

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Обща схема на електрообзавеждането на автотранспортните средства	3
1.1. Общи сведения за електрообзавеждането на автотранспортните средства	3
1.2. Класификация и общи принципи на електрическата уредба	3
1.3. Основни принципи при построяване на електрическата уредба. Принципни схеми	4
1.4. Електрически проводници	5
1.5. Електромагнитна съвместимост и защита срещу радиосмущения	13
2. Акумулаторна батерия	15
2.1. Стартерна акумулаторна батерия – предназначение, устройство и химически процеси	15
2.2. Електрически величини. Характеристики при зареждане и разреждане	17
2.3. Зареждане на стартерни акумулаторни батерии	21
2.4. Основни неизправности на акумулаторната батерия	22
2.5. Проверка на техническото състояние на стартерните акумулаторни батерии	23
2.6. Тенденции в развитието на стартерните акумулаторни батерии	25
3. Генератори	27
3.1. Общи сведения	27
3.2. Предназначение, устройство и действие на генераторите за постоянен ток	27
3.3. Характеристики на генераторите за постоянен ток	29
3.4. Неизправности, ремонт и обслужване на генераторите за постоянен ток	30
3.5. Устройство и принцип на действие на генераторите за променлив ток	31
3.6. Параметри и характеристики на генераторите за променлив ток	36
3.7. Конструктивни особености на генераторите за променлив ток за автотранспортни средства	39
3.8. Безконтактни генератори за променлив ток	40
3.9. Неизправности, ремонт и обслужване на генераторите за променлив ток	42
3.10. Особенности при експлоатацията и поддържането на генераторите за променлив ток	45
4. Реле-регулатор	46
4.1. Общи сведения. Принцип на действие	46
4.2. Регулатор на напрежение	46
4.3. Увеличаване честотата на работа на контактите на регулатора на напрежение	50
4.4. Температурна компенсация	51
4.5. Реле за обратен ток	52
4.6. Ограничител на тока	54
4.7. Регулатор на напрежение с падаща характеристика	55
4.8. Електронни регулатори на напрежение	56
4.9. Практически схеми на реле-регулатори	58
4.10. Неизправности и проверка на регулатора на напрежение	63
5. Запалителни уредби	67
5.1. Общи сведения	67
5.2. Запалителни свеци	69
5.3. Акумулаторна запалителна уредба	74

5.4. Прекъсвач-разпределител	76
5.5. Индукционна бобина и кондензатор	80
5.6. Центровка на акумулаторната запалителна уредба	81
5.7. Неизправности, техническо обслужване и ремонт на акумулаторната запалителна уредба	82
6. Електронни запалителни уредби	85
6.1. Общи сведения и класификация	85
6.2. Контактно-транзисторни запалителни уредби	86
6.3. Контактно-кондензаторни запалителни уредби	87
6.4. Безконтактно управление на електронните запалителни уредби	89
6.5. Практически схеми на електронни запалителни уредби	93
6.6. Електронни уредби за управление ъгъла на изпреварване на запалването	100
6.6.1. Общи положения	100
6.6.2. Електронна уредба за управление ъгъла на изпреварване на запалването на базата на честотата на въртене и натоварването на двигателя	102
6.6.3. Електронна уредба за управление ъгъла на изпреварване на запалването, реагираща на детонации	106
7. Електрически пускови уредби	108
7.1. Общи сведения за пусковата уредба	108
7.2. Устройство и принцип на действие на стартера	109
7.3. Стартери с принудително механично включване с дистанционно управление	111
7.4. Стартери с електромагнитно зацепване на зъбното колело	112
7.5. Стартери с инерционно включване	113
7.6. Конструктивно изпълнение на стартерите	115
7.7. Съединители със свободен ход	116
7.8. Електрически уреди за облекчаване на пускането на дизеловите двигатели	120
7.8. Неизправности на пусковата уредба	123
7.10. Ремонт и техническо обслужване на пусковата уредба	124
7.11. Тенденции в развитието на стартерите	126
8. Осветителна и сигнална уредба	128
8.1. Осветителна уредба	128
8.2. Уредба за светлинна сигнализация	135
8.3. Звуков сигнализатор	139
8.4. Неизправности и проверка на осветителната и сигналната уредба	140
9. Контролно-измервателни уреди	142
9.1. Предназначение и класификация	142
9.2. Принцип на действие и устройство	142
9.3. Уреди за измерване на електрическите параметри	144
9.4. Уреди за измерване на скоростта на движение (скоростомери) и изминатия пробег (километропоказатели) на автотранспортното средство	147
9.5. Уреди за измерване на честотата на въртене на коляновия вал на двигателя (оборотомери)	149
9.6. Уреди за измерване на температурата на двигателя (термометри)	149
9.7. Уреди за измерване на нивото на горивото в резервоара (нивомери)	150
9.8. Уреди за измерване на налягане (манометри)	151
9.9. Неизправности и проверка на контролно-измервателните уреди	152

10. Допълнително електрообзавеждане	154
10.1. Електродвигатели	154
10.2. Стъклочистачки	156
10.3. Аудиоуредба (радиоприемник)	158
10.4. Устройство за механизизирано вдигане и спускане на страничните стъкла	160
10.5. Централно заключване на вратите	162
10.6. Алармени уредби за защита	164
10.7. Комутационна апаратура	172
11. Електронни системи в автотранспортните средства	177
11.1. Устройства за принудителен празен ход	177
11.1.1. Устройство за принудителен празен ход с електромагнитен клапан	177
11.1.2. Устройство за принудителен празен ход с пневматично управление	178
11.2. Горивни уредби с впръскване на бензин	179
11.2.1. Сравнение между двигателите с карбуратори и с впръскване на бензин	181
11.2.2. Видове уредби с впръскване на бензин	181
11.2.3. Дозиране на горивото	182
11.2.4. Горивни уредби с впръскване на бензин „Бош Д – Жетроник“	183
11.2.5. Конструкция на елементите на горивна уредба „Бош Д – Жетроник“	186
11.2.6. Горивна уредба с впръскване на бензин „Бош Л – Жетроник“	190
11.2.7. Горивна уредба с впръскване на бензин „Бош Мотроник“	193
11.2.8. Конструкция на елементите на горивната уредба „Бош Мотроник“	195
11.2.9. Горивна уредба с централно впръскване на горивото („Монотроник“)	198
11.3. Електронно управление на горивната уредба на дизеловите двигатели	200
11.3.1. Електронна система за управление на дизелови двигатели с горивнагнетална помпа	202
11.3.2. Акумулаторна горивна уредба за дизелови двигатели COMMON Rail	206
11.4. Антиблокиращи спирачни уредби	212
11.5. Електронни системи за управление на трансмисията	219
11.6. Електронни системи за управление на окачването	223
11.7. Електронни системи за пасивна безопасност	227
12. Технически средства за диагностика и проверка на техническото състояние на елементите от електрообзавеждането	231
12.1. Преносими уреди	231
12.2. Диагностични стендове	235
12.3. Контролно-изпитвателни стендове и уреди	237
12.4. Контролно-диагностични проверки	241

1. ОБЩА СХЕМА НА ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО НА АВТОТРАНСПОРТНИТЕ СРЕДСТВА

1.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО НА АВТОТРАНСПОРТНИТЕ СРЕДСТВА

Електрообзавеждането е важна уредба на автомобилните средства (АТС), която оказва съществено влияние върху техните технико-експлоатационни показатели.

Постоянното развитие и усъвършенстване на конструкцията на автомобилните средства е свързано с непрекъснато увеличаване на номенклатурата и броя на вградените елементи от електрообзавеждането, включително електронни устройства и системи. Понастоящем стойността на електрообзавеждането представлява 5–12 % от стойността на новопроизведения автомобил. Тенденциите са в близките години тя да достигне 20 %.

Освен техническите показатели от електрообзавеждането зависят в значителна степен и надеждността на автомобилните средства, икономичната им експлоатация, както и безопасността на движението. Практиката показва, че 25–30 % от всички откази и неизправности в процеса на експлоатация възникват в електрическата уредба. Значителна част от разходите за поддържане и техническо обслужване също се пада на електрообзавеждането.

Следователно познаването на устройството, принципа на действие, характеристиките и експлоатационните особености на отделните елементи на електрическата уредба от водачите и сервизните работници осигурява технически издържана и икономична експлоатация на автомобилните средства.

Електрообзавеждането на автомобилните средства е предназначено:

- да осигури първоначалното пускане на двигателя и работата му при всички експлоатационни режими;
- да създава условия за безопасно движение на автомобилните средства;
- да облекчава работата на водача.

1.2. КЛАСИФИКАЦИЯ И ОБЩИ ПРИНЦИПИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА УРЕДБА

Електрическата уредба на автомобилните средства съдържа значителен брой елементи, които според предназначението си могат да бъдат обединени в следните функционални групи:

- източници на електрическа енергия – акумулаторна батерия и генератор;
- уредба за първоначално пускане на двигателя – акумулаторна батерия и електрически стартер;
- запалителна уредба;
- осветителна уредба – предни фарове, фарове за движение на заден ход и вътрешни осветители;
- уредба за светлинна и звукова сигнализация – стоп-светлини, пътепоказатели, габаритни светлини, специализирани светлини и звуков сигнализатор;
- контролно-измервателни уреди – информиращи водача за основните параметри на движението и други важни за работата на двигателя параметри;

- допълнително електрообзавеждане – стъклочистачки, електродвигатели, включватели, превключватели, предпазители и др.;
- електронни системи за управление.

Електрообзавеждането на автотранспортните средства се състои от източници и консуматори на електрическата енергия, свързани помежду си в определен ред чрез проводници.

Наличието на акумулаторна батерия като източник на електроенергия и необходимостта от зареждането ѝ в процеса на работа налага *електрообзавеждането да бъде за постоянно напрежение.*

Номиналното напрежение на акумулаторната батерия определя стойностите на *номиналното напрежение на електрообзавеждането*: 6, 12 и 24 V. На някои автотранспортни средства се използват две напрежения – 12 и 24 V или 24 и 48 V. По-високото е предназначено за захранване само на стартера при първоначалното пускане на двигателя и се получава чрез последователно включване на акумулаторните батерии, които във всички останали режими са свързани паралелно. За *генераторите* са определени следните стойности на номиналното напрежение: 7, 14 и 28 V.

Електрообзавеждането на автотранспортните средства се изработва по *еднопроводна схема*. За втори проводник се използва корпусът на автомобила. *Предимствата на еднопроводната схема са* намаляване на масата на електрообзавеждането до 30 % и количеството на използваната мед, съответно проводниците до 40 %, удобство при ремонт и обслужване. Като *недостатък* може да се посочи по-голямата вероятност за късо съединение, което налага по-високи изисквания към изолацията на проводниците.

В последните години за част от елементите на електрообзавеждането се прилага *двупроводна схема* на свързване. Това са консуматорите, разположени по периферните части от корпуса на автомобила – фарове, пътепоказатели, стоп-светлини и др. Чрез двупроводната схема се осигурява тяхната нормална работа при евентуална корозия в местата на свързване между елементите на купето, например калниците и останалата част от корпуса на автомобила, която би нарушила електрическата връзка. По двупроводна схема се изпълняват и всички електрически връзки на електронните системи за управление.

Към корпуса може да бъде свързан отрицателният или положителният полюс на източниците на електрическа енергия. За автотранспортните средства, експлоатирани и произведени в България, *към маса (корпуса) трябва да бъде свързан отрицателният полюс.*

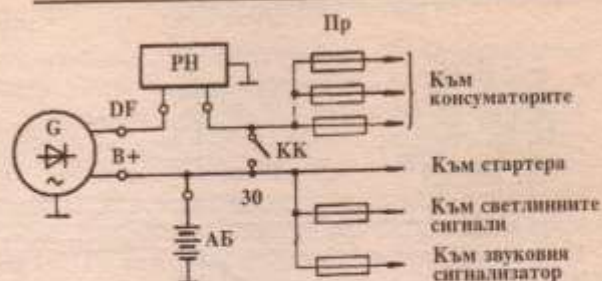
1.3. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ПРИ ПОСТРОЯВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА УРЕДБА. ПРИНЦИПНИ СХЕМИ

Електрическата инсталация на автотранспортните средства се изпълнява *като отделни клонове, свързващи определени консуматори с източниците на електрическа енергия.*

Електрическите консуматори, които се използват при неработещ двигател или консумират ток със значителна стойност, се свързват *директно* към веригата на акумулаторната батерия (например стартер, звуков сигнализатор, контакт за подвижна лампа, габаритни светлини, аварийна сигнализация и др.). Останалите консуматори се включват във веригата на източниците на електрическа енергия чрез *контактния ключ КК*. В съответствие с DIN всички изводи на консуматорите, свързани директно към акумулаторната батерия, се означават с 30, а тези след контактния ключ – с 15 (фиг. 1.1).

За защита от претоварване и от къси съединения в началото на всеки клон на електрическата инсталация се поставя предпазител. Предпазители не се предвиждат във верига

Фиг. 1.1. Принципна схема на електрическата инсталация на автотранспортните средства
G – генератор за променлив ток;
PH – регулатор на напрежение; *AB* – акумулаторна батерия; *KK* – контактен ключ; *Pr* – предпазители;
DF – извод на възбудителната намотка на генератора



та на стартера (поради много голямата стойност на тока), а в някои случаи и във веригата на запалителната уредба, за да не се намали експлоатационната ѝ надеждност.

Основната техническа документация на електрообзавеждането е неговата *принципна схема*. На нея са показани чрез графични символи или възприети електрически схеми всички елементи от електрообзавеждането, като са посочени означенията на техните изводни клеми и връзките между тях. Основно правило при изобразяване на схемите на електрообзавеждането е *всички елементи да са показани в неработно състояние*, т.е. механично задействанията (например бутони) да са в състояние, когато не е приложено механично усилие, а тези с електрическо захранване (например релета) – без приложено електрическо напрежение.

На фиг. 1.2 е показана *типова схема* на електрообзавеждането на автомобил, начертана в съответствие с БДС 7372-69.

По-прегледни при анализ и по-удобни при търсене на неизправности са схемите, при които елементите на електрообзавеждането са показани чрез своите вътрешни схеми. В табл. 1.1 са изобразени условните графични означения и съответните *вътрешни електрически схеми на елементи* от електрообзавеждането.

В последните години много фирми, производители на автомобили, използват в своята техническа документация *блоково изобразяване* на електрическата инсталация. Всеки блок обхваща отделна функционална група от електрообзавеждането – източници на електрическа енергия, запалителна уредба, осветление и др. Освен това за всяка от тях се дават принципната електрическа схема (фиг. 1.3), схемата на конкретното разположение на съответните елементи в автомобила (фиг. 1.4), разположението на кабелите и свързващите куплунги в автомобила (фиг. 1.5) и схемата на свързване на всеки куплунг (фиг. 1.6).

1.4. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПРОВОДНИЦИ

За свързване на отделните елементи на електрообзавеждането се използват отделни многожилни проводници с поливинилхлоридна изолация, означавани като ПВА и ПВАЛ. Тези проводници са с по-висококачествена изолация поради по-голямата вероятност от къси съединения и пожар в автотранспортните средства.

В електрическата инсталация на автомобилите не се допуска използването на едножилни проводници.

Конструктивно отделните части на електрическата инсталация се изпълняват *със самостоятелни проводници* или се обединяват в *снопове от проводници*. Обикновено в снопове се обединяват проводници със сечение, не по-голямо от 4 mm². Условието на топлоотдаване за проводниците в снопове са по-лоши в сравнение със самостоятелните проводни-

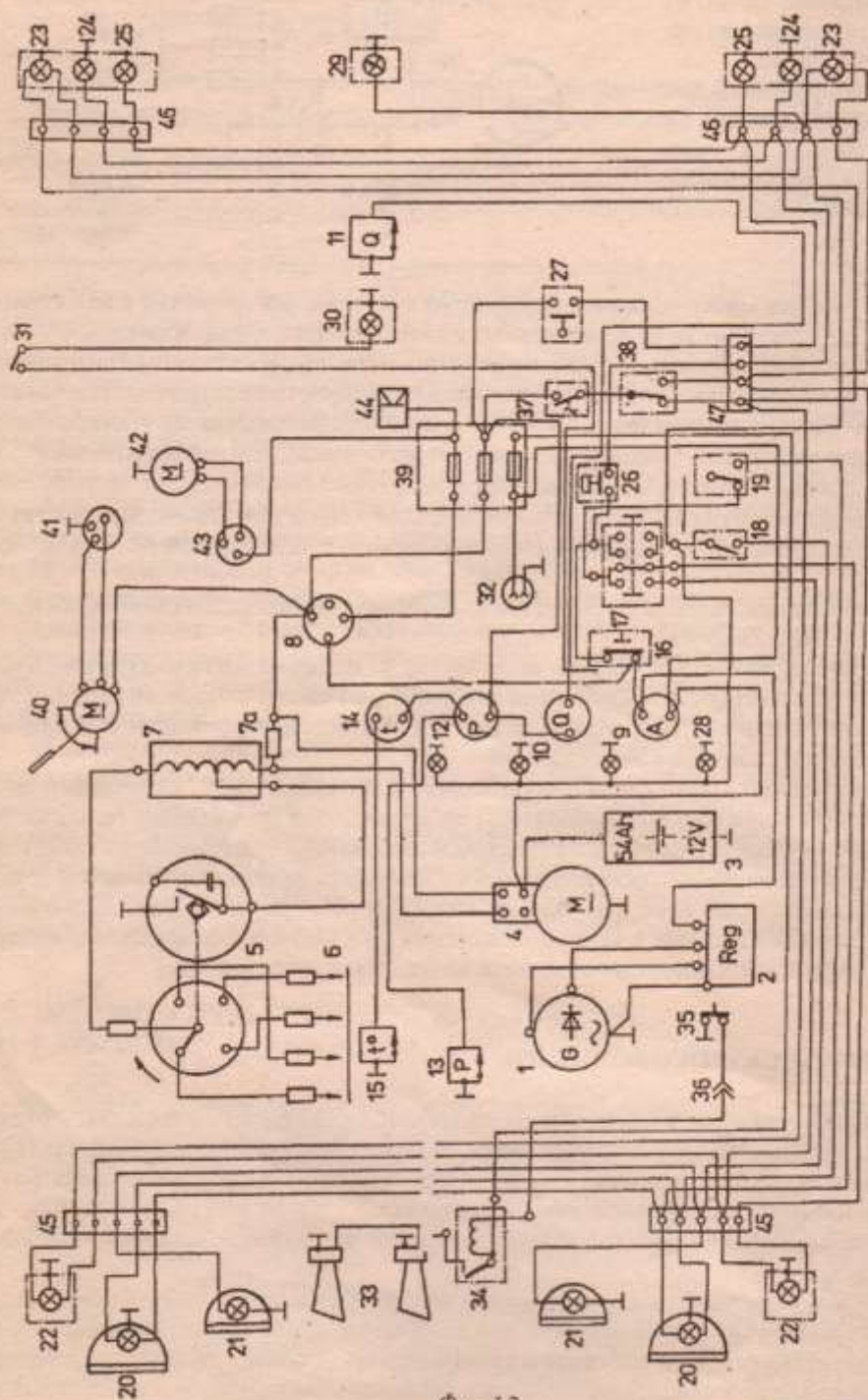


Fig. 1.2.

Фиг. 1.2. Типова схема на електрообзавеждането на автомобила съгласно БДС 7372-69

1 – генератор за променлив ток с вграден токоизправител; 2 – регулатор на напрежение (реле-регулатор); 3 – акумулаторна батерия; 4 – стартер; 5 – прекъсвач-разпределител на запалване; 6 – запалителни свещи със защитни резистори срещу радиосмущения; 7 – индукционна bobина; 7a – допълнителен резистор; 8 – ключ на запалване; 9 – амперметър; 10 – уред за измерване на количеството гориво; 11 – датчик за измерване на количеството гориво; 12 – уред за измерване на налягането на маслото; 13 – датчик за измерване на налягането на маслото; 14 – уред за измерване на температурата на водата; 15 – датчик за измерване на температурата на водата; 16 – кутия с биметален предпазител във веригата за осветление; 17 – ключ за фарове и габаритни светлини; 18 – прекъсвач за фаровете при мъгла; 19 – крачен прекъсвач на дълги и къси светлини; 20 – фарове с двойноспирални лампи; 21 – фарове при мъгла; 22 – габаритни фарове с двойноспирални лампи за предни габаритни светлини; 23 – габаритни фарове с двойноспирални лампи за задни габаритни светлини; 24 – фарове за стоп-сигнал; 25 – фар за заден ход; 26 – граничен прекъсвач с хидравлично задействане; 27 – граничен прекъсвач с механично задействане; 28 – лампи за осветление на скалата на уредите от арматурното табло; 29 – осветител на регистрационен номер; 30 – осветител за осветление на купето; 31 – прекъсвач за осветление на купето; 32 – контролна кутия за подвижна лампа; 33 – звукови сигнализатори; 34 – реле за включване на звуковите сигнализатори; 35 – команден прекъсвач за звуковите сигнализатори; 36 – шепселно съединение; 37 – реле за пътепоказател; 38 – прекъсвач за мигаща светлина; 39 – кутия със стопяеми предпазители; 40 – електрическа чистачка на предното стъкло; 41 – двупозиционен прекъсвач за електрическа чистачка на предното стъкло; 42 – електродвигател към вентилатор за отопление; 43 – двупозиционен прекъсвач за електродвигател към вентилатор за отопление; 44 – радиоприемник; 45 – клемно свързващо табло за фарове; 46 – клемно свързващо табло за комбиниран осветител; 47 – клемно свързващо табло за комбиниран осветител



ци. Поради това в снопа се допуска да бъдат максимално натоварени едновременно не повече от 30 % от проводниците. Останалите трябва да работят в различно време с кратковременно натоварване или да имат малък товар.

Проводниците се избират в зависимост от допустимото токово натоварване и пада на напрежение във веригата.

Допустимата стойност на тока в зависимост от сечението на проводника се определя, като се отчита допустимата плътност на тока за различните вериги:

- на осветлението, сигнализацията и контролно-измервателните уреди – 3–5 A/mm²;
- на стартера за леки автомобили – 10–15 A/mm²;
- на стартера за товарни автомобили – 15–20 A/mm²;

Падът на напрежение трябва да не бъде голям, за да се осигури нормалната работа на свързания електрически консуматор.


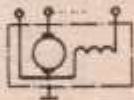

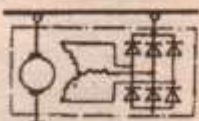

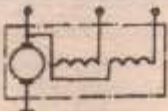

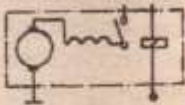
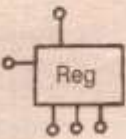
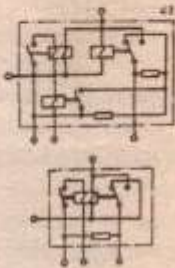
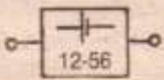

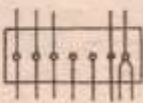
За удобство при монтажа и поддържането електрическите проводници се маркират. Най-често за тази цел се използват различни цветове и цветни кодове. Употребяват се и означения (цифри или букви), нанесени върху изолацията по дължината на проводника.

Отделните проводници и снопове от проводници *се укрепват* чрез пластмасови фиксатори и ленти.







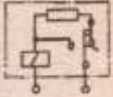
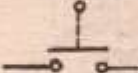




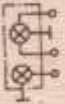


За връзка между проводниците и елементите на електрообзавеждането, както и между отделните части на електрическата инсталация, се използват *контактни накрайници*. Те са различни видове, но най-масово се прилагат кръглите накрайници за болтова връзка и плоските щифтови накрайници (фиг. 1.7).

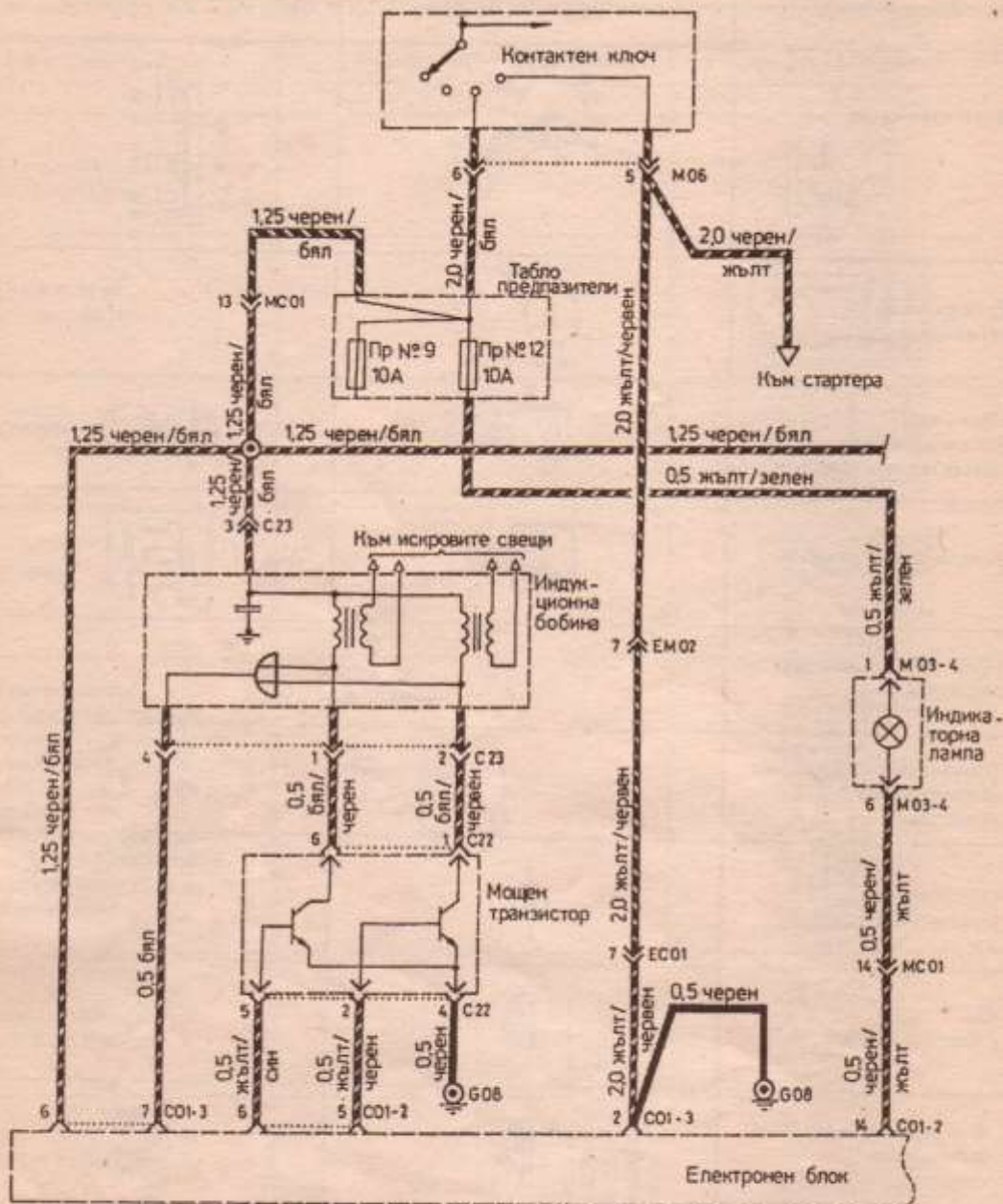
Проводникът и накрайникът се свързват чрез запресоване. Не се разрешава спояване.

Условни графични означения и електрически схеми на елементи от електрообзавеждането

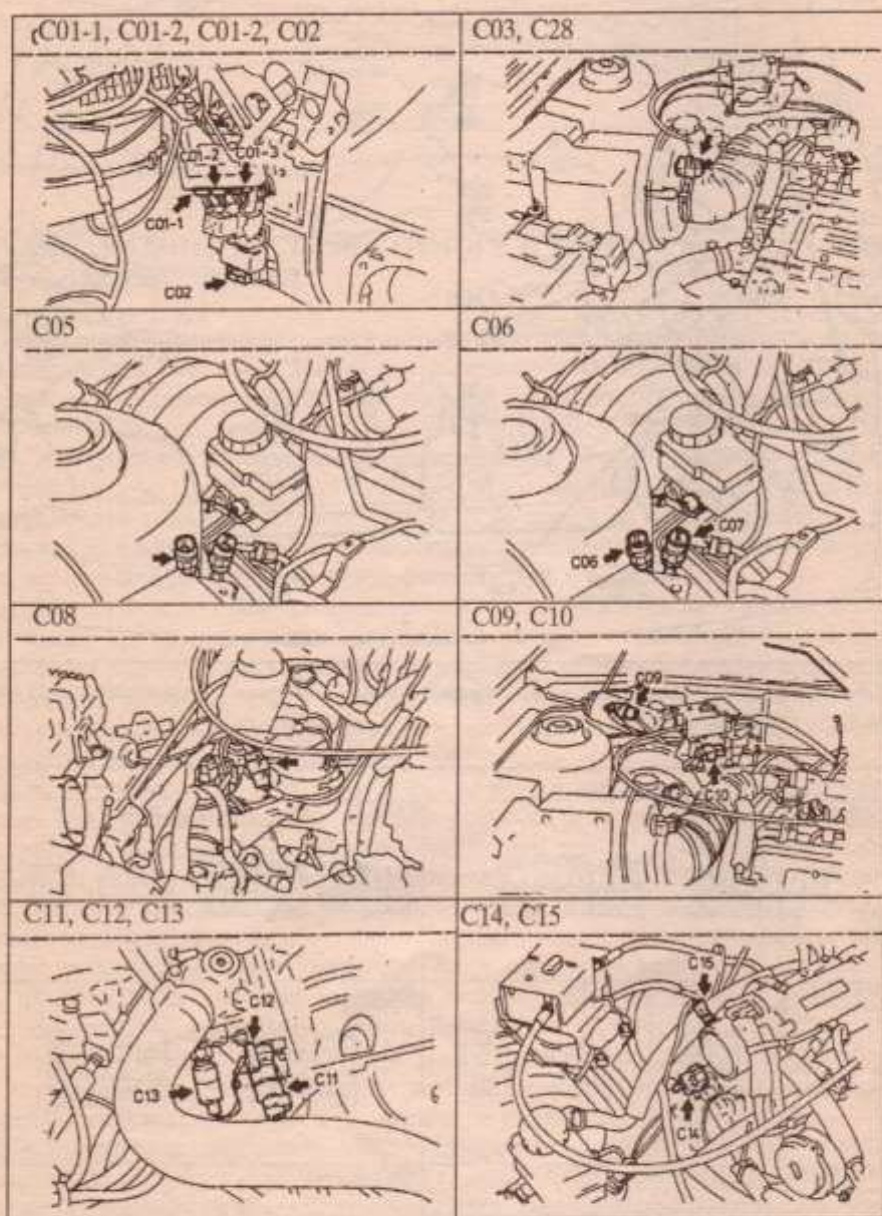
Наименование	Условно графично означение	Вътрешна електрическа схема
1	2	3
Генератор за постоянен ток		
Генератор за променлив ток		
Генератор-стартер		
Стартер		
Реле-регулатор а) триелементен реле-регулатор (регулатор на напрежение, реле за обратен ток и ограничител на тока) б) двуелементен реле-регулатор (регулатор на напрежение и реле за обратен ток)		
Акумулаторна батерия (12 V, 56 A.h)		
Табло с предпазители		
Клемно свързвощо табло		

Продължение на таблица 1.1

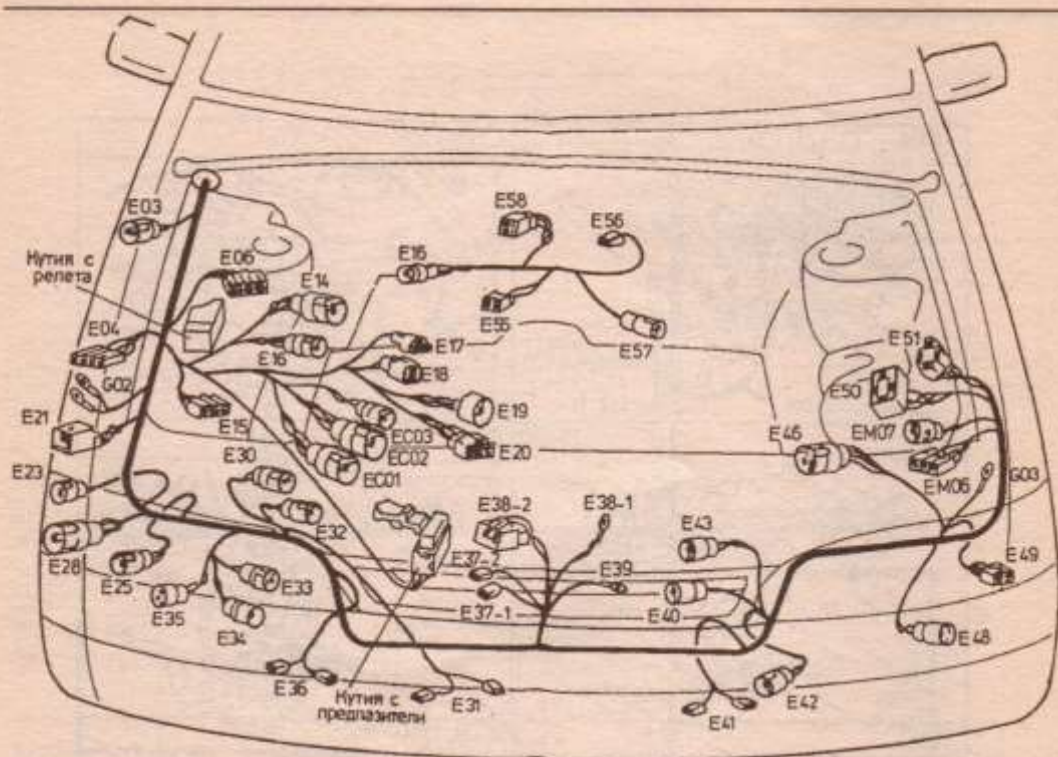
1	2	3
Контактен ключ		
Електрическа стъклочистачка		
Прекъсвач-разпределител на запалителната уредба		
Реле за пътепоказатели		
Прекъсвач с механично задействане		
Прекъсвач с хидравлично (пневматично) задействане		
Осветител (осветително тяло)		
Фар (общо означение)		
Фар за дълга, къса и габаритна светлина		
Комбиниран осветител (стоп-светлина, пътепоказател и габаритна светлина)		



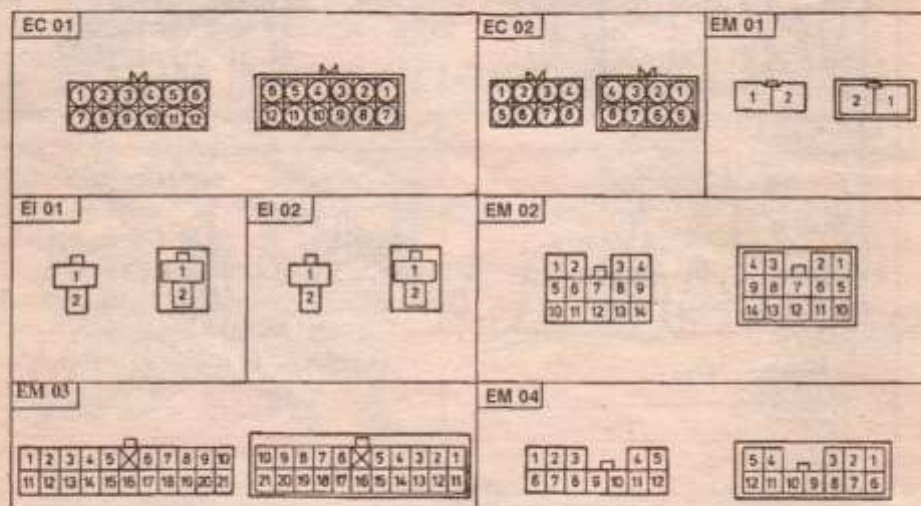
Фиг. 1.3. Принцилна електрическа схема на определена част от електрическата инсталация на автомобила (пример)



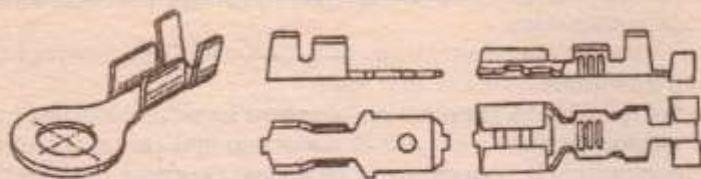
Фиг. 1.4. Разположение на част от елементите от електрическата инсталация на автомобила (пример)



Фиг. 1.5. Разположение на кабелите и свързващите куплунги на част от електрическата инсталация на автомобила (пример)



Фиг. 1.6. Схеми на куплунгите на част от електрическата инсталация на автомобила (пример)



Фиг. 1.7. Контактни (кабелни) накрайници

1.5. ЕЛЕКТРОМАГНИТНА СЪВМЕСТИМОСТ И ЗАЩИТА СРЕЩУ РАДИОСМУЩЕНИЯ

Понятието *електромагнитна съвместимост* се отнася за електрически и електронни системи и се определя като *възможност за съвместната и/л работа без да си влияят взаимно*. За автотранспортните средства това означава електрическата им уредба като цяло и монтираните на тях различни електронни системи (като система за управление на двигателя, система за управление на трансмисията, система ABS, радиоприемник, системи за навигация, телефони и др.) да работят съвместно в непосредствена близост, без да си влияят една на друга. Освен това автомобилът като цяло не трябва да оказва влияние на другите автомобили, както и на различните радиокомуникации, а също така и те да не оказват влияние върху нормалната работа на неговите електронни системи.

Електрообзавеждането на автотранспортните средства излъчва при работа електромагнитни вълни, които причиняват смущения в радио- и телевизионните приемници. Електромагнитни вълни се излъчват при изменението на тока в електрическата верига. Колкото по-големи са амплитудата и скоростта на изменение на тока, толкова по-интензивно е излъчването. Излъчваната енергия при равни други условия зависи от елементите и конфигурацията на електрическата верига.

Следователно *источници на радиосмущения са всички елементи, в които има комутация на тока*. Това са запалителната уредба – вторичната верига и прекъсвачът, генераторът, регулаторът на напрежение, електродвигателите, релето на пътепоказателите и др.

