочите на кондензатора. Вследствие на това се намалява амплитудата и броят на трептенията в зоната на отворено положение на кон-



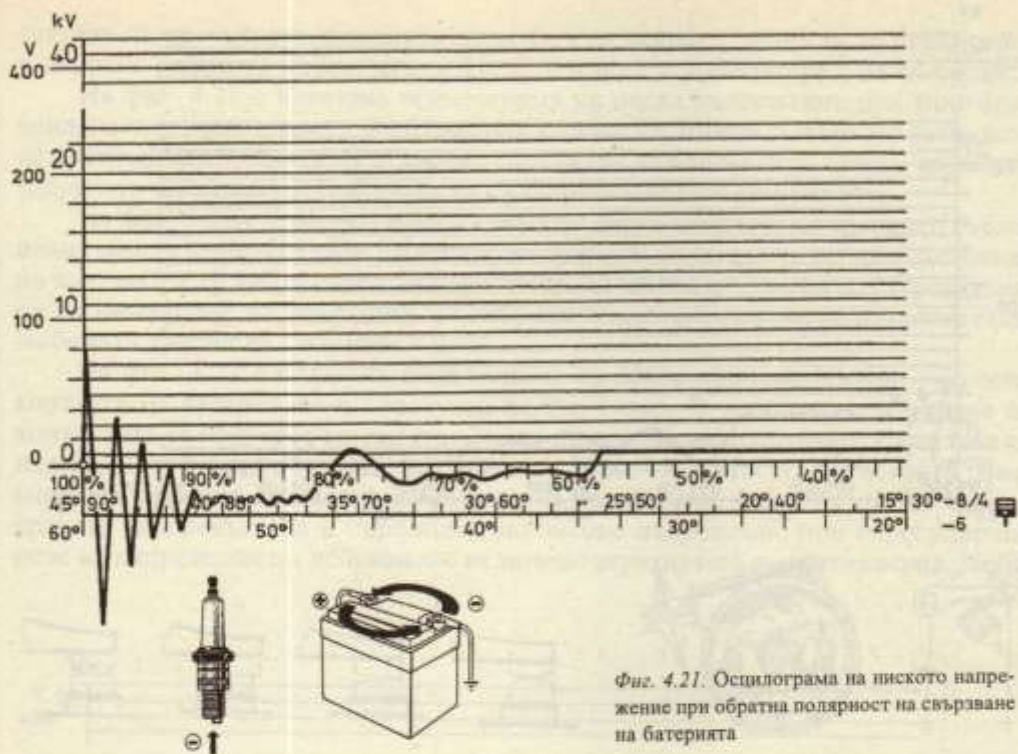
Фиг. 4.18. Сериенно изображение на осцилограма на ниското напрежение за 4-цилиндров, 4-тактов ДВГ. Осцилограмите са подредени по реда на работа на цилиндрите от ляво на право - 1-3-4-2



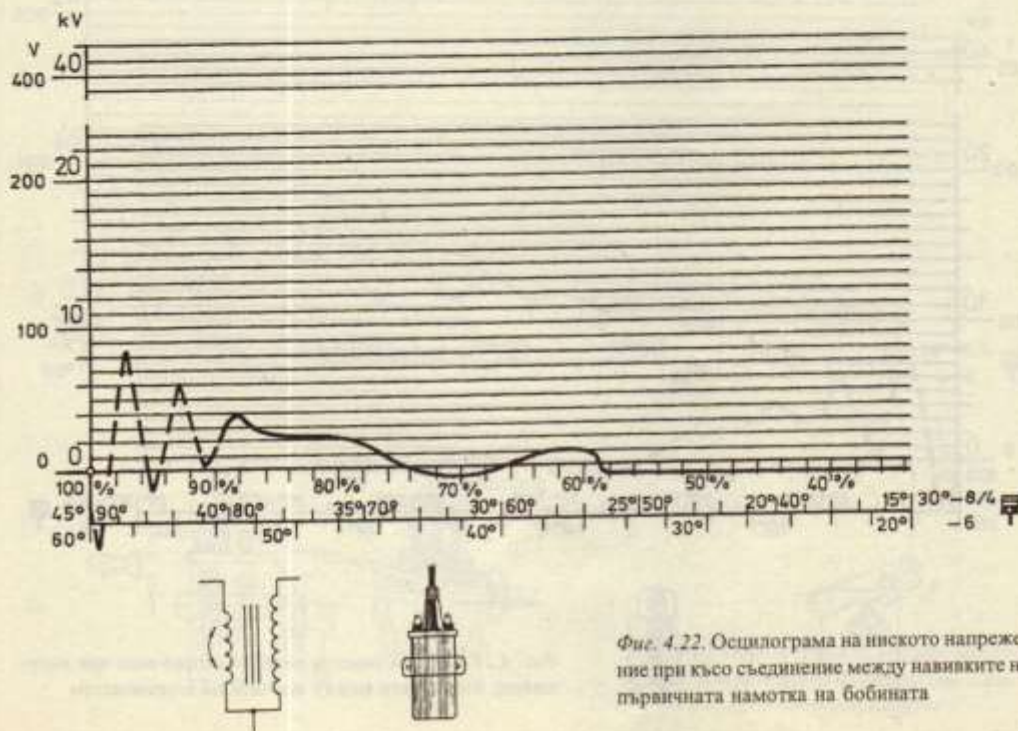
Фиг. 4.19. Растерно изображение на осцилограма на ниското напрежение за 4-цилиндров, 4-тактов ДВГ. Осцилограмите са подредени по реда на работа на цилиндрите отгоре надолу



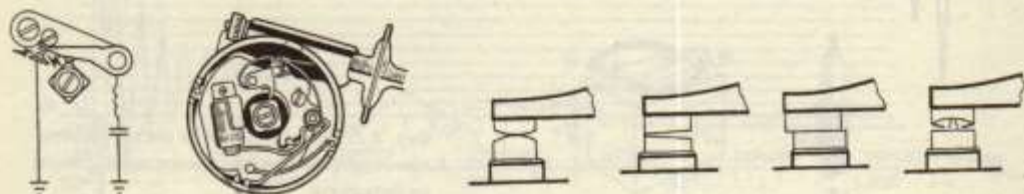
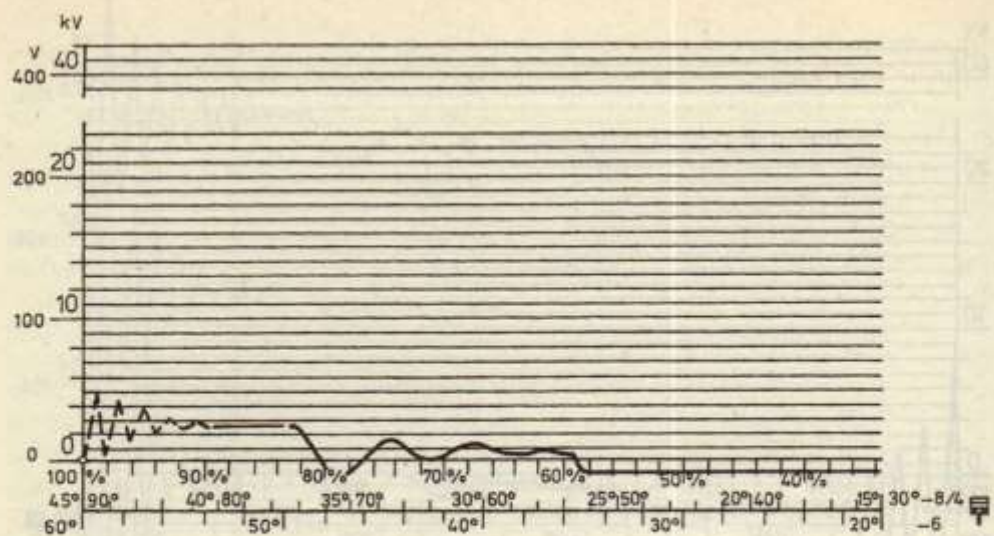
Фиг. 4.20. Наложено изображение на осцилограми на ниското напрежение при изправен двигател



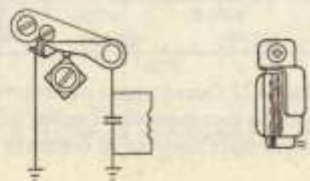
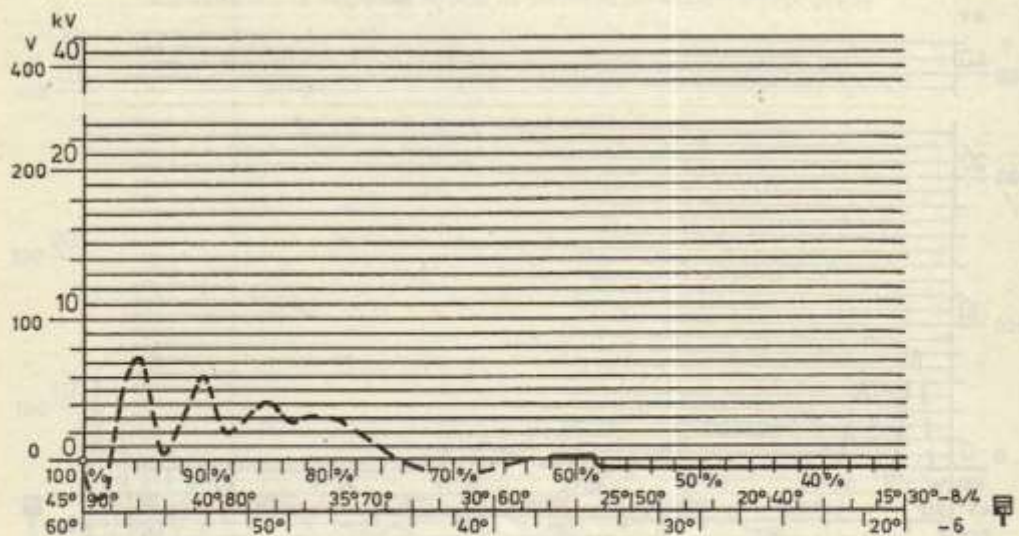
Фиг. 4.21. Осцилограма на ниското напрежение при обратна полярност на свързване на батерията



Фиг. 4.22. Осцилограма на ниското напрежение при късо съединение между навивките на първичната намотка на бобината



Фиг. 4.23. Осцилограма на ниското напрежение при повишено съпротивление в първичната верига



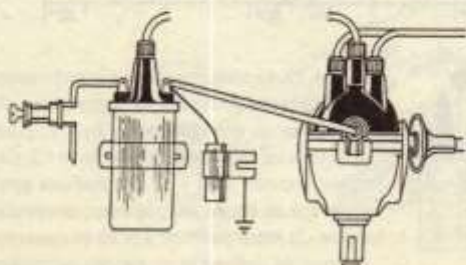
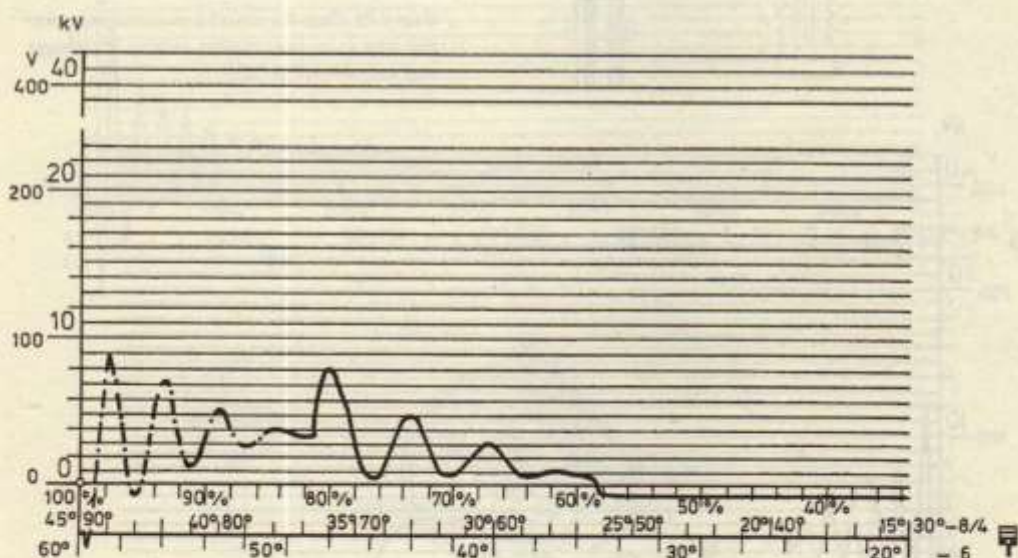
Фиг. 4.24. Осцилограма на ниското напрежение при нарушаване изолацията между плочите на кондензатора

тактите на прекъсвача, намалява енергията на искрата, довежда до прекъсване и спиране работата на двигателя. Необходимо е кондензаторът да се смени.

На фиг. 4.25 е показана осцилограма на ниско напрежение при монтиран кондензатор с по-голям от необходимия капацитет. Вижда се бързото затихване на трептенията в зоната на отворено състояние на контактите. Оттам намалява енергията на искрата. Трябва да се подбере подходящ кондензатор.

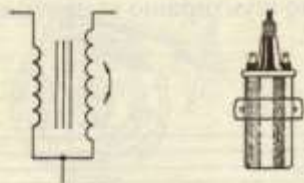
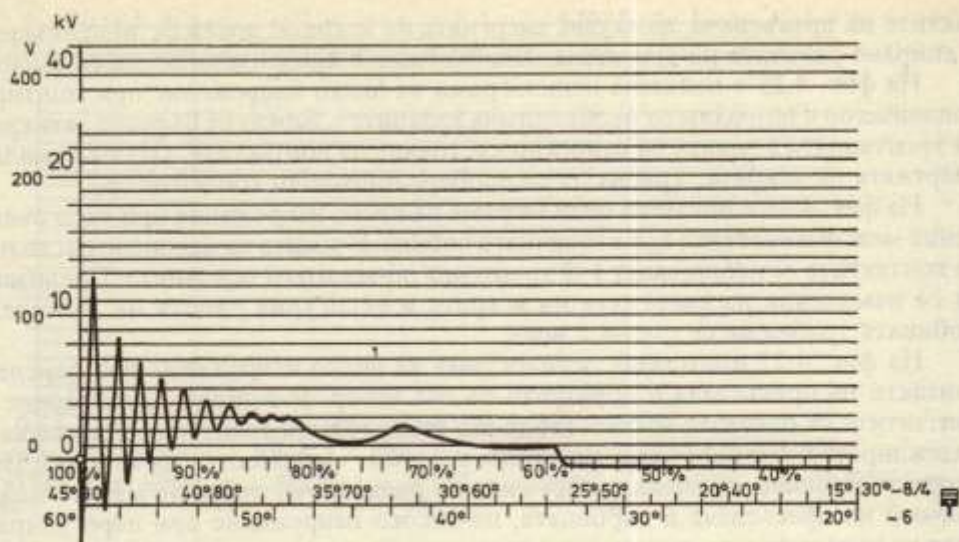
На фиг. 4.26 е показана осцилограма на ниско напрежение при късо съединение между намотките във вторичната бобина. В зоната на отворено състояние на контактите се наблюдават 1–2 трептения по-малко от основните. Предизвиква се намаление на енергията на искрата и несигурна работа на двигателя. Бобината трябва да се смени с нова.

На фиг. 4.27 е показана осцилограма на ниско напрежение при окислени контакти на прекъсвача и образуван по тях нагар. В точката на затваряне на контактите се появяват множество гъсто разположени трептения. Намалява се надеждността при работа на двигателя и оттам – мощността на искрата. Възможните причини са омекнала пружина на прекъсвача, липса на мазане между крачето на прекъсвача и гърбицата, по-високо напрежение при нерегулирано реле на напрежението, неправилно включено шунтиращо съпротивление. Неиз-

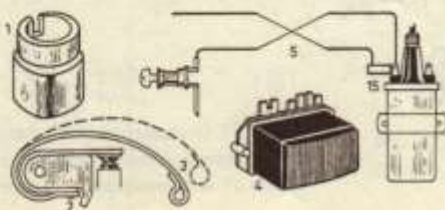
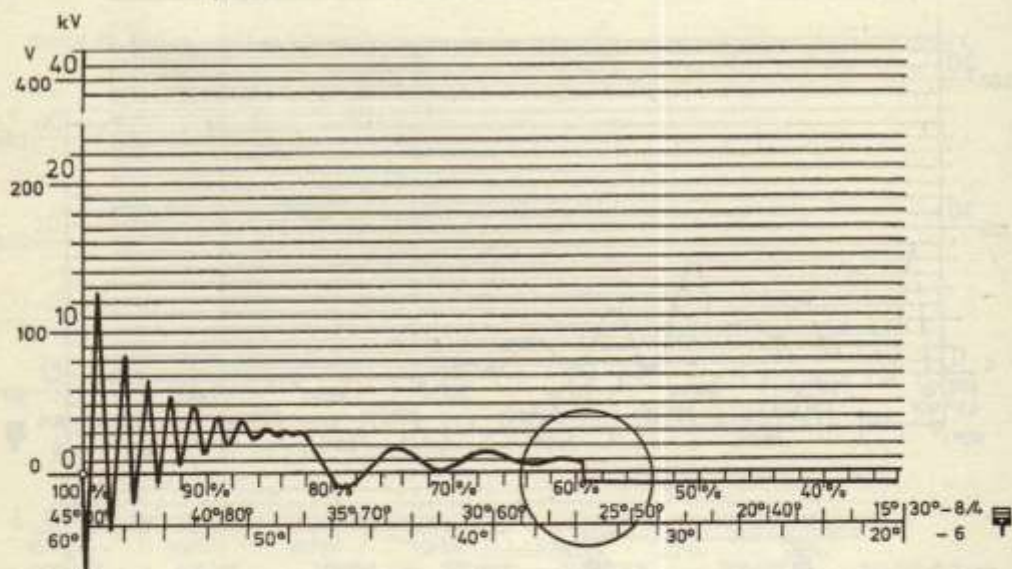


Фиг. 4.25. Осцилограма на ниското напрежение при монтиран кондензатор с по-голям от необходимия капацитет





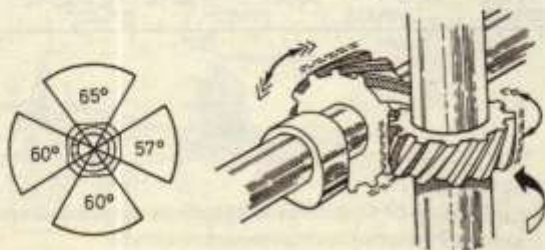
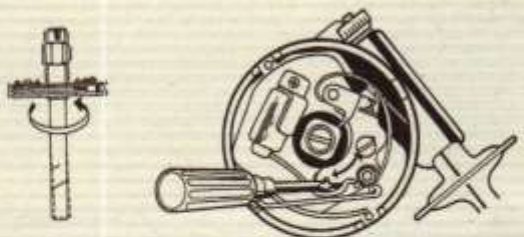
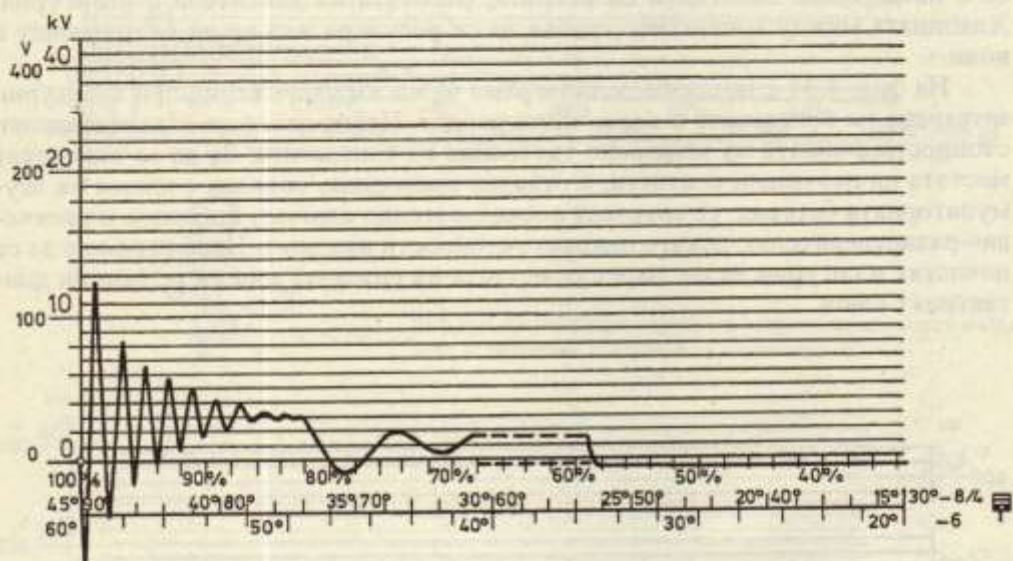
Фиг. 4.26. Осцилограма на ниското напрежение при късо съединение между навивките във вторичната bobина



Фиг. 4.27. Осцилограма на ниското напрежение при окислени контакти на прекъсвача - 2; натрупан нагар по повърхнините му - 2; разхлабени пружини на подвижните контакти - 3; разхлабен палец спрямо вала - 1; разхлабени връзки във веригата за ниско напрежение; погрешно свързване - 5; неизправност в реле-регулатора - 4; 15 - клемата на bobината за високо напрежение

правностите трябва да се открият и отстранят, а повърхнините на контактите внимателно да се почистят, без да се променя формата им, или да се сменят.

На фиг. 4.28 е показана осцилограма на ниско напрежение при различен ъгъл на затваряне на контактите при отделните цилиндри. При наложено изображение точката на затваряне на контактите „играе“ на повече от  $3^\circ$ . Точната разлика може да се установи по растерното изображение. Причините са – износена една или повече гърбици, разбити втулки на вала, огънат вал или голяма хлабина в задвижването на разпределителния вал. Ако тази неизправност се проявява при промяна на честотата на въртене, разбита е авансовата плочка. Необходимо е да се ремонтира прекъсвач-разпределителят.

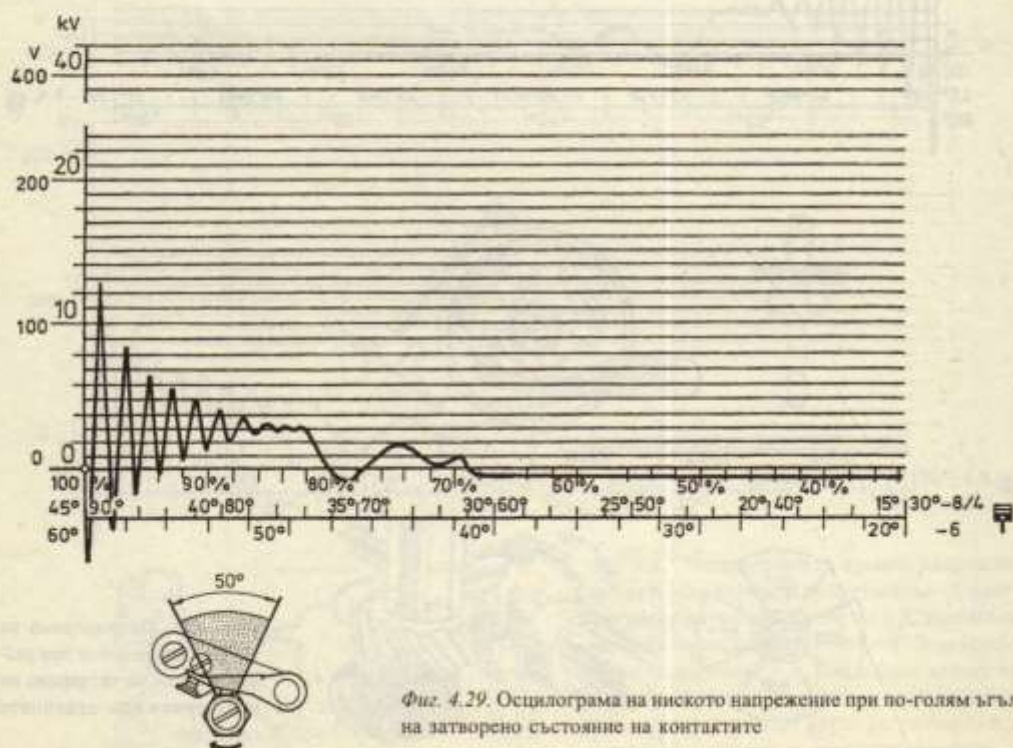


Фиг. 4.28. Осцилограма на ниското напрежение при различен ъгъл на затваряне на контактите при отделните цилиндри

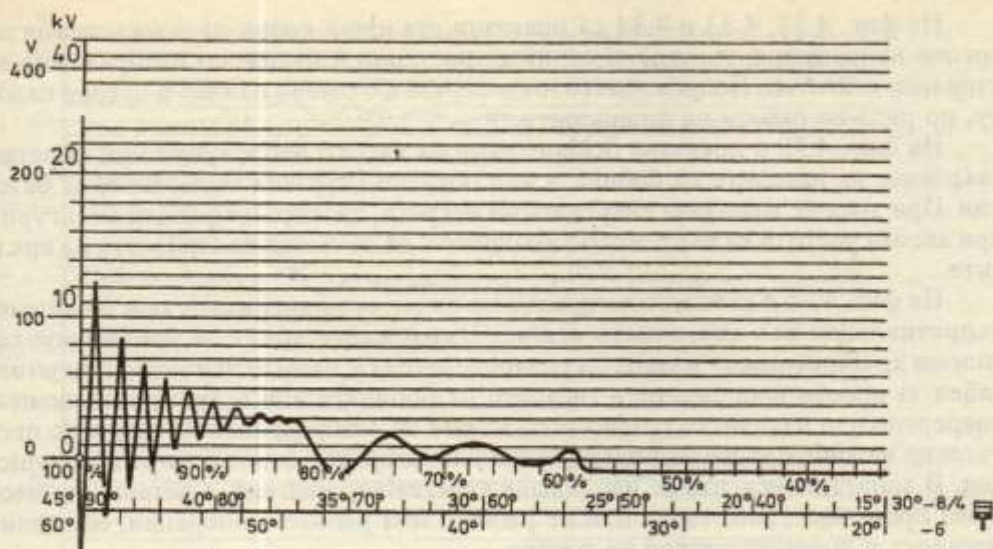
На фиг. 4.29 е показана осцилограма на ниско напрежение при по-голям ъгъл на затворено състояние на контактите. Точката на затваряне е много наляво върху осцилограмата. Повишават се времето и големината на тока, протичащ през първичната намотка на бобината, което може да доведе до прегряване на бобината. Ъгълът на затворено състояние може да е увеличен от износване на крачето на подвижния контакт или при лоша регулировка. Трябва да се регулира хлабината между контактите или те да се подменят с нови.

На фиг. 4.30 е показана осцилограма на ниско напрежение при много малък ъгъл на затворено състояние на контактите. Точката на затваряне на контактите е много надясно върху осцилограмата. Намалява се времето за протичане на тока през първичната намотка и то не може да нарасне по стойност. Съпровожда се с намаляване енергията на искрата, работата на двигателя е несигурна. Хлабината между контактите трябва да се регулира или те да се подменят с нови.

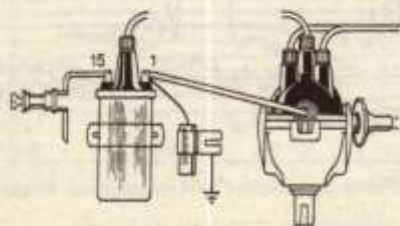
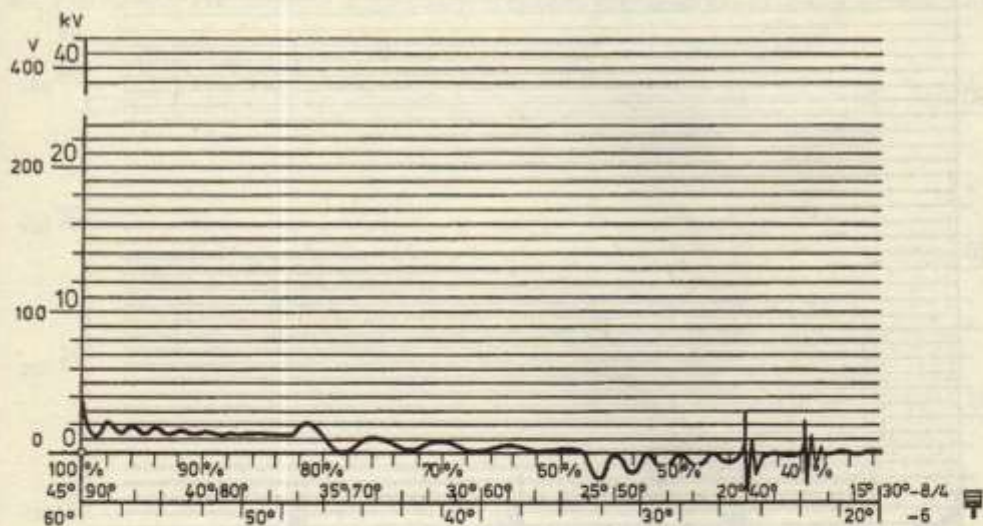
На фиг. 4.31 е показана осцилограма на ниско напрежение при несигурно затваряне на контактите в първичната верига. Наблюдават се отделни пикови стойности в зоната на затворено състояние на контактите. За да се определят местата на нарушени контакти, с отделен проводник, свързан с плюса на акумулаторната батерия, се свързват последователно ключът, бобината и прекъсвач-разпределителят, докато пиковите стойности изчезнат. Необходимо е да се почистят и сигурно да се закрепят местата на връзките или да се замени контактният ключ.