За да се намалят радиосмущенията от електрическата инсталация на автотранспортните средства, се прилагат два принципно различни метода: включване във вторичната верига на запалителната уредба на резистори с голямо съпротивление и използване на филтри.

Резистори за защита от радиосмущения. Включването на резистори с голямо съпротивление (10–20 kΩ) във вторична верига на запалителната уредба е широко прилагано средство за намаляване на радиосмущенията. Резисторите се монтират в разпределителя, в кабелните накрайници или в самите свещи. Напоследък се използват *високоволтови проводници с разпределено съпротивление*, които са два типа – проводници с разпределено активно съпротивление и проводници с разпределено пълно съпротивление.

При проводниците с разпределено активно съпротивление (10–20 kΩ/m) тоководещото жило се изработва от неметален материал с голямо специфично съпротивление. Недостатък на тези проводници са трудностите при електрическото свързване на тоководещото жило с кабелните накрайници. За да се намали енергията на излъчените електромагнитни вълни при проводниците с разпределено пълно съпротивление, освен повишеното активно съпротивление се използва и поглъщането ѝ от материала на изолацията.

Филтри за защита от радиосмущения. Те се използват при елементите с ниско напрежение. Най-често това са блокиращи кондензатори с капацитет 0,1–1,0 μF, свързани паралелно.



лелно на елемента, в който възниква искрене. По този начин голяма част от високочестотните импулси се отвежда към маса.

По-добра защита се постига при използване на LC филтър. Той пропуска нискочестотните токове, а високочестотните отвежда към маса.

Екраниране на електрическата уредба. Използването на метален екран е най-добрият начин за защита от радиосмущения. Прилага се предимно при автотранспортни средства със специално предназначение. В този случай излъчените електромагнитни вълни индуцират в металния екран вихрови токове, при което излъчената енергия се превръща в топлина.

Защитното действие на екрана се подобрява с увеличаване на неговата дебелина, специфичната проводимост и магнитната проникваемост на материала му.

Обикновено електрообзавеждането се екранира с метална оплетка на кабелите, но може да се постави и общ екран за цялото моторно отделение. *И в двата случая е необходимо металният екран да е свързан надеждно към маса.*

Екранирането на запалителната уредба обаче увеличава капацитета на вторичната верига на запалителната уредба, което намалява създаването от нея вторично напрежение.

Контролни въпроси

1. Колко е стойността на номиналното напрежение в електрическата инсталация на АТС?
2. Кои са основните изисквания при построяването на електрическата инсталация?
3. Как се оформя техническата документация на електрическата инсталация?
4. Как се избират електрическите проводници?
5. Какво означава понятието електрическа съвместимост?
6. Кои са източниците на радиосмущения?
7. Какви методи се използват за намаляване на радиосмущенията?



2. АКУМУЛАТОРНА БАТЕРИЯ

2.1. СТАРТЕРНА АКУМУЛАТОРНА БАТЕРИЯ – ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ХИМИЧЕСКИ ПРОЦЕСИ

Предназначение. Акумулаторната батерия първоначално *преобразува* в химическа (при зареждане) електрическата енергия от външен токоизточник, след което я *съхранява* и *отдава* (при разреждане) на електрически консуматори. Този цикъл на зареждане и разреждане може да се повтаря многократно.

В автотранспортните средства *акумулаторната батерия изпълнява следните функции:*

- осигурява енергия за първоначално пускане на двигателя;
- захранва електрическите консуматори, когато двигателят не работи;
- спомага за нормалното захранване на консуматорите, когато мощността на работещия генератор не е достатъчна.

В пусков режим електродвигателят на стартера консумира ток със стойност 200 – 800 А и повече в продължение на 10–20 s. Това определя както наименованието, така и конструктивните особености на стартерната акумулаторна батерия.

Основни изисквания. Условието за работа налагат *следните основни изисквания към стартерната акумулаторна батерия:*

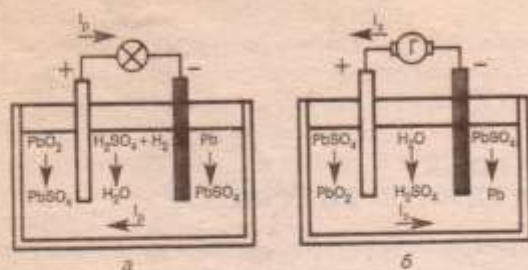
- да отдава голям ток при малък вътрешен пад на напрежението;
- да възстановява бързо капацитета си при зареждане;
- да съхранява дълго време натрупаната в нея енергия;
- да работи надеждно при високи и при ниски температури;
- да има голяма механична якост;
- да е дълготрайна, евтина и безопасна;

В зависимост от материала на електродите стартерните акумулаторни батерии биват оловни, железно-никелови, никел-кадмиеви и др. В съвременните автомобили най-широко се използват оловните стартерни акумулаторни батерии, тъй като имат:

- по-малко вътрешно съпротивление;
- по-високо електродвижещо напрежение;
- по-малко намаляване на капацитета при ниски температури;
- по-малки габарити и маса;
- около три пъти по-ниска цена;
- по-голям к.п.д. по капацитет и енергия.

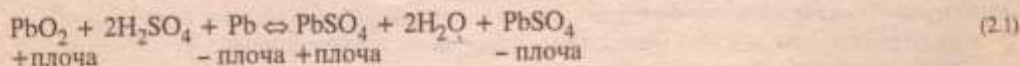
Акумулаторните батерии могат да бъдат класифицирани и по вида на електролита – киселинни и алкални. В съвременните автомобили се използват само киселинни акумулаторни батерии.

Приципи на действие на оловните акумулатори и химически процеси в тях. Всеки акумулатор се състои от съд с воден разтвор на сярна киселина ($H_2O + H_2SO_4$) – *електролит*, в който са потопени положителен електрод от оловен диоксид (PbO_2) с тъмнокафяв цвят и отрицателен електрод от гъбесто олово (Pb) с тъмносив цвят. Ако между електродите се свърже електрически консуматор (например електрическа лампа), ще протече ток на разреждане I_p (фиг. 2.1 а). Образува се затворена верига от две части: външна – през консуматора, и вътрешна – през акумулатора. Във вътрешната част на веригата протича *процес на разреждане*, при който активната маса на електродите се преобразува в оловен сулфат ($PbSO_4$). В ре-



Фиг. 2.1. Схема на процесите в оловния акумулатор
а - разреждане; б - зареждане.

лителя нараства. След преобразуването на оловния сулфат върху електродите, плътността на електролита достига определена стойност $\rho = 1,28-1,29 \text{ g/cm}^3$ и престава да нараства повече. При продължаване на зарядния процес протичащият ток само разлага водата. В електролита се появяват газови мехурчета - електролитът „кипи“. С това се характеризира *краят на зареждането*. Химическите реакции се описват с уравнението



Устройство. Акумулаторната батерия се състои от последователно свързани акумулатори, поставени в обща кутия. Напрежението на изводите от един оловен акумулатор е около 2 V (1,96-2,13 V). Стартерните акумулаторни батерии се произвеждат с 3 или 6 акумулатора съответно с номинално напрежение 6 и 12 V. За електрически инсталации с напрежение 24 V се използват две последователно свързани акумулаторни батерии по 12 V.

На фиг. 2.2 е показано устройството на акумулаторна батерия. Кутията 1 е изработена от ебонит или полимерен изолационен материал (полиетилен, полипропилен и др.). Прегради я разделят на *клетки*, в които са поставени акумулаторите. На дъното на всяка клетка има *ребра*, върху които се опират акумулаторните плочи. В пространството между ребрата се отлага активната маса, опадала от плочите при експлоатацията. Това предотвратява възможността от възникване на късо съединение между плочите. Кутията е затворена отгоре с *капак* 2, залепен или запоен към кутията и към преградите на клетките. В капака на всяка клетка има отвори с резба за наливане и за проверка на електролита. Те се затварят с пластмасови капачки 6, които имат малък отвор за вентилиране. Разноименните полюси на акумулаторите се свързват чрез *междueleментни съединители* 4 през вътрешните прегради на кутията. Положителният полюс на първия акумулатор 3 и отрицателният полюс 5 на последния завършват с конусовидни изводи за свързване на батерията към електрическата инсталация. Двата извода са означени със знаците съответно + (плюс) и - (минус). *Положителният полюс е с по-голям диаметър.*

При по-старите конструкции на акумулаторни батерии всяка клетка се затваря с капак, херметизиран към кутията с киселиноустойчива битумна замазка. Междueleментните съединители са направени като дълги оловни мостове, поставени над капачите. Те имат голямо съпротивление, създават условия за късо съединение и за повишаване на саморазреждането на батерията.

зультат на химическата реакция намалява концентрацията на сярна киселина в електролита и се отделя вода. Това изменя *плътността на електролита*, която е един от основните показатели за *степенята на разреждане* на акумулатора. При напълно разреден акумулатор плътността на електролита е 1,11-1,12 g/cm³.

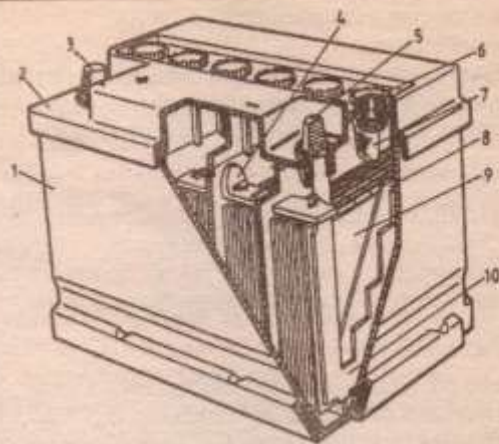
Когато към електродите на акумулатора се включи токоизточник (фиг. 2.1 б), протича ток на зареждане I_2 в обратна посока. Възстановява се химическия състав на електродите и *акумулаторът се зарежда*. По време на зарядния процес се увеличава концентрацията на сярна киселина, като плътността на електро-

Всяка акумулаторна клетка се състои от последователно подредени положителни 9 и отрицателни 10 плочи, разделени от порести изолационни пластини – сепаратори 8. Едноименните плочи са запоеани към общ токопроводящ елемент, при което се образуват два полублока – положителен и отрицателен. Положителните плочи са с една помалко. Всяка положителна плоча е разположена между две отрицателни. Така се осигурява равномерна работа на двете ѝ страни и плочата се предпазва от изкривяване поради значителното изменение на обема на активната ѝ маса при зареждане и разреждане.

За увеличаване на контактната повърхност и за намаляване на вътрешното съпротивление на акумулаторната батерия се използват *плочи с малка дебелина* – $1,8 \pm 2,4$ mm. Плочите се състоят от *решетка*, отлята от олово (93–94 %) с добавка на antimон (6–7 %). Двете страни на решетката са намазани с паста от оловен прах, оловни оксиди и сярна киселина. След като се пресоват и изсушат, плочите се подлагат на формиране. *Формирането* е електрохимически процес. При прилагане на неколккратно зареждане и разреждане пастата на плочите се превръща в активна маса от оловен диоксид с тъмнокафяв цвят за положителната и в олово със сив цвят за отрицателната плоча. В пастата се добавят и вещества, наречени *разширители*, които при формирането осигуряват голяма порестост и голяма контактна повърхност ($8-10$ m²/g) на активната маса.

Плочите на двата полублока са изолирани помежду си от *сепараторите* 8. Сепараторите се изработват от киселиноустойчив материал (пластмаса, стъкловолакна и др.) с голяма порестост, осигуряваща свободно проникване на електролита до активната маса на плочите. Те имат вертикални ребра, обърнати към положителните плочи за улесняване на достъпа на електролита до тях. При новите акумулаторни батерии сепараторите се изработват като пликкове, в които се поставят положителните плочи.

Електролитът се изготвя от *акумулаторна сярна киселина*, разредена с дестилирана вода. Концентрираната акумулаторна сярна киселина има плътност $1,83$ g/cm³, а електролитът на напълно заредена акумулаторна батерия – $1,28 \pm 0,1$ g/cm³.



Фиг. 2.2. Акумулаторна батерия

1 – кутия; 2 – капак; 3 – положителен полюсен извод; 4 – междуелементен съединител; 5 – отрицателен полюсен извод; 6 – капачка; 7 – индикатор за плътността на електролита; 8 – сепаратор; 9 – положителна плоча; 10 – отрицателна плоча

2.2. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ВЕЛИЧИНИ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ЗАРЕЖДАНЕ И РАЗРЕЖДАНЕ

Експлоатационните качества на акумулаторните батерии се определят от *следните електрически параметри*:

- електродвижещо напрежение (напрежение без товар) – E_{AB} ;
- напрежение под товар – U_{AB} ;

- вътрешно съпротивление - R_{AB} ;
- капацитет - C .

Електродвижещо напрежение на акумулатора E_A . То представлява потенциалната разлика между полюсите при отворена външна верига. При n последователно свързани акумулатора електродвижещото напрежение е

$$E_{AB} = nE_A,$$

където E_A е електродвижещото напрежение на един акумулатор.

Стойността на електродвижещото напрежение зависи само от материала на електродите (плочите) и от плътността на електролита. За практически цели при оловния акумулатор то се определя по емпиричната формула

$$E_A = 0,85 + \rho, \quad (2.2)$$

където ρ е плътността на електролита в g/cm^3 при $15^\circ C$.

При напълно зареден акумулатор $E_A = 2,13 V$, а при напълно разреден $E_A = 1,96 V$.

Напрежение под товар U_A . То представлява потенциалната разлика между полюсите, когато във външната верига протича ток (независимо дали е заряден или разреден):

$$U_A = E_A \pm IR_A, \quad (2.3)$$

където I е стойността на тока, протичащ във веригата, а R_A - вътрешното съпротивление на акумулатора. Знаците + или - се определят в съответствие с режима на зареждане (+) или на разреждане (-). За акумулаторната батерия

$$U_{AB} = nU_A, \quad (2.4)$$

където n е броят на акумулаторите.

От израза (2.3) се вижда, че напрежението на изходите на акумулаторната батерия намалява с увеличаване на разрядния ток. Това се дължи на увеличения пад на напрежение IR_A и на намаляването на E_A в процеса на разреждане.

Вътрешно съпротивление R_{AB} . То характеризира възможността на акумулаторната батерия да отдава голям ток в стартерен режим. При напълно заредена стартерна батерия вътрешното съпротивление има стойност $0,001-0,01 \Omega$, която се определя приблизително по емпиричната формула

$$R_{AB} = \frac{E_{AB}}{15C_n},$$

където E_{AB} е електродвижещото напрежение, а C_n - номиналният капацитет на акумулаторната батерия.

Вътрешното съпротивление зависи от съпротивлението на електролита, на сепараторите и на плочите. При намаляване на плътността на електролита и при понижаване на температурата съпротивлението на електролита нараства. Минималната стойност на вътрешното съпротивление е при плътност на електролита $1,225 g/cm^3$ и температура $15^\circ C$. При плътност $1,30 g/cm^3$ съпротивлението нараства 9 пъти в температурния интервал от $+30$ до $-30^\circ C$. Съпротивлението на плочите се увеличава с разреждането на акумулаторната батерия и с времето на експлоатация поради натрупания оловен сулфат. Той има няколко пъти по-голямо съпротивление от оловото и оловния диоксид. Съпротивлението на сепараторите зависи от порестостта на материала им.

Капацитет C . Капацитетът е количеството електричество в ампер-часове (A.h), което напълно заредена акумулаторна батерия може да отдаде при разреждане с постоянна големина на тока до определено гранично напрежение:

$$C = I_p^* t_p, \text{ A.h.} \quad (2.6)$$

където I_p е стойността на разрядния ток, А;
 t_p – времето за разреждане, h.

Капацитетът на акумулаторната батерия при последователно свързани акумулатори с еднакъв капацитет е равен на капацитета на една клетка: $C_{AB} = C_A$. Номиналният капацитет C_n на стартерната акумулаторна батерия се определя от количеството електричество (в А.ч), което една батерия може да отдаде при ток с големина $0,05C_n$ ($I_p = C_n/20$) до крайно разрядно напрежение $U_p = 10,50 \text{ V}$.

С увеличаване на разрядния ток капацитетът намалява. При ток $I_p = C_n/10$ (10-часово разреждане) капацитетът спада до $C_{10} = 87,5\% C_n$, а в стартерен режим при $I_{cp} = 3C_n$ – до $C_{cp} = 25\% C_n$ при $+25^\circ\text{C}$. Например акумулаторната батерия 6СТ55 има капацитет 55 А.ч при ток на разреждане $I_p = 2,75 \text{ A}$. Ако токът се увеличи на $I_p = 5 \text{ A}$, капацитетът става 48,125 А.ч. В стартерен режим при $I_p = 165 \text{ A}$ капацитетът намалява до 13,75 А.ч.

С увеличаване на разрядния ток намалява плътността на електролита в порите на плочите, вследствие на което химическите процеси се преместват към повърхността. Образуваният оловен сулфат стеснява порите на активната маса, с което се намалява достъпът на електролит с нормална плътност. С това се затруднява протичането на химическата реакция в активната маса, разположена във вътрешността на плочите.

Капацитетът на акумулаторната батерия зависи и от продължителността на използването ѝ. В началото на експлоатацията той нараства вследствие на увеличаване на количеството на оловния диоксид в положителните плочи, а след известно време намалява поради разслояването и опадането на активната маса от решетките на плочите, образуването на големи кристали оловен сулфат и др.

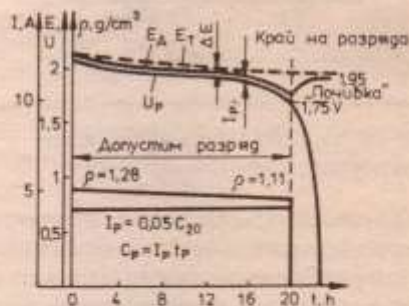
В някои страни се изразява мнението, че действащите нормативни показатели за стартерни акумулаторни батерии не отразяват характерните работни режими в процеса на експлоатация. Те предлагат да се въведат още два параметъра.

Резервен капацитет. С него се оценява способността на акумулаторната батерия да осигурява движението на автомобила, когато генераторът не работи. Той се определя от времето в минути, за което една батерия може да поддържа разреждане с ток с големина $I = 25 \text{ A}$ до крайно разрядно напрежение $U_p = 10,50 \text{ V}$.

Ток на студено стартиране (ток при пускане на студен двигател). Той характеризира възможностите на акумулаторната батерия в стартерен режим при ниски температури. Определя се като максимален разряден ток (зададен от производителя), който може да осигури акумулаторната батерия при температура -18°C в продължение на 10 s, запазвайки напрежението на разреждане, не по-ниско от 7,5 V. На съвременните акумулаторни батерии той е нанесен върху капака.

Характеристика на разреждането (фиг. 2.3). Тя изразява изменението на основните параметри – плътност на електролита ρ , електродвижешо напрежение E и напрежение под товар U в зависимост от времето t на разреждане при постоянна стойност на тока ($I = \text{const}$) на акумулатора.

Разреждането с постоянна стойност на тока определя и постоянна скорост на протичащите процеси в акумулатора. Количеството реа-

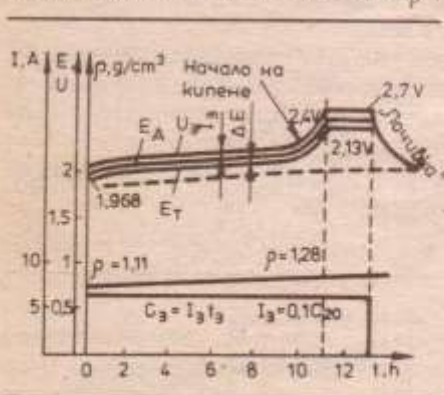


Фиг. 2.3. Характеристика на разреждане на акумулатора при 20-часов режим

гирала сярна киселина за единица време е едно и също, което определя линейното изменение на плътността на електролита (от 1,28 до 1,11 g/cm³). Съгласно израза (2.2) електродвижещото напрежение E_A зависи само от плътността на електролита и поради това намалява линейно от 2,13 до 1,96 V. В действителност E_A се изменя нелинейно. Причината е, че с протичане на разрядния ток сярната киселина в порите на активната маса се изразходва по-бързо от проникващия електролит, концентрацията намалява, в резултат на което намалява и електродвижещото напрежение. След известен период от време настъпва *динамично равновесие* – количеството изразходвана и количеството постъпила в порите сярна киселина се изравняват. От този момент изменението става линейно. Постъпването на електролит от кутията в порите на плочите се дължи на *дифузията*, която представлява топлинно движение на молекулите, йоните и атомите. Този процес продължава, докато дифундиралиите частици не се разпределят равномерно в целия обем и се изравни концентрацията.

Разликата между теоретичната и действителната стойност е показател за *степенята на дифузията* и за качеството на акумулатора. Обемът на оловния сулфат е 1,5–1,7 пъти по-голям от този на оловото и на оловния диоксид. При разреждане това води до намаляване на сечението на порите и се затруднява дифузията на електролита. Плътността му намалява, поради което намалява и действителното електродвижещо напрежение E_{gr} .

Напрежението на изводите на акумулаторната батерия при разреждане U_p се определя от пада на напрежението върху вътрешното съпротивление. Ако се приеме, че вътрешното съпротивление е постоянно, изменението му ще съответства на действителното електродвижещо напрежение. Когато се достигне граничното напрежение 1,75 V, разреждането се прекратява поради настъпване на необратими процеси, водещи до образуване на неразтворим оловен сулфат. След прекъсване на разрядния ток напрежението U_p се повишава до действителното електродвижещо напрежение. Площта, заградена между началото и края на разреждане и линията на тока I_p , е равна на получения капацитет.



Фиг. 2.4. Характеристика на зареждане на акумулатора при 10-часов режим

Когато активната маса на плочите се възстанови до PbO_2 и Pb , скоростта на дифузията през порите на плочите намалява и електродвижещото напрежение E_A нараства. Зарядният ток разлага водата от електролита на водород и кислород, които се отделят във вид на газови мехурчета, предизвикващи явление, наричано „кипене“ на електролита. Газовите мехурчета на водорода и на кислорода, натрупани върху плочите, увеличават потенциалната разлика между плочите с около 0,33 V, с каквато стойност се увеличава и действителното електродвижещо напрежение E_d .

Характеристика на зареждането (фиг. 2.4). Тя изразява *изменението на параметрите на акумулаторната батерия* – плътност на електролита, електродвижещо и зарядно напрежение *в зависимост от времето на зареждане* с постоянна стойност ток (фиг. 2.4). При такъв режим химическите процеси протичат с постоянна скорост, а плътността на електролита нараства линейно. Оловният сулфат на плочите се превръща в олово и оловен диоксид и се отделя сярна киселина. В началото концентрацията на сярната киселина в порите нараства, след което настъпва *динамично равновесие*. Действителното електродвижещо напрежение има по-голяма стойност от теоретичното електродвижещо напрежение E_T на акумулатора (вж. израз 2.3) и в началото се изменя нелинейно, след което нараства линейно заедно с плътността ρ .

Зарядното напрежение U_z , приложено към изводите на акумулаторната батерия, е високо от действителното електродвижещо напрежение E_d със стойност, равна на пада на напрежение върху вътрешното съпротивление на акумулатора. В края на зареждането стойността му достига до 2,7 V, появява се газоотделяне (кипене) и плътността на електролита остава постоянна. За осигуряване на пълно преобразуване на активната маса процесът на зареждане продължава още 1–2 h.

Когато се изключи захранващият източник, зарядното напрежение U_z намалява със скок до действителното електродвижещо напрежение E_d .

2.3. ЗАРЕЖДАНЕ НА СТАРТЕРНИ АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ

Акумулаторните батерии се произвеждат сухо заредени. Това означава, че плочите са заредени, т.е. активната маса е съответно олово и оловен диоксид, в кутията няма електролит, а капачките за наливане осигуряват необходимата херметичност. На всяка батерия са нанесени: фабричен номер, дата на производство, условно означение. По БДС 3971-91 означението съдържа: *номиналното напрежение* във волтове, *типа на капака* (М – батерията има общ капак, Е – всеки акумулатор има отделен капак) и *номиналния капацитет*. Например означението 12E55 означава напрежение 12 V, с отделни капаци на акумулаторите и номинален капацитет $C_{20} = 55$ A.h. Новите акумулаторни батерии се херметизират в завода, като в това състояние могат да се съхраняват в сухи неотоплявани помещения не повече от 2 години.

Когато акумулаторните батерии се въвеждат в експлоатация, трябва да се извършат следните операции: подготвя се електролит с плътност, указана от завода производител (за нашите климатични условия 1,28 g/cm³), почиства се акумулаторната батерия от прах, свалят се капачките и се отстраняват херметизиращите елементи (ленти, тапи, херметизиращи дискове и др.), проверява се температурата на електролита (тя не трябва да бъде по-висока от +25 °C) и той се налива в акумулаторната батерия. Нивото на електролита трябва да бъде 10–15 mm над предпазния щит на плочите, а при пластмасови кутини то трябва да съвпада с белега върху кутията или да бъде 5 mm над него. Акумулаторната батерия се оставя около 2 h, докато електролитът поеме в плочите и сепараторите. От взаимодействието с активната маса на плочите плътността на електролита намалява. Ако тя не се е понижала с повече от 0,03 g/cm³ и електродвижещото напрежение е над 12 V, *коригират се* нивото и плътността на електролита и батерията се предава за експлоатация. Когато изменението е по-голямо, акумулаторната батерия се зарежда от токоизточник с големина на тока, равна на $0,1C_n$ в продължение на 5 h.

Зареждането се прекратява, когато започне бурно газоотделяне (кипене) от всички клетки. Напрежението на батерията и плътността на електролита в последните 1–2 h трябва да останат постоянни. По време на зареждането периодично се проверява температурата на електролита. Ако стойността ѝ надвишава +40 °C, зарядният ток се намалява наполовина или токоизправителят се изключва, докато електролитът се охлади до +25 °C. След зареждане трябва да се *коригират* нивото и плътността на електролита.

Нови акумулаторни батерии, които не са използвани 24 h след наливане на електролита и които ще работят при тежки условия (ниска температура, често пускане на двигателя) или са стояли на склад повече от 6 месеца от датата на производство, *задължително се зареждат* от токоизправител. По време на експлоатация акумулаторните батерии се зареждат по същия начин.

Ако плътността на електролита след зареждане се различава от 1,28 g/cm³, трябва да се коригира. При по-висока стойност се налива дестилирана вода, а при по-ниска – елек-

тролит с плътност $1,30 \text{ g/cm}^3$. След това зареждането продължава още 30 min, изчаква се около половин час и се коригира нивото до указаните стойности от производителя.

Акумулаторните батерии могат да бъдат заредени с постоянно зарядно напрежение, с постоянен заряден ток и с асиметричен заряден ток.

2.4. ОСНОВНИ НЕИЗПРАВНОСТИ НА АКУМУЛАТОРНАТА БАТЕРИЯ

Окисляване на клемите. Процесът на окисляване се ускорява при попадане на електролит и непълно притягане на полюсните накрайници.

Механични повреди на кутията. Вследствие на пукнатини в замазката, капачите и кутията изтича електролит, поради което нивото му се намалява под допустимото. Заредените плочи влизат в контакт с въздуха, който превръща активната маса на отрицателните плочи в оловен хидрат $\text{Pb}(\text{OH})_2$. Образуват се едри, неразтворими кристали оловен сулфат (PbSO_4), които намаляват рязко капацитета.

При пукнатини в преградните стени между клетките протича електролит в съседните акумулатори, в резултат на което те се саморазреждат и сулфатизират. Плътността на електролита им намалява. Общото напрежение на свързаните през пукнатините клетки става 2 V.

Ускорено саморазреждане. При експлоатация или продължително съхранение на акумулаторните батерии, дори когато няма консумация на електрическа енергия, капацитетът им намалява. Това явление се нарича саморазреждане. Допустимото саморазреждане на акумулаторни батерии при престой в заредено състояние в продължение на 28 денонощия при температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$, не трябва да превишава 20 %, а за 14 денонощия – 10 %.

Саморазреждането е ускорено, ако батериите по време на експлоатация превишават посочените норми. То се дължи на следните причини: замърсена повърхност или разлят по капака електролит, съединение на разноименни плочи от опадала маса или разрушени сепаратори, различна плътност в долните и горните слоеве на електролита. Попадналите в клетките метали образуват с електролита разтворими соли. Вследствие на протичане на електролиза те се разлагат на йони, които се отлагат на плочите. Йоните отдават своя заряд на плочите, като образуват местни вериги от „паразитен“ ток, който води до сулфатизация на акумулатора.

Отклонения от номиналната плътност ρ на електролита ($\rho = 1,28 \text{ g/cm}^3$). При по-малка плътност се увеличава вътрешното съпротивление и се намалява капацитетът. При по-голяма плътност се ускоряват корозията на решетките, опадането на активната маса, сулфатизацията, като намаляват капацитетът и времето на експлоатация.

Сулфатизация на плочите. При този процес по повърхността на плочите се образуват големи, трудноразтворими кристали оловен сулфат. Те запушват порите, с което намаляват повърхността на активната маса, участваща в реакцията.

Сулфатизацията се дължи на продължително съхраняване на батериите без дозареждане, на повишена плътност на електролита, на саморазреждане, на дошир на плочите с въздуха, на ниско ниво на електролита, на замърсяване на клетките, на системно недозареждане. Сулфатизираните батерии рязко намаляват капацитета си. При зареждане напрежението и температурата на електролита бързо се повишават, докато плътността се изменя незначително. При правилна експлоатация на съвременните акумулаторни батерии условията на сулфатизация са почти напълно отстранени.

Преждевременно разрушаване на плочите. Получава се при следните случаи:

а) ако заредена акумулаторна батерия продължава да се захранва от външен токоизточник, протичащият ток разлага водата, отделните газове в порите на плочите увеличават налягането и изриват активната маса;

б) ако в края на зареждането токът е голям, а температурата – висока;

в) от лошо закрепени батерии или от механични удари, от използване на нестандартна киселина или замърсена вода и от замръзване на електролита при разреждана батерия.

Късо съединение между плочите с различна полярност. Получава се *вследствие* на разрушени сепаратори, прорастване на оловни дендрити през сепараторите, опадала активна маса на дъното на кутията. Такава акумулаторна клетка се саморазрежда, плочите се сулфатизират, няма електродвижещо напрежение и плътността на електролита е много малка.

Промяна на полярността на плочите. Тази неизправност може да възникне, ако някой от акумулаторите на батерията има по-малък капацитет от останалите. Този акумулатор ще се разрежда по-рано от другите и ако разрядният процес продължи, протичащият ток във веригата на батерията, поддържан от другите акумулатори, ще започне да го разрежда с обратна полярност. Това силно намалява напрежението и капацитета на акумулаторната батерия.

2.5. ПРОВЕРКА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА СТАРТЕРНИТЕ АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ

Грижи за акумулаторната батерия по време на експлоатацията. При поставяне на акумулаторната батерия най-напред се свързва положителният извод, а след това – отрицателният. При сваляне се работи в обратен ред. Гайките на полюсните крайници трябва да се затягат само с ключ. *Не се допуска* теглене или удяне по крайниците. Необходимо е повърхността на батерията да бъде чиста и суха. Замърсяването и влагата създават електропровеждащ слой, който причинява саморазреждане. Почиства се с четка с твърд косъм или със суха кърпа. Разлетият по повърхността електролит се почиства с кърпа, напоена с 10 %-ен разтвор от сода бикарбонат. Попадането на прах, соли и други замърсители в електролита води до ускорено сулфатизиране. *Недопустимо е разливането* на електролит по металните части на автомобила. Местата в близост до акумулаторната батерия се почистват добре и боядисват с киселиноустойчива боя.

Полюсните изводи и крайниците също се почистват периодично (не по-рядко от един път на 10 000 km пробег) с четка и се промиват с топла вода. Оксидите и замърсяването създават пад на напрежение и затрудняват пускането на двигателя. Периодично трябва да се проверяват кутията, капачките и уплътняващата замазка за пукнатини и просмукване на електролит. При появяване на такива неизправности батерията се дава за ремонт. Необходимо е да се следи за сигурното закрепване на батерията към стойката.

Недопустимо е (особено при ниски температури) акумулаторната батерия да се разрежда с голям ток. Това води до изкривяване на плочите и опадане на активната маса. При пускане на двигателя стартерът да се включва последователно не повече от 3 пъти за 8–10 s. В промеждутъците се изчака по 30–40 s.

На всеки 3 месеца се проверява плътността на електролита. При разреждане зимно време до $0,75 C_{10}$, а лятно време до $0,5 C_{10}$ акумулаторната батерия да се сваля и зарежда напълно от външен токоизточник.

На генератори с вибрационни регулатори на напрежение един път годишно да се проверява стойността на поддържаното напрежение в електроинсталацията.

Съхранение на акумулаторната батерия. Когато акумулаторната батерия не се използва, след свалянето ѝ от автомобила се извършва пълно зареждане с токоизправител и се съхранява в сухо, проветриво помещение с температура $0 \div +5$ °C. Ежемесечно се проверяват нивото и плътността на електролита. При плътност, по-ниска от $1,24 \text{ g/cm}^3$, бате-

риятя трябва да се дозареде с токоизправител. Така тя може да се съхранява за не повече от 9 месеца.

Нови, ненапети с електролит акумулаторни батерии се препоръчва да се съхраняват по възможност при температура около 0°C, поставени с капачките нагоре. При това капачките трябва да бъдат плътно затворени и херметизирани. Така сухо заредените батерии могат да се съхраняват до 1 година.

Нивото на електролита и проходимостта на вентилационните отвори в капачките трябва да се проверяват зимно време през 30, а лятно време през 15 дни. Ако не е изтекла или разлята част от електролита, нивото се коригира само с дестилирана вода. *Зимно време* акумулаторната батерия се долива преди тръгване, за да се предпази от замръзване.

Проверка на състоянието на акумулаторната батерия. По време на експлоатация механичното състояние и параметрите на акумулаторната батерия се изменят. Техническото ѝ състояние се определя, като се измерват електродвижещото напрежение, плътността и нивото на електролита. При стари типове акумулаторни батерии състоянието на плочите се установява чрез измерване на напрежението под товар. В съвременните конструкции плочите са по-тънки. Проверката им под товар с волтметър в стартерен режим води до изкривяване на плочите и други повреди, поради което заводите производители забраняват използването на такава проверка.

Измерване на електродвижещото напрежение. То (както на изводите на батериите, така и на отделните акумулатори) дава информация за късо съединение между плочите с различна полярност, за прекъсване на междуелементните съединения и за промяна на полярността на плочите. Измерва се с волтметър за постоянно напрежение и с вътрешно съпротивление, не по-малко от 1000 Ω/V, и обхвати 15 и 30 V.

Плътност на електролита. Тя определя степента на зареденост на акумулаторната батерия. Измерва се с ареометър (денсиметър, гъстотомер) – фиг. 2.5. Той се състои от шпета 2 и от поплавак със скала 1, разграфена в g/cm³. С шпетата се засмуква електролит последователно от всеки акумулатор на батериите, като се отчита делението на нивото на тежестта. Отчетената стойност се привежда към температура +25 °C по формулата

$$\rho_{25} = \rho_t + (T_c - 298)0,0007,$$

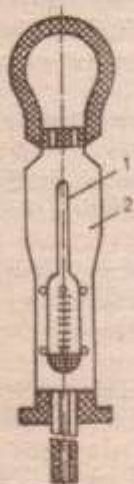
където T_c е температурата на електролита, K.

От нея се определя степента на зареденост

$$D_p = \left(1 - \frac{\rho_{зар} - \rho_{25}}{\rho_{зар} - \rho_{раз}}\right) 100 \%.$$

При липса на конкретни стойности за $\rho_{зар}$ и $\rho_{раз}$ се приемат стандартизираните – съответно 1,28 g/cm³ и 1,11 g/cm³. Ако измерената плътност в отделните акумулатори на батериите се различава с повече от 0,02 g/cm³, акумулаторната батерия е неизправна и се нуждае от зареждане.

Ниво на електролита. То се измерва чрез нивомерна тръбичка. Тя е изработена от стъкло с вътрешен диаметър 3–5 mm. На повърхността ѝ в единия край са нанесени две резки на разстояние 10 и съответно 15 mm. Проверяват се последователно всички акумулатори. Измерването се извършва, като тръбичката се потапява в електролита, докато допре в предназначена решетка, след това се за-



Фиг. 2.5. Денсиметър с постоянна маса
1 – поплавак;
2 – шпета

пушва свободният ѝ край и се изважда от акумулатора. Отчита се нивото на електролита, останал в тръбичката. Нормалната му стойност е 10–15 mm.

Нивото на електролита при акумулаторни батерии с прозрачни пластмасови кутии се отчита по означения, нанесени от външната страна на стените им.

Основни правила по техника на безопасността и охрана на труда. *Електролитът се приготвя* в химически устойчиви съдове (пластмасови, оловни, керамични, ебонитови). Използването на *стъклени вани* е **опасно** поради повишаването на температурата от смесването на водата с киселина. Във ваната се налива дестилирана вода и на тънка струя се сипва киселината, като интензивно се разбърква със стъклена пръчка. Наливането на вода в киселината причинява повишаване на температурата; сместа започва да „кипи“ и пръска, което създава **опасност** от *химическо обгаряне*. При случайно попадане на киселина или електролит върху тялото засегнатото място трябва незабавно да се подсуши с памук и промие с воден разтвор на сода бикарбонат или амоняк.

Акумулаторните батерии *се зареждат при работеща вентилационна уредба*. Те се свързват и откачват към зарядната уредба при изключено захранване. Щипките, свързващи полюсните клеми, трябва да прилягат плътно, без да искрят. Зареждането се извършва при свалени капачки на отворите за наливане на електролит. В помещенията за зареждане е **забранено пушенето** и използването на *открит огън*. Електрическата инсталация и агрегатите трябва да бъдат изпълнени взривобезопасно. Агрегатите се монтират извън работното помещение. Работещите в акумулаторното отделение задължително използват *лични предпазни средства* (гумени ръкавици, гумени обувки, гумена престилка, защитни очила).

2.6. ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СТАРТЕРНИТЕ АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ

През последните години много фирми усвоиха производството на *акумулаторни батерии с намалено техническо обслужване* или *без техническо обслужване* за целия период на експлоатация. На тези акумулаторни батерии е изменен съставът на плочите. Наличието на антимон в сплавта на решетките е причина за електролиза на водата в електролита при напрежение 2,3–2,4 V.

Новите сплави за решетки съдържат по-малко антимон (1,5–2 %), като се добавят *калций* 0,06–0,09 %, *калай* 0,5–1,0 % и *кадмий* до 1,5 % за постигане на определени технологични и електромеханични качества на материала. При решетки от такава сплав електролизата на водата започва при по-високо напрежение, като се намалява и корозията им.

При *новите конструкции акумулаторни батерии* плочите са по-тънки (1,7–1,9 mm). Сепараторите са високопорести и също са по-тънки (1,3 mm). Те се изработват като плик, в който се поставят отделните положителни плочи. Това повишава механичната им якост и премахва необходимостта от ребра по дъното на кутията. Височината на кутията се запазва, с което се увеличава количеството на електролита над плочите. *За да се повиши механичната якост*, плочите са укрепени в горния си край с бандажи от епоксидна смола. Междueleментните съединители на новите акумулаторни батерии са поставени под капака и имат по-малка дължина. Така се намалява саморазреждането на батерията, олекотява се конструкцията, премахва се възможността за появата на разряден ток по капака и се намалява вътрешното ѝ съпротивление.

Акумулаторните батерии без обслужване нямат капачки върху капака. Те се произвеждат напълно заредени и при съхранение не се нуждаят от дозареждане с електролит и вода. В капака има вграден гъстомер, показващ в процеса на експлоатация дали батерията се нуждае от дозареждане с токоизправител.

Контролни въпроси

1. Обяснете принципа на действие на оловния акумулатор!
2. Опишете устройството на стартерната оловна акумулаторна батерия.
3. Кои фактори определят стойността на електродвижещото напрежение и вътрешното съпротивление на оловния акумулатор?
4. Дефинирайте капацитета на акумулаторната батерия.
5. Как се приготвя електролит и как се подготвя за експлоатация акумулаторната батерия?
6. Какво трябва да се извърши при техническото обслужване на акумулаторната батерия?
7. Как се определя техническото състояние на акумулаторната батерия в експлоатация?
8. Как се съхраняват акумулаторните батерии?
9. Какви правила трябва да се спазват по охраната на труда и техниката на безопасност при обслужването на акумулаторните батерии?

3. ГЕНЕРАТОРИ

3.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Генераторът е основният източник на електрическа енергия в АТС. Той преобразува част от механичната енергия на двигателя с вътрешно горене в електрическа за захранване на електрическите консуматори на АТС и за зареждане на акумулаторната батерия.

Изискванията към генератора са следните:

- да захранва с електрическа енергия постоянно включени консуматори неограничено време независимо от честотата на въртене на двигателя с вътрешно горене;
- да зарежда акумулаторната батерия, без да се влияе чувствително от броя на включените консуматори;
- да има голяма специфична мощност (мощност, отнесена към единица маса);
- да не е чувствителен към вибрации, удари, изменение на температурата, прах, влага, масло и гориво;
- да има проста конструкция, голяма надеждност и лесно техническо обслужване;
- да има ниска цена.

Тези изисквания до голяма степен се удовлетворяват от *променливотоковите генератори*. В съвременните АТС най-широко разпространение имат *трифазните синхронни генератори* с електромагнитно възбуждане и вграден токоизправител със силициев диоди. Генераторът се задвижва от двигателя с вътрешно горене чрез клиноремъчна предавка. В старите модели автомобили се срещат *постояннотокови генератори*. Тяхната конструкция има редица недостатъци, техническите им показатели са много по-ниски от тези на променливотоковите генератори, поради което те вече не се монтират на съвременните АТС.

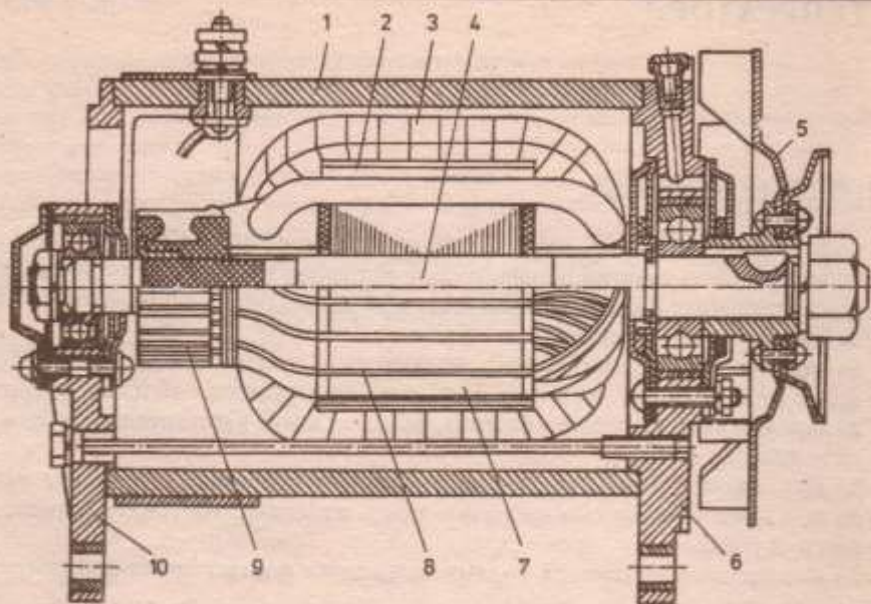
Тъй като у нас все още се експлоатират много стари автомобили, комплектувани с генератори за постоянен ток, ще разгледаме тяхното устройство, ремонт и експлоатация.

3.2. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК

Генераторите за постоянен ток имат ниска специфична мощност – от 37 до 48 W/kg, и изискват значително по обем техническо обслужване.

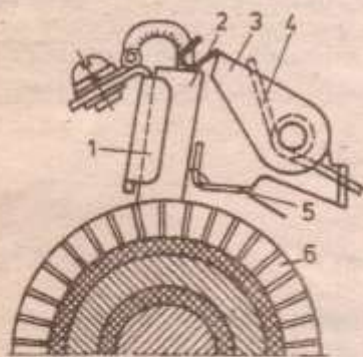
Конструкцията на автомобилните генератори за постоянен ток – фиг. 3.1, се състои от корпус, наричан *статор*, и *ротор*. Статорът 1 представлява цилиндър от нисковъглеродна стомана. От вътрешната му страна посредством винтове са закрепени полюсните крайници 2, върху които са поставени секциите на възбудителната намотка 3. Секциите на възбудителната намотка са навити от проводник с лакова изолация и са обвити с памучна лента, напоена с изолационен лак. Най-често генераторите за постоянен ток са двуполосни. От двете страни на корпуса има два капака – преден 6 и заден 10. В тях са разположени лагерите, в които лагерува роторът. Лагерите са капсуловани, като предният е по-голям от задния.

Роторът има вал 4, върху който е набит роторен пакет 7. Той е набран от изолирани помежду си с лак или оксидирани листове електротехническа стомана за намаляване на индуктирането на вихрови токове. По повърхността на пакета са изрязани *канал*и, в които върху изолационен картон са поставени секциите на *роторната намотка*. В каналите са пресова-



Фиг. 3.1. Постояннотоков генератор

1 - статор; 2 - полюсни накрайници; 3 - възбудителна намотка; 4 - вал; 5 - ремъчна шайба с вентилатор; 6 - преден капак; 7 - роторен пакет; 8 - роторна намотка; 9 - колектор; 10 - заден капак



Фиг. 3.2. Четкодържател

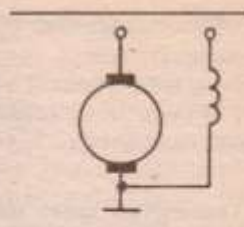
1 - направляваща част; 2 - четка; 3 - лост; 4 - пружина; 5 - опора; 6 - колектор

В автомобилните генератори се използват четкодържатели *реактивен тип* (фиг. 3.2). Четката 2 се притиска от лостчето 3 и пружината 4 към повърхността на колектора 6 и се направлява от четкодържателя 1. Опората 5 не позволява на четката да излезе от канала. Хлабината 0,5–0,7 mm между четката 2 и опората 5 ги предпазва от затягане помежду им. Наклонът

ни клинове от дърво или електрокартон за задържане на намотката при въртене на ротора. Секциите са залети с изолационен лак. В единия край на вала е набит *колектор* с цилиндрична форма. Той е съставен от изолирани помежду си с миканитова изолация медни пластини, залети с пластмаса. Краищата на секциите на роторната намотка са запоеани по определена схема към пластините на колектора. По цилиндричната част на повърхността му се плъзгат две *графитни четки* (отрицателна и положителна), направлявани от *четкодържатели* на капака. При въртеливото движение намотките на ротора периодично преминават под разноименните полюси на статора. В тях се индуцира променливо електродвижещо напрежение. В момента на преминаване на роторните намотки през неутралната линия на статора колекторните пластини сменят контактната си повърхност към четките и токът във външната верига протича в една посока. Следователно *колекторът представлява механичен токоизправител*.

срещу посоката на въртене на колектора допринася силата на триене да притиска четката към направляващата плоскост 1. Така се осигурява добър контакт и се намалява искренето. Краят на възбудителната намотка е свързан към отрицателната четка. Четкодържателят ѝ е занитен към капака (на маса). Началото на възбудителната намотка е изведено върху статора на клемма, означена с Ш или DF. Положителната четка е свързана към клемма, означена с Я или D+, като четкодържателят ѝ е занитен към капака върху изолационна подложка. Върху статора има винт за свързване с масата на двигателя.

Възбудителната и роторната намотка на генераторите за постоянен ток са свързани паралелно (фиг. 3.3.)



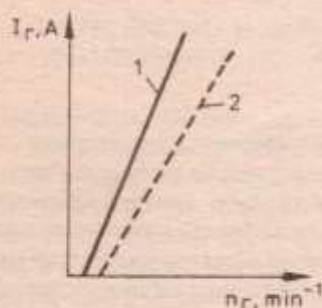
Фиг. 3.3. Схема на свързване на генератор за постоянен ток

3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК

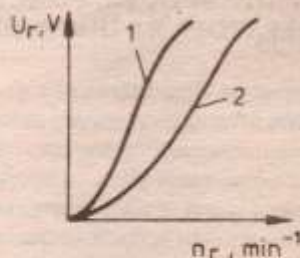
При работа възбудителната намотка се захранва от електрически ток, произведен от генератора (режим на самовъзбуждане). При пускане остатъчният магнетизъм в статора индуктира ток в намотката на ротора с напрежение 2–4 V. Той захранва възбудителната намотка, магнитният поток се увеличава и *напрежението нараства, докато достигне номиналната си стойност*. Честотата, при която се достига номиналното напрежение, се нарича *начална честота на въртене*. За генераторите за постоянен ток тази честота се определя на празен ход и при номинално натоварване. Този показател се контролира при студено и топло (горещо) състояние на генератора. Началната температура се приема 15–35 °C (за студено), а при натоварване с номиналната му мощност и достигане на постоянен токов режим се определя работната температура.

При движение на автомобила непрекъснато се изменя честотата на въртене на коляновия вал на двигателя, съответно на генератора. *Токоскоростната характеристика* – зависимостта на тока от честотата на въртене $I = f(n)$, определя качествата на генератора. На фиг. 3.4 са дадени токоскоростните характеристики на постояннотоков генератор в студено (крива 1) и горещо (крива 2) състояние.

Другата важна характеристика е *характеристиката на самовъзбуждане*, която представлява зависимостта между напрежението на изходната клемма на генератора и честотата на въртене при постоянна стойност на тока (фиг. 3.5).



Фиг. 3.4. Токоскоростна характеристика на генератор за постоянен ток при студено (1) и горещо (2) състояние



Фиг. 3.5. Характеристика на самовъзбуждане на генератор за постоянен ток при празен ход ($I_r = 0$) – крива 1, и при номинален ток ($I_r = I_{ном}$) – крива 2

При захранване на постояннотоковия генератор с постоянен ток той работи като *електродвигател*. Токът, който консумира в този режим на работа, определя *механичните загуби* и е показател за ефективността на работата му.

В табл. 3.1 са дадени техническите данни за някои разпространени типове постояннотокови генератори.

Таблица 3.1

Технически данни на генератори за постоянен ток

Тип на генератора	Номинално напрежение, V	Начална честота на въртене на ротора		Напрежение при начална честота, V	Ток при проверка		Поставен на автомобила
		студен, min ⁻¹	загрял, min ⁻¹		при начална честота, A	при режим на електродвигател, A	
Г12-Б	12	940	940	12,5	18	5	ГАЗ 69 М УАЗ 450
		1500	1650				
Г12-Г	12	1000	1000	12,5	18	5	ЗИЛ 157 ЗИЛ 164
		1600	1750				
Г20	12	825	900	12,5	18	5	ГАЗ 51 А ГАЗ 63
		1450	1700				
Г106	24	1150	1220	25	10	3,5	ЗИЛ 157 В
		1650	1750				
Г107	24	1750	1800	25	16	7,5	МАЗ 200 МАЗ 205 МАЗ 502
		2000	2100				
Г108Б	12	1150	1150	12,5	20	5	ГАЗ 20
		1850	1950				
Г130	12	1450	1450	12,5	28	6	ЗИЛ 130
		2500	2550				

Забележка. В числителя е нанесена началната честота на въртене *без натоварване*, а в знаменателя – *с натоварване*.

3.4. НЕИЗПРАВНОСТИ, РЕМОНТ И ОБСЛУЖВАНЕ НА ГЕНЕРАТОРА ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК

През време на експлоатация е възможно възникването на следните неизправности:

В корпуса. Може да се получи изгаряне или повреда на *изолацията на възбудителната намотка* и на *съединителните проводници* вследствие на прегряване, както и разпояване, скъсване или опирание в маса на проводници. При разбиване на лагерите се получава задиране на роторния пакет в полюсните крайници. Ако при ремонта се използват неподходящи инструменти или има небрежно отношение в процеса на разглобяване, разбиват се шлиците на винтовете на полюсните крайници, подбиват се съединителните повърхности на статора.

В ротора. Вследствие на прегряване или механични въздействия *се поврежда изолацията*. Това причинява *къси съединения* между секциите, между навивките или към маса. Късо съединение между секциите е възможно и при пробив на изолацията на колекторните пластини. *Прекъсване на намотките* се получава при дефектни спойки към колектора или

при разпояване на припоя поради претоварване. Ако колекторът е зацапан, ще има интензивно износване на работната повърхност и на четките.

В капациите. При недостатъчно притягане на скрепителните елементи се разбиват отворите за закрепване, получава се огъване или пукнатини на ребрата за вентилация. Повреди на изолацията или намаляване на силата на пружините на четкодържателите има поради местно загряване от токопроводещи канали, предизвикани от замърсяване. Преведремено износване на лагерите се причинява от липса на смазка или от пренатягане на задвижващия ремък. При небрежно разглобяване се подбиват уплътненията на лагерите, счупват се пружините или се повреждат стойките на четкодържателите.

В ремъчната шайба. Ако задвижващият ремък е натегнат над допустимите граници, износват се страничните повърхности на шайбата. Поради недостатъчно притягане на главината на ремъчната шайба се разбива каналът на шпонката.

Ремонт. Сваленият от двигателя генератор се измива и разглобява на възли, а при необходимост – и на детайли. Преди установяване на повредите частите без намотки се измиват и подсушават. Проверката на механичното им състояние се извършва с лупа (2,5–4-кратно увеличение), като се следи за пукнатини, побитости, задиране, повредени резби. Износването на вала и роторния пакет се определя с шублер. Огъването на вала се проверява чрез призми с индикатор. Биенето на колектора се измерва чрез центри с индикатор. С динамометър се проследяват характеристиките на пружините на четките. Изолацията на тоководещите части се проверява с контролна лампа за 220 V или с омметър. Късо съединение между намотките на ротора се установява с отворен трансформатор и милиамперметър за отчитане на индуктирания ток в намотките.

Повредените части се ремонтират или заменят с нови и генераторът се сглобява. Изпитването се извършва първо в режим на *електродвигател*. Генераторът работи в продължение на 15 min, като се отчитат консумираният ток, плавното въртене на ротора, шумът при работа, които определят качеството на ремонта. След това се проверява в режим на самовъзбуждане, като се измерва началната честота на въртене и се снима характеристиката на самовъзбуждане.

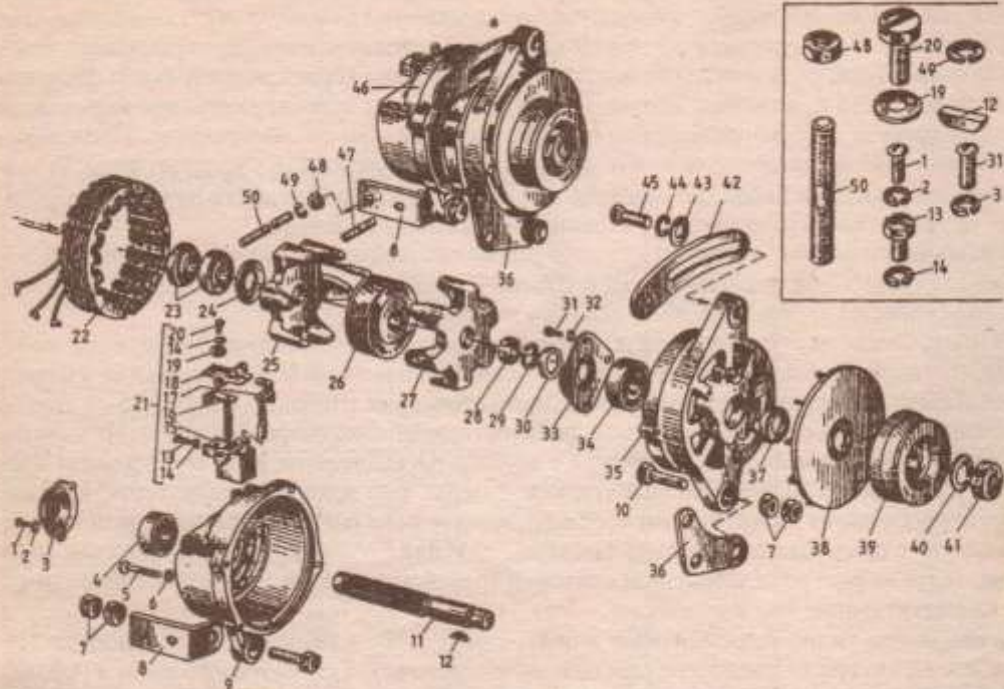
В заводски условия генераторите се изпитват на стенд, при което се измерват основните им параметри.

При техническо обслужване се проверяват опънатостта на ремъка, затягането на скрепителните елементи на изводите и се прослушва шумът на лагерите.

3.5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК

Принцип на действие. Принципът на действие на генераторите за променлив ток е същият както при генераторите за постоянен ток – принципът на електромагнитната индукция. От физиката е известно, че преобразуването на механичната енергия в електрическа се извършва, когато силовите линии на едно магнитно поле пресичат проводниците на намотка. При генераторите за променлив ток магнитното поле се създава от ротора посредством постоянен магнит или възбудителна намотка, а електродвижещото напрежение се индуктира в проводниците на неподвижна статорна намотка. Индуктираното в статорната намотка напрежение е променливо и се преобразува в постоянно от токоизправител, изпълнен с полупроводникови диоди.

Устройство. Генераторът се състои от ротор, статор, токоизправителен блок, капаци, четкодържател с четки, ремъчна шайба с вентилатор и конзола за закрепване към двигателя (фиг. 3.6).



Фиг. 3.6. Генератор за променлив ток Г 250

1, 5, 13, 20, 31 – винтове; 2, 6, 14, 32, 40, 44, 49 – шайби еластични; 3 – капачка на задния лагер; 4, 34 – лагери; 7, 41, 48 – гайки; 8, 36 – конзоли; 9 – заден капак; 10, 45 – болтове; 11 – вал на ротора; 12 – клин сегментен; 15 – четкодържател; 16 – изолирана четка; 17 – замасена четка; 18 – капачка на четкодържателя; 19, 43 – шайби подложни; 21 – възел на четкодържателя; 22 – статор с намотки; 23 – контактни пръстени; 24 – шайба изолираща; 25, 27 – полюсни накрайници; 26 – роторна намотка; 28 – втулка опорна; 29 – пръстен; 30 – чашка опорна; 33 – капачка на предния лагер; 35 – преден капак; 37 – втулка; 38 – вентилатор; 39 – ремъчна шайба; 42 – пластина; 43 – шайба; 46 – генератор-комплект; 47, 50 – шилки

Роторът има вал 11, върху който на втулка от нисковъглеродна стомана е поставена възбудителната намотка 26. От двете ѝ страни върху вала са запресовани два клинообразни полюсни накрайника 25 и 27, изработени от феромагнитен материал. Те обхващат възбудителната намотка, при което деформират силовите линии на създаденото от нея магнитно поле така, че те да пресичат проводниците на статорната намотка почти перпендикулярно спрямо оста на ротора. Върху изоляционна втулка на вала са поставени два медни контактни пръстена 23. Чрез четките 16 и 17 и четкодържателя 15 се подава напрежение към контактните пръстени за захранване на възбудителната намотка. Изводите на възбудителната намотка са запоени за контактните пръстени, които са медни, а при някои конструкции – стоманени.

Статорът 22 има цилиндрична форма с равномерно разположени канали по вътрешната повърхност. Той е набран от изолирани с лак листове електротехническа стомана, с което се намалява загряването му от вихровите токове. В каналите върху изо-

лация от електрокартон са поставени *бобините на трифазната намотка*. Те са закрепени посредством текстолитови клинове. Бобините от една фаза са свързани последователно. Техният брой е равен на броя чифтове полюси на ротора. Най-често старторната намотка е свързана по схема звезда (фиг. 3.7 а), но в някои конструкции се среща и схема триъгълник (фиг. 3.7 б).

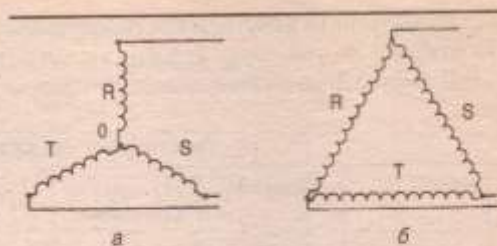
Капаците 9 и 35 са отлети от алуминиева сплав. В тях на лагерите 4 и 34 е монтиран роторът. На външната повърхност има отвори за охлаждане и уши за закрепване към двигателя. В задния капак са прикрепени токоизправителният блок и четкодържателят.

Четкодържателят 15 е изработен от пластмаса. В него са поставени две меднографитни четки 16 и 17 с пружини, осигуряващи 1,8–3 N натиск върху контактните пръстени.

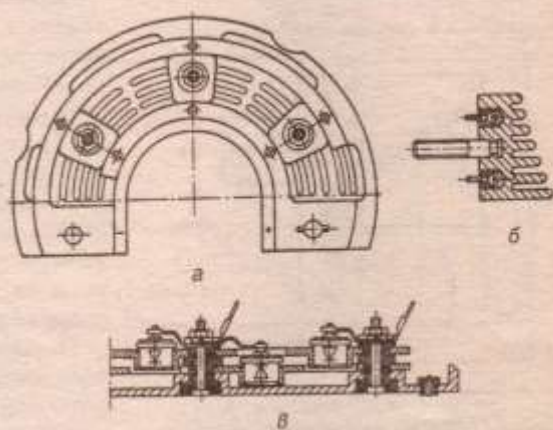
Токоизправителният блок се състои от 6 силициеви диода (фиг. 3.8 а), свързани в трифазна мостова схема. При някои конструкции токоизправителят представлява общ блок, съставен от 3 секции. Всяка секция (фиг. 3.8 б) се състои от оребрен алуминиев охлаждащ радиатор, в който са формирани два PN прехода на два изправителни диода. Изводите на диодите са свързани към съединителните шини със съответната полярност.

При друго конструктивно решение (фиг. 3.8 в) токоизправителят се състои от две части. Едната представлява алуминиева плоча, в която са запресовани три диода, свързани в права посока на провеждане на тока (анодна група), а втората съдържа още три диода в обратна посока (катодна група), запресовани в задния капак или в отделна плоча. За да се различават, челата на диодите се оцветяват в червено (за анодната) и черно (за катодната група).

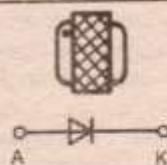
Токоизправителят на генератора може да бъде изгълен и с т.нар. „таблетъчни“ диоди (фиг. 3.9). При тях електрическите връзки с токоизправителя се осъществяват само с контактен натиск, без запояване или резбови съединения.



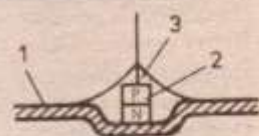
Фиг. 3.7. Схема на трифазна намотка
а – звезда; б – триъгълник



Фиг. 3.8. Токоизправителен блок
а – тип БВГ – 1; б – двойка диоди; в – със запресовани диоди



Фиг. 3.9.
Таблетъчен диод



Фиг. 3.10. Конструкция на безкорпусен диод
1 – метална плочка; 2 – кристална структура с PN преход; 3 – защитно силиконово покритие

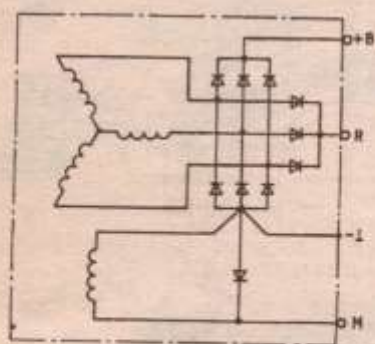
В последните конструкции токоизправители се използват безкорпусни диоди (фиг. 3.10), монтирани по три върху отделни метални плочки.

В табл. 3.2. са дадени технически данни за някои типове токоизправителни блокове.

Таблица 3.2

Технически данни на токоизправителни блокове

Блок	Генератор	Номинално напрежение, V	Номинален ток, А	Обратно напрежение, V	Обратен ток, mA	Брой диоди
БПВ 6-50-02	Г 221, Г 222	14	50	150	3	6
БПВ 4-45	Г 250, Г 3701	14	45	150	10	6
БПВ 8-100	Г 286, Г 289	14(28)	100	150	10	12
БПВ 11-60	37.3701	14	60	150	5	9
ВБГ-2А	Г 502 А	14	35	100	3	6



Фиг. 3.11. Схема на токоизправителен блок с допълнителен токоизправител

При някои генератори с трифазна намотка, свързана по схема звезда, има извод от нулевата точка (звездния център).

Изводите на генераторите се означават различно от фирмите производители – табл. 3.3.

Върху предната част на вала на генератора е поставена ремъчна шайба 39 за предаване на въртящия момент от двигателя и вентилатор 38 за охлаждане. При някои генератори вентилаторът е монтиран вътре върху ротора.

Основни зависимости между токовете и напреженията на автомобилните генератори.

При първоначално пускане на двигателя възбудителната намотка на генератора се захранва от акумулаторната батерия. Основната част от създадения магнитен поток се затваря през зъбите на статора. При въртенето на ротора магнитният поток се изменя периодично по посока и големина, вследствие на което в статорните намотки се индуцира променливо електродвижещо напрежение E_r . Стойността му при зададен режим се определя по формулата

$$E_r = k\Phi n, \quad (3.1)$$

Различни означения на изводите на генераторите

Наименование на извода	Означения на производителите			
	Русия	Чехия	Германия	България
Постояннотокова изходна клемма	+ или 30	+В	В+	+В
Клема, свързана с миса	- или М	- или L	D-	-D
Извод от възбудителната намотка	Ш или 67	М или 54	DF	DF
Извод от нулевата точка на звездообразната трифазна намотка	без означение	M ₀ или O	няма	няма
Извод от допълнителния токоизправител	няма	R	D+/61	61
Извод от една от фазовите намотки	~	няма	W	няма

където k е коефициентът, характеризиращ конструкцията на генератора (чифтове полюси, брой намотки и др.);

Φ – магнитният поток;

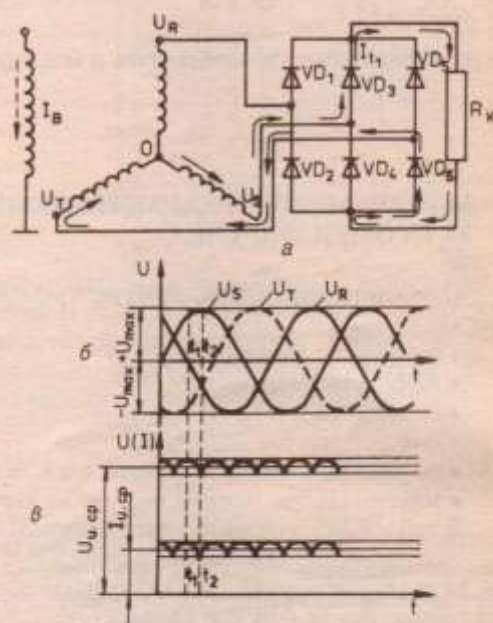
n – честотата на въртене на ротора.

При включена външна верига електродвижещото напрежение намалява с пада на напрежение върху вътрешната верига:

$$U_r = E_r - I_r Z_r \quad (3.2)$$

Във фазовите намотки се индуцират три независими едно от друго електродвижещи напрежения: U_R , U_S , U_T . Тъй като възбудителното поле е еднакво и намотките са идентични, стойностите на електродвижещите напрежения са равни, но с различна фаза. Това означава, че достигат определени стойности в различни моменти.

Трифазният ток се изправя от мостова схема (фиг. 3.12 а) съставена от две групи диоди: анодна – VD_1 , VD_3 , VD_5 , и катодна – VD_2 , VD_4 , VD_6 , към които са свързани фазовите намотки. Върху всеки диод се подава геометричната разлика от моментните стойности на съответните приложени напрежения. Във всеки момент от анодната група е отпушен този диод, чийто аноден потенциал е най-висок, а от катодната – диодът с най-нисък потенциал на катода.



Фиг. 3.12. Принципова електрическа схема (а) на трифазен генератор и диаграми (б, в) на напреженията и токовете

Процесите, протичащи в момента t_1 (фиг. 3.12 б), са следните. Моментните стойности на напреженията са: U_R е 0 V, а другите две са равни помежду си, като U_S е положително, U_T – отрицателно. Следователно към диода VD_3 е приложен положителен, а към диода VD_6 – отрицателен потенциал. Към тези диоди е приложено напрежение, равно на разликата от двете напрежения U_S и U_T :

$$U_S - (-U_T) = U_S + U_T \quad (3.3)$$

което представлява сумата от моментните им стойности. Като се вземе предвид, че електродвижещите напрежения се изменят по синусоиден закон, в момента t_1 стойностите им са

$$U_S = U_T = \sqrt{2} U_{\max} \quad (3.4)$$

където U_{\max} е амплитудната стойност на синусоидното напрежение. През диодите във външната верига протича ток. В следващия момент t_2 напрежението $U_S = U_{\max}$ достига максималната си стойност, а $U_T = 0,5U_{\max}$. Тогава напрежението, приложено върху диодите VD_3 и VD_6 , се определя от израза

$$U_S - (-U_T) = U_{\max} - (-0,5U_{\max}) = 1,5U_{\max} \quad (3.5)$$

Описаният процес протича и при другите диоди, вследствие на което във външната верига се получава пулсиращо постоянно напрежение.

Напрежението на изхода на генератора (средната стойност на изправеното напрежение) е

$$U_d = 1,65 U_{\max}$$

а разликата между максималната и минималната стойност –

$$\Delta U_d = 0,23 U_{\max}$$

3.6. ПАРАМЕТРИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК

Основните параметри, характеризиращи променливотоковите автомобилни генератори, са:

- номинално напрежение U_n , V;
- номинална мощност P_n , W;
- номинален ток I_n , A;
- максимален ток I_{\max} , A;
- честота на въртене на празен ход n , min^{-1} ;
- максимално допустима честота на въртене $n_{\text{доп}}$, min^{-1} .

В табл. 3.4 са дадени параметри на някои типове променливотокови генератори.

За да може *акумулаторната батерия да се зарежда, напрежението на генератора трябва да бъде по-високо от това на акумулаторната батерия*. Затова за *номинално напрежение на генератора* се приемат стойностите 7, 14 и 28 V съответно за инсталации с номинално напрежение 6, 12 и 24 V.

Номинален ток е токът, отдаван от генератора при номинална стойност на напрежението и номинална честота на въртене.

Номинална мощност на генератора е тази, която се отдава при номинална стойност на напрежението и номинална честота на въртене на ротора.

Максимален ток е токът, отдаван от генератора при максимална честота на въртене и при напрежение, равно на номиналното. При променливотоковите генератори се наблюда-

Технически данни на променливотокови генератори

Тип на генератора	Номинално напрежение, V	Начална честота на въртене на ротора		Параметри при начална честота		Поставен на автомобил
		студен, min ⁻¹	загрял, min ⁻¹	напрежение, V	ток, A	
Г250 В1	12	900	950	12,5	28	ЗИЛ 130 и модификациите му
		1950	2100			
Г250 В2	12	900	950	12,5	28	ГАЗ 53А и модификациите му ГАЗ 24, ГАЗ 66
		1950	2100			
Г221 А	14	1150	1150	14	30	ВАЗ 2101, 2102, 2106
		1900	2500			
37.3701	14	1150	1200	14	55	ВАЗ 2108, 2109
		2100	2500			
29.3701	14	1200	1250	14	50	Москвич 2140 и модификациите му
		2100	2250			
Г271	24	1050	1100	28	10	МАЗ 500, 5335
		2150	2350			
Г272	28	1050	1550	28	20	КамАЗ 5320 и модификациите му
		2000	2050			
Г 263 А	28	1350	1500	28	100	Белаз 540
		2800	3000			

Забелжка. В числителя е нанесена началната честота на въртене *без натоварване*, а в знаменателя – с *номинално натоварване*.

ва явлението *самоограничаване* на максималната големина на тока. С нарастване на натоварването нараства и токът в трифазната намотка. В статора се създава магнитен поток с посока, обратна на потока на възбудителната намотка. В резултат на това се намалява възбудителният магнитен поток. Също така, когато честотата на въртене се увеличи, се повишава и честотата f на тока, вследствие на което нараства индуктивното съпротивление X_L на статорните намотки:

$$X_L = \omega L = 2\pi fL, \quad (3.6)$$

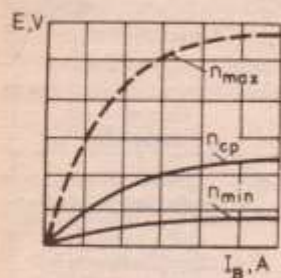
където L е индуктивността на статорните намотки.

Двигателите с вътрешно горене работят при различни честоти на въртене. При съвременните двигатели отношението между минималната и максималната честота на въртене е 1:8 – 1:10. Следователно по същия начин се изменя и честотният режим на автомобилния генератор, съответно напрежението и големината на тока.

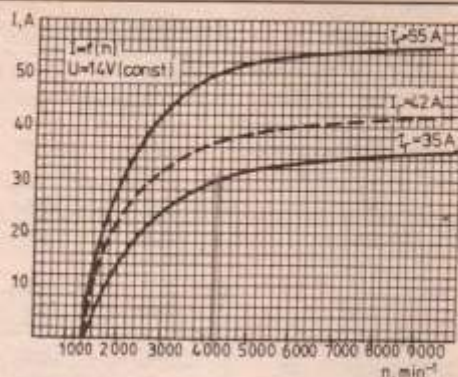
Честотата на въртене на празен ход е тази, при която напрежението на генератора достига номиналната си стойност при отворена външна верига и максимален възбудителен ток.

Максимално допустимата честота на въртене се определя от механичната якост на елементите на генератора.

Характеристики. Характеристиките на автомобилните генератори изразяват зависимостите между изправеното напрежение, тока, възбудителния ток и честотата на въртене.



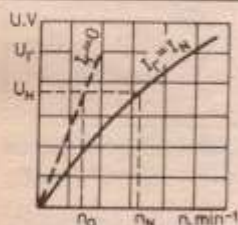
Фиг. 3.13. Характеристика на празен ход на променливотоков генератор



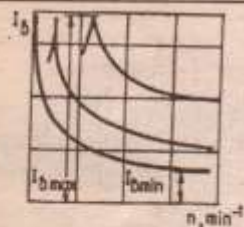
Фиг. 3.14. Токоскоростна характеристика на три различни генератора за променлив ток

За да се определят тези зависимости, две от величините се избират за променливи, а за останалите се приемат постоянни стойности.

Характеристиката на празен ход представлява зависимостта на електродвижещото напрежение от възбудителния ток – $E = f(I_B)$, при постоянна честота на въртене ($n = \text{const}$) и отворена външна верига ($I_r = 0$). Тя се изразява чрез фамилия от криви, като за параметър се взема честотата на въртене (фиг. 3.13). Първоначално напрежението стръмно нараства, след това намалява наклона си, като клони към определена стойност. Това се обяснява с насищането на магнитопровода.



Фиг. 3.15. Характеристика на зависимостта на напрежението от честотата на въртене



Фиг. 3.16. Характеристика на възбудителния ток в зависимост от честотата на въртене при постоянно напрежение и параметър консумирания ток

Характеристиката, отразяваща зависимостта между тока, отдаван от генератора, и честотата на въртене – $I = f(n)$, се нарича **токоскоростна**. Тя се определя при постоянно напрежение – $U = \text{const}$, и постоянна големина на възбудителния ток – $I_B = \text{const}$, и има експоненциален характер (фиг. 3.14). С увеличаване на честотата на въртене токът нараства, след което клони към определена стойност (вследствие на процеса на **самоограничаване**). Съвременните конструкции автомобилни генератори имат висока максимално допустима честота на въртене. Това позволява да се подбере по-голямо предавателно число на предавката, при което генераторът отдава до 30 % от максималната си мощност при честотата на въртене на празен ход на двигателя с вътрешно горене. Стойностите на номиналния и на максималния ток, както и на номиналната, максималната и на празен ход честота се определят от характеристиката.

Характеристиката, изразяваща зависимостта на изправеното напрежение от честотата на въртене на генератора – $U = f(n)$, при постоянна големина на възбудителния ток $I_B = \text{const}$, е показана на фиг. 3.15. От графиката се опреде-

P21.V

лят минималната и максималната честота на въртене при работа на генератора без товар или при номинална големина на тока. Тези стойности служат за *контролни точки при изпитване на генератора*. Характеристиката показва, че полученото напрежение значително надвишава номиналната стойност. Това налага да се използват *регулатори на напрежение*.