Фиг. 4.29. Осцилограма на ниското напрежение при по-голям ъгъл на затворено състояние на контактите

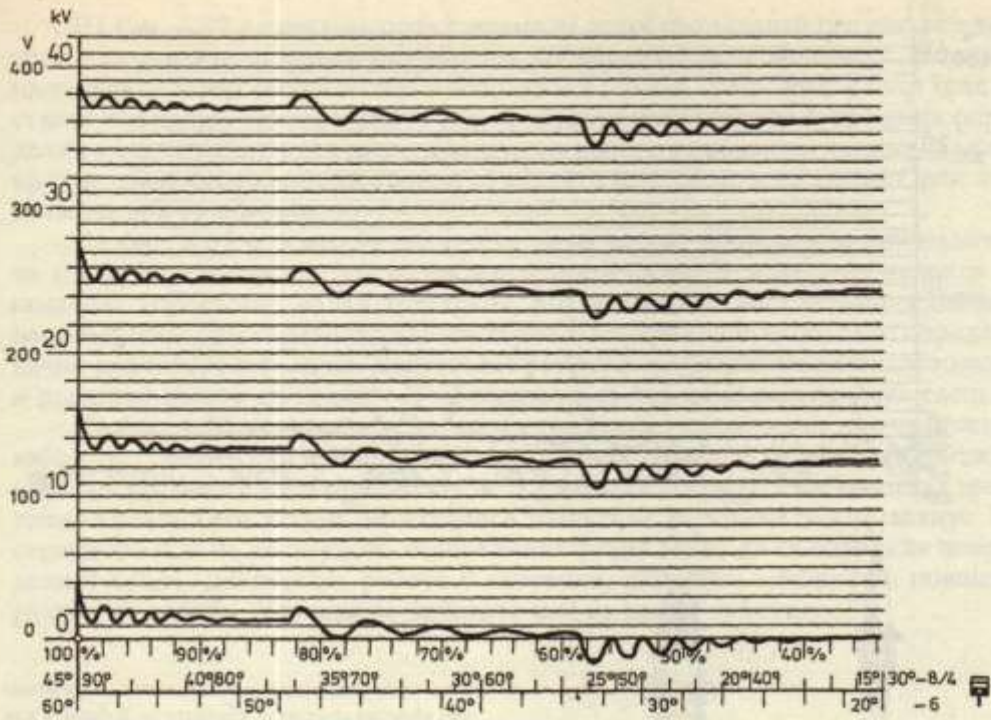


Фиг. 4.30. Осцилограма на ниското напрежение при много малък ъгъл на затворено състояние на контактите

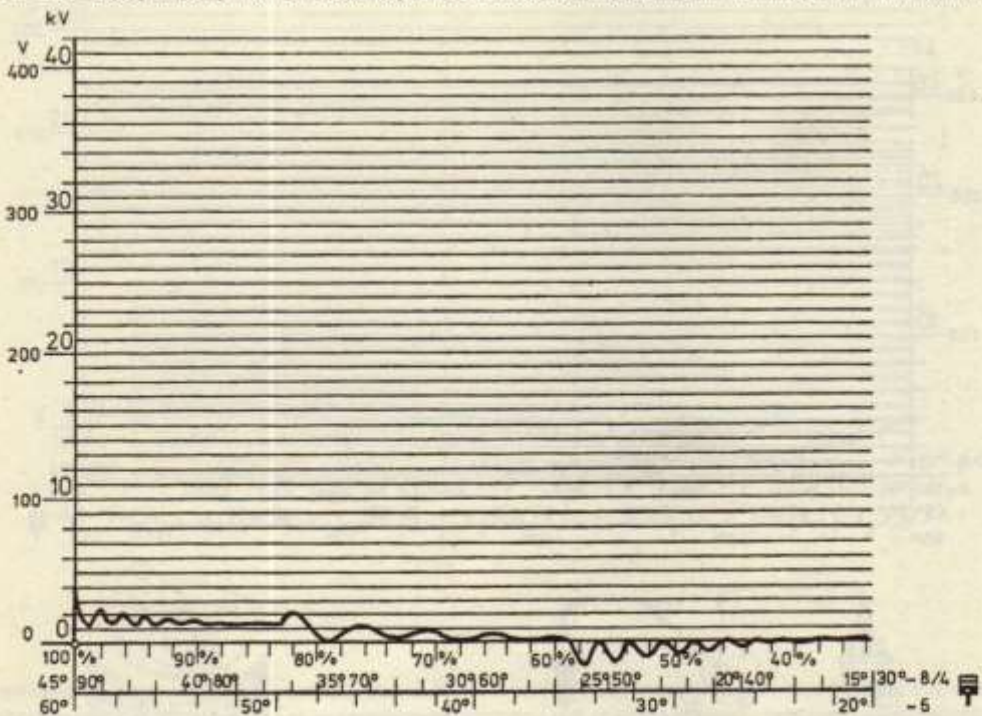


Фиг. 4.31. Осцилограма на ниското напрежение при несигурно затваряне на контактите в първичната верига

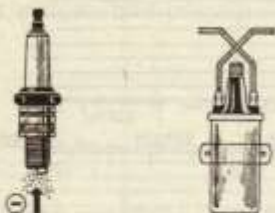
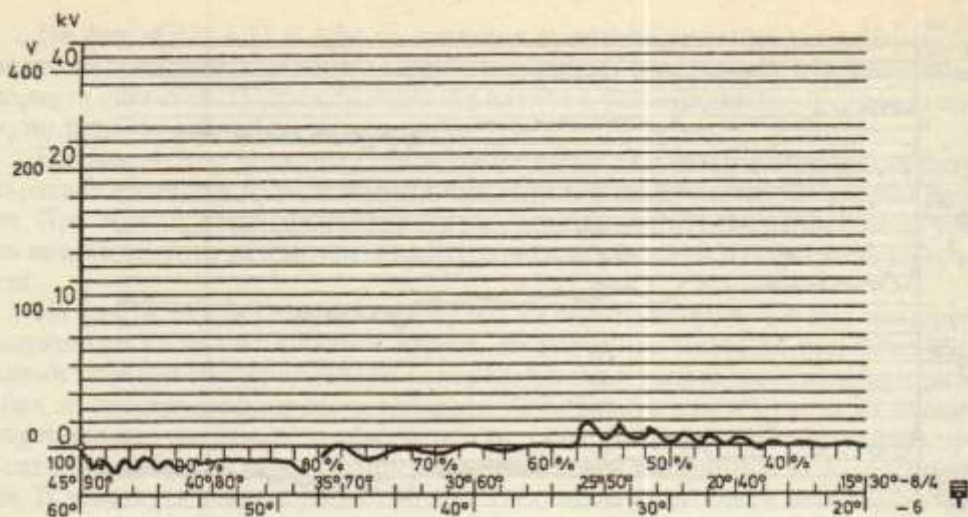




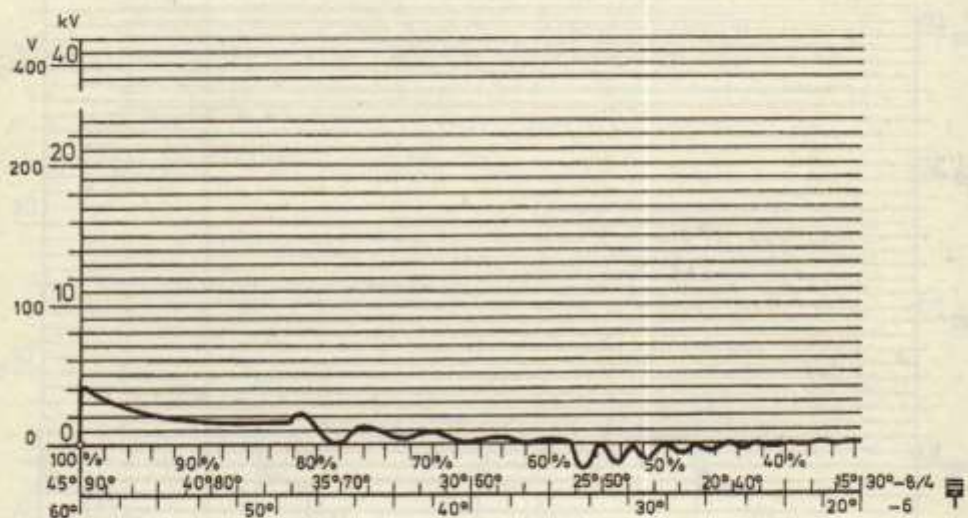
Фиг. 4.33. Растерно изображение на осцилограмите за високото напрежение на 4-цилиндров, 4-тактов двигател



Фиг. 4.34. Наложено изображение на осцилограми за високото напрежение



Фиг. 4.35. Осцилограма на високото напрежение при обратно свързване изводите на бобината или обратно свързана акумулаторна батерия

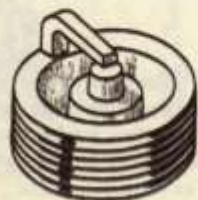
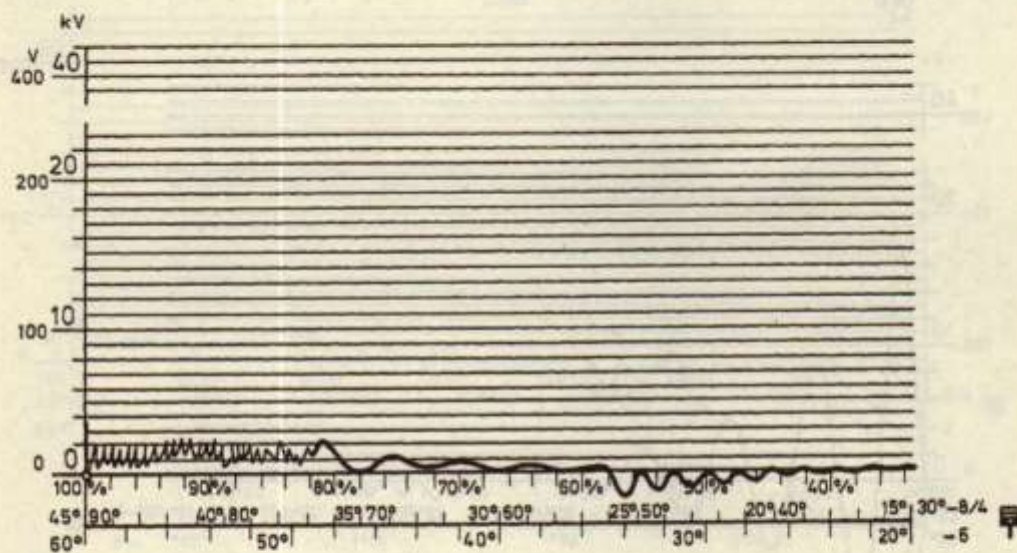


Фиг. 4.36. Осцилограма на високото напрежение при повишени съпротивления във вторичната верига

На фиг. 4.37 е показана осцилограма на свещ със зацапан централен електрод или на кабел за високо напрежение с повърхностна проводимост. В зоната на искровия заряд се наблюдават неправилни пикови трептения, а след това те стават нормални. На растерното или серийното изображение може да се определи точно неработещата свещ. Двигателят работи с вибрации, понижена мощност и повишен разход на гориво. Кабелите или свещта се сменят или при възможност се почистват.

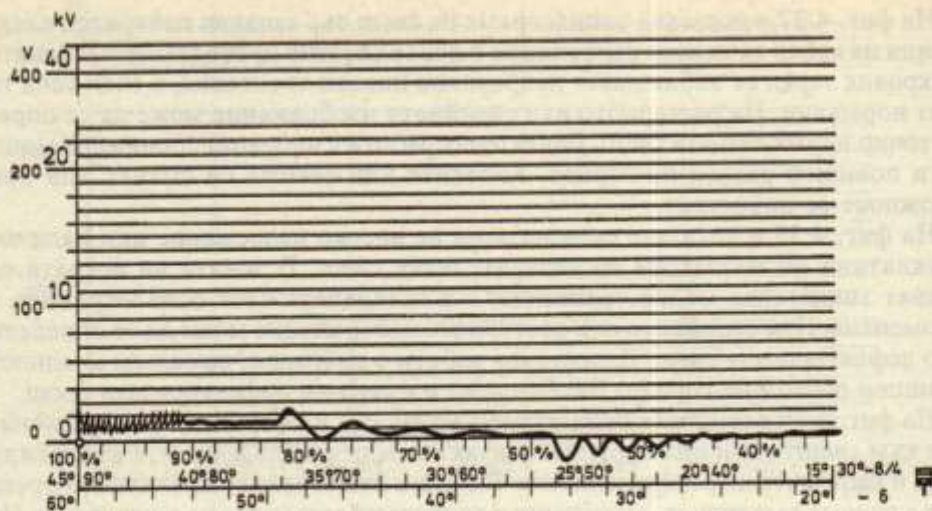
На фиг. 4.38 е показана осцилограма на високо напрежение при наличие на пукнатини по изолатора на запалителната свещ. В зоната на искрата се появяват множество малки трептения, а в останалата част осцилограмата е непроменена. При серийното или растерното изображение може да се определи точно дефектиралата свещ. Двигателят работи с вибрации, намалена мощност и повишен разход на гориво. Необходима е смяна на дефектиралата свещ.

На фиг. 4.39 е показана осцилограма на високо напрежение при прекъснат кабел към свещта или при нарушен контакт между кабела и свещта или между кабела и капачката на разпределителя. В зоната на искрата се наблюдават трептения с голяма амплитуда, затихващи в точката на затваряне на контактите. На серийното или на растерното изображение точно може да се определи повреденият кабел. Двигателят работи с вибрации, намалена мощност и повишен разход на гориво. Укрепва се връзката или се сменя кабелът.

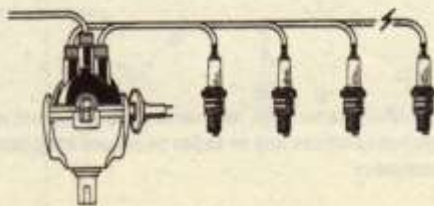
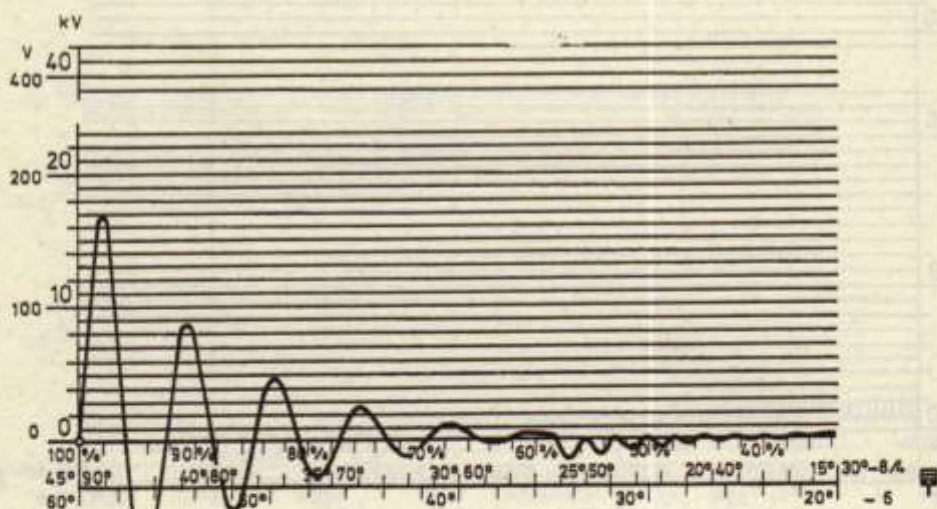


Фиг. 4.37. Осцилограма на високото напрежение на свещ със зацапан централен електрод или на кабел за високо напрежение с повърхностна проводимост





Фиг. 4.38. Осцилограма на високото напрежение при наличие на пукнатини по изолатора на запалителната свещ

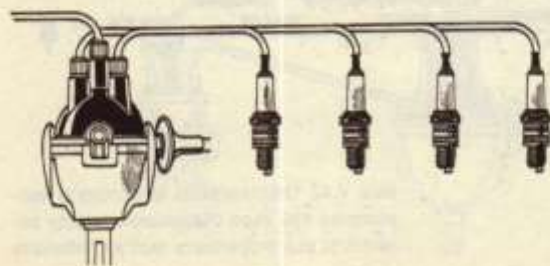
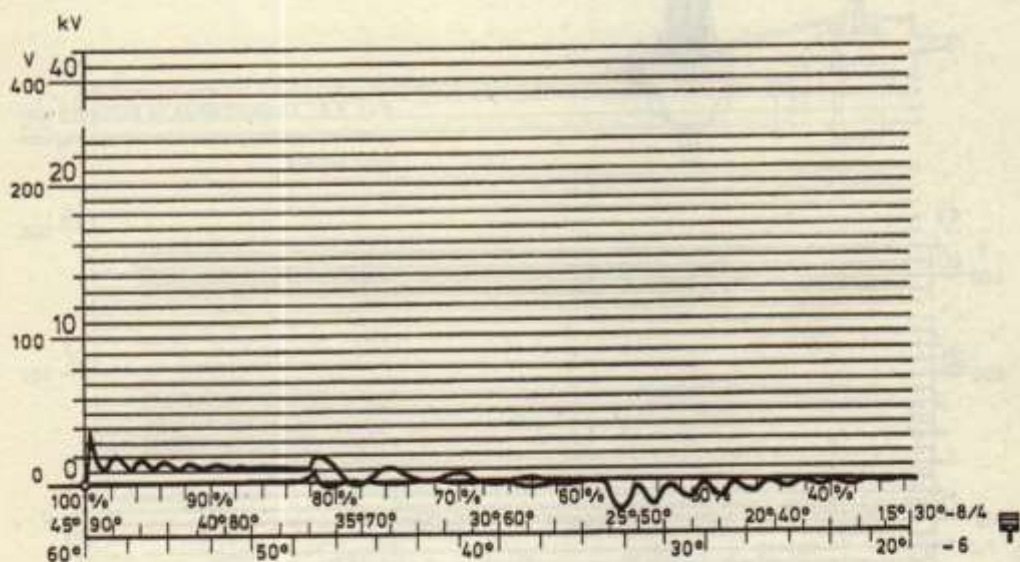


Фиг. 4.39. Осцилограма на високото напрежение при прекъснат кабел за високо напрежение, или лош контакт между кабела и свещта и кабела и капачката на разпределителя

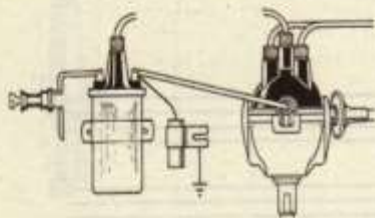
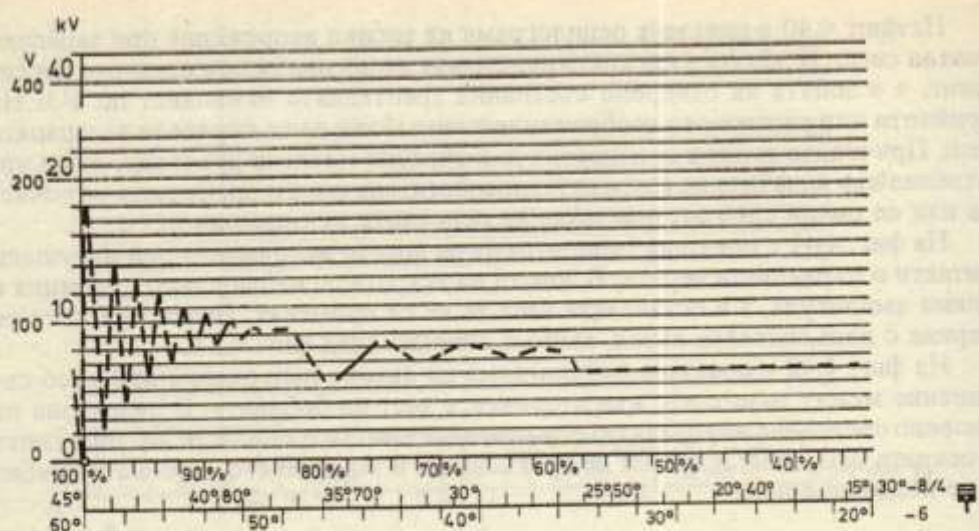
На фиг. 4.40 е показана осцилограма на високо напрежение при зацапана с масло свещ. В зоната на искрата се появява втора линия при по-ниско напрежение, а в зоната на отворено състояние трептенията намаляват до 2-3. На серийното или растерното изображение точно може да се определи зацапаната свещ. Причините за това са износени или счупени маслени пръстени, лошо уплътнение във водачите на клапаните, преобогатена смес и др. Свещта се почиства или се сменя след отстраняване на основните неизправности.

На фиг. 4.41 е показана осцилограма на високо напрежение при нарушени контакти в първичната верига. В зоната на искрата се наблюдават трептения с голяма амплитуда, а в останалата част те не се променят. Неизправността се открива с допълнителен кабел, както е описано след фиг. 4.31.

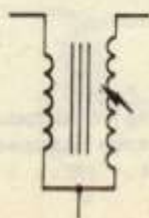
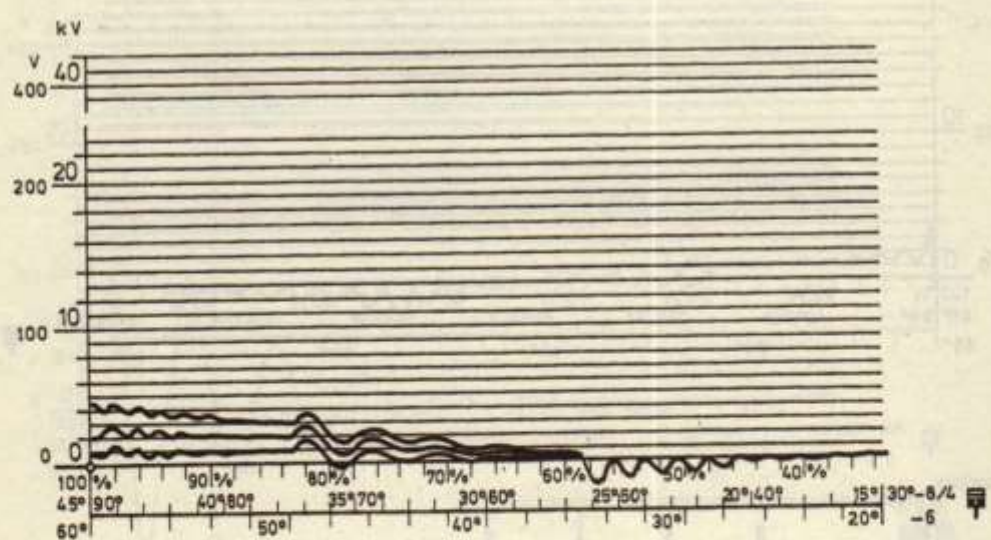
На фиг. 4.42 е показана осцилограма на високо напрежение при късо съединение между намотките във вторичната част на бобината. В диапазона на отворено състояние на контактите се появяват няколко осцилограми. Енергията на искрата намалява, появяват се прекъсвания в запалването. Бобината трябва да се подмени с нова.



Фиг. 4.40. Осцилограма на високото напрежение при зацапана с масло запалителна свещ



Фиг. 4.41. Осцилограма на високото напрежение при нарушени контакти в първичната верига

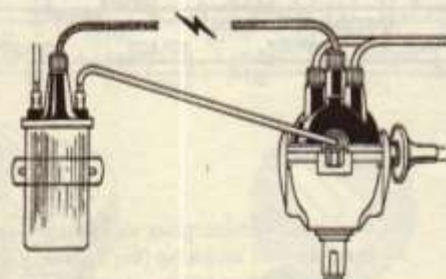
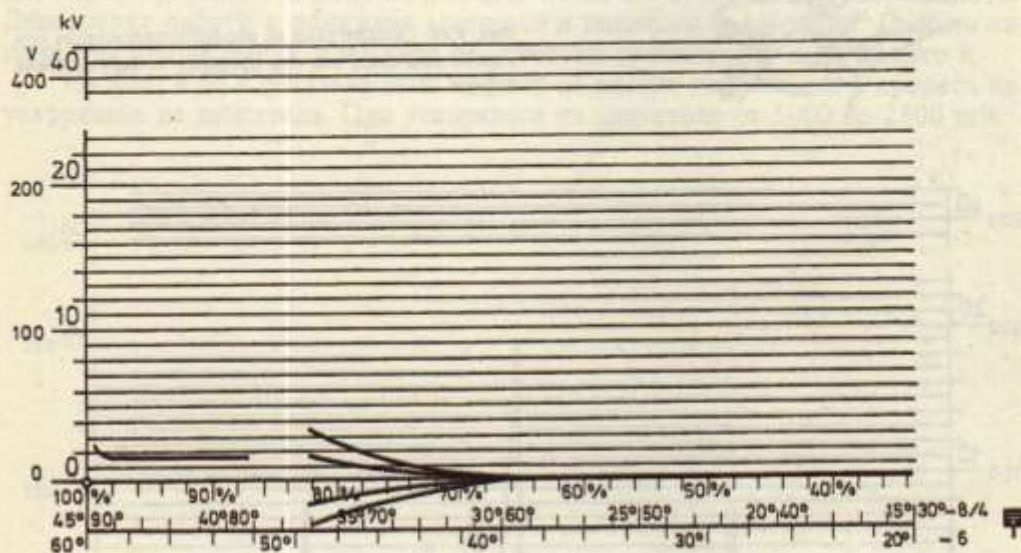


Фиг. 4.42. Осцилограма на високото напрежение при късо съединение между намотките във вторичната част на бобината

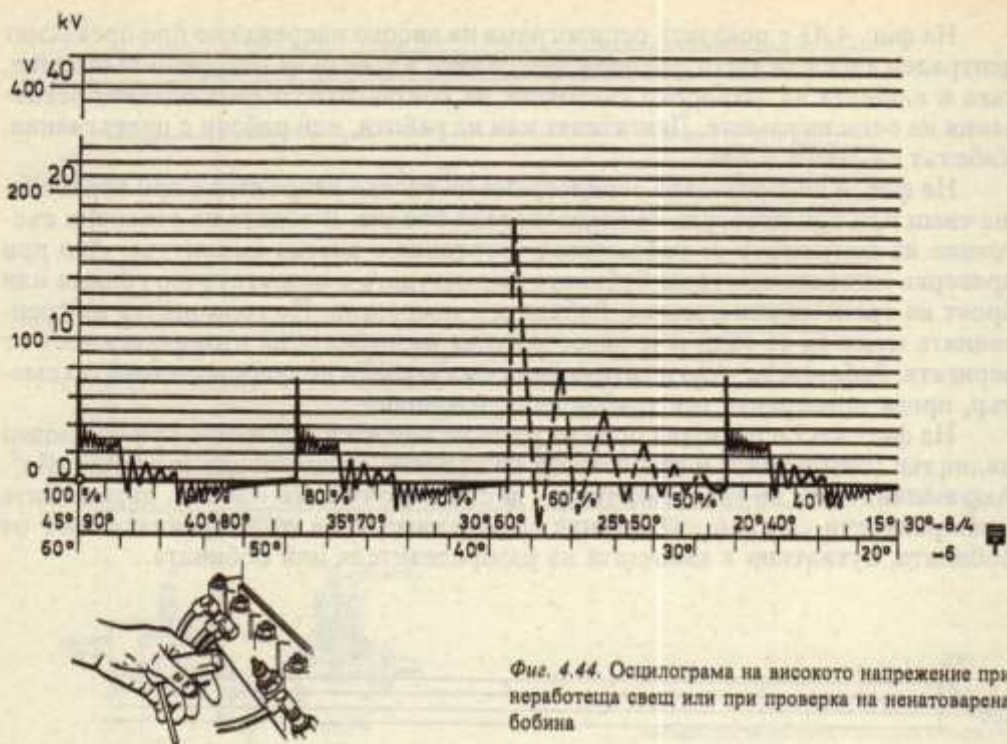
На фиг. 4.43 е показана осцилограма на високо напрежение при прекъснат централен кабел за високо напрежение. Както в зоната на отворено състояние, така и в зоната на затворено състояние на контактите се наблюдават прекъсвания на осцилограмите. Двигателят или не работи, или работи с прекъсвания. Кабелът се сменя с нов.

На фиг. 4.44 е показана осцилограма на високо напрежение при неработеща свещ или при проверка на ненаатоварена бобина. В зоната на отворено състояние на контактите се наблюдават трептения с висока амплитуда. Ако при проверка на състоянието на бобината амплитудата е недостатъчно голяма или броят на трептенията е малък, бобината е повредена. По големината на трептенията може да се съди и за качеството на изолацията на вторичната част от веригата. *Забележка.* Ако в автомобила има вграден полупроводников тахометър, преди проверките той трябва да се изключи.

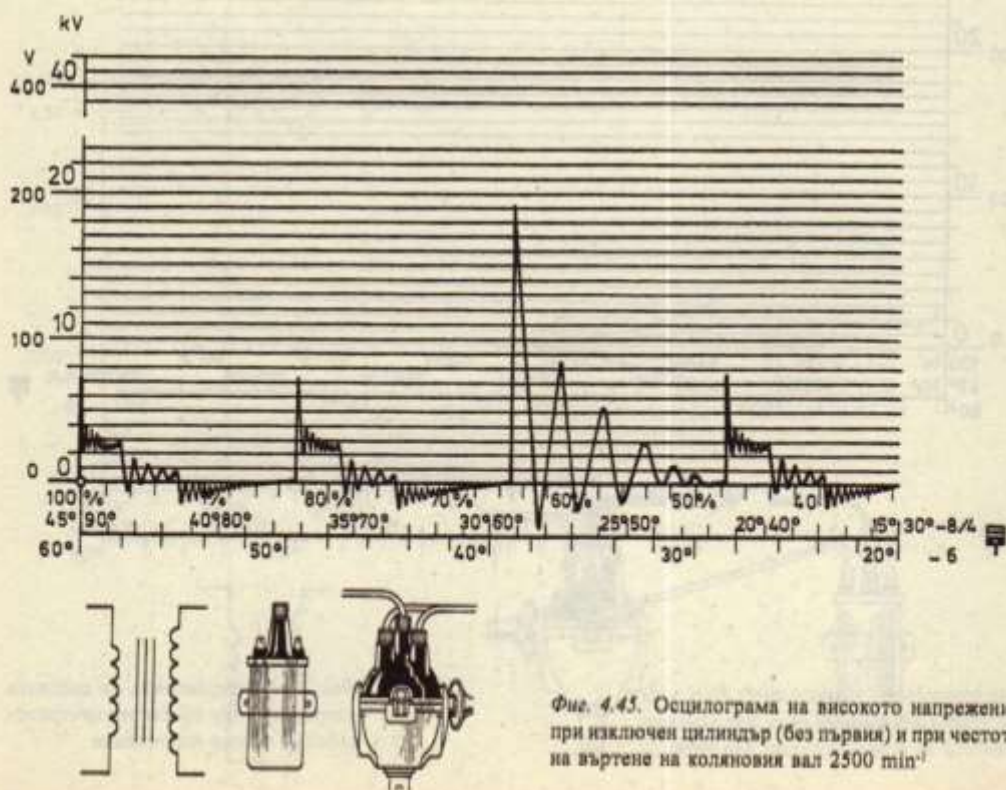
На фиг. 4.45 е показана осцилограма на високо напрежение при изключен цилиндър (без първия) и при честота на въртене на колянвия вал  $2500 \text{ min}^{-1}$ . Ако амплитудата на трептенията не е достатъчно голяма –  $14 \text{ kV}$ , възможните неизправности са късо съединение между намотките от вторичната част от бобината, пукнатини в капачката на разпределителя или бобината.



Фиг. 4.43. Осцилограма на високото напрежение при прекъснат централен кабел за високо напрежение



Фиг. 4.44. Осцилограма на високото напрежение при неработеща свещ или при проверка на ненатоварена бобина

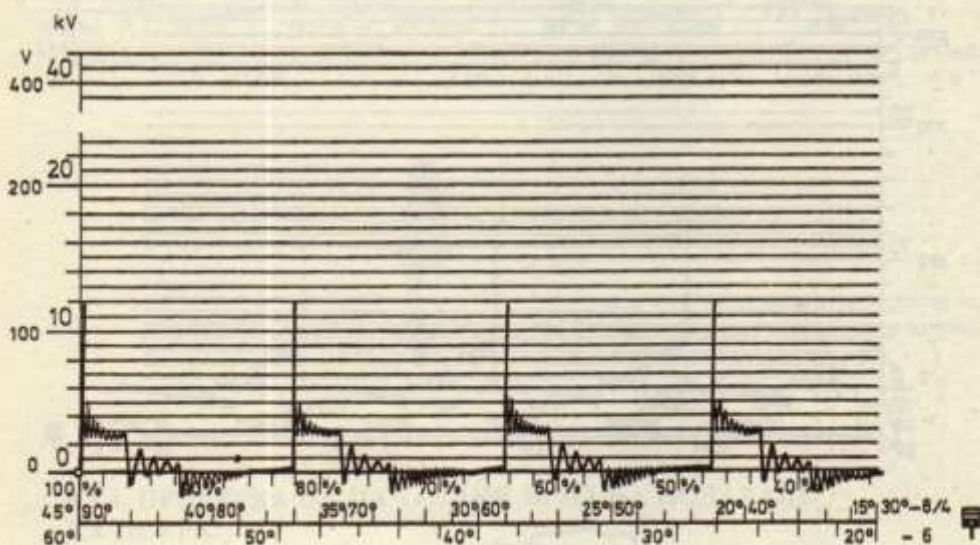


Фиг. 4.45. Осцилограма на високото напрежение при изключен цилиндър (без първия) и при честота на въртене на коляновия вал 2500 min<sup>-1</sup>

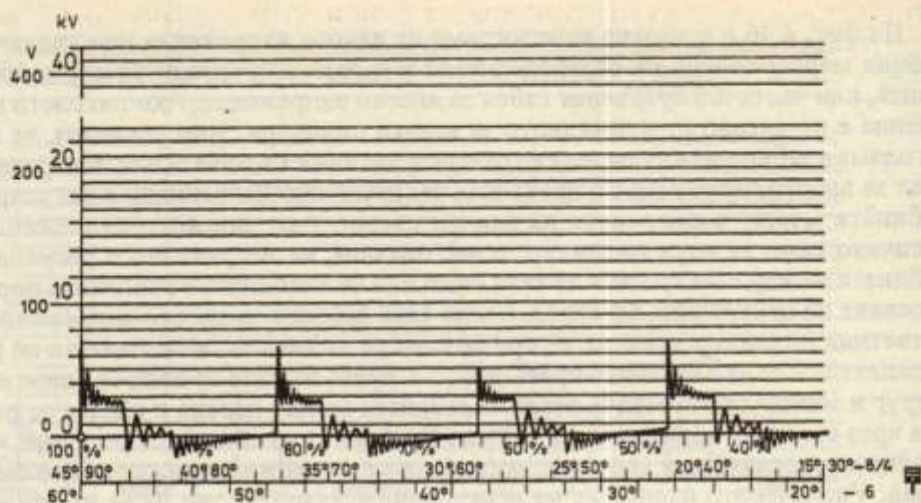
На фиг. 4.46 е показана осцилограма на високо напрежение при увеличена хлабина между палеца на разпределителя и капака или между електродите на свещта, или частично прекъснат кабел за високо напрежение. Ако пиковото напрежение е по-високо от нормалното за всички цилиндри, това означава, че има по-голяма хлабина между палеца на разпределителя и капачката или централният кабел за високо напрежение е прекъснат частично или неправилно е регулирана хлабината между електродите на всички свещи. Ако пиковото напрежение е увеличено само за един цилиндър, това означава, че неправилно е регулирана хлабината между електродите на тази свещ или че хлабината е увеличена поради износване на централния електрод. Също така кабелът за високо напрежение за съответния цилиндър може да не приляга добре в гнездото на капачката на разпределителя или да е частично прекъснат, т.е. прекъснатите краища са близо един до друг и между тях прескача искра. Хлабината между палеца и капака се регулира чрез смяна на капака или на палеца. Хлабината на свещта се регулира чрез огъване на страничния ѝ електрод, когато това е възможно, или свещта се сменя с нова. Увеличеното износване на централния електрод може да се дължи и на използване на свещи с по-ниско топлинно число.