Регулировъчна характеристика. Тя показва *изменението на възбудителния ток в зависимост от честотата на въртене* – $I_u = f(n)$, при постоянно напрежение – $U_r = \text{const}$, и постоянен товарен ток – $I_r = \text{const}$. Зависимостта се изразява чрез фамилия от криви, по които се настройва регулаторът на напрежение (фиг. 3.16).

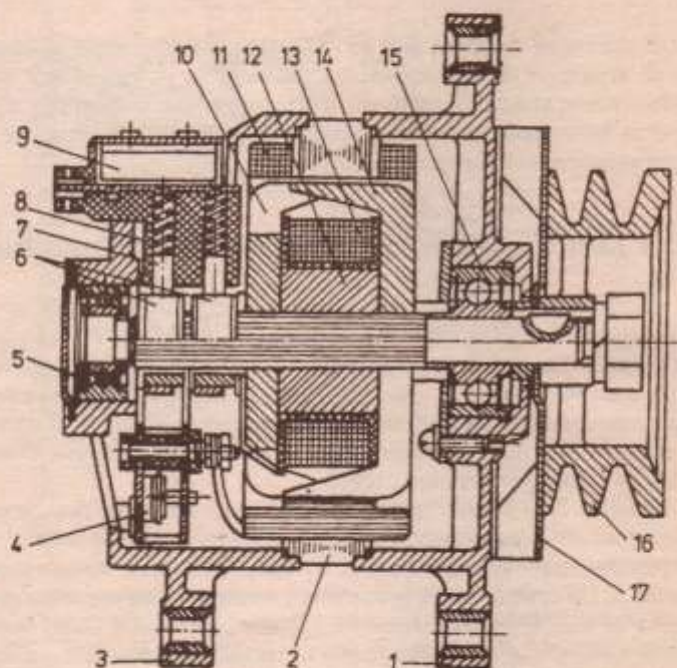
3.7. КОНСТРУКТИВНИ ОСОБЕНОСТИ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК ЗА АВТОТРАНСПОРТНИ СРЕДСТВА

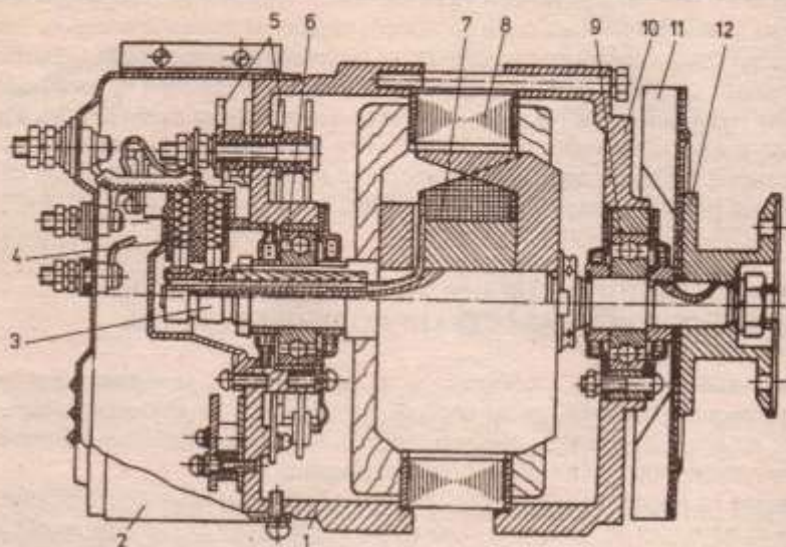
При проектирането на АТС *подбирането* на генератора се извършва по *токоскоростната му характеристика* така, че да осигури зареждането на акумулаторната батерия и захранването на електрическите консуматори при *минимални габарити и маса*. Габаритните и присъединителните размери са стандартизирани.

Закрепването на генератора към двигателя става най-често конзолно чрез уши на капациите. Това дава възможност за завъртането му около конзолата и за опъване на ремъка. За целта е поставена шпилка или ухо на предния капак (фиг. 3.17). При генератори с голяма мощност като Г263 А на фиг. 3.18 (поставен на автомобил БЕЛАЗ) закрепването става към корпуса на двигателя със скоба, а задвижването – от зъбна предавка чрез еластичен съединител.

Фиг. 3.17. Променливотоков генератор 17.3701

1 – преден капак; 2 – статорен пакет; 3 – заден капак; 4 – изправителен блок; 5, 15 – лагери; 6 – контактни пръстени; 7 – четки; 8 – четкодържател; 9 – безконтактен регулатор на напрежение; 10, 14 – клинообразни полюсни накрайници; 11 – статорна намотка; 12 – втулки на ротора; 16 – ремъчна шайба; 17 – вентилатор





Фиг. 3.18. Променивотоков генератор Г 263 А

1, 10 – кондензатори; 2 – статор; 3 – контактни пръстени; 4 – четкодържател; 5 – токоизправителен блок; 6, 9 – лагери; 7 – възбудителна намотка; 8 – статорен пакет; 11 – вентилатор; 12 – съединител

В повечето конструкции на съвременни генератори за променлив ток в четкодържателя се вграждат *безконтактни регулатори на напрежение* – вж. позиция 9 на фиг. 3.17. По такъв начин конструкцията на генератора става компактна, с което се премахва възможността за възникване на неизправности поради лоша електрическа връзка между генератора и регулатора на напрежение.

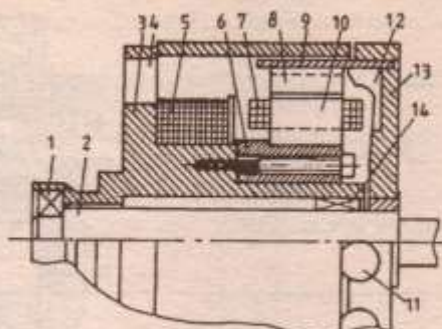
3.8. БЕЗКОНТАКТНИ ГЕНЕРАТОРИ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК

За да се намали обемът на техническото обслужване и за да се повишат срокът на експлоатацията и надеждността на генераторите за АТС, все по-голямо внимание се обръща на разработването на *безконтактни генератори за променлив ток*. В тези конструкции *възбудителната намотка е неподвижна*. Липсата на подвижен контакт гарантира по-дълъг експлоатационен период, който се определя само от трайността на лагерите и изолацията. В конструкцията на безконтактния генератор има всички елементи без четките, четкодържателя и контактните пръстени.

На фиг. 3.19 е представена *магнитната верига на безконтактния генератор Е 80*, произвеждан от американската фирма Maremont. Генераторът има лят стоманен корпус 3. Върху цилиндрична повърхност от вътрешната му страна е поставена възбудителната намотка 5. По страничната повърхност на корпуса са изработени вентилационни отвори. Статорът 10 има трифазна намотка 7. Той е запресован върху масивен пръстен 6, който е поставен на плъзгаща слобка върху вътрешната цилиндрична част на корпуса.

Роторът представлява диск 13, излят от алуминий, със стоманена чаша 9, в която е запресован пакетът на индуктора 8. От вътрешната страна на алуминиевия диск има ребра за

Фиг. 3.19. Схема на магнитната верига на безконтактен генератор 1, 14 – лагер; 2 – вал; 3 – корпус; 4, 11 – вентилационни отвори; 5 – възбудителна намотка; 6 – стоманен пръстен; 7 – статорна трифазна намотка; 8 – индуктор на ротора; 9 – чашка на ротора; 10 – статорен пакет; 12 – ребра-лопатки на вентилатора; 13 – алуминиев диск на ротора

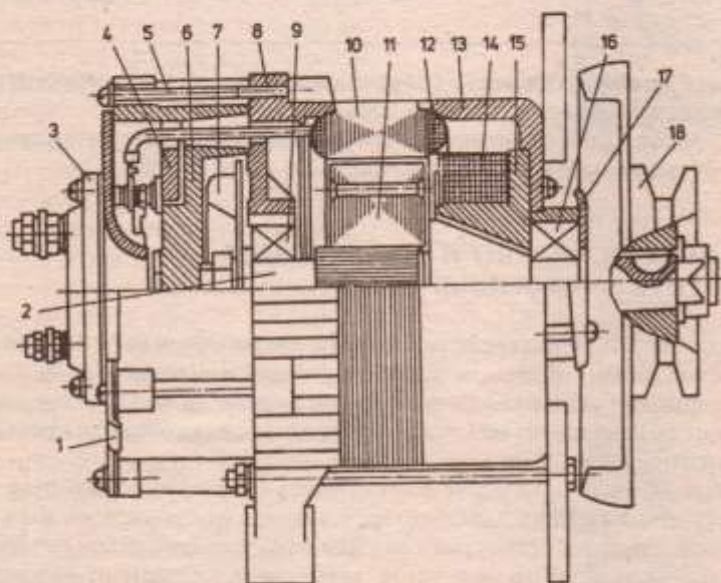


укрепване 12, които служат за вентилационни лопатки. Валът 2 на ротора лагерува в отвори по оста на корпуса на два търкалящи се лагера 1 и 14.

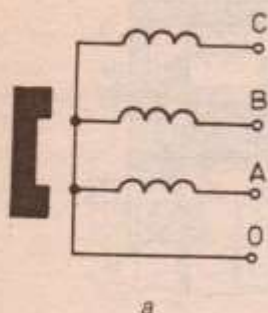
При въртенето на ротора стоманената чаша с пакета на индуктора създава променлив магнитен поток, който индуцира ток в статорните намотки.

Същия принцип на работа има и генераторът за променлив ток, показан на фиг. 3.20.

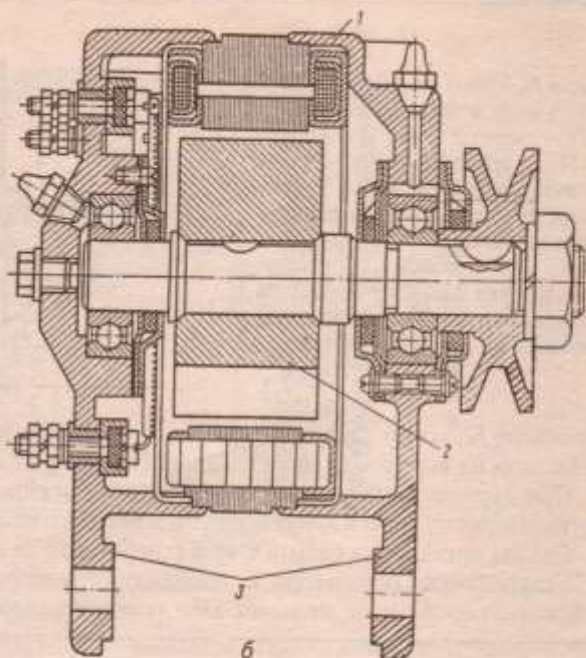
Безконтактни генератори за променлив ток се реализират и при конструкциите с възбуждане от постоянни магнити. При тези генератори възбудителната намотка е заменена



Фиг. 3.20. Генератор за променлив ток с едностранно разположена възбудителна намотка 1 – капак; 2 – вал; 3 – изолационна подложка; 4 – радиатор; 5 – винт; 6 – токоизправителен блок; 7 – вентилатор; 8 – заден капак; 9, 16 – лагери; 10 – статор; 11 – ротор; 12 – бобина на статорна намотка; 13 – преден капак; 14 – възбудителна намотка; 15 – втулка на магнитопровода; 17 – капачка на лагера; 18 – ремъчна шайба



а



б

Фиг. 3.21. Условно графично изображение (а) и конструкцията (б) на генератор за променлив ток с възбуждане от постоянни магнити
1 – статор със статорна намотка; 2 – ротор с постоянен магнит; 3 – преден и заден капак

със силен *постоянен магнит*. Условието графично изображение и конструкцията на генератор с възбуждане от постоянни магнити са показани на фиг. 3.21.

Генераторите с възбуждане от постоянни магнити имат проста и надеждна конструкция, но трудно се регулира големината на изходното им напрежение.

3.9. НЕИЗПРАВНОСТИ, РЕМОНТ И ОБСЛУЖВАНЕ НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК

Основни неизправности. Често срещана повреда е *генераторът да не работи, контролната лампа свети или амперметърът не показва заряден ток*. Дължи се на скъсан или хлабав ремък, прекъсната възбудителна намотка, пробита изолация между статорните намотки и корпуса, пробив на изолацията между изводните клеми, откачени или прекъснати проводници към генератора и др.

Случва се *генераторът да не развива номиналната си мощност* (лампата угасва само при високи честоти на въртене, амперметърът показва малък заряден ток). Тази повреда се получава при износени четки, зацапани или износени контактни пръстени, намалена сила на натиск на пружините на четките, прекъсване на някоя от фазовите намотки на статора, пробив на изолацията между навивките на статорната или възбудителната намотка, топлинен пробив или прекъсване на някой от диодите на токоизправителния блок и др.

Механични повреди. Най-често срещаните са *износени лагери* вследствие на прекомерно натегнат ремък, лошо смазване или дълга експлоатация, задиране между ротора и статора поради изменено положение на геометричната ос на ротора и др.

Техническо обслужване. Техническото обслужване включва *периодични проверки на техническото състояние на генератора* съгласно с указанията за ремонт и експлоатация на заводите производители.

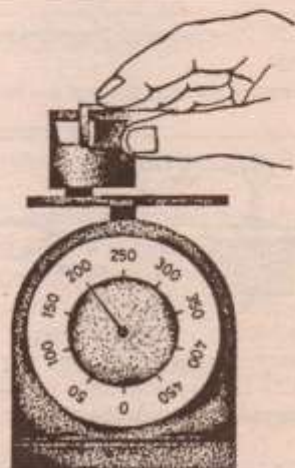
Натягането на ремъка за задвижване на генератора се контролира, а при необходимост и регулира на всеки профилактичен преглед. Опъването на задвижващия клинообразен ремък е нормално, ако при натиск 40–100 N, приложен в средата му, провисването е 8–10 mm (10–15 mm при по-старите модели автомобили).

Състоянието на четките и контактните пръстени се проверява през 40–60 хиляди километра пробег. Сваля се четкодържателят, с което се открива достъп до контактните пръстени. Оксидите върху пръстените се почистват с тампон, напоен със спирт. Четките трябва да се движат свободно в четкодържателя (без затягане), пружините да бъдат цели, като при излизане на четките на 2 mm от повърхността на четкодържателя натискът трябва да бъде 1,8–2,6 N (фиг. 3.22). При мощните генератори тази стойност достига до 4 N. Височината на четките трябва да бъде по-малка от 8 mm. Износените четки се подменят заедно с четкодържателя.

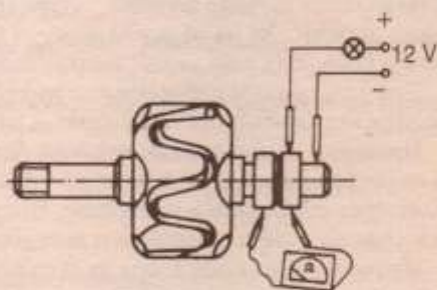
Проверка на генератора и частите му. В случай на неизправност генераторът се сваля от двигателя и се проверява състоянието на частите му. За целта трябва да разполагаме с омметър или с пробна лампа.

Проверка на възбудителната намотка. Изправността на възбудителната намотка и сигурното притискане на четките към контактните пръстени може да се определят без да се разглобява генераторът. Измерва се съпротивлението между клемата за възбуждане и корпуса. Ако измерената стойност съответства на данните от техническата документация, няма повреда. Ако роторът е изваден, изправността на намотката се определя като се измери съпротивлението между контактните пръстени (фиг. 3.23).

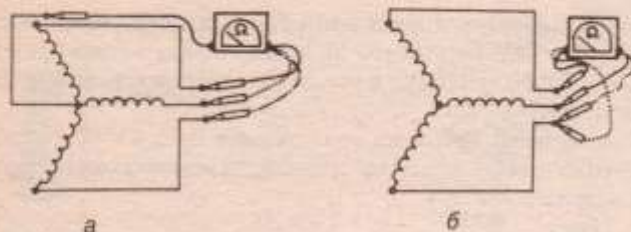
Проверка на статора. Проверката се извършва при разглобен генератор. С омметър се измерва поотделно съпротивлението на всяка фазова намотка (фиг. 3.24). При разлика между измерените и посочените в техническата документация стойности статорът трябва да се смени. Проверката за пробив на изолацията се извършва с пробна лампа (фиг. 3.25).



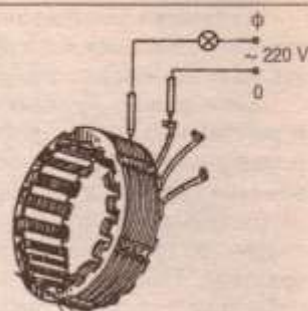
Фиг. 3.22. Измерване на силата на пружините на четките



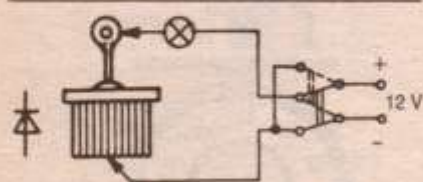
Фиг. 3.23. Измерване на съпротивлението на възбудителната намотка с омметър и проверка на изолацията с пробна лампа



Фиг. 3.24. Измерване на съпротивлението на статорните намотки
 а – с изведен звезден център; б – без изведен звезден център



Фиг. 3.25. Проверка на статорната намотка с пробна лампа



Фиг. 3.26. Проверка на диод от токоизправителя

Проверка на диодите на токоизправителния блок. Функционирането на токоизправителния мост се осигурява от изправността на силициевите диоди. Проверката им се извършва, като се разединят изводите на фазовите намотки. През контролната лампа последователно на всеки силициев диод се прилага постоянно напрежение от акумулаторна батерия с възможност за превключване на полярността (фиг. 3.26). Контролната лампа свети, ако към анода е приложен положителен потенциал (съответно на катода – отрицателен), а не свети в другото положение на превключвателя (на анода е приложен отрицателен потенциал). Ако лампата свети или не свети при двете положения на превключвателя, диодът е съответно пробит или прекъснат. Същите проверки могат да се направят и с омметър. При неизправни диоди трябва да се определи към коя група принадлежат (челата на диодите от анодната група са оцветени в червено, а от катодната – в черно).

Повредените диоди се заменят с нови, като старите се избиват с ръчна преса. Използването на чук поврежда отвора, което нарушава сглобката. Преди запресоване капакът или радиаторът се нагрява до температура 180–200 °С в термостат. Температура над 200 °С поврежда диодите. За да се осигури осово водене и равномерно разпределение на натиска по цялата повърхност на диода, запресоването се извършва с ръчна преса и дорник.

При конструкции с общ (компактен) токоизправителен блок замаяната на повреден диод или секция е невъзможна. Те се бракуват, а на генератора се поставя нов токоизправителен блок.

Проверка за механични повреди. Всички механични повреди – износени шийки на вала на ротора, повредени лагери, разбити гнезда на лагерите и други неизправности се определят чрез оглеждане и измерване. Допустимите отклонения и ремонтни размери са дадени в ръководствата за ремонт и експлоатация на производителите.

Проверката на генератора на стенд създава условия, близки до експлоатационните, при които се снимат характеристиките на генератора и се сравняват с тези, дадени от производителите.

Проверка на генератора с осцилоскоп. Когато двигателят на автомобила се проверява с мотор-тестер, по формата на осцилограмата на изправеното напрежение точно и бързо се определя изправността или характерът на повредата на генератора.

Ремонт на генераторите. Генераторът се разглобява и сглобява съгласно с указанията в техническата документация, като се спазват монтажните условия и моментите на затягане на винтовите съединения.

Повредените статорни и роторни намотки се пренавиват на станози в специализирани работилници.

Ако *контактните пръстени са износени или имат радиално биене*, по-голямо от 0,08 mm, те се престъргват на струг и се проверяват с индикатор. По-голямо радиално биене от допустимото води до интензивно нагаряне на контактните пръстени.

Счупени, изкривени, набити съединителни повърхности и други повреди на капаци, лагери, ремъчна шайба налагат заменянето им с нови.

3.10. ОСОБЕНОСТИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА И ПОДДЪРЖАНЕТО НА ГЕНЕРАТОРИТЕ ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК

При експлоатация и техническо обслужване на генераторите трябва да се спазват *следните правила*, нарушаването на които води до повреди на регулатора на напрежение или на токоизправителните диоди:

- **Не се допуска работа на генератора с откачена постояннотокова клемма или при изключена акумулаторна батерия.** При такива условия на работа възникват *опасни импулсни пренапрежения* от запалителната уредба и от изключване на индуктивните консуматори на електроенергия. Те могат да повредят изправителния блок на генератора.
- **Да се спазва строго полярността при свързване на акумулаторната батерия** към електрическата инсталация на автомобила. При погрешно свързване дефектират диодите и намотките на генератора.
- **При работещ генератор да не се свързват нито клемите му накъсо, нито токовият извод към маса.**
- **При сваляне на генератора да не се допуска опиране на откачените проводници на маса** – те се намират под напрежение при свързана акумулаторна батерия.
- **Ако е изгоряла контролната лампа на генератор с допълнителен токоизправител**, трябва незабавно да се смени с нова със същата мощност. В противен случай се прекъсва захранването на възбудителната намотка на генератора от акумулаторната батерия при пускане на двигателя.
- **Особено важно е да се следи за сигурната връзка на масата на двигателя и корпуса на автомобила.**
- **При проверка на автомобилната инсталация да не се използва мегаомметър или контролна лампа за напрежение над 36 V.**
- **При извършване на електрожени заварки по автомобила всички кабели от генератора трябва да се разкачат.**

Контролни въпроси

1. На какви изисквания трябва да отговаря автомобилният генератор?
2. Обяснете устройството на генератора за променлив ток и предназначението на основните му възли.
3. Обяснете принципа на действие на променливотоковия генератор и изправителния блок.
4. Дайте определения за основните параметри и характеристиките на променливотоковия генератор.
5. Какви са условията, които трябва да се спазват при проверка и експлоатация на генератора?
6. Обяснете устройството и действието на безконтактния генератор.

4. РЕЛЕ-РЕГУЛАТОР

4.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ

Реле-регулаторът е важен елемент на електрообзавеждането на АТС, от който зависят правилното действие и техническото състояние на почти всички елементи от електрическата уредба. Неговата основна функция е да поддържа постоянна големината на отдаваното от генератора напрежение.

В класическия си вид реле-регулаторите се състоят от три елемента: регулатор на напрежение (РН), реле за обратен ток (РОТ) и ограничител на тока (ОТ).

По своя принцип на действие и трите елемента са автоматични регулатори, чието действие може да се представи със структурната схема на фиг. 4.1.

Фиг. 4.1. Структурна схема на автоматичен регулатор, илюстриращ принципа на действие на реле-регулатора



Във вибрационния тип реле-регулатор отделните елементи са електромагнитни релета. При тях всички функции от показаната на фиг. 4.1 схема се изпълняват от самото реле. *Обект на регулиране* е генераторът на АТС. *Измервателният елемент* е намотката на електромагнитното реле, тъй като моментната стойност на регулирания параметър (напрежение или ток) се подава към нея. *Регулиращият елемент* са контактите на релето.

При генераторите за променлив ток от изброените три основни елемента на реле-регулатора е необходим само регулаторът на напрежение. Поради това първите конструкции на такива реле-регулатори имат само едно електромагнитно реле – РН. Това са *вибрационните регулатори на напрежение*. Впоследствие се разработват електронни реле-регулатори, които поради това, че основният вид генератор, използван в АТС, е за променлив ток, имат функциите само на регулатор на напрежение. Така се появяват контактно-транзисторният и безконтактният реле-регулатор.

4.2. РЕГУЛАТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ

Напрежението на изходните клеми на генератора в процеса на експлоатация зависи от честотата на въртене на ротора n_r и от протичащия ток I_r :

$$U_r = C \cdot n_r \Phi - I_r R_r, \text{ V.} \quad (4.1)$$

За зареждане на акумулаторната батерия и за нормалното действие на електрическите консуматори е необходимо стойността на напрежението да бъде постоянна, като отклоне-

нията от номиналната стойност не трябва да надвишават 3 %. Както се вижда от (4.1), напрежението на генератора може да се поддържа постоянно при различни честоти на въртене на ротора и при различна големина на тока чрез изменение на възбудителния поток Φ . В режим на празен ход на генератора, когато $I_r = 0$, магнитният поток Φ трябва да се изменя съобразно с изменението на честотата на въртене n_r така, че $n_r \Phi = \text{const}$.

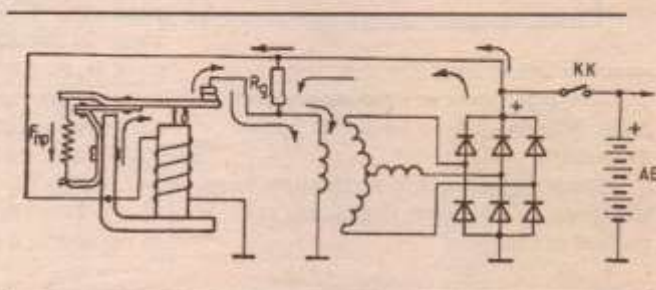
Тъй като магнитният поток на генератора се определя от тока във възбудителната му намотка, напрежението му се регулира чрез включване и изключване на резистор с постоянно съпротивление във веригата на възбудителната намотка.

Вибрационен регулатор на напрежение. Вибрационният регулатор на напрежение представлява електромагнитно реле с изключващи контакти (фиг. 4.2). Намотката на релето е свързана паралелно на изходните клеми на генератора. По такъв начин създаваната от намотката електромагнитна сила е пропорционална на напрежението на генератора. Изключващите контакти на релето са свързани последователно във веригата между изходната клемма на генератора и възбудителната му намотка. Паралелно на контактите е включен допълнителният резистор R_d .

Когато контактният ключ KK е включен и роторът на генератора не се върти, през възбудителната намотка на генератора протича ток от акумулаторната батерия, преминаващ още през магнитопровода, котвата и изключващите контакти на релето. Генераторът е възбуден и при развъртане на ротора напрежението му нараства с увеличаване на честотата на въртене. При напрежение, по-ниско от номиналното, контактите на релето остават затворени, тъй като електромагнитната сила, създавана от намотката, не е достатъчна, за да преодолее силата на пружината $F_{пр}$.

Когато напрежението на генератора достигне определена стойност, при която електромагнитната сила, създавана от намотката, стане по-голяма от силата на пружината, контактите на релето се отварят. В резултат на това последователно във веригата на възбудителната намотка се включва допълнителният резистор R_d , вследствие на което се намалява големината на възбудителния ток, а следователно и възбудителният магнитен поток. Напрежението на генератора започва да намалява. С намаляването на напрежението на генератора намалява и електромагнитната сила, създавана от намотката на релето. Когато тя стане по-малка от силата на пружината, котвата се връща в първоначалното си положение и затваря контактите на релето. Затворените контакти шунтират допълнителния резистор R_d и токът през възбудителната намотка се увеличава. С това се увеличава също възбудителният магнитен поток Φ и описаният процес се повтаря отначало.

Така по време на работа на генератора контактите на релето периодично се отварят и затварят в зависимост от честотата на въртене на ротора и големината на отдавания ток. В резултат на това се изменя големината на тока през възбудителната намотка, а напрежението на генератора се колебае около определена средна стойност $U_{г,ср}$ между U_{max} и U_{min} (фиг. 4.3). Средната стойност $U_{г,ср}$ е напрежението, поддържано от регулатора. То се определя от броя на навивките w_{II} на намотката на релето, от съп-

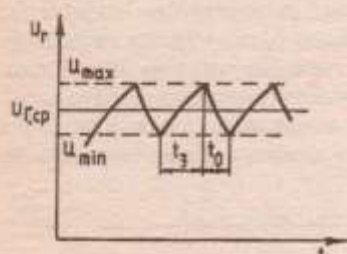


Фиг. 4.2. Принцилна електрическа схема на вибрационен регулатор на напрежение

ротивлението $R_{\text{вн}}$ от въздушната междина δ между котвата и магнитопровода и от силата на пружината $F_{\text{пр}}$:

$$U_{\text{под}} = C \cdot \frac{R_{\text{вн}}}{w_{\text{вн}}} \cdot \delta \cdot \sqrt{F_{\text{пр}}} \text{ V,} \quad (4.2)$$

където C е константа, зависеща от конструкцията на релето.



Фиг. 4.3. Изменение на напрежението на генератора при работа на регулатора на напрежение

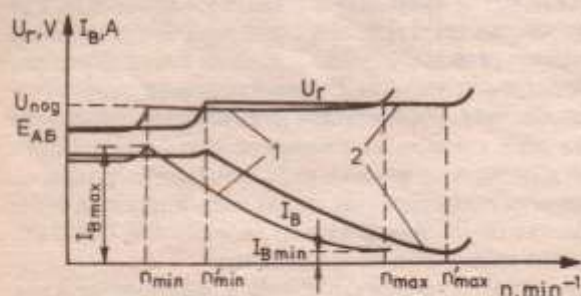
t_3 - времето, през което контактите са затворени; t_0 - времето, през което контактите са отворени

От (4.2) следва, че стойността на поддържащото напрежение може да се регулира чрез изменение на въздушната междина δ и на силата на пружината $F_{\text{пр}}$. Увеличаването и на двете води до нарастване на стойността на поддържано напрежение и обратно.

Постоянното вибриране на контактите на релето определя някаква средна стойност на тока през възбудителната намотка на генератора. За времето, когато контактите са затворени (t_3 на фиг. 4.3), съпротивлението на веригата на възбудителния ток е равно само на съпротивлението на възбудителната намотка $R_{\text{вн}}$, а когато контактите са отворени (t_0 на фиг. 4.3) - на сумата от $R_{\text{вн}}$ и $R_{\text{д}}$. Следователно стойността на възбудителния ток може да се определи с израза

$$I_{\text{в}} = \frac{U_{\text{r}}}{R_{\text{вн}} + \tau_{\text{отв}} R_{\text{д}}}, \text{ A,} \quad (4.3)$$

където $\tau_{\text{отв}} = \frac{t_0}{t_0 + t_3}$ е относителното време на отворено състояние на контактите на релето.



Фиг. 4.4. Работна характеристика на генератор, работещ с регулатор на напрежение

1 - в режим на празен ход ($I_{\text{r}} = 0$); 2 - при номинално натоварване ($I_{\text{r}} = I_{\text{ном}}$)

Работна характеристика на генератора, работещ с регулатор на напрежение. Зависимостта между напрежението U_{r} и възбудителния ток $I_{\text{в}}$ от честотата на въртене на ротора при съвместно работещи генератор и регулатор на напрежение представлява работната характеристика на генератора (фиг. 4.4). В началото, до честотата на въртене n_{min} контактите на релето са постоянно затворени ($\tau_{\text{отв}} = 0$). Възбудителният ток $I_{\text{в}}$ се определя от напрежението на акумулаторната батерия и има практически постоянна стойност. Напрежението на генератора U_{r} нараства пропор-

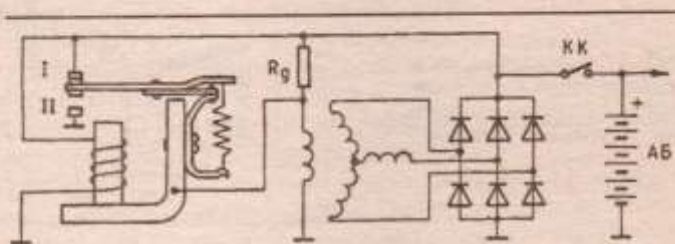
ционално на честотата на въртене и достига до $U_{\text{под}}$. Регулаторът на напрежение започва да действа при достигане на честотата на въртене n_{min} . С увеличаване на честотата на въртене се увеличава и времето, през което контактите са отворени ($\tau_{\text{отв}} > 0$). Напрежението на генератора U_r остава постоянно и равно на $U_{\text{под}}$, но възбудителният ток I_B намалява. Когато честотата на въртене на ротора превиши n_{max} , контактите на релето остават постоянно отворени ($\tau_{\text{отв}} = 1$), а напрежението U_r и възбудителният ток I_B се увеличават.

Кратност на регулиране на напрежението на генератора. *Отношението между максималната честота на въртене n_{max} , съответстваща на края на регулирането, и минималната честота на въртене n_{min} , отговаряща на началото на регулирането, се нарича кратност на регулиране на напрежението на генератора.*

При натоварване на генератора (крива 2 на фиг. 4.4) поради вътрешния пад на напрежение стойностите n_{min} и n_{max} се увеличават, т.е. интервалът, в който работи регулаторът на напрежение, се отстранява надясно (n'_{min} и n'_{max}).

Кратността на регулиране на напрежението може да се увеличи, като се увеличи съпротивлението на допълнителния резистор R_d . С това се намалява стойността на $I_{B \text{ min}}$, т.е. увеличава се n_{max} . Увеличаването на R_d обаче води до по-интензивно искрене между контактите на релето, което влошава надеждността на регулатора на напрежение и изисква по-често техническо обслужване.

Кратността на регулиране може да се увеличи, без да се повишава интензивността на искрене, чрез *двустепенен регулатор на напрежение* (фиг. 4.5). Двустепенният регулатор на напрежение освен изключващи контакти I има още една двойка включващи контакти II. В началото до определена честота на въртене n_{cp} , по-голяма от n_{min} , двустепенният регулатор работи като едностепенния (фиг. 4.6), т.е. работят само изключващите контакти I. При достигане на n_{cp} контактите I остават постоянно отворени, а след определен период от време започват периодично да се затварят и отварят контактите II. Когато се затворят контактите II, двата края на възбудителната намотка се свързват накъсо, което е равностойно на включване във веригата ѝ на безкрайно голямо съпротивление. По такъв начин се постига много малка стойност на $I_{B \text{ min}}$ и се увеличава кратността на регулиране на напрежението. При това искрението на контактите при работа на първата степен ($n_{\text{min}} < n < n_{\text{cp}}$)



Фиг. 4.5. Принципова електрическа схема на двустепенен вибрационен регулатор на напрежение



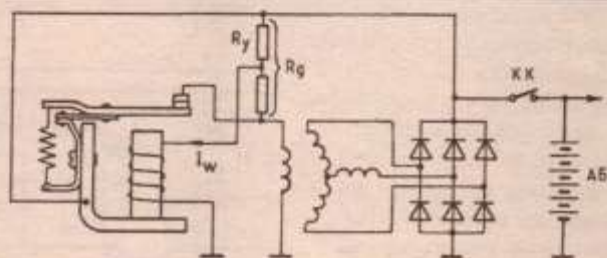
Фиг. 4.6. Работна характеристика на генератор, работещ с двустепенен регулатор на напрежение

е слабо, защото стойността на R_d е малка, а при работа на регулатора на втората степен ($n > n_{cp}$) искрението не е интензивно, защото възбудителният ток има малка стойност.

4.3. УВЕЛИЧАВАНЕ ЧЕСТОТАТА НА РАБОТА НА КОНТАКТТЕ НА РЕГУЛАТОРА НА НАПРЕЖЕНИЕ

Свързване на ускоряващ резистор R_y . Пулсациите на напрежението на генератора при работата му с регулатор на напрежение не оказват влияние върху нормалната работа на електрическите консуматори, когато честотата, с която вибрира котвата на релето, е по-висока от 30 Hz. За постигане на по-голяма честота от тази освен намаляване на механичната инертност на котвата на релето чрез подбор на нейната форма и размери се прилагат и активни методи. Най-разпространеното конструктивно решение е използването на *ускоряващ резистор* (фиг. 4.7). Ускоряващият резистор R_y се включва *последователно* с намотката на релето и най-често е част от допълнителния резистор R_d .

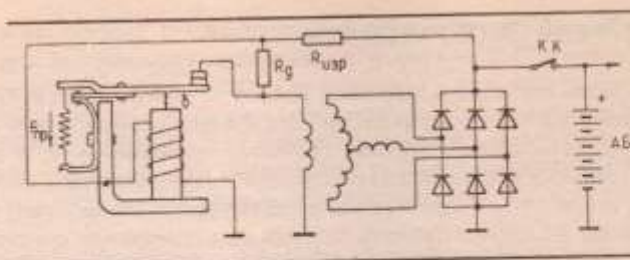
Фиг. 4.7. Принцилна електрическа схема на вибрационен регулатор на напрежение с ускоряващ резистор



При затворени контакти на релето през ускоряващия резистор преминава само токът през намотката на релето I_w , който има малка стойност. Следователно падът на напрежение върху ускоряващия резистор ($I_w R_y$) е също малък и към намотката на релето се прилага почти цялото напрежение на генератора. Това гарантира бързото отваряне на контактите на релето. При отваряне на контактите обаче през ускоряващия резистор протича и възбудителният ток I_b . Тогава падът на напрежение върху ускоряващия резистор – $(I_w + I_b) R_y$, достига значителна стойност и напрежението, приложено към намотката на релето, рязко се намалява. С това се намалява създаваната от намотката електромагнитна сила, в резултат на което се постига *по-бързо затваряне на контактите*, а следователно и по-висока честота на работа на регулатора на напрежение.

Свързване на изравняващ резистор $R_{изр}$. Падът на напрежение върху ускоряващия резистор е пропорционален на I_b и затова действието на ускоряващия резистор е по-силно изразено при ниска честота на въртене на ротора и по-слабо – при висока честота на въртене. Това води до повишаване на стойността на поддържаното напрежение $U_{под}$ с увеличаване на честотата на въртене. За да се компенсира това явление, в схемата на регулатора на напрежение се включва *изравняващ резистор $R_{изр}$* , свързан последователно с възбудителната намотка на генератора (фиг. 4.8). През изравняващия резистор $R_{изр}$ винаги протичат токът I_w (през намотката на релето) и токът I_b (през възбудителната намотка на генератора), като се създава пад на напрежение $(I_w + I_b) R_{изр}$. Регулаторът поддържа постоянна средна стойност на напрежението, приложено към намотката на релето. В случая това напрежение е по-голямо от напрежението на генератора със стойност, пропорционална на I_b . Следователно с увеличаване на честотата на въртене n и с намаляване на I_b се намаля-

Фиг. 4.8. Принципа електрическа схема на вибрационен регулатор на напрежение с изравняващ резистор



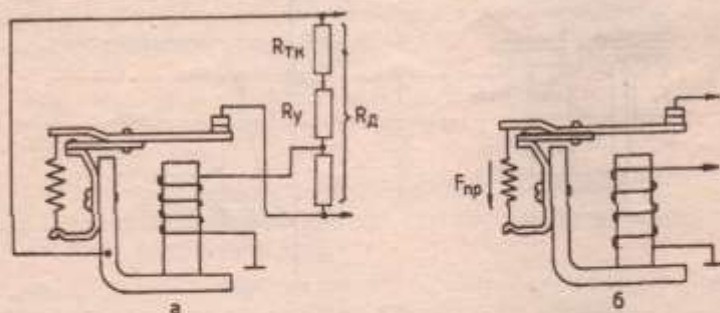
ва стойността на поддържаното напрежение $U_{\text{под}}$. По този начин при съвместното действие на двата елемента – $R_{\text{г}}$ и $R_{\text{изр}}$, се постига по-висока честота на работа на релето и постоянна стойност на поддържаното напрежение.

4.4. ТЕМПЕРАТУРНА КОМПЕНСАЦИЯ

От израза (4.2) се вижда, че стойността на поддържаното напрежение зависи от параметрите на намотката на релето – $w_{\text{н}}$ и $R_{\text{н}}$. С повишаване на температурата съпротивлението на намотката се увеличава, като при 80°C то нараства с около 25%. С толкова би се повишила и стойността на поддържаното напрежение $U_{\text{под}}$. За да се поддържа постоянно напрежението на генератора при промяна на температурата, в схемата на регулатора на напрежение се включва резистор за термокомпенсация $R_{\text{тк}}$ (фиг. 4.9 а), свързан последователно с намотката на релето подобно на ускоряващия резистор.

Термокомпенсационният резистор $R_{\text{тк}}$ се изработва от нихром, константан или друг материал с малък температурен коефициент на съпротивление. При повишаване на температурата съпротивлението на намотката на релето се увеличава, но сумарното съпротивление на веригата ($R_{\text{тк}} + R_{\text{н}}$) се изменя значително по-малко поради относително по-малкото изменение на съпротивлението на резистора $R_{\text{тк}}$.

Тъй като с резистора $R_{\text{тк}}$ се постига само частична термокомпенсация, във всички вибрационни регулатори на напрежение допълнително се използват биметални пластини, чрез които котвата на релето се закрепва към магнитопровода (фиг. 4.9 б). При повишаване на температурата биметалната пластина се деформира, като намалява силата на пружината, с което се компенсира увеличеното съпротивление на намотката на релето.



Фиг. 4.9. Температурна компенсация на регулатора на напрежение с термокомпенсационен резистор (а) и с биметална пластина (б)

4.5. РЕЛЕ ЗА ОБРАТЕН ТОК

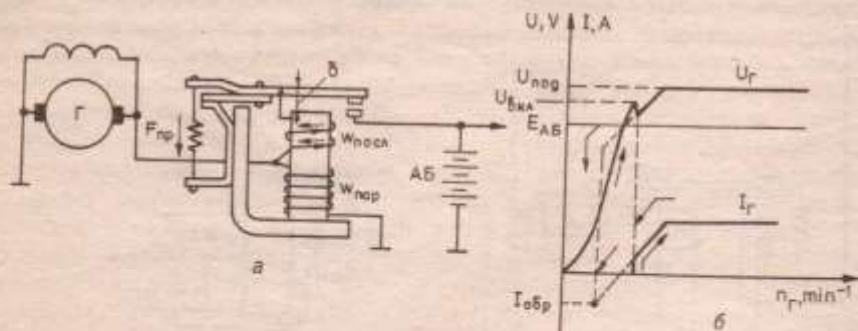
Предназначение и действие. Релето за обратен ток (РОТ) е елемент от реле-регулатора, необходим за осигуряване на паралелната работа между генератора за постоянен ток и акумулаторната батерия. Неговото предназначение е да осъществява автоматично електрическа връзка между генератора и акумулаторната батерия, когато напрежението на генератора е по-високо от това на акумулаторната батерия, и да предотвратява протичането на ток от акумулаторната батерия към генератора, когато напрежението на генератора е по-ниско от напрежението на акумулаторната батерия.

Релето за обратен ток е с включващи контакти и има две намотки – паралелна $w_{\text{пар}}$ включена паралелно на генератора, и последователна $w_{\text{посл}}$ включена последователно с контактите на релето между генератора и акумулаторната батерия. Схемата на релето за обратен ток и зависимостта на напрежението и тока на генератора от честотата на въртене са показани на фиг. 4.10.

Когато напрежението на изхода на генератора е по-ниско от напрежението на акумулаторната батерия, контактите на РОТ са отворени. По този начин се изключва възможността да протича ток от акумулаторната батерия към генератора.

Когато напрежението на генератора достигне стойността $U_{\text{вкл}}$ (фиг. 4.10), електромагнитната сила, създавана от паралелната намотка $w_{\text{пар}}$ става по-голяма от силата на пружината и контактите на релето за обратен ток се затварят, с което се осъществява електрическа връзка между генератора и акумулаторната батерия. Отдаваният от генератора ток, протичайки между контактите на РОТ към акумулаторната батерия и консуматорите на електрическа енергия, преминава и през последователната намотка $w_{\text{посл}}$. Създаваната от нея електрическа сила има същата посока както тази от паралелната намотка $w_{\text{пар}}$, така че котвата на РОТ, съответно контактите му се поддържат в затворено състояние от общото действие на двете сили.

Със затварянето на контактите напрежението на генератора скокообразно намалява поради пада на напрежение ($I_r R_r$) във веригата на ротора му, обусловен от протичащия ток. С по-нататъшното увеличаване честотата на въртене на ротора на генератора напрежението му нараства, докато стигне стойността, при която започва да работи регулаторът на напрежение ($U_{\text{под}}$ на фиг. 4.10 б).



Фиг. 4.10. Принципно електрическа схема на реле за обратен ток (а) и зависимост на напрежението и тока на генератора от честотата на въртене на ротора (б)

При намаляване честотата на въртене, когато напрежението на генератора стане по-ниско от това на акумулаторната батерия, през затворените контакти на РОТ и последователната намотка $w_{\text{посл}}$ протича ток в обратна посока. Създаваната от него електромагнитна сила е насочена в противоположна посока на електромагнитната сила на паралелната намотка $w_{\text{пар}}$ и противодействайки ѝ, намагнитва магнитопровода на релето. От друга страна, електромагнитната сила на паралелната намотка не е голяма поради ниското напрежение на генератора. Така под въздействие на силата на пружината $F_{\text{пр}}$ контактите на РОТ се отварят.

Параметри на РОТ и основни съотношения. Стойността на напрежението на генератора, при която РОТ затваря контактите си, т.е. осъществява електрическа връзка между генератора и акумулаторната батерия, трябва да бъде по-висока от е.д.н. на акумулаторната батерия, но по-ниска от поддържаното напрежение. Числено тази стойност е

$$U_{\text{вкл}} = (2,1+2,2) \cdot a, \text{ V,}$$

където a е броят на последователно свързаните клетки на акумулаторната батерия.

Напрежението $U_{\text{вкл}}$ е първият основен параметър на релето за обратен ток. По аналогия с регулатора на напрежение връзката между стойността на напрежението на включване $U_{\text{вкл}}$ и конструктивните параметри на релето се дава от израза

$$U_{\text{вкл}} = C_{\text{РОТ}} \cdot \frac{r_{w_{\text{пар}}}}{w_{\text{пар}}} \cdot \delta_{\text{отв}} \sqrt{F_{\text{пр}}}, \text{ V,} \quad (4.4)$$

където $C_{\text{РОТ}}$ е константа, зависи от конструкцията на релето;

$r_{w_{\text{пар}}}$ – активното съпротивление на паралелната намотка на релето, Ω ;

$w_{\text{пар}}$ – броят на навивките на паралелната намотка $w_{\text{пар}}, \text{ нав}$;

δ_0 – въздушната междина между котвата и магнитопровода при отворени контакти на релето, mm ;

$F_{\text{пр}}$ – силата на пружината, N .

Максималната стойност на обратния ток, при която се отварят контактите на РОТ ($I_{\text{обр}}$ на фиг. 4.10 б), е вторият негов параметър. Стойността му трябва да бъде в границите $I_{\text{обр}} = 0,5+6,0 \text{ A}$.

Като се има предвид, че в момента на отваряне на контактите силата на пружината $F_{\text{пр}}$ е равна на разликата от електромагнитните сили, създавани от двете намотки ($F_{w_{\text{пар}}} - F_{w_{\text{посл}}}$), и се приеме, че в този момент напрежението на генератора е равно на е.д.н. на акумулаторната батерия $E_{\text{АБ}}$, се стига до израза за връзката между стойността на параметъра обратен ток и конструктивните параметри на релето:

$$I_{\text{обр}} = \frac{E_{\text{АБ}}}{r_{\text{пар}}} \cdot \frac{w_{\text{пар}}}{w_{\text{посл}}} - C_{\text{РОТ}} \cdot \frac{\delta_3}{w_{\text{посл}}} \cdot \sqrt{F_{\text{пр}}}, \text{ A,} \quad (4.5)$$

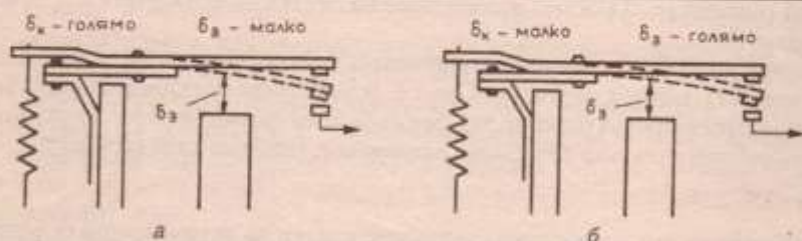
където $w_{\text{посл}}$ е броят на навивките на последователната намотка, нав.;

δ_3 – въздушната междина между котвата и магнитопровода на релето при затворени контакти, mm .

Регулиране на релето за обратен ток. От изразите (4.4) и (4.5) се вижда, че РОТ може да се регулира чрез въздушната междина δ и силата на пружината $F_{\text{пр}}$. Трябва да се има предвид обаче, че $F_{\text{пр}}$ участва във втория израз с отрицателен знак, което означава, че при нейното изменение ще се изменят и двата параметъра, но в противоположни посоки.

Двата параметъра на РОТ могат да бъдат регулирани независимо един от друг чрез:

- въздушната междина δ_3 между котвата и магнетопровода на релето при отворени контакти за $U_{\text{вкл}}$;
- хлабината δ_k между контактите на релето, която определя въздушната междина δ_3 между котвата и магнетопровода на релето при затворени контакти за $I_{\text{обр}}$ (фиг. 4.11).



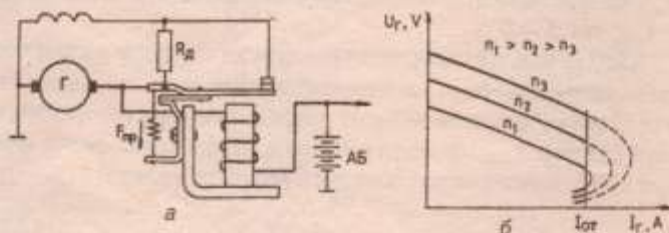
Фиг. 4.11. Влияние на хлабината δ_k между контактите на РОТ върху въздушната междина δ_3 между котвата и магнетопровода

4.6. ОГРАНИЧИТЕЛ НА ТОКА

Схема на свързване и действие. Ограничителят на ток (ОТ) е предназначен да предпази генератора от претоварване, като не позволява да се превиши зададена максимална стойност на отдавания от него ток.

Схемата на свързване на ограничителя на ток и външните характеристики на генератора за постоянен ток, работещ съвместно с ОТ, са показани на фиг. 4.12.

Фиг. 4.12. Принципно електрическа схема на ограничител на тока (а) и външни характеристики на генератор за постоянен ток, работещ с ограничител на ток (б)



Ограничителят на ток работи както РН с тази разлика, че създаваната от намотката му електромагнитна сила е пропорционална на отдавания от генератора ток. Поради това намотката на ОТ е свързана последователно във веригата между генератора и останалата част от електрическата уредба.

Когато отдаваният от генератора ток превиши зададената стойност, контактите на ОТ се отварят и във веригата на възбудителната намотка се включва допълнителният резистор R_d на релето ограничител на тока. Това води до намаляване на напрежението на генератора, респ. на отдавания от него ток.

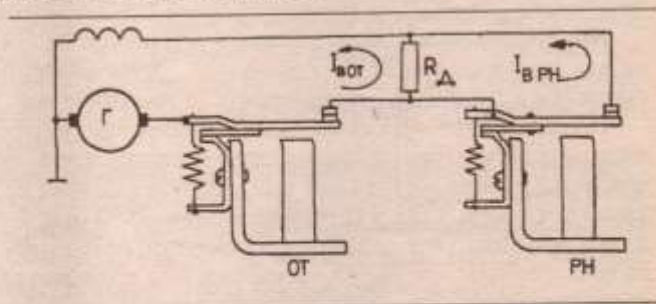
По аналогия на вече разгледаните елементи на реле-регулатора големината на *ограничавания ток в зависимост от конструктивните параметри* на електромагнитното реле се определя от израза

$$I_{OT} = C_{OT} \cdot \frac{\delta}{w} \cdot \sqrt{F_{пр}}, \text{ A.} \quad (4.6)$$

От (4.6) следва, че стойността на ограничавания ток на генератора може да се регулира чрез въздушната междина δ и силата на пружината $F_{пр}$, като $I_{OT} = (1,1+1,2) \cdot I_{ном}$, A.

Общ допълнителен резистор R_{Δ} за РН и ОТ. Тъй като регулаторът на напрежение и ограничителят на ток въздействат по един и същи начин на генератора (чрез изменение на тока във възбудителната му намотка с включване и изключване на допълнителен резистор), в някои реле-регулатори тези два елемента имат *един общ допълнителен резистор* (фиг. 4.13). Това е възможно и поради факта, че РН и ОТ *никога не отварят контактите си едновременно*. Обикновено веднага след стартирането на двигателя работи ОТ, тъй като токът за зареждане на акумулаторната батерия е значителен. Когато акумулаторната батерия възстанови част от капацитета си, започва да работи РН.

Фиг. 4.13. Принципа електрическа схема на регулатор на напрежение и ограничител на тока с общ допълнителен резистор

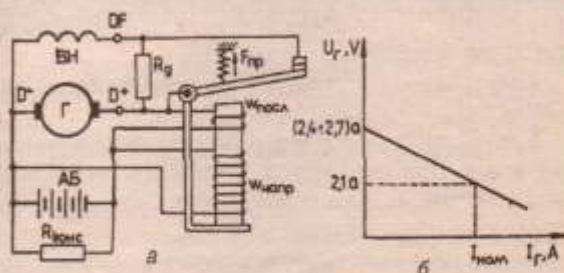


4.7. РЕГУЛАТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ С ПАДАЩА ХАРАКТЕРИСТИКА

В някои конструкции вибрационни реле-регулатори *функциите на регулатора на напрежение и ограничителя на ток са обединени* и се изпълняват от едно електромагнитно реле, наречено *регулатор на напрежение с падаща характеристика*.

Схемата на свързване и външната характеристика на генератора за постоянен ток, работещ съвместно с регулатор на напрежение с падаща характеристика, са показани на фиг. 4.14.

Фиг. 4.14. Принципа електрическа схема на регулатор на напрежение с падаща характеристика (а) и зависимост на напрежението на генератора от отдавания ток (б)



В този случай израза за стойността на поддържаното напрежение, т.е. *основното уравнение на регулатора на напрежение*, има вида

$$U_r = \frac{r_{\text{пар}}}{w_{\text{пар}}} \cdot (C \cdot \delta \sqrt{F_{\text{пр}}} - I_r \cdot w_{\text{посл}}), V.$$

4.8. ЕЛЕКТРОННИ РЕГУЛАТОРИ НА НАПРЕЖЕНИЕ

Конструкцията на *вибрационните регулатори на напрежение* има някои *принципни недостатъци*, които независимо от постоянните усъвършенствания не могат да бъдат избегнати.

Основният недостатък е наличието на *контакти*, които в процеса на експлоатация искрят и ерозират. Това причинява изменение на параметрите на електромагнитното поле, а следователно и на стойността на поддържаното напрежение.

Освен това тези регулатори *имат малка чувствителност и нестабилни параметри*. Причината е, че стойността на поддържаното напрежение се определя от силата на пружината, която с течение на времето променя характеристиката си.

Недостатъците на вибрационните регулатори на напрежение се проявяват особено силно при генераторите за променлив ток, чийто възбудителен ток и честота на въртене са по-високи в сравнение с генераторите за постоянен ток.

Поради всичко това се създадоха електронни реле-регулатори. Исторически електронните реле-регулатори се появиха след генераторите за променлив ток, при които не са необходими реле за обратен ток и ограничител на тока поради наличието на полупроводниковия токочправител и самоограничаването на отдавания от генератора ток. Във връзка с това *практическите схеми на електронните реле-регулатори са предназначени основно за работа с генератори за променлив ток и са предимно само регулатори на напрежение*. Не съществуват обаче *принципни ограничения за използването на електронните реле-регулатори и при генераторите за постоянен ток*.

Съвременната електроника предлага съвършени релета за обратен ток – *мощните полупроводникови диоди*. Такъв диод, свързан с анода си към изходната клемма на генератора за променлив ток и с катода си към акумулаторната батерия, провежда ток само когато напрежението на генератора е по-високо от напрежението на акумулаторната батерия. В този случай е необходимо да се отчете падът на напрежение върху диода в права посока при номиналния ток на генератора, тъй като с толкова трябва да се увеличи поддържаното от реле-регулатора напрежение, за да се осигури зареждането на акумулаторната батерия.

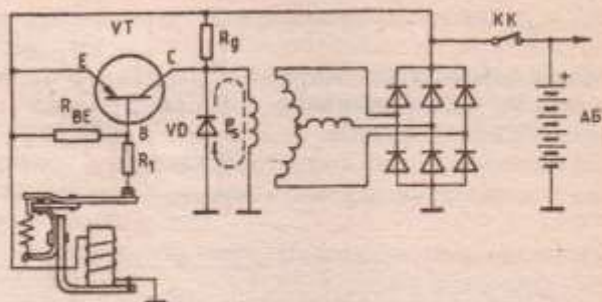
Като релета за обратен ток могат да се използват всички диоди, които *имат номинален ток*, равен или по-голям от максималния ток на генератора. Необходимо е също диодите да имат малък обратен ток, за да се избегне разреждането на акумулаторната батерия при дълъг престой на автомобила.

Електронните регулатори на напрежение са два вида – *контактно-транзисторни и безконтактни*.

Контактно-транзисторен регулатор на напрежение. Той е *усъвършенстван вибрационен регулатор*. При него между контактите на електромагнитното реле и възбудителната намотка на генератора е свързан *транзистор (VT, фиг. 4.15)*, работещ като електронен ключ, управляван от релето.

По такъв начин напрежението на генератора управлява електромагнитното реле, а токът през възбудителната намотка на генератора се колутира от транзистора.

Когато напрежението на генератора е по-ниско от зададената стойност, контактите на електромагнитното реле са затворени. Транзисторът VT е отпушен, тъй като към емитерния му преход е приложено напрежение в права посока, осигуряващо протичането на базовия ток по веригата: клемма $D+$ на генератора, преход емитер – база на транзистора, резистор R_1 , затворени контакти на релето, маса. Съпротивлението на прехода емитер – колектор на отпушения транзистор е малко и към възбудителната намотка на генератора е приложено почти цялото напрежение на генератора.



Фиг. 4.15. Принципова електрическа схема на контактно-транзисторен регулатор на напрежение

Когато напрежението на генератора достигне стойността, зададена чрез параметрите на електромагнитното реле, контактите на релето се отварят. Базата на транзистора се свързва към емитера през резистора R_{BE} и транзисторът се запушва. Токът през възбудителната намотка намалява, тъй като последователно на нея се включва допълнителният резистор R_d . Напрежението на генератора се понижава, релето отново затваря контактите си, след което описаният процес се повтаря.

При прекъсване на тока през възбудителната намотка поради голямата ѝ индуктивност в нея възниква е.д.н. на самоиндукция с голяма стойност. За защита на транзистора от това напрежение паралелно на възбудителната намотка на генератора се свързва диодът VD . През него и маса се получава затворена верига за тока на самоиндукция, който се изразходва в активното съпротивление на самата възбудителна намотка.

Контактно-транзисторният регулатор на напрежение позволява да се увеличи възбудителният ток на генератора, тъй като транзисторът го комутира безконтактно (без искрене). Контактите на електромагнитното реле са разтоварени, понеже през тях преминава само значително по-малкият базов ток на транзистора. По такъв начин се увеличава диапазонът на регулиране, като се намалява необходимостта от честа проверка и регулиране на контактите.

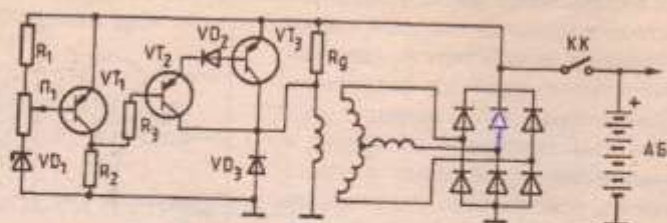
Недостатък на разгледаната схема е, че и в нея напрежението на генератора се измерва също от електромагнитно реле, поради което и този регулатор има ниска чувствителност и нестабилност на параметрите.

Безконтактен регулатор на напрежение. Безконтактните регулатори на напрежение са изградени изцяло с полупроводникови елементи. При тях липсват механично действащи елементи, поради което те имат по-стабилни характеристики, по-надеждни са и практически не се нуждаят от обслужване.

Елементът, реагиращ на изменението на напрежението на генератора, е стабилитронът (ценовият диод) VD_1 (фиг. 4.16). Резисторът R_1 и потенциометърът Π_1 образуват делител, чрез който може да се променя прагът на отпушване на стабилитрона, т.е. да се изменя стойността на поддържаното от регулатора напрежение. С транзистора VT_1 се определя по-точно моментът на отпушване на стабилитрона.

Когато напрежението на генератора е по-ниско от зададената стойност, стабилитронът VD_1 е запушен. Транзисторът VT_1 е също запушен. Транзисторите VT_2 и VT_3 са отпушени, тъй като през базите им и резисторите R_2 и R_3 протича ток. Токът през възбудителната намотка се определя само от нейното собствено съпротивление.

Фиг. 4.16. Принцилна електрическа схема на безконтактен регулатор на напрежение



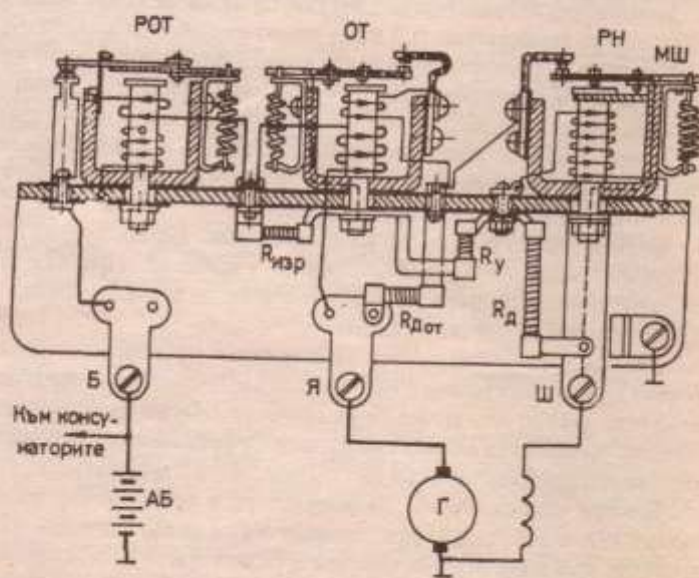
Когато напрежението на генератора достигне зададената стойност, стабилитронът VD_1 се отпушва. Отпушва се и VT_1 , а транзисторите VT_2 и VT_3 се запусват. В този случай във веригата на възбудителната намотка се включва допълнителният резистор R_2 . Напрежението на генератора намалява, стабилитронът VD_1 се запусва и процесът се повтаря.

Диодът VD_3 има същата защитна функция както при контактно-транзисторния регулатор на напрежение.

Безконтактните регулатори на напрежение могат да бъдат изградени с дискретни елементи като хибридни или интегрални схеми. Технологиата на изработване не променя принципа на действие на регулатора.

4.9. ПРАКТИЧЕСКИ СХЕМИ НА РЕЛЕ-РЕГУЛАТОРИ

Реле-регулатор РР 24. Реле-регулаторът РР 24 (фиг. 4.17) е триелементен реле-регулатор, предназначен за генератори за постоянен ток с номинално напрежение 12 V и номинален ток 20 A.



Фиг. 4.17. Принцилна електрическа схема на триелементен реле-регулатор РР 24

Регулаторът на напрежение е едностепенен с допълнителен резистор $R_d = (80 + 13) \Omega$. Изпълнен е по схемата с ускоряващ резистор $R_y = 13 \Omega$ и изравняващ резистор $R_{изр} = 1 \Omega$. За термокомпенсация се използват биметална пластина (за закрепване на котвата на релето към магнитопровода) и магнитен шунт МШ. Магнитният шунт представлява пластина от желязо-никелово-алуминиева сплав, разположена между магнитопровода и сърцевината на релето. Материалът на МШ притежава свойството да увеличава магнитното си съпротивление при повишаване на околната температура и обратно. С него се постига постоянна стойност на магнитния поток през въздушната междина на релето при промяна на температурата, т.е. той осъществява термокомпенсация.

Релето за обратен ток е изпълнено по класическа схема. Напрежението на включване $U_{вкл} = 12,2 \pm 13,2 \text{ V}$, а стойността на обратния ток $I_{обр} = 0,5 \pm 6,0 \text{ A}$. Хлабината между контактите на релето $\delta_k = 0,6 \pm 0,8 \text{ mm}$.

Ограничителят на ток е изпълнен с две намотки – основна w_o , свързана последователно между генератора и акумулаторната батерия, и изравняваща $w_{изр}$, която е навита в противоположна посока на основната намотка w_o , има по-малко навивки от нея и е свързана последователно с възбудителната намотка на генератора. По този начин създаваната от нея електромагнитна сила винаги е пропорционална на възбудителния ток и е насочена срещу електромагнитната сила на основната намотка. Така се компенсира влиянието на ускоряващия резистор.

Допълнителният резистор на ОТ – $R_{дот}$, има съпротивление 30Ω .

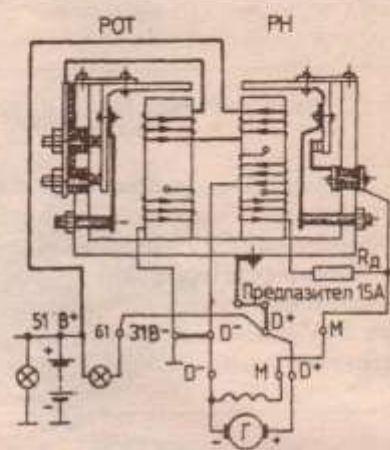
Реле-регулатор РР 300/24Г. Реле-регулаторът РР 300/24Г (фиг. 4.18) е двуселектен реле-регулатор, предназначен за генератори на постоянен ток с номинално напрежение 24 V и номинална мощност 300 W . Той се състои от регулатор на напрежение и реле за обратен ток.

Регулаторът на напрежение е едностепенен с падаща характеристика и има три намотки: паралелна $w_{пар}$, свързана паралелно на изхода на генератора, последователна $w_{посл}$, свързана последователно с последователната намотка на РОТ между генератора и акумулаторната батерия, и ускоряваща $w_{уск}$, свързана паралелно на възбудителната намотка на генератора. Когато контактите на РН са затворени, преминаващият през ускоряващата намотка ток създава електромагнитна сила, действаща в същата посока както тази от паралелната намотка $w_{пар}$. При отваряне на контактите токът през ускоряващата намотка рязко намалява (дори може да промени посоката си), понеже последователно с нея се включва допълнителният резистор R_d . Резултатната магнитодвижеща сила в магнитопровода на релето рязко се намалява и контактите се затварят по-рано. По такъв начин се повишава честотата, с която вибрират контактите на релето.

Допълнителният резистор на регулатора на напрежение е със съпротивление $R_d = 80 \Omega$.

Термокомпенсацията се осъществява само с биметална пластина.

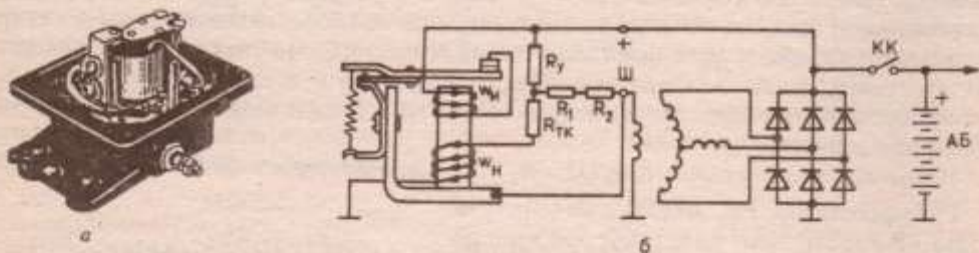
Релето за обратен ток има два паралелно свързани контакта, за да се намали натоварването им.



Фиг. 4.18. Принципно електрическа схема на двуселектен реле-регулатор РР 300/24Г

Пружините на РН и РОТ са пластинчати, като усилено им се регулира с помощта на винтове за по-прецизна настройка.

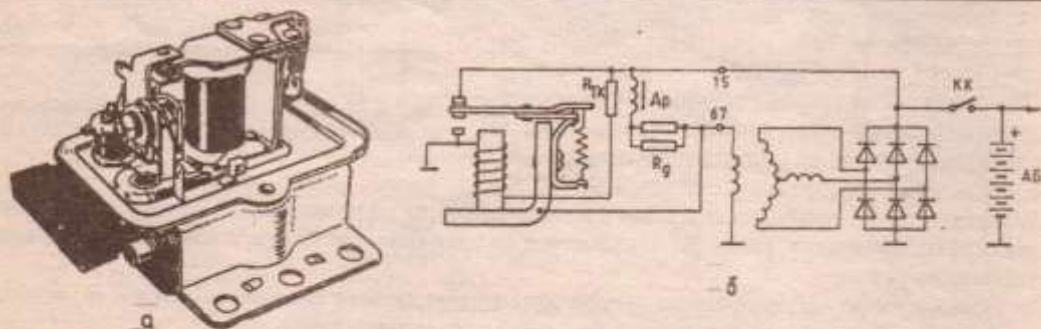
Реле-регулатор РР 127. Реле-регулаторът РР 127 (фиг. 4.19) е вибрационен регулатор на напрежение, предназначен за генератори за променлив ток с номинално напрежение 28 V и максимален ток до 30 A. Стойността на поддържаното напрежение е в границите 27,4–30,2 V. Регулаторът е свързан по схемата с ускоряващ резистор ($R_y = 30 \Omega$) – фиг. 4.19 б. Допълнителният резистор от две части има общо съпротивление 158 Ω ($R_1 = 128 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$). За изравняване на работната характеристика $U = f(n)$ се използва изравняваща намотка w_H . Тя е навита в противоположна посока на основната намотка w_H , има по-малко навивки от нея и е свързана последователно с възбудителната намотка на генератора. Следователно създаваната от нея електромагнитна сила винаги е пропорционална на възбудителния ток и е насочена срещу електромагнитната сила на основната намотка.



Фиг. 4.19. Външен вид (а) и принципна електрическа схема (б) на реле-регулатор РР 127

Термокомпенсацията на регулатора се реализира чрез резистора $R_{TK} = 40 \Omega$, изпълнен от нихром, и биметална пластинка за закрепване на котвата към магнитопровода. Ускоряващият резистор R_y също изпълнява ролята на термокомпенсационен резистор.

Реле-регулатор РР 380. Реле-регулаторът РР 380 (фиг. 4.20) е двустепенен вибрационен регулатор на напрежение, предназначен за генератори за променлив ток с номинално напрежение 14 V и максимален ток 42 A. Стойността на поддържаното напрежение е 13,4–14,0 V за първата степен и 13,8–14,7 V за втората. Допълнителният резистор R_d е изпълнен с две па-



Фиг. 4.20. Външен вид (а) и принципна електрическа схема (б) на реле-регулатор РР 380

ралелно свързани секции и има малко съпротивление ($5,5 \Omega$). Свързаният последователно с R_d дросел Dp облекчава работата на контактите. Полученото в него е.д.н. на самоиндукция при отваряне на контактите има винаги противоположна посока на създаваното във възбудителната намотка на генератора е.д.н. на самоиндукция и по този начин се намалява искрението на контактите. Освен биметална пластина за термокомпенсация се използва и резисторът $R_{TK} = 11 \Omega$.

Контактно-транзисторен реле-регулатор РР 362 М (модернизиран – фиг. 4.21). Този регулатор се състои от *регулатор на напрежение* (РН) и *реле за защита* (РЗ). Предназначен е за генератори за променлив ток с *номинално напрежение 14 V*.

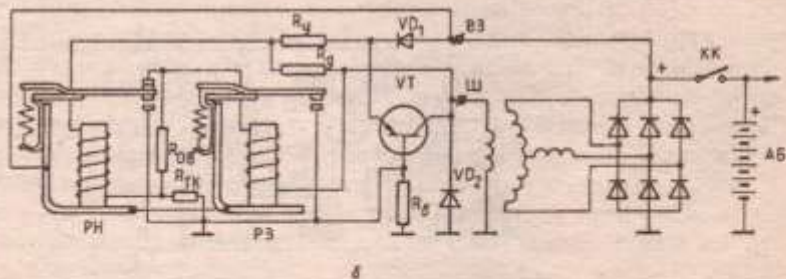
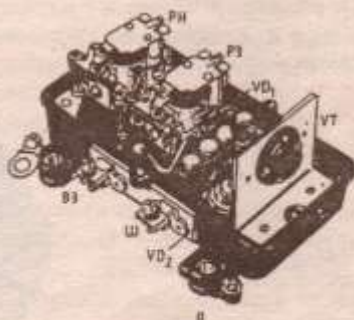
Регулаторът на напрежение има две двойки контакти – изключващи (затворени) и включващи (отворени). Включващите контакти са свързани във веригата на базата на транзистора VT . Чрез тях и резистора $R_B = 42 \Omega$ се управлява неговото (на транзистора) действие.

Регулаторът на напрежение е включен *по схема с ускоряващ резистор* $R_y = 4,5 \Omega$. Термокомпенсацията се осъществява чрез биметална пластина и резистора $R_{TK} = 12,5 \Omega$.

Когато напрежението на генератора е *по-ниско от зададената стойност*, изключващите контакти на РН са затворени, а транзисторът VT е отпушен, понеже през R_B и базата му протича ток към маса. Генераторът е напълно възбуден.

Когато *напрежението на генератора достигне зададената стойност*, се затварят включващите контакти на РН и транзисторът VT се запушва, понеже към базата му се подава положителен потенциал от клемата ВЗ. Последователно с възбудителната намотка се включват резисторите $R_d = 60 \Omega$ и $R_y = 4,5 \Omega$, при което напрежението на генератора намалява. При работа котвата на РН вибрира, като периодично затваря включващите контакти, без да се връща в първоначалното си положение, и поддържа напрежение на генератора в границите 13,8–14,6 V.

Фиг. 4.21. Външен вид (а) и принципна електрическа схема (б) на контактно-транзисторен реле-регулатор РР 362 М



Диодът VD_1 улеснява запущването на транзистора VT , а чрез резистора за обратна връзка $R_{об}$ се постига рязко и стабилно отваряне и затваряне на контактите.

Диодът VD_2 защитава транзистора VT от е.д.н. на самоиндукция във възбудителната намотка на генератора.

Релето за защита (PЗ) има включващи контакти, включени паралелно на включващите контакти на регулатора на напрежение РН. Намотката на PЗ е свързана последователно с изключващите контакти на регулатора на напрежение и възбудителната намотка на генератора.

Когато във веригата на възбудителната намотка възникне късо съединение, напрежението на генератора спада и РН затваря горните си контакти, отваряйки долните. През тях в намотката на релето за защита PЗ протича голям ток от акумулаторната батерия. Контактите на PЗ се затварят, с което се запущва транзисторът VT и той се предпазва от претоварване по ток.

Безконтактен регулатор PP 350. Той е регулатор на напрежение с дискретни полупроводникови елементи (фиг. 4.22). Предназначен е за генератори за променлив ток с номинално напрежение 14 V. Регулаторът се състои от три елемента – измервателен, усилвателен и регулиращ.

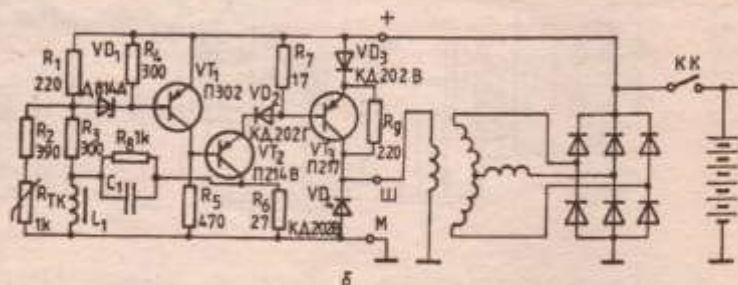
Измервателният елемент включва стабилитрона VD_1 , транзистора VT_1 и делителя на напрежение, състоящ се от резисторите $R_1, R_2, R_{TK}, R_3, R_4$ и дросела L_1 . Чрез него се сравнява напрежението на генератора със зададената стойност.

Усилвателят е реализиран с транзистора VT_2 , диода VD_2 и резисторите R_7 и R_6 .

Регулиращ елемент е мощният транзистор VT_3 , чрез който се комутира токът във възбудителната намотка на генератора. Диодът VD_2 улеснява запущването на VT_3 след запущването на VT_2 , а VD_4 служи за защита на транзистора VT_3 от е.д.н. на самоиндукция във възбудителната намотка.