На фиг. 4.47 е показана осцилограма на високо напрежение при зацапана или образувала нагар свещ. При серийното изображение на мястото на зацапаната свещ пробивното напрежение има по-ниски стойности от нормалните. Двигателят работи с понижена мощност и понякога с вибрации. Свещта се почиства или се сменя, след като се установи причината за зацапването ѝ.

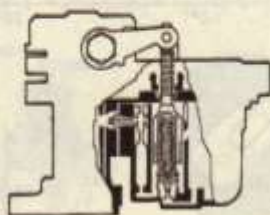
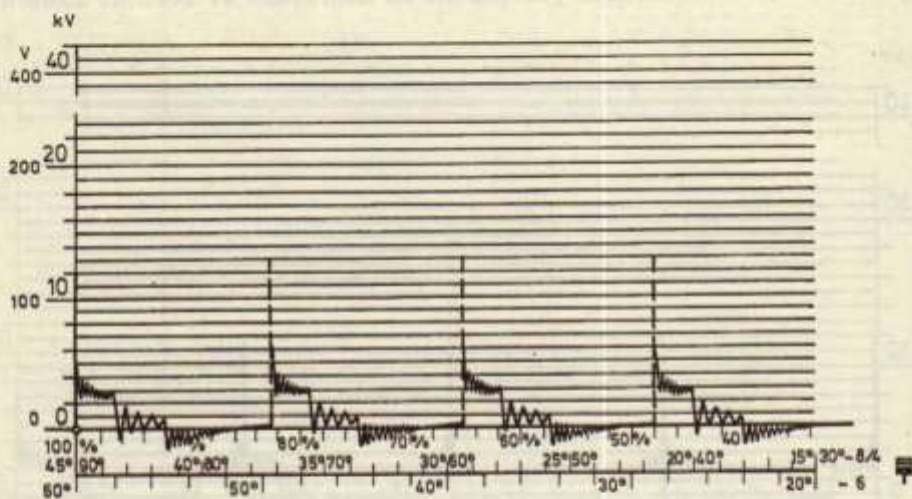
На фиг. 4.48 е показана осцилограма на високо напрежение в процеса на ускоряване на двигателя. При ускоряване на двигателя от 1000 до 2500 min<sup>-1</sup>



Фиг. 4.46. Осцилограма на високото напрежение при увеличена хлабина между палеца на разпределителя и капака или между електродите на свещта



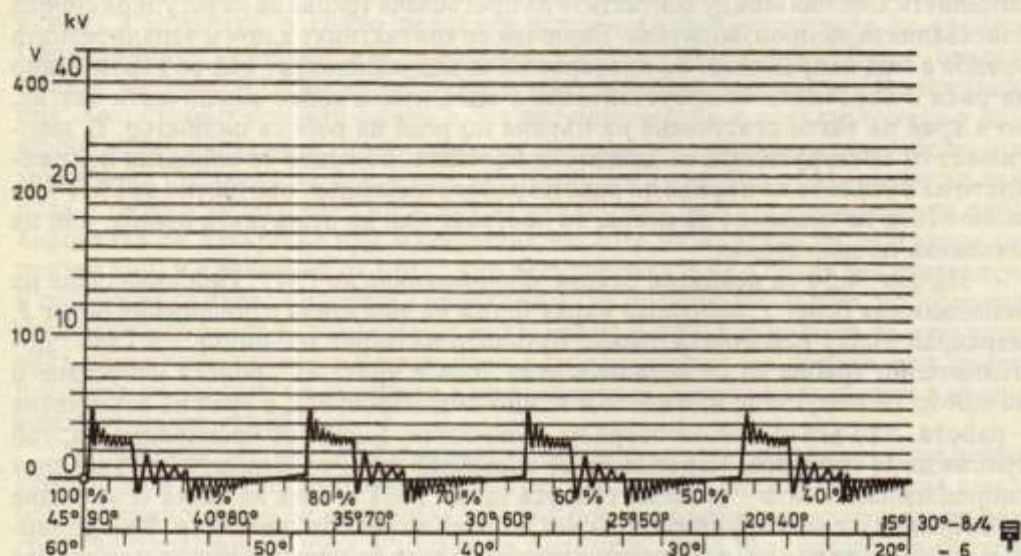
Фиг. 4.47. Осцилограма за високото напрежение при зацапана или образувала нагар свещ



Фиг. 4.48. Осцилограма на високото напрежение и процеса на ускоряване на двигателя (от 1000 до 2500  $\text{min}^{-1}$ ) с отчитане на пиковото напрежение

нормалното пиково напрежение трябва да нарасне скокообразно с 3–4 kV. Ако то се увеличи повече от 4 kV, хлабината между електродите на свещта е по-голяма от нормалната или не работи ускорителната помпа. Ако обаче напрежението на искровия разряд е падащо, тогава изолаторът на свещта или е пукнат, или е станал токопроводим.

На фиг. 4.49 е показана осцилограма на високо напрежение при много голям ъгъл на изпреварване на запалването. Пиковото напрежение е по-голямо от нормалното при всички цилиндри. Чрез стробоскопна лампа се проверява ъгълът и точно се регулира.



Фиг. 4.49. Осцилограми на високото напрежение при много голям ъгъл на изпреварване на запалването

#### 4.3.4. ПРОВЕРКА НА НАЧАЛНИЯ ЪГЪЛ НА ПОДАВАНЕ НА ИСКРА

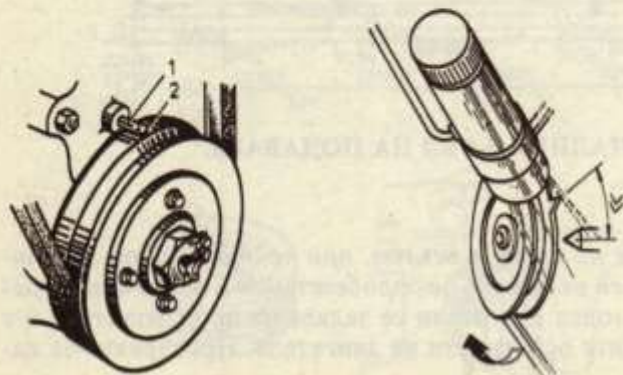
Начален ъгъл на подаване на искра е ъгълът, при който работи запалителната уредба, преди да са се включили центробежният и вакуумният регулатор. Този ъгъл за всеки модел двигатели се задава от производителя и е в зависимост от конструктивните особености на двигателя. Проверката на на-



чалния ъгъл може да се извърши на неработещ или на работещ двигател. При работещ двигател предварително трябва да се провери начинът на свързване на вакуумния регулатор и при необходимост той да се изключи. Обикновено информацията за изключване на вакуумния регулатор се дава от производителя.

Проверката на началния ъгъл с контролна лампа се извършва на неработещ двигател. Лампата трябва да е с малка мощност, за да светва точно в момента, в който контактите на прекъсвача започват да се отделят. Единият край на контролната лампа се свързва на маса, а другият на клемата 1 на бобината или на извода на прекъсвач-разпределителя. Предварително максималната хлабина между контактите на прекъсвача трябва да се регулира според изискванията на производителя. Включва се контактният ключ и запалителната уредба е под напрежение. За проверка на ъгъла коляновият вал се върти бавно на ръка и въртенето се преустановява в момента, в който лампичката светне, но в края на такта сгъстяване на първия по реда на работа цилиндър. В зависимост от конструкцията на двигателя белезите, по които се определя положението на буталото на първия по реда на работа цилиндър, съответно за GMT или за момента на подаване на искра, се поставят или на ремъчната шайба, или на маховика на двигателя.

На фиг. 4.50 са показани белези за определяне на GMT. При съвпадане на неподвижния белег 1, монтиран върху блока на двигателя с подвижния белег 2, маркиран върху ремъчната шайба, буталото на първи цилиндър е в GMT. Допълнително трябва да се установи дали това е края на процеса изпускане и началото на всмукване или което е важно за центровката, в края на сгъстяване – работя. Ако ъгълът не отговаря на стойността, дадена от производителя, той трябва да се коригира. Корекцията се извършва така, че белезите да съвпадат според изискванията – няколко градуса преди GMT в края на такта сгъстяване на избрания от конструкторите първи по реда на работа цилиндър. Кой цилиндър е избран за първи, е записано в инструкцията на производителя или трябва да се определи опитно. При включен контактен ключ и леко разхлабен корпус на прекъсвач-разпределителя, така че да може да се върти на ръка, завъртането на корпуса на прекъсвач-разпределителя е в посока на въртенето на палеца на разпределителя до момента на загасване на контролната лампа. След това тялото на прекъсвач-разпределителя внимателно започва да се върти в посока, обратна на въртенето на палеца, до момента на първоначално светване на кон-



Фиг. 4.50. Белези за определяне на GMT

тролната лампа. При това положение се фиксира положението на корпуса на прекъсвач-разпределителя.

Въпреки че проверката или регулировката на началния ъгъл с контролна лампа се извършва леко и не изисква висока квалификация от оператора, не винаги резултатите са добри поради неотчитане влиянието на хлабините в прекъсвач-разпределителя, както и влиянието на регулаторите при работещ двигател. Точна регулировка на момента на подаване на искра се извършва със *стробоскопна лампа при работещ двигател*. Стробоскопните лампи са със или без потенциометър, което налага и някои особености при извършване на регулировките. При тях се използва т.нар. *стробоскопен ефект*, който се състои в това, че лампата светва за много кратко време (20 милисекунди) в момента, в който прескача искра между електродите на свещта. Светлинният лъч на лампата, осветяващ зоната на въртящия се белег, създава ефекта, като че ли подвижният белег е застанал неподвижно срещу неподвижния. Ако стробоскопната лампа е без потенциометър и регулировката е правилно извършена, въртящият се белег застава неподвижно срещу белега за момент на подаване на искра при работещ двигател. Той обикновено не съпада с белега за подаване на искра за неработещ двигател, въпреки че регулировката се извършва при минимална честота на въртене на двигателя (на празен ход) и е различен от ГМТ. Ако регулировката не е правилно извършена и подвижният белег е застанал неподвижно на произволно място, но не срещу неподвижния белег за момента на подаване на искра, корекцията се извършва чрез завъртане тялото на прекъсвач-разпределителя по посока или срещу посоката на въртене на палеца на разпределителя, докато подвижният и неподвижният белег съвпадат.

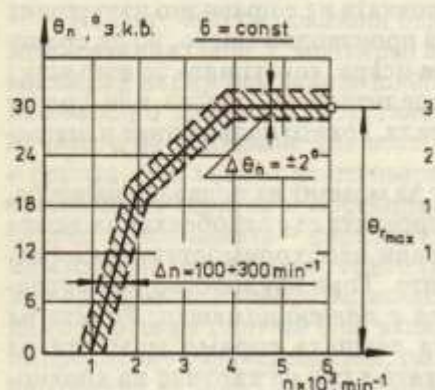
При някои двигатели не е маркиран белег за момент на подаване на искра, особено при работещ двигател. Тогава регулировката със стробоскопна лампа без потенциометър се извършва трудно поради необходимостта да се разграфява подвижният диск в зоната на белезите. Това неудобство се отстранява с използването на *стробоскопна лампа с потенциометър*. Ролята на потенциометъра е да забави светването на лампата спрямо момента на подаване на искра. Това забавяне, изразено като ъгъл на въртене на коляновия вал, се отчита върху уред, разположен или върху самата стробоскопна лампа, или върху панела на мотортестера. Тогава чрез въртене на потенциометъра подвижният белег се „премества“ така, че да застане неподвижен спрямо белега за ГМТ. От уреда се отчита ъгълът на изпреварване на запалването.

Ако този ъгъл не отговаря на изискванията на конструкторите за съответната честота на въртене (обикновено на празен ход), посредством завъртане на потенциометъра се избира правилният ъгъл върху уреда и чрез въртене тялото на прекъсвач-разпределителя по посоката или срещу посоката на въртене на палеца на разпределителя се осъществява съвпадение на белезите.

За да бъдат точно извършени регулировките и с двата вида стробоскопни лампи, предварително трябва да се проверена и при нужда регулирана максималната хлабина между контактите на прекъсвача, както и да се провери от инструкцията на производителя дали регулировката се извършва при включен или изключен вакуумен регулатор.

### 4.3.5. ДИАГНОСТИКА НА ЦЕНТРОБЕЖНИЯ РЕГУЛАТОР

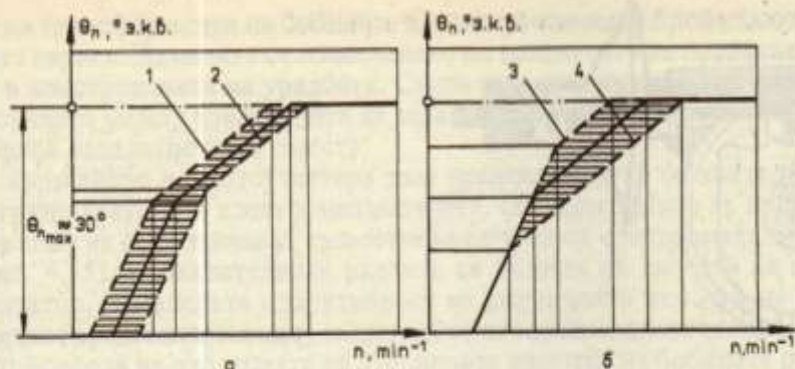
Диагностиката на техническото състояние на центробежния регулатор може да се направи чрез снимане на неговата характеристика и сравняването ѝ с тази на производителя. За това е необходимо да се изключи вакуумният регулатор, да се пусне двигателят в ход и да се включи стробоскопната лампа. Първоначално се отчита ъгълът на изпреварване на запалването при честота на въртене на празен ход, отчетена по оборотомер, също включен към двигателя. Постепенно чрез отваряне на дроселната клапа честотата на въртене се увеличава стъпаловидно през  $300 \text{ min}^{-1}$ , като за всяко повишение се отчита чрез стробоскопната лампа и промяната в ъгъла на изпреварване на запалването. По получените данни се построява характеристика, която се сравнява с тази на производителя (фиг. 4.51). Ако при съответна честота на въртене се получи разлика в ъгъла, по-голяма от  $\pm 2^\circ$ , центробежният регулатор трябва да се регулира или да се подменят неизправните елементи.



Фиг. 4.51. Характеристика на центробежен регулатор по ъгъла на изпреварване на запалването

Обикновено центробежният регулатор се състои от две тежести, независими една от друга, и съответно две пружини с различни пружинни константи. Първата няма свободен ход и постоянно опъва едната тежест, а втората има удължено ухо и се включва след относително завъртане на гърбичния вал. При изменение на предварителното натягане на пружината без свободен ход характеристиката на центробежния регулатор се премества в целия честотен интервал. При увеличаване или намаляване на свободния ход на втората пружина се премества в съответна посока само средната част от характеристиката (фиг. 4.52).

Най-честите неизправности са счупване или омекване на пружините или блокиране на тежестите около осите им на завъртане.

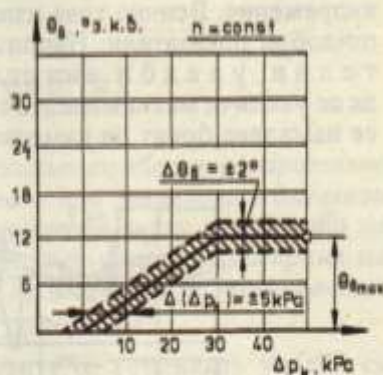


Фиг. 4.52. Регулиране на центробежния регулатор

а - чрез промяна на натягането на първата пружина; б - чрез промяна на натягането на втората пружина

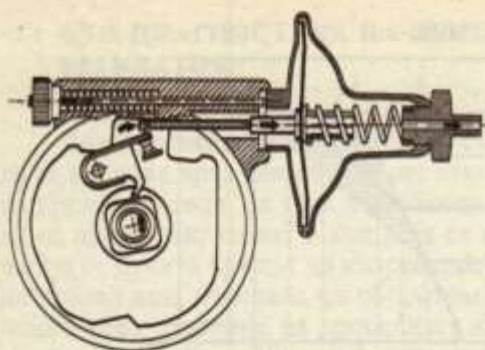
#### 4.3.6. ДИАГНОСТИКА НА ВАКУУМНИЯ РЕГУЛАТОР

Характеристика на вакуумен регулатор може да се направи при изключен центробежен регулатор (фиг. 4.53). Изменението на ъгъла на подаване на искра е в зависимост от разреждането във всмукателния тръбопровод. По-често се дават характеристиките на съвместно работещи вакуумен и центробежен регулатор. Затова предварително е необходимо да се провери работата на центробежния регулатор и след като се установи изправността му, да се измери и промяната на ъгъла при съвместната им работа.



Фиг. 4.53. Характеристика на вакуумен регулатор по разреждането във всмукателния тръбопровод

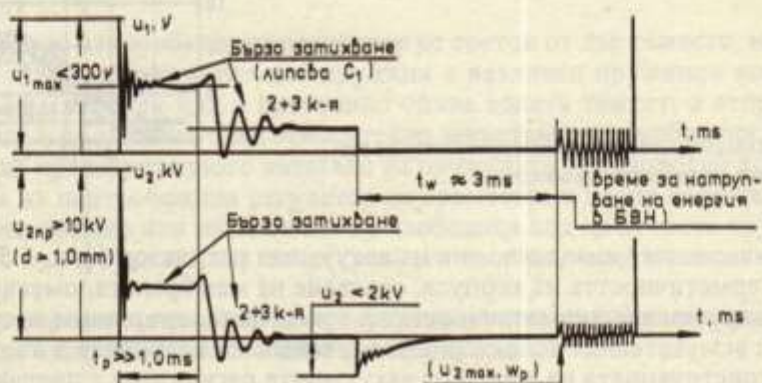
Най-честите неизправности на вакуумния регулатор (фиг. 4.54) са нарушаване херметичността на корпуса, скъсване на мембраната, омекване на пружините, нарушаване херметичността на тръбичката, свързваща вакуумния регулатор с всмукателния колектор, и увеличаване на хлабините в лостовата система. В конструкцията на много от вакуумните регулатори е предвидено регулиране на характеристиките им. Това обикновено става чрез изменение на хода на мембраната или на предварителното натягане на пружината.



Фиг. 4.54. Схема на вакуумен регулатор

### 4.3.7. НЕДОСТАТЪЦИ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧНАТА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

Електромеханичната уредба, въпреки че все още е най-разпространена, притежава недостатъци, които са принципно неотстраними и са пречка за развитието на бензиновите ДВГ. Преди всичко вторичното напрежение силно се влияе от честотата на въртене на колянвия вал и от броя на цилиндрите на ДВГ. Вследствие на това силно намалява токът в първичната верига и работата на двигателя е несигурна при висока честота на въртене. От друга страна, при ниска честота на въртене токът в първичната верига е голям (3–4 А), искренето между контактите на прекъсвача е голямо, те се окисляват и разрушават сравнително бързо. Коефициентът на трансформация на бобината също не може да се увеличи повече от 100 поради намаляване скоростта на нарастване на вторичното напрежение. Всичко това изисква приложението на нови запалителни уредби с по-добри показатели. Например при транзисторните запалителни уредби част от тези недостатъци са избягнати и има възможност да се увеличи максималната стойност на тока в първичната верига. На практика се намалява броят на намотките в първичната верига и се увеличава коефици-



Фиг. 4.55. Осцилограми на първичното и вторичното напрежение на транзисторна запалителна уредба

ентът на трансформация на бобината поради увеличения брой намотки във вторичната верига. Намалява се износването на контактите на прекъсвача, ако има такъв в конструкцията на уредбата. Също така има възможност да се увеличи разстоянието между електродите на запалителната свещ, с което значително се подобрява запалването на сместа.

Свързването на мотортестера към транзисторните запалителни уредби е аналогично както при електромеханичните. Осцилограмите за ниско и високо напрежение не се различават съществено от тези на електромеханичната уредба (фиг. 4.55). Незначителните разлики се дължат на липсата на искрогасящ кондензатор, намалената индуктивност на първичната намотка на бобината и увеличеното разстояние между електродите на запалителната свещ. Поради опасност от повреда на изолацията на вторичната намотка на бобината централният високоволтов кабел не трябва да се изважда от гнездото му и да се държи далече от масата на двигателя – например за проверка на наличие на искра или недобросъвестно извършени ремонтни работи.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. При отворено или при затворено положение на контактите на прекъсвача се индукира високо напрежение?
2. Как се проверява изправността на запалителните свещи?
3. Как се проверява изправността на бобината за високо напрежение с осцилоскоп?
4. Променя ли се нормалната осцилограма за високо напрежение при обедняване на горивната смес?
5. Как се променят параметрите на електрическата верига на запалителната уредба при изваждане на централния кабел за високо напрежение от гнездото му в капачката на разпределителя? Тези параметри променят ли се, ако кабелът е изваден от гнездото му в бобината за високо напрежение?

#### 4.4. ДИАГНОСТИКА НА ГОРИВНА УРЕДБА

*За диагностиката на горивната уредба ученикът трябва предварително да знае различните начини на смесобразуване при бензинови и дизелови двигатели и влиянието на въздушното отношение върху скоростта на горене. Трябва да познава карбураторните системи за коригиране на състава на сместа, както и устройствата на дюзите и разпръсквачите при дизеловите двигатели.*

Изискванията към изправността на елементите от горивните уредби са много високи, защото от техническото ѝ състояние изключително много зависят мощността, икономичността и токсичните показатели, чиято малка концентрация в отработилите газове е основен фактор за опазване на околната среда.

Веднага трябва изрично да се подчертае, че към диагностика на горивната уредба се пристъпва само след проверка на КММ и ГРМ и на изправността на запалителната уредба. Извършването на тези проверки и регулировки е необходимо поради това, че симптомите на много от неизправностите си приличат и може да се постави погрешна диагноза. Тогава вместо да се подобри, работата на двигателя може да се влоши.

#### 4.4.1. ДИАГНОСТИКА НА ГОРИВНАТА УРЕДБА НА БЕНЗИНОВИ ДВИГАТЕЛИ

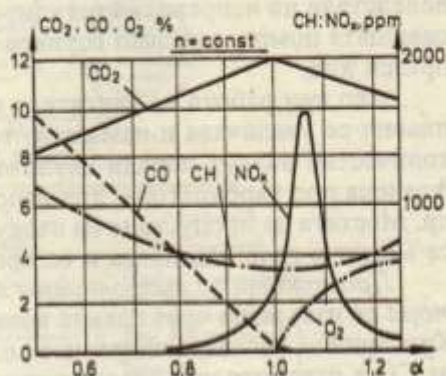
Течните горива за двигателите с вътрешно горене имат сложен химичен състав. Продуктите от горенето също имат сложен химичен състав и концентрацията им се променя в зависимост от режима на работа на двигателя, техническото му състояние и химичния състав на горивото. Нетоксичните продукти от горенето са: кислород  $O_2$ , водород  $H$ , водни пари  $H_2O$ , азот  $N$ , въглероден двуокис  $CO_2$ . Токсичните са: въглероден окис  $CO$ , въглеводороди  $CH$ , азотни окиси  $NO_x$ , въглерод  $C$  и други компоненти. Изискванията към съвременните двигатели относно отделянето на минимални количества токсични газове са много строги и стриктно се спазват от производителите. Затова може да се смята, че ако даден двигател удовлетворява действащите норми за съдържание на вредни вещества в отработилите газове, техническото му състояние е добро. Според БДС 17.2.4.16-82 е ограничено само съдържанието на  $CO$  в отработилите газове на четиритактови карбураторни двигатели, и то в зависимост от годината на производството им и от пробегата. Допустимите норми за съдържание на  $CH$  се сравняват с препоръките на Европейската икономическа комисия към ООН, регламентирани в Правило 15 „Ниво на токсичност на автомобилите“ (табл. 4.2).

Таблица 4.2

| Година на производство           | Допустимо съдържание на $CO$ в обемни % |                         |                |                      | Допустимо съдържание на $CH$ в ppm |     |
|----------------------------------|---|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------------------|-----|
|                                  | честота на въртене                      |                         |                |                      | честота на въртене                 |     |
|                                  | при празен ход                          |                         |                | 0,6 от макс. мощност |                                    |     |
|                                  | до 80 000 km                            | от 80 000 до 120 000 km | над 120 000 km |                      |                                    |     |
| До 31.XII.1977 г.                | 4,5                                     | 4,5                     | 4,5            | 2,0                  | 1000                               | 800 |
| От 1.I.1978 г. до 31.XII.1980    | 3,5                                     | 4,5                     | 4,5            | 2,0                  | 800                                | 600 |
| От 1.I.1980 г. до 31.XII.1983 г. | 2,0                                     | 3,5                     | 4,5            | 1,5                  | 600                                | 400 |
| От 1.I.1984 г.                   | 1,5                                     | 2,0                     | 3,5            | 1,0                  | 400                                | 300 |

Съдържанието на  $CO$  и  $CH$  в отработилите газове зависи най-много от въздушното отношение  $\alpha$ , т.е. от качеството на горивната смес. Двигателят работи с обогатени или богати смеси при режим на пълно натоварване –  $\alpha = 0,8 + 0,9$ , когато от него се изисква максимална мощност и при режим на празен ход  $\alpha = 0,75 + 0,8$ , когато е необходимо да се поддържа минимална стабилна честота

на въртене. Докато при режим на максимална мощност дроселната клапа е почти напълно или напълно отворена и разходът на гориво е голям, не е твърде целесъобразно провеждане на изпитанията, затова те се провеждат при режим на празен ход, като по резултатите с достатъчна точност се определя техническото състояние на двигателя (фиг. 4.56).



Фиг. 4.56. Зависимост на концентрацията на продуктите от горене на бензинов ДВГ от въздушното отношение

Горивната уредба на бензиновите двигатели се състои от следните елементи: резервоар, горивопроводи, помпа за подаване на гориво, горивни филтри, въздушен филтър и дозираци устройства – карбуратор или бензиновпръскваща помпа и дюзи.

Основната функция на горивната уредба е да изготви горивна смес с необходимите качества в зависимост от режима на работа на двигателя, т.е. с оптимално въздушно отношение. Тъй като е трудно непосредственото измерване на въздушното отношение, за него се съди по концентрацията на продуктите от горенето. Следователно за основен диагностичен параметър за обща и поелементна диагностика може да се вземе концентрацията на  $\text{CO}$ , а като допълнителен параметър – концентрацията на  $\text{CH}$ .

Характерните неизправности на горивните уредби за бензинови ДВГ са: пропуски на гориво или вемукване на въздух в горивопроводите, карбуратора или пълнителния тръбопровод, неизправности в горивоподаващата помпа и свързаното с това недостатъчно подаване на гориво към карбуратора и промени в оптималния състав на горивната смес, изготвяна от карбуратора при различни режими на работа.

Проверката за съдържание на  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$  се извършва на празен ход при плавно отваряне на дроселната клапа и при рязко отваряне на дроселната клапа. За да се извършат необходимите проверки, двигателят трябва да е загрят до нормална работна температура, запалителната уредба да е исправна и регулирана. Двигателят се установява в режим на празен ход по инструкцията на производителя и при напълно отворена въздушна клапа. Сондата на измервателния уред трябва да е най-малко на 50 cm навътре в изпускателния тръбопровод и да се изчака 15–20 s, преди да се отчетат резултатите от измервателния уред.

Ако съдържанието на  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$  е по-голямо от допустимото, е възможно да не е регулирана системата на празен ход. Ако след регулирането чрез намаляване на проходното сечение на отвора за количество емулсия съдържанието на  $\text{CO}$  не се намали или се намали недостатъчно, за да влезе в нормата, тогава



има запушен въздушен жигльор или нивото на горивото в поплавковата камера е високо.

Причини за високото ниво в поплавковата камера са неуплътняващ иглен клапан или пробиване на поплавъка.

Ако съдържанието на СО и СН в отработилите газове е по-ниско от нормата, възможните причини са ниско ниво на горивото в поплавковата камера вследствие на неправилна регулировка на хода на иглата, повреда в горивоподаващата помпа, запушен горивен жигльор или затворена игла в системата за празен ход.

Ако при работа на двигателя на празен ход въртенето не е равномерно, а плавно се увеличава и намалява, това е белег за засмукване на допълнително количество въздух поради неуплътнения във всмукателния тръбопровод, във фланеца под карбуратора, при износени гнезда за осите на дроселната клапа и др. Местата на пропускане на въздух се локализируют, като съмнителните места се мажат с грес или паста и се проверява работата на двигателя.

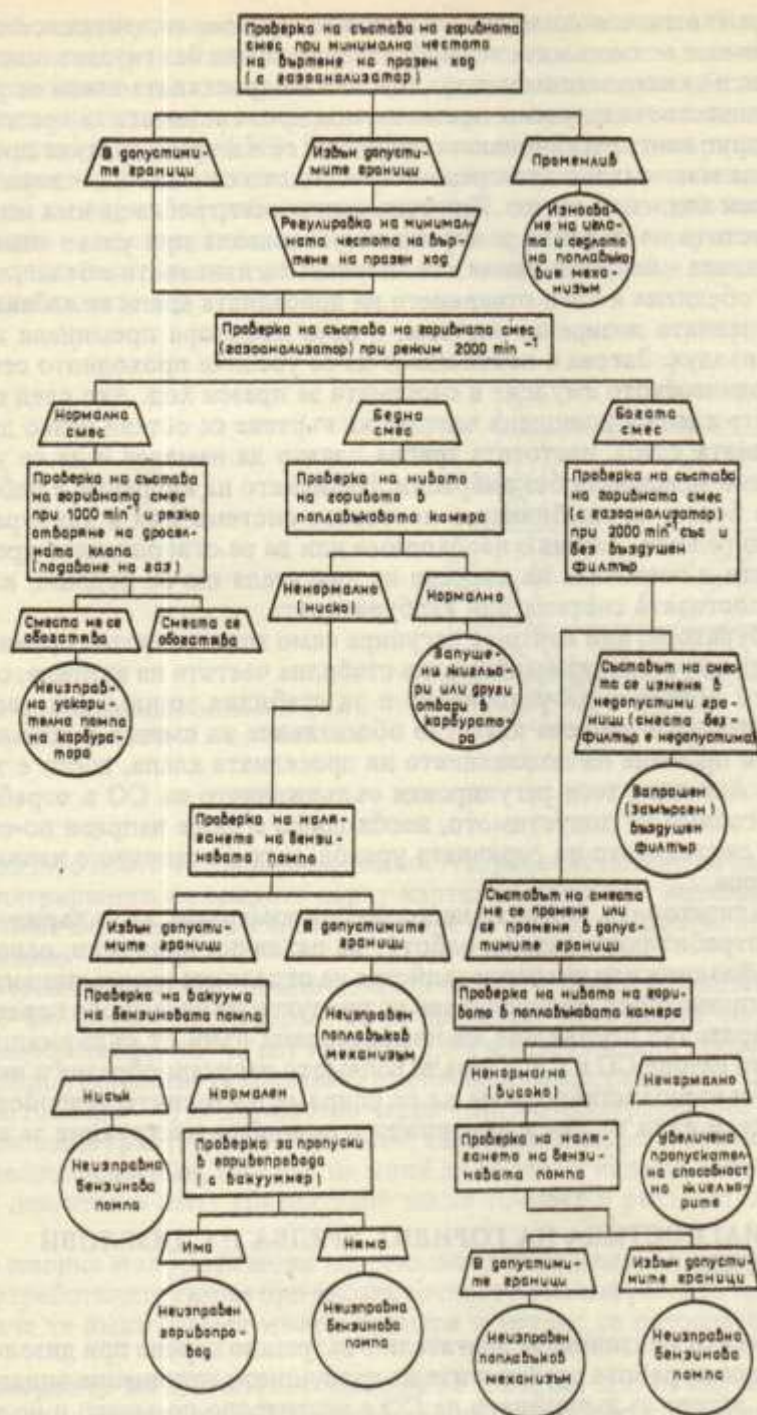
*Проверката за състоянието на главната дозираща система на карбуратора* се извършва чрез плавно повишаване честотата на въртене на двигателя. Критерий за неговата изправност е постепенното намаляване на съдържанието на СО в отработилите газове с увеличаване честотата на въртене. Отклонения от нормалната работа могат да се дължат на запушени горивни и въздушни жигльори или запушване на канал от системата за празен ход или на главната дозираща система. Работата на ускорителната помпа в карбуратора се проверява при рязко отваряне на дроселната клапа. Съдържанието на СО в отработилите газове трябва рязко да се увеличи с 2–3% и постепенно да намалее.

*Горивоподаващата помпа се проверява*, като се измерва налягането на горивото след нея или разреждането преди нея. Също така се проверява и производителността ѝ (дебитът) на специални стендове при определена честота на въртене.

*Въздушните филтри се проверяват* визуално за замърсяване или чрез пада на налягането във всмукателния колектор, измерено с вакууметър. Степента на замърсяване на филтъра пряко влияе върху качеството на горивната смес, затова е необходима системна проверка за степента на замърсяване на филтъра.