Когато напрежението на генератора е по-ниско от зададената стойност (13,7–14,5 V), стабилитронът VD_1 е запущен. Запущен е и транзисторът VT_1 . Транзисторът VT_2 е отпушен, понеже през резистора R_5 се осигурява протичането на базов ток. Транзисторът VT_3 също е отпушен. Генераторът е възбуден напълно.

Фиг. 4.22. Външен вид (а) и принципна електрическа схема (б) на безконтактен реле-регулатор PP 350



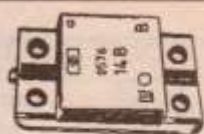
Когато *напрежението* на генератора достигне *зададената стойност*, VD_1 се отпушва, при което се отпушва и VT_1 . Това води до запусване на транзистора VT_2 , а също и на VT_3 . Във веригата на възбудителната намотка на генератора се включва резисторът R_d и напрежението на генератора се понижава.

Дроселът L_1 е предназначен да намалява пулсациите на подаваното от генератора напрежение.

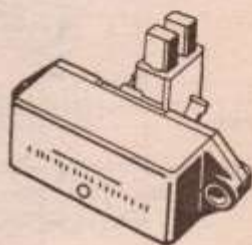
Паралелно свързаните R_8 и C_1 осъществяват положителна обратна връзка, с която се осигурява необходимата честота на работа на регулатора.

Регулатори в интегрално изпълнение Я 112 и Я 120. Те са регулатори на напрежение, предназначени за генератори за променлив ток с *номинално напрежение* 14 V (Я 112) и 28 V (Я 120), реализирани *като хибридни интегрални схеми* (фиг. 4.23). Стойността на поддържаното напрежение от регулатора Я 112 е $14,1 \pm 0,2$ V, а от Я 120 – $28,5 \pm 0,3$ V.

Заради малките си размери тези регулатори обикновено се *монтират в четкодържателя* на генератора (фиг. 4.24), с което се избягват електрическите връзки между генератора и регулатора. Те са неразглобяеми и в процеса на експлоатация не се нуждаят от обслужване.



Фиг. 4.23. Външен вид на интегралния реле-регулатор Я 112.



Фиг. 4.24. Четкодържател на генератор за променлив ток с вграден в него интегрален регулатор на напрежение

4.10. НЕИЗПРАВНОСТИ И ПРОВЕРКА НА РЕГУЛАТОРА НА НАПРЕЖЕНИЕ

Неизправностите, възникващи в регулатора на напрежение, *се отразяват върху стойността на отдаваното от генератора напрежение*, от което следва, че те оказват влияние върху всички елементи на електрообзавеждането.

Вибрационни регулатори на напрежение. Най-често срещаната *неизправност е нарушена регулировка*. Като резултат настъпва презареждане или недозареждане на акумулаторната батерия или отказ на някой от елементите на електрообзавеждането.

Интензивното искрене на контактите е често срещана *неизправност*. Дължи се на замърсени или силно износени контакти, прекъсване на допълнителния резистор или късо съединение във веригата на възбудителната намотка на генератора. Като резултат контактите ерозират и увеличават преходното си съпротивление, с което се намалява средната стойност на възбудителния ток.

Контактите трябва да бъдат цели, чисти и да контактуват с цялата си повърхност. При нужда те се почистват с фина пила, след което се полират с парче чист плат.

Неизправностите в намотките на релето независимо от техния характер – прекъсване или нарушена изолация, водят до по-голямо или по-малко изменение на стойността на поддържаното напрежение или до пълен отказ на релето. Намотките се проверяват с омметър.

Електронни регулатори. Най-често срещаната *неизправност, възникваща в електронните регулатори, е пробив в регулиращия транзистор*. В този случай регулаторът не работи и стойността на напрежението на генератора нараства пропорционално на честотата на въртене.

При *късо съединение във възбудителната верига* може да настъпи прекъсване между емитера и колектора на транзистора. В този случай регулаторът също не работи, но генераторът не се възбужда достатъчно. Транзисторът е изправен, ако бъдат измерени посочените в табл. 4.1 стойности на съпротивлението между съответните му изводи.

Измерване на съпротивленията между изводите на PNP и NPN биполарни транзистори

Тип на транзистора	Емитер – база		Колектор – база		Емитер – колектор	
	Схема на включване на омметъра	Съпротивление	Схема на включване на омметъра	Съпротивление	Схема на включване на омметъра	Съпротивление
PNP		Малко		Малко		Голямо
		Голямо		Голямо		Голямо
NPN		Малко		Малко		Голямо
		Голямо		Голямо		Голямо

Транзисторите се проверяват, като чрез омметър се измерва съпротивлението между изводите на PN преходите в двете посоки.

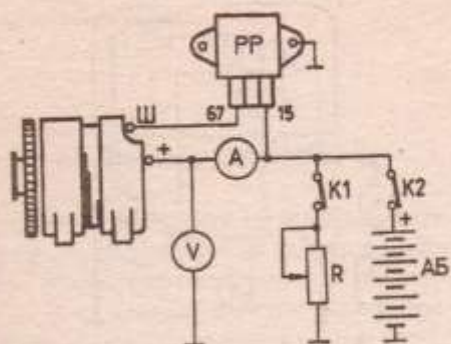
По-рядко възникват неизправности поради отказ или лош контакт на някой друг елемент – диод, резистор и др. Обикновено в такъв случай генераторът не се възбужда.

Проверка на стойността на поддържаното напрежение. Стойността на *поддържаното напрежение* е най-общият параметър, характеризиращ техническото състояние на регулаторите на напрежение. Проверката се извършва при съвместна работа на регулатора с генератор от същия вид и тип, за който той е предназначен.

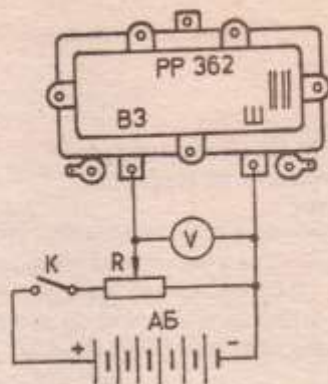
За вибрационните регулатори е необходимо *предварително да се проверяват* състоянието на контактите и разстоянията между котвата и магнитопровода и между включващите контакти. След почистване на контактите разстоянията се регулират съгласно с указанията.

Стойността на *поддържаното напрежение* може да се провери непосредствено на автомобила, като чрез волтметър се измерва напрежението на генератора при различно натоварване (със и без включени фарове) и различна честота на въртене на колянния вал на двигателя.

По-точни резултати се получават, ако се използва *контролно-изпитвателен стенд*, като се реализира показаната на фиг. 4.25 принципна схема. Регулаторът е в изправно техническо състояние, ако при всички режими стойността на напрежението на генератора е в зададените граници.



Фиг. 4.25. Схема за проверка на стойността на поддържаното от реле-регулатора напрежение

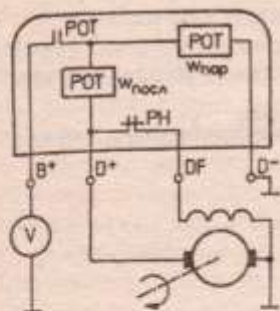


Фиг. 4.26. Схема за проверка на релето за защита на реле-регулатора PP 362

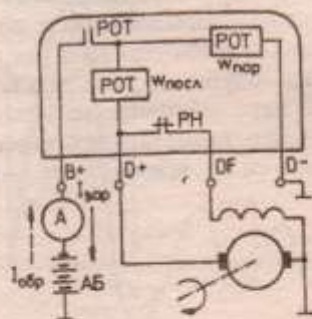
Релето за защита на реле-регулатора PP 362 се проверява по показаната на фиг. 4.26 схема. Като се премества плъзгачът на реостата R, се следи стойността на напрежението, при което контактите на релето се затварят. Релето е в изправно техническо състояние, ако контактите му се затварят при напрежение 6,5–7,5 V. При необходимост релето за защита се регулира чрез изменение на силата на пружината.

Напрежението на включване на релето за обратен ток се проверява на контролно-изпитвателен стенд по схемата, показана на фиг. 4.27. Този параметър се определя при плавно увеличаване на честотата на въртене на ротора до момента, в който контактите на POT се затворят.

За определяне на големината на обратния ток се реализира схемата, показана на фиг. 4.28. Необходимо е акумулаторната батерия да бъде напълно заредена. Големината на обратния ток като параметър е стойността на тока в момента, в който контактите на POT се отворят.

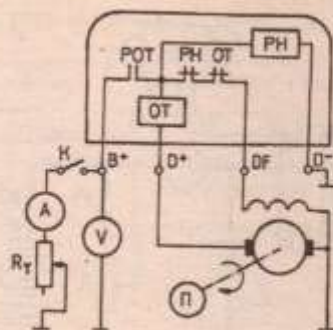


Фиг. 4.27. Схема за проверка на стойността на напрежението на включване на POT



Фиг. 4.28. Схема за проверка на стойността на обратния ток на POT

Фиг. 4.29. Схема за проверка на стойността на ограничавания ток



Релето за обратен ток е в изправно техническо състояние, ако стойностите и на двата параметъра се намират в зададените граници.

Ограничителят на ток се проверява по схемата, показана на фиг. 4.29. Големината на ограничавания ток трябва да бъде в границите, определени за съответния генератор.

Контролни въпроси

1. Защо се налага регулиране на напрежението на генератора?
2. Как действа вибрационният регулатор?
3. Кои параметри на вибрационния регулатор определят стойността на поддържаното напрежение?
4. Как се постига увеличаване на честотата на работа на контактите на релето?
5. Защо е необходим и къде се свързва изравняващият резистор?
6. Как се постига термокомпенсация на регулатора на напрежение?
7. От какво зависи и как може да се увеличи кратността на регулиране?
8. Обяснете действието на двустепенния регулатор.
9. Какво е предназначението и как се свързва релето за обратен ток?
10. Кои са параметрите на релето за обратен ток и как се регулират?
11. Какво е предназначението и как се свързва ограничителят на ток?
12. Каква е стойността на ограничавания от ОТ ток на генератора и как се регулира?
13. Какво е действието на регулатора на напрежение с падаща характеристика?
14. Обяснете действието на контактно-транзисторния регулатор.
15. Обяснете схемата и действието на безконтактния регулатор на напрежение.
16. Какви са предимствата на електронните регулатори?

5. ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ

5.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Предназначението на запалителната уредба е да осигури запалване на горивовъздушната смес в цилиндрите на двигателя в точно определен момент, синхронно с неговата работа. Следователно към запалителната уредба се поставят следните две изисквания:

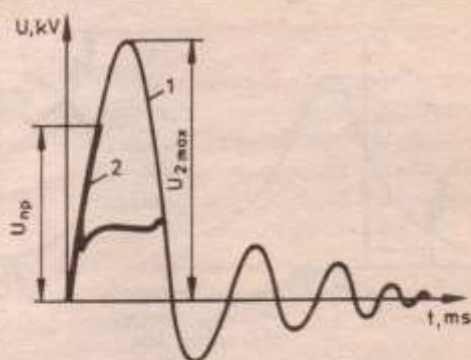
– да се създаде електрическа искра между електродите на искровите свещи с такива стойности на параметрите (най-вече на температурата), че да се гарантира запалването на горивовъздушната смес при всички работни режими на двигателя;

– да подава електрическа искра към отделните цилиндри в точно определен момент, синхронно с работата на двигателя.

Електрическата искра между електродите на свещта възниква в резултат на приложеното към нея високо напрежение, създадено от запалителната уредба. Напрежението, при което възниква електрическа искра, се нарича *пробивно напрежение* $U_{пр}$. Стойността му зависи от температурата и налягането в горивната камера, от състава и качеството на горивовъздушната смес, от разстоянието между електродите на свещта, от тяхната форма и материал. С увеличаване на разстоянието между електродите, с повишаване на налягането, с обедняването или преобогатяването на горивовъздушната смес това напрежение нараства. Обратно, при повишаване на температурата на сместа и на електродите, както и при използване на електроди с остри ръбове и материал с по-добри йонизационни качества, пробивното напрежение намалява. При равни други условия то зависи и от полярността на приложеното към свещта високо напрежение.

От своя страна, *запалителната уредба създава високо напрежение* с определена стойност – U_{2max} . За да се гарантира надеждно искрообразуване при всички работни режими на двигателя, създаването от запалителната уредба високо напрежение трябва да бъде най-малко 1,5 пъти по-голямо от пробивното (фиг. 5.1). Необходимо е да се отбележи, че електрическата искра само възпламенява горивовъздушната смес в цилиндрите на двигателя, след което горенето се определя от качествата на сместа и конструкцията на двигателя.

Основни параметри на електрическата искра. Най-важният от тях е нейната енергия. За да се запали горивовъздушната смес, електрическата искра трябва да има *определена енергия*. При различните режими на работа на двигателя необходимата за запалване енергия е различна – от 1–5 mJ, за достигнал работната си температура и работещ в установен режим двигател, до 15–20 mJ при първоначално пускане на студен двигател. Тенденцията при съвременните двигатели е да се използват по-бедни горивни смеси и по-висо-



Фиг. 5.1. Сравнение между създаването от запалителната уредба напрежение U_{2max} (1) и пробивното напрежение $U_{пр}$ (2) на искровите свещи

ка степен на компресия, поради което се приема, че запалителната уредба трябва да създава искра с енергия 75–100 mJ. Необходимо е да се посочи, че увеличаването на енергията на искрата над необходимата за надеждното запалване на горивовъздушната смес не подобрява горивния процес на двигателя. Възпламеняващата способност на искрата се увеличава с увеличаване на скоростта на отдаване на енергията ѝ.

Положително влияние върху надеждността на възпламеняване на горивната смес оказва *продължителността на искровия разряд*. Когато има продължително горене на искрата, се осигурява устойчива работа на двигателя особено при преходни режими и победни смеси. Освен това се намаляват токсичните компоненти в отработилите газове.

Ъгъл на изпреварване на запалването. Горивната смес в цилиндъра на двигателя изгаря за определено време. Минимални топлинни загуби и най-голяма скорост на горене (най-малко време) има при минимален обем около горното мъртво положение (ГМП). При тези условия двигателят развива най-голяма мощност с малък разход на гориво.

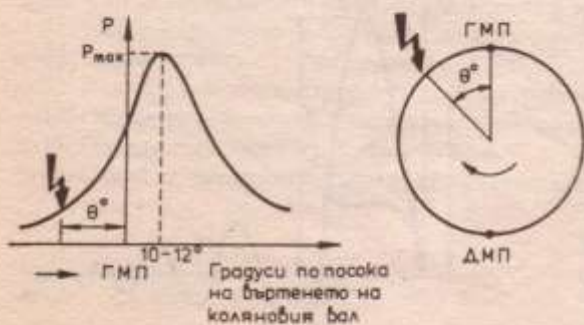
За да се осигури оптимално протичане на горивния процес, *моментът на запалването трябва да бъде преди горно мъртво положение*, така че налягането в цилиндъра да достигне максималната си стойност – 10–12 ъглови градуса след преминаването през горно мъртво положение (фиг. 5.2).

Изпреварването на запалването се определя от ъгъла, заключен между положението на колянвия вал в момента на запалване и в момента на горно мъртво положение.

Той зависи от мястото на електродите в горивната камера, честотата на въртене, степента на сгъстяване и състава на горивната смес. Това налага *изменение на изпреварването на запалване при различни работни режими*.

При увеличаване на честотата на въртене изпреварването на запалване трябва да се увеличава, понеже времето за изгаряне на горивната смес остава относително постоянно. Трябва да се има предвид, че *голямото увеличаване на изпреварването на запалването води до детонационно горене*, при което се намалява мощността и двигателят прегрява.

При *ниски и средни натоварвания* в цилиндъра постъпва малко количество горивна смес (дроселовата клапа е притворена), температурата и налягането в края на сгъстяването



Фиг. 5.2. Илюстрация на ъгъла на изпреварване на запалването

са ниски, относителното количество остатъчни газове е голямо, условията за запалване са неблагоприятни и скоростта на горене е малка. Това налага увеличаване на ъгъла на изпреварване на запалването при тези режими.

Оптималните стойности на ъгъла на изпреварване на запалването при различните режими на работа се определят опитно чрез снемане на съответните регулировъчни характеристики при конструиране на двигателя.

В зависимост от конструкцията на отделните елементи запалителните уредби биват магнетни, електромеханични и електронни.

5.2. ЗАПАЛИТЕЛНИ СВЕЩИ

Изисквания и устройство. Запалителните свещи трябва да отговарят на следните изисквания:

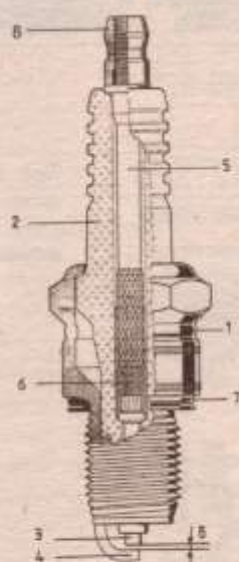
- надеждна работа при рязко изменение на температурата и налягането;
- устойчивост на корозия;
- голямо електрическо съпротивление на изолацията (без да се изменя при нагряване до работната ѝ температура);
- херметичност при всякакви работни налягания;
- отвеждане на топлината, осигуряващо температура на централния електрод 773–1133 К (400–800 °С);
- дълъг срок на работа.

Свещите се произвеждат *неразглобяеми*. Устройството им е показано на фиг. 5.3. Състоят се от корпус 1, изолатор 2, централен 3 и страничен 4 електрод. По оста е разположено стеблото 5, завършващо с електрода 3. По него се подава високо напрежение. Изработва се от сплав на никел и силиций, която издържа на висока температура и спомага за йонизирането на газовете в искровата междина. Използват се също сплави на желязо и хром, но тяхната йонизираща способност е по-малка. В горния край на стеблото е нарязана резба, по която се завива контактна гайка (накрайник) 8.

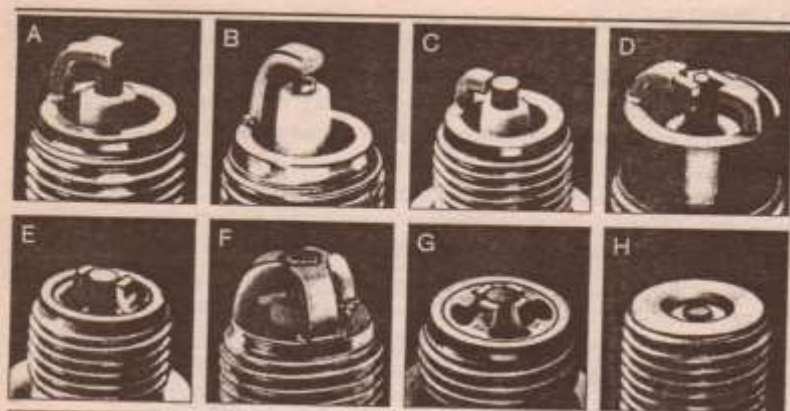
Изолаторът 2 обхваща стеблото 5 и осигурява голяма издръжливост на топлинни, механични и електрически въздействия. Изолаторът се приготвя от керамични материали: уралит, боркорунд, хилумин, синтокс и др. Глазурата по външната повърхност намалява отлагането на нагар и утечните токове. Изолаторът е завалцован в корпуса. Херметичността между корпуса и изолатора се осигурява посредством прахообразни уплътнителни материали.

Корпусът се изработва от стомана. В долната му част има резба за присъединяване към цилиндъра, а над нея – шестостен за ключ. Най-често използваният размер на резбата е М 14x1,25. Съществуват и свещи с размер М 18x1,5 за стари модели двигатели, а тенденцията е да се употребяват свещи с размер М 10x1,0. Дължината на резбата е приблизително от 10 до 19 mm. Размерът на шестостена на корпуса, посредством който се затяга свещта, е 22 и 16 mm при по-новите свещи. Към долния край на корпуса е заварен вторият (страничен) електрод 4. Съществуват и свещи с повече от един страничен електрод (фиг. 5.4).

Свещта се уплътнява към главата на двигателя с меден уплътнителен пръстен 7. Използват се и свещи, при които уплътняването се постига посредством конусна повърхност на корпуса и на леглото в главата на двигателя (фиг. 5.5).



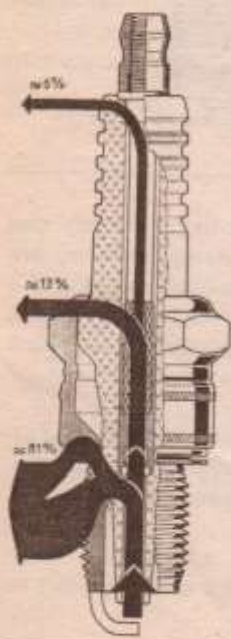
Фиг. 5.3. Устройство на запалителна свещ
1 – корпус; 2 – изолатор; 3 – централен електрод; 4 – страничен електрод; 5 – стебло; 6 – токопроводящ уплътнител; 7 – уплътнителен пръстен; 8 – накрайник за кабела за високо напрежение



Фиг. 5.4. Запалителни свещи с различна конструкция на електродите



Фиг. 5.5. Запалителна свещ с конусна уплътнителна повърхност



Фиг. 5.6. Схема на топлинните потоци, определящи топлинния баланс на запалителната свещ

Разстоянието (вж. фиг. 5.3) между електродите δ се подбира в зависимост от режима на работа. Най-често то е 0,6–0,8 mm, а при форсирани двигатели с висока степен на съгъстяване – 0,4–0,5 mm.

Характеристики. Практиката показва, че бензиновите двигатели работят устойчиво при температура на централния електрод 773–1133 K, като изолаторът на свещта се самопочиства от нагар. При по-ниска температура се образува проводим нагар, получават се утечни токове, водещи до несигурно запалване. При по-висока температура нагретият електрод запалва горивната смес, без да е подадена електрическа искра. Настъпва калилно запалване, горивният процес се нарушава, мощността спада и двигателят прегрява. Способността на свещта да отвежда топлината характеризира температурния и режим. Той се определя от баланса между получената от долната част на изолатора топлина и отдадената през корпуса (фиг. 5.6)

За дефиниране на температурния режим на свещите се използва понятието топлинна характеристика, количествено определяна чрез топлинно число и калилно число.

Топлинно число на свещта се нарича времето в стотни от минутата, след изтичането на което настъпва калилно запалване в лабораторен двигател, работещ при определен режим. Стойността му е от 100 до 500. Колкото топлинното число е по-голямо, толкова свещта е по-„студена“.

Правилното подборяне на свещта е основно изискване за устойчива работа на двигателя при всички режими. Означаването на свещите не е еднакво от всички фирми производители. Запа-

лителните свещи се подбират по таблици в съответствие с указанията на производителя на двигателя с вътрешно горене.

Другият показател е калилното число. Това е безразмерна величина, пропорционална на средното индикаторно налягане, при което настъпва калилно запалване. Определя се опитно с двигател, работещ при зададен режим. Калилните числа образуват определен ред. Този показател, дефиниращ топлинната характеристика на свещта, се използва от повечето фирми производители на искрови свещи.

Колкото по-голямо е калилното число, толкова по-„студена“ е свещта.

В табл. 5.1 е показано съответствието между означенията с топлинно и калилно число на свещите на фирмата Bosch.

Таблица 5.1

Сравнение на означенията на свещите на фирмата Bosch

Означения с топлинно число	Означения с калилно число	Означения с топлинно число	Означения с калилно число
MA 125 T 7	D 9 B	W 225 T 1	W 5 A
MA 125 TR7	DR 9 B	W 225 T 1	W 5 A
MA 145 T1	D 8 A	W 225 T 2	W 5 C
MA 145 TR 7	DR 9 B	W 225 T 3	W 5 E
MA 175 T 1	D 7 A	W 225 T 30	W 5 D
MA 175 T 7	D 7 B	W 225 T 35	W 5 B
U 175 T 1	U 7 A	W 225 TR 30	WR 5 D
U 175 T 3	U 7 E	W230 T 30	W 5 D 1
W 95 T 1	W 10 A	W 235 P 21	W 5 D P
W 95 T 2	W 10 C	W 240 M 1	W 4 A 4
W 95 T 30	W 10 D	W 240 MZ 1	W 4 A 6
W 95 TR 3	WR 10 E	W 240 T 1	W 4 A 2
W 125 T 1	W 9 A	W 240 T 2	W 4 C 2
W 125 T 2	W 9 C	W 240 T 3	W 4 E 2
W 125 T 3	W 9 E	W 240 T 35	W 4 B 2
W 125 T 4	W 9 A 0	W 250 T 1	W 4 A
W 125 T 6	W 9 F	W 250 T 2	W 4 C
W 125 T 30	W 9 D	W 260 M1	W 4 A 3
W 125 T R 2	WR 9 C	W 260 MZ 1	W 4 A 5
W 145 T 1	W 8 A	W 260 S 1 S	W 4 AS
W 145 T 1.1	W 8 A	W 260 S 2 S	W 4 CS
W 145 T 2	W 8 C	W 260 T 1	W 4 A 1
W 145 T 3	W 8 E	W 260 T 2	W 4 C 1
W 145 T R 6	W 8 F	W 275 T 1	W 3 A
W 175 T 1	W 7 A	W 275 T 2	W 3 C
W 175 T 2	W 7 C	W 280 P 21	W 3 DP
W 175 TR 1	WR 7 A	W 280 T 30	W 3 D
W 175 TR 6	WR 7 F	W 300 T 1	W 2 A
W 175 TR 30	WR 7 C	W 340 S 1 S	W 08 AS
W 200 T 30	W 6 D	W 370 S 1 S	W 07 AS

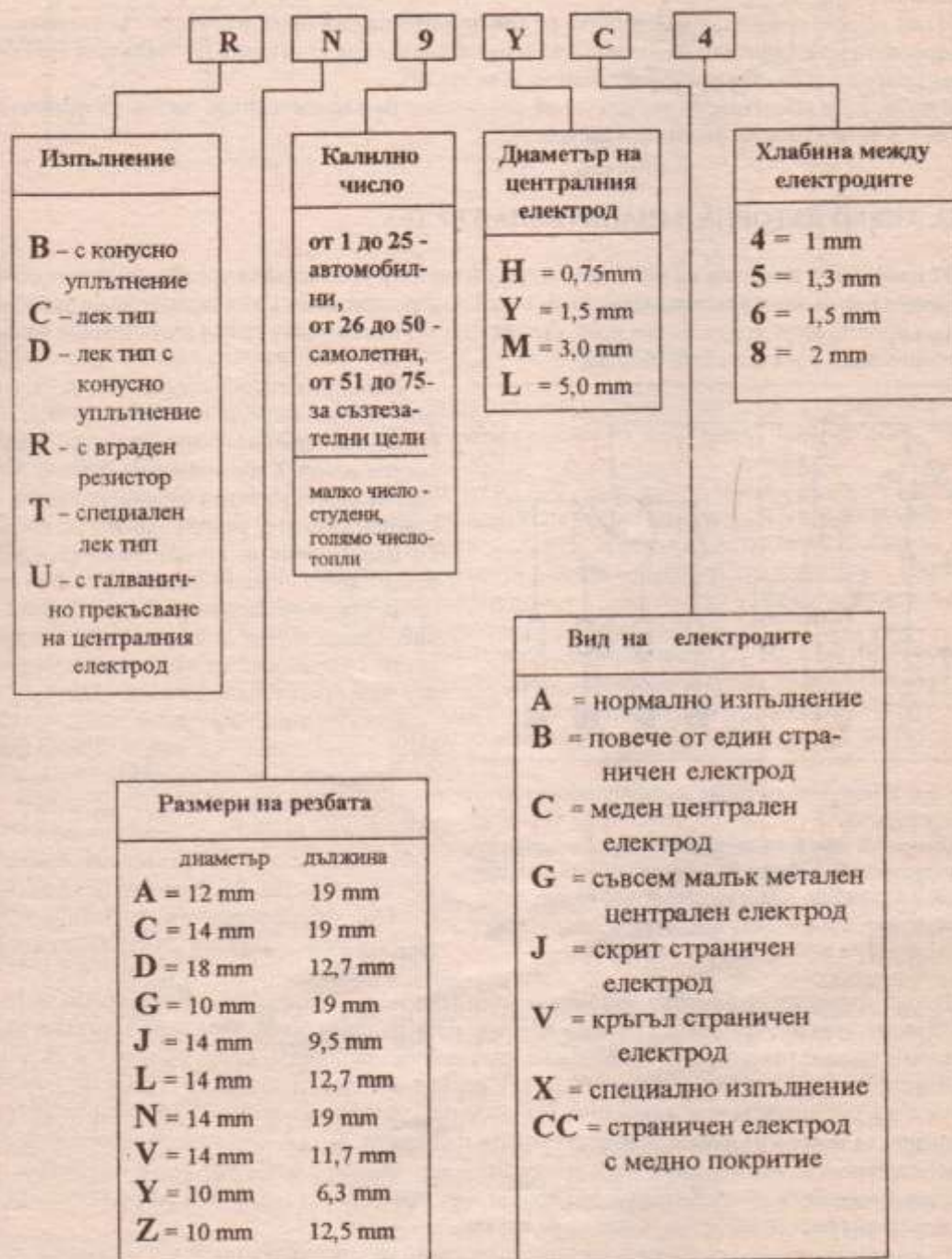
Означения на свещите на фирмата Bosch

Таблица 5.2

Диаметър на резбата и чапан на изпълнението	Изпълнение	Код на топлинната характеристика	Дължина на резбата и на изолатора	Електронна система	Материал на електродите	Вариант на изпълнението
W	R	7	D	T	C	X
D M18x1.5	13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 09 08 07 06	7	A			R Газичен резистор
F M14x1.25			B	D	U	
H M14x1.25			C	T	V	
M M18x1.5			D	Q	W	
U M10x1			E		X	
W M14x1.25			F		Y	
X M12x1.25			G		Z	
Y M12x1.25			H	C Мед	0 Отклонение от основното изпълнение	
B Екранирана, водозащитна, за кабел с разпределен импеданс с диаметър 7 mm			K	E Никел-итрий	1 Със страничен електрод от никел	
C Екранирана, водозащитна, за кабел с разпределен импеданс с диаметър 5 mm			L	P Платина	2 С двукомпонентен електрод	
E Свещ с повърностен разряд без страничен електрод			M	S Сребро	4 С удължен изолатор на централния електрод	
G Свещ с повърностен разряд със страничен електрод						
L Свещ с повърностен разряд и въздушна мекрзна						
M Свещ за споржни и съвзвателни автомобили						
R С резистор срещу радиосмущения						
S За малки двигатели						

* Свещ тип D с къса резба: дължина на резбата 10,9 mm

Означения на свещите на фирмата Champion



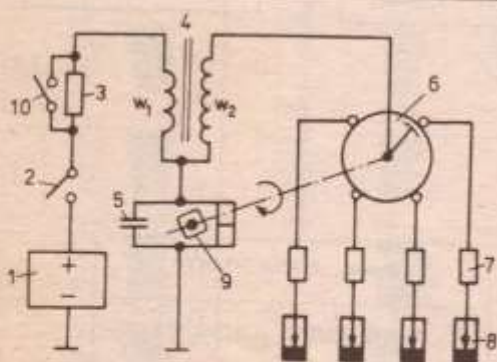
Условно означение. Параметрите, характеризиращи свещта, са диаметърът и стъпката на резбата, дължината на резбата, навивана в главата на цилиндъра, и калибрното (или топлинното) число.

Няма единно означение на свещите от различните фирми производители. За взаимозаменяемостта на свещите се използват *сравнителни таблици*, съставени по техническата документация на заводите производители на двигатели.

В табл. 5.2 е представена системата за означаване на запалителните свещи на фирмата Bosch, а в табл. 5.3 – на фирмата Champion.

5.3. АКУМУЛАТОРНА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

Устройство и принцип на действие. Акумулаторната запалителна уредба, наричана още класическа, а също и електромеханична, е най-разпространеният вид запалителна уредба. Тя има просто устройство, ниска цена, създава достатъчно мощна искра и консумира сравнително малко електрическа енергия.



Фиг. 5.7. Електрическа схема на акумулаторна запалителна уредба

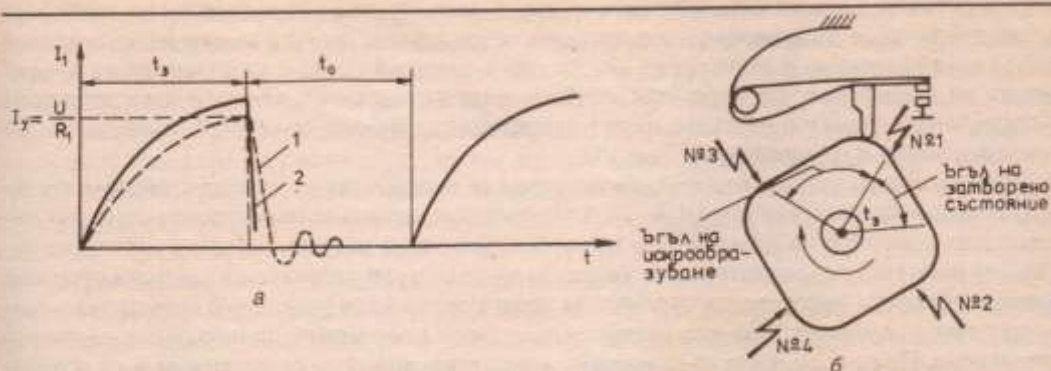
1 – токоизточник; 2 – контактен ключ; 3 – вариатор; 4 – индукционна бобина; 5 – кондензатор; 6 – разпределител на високо напрежение; 7 – резистор срещу радиосмущения; 8 – искрова свещ; 9 – прекъсвач; 10 – контакт за изключване на вариатора

Около първичната намотка се създава магнитно поле с определена потенциална енергия. Когато гърбичната втулка *отвори контактите на прекъсвача*, възниква затихващ периодичен процес (първичната намотка на индукционната бобина, кондензаторът и съпротивлението на първичната верига образуват последователен трептящ кръг). Създаденият променлив магнитен поток индутира във вторичната намотка високо напрежение, което предизвиква искров разряд между електродите на свещта. Токът, породен от високото напрежение, *протича по веригата: токоизточник – контактен ключ – вариатор – първична и вторична намотка на индукционната бобина – разпределител на високо напрежение – резистор срещу радиосмущения – запалителни свещи – маса*.

В момента на прекъсване на веригата вследствие на самоиндукцията в първичната намотка се индутира електродвижещо напрежение 200–300 V. Между отварящите се кон-

Електрическата схема, показана на фиг. 5.7, се състои от токоизточник 1 (акумулаторна батерия, генератор), контактен ключ 2, индукционна бобина 4 с вариатор 3, прекъсвач с гърбична втулка 9, кондензатор 5, разпределител на високо напрежение 6, запалителна свещ 8, резистори 7 срещу радиосмущения и проводници за високо и ниско напрежение. Съществуват и допълнителни контакти 10 или реле за изключване на вариатора при пускане на двигателя.

Когато при включено захранване контактите на прекъсвача 9 са затворени, протича ток по веригата: токоизточник – контактен ключ – вариатор – първична намотка на индукционната бобина – контакти на прекъсвача – маса. Токът нараства постепенно в зависимост от индуктивността на бобината и достига максималната си стойност след 0,01–0,03 s – времето t_3 на фиг. 5.8.



Фиг. 5.8. Параметри на прекъсвача
 а – нарастване на тока в зависимост от времето; б – ъгли на прекъсвача

такти се получава интензивно искрене. Скоростта на изменение на тока във веригата на първичната намотка намалява и се губи значителна част от натрупаната електромагнитна енергия (фиг. 5.8 а – крива 1).

Когато се постави кондензатор с капацитет $0,17-0,30 \mu\text{F}$ паралелно на прекъсвача (фиг. 5.8 а – крива 2), токът, получен от електродвижещото напрежение на самоиндукцията, продължава да тече в първоначалната посока и след отваряне на контактите, при което се зарежда кондензаторът. Той заедно с първичната намотка образува трептящ кръг. Искренето на контактите намалява, а натрупаната енергия в кондензатора удължава затихващия периодичен процес и времето за горене на искрата.

Прекъсвачът се управлява от втулка с равномерно разпределени гърбици по периферията (гърбична втулка). При редови двигатели броят им е равен на броя на цилиндрите. За едно завъртане на гърбичната втулка се запалват искри във всички цилиндри. Предавателното отношение между честотата на въртене на колянвия вал на четиритактов двигател и вала, задвижващ гърбичната втулка, е 2:1.

Един работен цикъл на запалителната уредба се извършва за $360^\circ/Z$ ъглови градуса – фиг. 5.8 б (Z е броят на цилиндрите). Този интервал се разделя на два ъгъла, определени от времето t_3 , през което контактите на прекъсвача са затворени, и времето t_0 , през което са отворени (фиг. 5.8 а). Ъгълът при затворени контакти определя времето t_3 за нарастване на тока. Той се регулира чрез изменение на разстоянието между контактите на прекъсвача. Отклоненията от стойността му водят до преместване на момента на запалване и влияят на вторичното напрежение.

При увеличаване на разстоянието между контактите ъгълът става по-малък, вторичното напрежение – по-ниско, а изпреварването на запалване – по-голямо. Намаленото разстояние дава обратни резултати. Оптималната стойност на ъгъла е $60-63\%$ от $360^\circ/Z$, а разстоянието между контактите – $0,30-0,45 \text{ mm}$.

Например на запалителната уредба на ВАЗ ъгълът е $55 \pm 3^\circ$, на Волга – $50 \pm 2^\circ$, на Москвич 412 – $48 \pm 2^\circ$, на ЗИЛ 130 – $30 \pm 2^\circ$.

Индукционната bobина преобразува енергията от токоизточниците в импулс с високо напрежение. Тя представлява автотрансформатор (краят на първичната намотка е свързан с началото на вторичната) с отворен магнитопровод. При затворена магнитна верига индуктираните вихрови токове намаляват скоростта на изменение на магнитния поток, а следователно и вторичното напрежение. Стойността на високото напрежение зависи от големината на тока в първичната намотка, коефициента на трансформация, съпротивление-

то на веригата и к.п.д. на запалителната уредба. С нарастване на коефициента на трансформация вторичното напрежение първоначално се увеличава, достига максимална стойност и след това намалява. В резултат на импулсия характер на тока с увеличаване на коефициента на трансформация нарастват загубите в магнитопровода, медта и изолационното съпротивление между намотките. При индукционните бобини се *подбира коефициент на трансформация* в границите от 55 до 100.

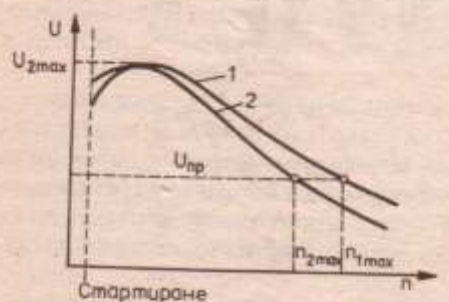
Токът във веригата на първичната намотка се ограничава от износоустойчивостта на контактите, като не превишава 4 А. Тази стойност се достига за определено време t_0 . Следователно с нарастване на честотата на въртене (времето за един цикъл на запалване намалява) намалява вторичното напрежение. За да се осигури работата на многоцилиндрови и високооборотни двигатели, в първичната верига се включва резистор с променливо съпротивление – *вариатор*. Той има голям температурен коефициент на изменение на съпротивлението. При ниски честоти се нагрява, съпротивлението му се увеличава и се ограничава токът. При високи честоти на двигателя той изстива, намалява съпротивлението си и токът нараства. За да се компенсира падът на напрежение в пусковия режим на двигателя, вариаторът се шунтира от релето на стартера.

В резултат на работата на двигателя *върху изолаторите на свещите се натрупва провеждащ слой* от нагар, представляващ утечно съпротивление. Той образува верига, шунтираща искровата междина. При утечно съпротивление над 1 МΩ токът в тази верига намалява вторичното напрежение и процесът на запалването се прекъсва. Новопроизведените запалителни свещи имат съпротивление 3–6 МΩ.

Разпределителят разпределя индуктираното високо напрежение към цилиндрите по реда на работа.

Резисторите срещу радиосмущения намаляват амплитудата на високочестотните трептения и предпазват от излъчване на радиосмущения в околното пространство.

Работни характеристики. Те изразяват *изменението на вторичното напрежение в зависимост от честотата на въртене* на коляновия вал на двигателя. Показани са на фиг. 5.9. При ниски честоти вторичното напрежение е *малко* вследствие на малката скорост на отваряне на контактите. До определена честота вторичното напрежение *нараства, достига максимална стойност* и след това с нарастване на честотата *намалява* поради намаляване на времето, през което контактите са затворени. Това води до прекъсване на тока, преди да е достигнал максималната си стойност. С увеличаване на броя на цилиндрите вторичното напрежение също намалява. По-високи стойности могат да се постигнат чрез увеличаване на времето за нарастване на тока с помощта на съответен профил на гърбицата и намаляване на съпротивлението и индуктивността на първичната намотка.



Фиг. 5.9. Характеристики на запалителната уредба
крива 1 за 4-цилиндров двигател; крива 2 – за 6-цилиндров двигател

5.4. ПРЕКЪСВАЧ-РАЗПРЕДЕЛИТЕЛ

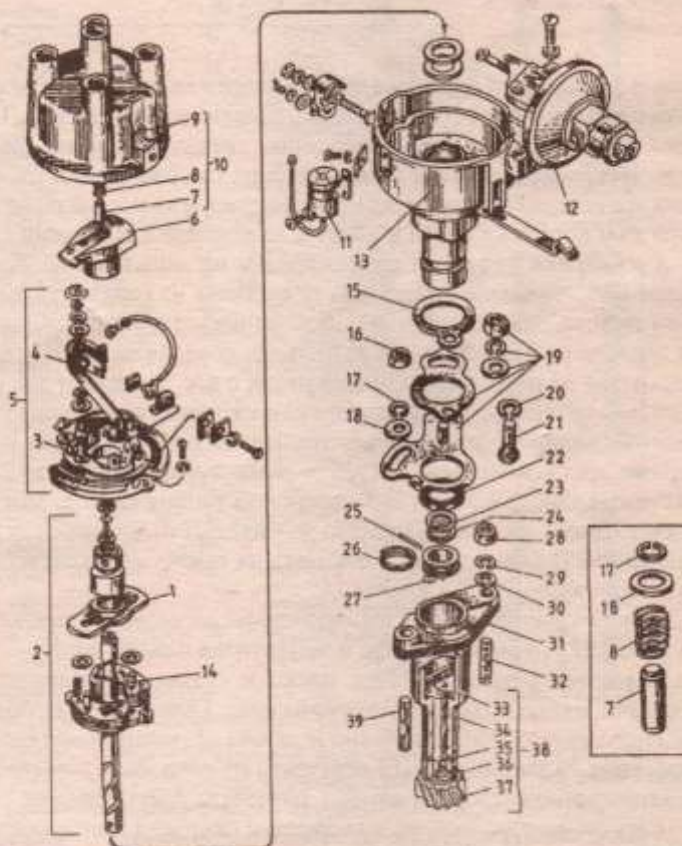
Устройство. На фиг. 5.10 е показано устройството на прекъсвач-разпределител. В него са вградени прекъсвач с гърбична втулка I, кондензатор II, разпределител на високото напре-

жение 10, центробежен регулатор 2, вакуумен регулатор 12 и октан-коректор 19. Те са поставени в цилиндричен корпус 13 с шийка в долната част за закрепване към цилиндричния блок на двигателя. Валът на гърбичната втулка се задвижва от обща предавка 38 с маслена помпа. Върху горната част на вала 14 е поставена гърбичната втулка 1 на прекъсвача, свързана с частите на центробежния регулатор. Валът 14 лагерува на две втулки и се смазва от гресюрка. Към корпуса с винтове е свързан неподвижният диск на прекъсвача 3, в който лагерува подвижна плочка, задвижвана от доста на вакуумния регулатор 12. Върху плочката е монтиран прекъсвач 4. Неподвижният му контакт е съединен към маса, а подвижният – чрез пружина и гъвкав проводник с изолиран извод на корпуса. Хлабината се регулира с ексцентрик и фиксиращ винт. Повърхността на контактите се напластява с износоустойчиви материали (волфрам, металокерамика и др.), за да се осигури необходимият срок на работа. Постъпото на подвижния контакт се задвижва от гърбичната шайба. Искрогасящият кондензатор 11 е свързан към маса (чрез корпуса) и към изолирания изход на прекъсвача.

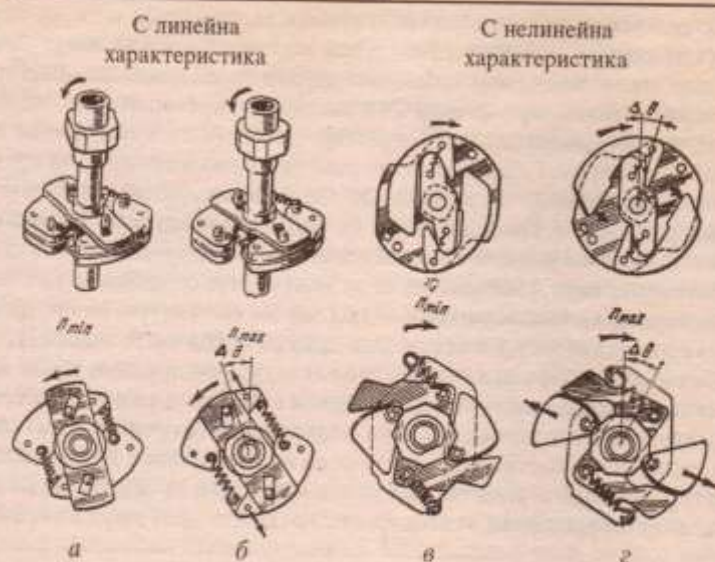
Върху горната част на гърбичната шайба е поставен разпределителният палец 6, фиксиран в определено положение. На него е закрепена токоразпределителна пластинка. Капачката 9 и палецът на токоразпределителя са от пластмаса с високи електроизолационни качества. От външната страна на капачката има букси за свързване на високоволтовите проводници, а по вътрешната – електроди, на които чрез пружината 8, графитния контакт

Фиг. 5.10. Прекъсвач-разпределител Р 118

1 – гърбична втулка; 2 – вал на центробежния регулатор; 3 – диск на прекъсвача; 4 – подвижен контакт (чукче); 5 – диск с прекъсвач; 6 – разпределителен палец; 7 – кокс; 8 – пружина; 9 – разпределителна капачка; 10 – възел на разпределителя; 11 – кондензатор; 12 – вакуумен регулатор; 13 – корпус; 14 – вал; 15 – подложка; 16 – гайка; 17, 20, 29 – еластична шайба; 18, 23, 24, 30, 35 – шайба; 19 – възел на октан-коректора; 21 – болт; 22 – уплътнителен пръстен; 25, 36 – шифт; 26 – пружинен пръстен; 27 – съединител на вала; 31 – уплътнителна подложка; 32, 39 – шпилка; 33 – корпус; 34 – вал; 37 – зъбно колело; 38 – възел на предавката



Фиг. 5.11. Действие на различни центробежни регулатори а – при ниски честоти на въртене; б – при високи честоти на въртене



(кокс) 7 и палеца 6 се подава високо напрежение. Между електродите и токоразпределителната пластина има хлабина няколко десети от милиметъра. Тя намалява влиянието на утечното съпротивление на запалителните свещи, като прекъсва галваничната връзка на веригата. Искрообразуването в тази хлабина създава озон и киселинни пари. В корпуса на капачката са направени вентилационни отвори за предпазване от корозия. Капачката се фиксира към корпуса с изрез и шифт и се захваща с пружинни скоби или винтове.

Регулиране ъгъла на изпреварване на запалването. Когато честотата на въртене се увеличава, намалява се времето за изгаряне на горивната смес. За да се оптимизира работният процес, заедно с изменението на честотата е необходимо да се изменя и моментът на запалване. Тази функция изпълнява *центробежният регулатор* (фиг. 5.11). Той се състои от две планки, шарнирно свързани с две тежести и две пружини. При определена честота на въртене центробежните сили на тежестите и еластичните сили на пружините са в равновесие, при което гърбичната втулка е завъртяна на определен ъгъл $\Delta\theta$ (фиг. 5.11 б) спрямо прекъсвача и съответно се изменя изпреварването на запалването. Като се променят масата на тежестите и константата на пружините, могат да се получат различни характеристики – с един или с два наклона. Най-често се поставят две пружини с различни константи. В зависимост от формата на тежестите характеристиката може да бъде линейна и нелинейна.

Характеристиката на центробежния регулатор е представена чрез графиката $\theta = f(n)$ на фиг. 5.12. Тя може да бъде и неначупена плавна линия.

Вакуумен регулатор. При ниско и средно натоварване в цилиндрите на двигателя постъпва малко количество горивна смес. Останалите изгорели газове са сравнително много. Получената смес гори бавно и затова се налага по-ранно запалване. Оптималното изпреварване на запалването се осигурява от *вакуумния регулатор* (фиг. 5.13). Той представлява херметично затворена камера, разделена с мембрана от гумирана тъкан.

Вакуумната страна на камерата е свързана под дроселовата клапа на карбуратора с тръбопровод, а другата – с лост, закрепен за мембраната с подвижния диск на прекъсвача.

Разреждането задвижва мембранната, а тя от своя страна придвижва диска и изменя положението на лостчето на прекъсвача спрямо гърбичната втулка. Това води до промяна на изпреварването на запалването. Регулаторът се настройва чрез изменение на натягането на пружината, поставена от вакуумната страна на камерата.

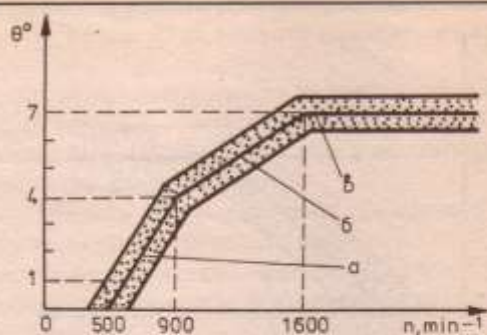
Характеристиките на регулаторите представляват графично изобразяване на изменението на ъгъла на изпреварване θ в зависимост от честотата на въртене (вж. фиг. 5.12), съответно от разреждането (фиг. 5.14). Те се снимат със специални прибори и се използват за контрол и регулиране.

В техническата документация характеристиките на двата регулатора се задават в зона с широчина $2-3^\circ$.

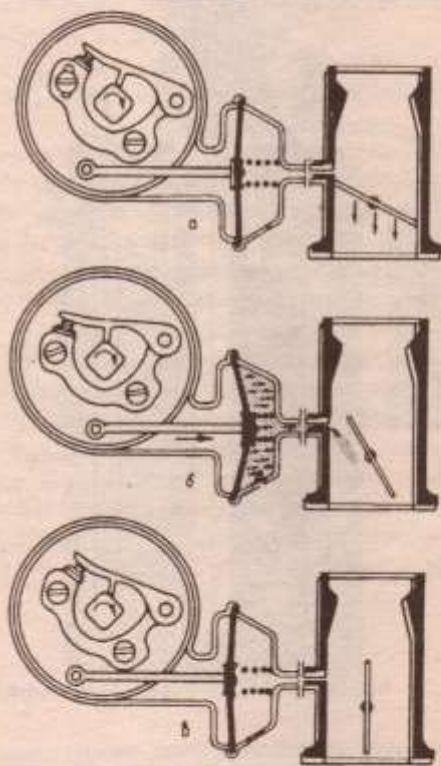
Октан-коректор (на фиг. 5.10 – позиция 19). Той дава възможност за ръчно коригиране на ъгъла на изпреварване на запалването при изменение на октановото число на горивото. Състои се от две пластини – горна, свързана към корпуса неподвижно с болт, и долна, свързана към блока на двигателя с шпилка и гайка. При необходимост пластините могат да се изместват една спрямо друга.

Контактен ключ. Служи за включване и изключване на захранването на запалителната уредба и другите вериги. Комплектува се с устройство, заключващо волана за предпазване от кражба.

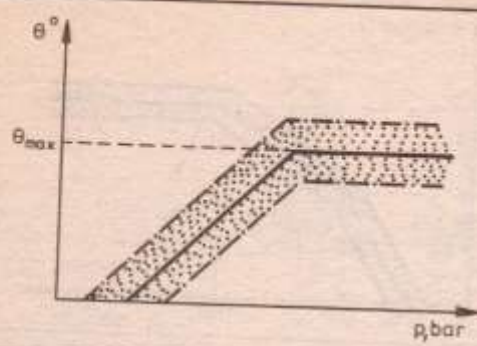
Във високоволтовите вериги се поставят резистори срещу радиосмущения със съпротивление $8-10\text{ k}\Omega$. При съвременните двигатели се използват проводници с разпределено съпротивление ($10-20\text{ k}\Omega$ на метър).



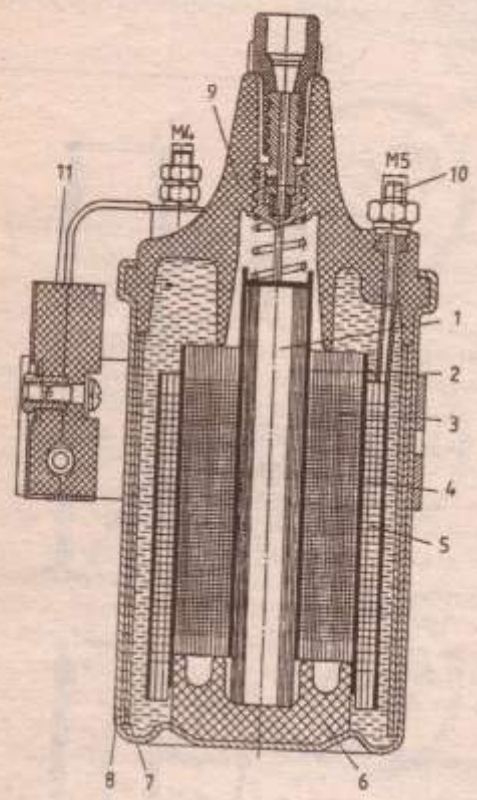
Фиг. 5.12. Характеристика на центробежния регулатор а – зона на действие на малката пружина; б – зона на действие на двете пружини; в – тежестите са опрели в ограничителя



Фиг. 5.13. Принцип на действие на вакуумен регулатор а – затворена дроселова клапа – разреждане няма – изпреварване няма; б – частично отворена клапа – разреждане голямо – изпреварване голямо; в – напълно отворена дроселова клапа – разреждане минимално – изпреварване няма



Фиг. 5.14. Характеристика на вакуумен регулатор



5.5. ИНДУКЦИОННА БОБИНА И КОНДЕНЗАТОР

Индукционна бобина. На фиг. 5.15 е показано устройството на индукционна бобина. Върху сърцевина 1 от оксидирана листовка електротехническа стомана е поставена втулка 2 от изолационен картон. Върху него е навита вторичната намотка 3, като отделните редове са изолирани с кондензаторна хартия. Използва се проводник ПЕЛ с диаметър 0,06–0,1 mm и 18 000–22 500 навивки. Върху тях са навити няколко слоя изолираща тъкан 4, напоена с лак, и кабелна изолация. Отгоре е навита първичната намотка 5 от 300–320 навивки с проводник ПЕЛ 0,57–1 mm.

Между слоевете от проводник е поставена кабелна хартия. Разполагането на намотката от външната страна подобрява охлаждането и к.п.д. на бобината. Тя се поставя във външния магнитопровод 7, направен от оксидирана листовка електротехническа стомана, и заедно със сърцевината образува *отворена магнитна верига*. Намотките са свързани *автотрансформаторно*. Това увеличава вторичното напрежение с добавянето на електродвижещото напрежение на самоиндукцията на първичната намотка.

Така изработените намотки са поставени върху керамичен изолатор 6 в цилиндрична кутия 8. За изолация и за ох-

Фиг. 5.15. Индукционна бобина
 1 – вътрешен магнитопровод; 2 – изолационна втулка; 3 – вторична намотка; 4 – кабелна изолация; 5 – първична намотка; 6 – керамичен изолатор; 7 – външен магнитопровод; 8 – кутия; 9 – капачка; 10 – клемма; 11 – вариатор

лаждане е налято трансформаторно масло. Бобината е завалцована херметично към карболитова капачка 9. Към залетите в капачката клеми 10 са запоеени изводите на намотките.

На клемата, означена с 1 или без означение, са запоеени краят на първичната и началото на вторичната намотка, а на клемата +B, 15 или ВКБ – началото на първичната намотка. В средата на капачката е изводът за високо напрежение. На бобиши с вариатори има допълнителен извод ВК. Вариаторът е свързан към клеми ВКБ и ВК.

Допълнителен резистор. При пускане на двигателя консумацията на ток е много голяма. Полученият пад понижава напрежението на акумулаторната батерия до 9–10 V. Това води до понижаване на вторичното напрежение и несигурно запалване. За коригиране на това явление се включва последователно на първичната намотка допълнителен резистор. В този случай индукционната бобина е изчислена да работи с 8–10 V, а допълнителният резистор създава пад на напрежение 2–4 V. В периода на пускане той се изключва чрез релето на стартера.

Допълнителният резистор е поставен в закрепен към бобината керамичен изолатор или е монтиран отделно. За навиването му се използва проводник от константан или никел. В последния случай изпълнява функциите и на вариатор. Никеловият проводник изменя съпротивлението си в зависимост от големината на тока и подобрява характеристиката на вторичното напрежение при високи честоти на въртене на колянвия вал.

При вграждане на акумулаторни батерии с голям капацитет и брой на цилиндри до 4 падът на напрежение при пусков режим е малък, поради което не се поставя допълнителен резистор (автомобили ВАЗ, ФИАТ и др.).

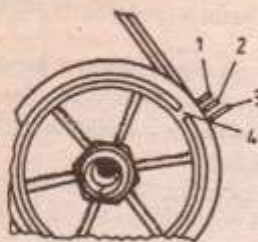
Кондензатор. Кондензаторът се поставя от външната страна на корпуса на прекъсвач-разпределителя или вътре в него. Състои се от две алуминиеви ленти, изолирани помежду си с хартия, навита на руло. Лентите (плочите на кондензатора) са изместени противоположно спрямо изолацията, като към външния им край са свързани изводите. Рулото е пропито с трансформаторно масло и поставено в цинкован стоманен цилиндър. Едната лента контактува с цилиндъра, а към другата е запоеен проводник. Изводът е херметизиран с битум, пластмаса, гума и др.

Широко приложение намират самовъзстановяващите се кондензатори, направени по следния начин. Върху лента от изолационна хартия, във вакуум се нанасят цинк и олово. Лентата се навива на руло и към двете повърхности се запояват изводи. Рулото се пропива с трансформаторно масло, завива се с кабелна хартия, поставя се в стоманен или алуминиев цилиндър и се завалцова. Изводът се херметизира с пластмасова или текстолитова гумирана шайба. При пробив електрическата искра изпарява тънкия слой метал, като полученият отвор се запълва с масло. Това възстановява работоспособността на кондензатора. Капацитетът на кондензаторите, използван в запалителните уредби, е 0,17–0,35 μF .

5.6. ЦЕНТРОВКА НА АКУМУЛАТОРНАТА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

За да бъде работата на двигателя с вътрешно горене устойчива и икономична, трябва да бъдат съгласувани положението на буталото, ъгълът на завъртане на разпределителния вал и моментът на подаване на искрата в цилиндъра. Центровката на запалителната уредба се извършва в следния ред:

1. Проверява се хлабината между контактите на прекъсвача.
2. Поставя се буталото на първия цилиндър (цилиндър 1) в положението, при което се подава искра за запалване в такта на сгъстяване. Това положение се определя по фаб-



Фиг. 5.16. Означение за центровка на двигател ВАЗ 2101
1, 2, 3 – знаци върху блока на двигателя съответно 0°, 5°, 10° преди ГМП; 4 – знак върху ремъчната шайба

рични белези, поставени на ремъчната шайба и на капака за предавките (фиг. 5.16), на маховика и капака на съединителя и др. Тактът на сгъстяване се определя по положението на клапаните (момент на застъпване), положението на токоразпределителния палец или през отвора на свещта.

3. Октан-коректорът се поставя на нула.

4. Свързва се пробна лампа между маса и изолирания контакт на прекъсвача.

5. Включва се захранването с контактния ключ и се завърта корпусът на прекъсвач-разпределителя, докато лампата светне. В това положение се затяга фиксиращият винт.

6. Завърта се бавно колянният вал, като се следи в момента на светването на лампата да съвпадат бележите, определящи момента на запалване. Тази проверка гарантира правилното центроване.

5.7. НЕИЗПРАВНОСТИ, ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ И РЕМОНТ НА АКУМУЛАТОРНАТА ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

Неизправности. Най-разпространените неизправности са следните:

• *Двигателят не може да се пусне в действие.*

При завъртане на колянния вал не се получава искра от проводника за високо напрежение на индукционната бобина. Повредата трябва да се търси в следните вериги и елементи на запалителната уредба:

– *проводник за високо напрежение* – пробита изолация или прекъснато жило;

– *разпределител* – пробита изолация, зацапани или окислени контакти, счупен резистор на разпределителния палец, пукнатини в капачката или в палеца;

– *индукционна бобина* – прекъснати намотки (първична или вторична); при прекъснат вариатор двигателят работи при включен стартер и спира при изключването му;

– *прекъсвач* – прекъснат извод, омаслени, силно окислени или нагорели контакти, неправилно регулиране (липсва или е много малко разстоянието между контактите); трябва да се има предвид, че при малка хлабина между контактите и лошо закрепен кондензатор се получава интензивно окисление;

– *верига за ниско напрежение* – прекъснати проводници, окислени контакти или стопени гърбици на контактния ключ.

• *Затруднено пускане и прекъсване на запалването в някои от цилиндрите на двигателя.*

Повредата се дължи на неизправни елементи на запалителната уредба:

– *свещи* – нагар или пукнатини в изолатора, голяма хлабина между електродите, прегряване или нарушена херметичност;

– *разпределител* – пукнатини по капака и палеца, осислени клеми или разпределителна пластина;

– *индукционна бобина* – нарушена изолация между навивките на намотките, пукнатини или прогаряне на капачката;

– *прекъсвач* – омасляване, окисляване, нагар, намалена сила на притискане на пружината, изменено разстояние между контактите, прекъснат замасяващ проводник между подвижната и неподвижната плочка.

• *Намалена мощност и икономичност на двигателя.*

Причината може да бъде: неправилно центроване на прекъсвач-разпределителя към двигателя, изменена характеристика или повреда в центробежния и вакуумния регулатор, изменено разстояние между контактите на прекъсвача, разбити втулки на вала, предизвикващи биене на гърбиците и изменение момента на запалване.

Техническо обслужване. При всяко техническо обслужване е необходимо да се следи за сигурното закрепване на проводниците. Те трябва да бъдат чисти и сухи. Накрайниците на проводниците за високо напрежение трябва да не са окислени, а гумените им капачки – да са здрави.

Неизправности в индукционната bobина се получават от влошаване или пробив в изолацията, както и при прекъсване на намотките. Проверването им се извършва с пробна лампа или омметър.

Прекъсвач-разпределителят трябва да бъде неподвижно закрепен към двигателя. Повърхността на токоразпределителната капачка и палецът се почистват. Оглеждат се за пукнатини, пробив, обгаряне и корозия. Обгорените места се почистват с тампон, напоен с бензин. Коксът трябва да се движи свободно в леглото на капачката. Под разпределителния палец има кече, на което периодично се слагат няколко капки моторно масло. Лостчето на подвижния контакт на прекъсвача трябва да се движи леко. При отпускане на контактите те трябва да се затварят бързо, с чукане. При бавно затваряне е нужно да се провери силата на пружината с динамометър (тя трябва да има стойност 5–6 N). Зацапани, окислени, ерозирани контакти се почистват с фина пила, след което контактите се продухват със състен въздух. Следи се контактните повърхности да бъдат успоредни и да прилягат по цялата контактна плоскост. Не трябва да се отстранява „кратерът“ в контакта, за да не се сваля износоустойчивият слой. Разстоянието между контактите се проверява с хлабинометър или на стенд. При увеличаване на радиалната хлабина на вала над 0,2–0,3 mm се поставят нови втулки.

Центробежният и вакуумният регулатор се контролират на специализирани стендове. Измерват се контролни параметри или се снемат техните характеристики $\theta = f(n)$, $\theta = f(p)$ и се сравняват с данните от документацията. Центробежният регулатор се настройва чрез изменение силата на пружините, а вакуумният – чрез подлагане на шайба между пружината на мембраната и гайката на камерата.

Пробив на кондензатора се установява с пробна лампа. Дефектирал кондензатор се заменя. Запалителната уредба се проверява цялостно на специализирани стендове.

Преди да се сваля свещта, се почиства гнездото ѝ със състен въздух. Нагарът на свещите се отстранява с песъкоструен апарат. Хлабината им се регулира с кръгъл хлабиномер чрез подгъване на страничния електрод. Изправността на свещта се проверява в камера под налягане 0,9–1,0 MPa за непрекъснато искрообразуване. Изолаторът на нормално работила свещ има светъл цвят, без нагар и отлагания. Характерът на нагара дава информация за работата и регулирането на двигателя.

Ремонт на запалителната уредба. От елементите на запалителната уредба се ремонтира само прекъсвач-разпределителят. Повредени свещи, индукционна bobина или кондензатор се заменят с нови.

При ремонта на прекъсвач-разпределителя се срещат следните дефекти: счупване или пукнатини в стената на корпуса и другите части, износени втулки или вал, разбити нитове на стойките на пружинните скоби, огъване на вала, износени шлицы на вала, разбити оси на тежестите на центробежния регулатор, износване на гърбицната шайба, заяждане на сачмения лагер на подвижния диск, износване на гивните му, повреда или прекъсване на проводника на прекъсвача, обгорени и износени контакти на прекъсвача, износен палец на лостчето му и намаляване на силата на пружината, износена или разбита ос на лостчето, износени

резбови съединения, повреда на диафрагмата на вакуумния регулатор или отслабване на пружината му, повреда на кондензатора или прекъсване на извода му, пукнатини и счупвания по капачката и токоразпределителния палец, огънати пластини на октан-коректора.

Счупени или пукнати токоразпределителна капачка, токоразпределителен палец или корпус се заменят с нови. Разбитите штовни съединения се занитват наново. Износените втулки на вала се избиват с дорник на преса. Новите втулки се запресоват със стегнатост на сглобката 0,02–0,05 mm. Преди поставяне новите металокерамични втулки се напояват с масло в продължение на 2 часа при температура 180–190 °C. След запресоването им се райбероват по размера на вала.

Биенето на вала се определя с индикатор и призми. Допустимото биене не трябва да превишава 0,04 mm, измерено на шийката на гърбичната шайба. Разбита плочка на центробежния регулатор се завалцова към вала.

Гърбична шайба със стъпално износване, задиране, износен отвор над 0,015 mm се заменя с нова. Биене над 0,04 mm не се допуска.

Проверява се лагерът на опорния диск. Ако е заяд, се промива, докато почне да се върти свободно. При хлабина между гривните над 0,05 mm се бракува.

Вакуумният регулатор се проверява за пукнатини, счупвания, повредени резба и съединителни повърхности или огънат дост на диафрагмата. Проверява се херметичността на диафрагмата, като регулаторът се поставя във вана с вода и към него се подава въздух под налягане 0,3–0,4 МРа.

Прекъсвач-разпределителят се сглобява в съответствие с указанията в техническата документация.

Контролни въпроси

1. Какви са изискванията за запалване на горивната смес в двигателите с вътрешно горене?
2. Опишете схемата на действие и процесите във веригите на акумулаторната запалителна уредба!
3. Опишете устройството и действието на елементите от акумулаторната запалителна уредба!
4. Кои параметри на запалителната уредба могат да се изменят чрез регулиране?
5. Кои параметри се изменят от регулаторите на прекъсвач-разпределителя и защо?
6. Какви неизправности на акумулаторната запалителна уредба не позволяват на двигателя да се пусне в действие?
7. Кои неизправности на акумулаторната запалителна уредба затрудняват пускането на двигателя?
8. Какви основни операции се извършват при техническото обслужване и ремонта на акумулаторната запалителна уредба?

6. ЕЛЕКТРОННИ ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ

6.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ И КЛАСИФИКАЦИЯ

Тенденцията в развитието на съвременните автомобилни двигатели налага *по-високи изисквания към параметрите на запалителната уредба* – вторично напрежение, енергия на искрата, честота на искрообразуване, надеждност и др. Възможностите на акумулаторната запалителна уредба в това отношение са практически изчерпани.

Затова се разработиха *електронни запалителни уредби*, които не само удовлетворяват поставените изисквания, но създават и възможности за допълнително усъвършенстване на работа на двигателя.

Електронните запалителни уредби могат да бъдат *класифицирани по два основни признака* (фиг. 6.1).



Фиг. 6.1. Класификация на електронните запалителни уредби

1. *Мястото на натрупване на енергията на електрическата искра* – според този признак уредбите са:

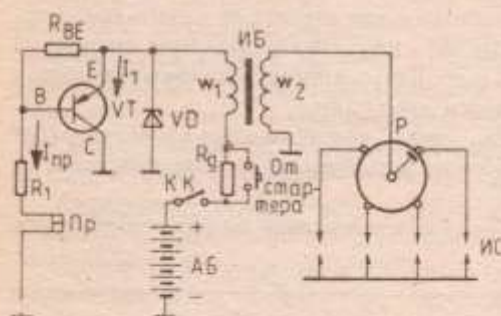
- с натрупване на енергията в магнитното поле на бобина;
- с натрупване на енергията в електрическото поле на кондензатор.
- пиезоелектрически и др.

2. *Начина на управление* – според този признак уредбите са:

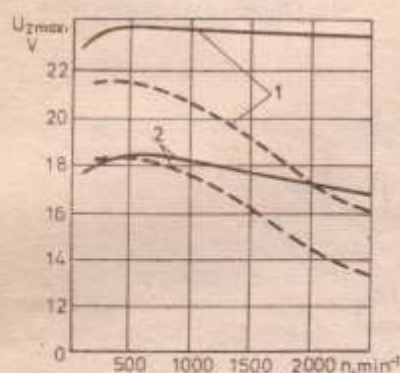
- с контактно управление;
- с безконтактно управление.

Тази класификация не обхваща всички видове електронни запалителни уредби, но е достатъчно точна за използваните понастоящем.

6.2. КОНТАКТНО-ТРАНЗИСТОРНИ ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ



Фиг. 6.2. Принципна електрическа схема на контактно-транзисторна запалителна уредба



Фиг. 6.3. Работна характеристика на транзисторна (1) и на акумулаторна (2) запалителна уредба с прекъсвана линия – при $R_{ш} = \infty$; с чегърна линия – при $R_{ш} = 3 \text{ k}\Omega$

пущения стабилитрон VD и намотката w_1 , като с това се ограничават напрежението, приложено към транзистора VT . В някои КТЗУ освен стабилитрон се използват и специални индукционни бобини с по-голямо преводно отношение и с по-малка индуктивност на първичната намотка ($L_1 = 3 + 4 \text{ мН}$), а следователно и по-малка стойност на е.д.н. на самоиндукция.

Схема на свързване. Контактно-транзисторни се наричат електронните запалителни уредби, при които енергията на искрата се натрупва в магнитното поле на индукционната бобина и се управляват чрез контактите на прекъсвача (фиг. 6.2).

Контактно-транзисторната запалителна уредба (КТЗУ) представлява усъвършенстван вариант на акумулаторното запалване. Новото е свързването на мощен транзистор VT между първичната намотка w_1 на индукционната бобина и прекъсвача Pr , а също и липсата на искрогасителен кондензатор. Транзисторът работи в ключов режим. Той се управлява от контактите на прекъсвача, през който преминава само значително по-слабият базов ток на транзистора.

Когато контактите на прекъсвача са затворени, транзисторът VT е отпушен, тъй като през резистора R_1 и затворените контакти на прекъсвача протича базовият му ток. През първичната намотка w_1 на индукционната бобина и през прехода емитер – колектор на транзистора VT протича ток, който създава силно магнитно поле.

Когато контактите на прекъсвача се отворят, токът през базата на транзистора се прекъсва и транзисторът се запушва. Токът, протичащ в първичната намотка, също се прекъсва и във вторичната намотка се индуцира импулс с високо напрежение. При прекъсване на тока в първичната намотка възниква е.д.н. на самоиндукция със стойност 200–400 V. За защита на транзистора от това високо напрежение се използва стабилитронът VD , свързан паралелно на намотката w_1 . За възникналия ток от е.д.н. на самоиндукция се създава верига през от-

Основни характеристики. *Работната характеристика $U_2 = f(n)$ на КТЗУ със специална бобина е показана на фиг. 6.3 заедно с работната характеристика на акумулаторната запалителна уредба. КТЗУ при всички работни режими създава по-високо вторично напрежение, което се дължи на по-голямата скорост, с която се прекъсва токът.*

Създаването вторично напрежение се влияе по-слабо от честотата на въртене. Причината е по-бързото нарастване на тока през първичната намотка, тъй като тя има по-малка индуктивност (фиг. 6.4).

Поради по-малкия ток, който комутират контактите на прекъсвача, няма искрене и значително се намалява износването им.

Стойността на създаването от КТЗУ вторично напрежение се влияе по-силно от шунтиращото съпротивление на нагара по изолятора на свещите, защото скоростта, с която U_2 нараства, е по-малка (фиг. 6.5). КТЗУ консумира по-голяма мощност – приблизително 100 W при затворени контакти и неработещ двигател и около 2 W при отворени контакти. Поради това контактният ключ не трябва да се оставя включен при неработещ двигател.

6.3. КОНТАКТНО-КОНДЕНЗАТОРНИ ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ

Кондензаторни е прието да се наричат електронните запалителни уредби, при които енергията на искрата се натрупва в електрическото поле на кондензатор.

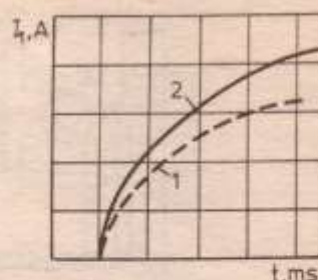
Кондензаторните запалителни уредби са два вида:

- с непрекъснато натрупване на енергията;
- с импулсно натрупване на енергията.

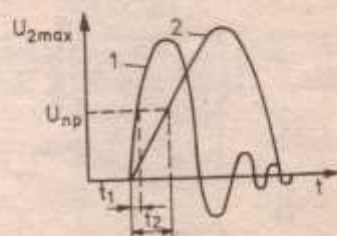
Принципна електрическа схема на кондензаторна запалителна уредба с непрекъснато натрупване на енергията и с контактно управление. *Схемата е показана на фиг. 6.6. Тя се състои от преобразувател на напрежение (реализиран с транзистора VT, трансформатора Tr, резисторите R_1 и R_2 и изправителните диоди VD_1 и VD_2), натрупващ кондензатор C, тиристор VD_3 (изпълняващ функциите на електронен ключ) и индукционна бобина ИБ.*

Уредбата работи по следния начин. При включване на контактния ключ КК се задейства преобразувателят на напрежението. Той създава във вторичната си намотка променливо напрежение с амплитуда 300–400 V. Това напрежение се изправя от диодите VD_1 и VD_2 и с него се зарежда натрупващият кондензатор C. В неговото електростатично поле се акумулира енергията на искрата:

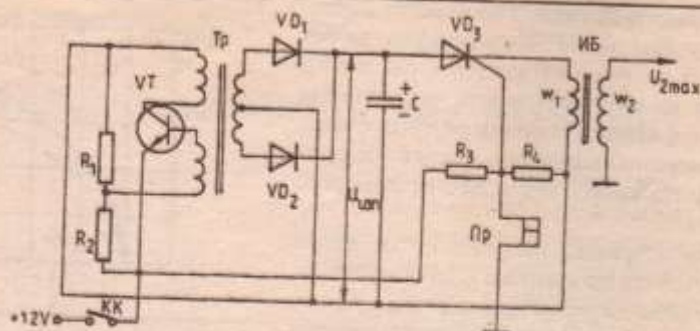
$$W_C = \frac{C \cdot U_{изп}^2}{2}$$



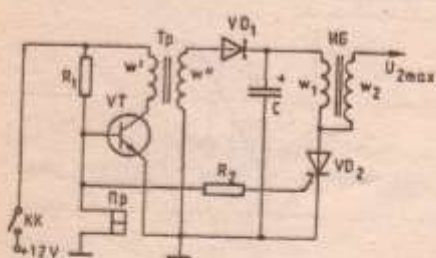
Фиг. 6.4. Нарастване на тока в първичната намотка на индукционната бобина на акумулаторна (1) и на транзисторна (2) запалителна уредба.