За състоянието на двигателя и качеството на горивната смес може успешно да се съди и по *цвета на запалителните свеци*. При изправен двигател и изправна горивна уредба цветът на изолатора на централния електрод е светло червеникавокафяв. Когато този цвят се променя към по-тъмен до черен, това означава, че двигателят работи при по-богата горивна смес, консумира повече масло поради неизправни уплътнения в КММ или ГРМ или е използвана „постудена“ свещ – образувал се е нагар. Ако цветът на централния електрод е по-светъл до бял, двигателят работи с бедни горивни смеси и температурата на свещта е недопустимо висока. Възможно е самозапалване на горивната смес.

Качествена оценка на състоянието на горивната уредба и на качеството на горивната смес може да се направи и по *цвета на вътрешната част на изпускателната тръба*. При нормална работа на двигателя този цвят е тъмносив, а тръбата чиста от сажди и масло. При работа с богати смеси или при голяма консумация на масло вътрешната част на тръбата се покрива със сажди, а при наличие на масло силно се омаслява дори и при крайната външна част. Обратно, ако двигателят работи при обеднени смеси, цветът на изпускателната тръба е светъл и тръбата е суха (фиг. 4.57).



Фиг. 4.37. Програма за диагностика на бензинова горивна уредба

*Регулировката за минимална честота на въртене на празен ход* се извършва в зависимост от системата на карбуратора със или без газоанализатор. При карбуратори, на които минималната хлабина на дроселната клапа се регулира с винт, а количеството емулсия, преминаваща през системата за празен ход, се регулира с друг винт, регулировката трябва да се извърши така, че дроселната клапа да бъде максимално затворена и проходното сечение на отвора в системата за празен ход – най-малко. При това двигателят трябва да има минимална стабилна честота на въртене и нормално ускоряване при рязко отваряне на дроселната клапа – без заглъхване или спиране. Заглъхването е белег, че горивната смес е обеднена и след отварянето на дроселната клапа се забавя включването на главната дозираща система, а през дифузора преминава известно количество въздух. Затова е необходимо да се увеличи проходното сечение на отвора за количеството емулсия в системата за празен ход. Ако след отваряне на дроселната клапа и повишена честота на въртене се остави рязко да се затвори дроселната клапа, честотата трябва плавно да намалее и да се установи предварително зададената без вибрации. Наличието на вибрации в работата на двигателя е белег, че хлабините в лостовата система или в карбуратора са недопустимо големи. Тогава е необходимо или да се отвори малко дроселната клапа, с което и честотата на въртене на двигателя ще се повиши, или да се ремонтира лостовата система или карбураторът.

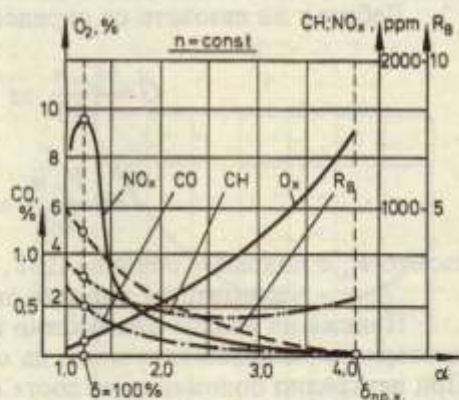
На карбуратори, при които се регулира само количеството горивна смес и по този начин се установява минимална стабилна честота на въртене, се извършват същите проверки за ускоряване и за стабилна минимална честота на въртене. При тях се допуска известно обогатяване на сместа с допълнителен винт, но не и промяна на положението на дроселната клапа, което е заводски установено. Ако след тези регулировки съдържанието на СО в отработилите газове е по-голямо от допустимото, необходимо е да се направи по-обстойна проверка за състоянието на горивната уредба, като се започне с изправността на карбуратора.

Газоанализаторите, които се използват за измерване на съдържанието на СО и СН в отработилите газове, работят на различни принципи, основани на определени физични или химични свойства на отделните им компоненти – различна топлопроводност, доокисляване на продукти от непълното горене, главно СО, избирателно поглъщане на инфрачервени лъчи от съдържащите се в отработилите газове СО и СН. Поради голямото им разнообразие и непрекъснатото им усъвършенстване няма да се спираме на техните устройства, още повече че всеки един от тях е придружен с подробна инструкция за експлоатация.

#### **4.4.2. ДИАГНОСТИКА НА ГОРИВНА УРЕДБА НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ**

За разлика от бензиновите двигатели с вътрешно горене при дизеловите за всички режими на работа стойностите на въздушното отношение винаги са по-големи от 1, затова съдържанието на СО е значително по-малко и не може да служи за основен параметър, определящ техническото съдържание на двигателя. Другите токсични елементи, които се отделят чрез отработилите газове, са въглеродороди СН, азотни окиси NO<sub>x</sub> в концентрации, почти еднакви с тези на

бензиновия двигател, и свободен въглерод С във вид на сажди. Количеството на свободния въглерод се изменя с натоварването на двигателя, като се увеличава пропорционално на натоварването. Той предизвиква задимеността в отработилите газове и служи като основен параметър за определяне техническото състояние на двигателя (фиг. 4.58). Проверката за димност се извършва при определени условия – да се използва гориво без противодимни съставки, двигателят да е загрят до нормална работна температура, да се използва масло според изискванията на производителя, изпускателната уредба да е херметически затворена и двигателят да не е работил дълго време на празен ход, за да не са закоксували дюзите му.



Фиг. 4.58. Зависимост на съдържанието на продуктите на горене на дизелов ДВГ от въздушното отношение

Уредите, с които се проверява димността, работят главно на два принципа – чрез филтрирането на саждите върху хартия и измерване интензивността на отразената от нея светлина и чрез измерване на оптичната плътност на отработилите газове.

По първия метод чрез помпа-дозатор се взема точно определено количество – 330 cm<sup>3</sup> отработили газове. Те се прекарват през филтърна хартия със среден размер на порите 4,5  $\mu$ m за около 1,5 s и визуално или посредством фотометриращо устройство се сравнява с еталонни образци, разделени на 10 степени от абсолютно бяла – 0, до абсолютно черна – 10. Фотометриращото устройство е със скала също градуирана в 10 условни единици. Предимството на тези уреди е, че са леснопреносими, но с тях не може да се взема непрекъснатата проба при работещ двигател и имат сравнително ниска точност и разделителна способност.

При втория тип уреди може непрекъснато да се измерва съдържанието на сажди в отработилите газове при висока точност и голяма разделителна способност, обаче те имат големи маси и размери и трудно се използват при пътни условия.

Проверката на димността може да се извърши при пълно натоварване на двигателя. Най-добре се извършва на динамометричен барабанен стенд с номинална честота на въртене, като резултатите се сравняват с допустими норми за димност при стендови условия (табл. 4.3).

Таблица 4.3

|                            |    |    |    |     |     |     |
|----------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| Дебит на газовете          |    |    |    |     |     |     |
| $G, \text{ dm}^3/\text{s}$ | 42 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| Димност                    |    |    |    |     |     |     |
| $R_{\text{н}}, \%$         | 60 | 57 | 51 | 46  | 40  | 35  |

Дебитът на газовете се определя за всеки честотен режим по формулата

$$G = \frac{V_h \cdot n}{120} \text{ за четиритактов ДВГ;}$$

$$G = \frac{V_h \cdot n}{60} \text{ за двутактов ДВГ,}$$

където  $V_h$  е жодовият обем на ДВГ,  $\text{dm}^3$ ;  
 $n$  – честотата на въртене,  $\text{min}^{-1}$ .

Понеже не винаги е възможно използването на динамометричен барабан, проверката на димността може да се извърши при ускоряване на двигателя. При неутрално положение на лоста на предавателната кутия чрез бързо натискане до упор на педала на газта, през което време се подава максимална порция гориво, честотата на въртене се повишава до номиналната, след което педалът на газта се отпуска, докато честотата се установи на минимално стабилна. По време на ускоряването се отчита само максималната стойност, измерена от димомера. Правят се 10 измервания в интервал от 10–12 s и се взема средноаритметичната величина от последните 5 измервания, като целият интервал на проверките трябва да е по-малък от 2 min.

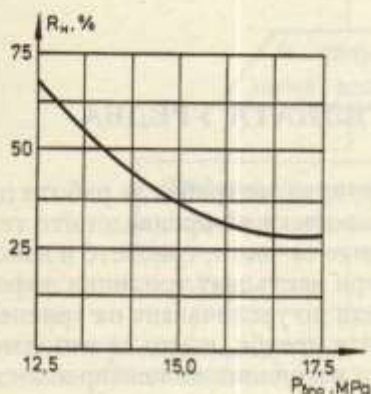
Допустимите норми за димност по БДС 17.2.4.15–82 са дадени в табл. 4.4.

Таблица 4.4

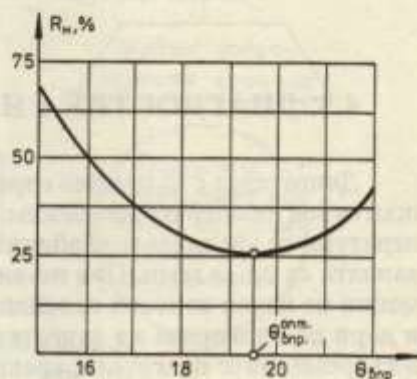
| Година на производство на ДВГ | Димност $R_{\text{н}}, \%$ на режимите |                |
|-------------------------------|--|----------------|
|                               | при максимално ускоряване              | при празен ход |
| до 31.XII.1970 г.             | 65                                     | 20             |
| от 1.I.71 до 31.XII.77 г.     | 50                                     | 15             |
| от 1.I.78 до 31.XII.84 г.     | 45                                     | 15             |
| след 1.I.1985 г.              | 40                                     | 15             |

Нормите за димност са за автомобилни дизелови двигатели, в т.ч. и основно ремонтирани, и са измерени по метода на ускоряването.

Върху димността на отработилите газове освен въздушното отношение оказват влияние и редица други фактори, зависещи от техническото състояние на горивната уредба – налягането, при което започва повдигането на иглата на разпръсквача, максималното налягане по време на впръскване, ъгълът на изпреварване на впръскването и др. (фиг. 4.59 и 4.60). Но върху качеството на горивния процес на дизеловите двигатели оказват влияние не само елементите на горивната уредба, но и състоянието на елементите от коляно-мотовилковия механизъм и газоразпределителния механизъм, чрез които се осигурява херметичността в надбуталното пространство. Затова, преди да се пристъпи към проверка на горивната уредба на дизеловия двигател, трябва да се извърши и диагностика на тези механизми.



Фиг. 4.59. Зависимост на димността в отработилите газове от ъгъла на изпреварване на впръскването на гориво



Фиг. 4.60. Зависимост на димността в отработилите газове от налягането на впръскване

*Характерните неизправности* на дизеловата горивна уредба са неизправностите в тръбопроводите за ниско налягане в участъка от резервоара до горивоподаващата помпа, предизвикани от нарушаване на херметичността. В горивната уредба се засмуква въздух, намалява се производителността на горивоподаващата помпа, двигателят работи неустойчиво на празен ход, а при увеличаване на натоварването спира.

Неизправностите в горивоподаващата помпа могат да предизвикат затруднено пускане в ход на двигателя, загуба на мощност при пълно натоварване. Причините са нехерметичност на всмукателния или нагнетателния клапан, неуплътнени съединения и др.

Неизправностите в горивонагнетателната помпа са износени помпени елементи, неправилна регулировка, износена гърбица или нагнетателен клапан, нерегулиран регулатор на честота на въртене, омекнали или счупени пружини, износена рейка и др. Отделните цилиндри на двигателя или работят неравномерно, или двигателят работи с намалена мощност, повишена димност и разход на гориво. Ако има запушени отвори на разпръсквачите, смесобразуването е влошено, димността е увеличена, мощ-

ността е намалена. Ако налягането, при което започва отварянето на иглата на дюзата, е по-високо от предвиденото поради неправилна регулировка, горенето ще започва по-рано, което ще предизвика намаляване на мощността и повишаване на разхода на гориво. Ако иглата отваря по-късно, горенето продължава много след GMT и двигателят прегрява.

На фиг. 4.61 е дадена програма за диагностика на дизелова горивна апаратура.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Как влияе въздушното отношение върху мощността на бензинов и дизелов двигател?
2. По кои основни параметри се определя техническото състояние на бензинов и дизелов двигател?

### 4.5. ДИАГНОСТИКА НА ОХЛАДИТЕЛНАТА УРЕДБА

Двигателят с вътрешно горене е така конструиран, че трябва да работи при постоянен температурен режим. При работа с по-ниски от предвидените температури се увеличават хлабините между триещите се части, триенето и износванията са по-големи. При по-високи температури настъпват топлинни деформации на някои основни детайли, което също води до увеличаване на триенето и дори до блокиране на двигателя. Охладителните уредби, които се използват в съвременните двигатели, сравнително рядко са източници на неизправности.

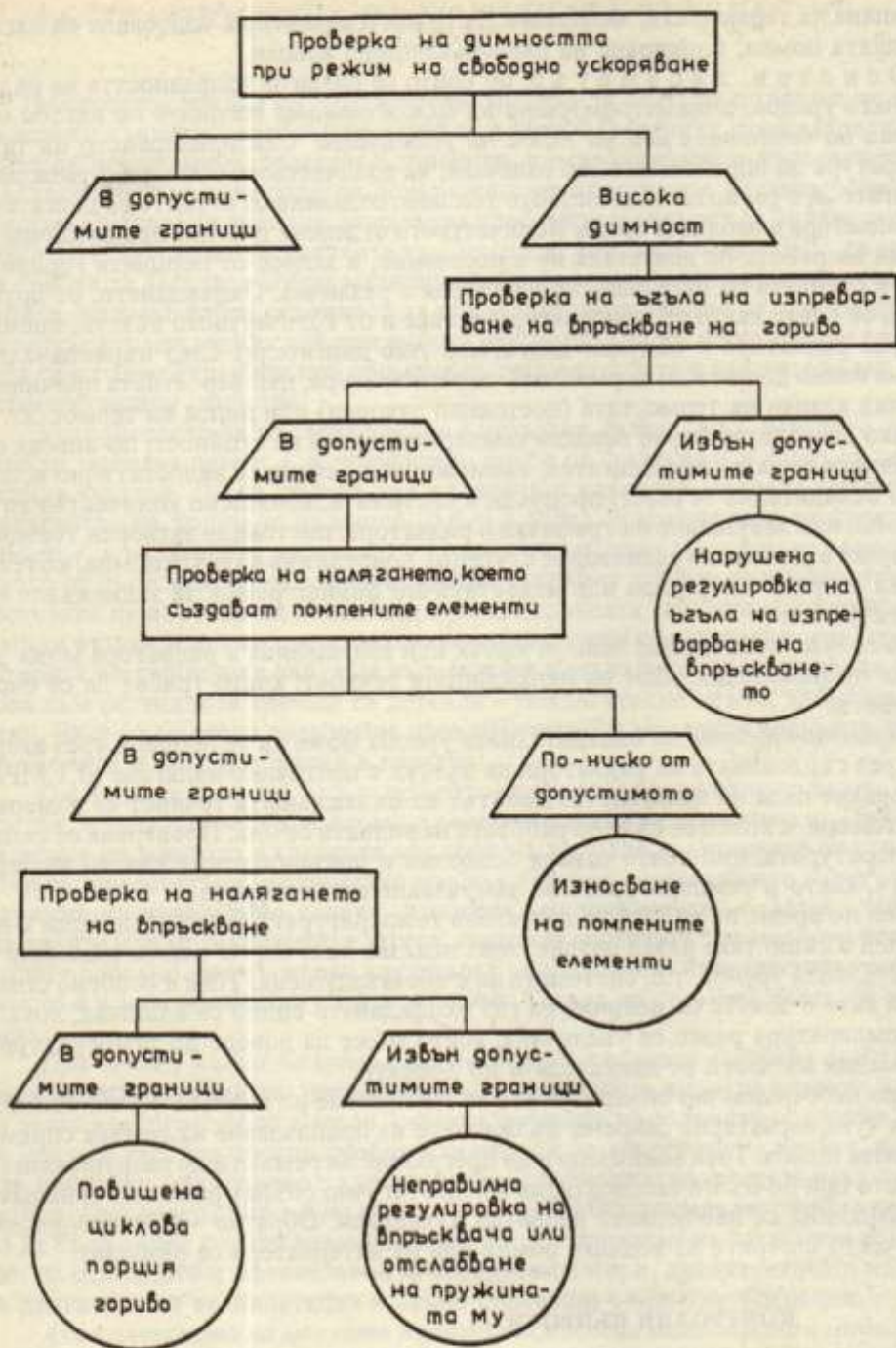
#### 4.5.1. ДИАГНОСТИКА НА ТЕЧНОСТНА ОХЛАДИТЕЛНА УРЕДБА

Напоследък най-голямо приложение имат течностните охлаждателни уредби затворен тип. За междинен флуид, отвеждащ топлината от цилиндрите към стените на двигателя и радиатора, се използва вода или ниско замръзваща течност (антифриз). При употребата на антифризи трябва да се подчертаят някои особености. Те имат увеличена прониквателна способност и затова уплътненията трябва да са по-добри. Имат също и по-голям коефициент на обемно разширение от водата. Ако охлаждателната уредба няма съд за компенсиране на разширението на течността, количеството на антифриза, наливан в радиатора, трябва да е с 6 до 8% по-малко от нормата за водата. След изпарение на част от антифриза трябва да се долива чиста вода, за да не се увеличи вискозитетът му и температурата на замръзване. Антифризите имат по-малък специфичен топлинен капацитет и с около 30% по-лоша топлопроводност от тази на водата.

Най-разпространената нискозамръзваща охлаждателна течност е смес от дестилирана вода и етиленгликол. Етиленгликолът е силно отровен, както и парите му.

Най-ненадежните елементи от охлаждателната уредба са водната помпа, водните съединения, термостатът и радиаторът.

*Характерните неизправности са нехерметичност на охлаждателната уредба, отлагане на котлен камък по стените, спукване на тръбите или заклиняване*



Фиг. 4.61. Програма за диагностика на дизелова горивна уредба



на клапана на термостата, запушване на тръби в радиатора, износване на лагер на водната помпа, блокиране на паро-въздушния клапан.

Основен параметър, по който се следи за изправността на охладителната уредба, е *температурата на охлаждащата течност на изхода от главата на двигателя или на входа на радиатора*. Стабилизирането на тази температура на определено ниво означава, че количеството топлина, отвеждано от двигателя, е равно на количеството топлина, отдавано от стените на двигателя и от радиатора в околната среда. Количеството отделена топлина при различните режими на работа на двигателя не е постоянно, а зависи от порцията гориво и оттам и степента на нагриване на двигателя е различна. Охлаждането, от друга страна, се влияе както от температурата, така и от количеството въздух, преминал през радиатора и обдухал двигателя. Ако двигателят след първоначално пускане бавно достига до нормалната си температура, най-вероятната причина е заклинил клапан на термостата (постоянно отворен) или липса на термостат.

Ако двигателят бързо повиши температурата си на стойност, по-висока от нормалната за даден тип двигател, възможните причини са недостатъчно количество охладителна течност, пропуски в системата, повишено количество котлен камък или запушване на тръбички в радиатора, постоянно затворен термостат (горното казанче на радиатора е студено), повреда във водната помпа, а оттам и малка скорост на флуида или недостатъчно опънат ремък за задвижване на водната помпа.

За голямо количество котлен камък или запушвания в радиатора може да се съди по намаления обем на охлаждащата течност, която трябва да се сипе в уредбата.

*Херметичността* на охладителната уредба може да се провери чрез вкарване през гърловината на радиатора на въздух с постоянно налягане (0,1 МРа) и измерване пада на налягането. Дебитът на охлаждащата течност се измерва с дебитомери, с които се съди за работата на водната помпа. Проверява се също и температурата, при която отваря основния и допълнителния клапан на термостата, както и температурата на замръзване на антифриза.

Ако по време на работа на двигателя температурата рязко се повиши и не след дълго също така рязко спадне, това показва *наличие на газови тампони* в охладителната уредба, т.е. системата не е обезвъздушена. Това е особено опасно, тъй като в зоната на наличие на газ охлаждането силно се влошава, локалната температура рязко се увеличава, което може да доведе до температурни деформации на части от двигателя и до дефекти.

При *недостатъчно опънат ремък* за задвижване на водната помпа обикновено се чува характерно свирене, дължащо се на приплъзване на ремъка спрямо ремъчната шайба. Това води също и до прегряване на ремъка и до разрушаването му. Често при по-дълга експлоатация с недостатъчно опънат ремък по триещата му повърхнина се наблюдават напречни пукнатини. Обратно – при *преопънат ремък* често лагерите на водната помпа или на алтернатора се разбиват.

?

## КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Кои са предимствата и недостатъците на антифризите?
2. По кой параметър основно се следи за изправността на охладителната уредба?
3. Как се проверява херметичността на охладителната уредба?

## 4.6. ДИАГНОСТИКА НА МАЗИЛНАТА УРЕДБА

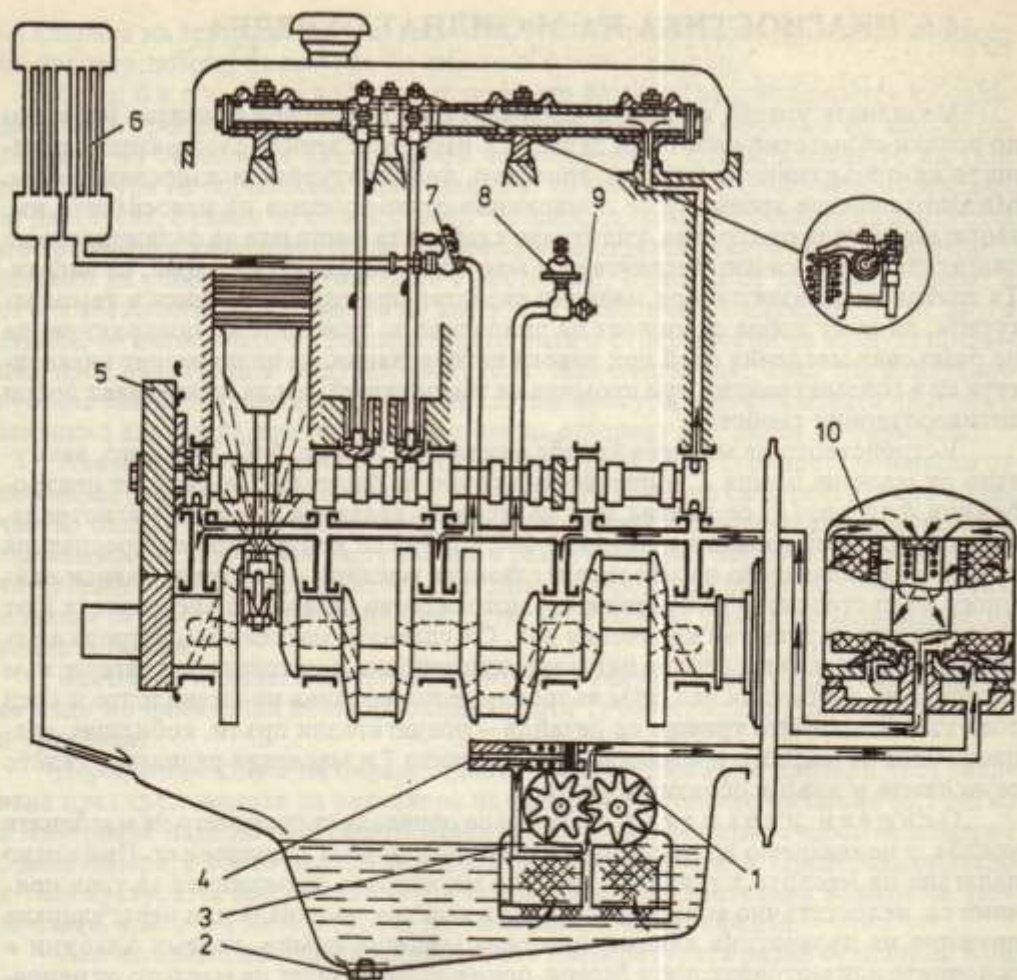
Мазилната уредба на ДВГ е предназначена да осигури подаване на масло до всички съвместно работещи детайли в него. Масленият слой разделя триещите се повърхнини, намалява триенето, температурата и износването им. Маслото очисти триещите се повърхнини от продуктите на износването им, защитава метала от корозия, уплътнява хлабините и спомага за охлаждането на двигателя. Затова и изискванията към маслата, употребявани в ДВГ, са високи. Те трябва да запазват добри мазилни свойства при големи разлики в температурите, да имат добра склонност да прилепват по триещите се повърхнини, да не разкъсват масления слой при високи натоварвания, да не променят вискозитета си в големи граници при промяна на температурата и да притежават добри антикорозионни свойства.

Устройството на маслена уредба е показано на фиг. 4.62. Маслото, засмукано от маслена помпа 1 и пречистено грубо от филтъра 3 и фино от центробежния филтър 10, се подава под налягане в главната маслена магистрала. Налягането на подаване на масло (0,6–0,8 МРа) се контролира от предпазния клапан 4, а налягането на маслото в главната маслена магистрала зависи най-много от състоянието на основните и мотовилкови лагери, от вискозитета и от честотата на въртене на колянвия вал. От главната маслена магистрала маслото се разпределя към силно натоварените основни и мотовилкови лагери, към лагерите на гърбичния вал, към вътрешната повърхнина на цилиндрите и след това към останалите триещи се детайли – повдигателни пръти, кобилицы, клапани. Част от маслото преминава през кранчето 7 и масления радиатор, където се охлажда и връща обратно в картера.

Основен параметър, по който се определя състоянието на маслената уредба, е *налягането на маслото в главната маслена магистрала*. При ниско налягане на маслото в главната маслена магистрала възможните за това причини са: недостатъчно количество масло в картера, омекнала или нерегулирана пружина на възвратния клапан, износена маслена помпа, големи хлабини в основните или мотовилковите лагери, понижен вискозитет на маслото от неправилно подбрано масло, масло след дълга употреба или прегрял двигател. Възможно е и да е попаднала вода в маслото. Тогава то променя цвета си – побелява.

*При много ниско налягане на маслото в главната маслена магистрала възможните причини са: неработеща маслена помпа, скъсана шпонка или вал на задвижващото зъбно колело, счупена пружина на възвратния клапан, липса на масло в картера поради пробив или поради немарливост на водача, протрит или прокъсан маслопровод или повреден манометър, неотчитащ реалното налягане. При рязко спадане на налягането до 0 МРа двигателят трябва незабавно да бъде спрял поради изключително бързо стопяване на лагерните композиции на основните и мотовилковите черупкови лагери, предизвикващи излизане на двигателя от експлоатация и скъпо струващи ремонтни операции.*

*Ако налягането на маслото в главната маслена магистрала е много ниско при честота на въртене на празен ход и не се увеличава или слабо се увеличава с повишаването ѝ, това е сигурен белег за недопустимо големи хлабини в основните или мотовилковите лагери и че двигателят трябва да бъде спрял за ремонт.*



Фиг. 4.62. Схема на маслена уредба

1 – маслена помпа; 2 – магнитна пробка на картера; 3 – филтър за грубо пречистване на маслото; 4 – предпазен клапан към маслената помпа; 5 – зъбни колела за задвижване на гърбичник вал; 6 – маслен радиатор; 7 и 8 – кранчета; 9 – присъединителен шлицер; 10 – центробежен филтър за фино пречистване на масло

Ако разходът на масло се увеличи – нормално той е около 1–2% от разхода на гориво, това може да се дължи освен на неизправности на механизмите на ДВГ, също и на неизправност на мазилната уредба – пропуски в уплътненията на картера, пропуски в маслопроводите, повишено налягане в картера от картерните газове и увличане на част от маслото извън двигателя.

При ниски околни температури, особено при първоначално пускане на ДВГ, вискозитетът на маслото е много висок, хидравличните съпротивления са много големи, може да не се осигури течностно триене, което е особено важно при основните и мотовилковите лагери и двигателят блокира.

*Състоянието на маслените филтри* може да се определи по пада на налягането на маслото. Преди и след филтъра се монтират два манометъра и по отчетената разлика в наляганията се съди за състоянието на филтъра. Колкото тази разлика е по-голяма, толкова степента на замърсяване на филтъра е по-голяма. Центробежните филтри се проверяват за степента на замърсяването им по времето, за което те окончателно ще спрат след спиране на двигателя. При нормален незамърсен филтър роторът на центрофугата му продължава да се върти не по-малко от 2 min, като се чува и характерният шум. Колкото по-рано се прекрати въртенето, толкова и филтърът е по-замърсен. Възможно е реактивните дюзи на центробежния филтър да са запушени, тогава центробежният филтър не работи.

*Маслената помпа* се проверява за дебит при определена честота на въртене и за налягане, при което се отварят предпазните и пропускателните клапани.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. От какво зависи налягането в главната маслена магистрала?
2. Колко време след спиране на двигателя трябва да се върти центрофугата на центробежния филтър при изправен и чист филтър?

---

## 5. ДИАГНОСТИКА НА СИЛОВОТО ПРЕДАВАНЕ

---

Тъй като силовото предаване обхваща голям брой механизми – съединител, предавателна и разпределителна кутия, карданно предаване и заден мост с поместени в него главно предаване с диференциал и полувалове, целесъобразно е последователното им разглеждане (по реда, посочен по-горе).

Механизмите от силовото предаване на съвременните автомобили са с висока надеждност, изискват минимално обслужване и сравнително рядко се налага тяхното ремонтване. Естествено неизправностите в тях са свързани с процесите на износване, неправилна експлоатация и често от неправилни ремонтни и монтажни операции.

### 5.1. СЪЕДИНИТЕЛ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на съединителя ученикът трябва да знае устройството и действието на сухия триещ съединител; да може да сваля и поставя съединители, да проверява водими (фрикционни) дискове, да регулира базовото разстояние на съединителя и свободния ход на педала, да обезвъздушава хидравлично задвижване.*

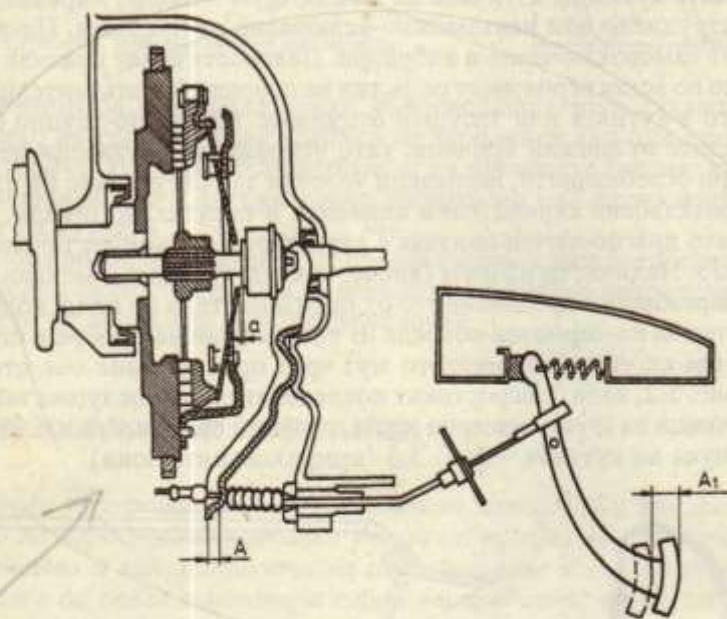
Най-често срещаните неизправности при работата на съединителя са непълно (нечисто) изключване, приплъзване (боксуване) и различни шумове, като скърцане, хъркане, виене, стържене.

Диагностичните признаци за непълното изключване на съединителя са трудно включване на първа предавка, характерно хъркане при включване на заден ход и трудно превключване на отделни предавки. Най-лесноотстранимата причина при тази неизправност е увеличеният свободен ход на педала –  $a$ ,  $A$  или  $A_1$  (фиг. 5.1). Много по-трудно се отстраняват останалите възможни причини, като неправилно монтиран водим диск, водим диск с по-голяма дебелина, затруднено движение на водимия диск по шлиците на първичния вал, изкривен или напукал водим диск, неправилно регулирана база, по-рядко изкривен притискателен диск.

Диагностичните признаци за приплъзване на съединителя се усещат при опит за бързо (рязко) ускорение на автомобила (на I, II и III предавка), когато двигателят преминава в режим на високи честоти на работа без осезаемо ускорение на автомобила, съпроводено с характерно скърцане. След 2–3 такива опита или по-продължително приплъзване се усеща специфичната миризма на изгорял фрикционен материал.

Най-лесноотстранимите причини при тази неизправност са много малкият свободен ход на педала, а най-вероятно и липсата на такъв. Много по-трудно се отстраняват останалите възможни причини, като омаслени триещи се повърхнини, изменена характеристика (омекнали) или счупени притискателни пружини, спукана диафрагмена пружина, износен или много тънък фрикционен диск.

Шумът, възникващ при работа с педала на съединителя (стържение, хъркане или скърцане) и изчезващ при освобождаването му, се дължи на неизправност в изключващия лагер – опорна пета. Шумът, който изчезва при изключването на съединителя и се появява с включването му, се дължи на повредени лагери на първичния или междинния вал в предавателната кутия. А шумът, който се появява



Фиг. 5.1. Свободен ход на педала на съединителя – а, А или А<sub>1</sub>

при напълно изключен съединител и изчезва след включването му, се дължи на повреда в предния лагер на първичния вал (намира се в единия край на коляновия вал).

Неизправности в процеса на работа могат да се появят и в задвижването. Изтичането на спирачна течност или невъзможността да се изключи съединителят се дължат на изпуснали гумени уплътнители.

Прокъсването на отделни нишки от стоманеното жило е причина за много тежко (трудно) изключване на съединителя или невъзможност да се включи. Вклинването на скъсаните нишки в бронята е причината за тази неизправност.

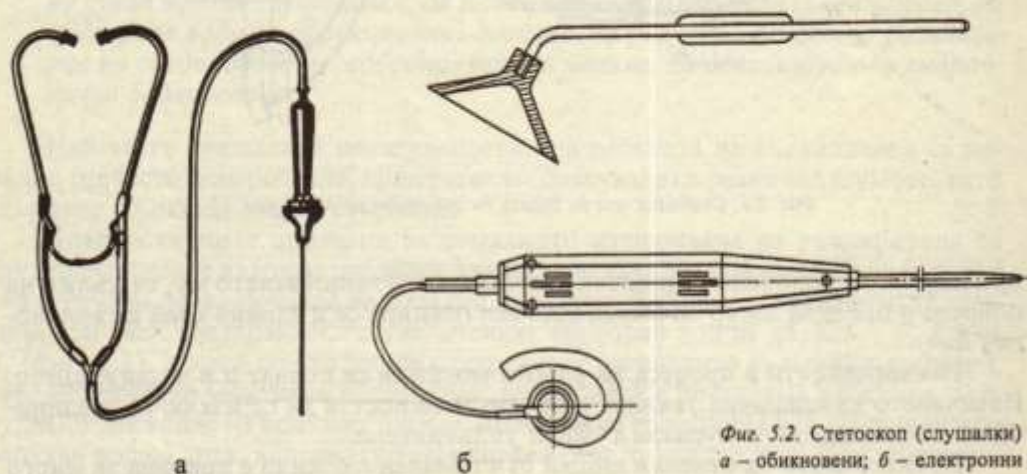
## 5.2. ПРЕДАВАТЕЛНА И РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНА КУТИЯ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на предавателните и разпределителните кутии ученикът трябва да знае принципното устройство и действие на дву- и тривалови степенни предавателни и разпределителни кутии, принципното устройство и дейс-*

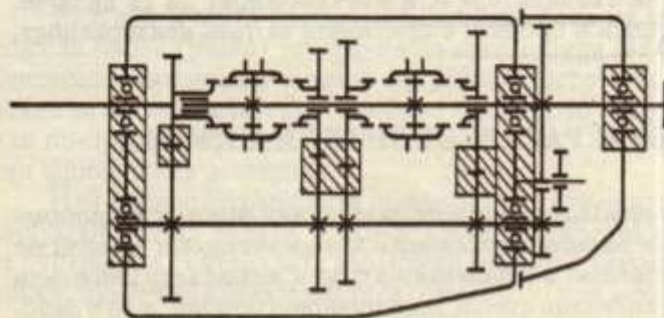
твие на синхронизаторите, предавателите и фиксаторите; да може да сваля и поставя предавателни и разпределителни кутии – специфични изисквания; да спази и осигури условията за правилна работа на цилиндрични и конусни зъбни предавки.

Най-често срещаните неизправности при работата на предавателните и разпределителните кутии са изтичане на масло, шум – виене, хъркане, чукане или тракане, затруднено или невъзможно включване на предавка. По-рядко са оплакванията от самоизключване и вибрации. Диагностичният признак изтичане (теч) на масло по всяка вероятност се дължи на повредени уплътнители, високо ниво на маслото в кутията или запушен отдушник. Много по-трудно се отстраняват останалите възможни причини, като неправилно поставени детайли и уплътнители при сглобяването, неспазени условия за осигуряване на плътност при затягане, разхлабени скрепителни елементи и евентуално шупли.

Виенето като диагностичен признак е характерно за зъбните предавки при работа без масло. Наличието на шум (виене, чукане, тракане) в механизма при редовното му зареждане с предписаното от производителя по вид и количество масло е показател за по-сериозна повреда. В този случай най-добре е шумът да се локализира (да се установи мястото му) чрез прослушване със стетоскоп (слушалки) – фиг. 5.2, като диагностикът последователно прослушва вероятните зони за източници на шум – лагерни легла, равнини на зацепена двойка зъбни колела, по корпуса на кутията – фиг. 5.3 (защрихованите зони).



Фиг. 5.2. Стетоскоп (слушалки)  
а – обикновени; б – електронни



Фиг. 5.3. Зони – вероятни източници на шум в предавателния механизъм

Самоизключването може да е причинено от счупена или омекнала пружина на фиксатора, което в някои случаи е лесноотстранима повреда. Изкривената вилка, както и страничното износване на зъбите от зъбния венец на зъбно колело, е трудноотстранима причина за самоизключване – фиг. 5.4.



Фиг. 5.4. Странично износени зъби от зъбния венец

Причина за самоизключване, съпроводено с шум (чукане), може да е и наличието на голяма осова хлабина на вторичния вал или главините на синхронизаторите. Изобщо отстраняването на шумовете (виене, хъркане, чукане), самоизключването и затрудненото включване най-често изискват сваляне и ремонт на кутията.

Вибрациите, възникващи от предавателната или разпределителната кутия в определен скоростен режим на движение, са крайно неприятни и са причинени най-често от неспазени монтажни условия.

### 5.3. КАРДАННИ ПРЕДАВКИ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на карданните предавки ученикът трябва да знае принципното устройство и кинематиката на асинхронните и синхронните шарнири; да може да сваля и монтира карданни предавки; да разглобява и сглобява карданни шарнири.*

Най-често срещаните неизправности в карданните предавки са увеличени хлабини, износени лагери, неправилно поставени или изкривени части.

Шумовете, възникващи в карданните предавки при промяна на посоката на предаване на въртящ момент  $M_2$ , са диагностичен признак за наличие на хлабини. Метално чукане с камбанен звън е показател за голяма хлабина в шлицовото съединение. Повредата се установява по следния начин. Захващаме с ръце валовете от двете страни на карданния шарнир и се опитваме да ги завъртим един спрямо друг. При проверка на ръка единият от валовете се завърта чувствително спрямо другия, който е осигурен неподвижно. Чистият метален звук е от хлабини в шарнирите. При същия захват на валовете се опитваме да придвижим двете вилки една спрямо друга по геометричните оси на кръстачката. Усещането за преместване при направените проверки е гаранция за наличието на радиална и осова хлабина в шарнира.

Междинната лагерна опора също е източник на шум – виене, стържене, и лесно може да се открие със стетоскоп.

Вибрациите са друг доста неприятен диагностичен признак за нарушени условия за правилна работа на карданната предавка, като увеличени хлабини в шарнирите, голяма стегнатост в шарнирите, неправилно монтажно положение на предавката, радиално биене на валовете, повредена гумена опора на междинната лагерна опора, неправилно монтажно положение на присъединителните фланци.



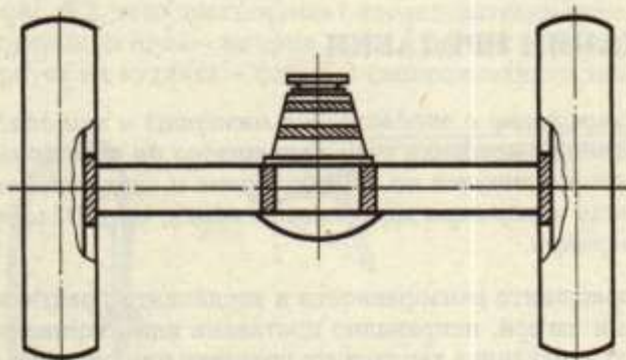
## 5.4. ЗАДЕН МОСТ С ГЛАВНО ПРЕДАВАНЕ И ДИФЕРЕНЦИАЛ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на задния мост с главното предаване и диференциала ученикът трябва да знае принципното устройство и действие на главното предаване и диференциала, както и видовете полувалове; да може да разглобява, сглобява и регулира диференциал и главно предаване.*

Най-често срещаните неизправности в този механизъм са изтичане на масло, повредени лагери, изкривени полувалове, износени или счупени зъби от зъбните козела.

Диагностичният признак изтичане на масло се дължи на същите причини, посочени вече за предавателните и разпределителните кутии.

Прослушването на задния мост със стетоскоп много точно ще локализира източника на шума, а оттам и причината за възникването му – фиг. 5.5.



Фиг. 5.5. Зони за прослушване на шумове от заден двигателен мост

?

### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Защо при наличието на голяма осова хлабина (ход) на вторичния вал предавките се самоизключват?
2. Защо шумът от повредения лагер на междинната опора на карданната предавка се чува от задния мост и по-рядко от предавателния механизъм?
3. Защо наличието на хлабини в шарнирите на кардановите предавки е причина за шум и вибрации при работа?

## 6. ДИАГНОСТИКА НА КОРМИЛНАТА УРЕДБА

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на кормилната уредба ученикът трябва да знае необходимостта и начините на завиване на транспортните средства – кораби, самолети, верижни машини, ремаркета и автомобили; основните величини и понятия, характеризиращи завиването на автомобила; устройството и действието на кормилната уредба; условията за чисто търкаляне на колелата в завой – теоретични и графични; страничната устойчивост на автомобила в завой – условията да няма странично плъзгане и преобръщане; да може да разглобява, ремонтира и регулира кормилни кутии.*

Необходимата техническа документация и средства за диагностициране на кормилната уредба са:

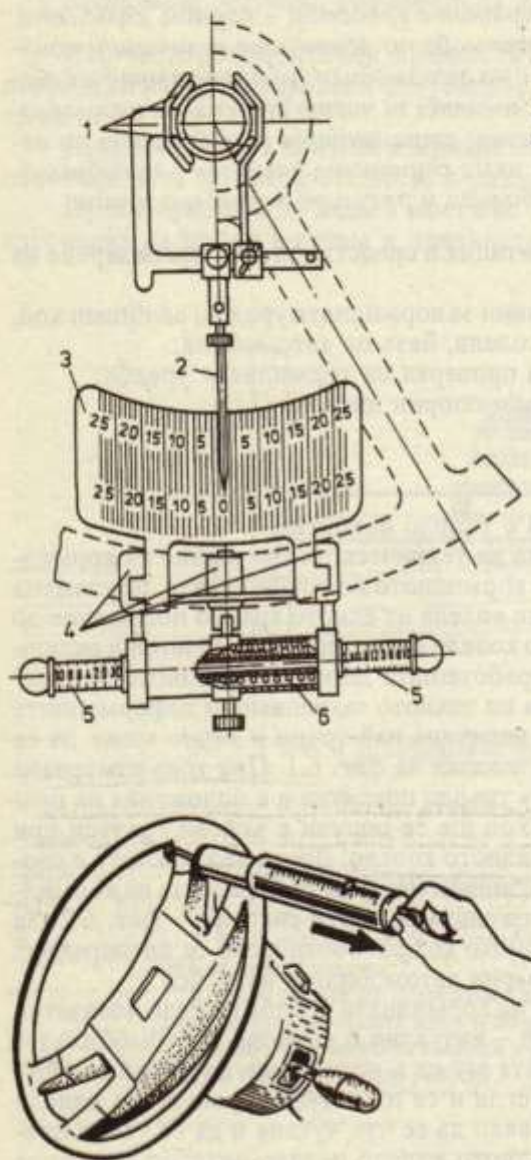
- технически и експлоатационни данни за кормилната уредба: свободен ход, сила за отклонение на управляемите колела, база на автомобила;
- уред (ъгломер-динамометър) за проверка на кормилната уредба;
- свободновъртящи се и градуирани опорни дискове;
- ролетка с дължина min 15 m;
- отвес и тебешир;
- крик (подемник);
- хоризонтална и равна площадка с твърдо покритие.

Диагностичните величини за оценка на техническото състояние на кормилната уредба са две – свободният ход на кормилното колело и силата, приложена към него за отклонение на управляемите колела от едното крайно положение до другото. Свободният ход на кормилното колело е комплексен показател и включва в себе си хлабините между взаимнороботещите детайли, взаимното преместване на детайлите и възлите в местата на тяхното закрепване и деформациите в частите на кормилната уредба. Тази величина най-точно и вярно може да се измери с уреда ъгломер-динамометър, показан на фиг. 6.1. При това измерване управляемите колела трябва да са върху твърдо покритие и в положение на праволинейно движение, като свободният ход ще се получи в ъглови градуси при контролирана сила, приложена на кормилното колело. Друга възможност е свободният ход да бъде измерен в линейни единици (mm) по периферията на кормилното колело при контролиране на приложената сила със силомер – фиг. 6.2. За определяне на свободния ход на кормилното колело обикновено се препоръчват сили около 7,5 N за леки и 10 N за товарни автомобили и автобуси.

Оценка за техническото състояние на кормилната уредба по този показател може да се направи и по сетивен начин – визуално и слухово. Автомобилът е спрял върху твърдо покритие и колелата му са в положение на праволинейно движение. Неколкократно рязко се изтегля и се изтласква кормилното колело по оста на кормилния вал – не би трябвало да се чуе чукане и да се усети преместване. След това се завърта кормилното колело наляво-надясно (със сила около 30–40 N за леки и 50–60 N за товарни автомобили и автобуси), като се следи за взаимното преместване на частите от уредбата и се прослушва за шумове – скърцане, чукане.

И накрая последователно се повдигат предните управляеми колела и се отклоняват в хоризонталната равнина – фиг. 6.3, като внимателно се следи за взаимни премествания на частите, свързани с шарнирни връзки, и слухово за шумове.

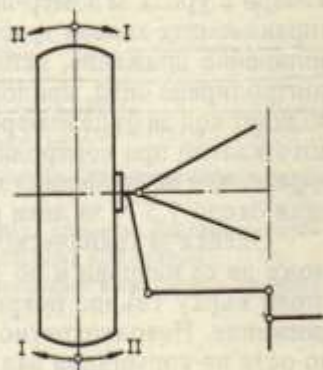
Лекотата на управление се определя със силата, приложена към кормилното колело, необходима за отклоняване на управляемите колела от едното крайно положение до другото. За тази цел колелата на автомобила трябва да са пос-



Фиг. 6.2. Контрол на свободния ход и силата, необходима за завъртане на кормилното колело

Фиг. 6.1. Ъгломер – динамометър

1 – захват за кормилната колона; 2 – неподвижна указателна стрелка; 3 – подвижна разграфена скала; 4 – захват на уреда за кормилното колело; 5 – динамометрични дръжки; 6 – пружини на динамометъра



Фиг. 6.3. Проверка за хлабини в шарнирите на кормилния трапец

тавени върху свободно въртящи се градуирани опорни дискове, а кормилното колело да се върти плавно между крайните си положения. Отчетените чрез динамометъра стойности не трябва да надвишават 30 N за леки и 50–60 N за товарни автомобили и автобуси.

При оценка „технически изправна“ или „годна“ за състоянието на кормилната уредба може да се определи *ъгловото предавателно число на уредбата*.

За тази цел управляемите колела на автомобила са стъпили върху свободно въртящи се и градуирани опорни дискове в положение на праволинейно движение и спирачната уредба е задействана. По скалите на двата диска показанията трябва да са 0°. Чрез плавно завъртане на кормилното колело през 90° до крайно дясно, а после и до крайно ляво положение се отчитат отклоненията на колелата и се изчислява *ъгловото предавателно число*:

$$\omega = \frac{\varphi^\circ}{\alpha^\circ},$$

където  $\varphi^\circ$  е ъгълът на завъртане на кормилното колело;  $\alpha^\circ$  – средният (аритметичен) ъгъл на отклонение на управляемите колела.

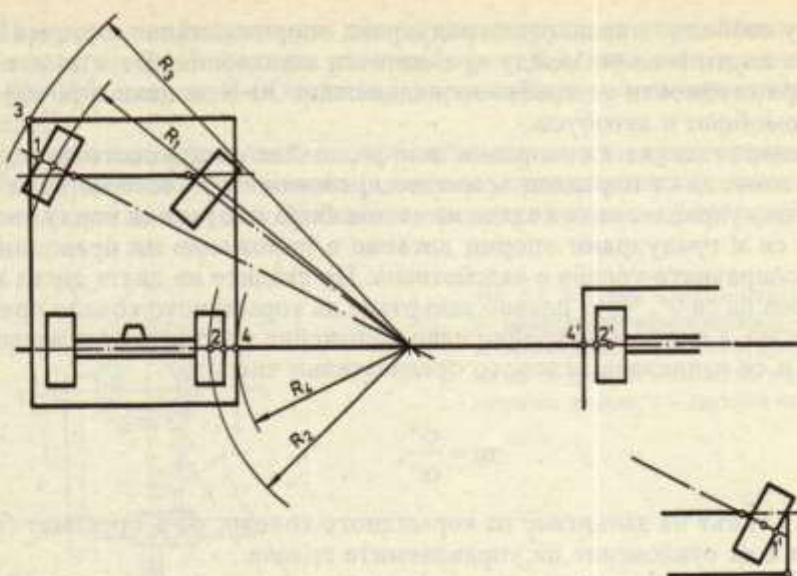
По-удобно за работа е резултатите да се представят в следната таблица:

| $\varphi^\circ$ | Десен завой      |                  |                |                 | Ляв завой        |                  |                |                 |
|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
|                 | $\alpha^\circ_1$ | $\alpha^\circ_2$ | $\alpha^\circ$ | $\omega_\Delta$ | $\alpha^\circ_1$ | $\alpha^\circ_2$ | $\alpha^\circ$ | $\omega_\Delta$ |
| 90°             |                  |                  |                |                 |                  |                  |                |                 |
| 180°            |                  |                  |                |                 |                  |                  |                |                 |
| 270°            |                  |                  |                |                 |                  |                  |                |                 |
| 360°            |                  |                  |                |                 |                  |                  |                |                 |
| ⋮               |                  |                  |                |                 |                  |                  |                |                 |

**Определяне радиусите на завиване на автомобила.** За целта задният мост на автомобила трябва да е точно над базовата линия, предварително нанесена върху равна и хоризонтална площадка с твърдо покритие – фиг. 6.4. На място управляемите колела се отклоняват до крайно дясно (ляво) положение, след което с отвес се отбелязват контролните точки (1, 2, 3 и 4) върху опорната повърхност. Трябва да се има предвид, че точките 1 и 2 са плътно до протектора на гумата, а не съвпадат със следата. Автомобилът на собствен ход или чрез бутане се премества, докато опише полуокръжност и задният му мост отново застане точно над базовата линия. Това положение се установява с отвес. След това се отбелязва новото положение на контролните точки (вече 1', 2', 3' и 4') пак с отвес и автомобилът се придвижва извън зоната на измерване.

Радиусите на завиване на автомобила се определят, след като се измерят разстоянията между контролните точки чрез следните изчисления:

$$R_1 = \frac{L_{11'} - B_{np}}{2} - \text{радиус на завиване на предно външно за завоя колело};$$



Фиг. 6.4. Схема на постановката за определяне радиусите на завиване на автомобила

$$R_2 = \frac{L_{22'} + B_{пр}}{2}, \text{ mm} - \text{радиус на завиване на задно вътрешно за завоя колело};$$

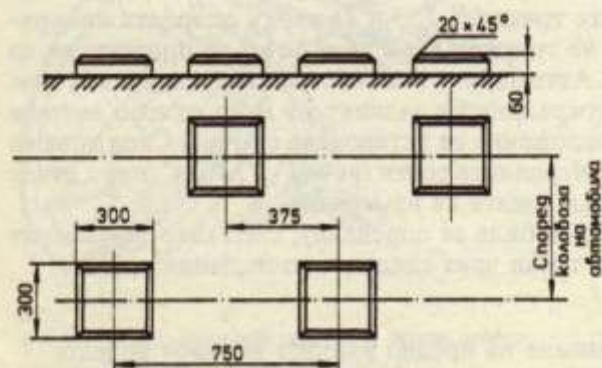
$$R_3 = \frac{L_{33'}}{2}, \text{ mm} - \text{външен габаритен радиус на завиване (максимален)};$$

$$R_4 = \frac{L_{44'}}{2}, \text{ mm} - \text{вътрешен габаритен радиус на завиване (минимален)},$$

където  $L_{11'}$ ,  $L_{22'}$ ,  $L_{33'}$  и т.н. са разстоянията между контролните точки;

$B_{пр}$  е широчината на протектора в контактното петно гума – път, mm.

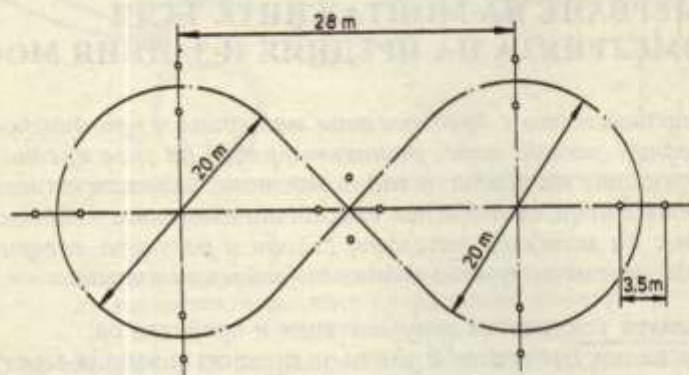
**Определяне на силата, приложена върху кормилното колело при движение:**



Фиг. 6.5. Схема на формата и разположението на препятствията

– по неравен път с препятствия – фиг. 6.5. При тази проверка автомобилът се движи със скорост 20 km/h и преминавайки с колелата си през препятствията, предава силата на кормилното колело. Изпитателят чрез ъгломер-динамометъра определя силата, с която задържа кормилното колело. Като краен резултат се приема средноаритметичната стойност от три измервания;

– при движение в „осморка“ – фиг. 6.6. И в този случай чрез ъгломер-динамометъра се отчита силата за завъртане и задържане на кормилното колело при движението на автомобила в „осморката“. Скоростта на движение е 20–25 km/h. Крайният резултат е средноаритметичната стойност от три измервания.



Фиг. 6.6. Схема на „осморката“

Тези две проверки може да се проведат при наличие на подходящо място и условия.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Съпоставете резултатите ( $\omega$  и  $R$ ) от измерванията и ги анализирайте.
2. Защо при измерване на отклонението на управляемите колела те трябва да са застопорени?
3. Защо гумите от двата задни задвижващи моста на триосните автомобили в завой се плъзгат (няма чисто търкаляне)?

---

## 7. ДИАГНОСТИКА НА ОКАЧВАНЕТО И ХОДОВАТА ЧАСТ

---

Тя се състои в измерване на монтажните ъгли от геометрията на предния и задния мост и проверка на амортизьорите.

### 7.1. ИЗМЕРВАНЕ НА МОНТАЖНИТЕ ЪГЛИ ОТ ГЕОМЕТРИЯТА НА ПРЕДНИЯ И ЗАДНИЯ МОСТ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на предния /задния мост ученикът трябва да знае предназначението и конструкциите на предни и задни мостове, монтажни ъгли – предимства, недостатъци, стойности, еластични елементи – видове и място на монтиране; да може да разглоби, сглоби и регулира лагерния възел на главината; да смени гумено-метални (сайлент) втулки.*

Необходимата техническа документация и средства са:

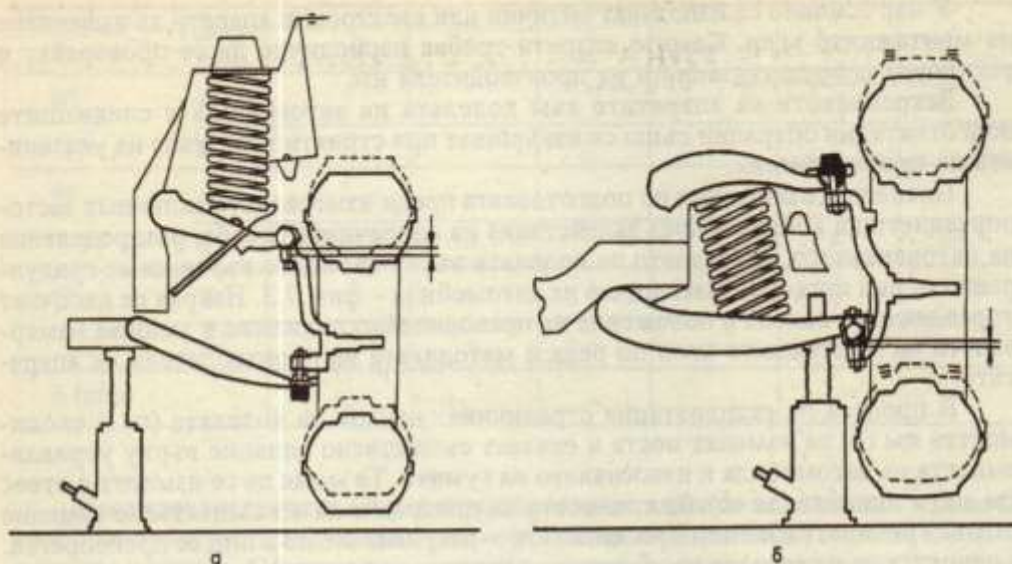
- техническа документация с данни за предния и задния мост на автомобила;
- апарати за измерване на монтажните ъгли със съпровождаща техническа документация;
- манометър за автомобилни колела;
- дълбокомер за гуми;
- крик (подемник);
- стенд за уравновесяване на колела – балансмашина;
- противотежести.

**Подготовка на автомобила за провеждане на упражнението.** Тази подготовка включва в себе си поредица от контролни операции (проверки), с които се установява техническото състояние на предния мост – най-вече за хлабини в различните шарнирни точки. Наличието на хлабини, макар и малки, са причина за нечистото търкаляне на колелата и за отклонения от номиналните стойности на монтажните ъгли. В резултат на това се затруднява и се влошава управляемостта на автомобила, от една страна, а от друга, се ускорява износването на гумите.

Проверява се налягането на въздуха в гумите и при необходимост се коригира.

Проверява се дълбочината на протектора на три места (външна, средна и вътрешна част) в зоната на вентила.

Повдига се едното или двете колела на автомобила от предния или задния мост, като мястото на подпиране се определя от мястото на еластичния елемент – фиг. 7.1. Разклаща се колелото във вертикалната равнина – фиг. 7.2, за да се проверят хлабините в лагерите на главината. Установеният резултат се сравнява с препоръчания в техническата документация на автомобила и при необходимост се коригира.

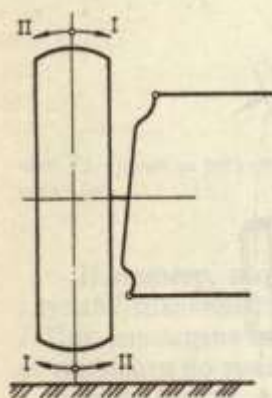


Фиг. 7.1. Място на подпиране с крък в зависимост от разположението на еластичния елемент  
 а – над горното носещо рамо; б – над долното носещо рамо

Отново по-енергично се разклаща колелото във вертикалната равнина при натиснат спирачен педал. Усещането за преместване на колелото, както и металното чукане е сигурен белег за недопустими хлабини в шарнирите на окачането.

Накрая се проверява за евентуални хлабини в кормилната уредба, като се отклонява повдигнатото колело с ръце в хоризонталната равнина (фиг. 6.3).

При оценка „годен“ за техническото състояние на предния мост автомобилът може да се установи на диагностическия пост и да се поставят апаратите към колелата му.



Фиг. 7.2. Проверка за хлабини в лагерите на главната



Фиг. 7.3. Вертикално разклащане на автомобила



У нас основно се използват оптични или електронни апарати за измерване на монтажните ъгли. Самите апарати трябва периодично да се проверяват и регулират според указанията на производителя им.

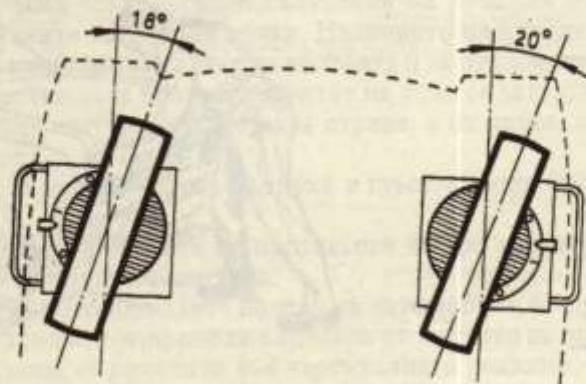
Закрепването на апаратите към колелата на автомобила и следващите подготвителни операции също се извършват при стриктно спазване на указанията на производителя.

Последните операции по подготовката преди измерването включват застопоряването на колелата чрез задействане на спирачната уредба, разпределение на натоварването, спускането на колелата върху свободно въртящи се градуирани опорни дискове, разклащане на автомобила – фиг. 7.3. Накрая се насочват управляемите колела в положение на праволинейно движение и започва измерването на монтажните ъгли по реда и методиката на производителя на апаратите.

В процеса на експлоатация страничният наклон на колелата ( $\alpha$ ) и сходимостта им ( $\delta$ ) се изменят доста и оказват съществено влияние върху управляемостта на автомобила и износването на гумите. Те може да се измерят с отвес (за  $\alpha$ ) и линейка (за  $\delta$ ). За точността на измерване на  $\alpha$  съществено влияние оказва кривината (биенето) на джантата – изкривяване до 2 mm се пренебрегва. Точността на измерване на  $\delta$  освен от кривината на джантите зависи и от местата на точките на измерване. Неспазването на тези два фактора на практика би довело до сериозни отклонения в отчетените резултати.

Сравнително рядко провеждана контролна операция у нас е проверката на ъглите на отклонение на управляемите колела – фиг. 7.4. За целта вътрешното за завоя колело се отклонява на  $20^\circ$  и се отчита отклонението на външното, което е  $17+19^\circ$ . Точните стойности за всеки автомобил са дадени в специализираната техническа литература. Проверката се извършва и за двете колела.

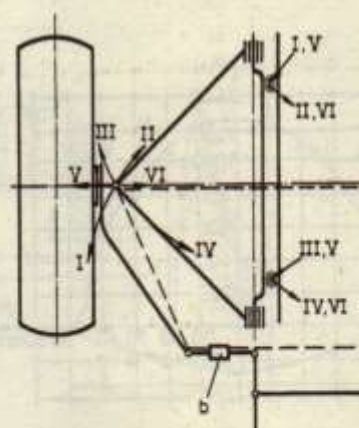
С цел да се изясни напълно състоянието на монтажните ъгли добре е да се направи изследване на изменението им с натоварването на автомобила. Автомобилът последователно се натоварва с по един пътник, като всеки път се отчитат стойностите на ъглите  $\alpha$  и  $\delta$ . Резултатите се попълват с показаната примерна таблица, а може да се представят и графично.



Фиг. 7.4. Проверка за ъглите на отклонение на управляемите колела

| $\zeta$ \backslash Товар |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha^\circ$           | л |   |   |   |   |   |   |
|                          | д |   |   |   |   |   |   |
| $\beta^\circ$            | л |   | - | - | - | - | - |
|                          | д |   | - | - | - | - | - |
| $\gamma^\circ$           | л |   | - | - | - | - | - |
|                          | д |   | - | - | - | - | - |
| $\delta$ (mm)            |   |   |   |   |   |   |   |

Последователността на регулиране на монтажните ъгли зависи изключително от конструкцията на моста и регулиращите устройства, а оттам и взаимното им влияние. Обикновено се спазва следният ред на регулиране –  $\gamma$ ,  $\alpha + \beta$  и накрая  $\delta$ . С регулирането на  $\gamma$  се изменя и  $\alpha$ . Ъглите  $\alpha$  и  $\beta$  се променят едновременно, но противоположно и не еднакво, като не оказват влияние върху  $\gamma$ . Тъй като при изменението на  $\zeta \alpha$  се изменя основата на кормилния трапец, следва, че се изменя и  $\zeta \delta$ . Изменението на  $\zeta \delta$  (чрез втулката  $b$ ) не оказва никакво влияние върху останалите ъгли – фиг. 7.5.



Фиг. 7.5. Схема на регулиращи устройства на монтажните ъгли

Например, ако в горния пакет регулировъчни шайби се прибавят още – случай  $I$ , шарнирната точка шенкел–носецо рамо ще се премести по траектория  $I$ . При изваждане на шайби от същия пакет – случай  $II$ , шарнирната точка ще се премести по траектория  $II$ . По същия начин се разглежда и долният шарнир – случай  $III$  и  $IV$ , и съответните траектории  $III$  и  $IV$ .

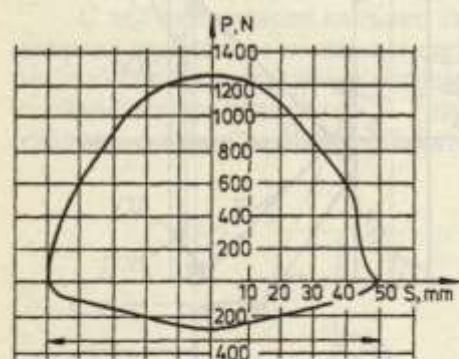
Когато се прибавят – случай  $V$  (извадят – случай  $VI$ ), едновременно шайби с еднаква дебелина към (от) двата регулировъчни пакета, траекторията на шарнирната точка е  $V$  или  $VI$ .

## 7.2. ПРОВЕРКА НА АМОРТИСЬОРИТЕ

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на амортисьорите ученикът трябва да знае предназначението, устройството, действието и видовете им с предимствата и недостатъците им; да може да сваля и монтира амортисьор.*

Най-често срещаната неизправност при амортисьорите е повреда в опорните точки вследствие износване на гумените втулки и тампони, както и само-разхлабване в същите точки. Тези неизправности са съпроводени с ясно изразено чукане при преминаване през една или през серия от неравности. За да се открие мястото на неизправността, спрелият автомобил трябва да се разклати във вертикалната равнина и внимателно да се открие източникът на шума. Другият начин е внимателно да се огледат опорите на закрепване на амортисьора и да се опита преместването му на ръка или с лост. При този оглед може да се установи още един дефект – изпуснал амортисьор – по намокрената (омаслена) външна част на амортисьора.

Всички тези неизправности влияят върху работата на амортисьора и в крайна сметка променят неговата характеристика – фиг. 7.6. Променената работна характеристика на амортисьора веднага дава отражение върху износването на протектора на гумата. Следователно като комплексен и важен диагностичен признак за състоянието на амортисьорите е прието състоянието на протектора на гумите или картината на износването им (вж. „Диагностика на автомобилните колела“).

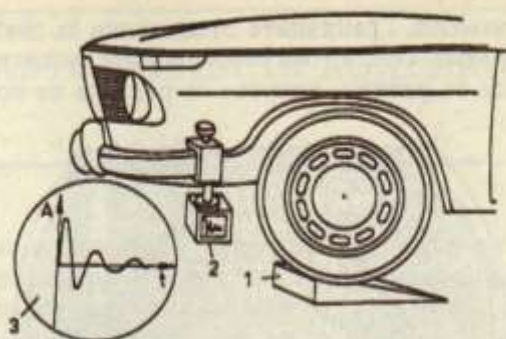


Фиг. 7.6. Работна характеристика на амортисьор

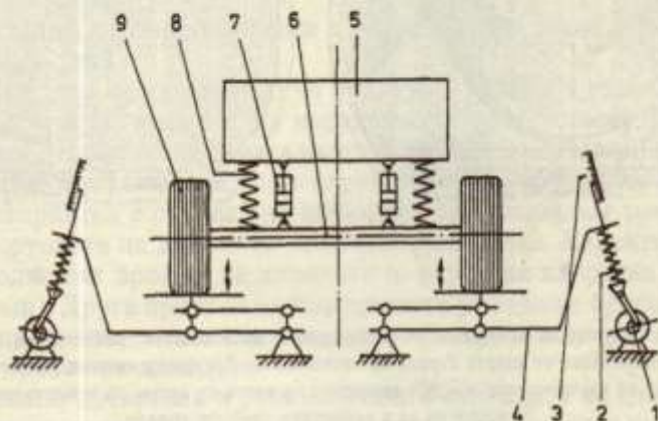
Един от начините за проверка на амортисьора е снемането на работната му характеристика и сравняването ѝ с еталонната. Снемането на тези характеристики се извършва на специални стендове с регистриращо устройство при сваляне от автомобила амортисьор.

По втория начин проверката на амортисьора се извършва на място, без свалянето му от автомобила. В този случай автомобилът се движи бавно и едно от колелата му преминава през изкуствено препятствие, като се регистрират трептенията му – фиг. 7.7.

Фиг. 7.7. Проверка на работата на амортисьора по затихването на свободните трептения  
 1 – изкуствена неравност; 2 – регистриращ уред;  
 3 – еталонна графика



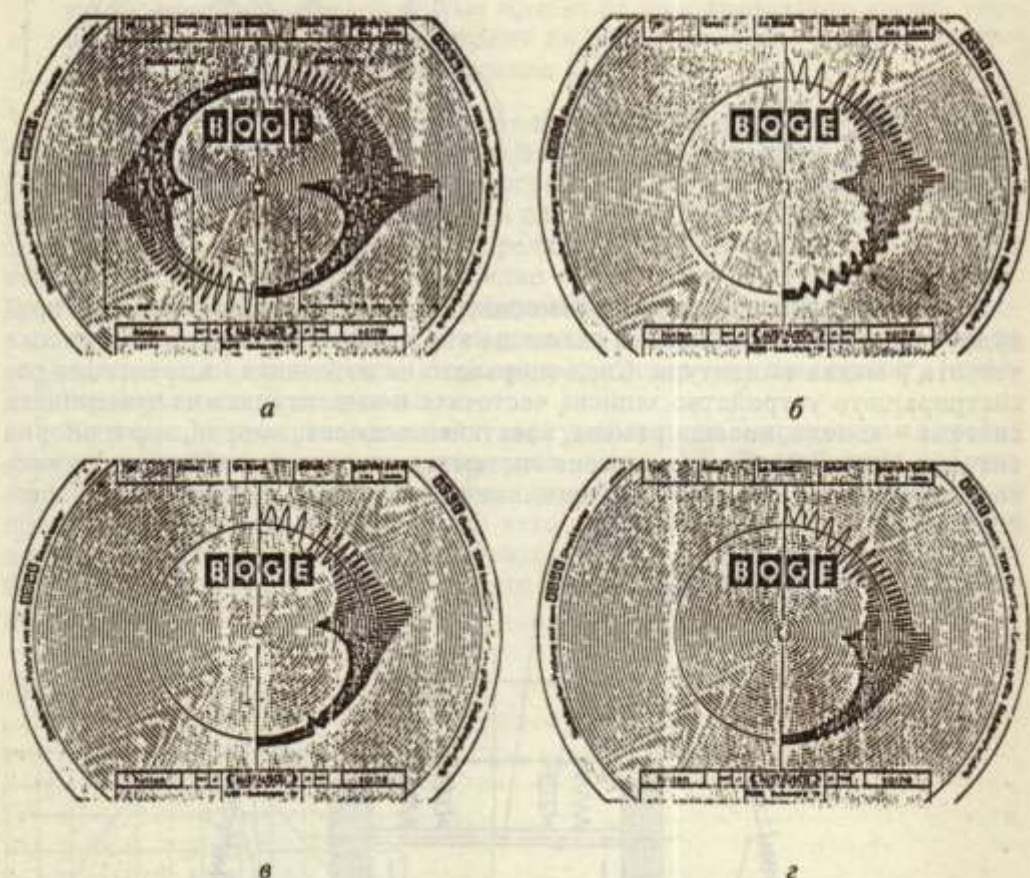
При статичните стендове автомобилът е неподвижен, всяко колело принудително и самостоятелно се разклаща във вертикалната равнина с висока честота и малка амплитуда. След спирането на източника на трептения регистриращото устройство записва честотата и амплитудата на трептящата система – колело, носещи рамена, еластичен елемент, амортисьор и опорна система (фиг. 7.8). В един момент системата достига резонансната си честота, при която се получава максимална амплитуда на отклоненията – фиг. 7.9.



Фиг. 7.8. Схема на статичен стенд за проверка на амортисьори  
 1 – ексцентрик механизъм; 2 – пружини; 3 – записващо устройство; 4 – подвижни люлеещи се площадки; 5 – каросерия; 6 – мост; 7 – амортисьор; 8 – еластичен елемент; 9 – колело

Измерената с линия максимална амплитуда се сравнява с граничните стойности, дадени в таблица от производителя на стенда. Когато резонансната амплитуда е по-малка от граничната, се приема, че амортисьорът е годен. В останалите случаи – при равенство на амплитудите или ако резонансната превишава граничната, амортизацията е недостатъчна и амортисьорът трябва да се

замени. Граничните отклонения за двата моста са различни, но могат и да са равни. Освен това резонансните амплитуди на двете колела от един мост трябва да са равни – допуска се разлика не повече от 3 до 5 mm.



Фиг. 7.9. Графики на резонансните амплитуди на затихващите трептения на амортисьор  
 а – на преден и заден мост от едната страна на автомобила; б – при движение (преместване) на пътник в купето по време на измерването; в – при затваряне на врата по време на измерването; г – при запис, преди да се е успокоило другото колело

**?**

**КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ**

1. Защо при проверка на монтажните ъгли от предния или задния мост колелата на автомобила са заstopорени?
2. Защо управляемите колела на автомобила трябва да са в строго праволинейно положение при измерване на ъглите?
3. Защо се проверява дълбочината на протектора?

## 8. ДИАГНОСТИКА НА АВТОМОБИЛНИ КОЛЕЛА. УРАВНОВЕСЯВАНЕ

*Преди запознаването с предложени материал и при диагностицирането на автомобилните колела ученикът трябва да знае определението на това понятие, видовете джанти и гуми; да разчита означенията на гумите, устройството на автомобилната гума, начина на предаване на  $M$  от полувала на гумата, критичната скорост, монтажните ъгли от предния и задния мост на автомобила, видовете равновесия и уравнивяване; да може да сваля и да поставя колело на автомобила, както и да сменя гуми.*

Необходимата техническа документация и средства за диагностициране на автомобилните колела са:

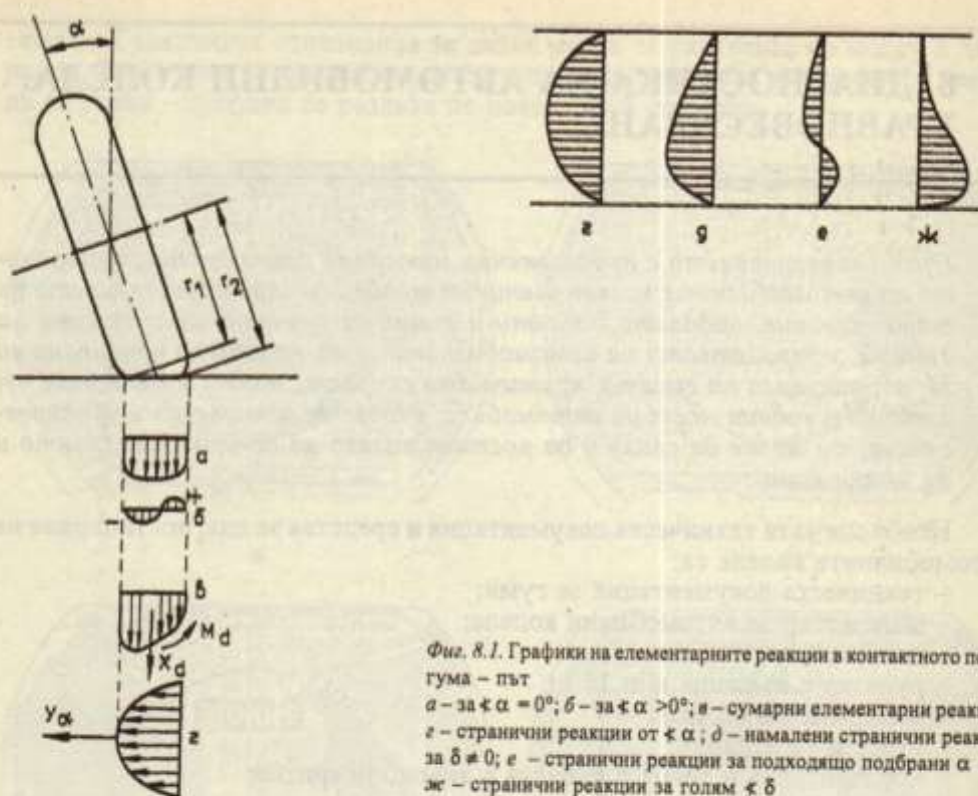
- техническа документация за гуми;
- манометър за автомобилни колела;
- дълбокомер;
- рулетка с дължина min 15 m;
- измерителни стойки;
- отвес и тебешир;
- хоризонтална и равна площадка с твърдо покритие;
- крик (подемник).

Бързото спадане на налягането на въздуха в гумата е един често срещан проблем. Причината обикновено е в нарушената херметичност на вътрешната гума (за камерни гуми) или на самата външна гума (за безкамерни гуми). Друга причина за същия проблем може да е нарушената херметичност на вентила (в иглата). Най-неприятен е случаят на нарушена херметичност между ръбовете на гумата и бортовете на джантата за безкамерни гуми. Вероятна причина за това е неподходящият профил на джантата (в случаите на смяна на камерни с безкамерни гуми). Друга причина са повредените ръбове на безкамерната гума вследствие неправилни демонтажно-монтажни операции по колелото, както и повредените бортове на джантата.

Изключително интересна и разнообразна е картината на износване на гумата – основно на протектора и отчасти на страничните повърхности. В тази картина няма нищо неразбираемо, като знаем какви моменти и сили действат на автомобилното колело и последствията от тях.

От двигателния ( $M_{дв}$ ) и спирачния ( $M_{сп}$ ) момент в гумата на автомобилното колело се явяват тангенциални деформации, които оказват влияние върху динамичния радиус и радиуса на търкаляне на колелото.

**Надлъжни сили** – това са съпротивителните сили, действащи при търкаляне на колелото в надлъжна посока. На фиг. 8.1а е показана графиката на разпределение на надлъжните елементарни реакции в контактното петно при  $\alpha = 0^\circ$ . Но тъй като колелата на автомобила са наклонени под  $\alpha > 0^\circ$  (изключително рядко  $\alpha < 0^\circ$ ), се стига до различия в характера на търкаляне на отделните части на протектора ( $r_1 < r_2$ ). Графиката на разпределение на надлъж-

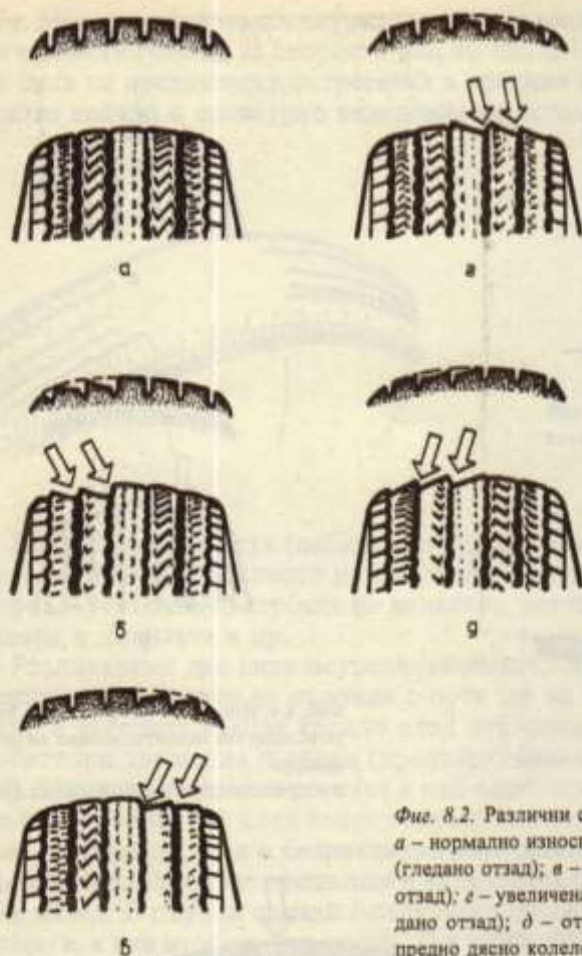


Фиг. 8.1. Графики на елементарните реакции в контактното петно гума – път  
 $a$  – за  $\alpha = 0^\circ$ ;  $b$  – за  $\alpha > 0^\circ$ ;  $e$  – сумарни елементарни реакции;  
 $z$  – странични реакции от  $\alpha$ ;  $d$  – намалени странични реакции за  $\delta \neq 0$ ;  $e$  – странични реакции за подходящо подобрени  $\alpha$  и  $\delta$ ;  
 $ж$  – странични реакции за голям  $\delta$

ните елементарни реакции в контактното петно приема вида, показан на фиг. 8.1б. Като се сумират двете диаграми на надлъжните елементарни реакции в контактното петно, се вижда, че резултантната надлъжна реакция  $X_d$  е изнесена навън и създава момент  $M_d$ , който се стреми да отклони колелото навън – фиг. 8.1в.

Известно е, че наклоненото под някакъв ъгъл встрани (за случая  $\alpha$ ) колело се стреми да се движи по дъга с център пресечната точка на оста на колелото с равнината на пътя. Но тъй като автомобилното колело е заставено да се движи праволинейно, естествено е в контактното петно да възникнат елементарни **странични сили** и техните реакции, показани на фиг. 8.1г, с резултантна сила  $Y_\alpha$ . Тези допълнително възникнали сили и моменти в контактното петно довеждат до нечистото търкаляне на колелото (съпровождано с частично плъзгане), което влошава управляемостта на автомобила, повишава съпротивленията при търкаляне на колелата и износването на гумите – фиг. 8.2. С въвеждането на  $\delta$  тези отрицателни влияния се намаляват – фиг. 8.1д, и са минимални за подходящо подобрени стойности на  $\alpha$  и  $\delta$ . При отклонения от номиналните стойности на  $\delta$  независимо в каква посока износването е показано на фиг. 8.2г, д.

Като странични сили, оказващи влияние върху износването на гумите, може да се посочат центробежните сили в завой и силите, възникнали от големия страничен наклон на пътя. Под действие на тези сили и страничната еластичност на гумата забележимо се износва (заобля) ръбът между протектора и страницата на гумата.



Фиг. 8.2. Различни случаи на износване на гуми  
*a* – нормално износване; *б* – при  $\alpha < 0^\circ$  предно дясно колело (гледано отзад); *в* – при  $\alpha < 0^\circ$  предно ляво колело (гледано отзад); *г* – увеличена сходимост на предно дясно колело (гледано отзад); *д* – отрицателна сходимост (разходимост) на предно дясно колело (гледано отзад)

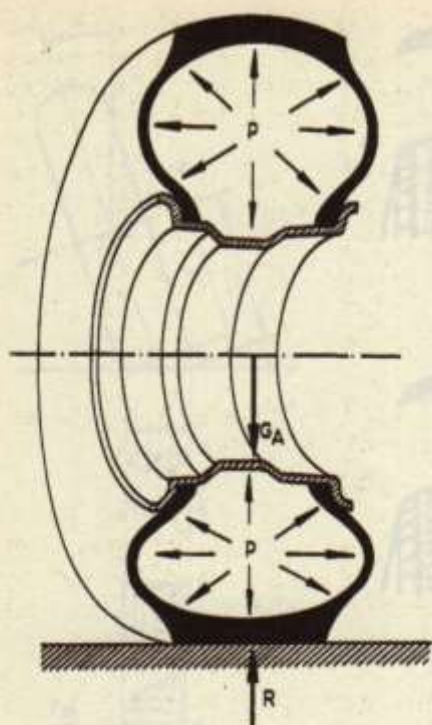
**Вертикални сили** – това са силите от теглото на автомобила, падащи се на всяко колело, реакцията на пътя и налягането на въздуха в гумата – фиг. 8.3. Експлоатирането на автомобила с неконтролирано налягане на въздуха в гумите, както и редовното му претоварване довежда до характерно износване на протектора – фиг. 8.4.

Друг характерен белег за експлоатирането на гумата с понижено налягане е нагъването на страничната ѝ повърхнина, както и частични разслоявания на скелета.

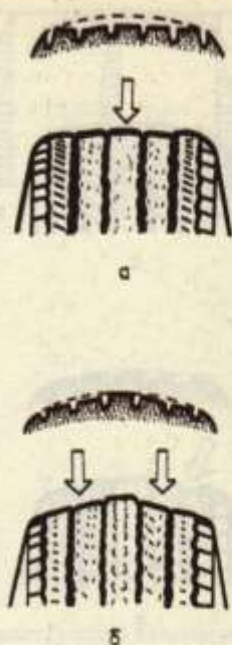
Протритата странична повърхнина на гумата (с евентуално разкъсани нишки от скелета) е белег за неумело паркиране на автомобила плътно до бордюра.

**Инерционните сили**, възникващи в автомобилното колело вследствие на хлабини в окачването и лагерите на главината, повреден амортизьор и малък дебаланс (неуравновесеност), са причина за появяването на малки, неравномерно разположени петна по протектора на гумата. Ако не се вземат своевременни мерки, тези петна се уголемяват и са равномерно разпределени по протектора на гумата – фиг. 8.5.



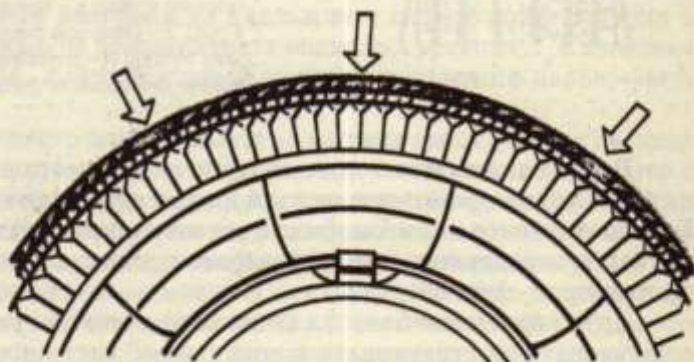


Фиг. 8.3. Вертикални сили, действащи на автомобилното колело



Фиг. 8.4. Износване на протектора на гумата вследствие неконтролирано налягане на въздуха  
а – пренапомпана гума; б – мека гума

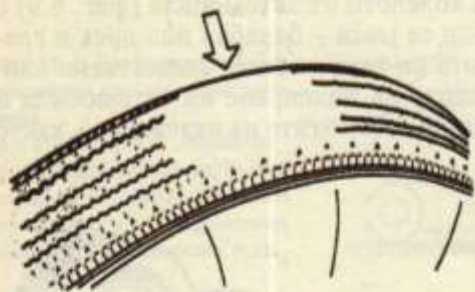
Фиг. 8.5. Петна по протектора вследствие неуравновесеност



Наличието на едно-две самостоятелно разположени петна по широчината на протектора е вследствие плъзгането на гумата по пътя на това място при спиране на автомобила – фиг. 8.6. Причината се дължи на изкривен барабан или диск от спиращия механизъм.

Уравновесяване (балансиране) на автомобилните колела. Уравновесяването на колелата на автомобилите при съвременните високи скорости на движение е от съществено значение за безопасността и сигурността на движе-

нието. Макар и да са малки неуравновесените маси, центробежните инерционни сили са доста големи за скорости над 80 km/h. Нерядко се случва центробежните сили да предизвикат сътресения в предния или задния мост, удари в кормилното колело и несигурно поведение на автомобила по пътя.



Фиг. 8.6. Износване на протектора вследствие плъзгане на колелото

Неуравновесеността (дебалансът) на автомобилните колела се дължи на няколко фактора – овалност на съставлящите го елементи, нехомогенност на материала, неточна центровка на колелата, нееднаквост на масите на вентила и отвора в джантата и др.

Различаваме два вида неуравновесеност: статична – когато центърът на тежестта на колелото не съвпада с оста му на въртене. При малки сили на триене в лагерите такова колело след отклонение с ръка извършва няколко колебателни движения и спира (предварително е повдигнато и няма допир с пътя). Закрепваме противотежест в най-високата част на джантата и отклоняваме колелото на 90°, след което отдръпваме ръцете си. Ако колелото остане в това положение, то е в безразлично равновесие и е статично уравновесено. Най-често колелото ще продължи в зададената посока на движение или ще се върне назад. В първия случай е поставена по-голяма противотежест от необходимата, а във втория – по-малка. И в двата случая сменяме противотежестта и отново проверяваме поведението на колелото. Тези операции се повтарят, докато постигнем желания резултат – статично уравновесяване или безразлично равновесие.

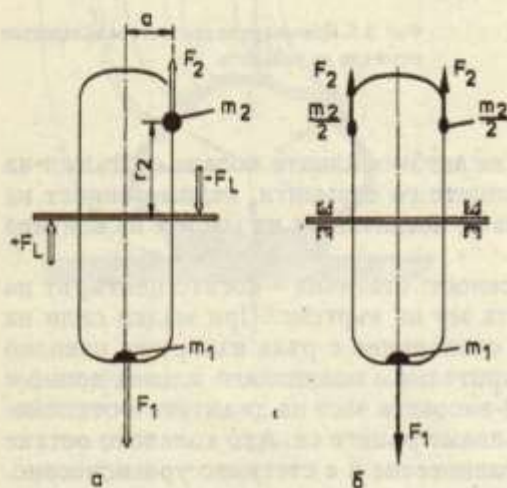
За колелата на един автомобил можем да твърдим, че са статично уравновесени, ако за скорости на движение до 40–50 km/h не възникват вибрации и удари. Когато посочените усещания се появят за скорости на движение над 60 km/h (в някои случаи са в точно определен скоростен режим) вече е налице динамична неуравновесеност. Статичното уравновесяване на едно колело не е гаранция и за динамично.

Динамична неуравновесеност има, когато центробежните инерционни сили на неуравновесената маса и противотежестта не лежат в една равнина и създават въртящ момент – фиг. 8.7.

Динамичното уравновесяване (в него се включва и статичното) на автомобилните колела се извършва на специални стендове – балансмашини. Тези стендове имат голямо конструктивно разнообразие – механични, електрически, електронни, за отворени или затворени джанти и т.н., но според мястото на уравновесяване на колелото биват два типа – със и без свалянето му от автомобила.

При балансмашините със сваляне на колелото от автомобила се губи време за свалянето и качването му. Точността и прецизността на извършената работа зависи от чистотата му (калта от джантата и камъчетата от протектора трябва да се махнат) и от налягането на въздуха в гумата. Такъв стенд е показан на фиг. 8.8.

При балансмашините без сваляне на колелото от автомобила (фиг. 8.9) в уравнивяването участват всички въртящи се маси – барабан или диск и главина, полувал и т.н. За точността на работа на тези машини съществено влияние оказват чистотата на колелото, мястото на подпиране на автомобила и евентуалните хлабини в шарнирните точки на елементите на окачването, както и налягането на въздуха в гумата.



Фиг. 8.7. Принцип на уравнивяване на автомобилно колело

*a* – статично (инерционните сили на масите  $m_1$  и  $m_2$  създават въртящ момент); *b* – динамично (инерционните сили на масите  $m_1$  и  $m_2$  взаимно се уравнивяват, без да създадат въртящ момент)



Фиг. 8.8. Балансмашина за сваляни автомобилни колела

**Радиуси на автомобилното колело.** Голямата радиална еластичност на пневматичните гуми води до неопределеност на радиуса на автомобилното колело, вследствие на което се определят няколко различни радиуса.

**Номинален радиус  $r_n$**  – радиусът на автомобилното колело, определен от размерите на гумата, т.е.

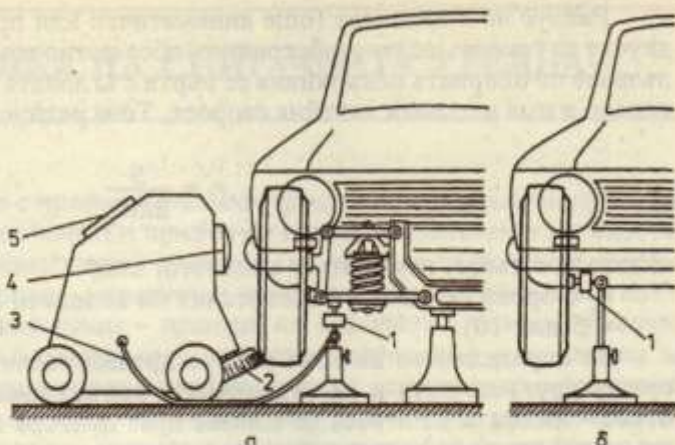
$$r_n = \frac{d}{2} + B$$

където  $d$  е диаметърът на джантата под гумата, mm;

$B$  – широчината на профила на гумата, която е приблизително равна на височината, mm. За нископрофилни гуми е посочено съотношението височина/широчина на профила на гумата.

Фиг. 8.9. Балансмашина без сваляне на колелата от автомобила

*a* – статично; *b* – динамично  
 1 – индукционен датчик; 2 – задвижващо колело; 3 – свързващ проводник; 4 – стробоскопна лампа; 5 – измерителен уред



Този радиус се определя по формулата и зависи единствено от размерите на гумата.

*Свободен радиус*  $r_{св}$  – радиусът на автомобилното колело, когато върху него не действат никакви външни сили освен налягането на въздуха в гумата. Той също се определя чрез изчисление по формулата

$$r_{св} = \frac{P_r}{2\pi},$$

където  $P_r$  е обиколката на гумата, mm. Измерва се по средата на протектора.

Този радиус зависи още от налягането на въздуха в гумата, от конструкцията и типа ѝ, както и от износването на протектора.

*Статичен радиус*  $r_{ст}$  – разстоянието от опорната повърхнина до центъра на колелото при спрял (неподвижен) автомобил. Това разстояние достатъчно точно може да се измери, като предварително е определен центърът на въртене.

За теоретични изчисления (когато автомобилът още не е създаден даже като прототип) този радиус се определя по формулата

$$r_{ст} = \frac{d}{2} + B(1 - \lambda_r),$$

където  $\lambda_r$  е коефициент на радиална деформация на гумата и има стойности 1/100:1/250 mm/N за гуми за леки автомобили и 1/250:1/500 mm/N за гуми на товарни автомобили и автобуси.

Статичният радиус зависи още от теглото на автомобила и натоварването и коефициента на радиална деформация на гумата.

*Динамичен радиус*  $r_{д}$  – разстоянието от опорната повърхнина до центъра на колелото при движещ се автомобил. В този случай колелото е натоварено с различни сили и моменти. Тъй като определянето на този радиус практически е много трудно, приема се че,  $r_{д} = r_{ст}$ . Това е потвърдено и от експерименталните изследвания при нормални условия на движение по твърд и гладък път. Този радиус зависи още от скоростта на търкаляне на колелото и тангенциалната еластичност на гумата.

Радиус на търкаляне (още кинематичен или практически радиус)  $r_r$  – радиусът на такова мислено (абстрактно) абсолютно твърдо колело, което без приплъзване по опорната повърхнина се върти с ъгловата скорост на действителното колело и има неговата линейна скорост. Този радиус се определя по формулата

$$r_r = \frac{S}{2\pi n_k}$$

където  $S$  е пътът, изминат от колелото, mm;

$n_k$  е броят на пълните завъртания на колелото (за удобство е прието  $n_k = 5$  или 10).

За определянето на този радиус предварително се нанасят белези (един срещу друг) на пътя и на страничната повърхнина на гумата с помощта на отвес – нишката на отвеса да минава през центъра на колелото. След това автомобилът плавно се придвижва на собствен ход, докато колелата му направят определения брой завъртания. Белезите от гумите се нанасят на пътя. В този случай се налага частично преместване на автомобила напред-назад. Измереното разстояние между двата белега е пътът  $S$  и той е различен за всяко колело.

Радиусът на търкаляне зависи още и от сцеплението на гумите с пътя, затова

$$r_r = \frac{S}{2\pi n_k} \begin{cases} \rightarrow 0 \text{ mm за боксуващо колело, когато } S = 0 \\ \sim \text{ mm за плъзгащо (блокирало) колело, когато } n_k = 0. \end{cases}$$

Коефициентът на деформация на гумата се определя по формулата

$$\Delta = \left(1 - \frac{r_r}{r_{cv}}\right) \cdot 100\%$$

Всички данни, необходими за определяне на радиусите на автомобилното колело, е добре да се нанесат в таблица. След като се обработят изходните величини, трябва да се сравнят получените данни и да се анализират крайните резултати особено за  $\Delta$ .

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. По кое износване на гумите можете да определите стила на управление на автомобила?
2. Монтажното положение на нова гума спрямо джантата ще окаже ли влияние върху неуравновесеността на колелото?
3. Може ли за коефициента  $\Delta$  да се получат отрицателни стойности?

## 9. ДИАГНОСТИКА НА СПИРАЧНАТА УРЕДБА

*Преди запознаването с предложения материал и при диагностицирането на спирачната уредба ученикът трябва да знае предназначението, видовете конструкции, предимствата и недостатъците на спирачните уредби; системите за регулиране – механични и автоматични; хидравлични и пневматични спирачни предавания – принцип на действие и основни физични закони; едно-, дву- и многокръгови спирачни предавания; регулатори на налягането и сервоусилватели – предназначение, устройство и действие; спирачни течности – свойства и работа с тях; равномерно и равнопроменливо движение на телата. Ученикът също така трябва да може да разглобява, сглобява, регулира и обезвъздушава спирачни уредби.*

Необходимата техническа документация и средства за диагностициране на спирачната уредба са:

- техническа документация за автомобила (общо тегло и разпределението му по мостове), конструктивни особености в окачването, гуми;
- спирачен стенд със съпровождаща техническа документация;
- акселеромер (деселеромер);
- дълбокомер;
- манометър за автомобилни колела;
- линия.

Съвременните спирачни уредби (хидравлични, пневматични и комбинирани) независимо от високата степен на надеждност и сигурност, която притежават, в процеса на експлоатация показват различни неизправности. Те от своя страна във всички случаи се отразяват отрицателно върху спирачната ефективност на автомобила.

За оценка на спирачната ефективност се използват три параметъра (показатели):

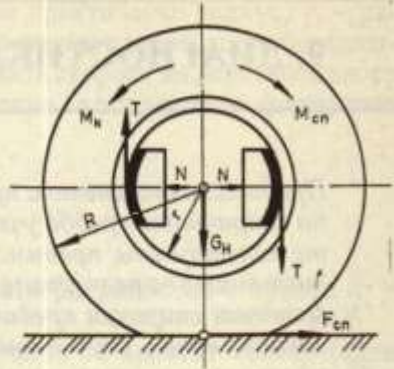
- спирачно закъснение или отрицателно ускорение  $a_{en}$ ;
- спирачен път  $S$ ;
- сумарна спирачна сила  $F_{en}$ .

Всеки един от тези параметри по различен начин определя спирачната ефективност, те са взаимнозависими и представляват различни определения на един функционален показател.

На практика съществува голямо разнообразие в използваните измерителни уреди за определяне на всеки един от посочените параметри. Но за цялостната и вярна оценка на техническото състояние на спирачната уредба изключително важно е стриктно да се спазват различните изисквания от методиката на изпитанието или упражнението. В най-общ вид това са условията, при които ще се проведе упражнението, подготовката на автомобила, участниците и измервателната апаратура.

Спирачен момент  $M_{en}$  е моментът, породен от силите на триене в спирачния механизъм, който се стреми да задържи колелото (да не се върти) – фиг. 9.1.

$$M_{en} = 2T \cdot r = 2\mu N \cdot r,$$



Фиг. 9.1. Сили и моменти, действащи на автомобилно колело при спиране

където  $T = \mu N$  е силата на триене;  
 $\mu$  – коефициент на триене;  
 $N$  – силата на натиск върху накладката.

$$M_x = F_{cn} \cdot R = G_n \cdot \varphi \cdot R - \text{моментът на колелото,}$$

където  $G_n$  е част от теглото на автомобила, падащо се на колелото;  
 $\varphi$  – коефициент на сцепление на гумата с пътя.

Като излезем от основния физически закон за съхранение на енергията (при спиране кинетичната енергия на автомобила се превръща в еквивалентно количество топлина), можем да твърдим, че при спиране трябва да е изпълнено неравенството и в краен случай равенството

$$M_x \geq M_{cn}.$$

От това следва изводът, че при спиране на автомобила колелата му не трябва да блокират. Ако обаче блокират, топлината, отделена при триенето на гумата с пътя, е по-малка отколкото в спирачния механизъм и следователно спирачния път на автомобила се удължава. Въпреки множеството технически усъвършенствания в спирачната уредба случва се колелата на автомобила да блокират (не важи за автомобили с ABS). Като направим анализ на различните спирачни уредби, ще стигнем до втория извод – при спиране на автомобила за предпочитане е да блокират предните управляеми колела, а не задните.

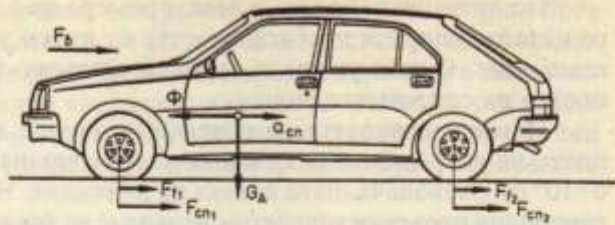
*Спирачно закъснение (отрицателно ускорение)  $a_{cn}$ .* При спиране на автомобила върху него действат няколко сили (фиг. 9.2). Като вземем предвид, че съпротивителната сила на въздуха  $F_n$  и съпротивителната сила на търкаляне на колелата  $F_f$  са незначителни (влианието им при спиране на автомобила е нищожно за път с твърдо асфалтово-бетонно покритие), остава равенството на инерционната и спирачната сили, т.е.

$$\Phi = F_{cn} \text{ или } \frac{G_{\Delta}}{g} \cdot a_{cn} = G_{\Delta} \cdot \Phi$$

Оттук стигаме до крайния резултат, че  $a_{cn} = g \cdot \Phi$ , т.е. реализираното при спирането на автомобила максимално спирачно закъснение е пропорционално

Фиг. 9.2. Сили, действащи на автомобила при спиране

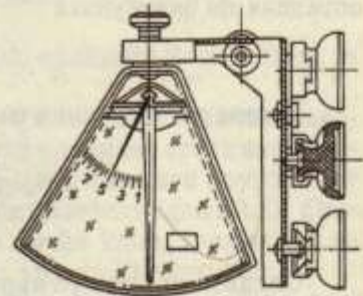
$G_A$  – сила от теглото на автомобила;  
 $\Phi$  – инерционна сила;  $F_{\text{в}}$  – съпротивителна сила на въздуха;  $F_f$  – съпротивителна сила при търкаляне на колелата;  
 $F_{\text{сп}}$  – спирачна сила



на земното, като коефициентът на пропорционалност е коефициентът на сцепление (триене) между гумата и пътя –  $\phi$ .

Проверката на ефективността на спирачната уредба чрез измерване на спирачното закъснение е широко разпространен метод в изпитвателните центрове.

Уредите, с които се измерват ускорения, се наричат *акселеромери*. Акселеромерите, които измерват отрицателни ускорения, са известни като *деселеромери*. И тук, както и при други измерителни уреди, съществува голямо разнообразие в конструкциите им. Напоследък все повече се налагат електронните, но не са за пренебрегване и механичните (фиг. 9.3). Тези деселеромери се закрепват на предното ветроупорно стъкло в купето. Хидравличните деселеромери също са за препоръчване. При работа с тях те са на пода на купето и се задържат с краката на втория изпитател.



Фиг. 9.3. Механичен инерционен деселеромер

Принципът на работа на акселеромерите се състои в регистрацията на преместване на подвижна инерционна маса спрямо тялото на уреда, което е закрепено неподвижно към автомобила. Ясно е, че преместването на инерционната маса е пропорционално на ускорението или закъснението на автомобила и може да се отчете по специално разграфена скала.

Пътната обстановка при провеждане на упражнението зависи от условията на изпитването и се извършва за студени и топли спирачни механизми. Скоростта на движение на автомобила непосредствено преди аварийното задействане на спирачната уредба за експлоатационни изпитания е 30 km/h. За сравнителни изпитания на полигони се използва начална скорост 100 km/h.

За състезателни автомобили (особено за формулите) спирачното закъснение е над  $8,5+9 \text{ m/s}^2$ . За леки автомобили  $a_{\text{ен}} = 6+8 \text{ m/s}^2$ , като последните постигнати резултати са  $a_{\text{ен}} = 10,8 \text{ m/s}^2$ . За товарни автомобили  $a_{\text{ен}} = 5+7 \text{ m/s}^2$  и за автобуси, тролейбуси и др.  $a_{\text{ен}} = 4+6 \text{ m/s}^2$ .



По принцип работата с деселеромера не е сложна, но на практика у нас не се използва поради необходимостта от пътен участък и подходящи условия за измерване. С тези уреди не може достатъчно точно да се отчете неравномерността на спирачните сили.

Неравномерността на спирачните сили в колелата се оценява по положението на автомобила след пълното му спиране – допуска се отклонение около  $6+10^\circ$  от първоначалната посока на движение. На практика за експлоатационно-контролни проверки точното определяне на това отклонение е затруднено и може да предизвика доста спорове.

Спирачен път  $S$  – това е пътът, който автомобилът изминава от момента на виждане на опасността (от водача) до пълното му спиране. Той включва два пътя – предспирачен  $S_1$  и същински или действителен  $S_2$ . В предспирачния път се приема, че автомобилът се движи с постоянна скорост за сумарно време ( $\Sigma t$ ), през което водачът вижда опасността, взема решение и задейства спирачната уредба (фиг.9.4). Този път се определя по формулата

$$S_1 = \Sigma t \cdot \frac{v_n}{3,6} \text{ m,}$$

където  $v_n$  km/h е скоростта на автомобила в началния момент (при виждането на опасността).

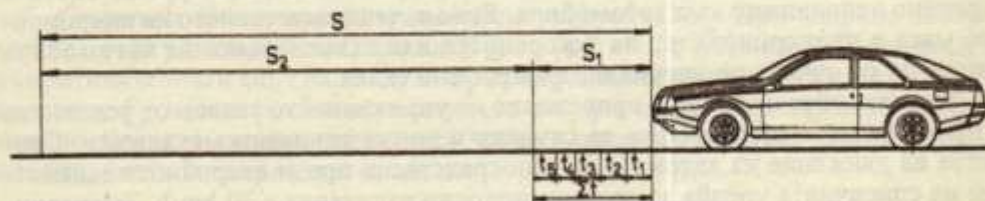
В периода на изминаване на действителния спирачен път се приема, че автомобилът извършва равнозакъснително движение. Дължината на този път се определя по формулата

$$S_2 = v_n^2 / 254\phi, \text{ m.}$$

Тогава за спирачния път се получава следният израз:

$$S = S_1 + S_2 = \Sigma t \cdot \frac{v_n}{3,6} + \frac{v_n^2}{254\phi} \text{ m.}$$

Следите на гумите върху пътното покритие, останали при спирането (от блокирала колела или от превъртащи колела на добре действащи спирачни механизми), могат да се използват за оценка на техническото състояние на



Фиг. 9.4. Спирачен път на автомобила

$t_1$  – време за виждане на опасността;  $t_2$  – време за вземане на решение;  $t_3$  – време за преместване на крака (от педала на газта върху спирачния педал);  $t_4$  – време за обирање на хлабините в спирачната уредба;  $t_5$  – време за нарастване спирачната сила от 0 до  $F_{\text{max}}$ ;  $\Sigma t$  – сумарно предспирачно време;  $S_1$  – предспирачен път;  $S_2$  – действителен спирачен път;  $S$  – спирачен път

спирачната уредба за експлоатационно-контролни проверки. Освен това чрез дължината на тези следи е възможно да се определи скоростта на автомобила ( $v_{II}$ ) преди спирането или катастрофата. За изпитателни измервания е задължително да се използва допълнителна апаратура като пето колело и стрелящо устройство. Те не са подходящи в изпитванията с експлоатационно-контролни цели, тъй като се изисква доста време за поставянето, свалянето и тарирането им.

Определянето на ефективността на спирачната уредба чрез спирачния път е много подходящ метод за полигонни или пътни изпитания с професионални изпитатели и апаратура. Неравномерността на спирачните сили в колелата се оценява по отклонението на автомобила от първоначалната посока на движение след пълното му спиране. За всички останали случаи на провеждане на изпитването неточността на резултатите идва от различни фактори – разпределение на натоварването, състояние на гуми и път, опитност и психо-физическо състояние на водача, техническо състояние на спирачната уредба, скорост на движение и др. Трябва да се знае, че при контролирано усилие на крака върху спирачния педал спирачният път не зависи от теглото на автомобила.

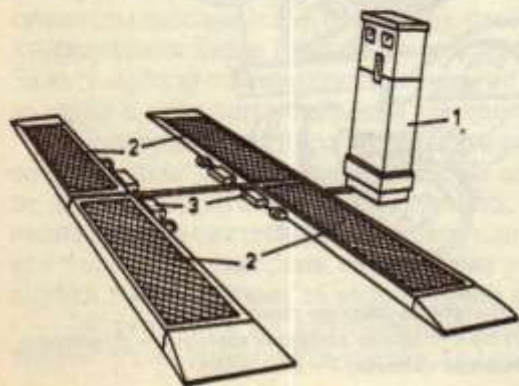
Проверката на спирачната ефективност чрез спирачния път (при екстремно спиране) за експлоатационни цели не осигурява необходимата точност на резултатите, от една страна, а от друга, се създава възможност за опасни ситуации и затова не се използва.

Специализираните (спирачните) стендове предлагат големи предимства за контрол на спирачната уредба при стационарни условия. При този метод на оценка точността на резултатите е висока и са избягнати недостатъците на контрола в пътни условия.

Спирачните стендове, условно класифицирани по принципа на действие, са три типа: динамични, кинетични и статични.

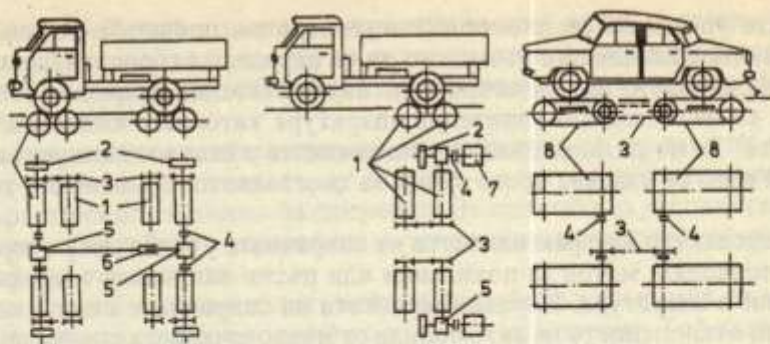
При динамичните стендове автомобилът и стендът си взаимодействат както МПС и пътят по време на спирането. Платформеният стенд като най-известен от този тип отчита деформациите на динамометричните пружини от преместването на платформите при спирането на автомобила (фиг. 9.5). Скоростта, с която автомобилът се качва на стенда, е 10–20 km/h, след което се задейства спирачната уредба.

Кинетичните стендове отчитат броя на завъртанията на барабаните, върху които са автомобилните колела, от задействане на спирачките до пълното



Фиг. 9.5. Общ вид на платформен динамичен спирачен стенд

1 – измервателна колона; 2 – платформи 4 броя;  
3 – датчици, отчитащи преместването на платформите

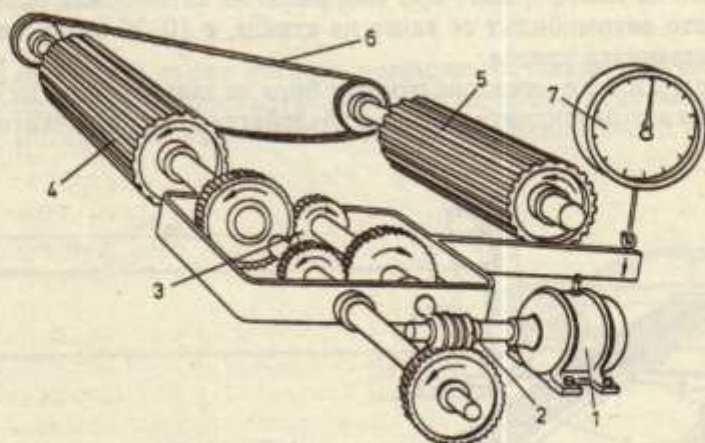


Фиг. 9.6. Схеми на ролкови и лентови кинетични спирачни стендове

1 – ролки (барабани); 2 – маховик; 3 – верижни предавки; 4 – съединители; 5 – редуктори; 6 – вал; 7 – електродвигател; 8 – лента

им спиране – фиг. 9.6. Поглъщането на кинетичната енергия на въртящите се маси на стенда имитира превръщането на кинетичната енергия на движещия се автомобил в топлина при спиране в пътни условия. Ясно е, че точността на тези стендове ще зависи от инерционните моменти на въртящите се маси и натрупаната в тях кинетична енергия. Тези стендове биват два вида: със собствено задвижване и със задвижване от изпитвания автомобил. Скоростите, при които се задейства спирачната уредба при тези стендове, са около 50-70 km/h.

Статичните стендове позволяват измерването на спирачните сили във всяко колело при неподвижен автомобил или съвсем бавно въртящи се колела – от 2 до 5 km/h. Те биват платформени и ролкови (барабани). Най-широко приложение у нас са получили ролковите стендове за статична проверка на спи-



Фиг. 9.7. Общ вид на секция от статичен спирачен стенд

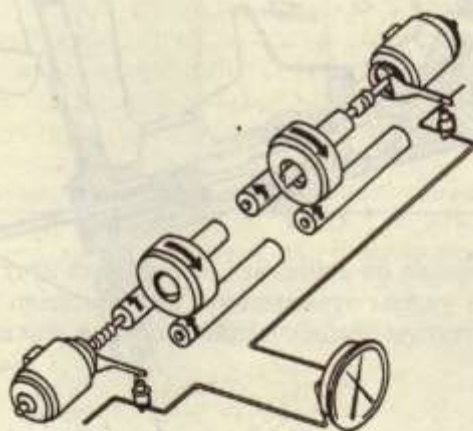
1 – електродвигател; 2 – червячна предавка; 3 – редуктор с подвижно лагуеруван корпус; 4 – задвижваща ролка; 5 – задвижвана ролка; 6 – верижна предавка; 7 – динамометър

рачната уредба. Общото устройство и принципът на работа на този вид стендове се виждат на фиг. 9.7.

Въртящият момент на електродвигателя през редуктор се предава на задвижващата ролка, а от нея чрез верижна предавка на спомагателната. Със задействане на спирачната уредба се затормозява движението на колелото и кинематично свързаните с него задвижващи ролки. Това натоварване поражда реактивен момент в редуктора, чийто корпус се завърта. Чрез рамо, закрепено към корпуса и с определена дължина, се задейства механичната система (хидравличната система, в другия край на която са монтирани) и специално разграфени манометри – динамометри, отчитащи спирачната сила в колелата.

За да се имитират условия на търкаляне, най-близки до реалните (гума – път) барабаните на стенда се изработват от метал с възможно по-грапава работна повърхнина или от смеси на смоли, пясък и др. Независимо от това отклонения в резултатите съществуват, но е установено, че са незначителни и за ежедневните експлоатационно-контролни цели може да се пренебрегнат.

Стендът се състои от две абсолютно независими секции за самостоятелно и отделно определяне на спирачните сили във всяко колело от даден мост (фиг. 9.8). Измервателните уреди – динамометри, са също два, независими, поставе-



Фиг. 9.8. Схема на статичен ролков спирачел стенд

ни един до друг. По този начин може бързо да се установят евентуални разлики в спирачните сили на двете колела. Стендовете са снабдени още с хидравличен преносим динамометър (силомер), чрез който се контролира приложената върху спирачния педал сила (само за спирачни уредби с хидравлично предаване). За автомобили с пневматично спирачно предаване се контролира налягането на въздуха в колесните спирачни камери.

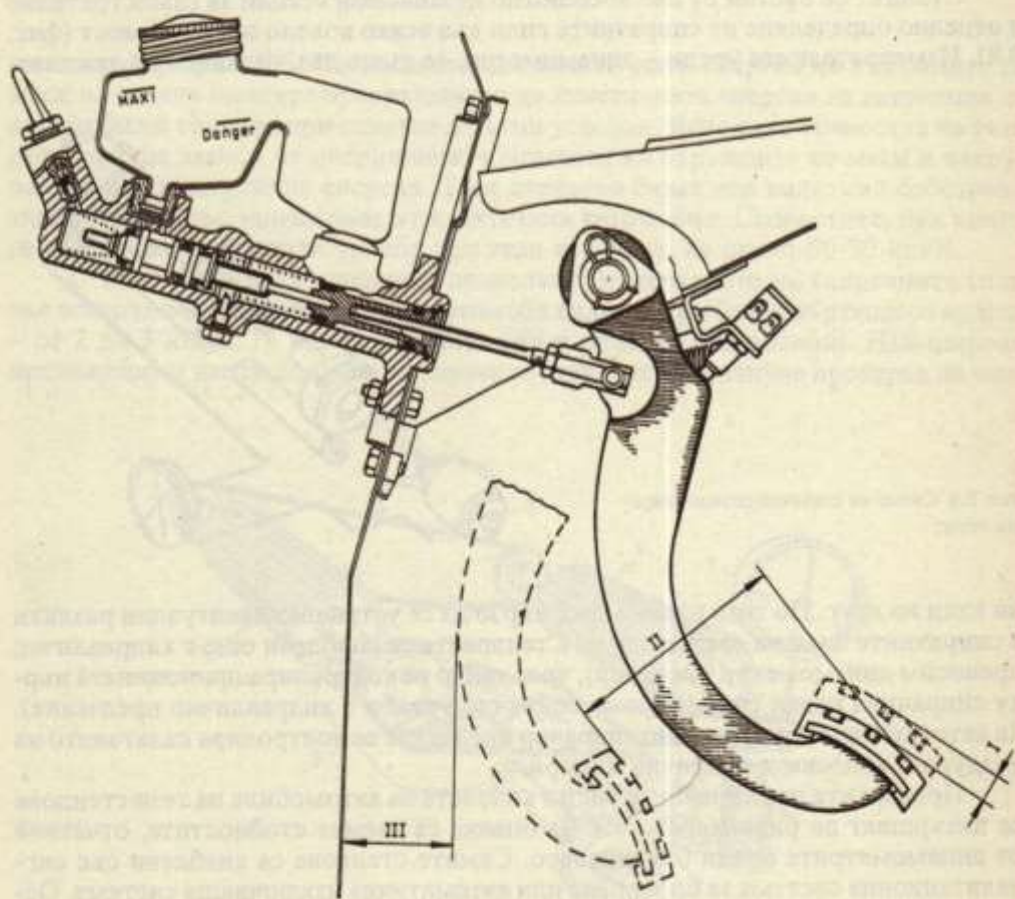
Проверките на спирачните сили в колелата на автомобила на тези стендове се извършват до блокирането им. За оценка се вземат стойностите, отчетени от динамометрите преди блокирането. Самите стендове са снабдени със сигнализационна система за блокиране или автоматична изключваща система. Освен това те са снабдени със система за дистанционно управление, а в някои случаи и със система за автоматично включване.

**Подготовка на автомобила.** Във всички случаи на проверка на ефективността на спирачната уредба по автомобила трябва да се извършат разли-

чен обем контролно-регулировъчни операции. За проверка на спирачната уредба на автомобила на стенд са предвидени следните предварителни проверки:

- чисти и сухи гуми;
- загрети спирачни механизми (чрез неколккратно интензивно спиране от около 100 km/h до нула или чрез теглене с друг автомобил и натиснат спирачен педал);
- дълбочина на рисунката на протектора – min 2 mm;
- свободен ход на спирачния педал – 10+230 mm;
- резервен ход на спирачния педал – min 40+60 mm;
- херметичност на хидравличното спирачно предаване (чрез резервния ход и натиснат докрай педал след 60 s) – фиг. 9.9.

Задължителни са и периодичната проверка и тарирането на спирачния стенд според указанията на производителя му.



Фиг. 9.9. Ходове на спирачния педал  
I - свободен; II - работен; III - резервен

След като спирачната уредба на автомобила не е в нарушение с посочените по-горе условия, може да се проведе упражнението. Желателно е отчетените резултати да се нанесат в показаната по-долу таблица. Там се нанасят и контролираните стойности на силата от крака върху спирачния педал в интервал  $20 \pm 50$  N.

| $F_{сп}, N$ | Преден мост |            | Заден мост |            | Ръчна спирачка |            | Зъби |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|----------------|------------|------|
|             | $F_{сп}^л$  | $F_{сп}^д$ | $F_{сп}^л$ | $F_{сп}^д$ | $F_{сп}^л$     | $F_{сп}^д$ |      |
| 0           |             |            |            |            |                |            | 0    |
| 20          |             |            |            |            |                |            | 1    |
| 40          |             |            |            |            |                |            | 2    |
| 60          |             |            |            |            |                |            | 3    |
| 80          |             |            |            |            |                |            | 4    |
| 100         |             |            |            |            |                |            | 5    |
| 120         |             |            |            |            |                |            |      |
| .           |             |            |            |            |                |            | .    |
| .           |             |            |            |            |                |            | .    |
| .           |             |            |            |            |                |            | .    |

Оценката за спирачната уредба на тези стендове се извършва по параметъра *ефективност на спиране*  $E_{сп}$ . Той представлява отношението между сумарните максимални спирачни сили в колелата на автомобила и общото му тегло, т.е.

$$E_{сп} = \frac{\sum F_{сп}}{G_A} \cdot 100(\%),$$

където  $\sum F_{сп}, N$  е максималната сумарна спирачна сила в колелата на автомобила;  $G_A$  – общото тегло на автомобила при провеждане на изпитването върху стенда.

Както знаем,  $F_{сп} = \Phi = \frac{G_A}{g} \cdot a_{сп}$  и ако приемем  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , получаваме  $F_{сп} = 0,1 G_A \cdot a_{сп}$ . Като заместим във формулата за  $E_{сп}$ , се получава следният резултат:

$$E_{сп} = 0,1 \cdot a_{сп} \cdot 100(\%) = 10 \cdot a_{сп} (\%).$$

В този случай можем да твърдим, че ефективността на спиране стойностно е равна на десетократно увеличеното спирачно закъснение. Тогава минимално-

допустимите стойности на спирачното закъснение можем да превърнем в минимална ефективност на спиране, както следва:

$$\Sigma F_{\text{сн}}^{\text{н}} = 0,55 G_A \text{ или } E_{\text{сн}}^{\text{н}} = 55\% \text{ за леки автомобили;}$$

$$\Sigma F_{\text{сн}}^{\text{т}} = 0,5 G_A \text{ или } E_{\text{сн}}^{\text{т}} = 50\% \text{ за товарни автомобили;}$$

$$\Sigma F_{\text{сн}}^{\text{г}} = 0,44 G_A \text{ или } E_{\text{сн}}^{\text{г}} = 44\% \text{ за автобуси.}$$

От горните изводи се вижда, че  $F_{\text{сн}}$  и  $G_A$  са в правопрпорционална зависимост. Тогава независимо от теглото на автомобила (пълен или празен) ефективността на спиране зависи изключително от техническото състояние на спирачната уредба и сцеплението на гумите с барабаните. Както е известно,  $F_{\text{сн}} = G_A \cdot \varphi$  и след заместване във формулата за  $E_{\text{сн}}$  като краен резултат се получава  $E_{\text{сн}} = \varphi$ .

С тези стендове може да се определи и неравномерността на спирачните сили в левите или десните колела на автомобила по формулата

$$b = \frac{\Sigma F_{\text{сн}1} - \Sigma F_{\text{сн}2}}{\Sigma F_{\text{сн}1}},$$

където  $\Sigma F_{\text{сн}1}$  е по-голямата сумарна спирачна сила, действаща на десните (левите) колела;

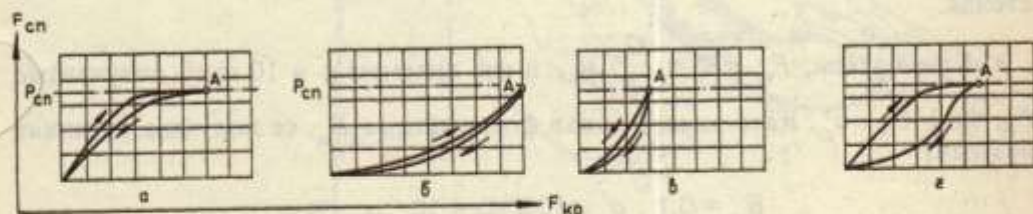
$\Sigma F_{\text{сн}2}$  – по-малката сумарна спирачна сила, действаща на левите (десните) колела.

Неравномерността не трябва да превишава 10+15% за технически изправна спирачна уредба. Ако неравномерността превишава стойността от 25%, този автомобил е опасен за движението, тъй като при аварийно спиране той се отклонява от праволинейното си движение и при сух път.

Друга възможност на тези стендове е откриването на елиптичност на спирачния барабан или изкривяване на спирачния диск при непостоянно показание на динамометрите за всяко завъртане на колелата. През това време силата на крака върху спирачния педал е постоянна.

По-новите и усъвършенствани конструкции статични спирачни стендове са със записващо устройство и позволяват да се регистрира графически зависимостта  $F_{\text{сн}} = f(F_{\text{кр}})$  – спирачната сила в колелата на автомобила в зависимост от силата на крака върху спирачния педал – фиг. 9.10. Съпоставянето на графиките за спирачните сили на колелата от един мост или страна ще покаже евентуалното различие на тези сили и причините за това.

За разлики в отчетените стойности на спирачните сили в колелата от един мост, по-големи от 200–250 N, се приема, че в спирачния механизъм на колелото с по-малката сила има повреда.



Фиг. 9.10. Записи на зависимостта  $F_{\text{сн}} = f(F_{\text{кр}})$ :

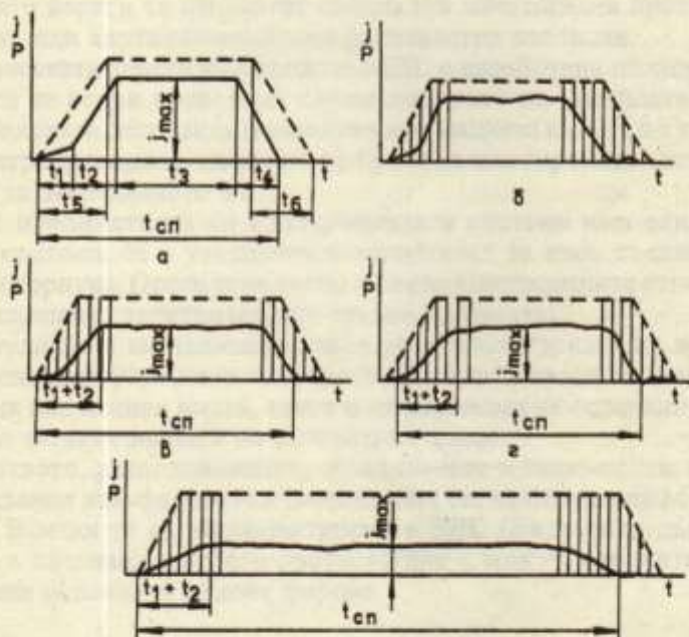
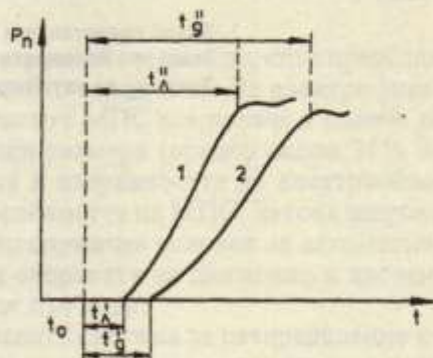
а – изправна спирачна уредба; б – бавно задействане на спирачките; в – малка хлабина в спирачния механизъм; г – неправилно освобождаване на спирачките; А – блокирало колело

Друга графична зависимост е  $F_{cn} = f(t)$  – спирачната сила в колелата на автомобила във функция от времето – фиг. 9.11.

Интерес представляват и графиките, показващи изменението на налягането на въздуха в колесните спирачни камери в зависимост от времето за пневматични спирачни уредби – фиг. 9.12.

Фиг. 9.11. Графика на зависимостта  $F_{cn} = f(t)$  за ляво 1 и дясно 2 колело

$t_0$  – начален момент на натиск върху спирачния педал;  $t'_0$  и  $t''_0$  – времена за обирание на хлабините в спирачните механизми на лявото и дясното колело;  $t'_g$  и  $t''_g$  – общо време за задействане на спирачната уредба



Фиг. 9.12. Графики на зависимостта  $j = f(t)$  и  $p = f(t)$  за пневматична спирачна уредба  
 $j$  – забавяне на колелото;  $p$  – налягане на въздуха в спирачните камери;  $t_1$  – време за обирание на хлабините в спирачната уредба;  $t_2$  – време за нарастване на спирачната сила в спирачния механизъм;  $t_3$  – време за спиране с достигнатата спирачна сила в колелата;  $t_4$  – време за освобождаване на спирачния механизъм;  $t_5$  – време за нарастване на налягането в спирачните камери;  $t_6$  – време за спадане на налягането в спирачните камери;  $t_{cn}$  – сумарно време на спиране на колелата;  
 а – идеална диаграма; б – реална диаграма на изправна спирачна уредба; в – големи хлабини в спирачните механизми; г – недобро прилягане на накладките към барабана (нови накладки, неправилно регулиране); д – омаслен спирачен механизъм



Удълженото време за освобождаване на спирачките е показател за неизправност в спирачната уредба – отслабени или счупени връщателни пружини, затруднено движение в спирачната камера и т.н.

?

### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Какво представлява спирането на МПС като физичен процес?
2. Защо при блокирани колела на автомобила спирачният му път се удължава?
3. Защо  $a_{\text{ср}}$  за автобуси и тролейбуси е най-малко?

## 10. ДИАГНОСТИКА НА УРЕДБАТА ЗА ОСВЕТЛЕНИЕ И СИГНАЛИЗАЦИЯ

Развитието и усъвършенстването на конструкциите на моторните превозни средства (МПС) е неразривно свързано с рязкото увеличение на електрификацията им. Електрообзавеждането на съвременните МПС все повече и повече се усложнява, като цената му достига значителни размери (средно около 25% от стойността на автомобила). От надеждността и изправността на електрообзавеждането в голяма степен зависи работоспособността на МПС. Затова широко се внедрява електрониката, която създава благоприятни условия за автоматично управление на светлините, регулиране на скоростта на движение и дистанцията между МПС, намаляване на спирачния път и др.

На повечето МПС е приета централизираната система за разпределение на електроенергията, при която източниците са свързани успоредно (паралелно), а към тях са съединени всички останали консуматори. За построяването на електрическите вериги се използват специални многожилни проводници, покрити с гумена или хартиено-винилова разноцветна изолация.

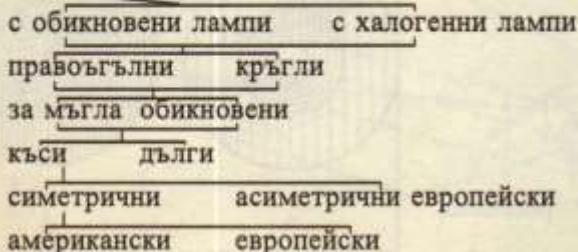
Електрическата верига на масовите МПС е изработена по еднопроводната система, като за втори проводник служи корпусът на машината – „маса“. С еднопроводниковата система се намалява консумацията на мед, а с това и общото тегло на електропроводите, намалява се броят на монтираните части и времето, необходимо за закрепването им.

Наред с предимствата си еднопроводната система има един съществен недостатък, състоящ се в увеличената вероятност за късо съединение между проводника и корпуса. Освен това лесно и бързо корозиращите стоманени части на корпуса влошават електрическата връзка с „масата“.

Осветителната и сигнализационната уредба осигуряват на водача максимална зрителна информация за пътя на тъмно, като е сведено до минимум заслепяването на насрещния водач, както и информация за останалите участници в движението за намеренията на съответния водач.

Количеството, разположението, оцветяването и видимостта, както и останалите изисквания към фаровете и светлинната сигнализация на МПС, са много и са строги. Всички те са регламентирани в БДС (Български държавен стандарт), който е съставен в строго съответствие с международните норми. По-долу са дадени основните видове фарове.

### ФАРОВЕ



При американската концепция за къси светлини се цели възможно по-добре и по-далече да е осветен пътят след превключване от дълги на къси светлини. По този начин се запазва яркостта на фона (пътя) и очите на водача издържат на по-голяма сила на светене без опасност от заслепяване от насрещните фарове. При тази система няма рязка граница между светло – тъмно, като краищата на светлинните снопове са размити. С тези светлини заслепяването на насрещния водач се намалява чрез изместването на лъчите към дясната част на пътя. Това се постига чрез изместване на жичката за къси светлини в лампата.

При европейската концепция за къси светлини се цели максимално да се намали силата на светлината, попадаща в очите на насрещния водач. Тук е характерна рязката граница светло – тъмно, която е създадена от екрана в лампата под жичката за къси светлини. Разположението и на жичката е различно в сравнение с американската система.

При асиметричната европейска система за къси светлини екранът в лампата в лявата си част е срязан под ъгъл  $15^\circ$ . В резултат на това дясната част на пътя се осветява значително повече от лявата, като заслепяването на насрещния водач е същото както при симетричната система.

Отражателят увеличава многократно (160 пъти) силата на светлината благодарение на формата и покритието си. В момента се използват стоманени или месингови отражатели с тънко ( $0,5 \mu\text{m}$ ) алуминиево покритие, получено чрез изпаряване на вакуум. Това покритие е евтино, химически устойчиво и коефициентът му на отражение е еднакъв с този на среброто ( $93+95\%$ ).

Разсейвателят служи за правилно разпределение на светлинния сноп и намалява ослепителното действие на фара. Той разсейва светлинните лъчи в хоризонталната равнина около  $18+22$  във всяка страна и  $6+8^\circ$  във вертикалната. Разсейвателите се изработват чрез пресоване от специални стъкла, като вътрешната им повърхнина представлява комбинация от пречупващи призми и лещи – фиг. 10.1. Едновременно с това разсейвателят предпазва рефлектора и лампата от директното въздействие на външната среда. Всеки разсейвател е предназначен за определен тип осветление, което личи от означенията по него:

В – за мъгла;

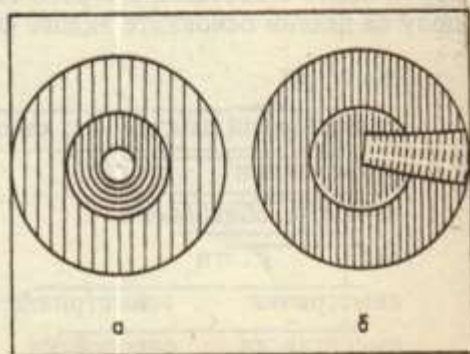
С – за къси светлини;

R – за дълги светлини;

CR – комбиниран разсейвател за къси и дълги светлини;

HC, HR и HCR – разсейвател за съответния тип фарове с халогенни лампи.

Коригиращите устройства към фаровете целят едно-единствено нещо – да



Фиг. 10.1. Разсейватели на фарове

а – разсейвател за симетрични фарове; б – разсейвател за асиметрични фарове

се запази постоянен ъгълът, заключен между оптичната ос на фара и плоскостта на пътя при различно натоварване на МПС.

Фаровете против мъгла се характеризират със силно увеличеното широко-ъгълно разпределение на светлината и се поставят не по-високо от 250 mm над пътя. Целта е да се разположи възможно по-ниско от очите на насрещния водач отразената и разсеяна от капките на мъглата светлина, образуваща млечнобяла пелена. Това, от една страна, а от друга, е особеността на мъглата, че се разполага на 50+60 mm над пътната настилка.

За цвета на светлините на фаровете против мъгла – бяла или жълта – все още няма окончателно мнение.

Проверките на светлинната и сигнализацияната уредба са два вида:

*функционални* – проверява се работят ли правилно всички светлини и уреди; те се извършват ежедневно, елементарни са и не отнемат много време;

*профилактични* – включват голям обем контролно-регулировъчни операции и гарантират изправността на уредбата за по-дълъг период от време или пробег.

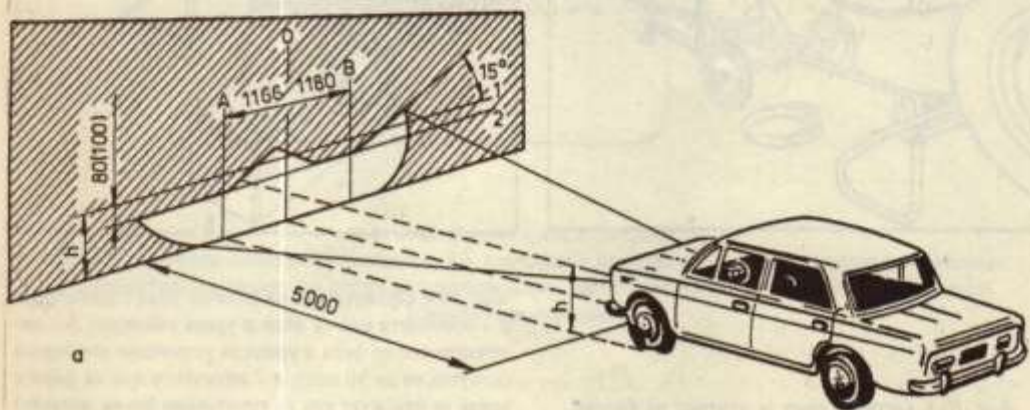
Замяната на изгоряла лампа не е проблем, но откриването на прекъсване в електрическата верига изисква повече знания и време.

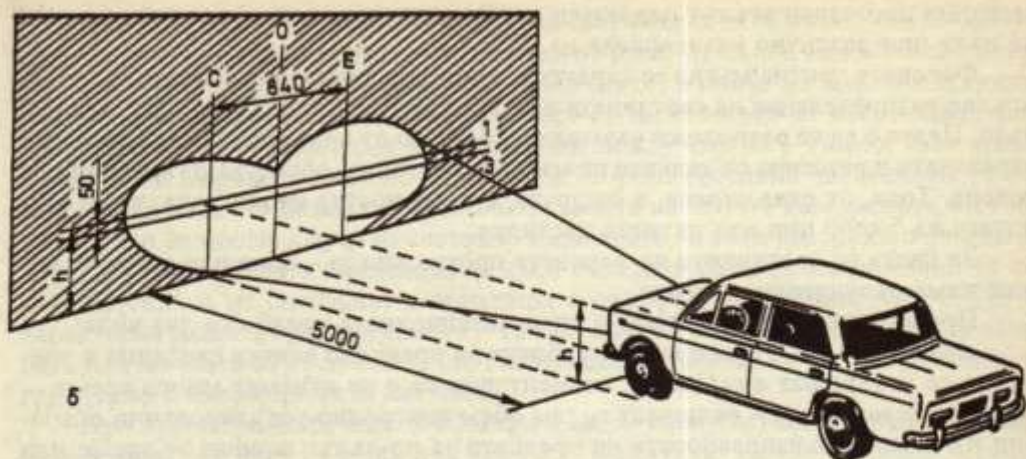
На практика при диагностицирането на осветителната и сигнализацияната уредба на МПС се проверява и при необходимост се регулира осветлението на фаровете. Освен това се контролира и силата на светене.

Проверката и регулирането на светлината на фаровете чрез стационарен или подвижен екран (фиг. 10.2) вече не се извършва. Причините са няколко. Първо се изисква голяма площ, второ – проверката е доста продължителна, и трето – точността зависи от точното местоположение на МПС. Освен това за по-добра яркост екранът трябва да е затъмен. В този случай не може да се контролира и силата на светлината.

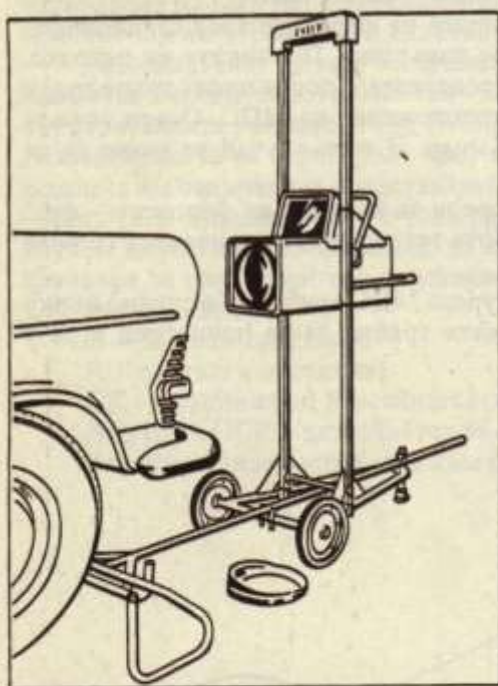
У нас масово се използват оптични уреди за контрол на фаровете – фиг. 10.3. Въпреки сходните си принципи на работа тези уреди се отличават с голямо конструктивно разнообразие.

Преди извършването на проверките с уреда МПС трябва да е спряно върху хоризонтална и равна повърхнина. Фаровете трябва да са почистени и да е

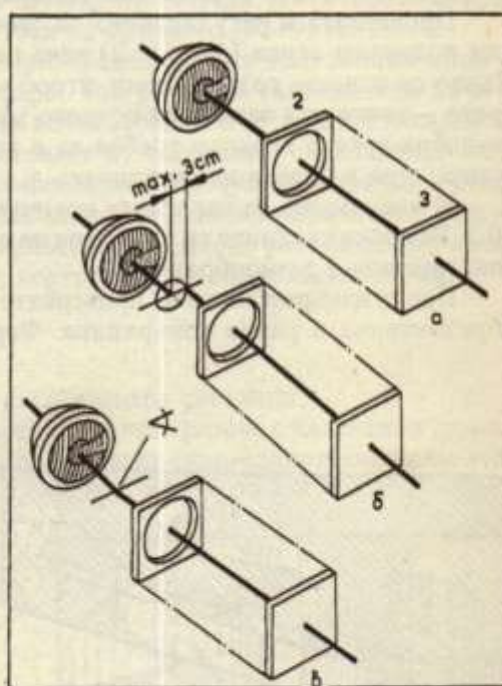




Фиг. 10.2. Схема за проверка и регулиране светлината на фаровете на екран  
*a* – асиметрични къси светлини; *б* – симетрични къси светлини



Фиг. 10.3. Оптичен уред за контрол на фарове

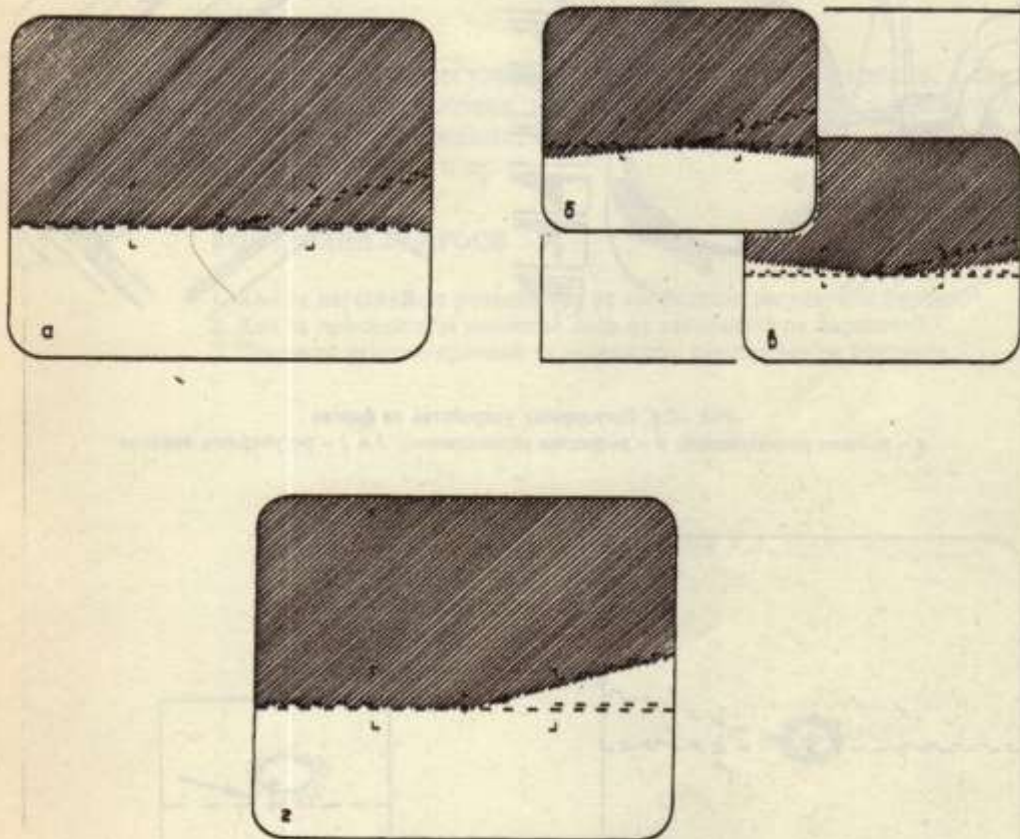


Фиг. 10.4. Ориентиране на оптичен уред спрямо фара  
*a* – оптичните оси на фара и уреда съпадат; *б* – оптичните оси на фара и уреда са успоредно изместени (допуска се до 30 mm); *в* – оптичните оси на фара и уреда се пресичат или са кръстосани (не се допуска)

осигурен достъп до регулиращите (не коригиращите) устройства. Налягането на въздуха в гумите трябва да е според предписанията на производителя им. Натоварването на МПС трябва да е съобразено с изискванията на производителя му или с тези на оптичния уред.

За точността на работа с тези уреди от особена важност е ориентирането им по отношение на фара – фиг. 10.4. За използваните реглоскопи точната ориентация се постига лесно, бързо и без особени затруднения.

След ориентирането на реглоскопа и извършването на подготвителните операции, регламентирани от производителя му, се включват късите светлини и се оглежда екранът – фиг. 10.5. При необходимост (отклонение от границата

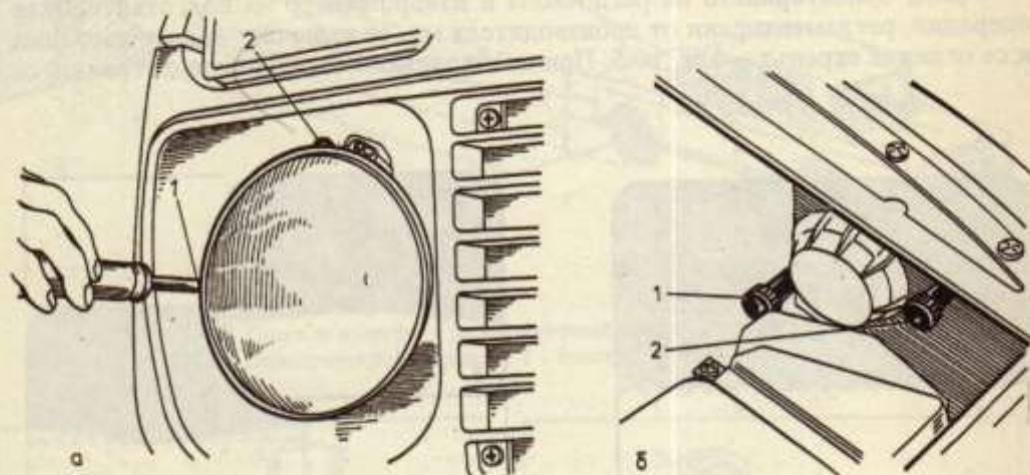


Фиг. 10.5. Фарове с къси светлини

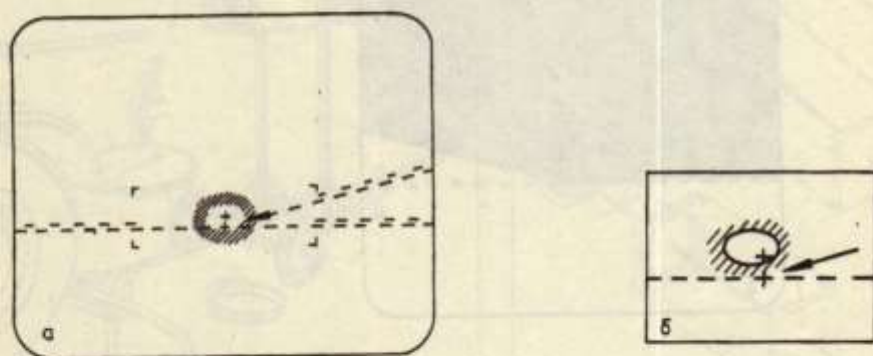
*a* – добре регулирани симетрични светлини; *б* – допустим е известен свод; *в* – недопустима осветеност над хоризонталната линия; *г* – добре регулирани асиметрични светлини; *д* – неправилно регулирани асиметрични светлини

светло – тъмно от посочените) светлината на фара се регулира чрез регулиращите винтове (фиг. 10.6).

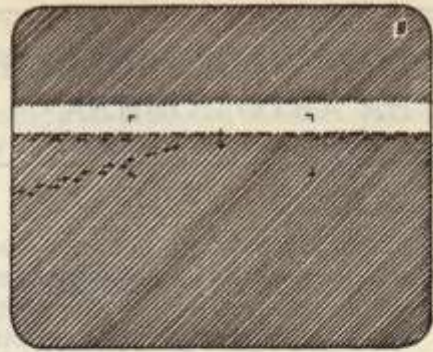
След проверката и регулирането на късите светлини фарът се превключва на дълги светлини и се проверява положението на най-светлото петно. То трябва да съвпада с кръстчето на екрана (фиг. 10.7 и 10.8).



Фиг. 10.6. Регулиращи устройства на фарове  
 а – външно разположение; б – вътрешно разположение; 1 и 2 – регулиращи винтове



Фиг. 10.7. Фарове за дълги светлини  
 а – правилно регулиране; б – неправилно регулиране



Фиг. 10.8. Светлина на фар за мъгла

Когато възможностите на регулиращите устройства са изчерпани, а светлината има неправилно разположение, добре е да се проверят положението на разсейвателя и видът му; положението, видът и конструкцията на лампата; цялостното закрепване на фара и др.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Кои са негативните последици от неправилно регулирани фарове?
2. Кои са причините за намалена сила на светлината на фаровете?
3. Посочете няколко причини за неправилно регулиране на фаровете.



---

## 11. ОПРЕДЕЛЯНЕ ЦЕНТЪРА НА ТЕЖЕСТТА НА АВТОМОБИЛА

---

*Преди запознаването с предложени материал ученикът трябва да знае що е център на тежестта на тяло; условия за равновесие на телата и видове равновесия; начини за определяне центъра на тежестта на прости и хомогенни (еднородни) равнинни фигури и пространствени тела; център на тежестта на съставни равнинни фигури и пространствени тела.*

Необходимата техническа документация и средства за определяне на центъра на тежестта на автомобила са:

- технически и експлоатационни данни за автомобила;
- платформен теглилков механизъм;
- опори с определена височина;
- осигурителни подпори.

Определянето на центъра на тежестта на сложни пространствени тела не може да стане чрез познатите прости графични методи. На практика най-често разпределението на масите в тялото е неравномерно независимо от сложността на формата му, което още повече затруднява определянето на центъра на тежестта.

Автомобилът има сравнително проста пространствена форма, но чувствителна неравномерност в теглото и разположението на основните агрегати: двигател, предавателен механизъм, задвижващ и неподвижващ мост, резервоар за гориво, резервно колело, водач, щатен комплект инструменти. Натоварването на автомобила (пътници, багаж, различни товари) чувствително променя разпределението на натоварването както по мостове, така и по страни – ляво/дясно. Това показва, че центърът на тежестта на автомобила е определен за конкретна ситуация, като всяко изменение на натоварването променя и разположението му.

При определянето на центъра на тежестта на автомобила задължително е да се извърши определена подготвителна работа. Тя обхваща определянето на общото тегло на автомобила  $G_A$ , натоварването по мостове, както и натоварването на левите и десните колела. Измерванията се провеждат в следната последователност:

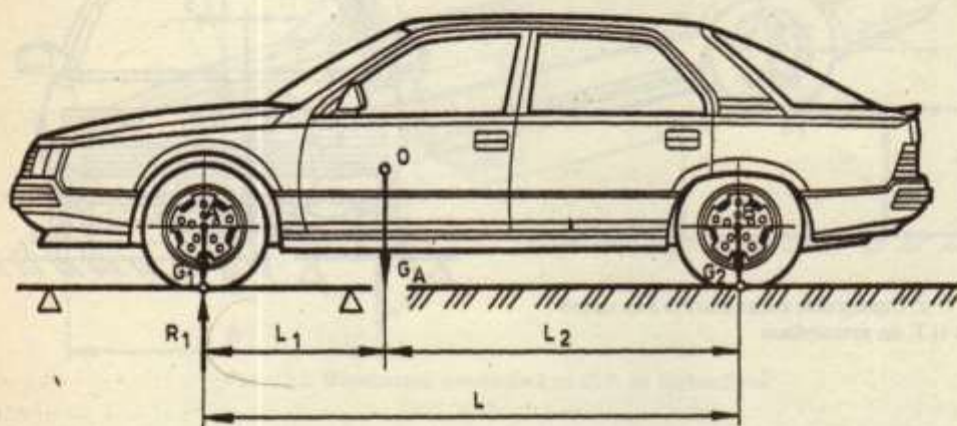
- преден мост, целия автомобил, заден мост.

След това автомобилът се завърта на  $180^\circ$  и отново в същата последователност се извършват измерванията. При измерване на натоварването по страни първо се определя едната, после другата, след което в същата последователност се извършва още едно измерване. После се съпоставят отчетените резултати от двата опита, като не трябва да има различие.

При провеждане на измерванията задължително трябва да се спазят следните условия: двигателят да не работи, колелата да са освободени (да не са подпрени), никоя от спирачните уредби да не е задействана, лостът за превключване на предавките да е в неутрално положение.

Определянето на центъра на тежестта на автомобила се свежда до изчисляването на три линейни величини (координати), определящи разположението му в пространството.

Определянето на положението на центъра на тежестта на автомобила означава да се определи разположението му по отношение базата на автомобила – фиг. 11.1.



Фиг. 11.1. Определяне координатите на положението на Ц.Т. на автомобила

Съставяме моментово равенство спрямо т.В

$$\Sigma M_B = 0; R_1 \cdot L - G_A \cdot L_2 = 0,$$

откъдето  $L_2 = \frac{G_1}{G_A} \cdot L, \text{ mm};$

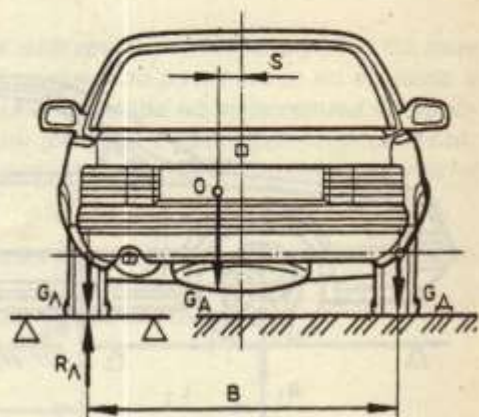
$$\Sigma M_A = 0; R_2 \cdot L - G_A \cdot L_1 = 0,$$

откъдето  $L_1 = \frac{G_2}{G_A} \cdot L, \text{ mm},$

където  $G_1 = R_1, \text{ N}$  е натоварването на предния мост и реакцията на опората;  
 $G_2 = R_2, \text{ N}$  – натоварването на задния мост и реакцията на опората;  
 $G_A$  – теглото на автомобила;  
 $L, \text{ mm}$  – базата на автомобила;  
 $L_1$  и  $L_2, \text{ mm}$  – координати, определящи положението на центъра на тежестта.

За точността на работата може да се съди чрез проверяващите уравнения:  
 $G_1 + G_2 = G_A \pm 2\%$  за тегло и  
 $L_1 + L_2 = L \pm 2$  mm за линейни размери.

Определянето на мястото на центъра на тежестта на автомобила означава да се определи разположението му по отношение коловоза на автомобила – фиг. 11.2.



Фиг. 11.2. Определяне координатата  $S$  на мястото на Ц.Т. на автомобила

Съставяме моментово равенство спрямо т.  $O$ :

$$M_O = 0; G_n \left( \frac{B}{2} + S \right) - G_d \left( \frac{B}{2} - S \right) = 0.$$

Това уравнение, решено спрямо  $S$ , добива вида

$$S = \frac{G_d - G_n}{G_n + G_d} \cdot \frac{B}{2}, \text{ mm},$$

където  $G_n = R_n$ ,  $N$  е натоварването на левите колела и реакцията на опората;

$G_d = R_d$ ,  $N$  – натоварването на десните колела и реакцията на опората;

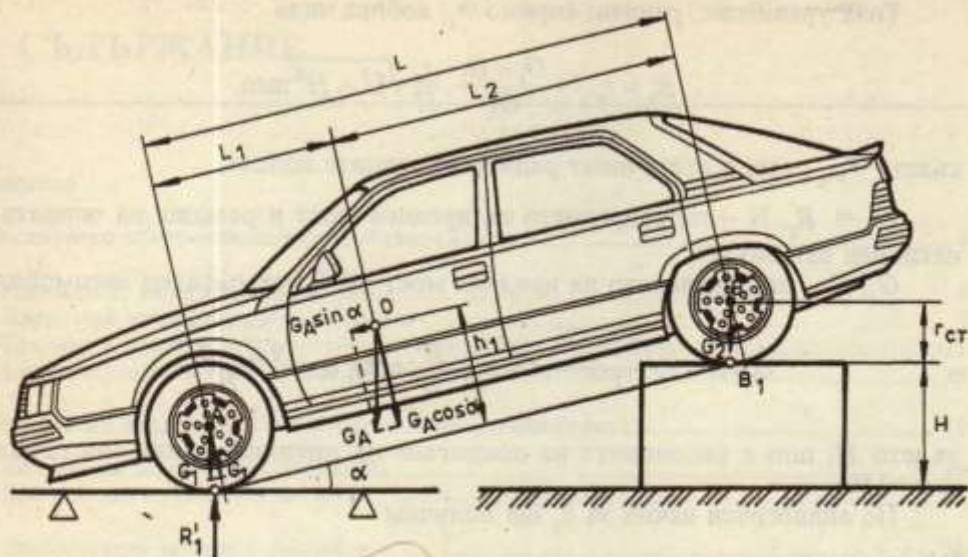
$$B = \frac{B_1 + B_2}{2}, \text{ mm},$$

където  $B$  е средният коловоз на автомобила;

$B_1$  и  $B_2$ , mm – предният и задният коловоз (следа) на автомобила.

Желателно е размерът  $S$  да е възможно по-малък, като идеалният случай е  $S = 0$ . Колкото размерът  $S$  е по-голям, толкова страничната устойчивост на автомобила за определени завои е намалена, от една страна, а от друга, е увеличена склонността към развъртане (занасяне) при спиране.

Определяне височината на центъра на тежестта на автомобила означава да се определи разположението му спрямо опорната повърхнина – фиг. 11.3. За тази цел най-напред се повдига например задният мост на автомобила на висо-



Фиг. 11.3. Определяне височината на Ц.Т. на автомобила

чина  $H$ , а след това предният мост, така че и в двата случая  $\alpha = 10^\circ + 15^\circ$ . За постигане на прецизност и точност в резултатите еластичните елементи от окачването на автомобила трябва да са блокирани.

Съставяме моментово равенство спрямо т.  $B_1$

$$\Sigma M_{B_1} = 0; R'_1 \cos \alpha \cdot L - G_A \sin \alpha \cdot (h_1 - V_{ct_2}) - G_A \cos \alpha \cdot L_2 = 0. (V_{ct_2})$$

Това уравнение, решено спрямо  $h_1$ , добива вида

$$h_1 = \left( \frac{G_1}{G_2} \cdot L - L_2 \right) \cot \alpha, \text{ mm.}$$

По аналогичен начин ще получим за

$$h_2 = \left( \frac{G_2}{G_A} \cdot L - L_1 \right) \cot \alpha, \text{ mm.}$$

Тогава за височината на центъра на тежестта получаваме

$$h = \frac{h_1 - h_2}{2}, \text{ mm.}$$

За по-точно определяне височината на центъра на тежестта на автомобила (при работа с изпитателни екипи) моментово равенство трябва да се състави спрямо т.  $B$ . В такъв случай трябва и  $\alpha > 15^\circ$ .

$$\Sigma M_B = 0; R'_1 \cos \alpha \cdot L - G_A \sin \alpha \cdot (h_1 - V_{ct_2}) - G_A \cos \alpha \cdot L_2 = 0.$$

Това уравнение, решено спрямо  $h_1$ , добива вида

$$h_1 = r_{c\tau_2} + \frac{G'_1 - G_1}{G_A} \cdot \frac{L}{H} \sqrt{L^2 - H^2} \text{ mm,}$$

където  $V_{c\tau_2}$ , mm е статичният радиус на задните колела;

$G'_1 = R'_1$ , N – натоварването на предния мост и реакция на опората при наклонен автомобил;

$G_1$ , N – натоварването на предния мост при хоризонтален автомобил.

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{L^2 - H^2}}{L}; \sin \alpha = \frac{H}{L}; \cotg \alpha = \frac{\sqrt{L^2 - H^2}}{H},$$

където  $H$ , mm е височината на повдигане на предния/задния мост, така че  $\alpha > 15^\circ$ .

По аналогичен начин за  $h_2$  ще получим

$$h_2 = V_{c\tau_1} + \frac{G'_2 - G_2}{G_A} \cdot \frac{L}{H} \sqrt{L^2 - H^2} \text{ mm.}$$

Мястото и височината на центъра на тежестта са от съществено значение както за надлъжната, така и за напречната устойчивост на автомобила. При превоз на определени товари (хора, животни, течности) тези две величини променят стойностите си, откъдето се променя и устойчивостта на автомобила. От това следва, че всеки водач на автомобил трябва сам да прецени къде да разположи товара и как да го укрепи, за да осигури максимална устойчивост на автомобила си при движение.

?

#### КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Защо при провеждане на измерванията автомобилът е с напълно освободени колела и наклонът му е ограничен ( $\alpha = 10-15^\circ$ )?
2. Какво ще направите, ако получите отрицателна стойност за  $S$ , т.е.  $S < 0$ ?
3. Обяснете в кои случаи и как при превоз на определени товари се изменят положението, мястото и височината на центъра на тежестта на автомобила?
4. Посочете графично как се влошава страничната устойчивост на автомобила в завой от изменението на мястото и височината на центъра на тежестта.