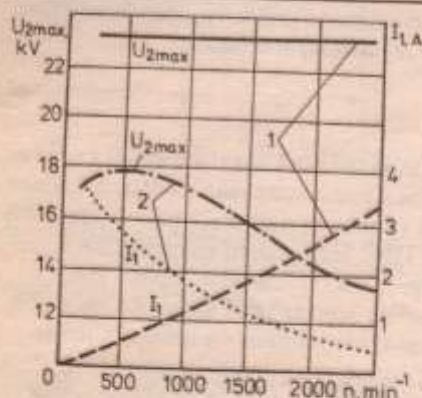
Фиг. 6.5. Нарастване на вторичното напрежение при акумулаторна (1) и при транзисторна (2) запалителна уредба.



Фиг. 6.6. Принципна електрическа схема на кондензаторна запалителна уредба с непрекъснато натрупване на енергията



Фиг. 6.7. Принципна електрическа схема на кондензаторна запалителна уредба с импулсно натрупване на енергията



Фиг. 6.8. Работна характеристика на кондензаторна (1) и на акумулаторна (2) запалителна уредба

При това контактите на прекъсвача *Pr* са затворени и тиристорът *VD₃* е запушен.

С отварянето на контактите на прекъсвача към управляващия електрод на тиристора се подава положителен потенциал и тиристорът се отпушва. Натрупаната в кондензатора *C* енергия се разрежда през първичната намотка *w₁* на индукционната бобина, в резултат на което на изхода на вторичната намотка *w₂* се формира импулс с високо напрежение.

Принципна електрическа схема на кондензаторната запалителна уредба с импулсно натрупване на енергията и с контактно управление. Схемата е показана на фиг. 6.7. Тя съдържа един транзистор *VT*, работещ в ключов режим, повишаващ трансформатор *Tr*, изправителен диод *VD₁*, натрупващ кондензатор *C*, тиристор *VD₂* и индукционна бобина *ИБ*. Резисторът *R₂* се използва за управление на тиристора.

Уредбата работи по следния начин. Когато се включи контактният ключ *KK* и контактите на прекъсвача са затворени, транзисторът *VT* е отпушен и през намотката *w[']* на *Tr* протича ток от акумулаторната батерия. Тиристорът *VD₂* е запушен. Когато контактите на прекъсвача се отворят, транзисторът *VT* се запушва и токът през намотката *w[']* се прекъсва. В резултат на това в *w[']* намотката *w[']* на *Tr* се формира импулс с високо напрежение (200–300 V), който през диода *VD₁* зарежда натрупващия кондензатор *C*. В същото време през резисторите *R₁* и *R₂* се подава положителен импулс на управляващия електрод

на тиристора VD_2 и той се отпушва. Натрупаната в кондензатора C енергия се разрежда през първичната намотка w_1 . Във вторичната намотка на индукционната бобина се създава импулс с високо напрежение.

Работна характеристика и предимства. *Работната характеристика $U_2 = f(n)$ на кондензаторната запалителна уредба е показана на фиг. 6.8. На същата фигура е посочена и работната характеристика на акумулаторната запалителна уредба заедно с изменението на консумирания ток. Кондензаторната запалителна уредба създава по-високо вторично напрежение, като неговата стойност практически не се влияе от честотата на въртене на двигателя.*

Контактите на прекъсвача работят при много благоприятни условия и имат дълъг период на експлоатация.

Създаваната от уредбата електрическа искра има малка продължителност и износването на електродите на свещите е по-малко.

Поради високата скорост, с която нараства вторичното напрежение, кондензаторната запалителна уредба работи нормално при малка стойност на импеданса на съпротивление на изолатора на свещите.

Кондензаторната запалителна уредба при всички режими на работа има относително по-малка консумация на електрическа енергия.

Уредбите с импулсно натрупване на енергията притежават това предимство, че напрежението, до което се зарежда натрупващият кондензатор, а следователно и запасената енергия имат винаги една и съща стойност независимо от честотата на въртене на двигателя. Освен това комутиращите транзистори при тези уредби работят в по-лек режим в сравнение с уредбите с непрекъснато натрупване на енергията.

6.4. БЕЗКОНТАКТНО УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОННИТЕ ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ

Безконтактни датчици. *Използването на механичен прекъсвач за управление, т.е. използването му като датчик, синхронизиращ работата на запалителната уредба с работата на двигателя, има много недостатъци.*

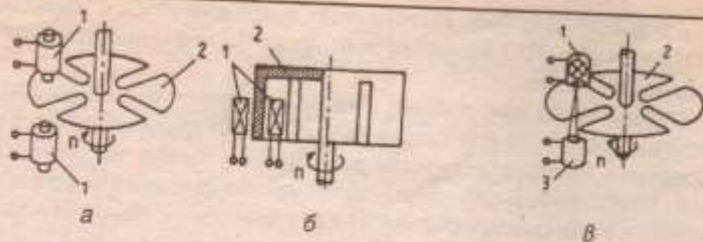
Поради сложния профил на гърбицата на прекъсвача винаги съществува разлика в момента на създаване на искра към отделните цилиндри, т.е. има различен ъгъл на искрообразуване. Освен това механичното износване в процеса на експлоатация води до непрекъснато изменение на ъгъла на искрообразуване. В резултат на това двигателят работи с различен ъгъл на изпреварване на запалването за отделните цилиндри. Контактите на прекъсвача са чувствителни към замърсяване и се нуждаят често от проверяване, почистване и регулиране.

Поредното усъвършенстване на запалителната уредба е безконтактното управление, което поради своя принцип на действие е приложимо само при електронните запалителни уредби.

Използваните безконтактни датчици за управление на електронните запалителни уредби се разделят на две групи – параметрични и генераторни.

При параметричните датчици синхронизиращият сигнал се получава като изменение на стойността на някой от параметрите на електрическата верига. Такива са индуктивните и фотосъпротивителните датчици.

При генераторните датчици синхронизиращият сигнал се получава като е.д.н. От този тип контактни датчици за управление на електронни запалителни уредби се използват фотоелектрическите, магнетоелектрическите и датчиците, използващи ефекта на Хол.



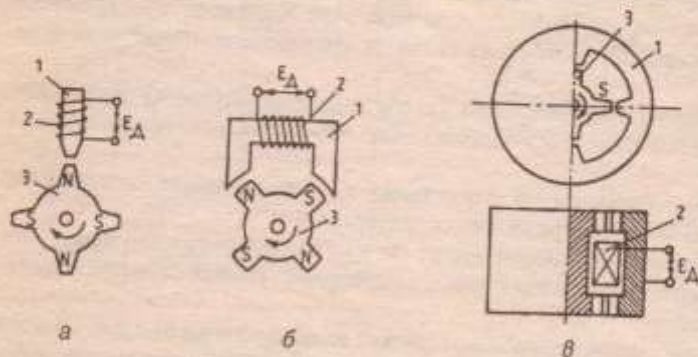
Фиг. 6.9. Принципно устройство на параметрични безконтактни датчици
a и *б* – от индуктивен тип: 1 – електромагнитни бобини; 2 – феромагнитен (диск) цилиндър с прорези;
в – от фоторезисторен тип: 1 – светлинен източник; 2 – непрозрачен екран; 3 – фоторезистор

Параметрични датчици. Действието на *индуктивните датчици* се основава на промяната на взаимната индуктивност между две намотки. Намотките са разположени непосредствено една до друга, като между тях има метален екран с прорези. На фиг. 6.9 *a* и *б* металният екран 2, оформен като цилиндър или диск с толкова прорези, колкото е броят на цилиндрите на двигателя, е закрепен неподвижно към вала на прекъсвач-разпределителя. При работа между бобините 1 преминават последователно прорез и сегмент от екрана. Когато между бобините се намира прорез, взаимната индуктивност е най-голяма, а когато е сегмент – най-малка.

Действието на *фотосъпротивителните датчици* се основава на промяната на съпротивлението на фоторезистор при изменение на осветеността му. Той има в конструкцията си непрозрачен екран с прорези. Екранът 2 се движи между източник на светлина 1 и фоторезистор 3 (фиг. 6.9 *в*). Когато фоторезисторът е осветен, неговото съпротивление е малко, а когато е затъмнен, то рязко се увеличава.

Генераторни датчици. Конструкцията на *фотоелектрическите датчици* е същата както на фотосъпротивителните. Разликата е тази, че вместо фоторезистор е включен фотодиод или фототранзистор. Използват се най-често източник и фотоприемник за инфрачервени лъчи, тъй като те са по-слабо чувствителни към механични замърсявания.

Магнитоелектрическите датчици са едни от най-разпространените и поради това имат разнообразни конструкции (фиг. 6.10). Най-общо те се състоят от неподвижен магнитопро-



Фиг. 6.10. Принципно устройство на магнитоелектрически безконтактни датчици с различна конструкция (*a*, *б*, *в*)

1 – магнитопровод; 2 – намотка; 3 – ротор с постоянни магнити; E_A – е.д.н. на датчика

вод I и ротор с постоянни магнити 3, броят на които (или броят цифрове полюси на които) е равен на броя на цилиндрите на двигателя. При въртенето на ротора в намотката 2 се индуцира променливо напрежение със синусоидна форма, чиято честота и амплитуда са пропорционални на честотата на въртене на вала на прекъсвач-разпределителя.

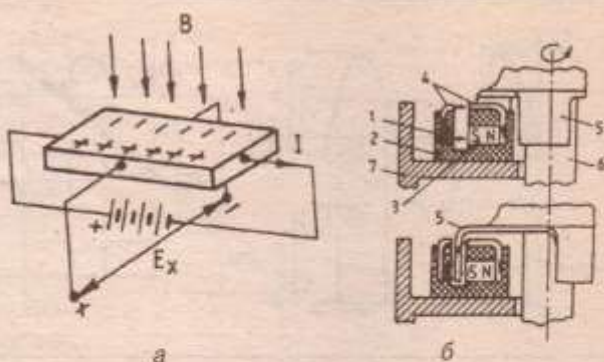
Много перспективни са датчиците, използващи ефекта на Хол. Ефектът на Хол се изразява във възникване на електродвижещо напрежение $-E_x$ в полупроводникова пластинка под въздействието на насочен перпендикулярно към нея магнитен поток с индукция B , когато през пластинката протича ток I (фиг. 6.11 а). Е.д.н. се дължи на изменението на концентрацията на токоносителите под въздействие на магнитното поле по широчината на пластинката, като неговата стойност е пропорционална на индукцията B и на тока I .

Конструктивно датчикът се реализира подобно на индуктивните датчици. На фиг. 6.11 б е показано устройството на датчик на Хол. В пластмасов държател 2 е поставена полупроводниковата пластинка 1. Срещу нея е разположен постоянен магнит 3, а чрез магнитопровода 4 се затваря магнитната верига. Между пластинката 1 и постоянния магнит 3 се върти феромагнитен ротор 5 с толкова сектора, колкото са цилиндрите на двигателя. При преминаването на сектор магнитната верига на магнита 3 се затваря през сектора и през единия магнитопровод 4, в резултат на което магнитната индукция през полупроводниковата пластинка 1 практически е нула. Когато секторът се отмести, магнитната верига се затваря през двата магнитопровода 4. Тогава магнитната индукция през пластинката 1 е най-голяма и на изхода на датчика се генерира импулс с напрежение около 1 mV.

В повечето случаи сигналът от безконтактния датчик не може да се приложи направо за управление на запалителната уредба. Използва се допълнително формиращо стъпало, което усилва и преобразува формата на синхронизиращия импулс (фиг. 6.12).

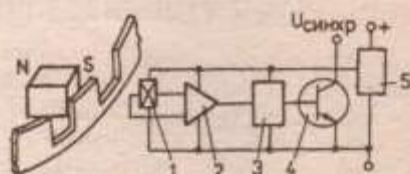
На фиг. 6.13 са показани формата на изходното напрежение на магнетоелектрическия датчик (фиг. 6.13 а) и на датчика на Хол (фиг. 6.13 б), както и съответстващите им импулси.

При магнетоелектрическия датчик зъгълът на изпреварване на запалването се намалява с увеличаване честотата на въртене. Причината е, че амплитудата на напрежението за-



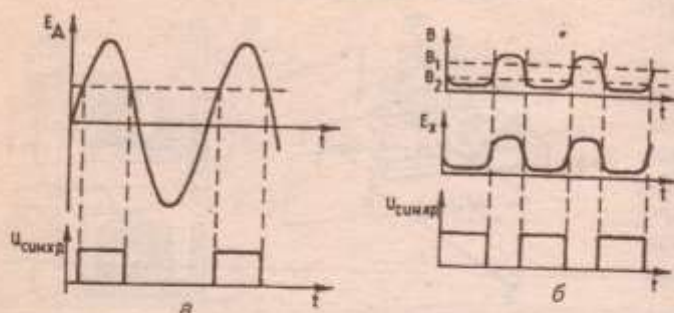
Фиг. 6.11. Принцип на действие (а) и устройство (б) на безконтактен датчик на Хол

1 – датчик на Хол; 2 – пластмасов държател; 3 – постоянен магнит; 4 – магнитопровод; 5 – ротор със сектори; 6 – вал на разпределителя; 7 – корпус на разпределителя

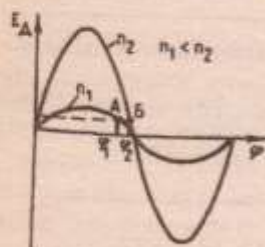


Фиг. 6.12. Структурна схема на датчик на Хол

1 – полупроводникова пластинка; 2 – усилвател; 3 – релеен усилвател; 4 – краен транзистор; 5 – стабилизатор на ток



Фиг. 6.13. Форма на генерираните сигнали на магнетоелектрически датчик (а) и датчик на Хол (б)



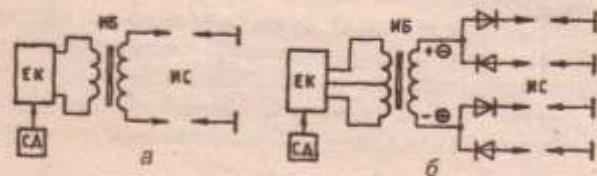
Фиг. 6.14. Изменение на ъгъла на изпреварване на запалването при магнетоелектрически датчик, когато се изменя честотата на въртене

високи от честотата на въртене и при ниска честота моментът на искрообразуване се определя от напрежението в т. А, а при висока – от напрежението в т. Б (фиг. 6.14).

Запалителна уредба без разпределител за високо напрежение. По-нататъшното усъвършенстване на електронните запалителни уредби е разработването на запалителна уредба без разпределител за високо напрежение. Такава уредба може да се реализира за двигател, чийто брой на цилиндрите е кратен на 2 (фиг. 6.15). Характерно за тези уредби е, че индукционната bobина ИБ има два извода за високо напрежение.

За *двучилиндровите двигатели* (фиг. 6.15 а) двата извода на вторичната намотка са свързани директно към искровите свещи (ИС). Електрическа искра възниква едновременно в двата цилиндъра, но в момент, когато единият е в такт сгъстяване, а другият – в такт изпускане.

За *четирицилиндровите двигатели* (фиг. 6.15 б) всеки от изводите на вторичната намотка на индукционната bobина е свързан към две от искровите свещи през високоволтови диоди. Към първичната намотка на индукционната bobина е свързан *електронен комутатор (ЕК)*, управляван от сигнала на *синхронизиращия датчик (СД)*. Електронният комутатор създава в двете части на първичната намотка редуващи се токови импулси с променлива полярност. Електрическата верига се затваря през две от свещите, определени от посоката на високоволтовите диоди. В единия цилиндър искрата се подава в такт сгъстяване, а в другия – в такт изпускане. При следващия токов импулс полярността на високото напрежение се променя и възникват електрически искри в другите две свещи. След това процесът се повтаря.

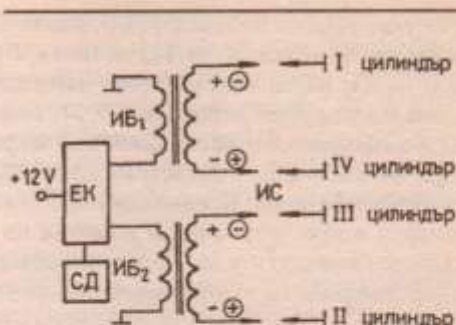


Фиг. 6.15. Принципова електрическа схема на електронна запалителна уредба без разпределител за двучилиндров (а) и за четирицилиндров (б) двигател

Същият резултат се получава, ако се използват две индукционни бобини, като всяка има два високоволтови извода (ИБ₁ и ИБ₂ – фиг. 6.16). Токът в първичната намотка на бобините се комутира последователно за всяка една от тях с електронен комутатор (ЕК). В този случай не са необходими високоволтови диоди за връзка на индукционните бобини с искровите свещи.

Винаги се подава електрическа искра в два от цилиндрите на двигателя, като единият е определен от реда на запалване, а другият работи в такт изпускане.

Използването на индукционни бобини с два високоволтови извода е практически единственото конструктивно решение за запалителната уредба на съвременните дву-, четири-, шест- и осемцилиндрови двигатели.



Фиг. 6.16. Принципова електрическа схема на електронна запалителна уредба без разпределител с две индукционни бобини за четирицилиндров двигател

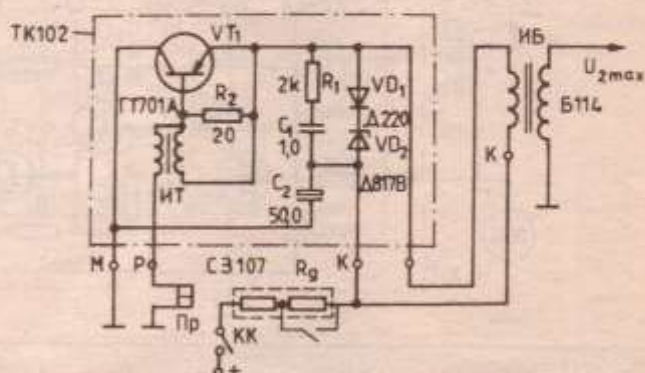
6.5. ПРАКТИЧЕСКИ СХЕМИ НА ЕЛЕКТРОННИ ЗАПАЛИТЕЛНИ УРЕДБИ

Контактно-транзисторна запалителна уредба с комутатор ТК 102. Тази електронна запалителна уредба се монтира серийно в товарните автомобили ЗИЛ – 130, ГАЗ – 53А и техните модификации и с някои изменения – в част от леките автомобили ГАЗ – 3102.

Уредбата включва транзисторен комутатор ТК 102, специално изпълнена индукционна бобина Б 114 и допълнителен резистор СЭ-107 (фиг. 6.17).

Транзисторният комутатор е основният елемент на уредбата. Той съдържа: германиев PNP транзистор VT₁ (ГТ 701А), стабилитрон VD₂ (Д 817В), диод VD₁ (Д 226), импулсен трансформатор ИТ, два кондензатора (C₁ и C₂) и два резистора (R₁ и R₂). Всички елементи са поместени в алуминиев корпус, оребрен за по-добро охлаждане. Комутаторът ТК102 се монтира в кабината.

Фиг. 6.17. Принципова електрическа схема на контактно-транзисторна запалителна уредба с комутатор ТК 102



Индукционната бобина Б114 се различава от стандартните бобини по параметрите на първичната намотка ($w_1 = 185$ навивки, $L_1 = 3,7$ мН, $w_2/w_1 = 235$) и по галваничното разделение между първичната и вторичната намотка.

Допълнителният резистор СЭ 107 се състои от две части, всяка със съпротивление по $0,5 \Omega$ и е оформен в отделен блок със защитна конструкция.

При включване на контактният ключ КК към комутатора се подава напрежение от акумулаторната батерия. Когато контактите на прекъсвача Пр са затворени, транзисторът VT_1 е отпушен и през първичната намотка на индукционната бобина ИБ протича ток 7–8 А. Токът през контактите на Пр не превишава 0,8 А.

При отваряне на контактите на прекъсвача Пр транзисторът VT_1 се запушва и токът през първичната намотка се прекъсва с висока скорост. Във вторичната намотка се индуцира импулс с високо напрежение. Чрез импулсния трансформатор ИТ се ускорява запушването на VT_1 . Първичната намотка на ИТ е свързана последователно с контактите на прекъсвача Пр, а вторичната – към прехода емитер – база на транзистора. При отваряне на контактите на прекъсвача във вторичната намотка на ИТ се индуцира е.д.н., което се прилага в обратна посока на прехода емитер – база и ускорява запушването на транзистора.

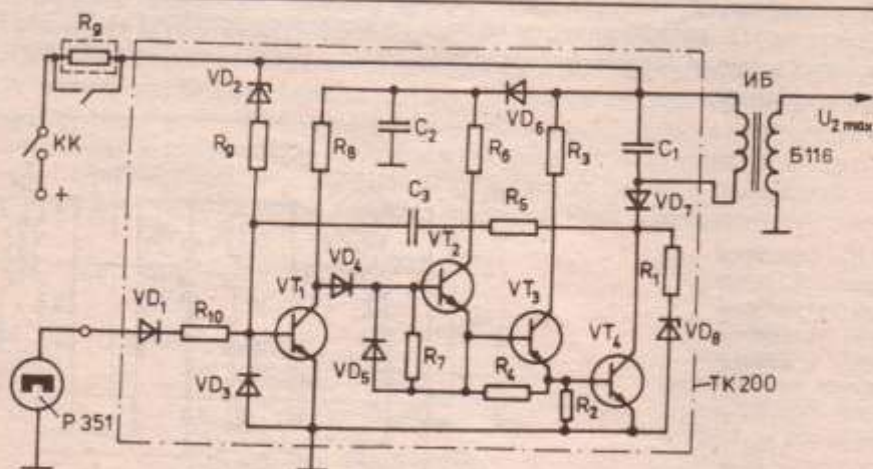
Стабилитронът VD_2 защитава транзистора от е.д.н. на самоиндукция в първичната намотка на ИБ. Свързаният обратно на VD_2 диод VD_1 ограничава протичането на ток през стабилитрона в права посока.

Електролитният кондензатор C_2 предпазва транзистора от пренапрежения в захранващата верига.

Веригата, съставена от кондензатора C_1 и резистора R_1 , облекчава включването на транзистора.

Безконтактна транзисторна запалителна уредба с комутатор ТК 200. Уредбата е предназначена за автомобилите ЗИЛ – 131 и „Урал – 375Д“, работещи при тежки експлоатационни условия.

Уредбата включва транзисторен комутатор ТК 200, прекъсвач-разпределител с безконтактен датчик Р 351, индукционна бобина Б 116 и допълнителен резистор R_d (фиг. 6.18).



Фиг. 6.18. Принципна електрическа схема на безконтактна транзисторна запалителна уредба с комутатор ТК 200

Транзисторният комутатор е изграден със силициев биполярни транзистори, които допускат по-висока работна температура. Той съдържа: мощен високоволтов транзистор VT_4 , комутиращ тока през първичната намотка на индукционната bobина; един средномощен транзистор VT_3 , управляващ работата на VT_4 ; два маломощни транзистора VT_1 и VT_2 , образувачи формиращото стъпало за импулсите от безконтактния датчик.

Безконтактният датчик е магнитоелектрически. Статорът му се състои от две стоманени пластинки, обхващащи цилиндрична намотка. Роторът на датчика е съставен от 8 постоянни магнита, залети с пластмаса.

Бобината Б116 има параметри на Б114, но е екранирана.

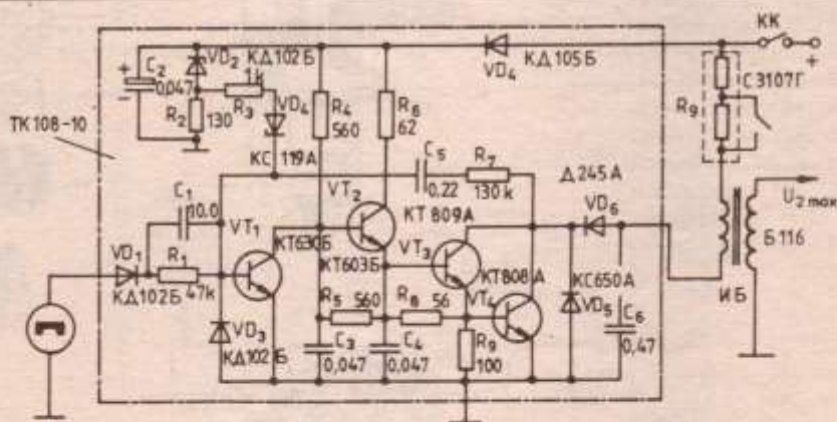
При включен контактен ключ КК и неподвижен ротор на датчика транзисторът VT_1 е запушен, тъй като базата и емитерът му имат практически равни потенциали и базов ток не протича. Транзисторът VT_2 е отпушен от протичащия през базата му и през VD_4 , R_8 и VD_6 ток. Токът на отпушения VT_2 поддържа в отпушено състояние и транзисторите VT_3 и VT_4 , в резултат на което през w_1 на индукционната bobина преминава ток от акумулаторната батерия.

Когато роторът на датчика се върти, само положителната полувърт на създаваното от него напрежение се подава през VD_1 и R_{10} към базата на VT_1 и транзисторът се отпушва. Това води до запушване на останалите три транзистора и до прекъсване на тока в първичната намотка на индукционната bobина. Във вторичната намотка се индуцира високо напрежение.

Чрез VD_8 и R_1 транзисторът VT_4 се защитава от е.д.н., индуцирано във w_1 на индукционната bobина, а C_1 намалява енергията, разсейвана при запушването му.

За да се подобри работата на транзисторния комутатор при първоначалното пускане на двигателя е въведена положителна обратна връзка чрез C_3 и R_5 .

Защитата на комутатора от пренапрежения в захранващата верига се осъществява от VD_2 и R_9 . При напрежение над 16–17 V диодът VD_2 се отпушва, вследствие на което се запушват транзисторите VT_2 , VT_3 и VT_4 . Запалителната уредба престава да работи и двигателят загасва. Това състояние се поддържа, докато стойността на захранващото напрежение не спадне.



Фиг. 6.19. Принцилна електрическа схема на безконтактна транзисторна запалителна уредба „Искра“ с комутатор ТК 108-10 (1302.3734)

Безконтактна транзисторна запалителна уредба „Искра“. Тази запалителна уредба е унифицирана за 4-, 6- и 8-цилиндрови двигатели. Използва се серийно на автомобилите ГАЗ – 66 и ГАЗ – 3102 „Волга“. Уредбата (фиг. 6.19) работи с магнитоелектрически безконтактен датчик 24.3706 (фиг. 6.20), чиято конструкция е подобна на описания вече Р 351. Транзисторният комутатор се означава като ТК 108-10 или 1302.3734. Използват се индукционна bobина Б 116 и допълнителен резистор СЭ-3107Г.

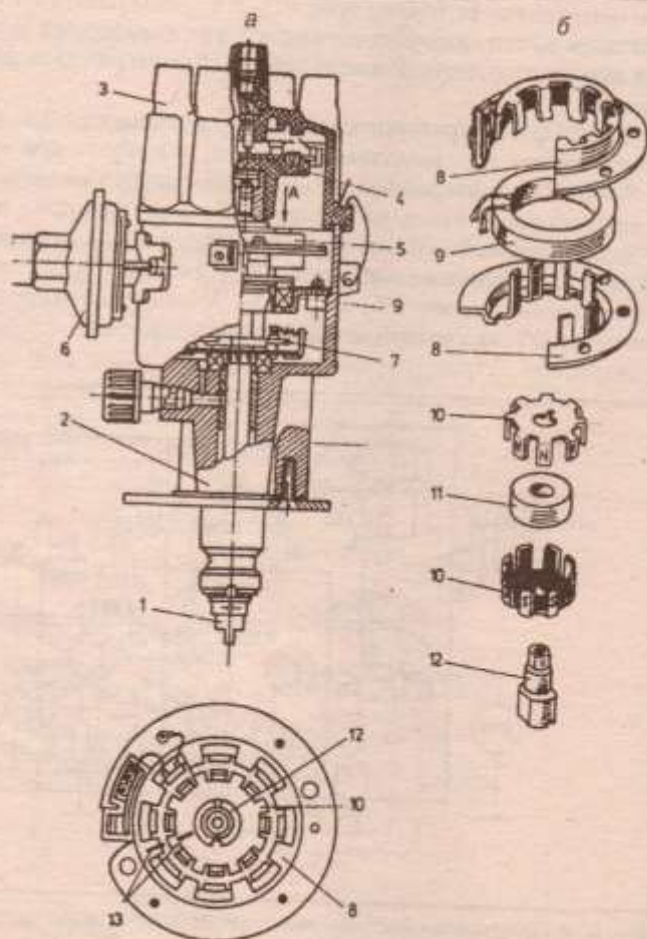
Комутаторът е изграден с четири биполарни силициеви транзистора. Токът в първичната намотка на индукционната bobина се комутира от транзисторите VT_3 и VT_4 , свързани като съставен транзистор. Средномощният транзистор VT_2 работи като усилвател, а маломощният VT_1 е формиращо сънвало.

Когато роторът на датчика е неподвижен, транзисторът VT_1 е запушен, а VT_2 , VT_3 и VT_4 са отпушени. През първичната намотка на индукционната bobина протича ток със стойност 5,0–5,5 А.

При работа на безконтактния датчик положителните полулъчли на създаваното от него напрежение се подават през VD_1 , R_1 и C_1 към базата на VT_1 и отпушват транзистора. То-

Фиг. 6.20. Магнитоелектрически безконтактен прекъсвач-разпределител 24.3706

1 – вал; 2 – корпус; 3 – капачка на разпределителя; 4 – палец на разпределителя; 5 – безконтактен синхронизиращ датчик; 6 – вакуумен регулатор; 7 – центробежен регулатор; 8 – пластини на статора на магнитоелектрическия синхронизиращ датчик; 9 – намотка; 10 – полюсни крайници; 11 – постоянен магнит; 12 – задвижваща втулка; 13 – центриращи белези



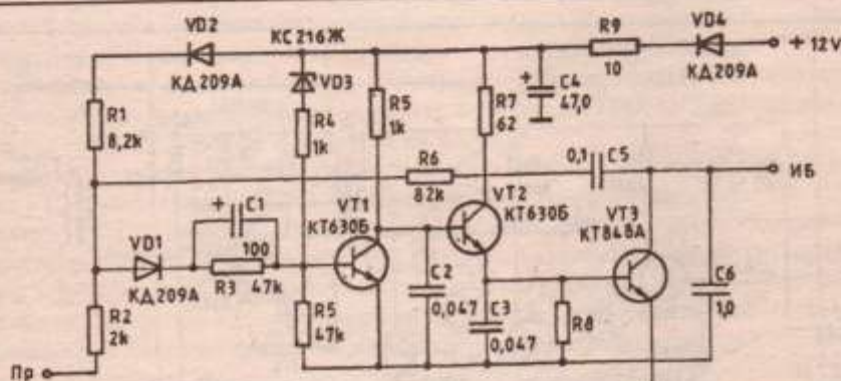
ва води до запушване на VT_2 , VT_3 и VT_4 и създаване на високо напрежение във вторичната намотка на индукционната bobина.

Стабилитронът VD_5 и кондензаторът C_6 ограничават е.д.н. на самоиндукция от първичната намотка и защитават VT_4 .

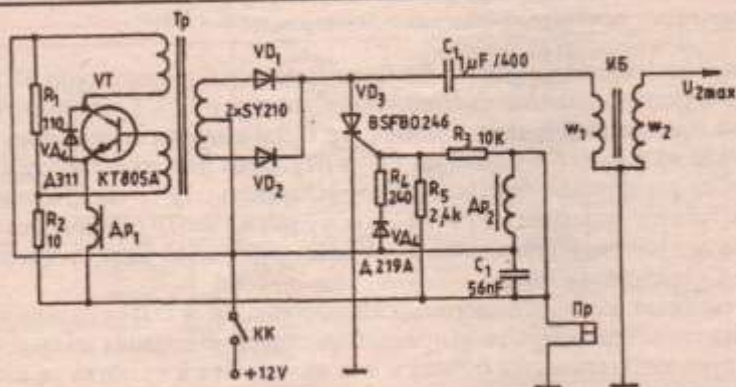
Чрез VD_6 комутаторът се предпазва от обратно свързване на захранващото напрежение, а чрез VD_2 , VD_4 , R_2 , R_3 и C_2 – от повишаване на неговата стойност.

Положителната обратна връзка R_7 , C_5 осигурява нормална работа на комутатора до $n = 20 \text{ min}^{-1}$. С елементите R_1 и C_1 се отстранява изменението на ъгъла на изпреварване на запалването от честотата на въртене. Стойностите на R_1 и C_1 са подбрани така, че да осигуряват електрическо изместване на ъгъла на изпреварване на запалването с $1-2^\circ$ в зависимост от честотата на въртене. От 1986 г. вместо комутатора 1302.3734 се произвежда усъвършенстван вариант – 1302.3734-01. При него е използван специално разработен за целта мощен съставен транзистор $KT848A$ (VT_3), с което се опростява схемата на комутатора (фиг. 6.21).

Кондензаторна запалителна уредба „Старт 12 – 5“. Уредбата е с непрекъснато натрупване на енергия и контактно управление. Работи със стандартна индукционна bobина. Комутаторът (фиг. 6.22) се състои от преобразувател на напрежението (реализиран с тран-



Фиг. 6.21. Принципно електрическа схема на транзисторен комутатор 1302.3734-01



Фиг. 6.22. Принципно електрическа схема на кондензаторна запалителна уредба с непрекъснато натрупване на енергията и контактно управление „Старт 12 – 5“

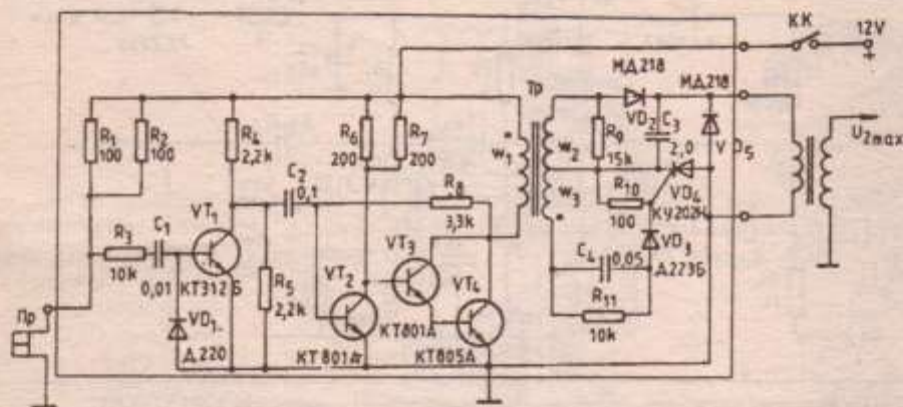
зистора VT , трансформатора Tr , резисторите R_1 и R_2 и дросела Dr), изправител (диодите VD_1, VD_2), натрупващ кондензатор C_1 ($1 \mu F, 400 V$), електронен ключ (тиристор VD_3), схема за управление на тиристора (резистори R_3, R_4, R_5 , диод VD_3 и дросел Dr_2).

Преобразувателят на напрежение работи с честота около $4 kHz$ и създава променливо напрежение със стойност $300-320 V$.

Когато *контактите* на прекъсвача Pr са *затворени*, тиристорът VD_2 е *запушен*. Преобразувателят на напрежение работи *непрекъснато*. През диодите VD_1 и VD_2 се зарежда натрупващият кондензатор C_1 . В момента на *отваряне* на *контактите* тиристорът VD_3 се *отпушва* и *запасената* в C_1 *енергия* се *разрежда* през w_1 на *индукционната* *бобина*.

Чрез схемата за управление на тиристора се *избягва* *влиянието* на *вибрациите* при *затваряне* на *контактите* на *прекъсвача*.

Кондензаторна запалителна уредба „Електроника Б-5 – 31“. Тази уредба е с *импулсно натрупване на енергията* и с *контактно управление*. Работи със *стандартна индукционна бобина*. *Комутаторът* на уредбата *се състои от* (фиг. 6.23) *формировател на входните импулси* – VT_1 , *преобразувател на напрежението* (транзистори VT_2, VT_3, VT_4 , трансформатор Tr и диод VD_2), *натрупващ кондензатор* C_3 ($2 \mu F, 400 V$), *електронен ключ със схема за управление* (тиристор VD_4 , резистори R_9, R_{10}, R_{11} , кондензатор C_4 и диод VD_3).



Фиг. 6.23. Принципова електрическа схема на кондензаторна запалителна уредба с импулсно натрупване на енергията и контактно управление „Електроника Б-5 – 31“

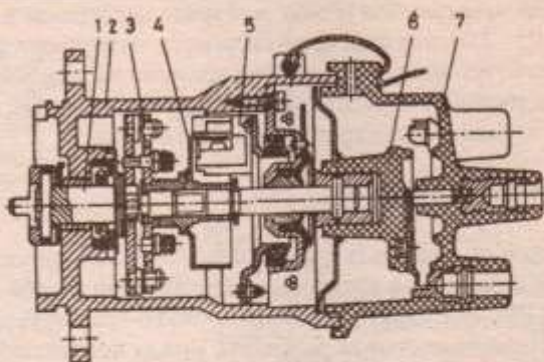
Когато *контактите* на *прекъсвача* Pr са *затворени*, транзисторът VT_1 е *запушен*, а VT_2 – *отпушен*. В резултат на това съставният транзистор VT_3, VT_4 е *запушен*. При *отваряне* на *контактите* през *разделителния кондензатор* C_1 се *отпушва* транзисторът VT_1 . Това води до *запушване* на VT_2 и *отпушване* на VT_3 и VT_4 . През *намотката* w_1 на Tr започва да *протича* *линейно нарастващ ток*. Когато *трансформаторът* Tr се *насити*, през *резистора* R_8 се *отпушва* VT_2 , а се *запушват* VT_3 и VT_4 . Токът във w_1 на Tr се *прекъсва* и във *вторичната намотка* се *индуцира* *напрежение* със *стойност* $290 \pm 30 V$. Това *напрежение* *зарежда* *кондензатора* C_3 през *диода* VD_2 .

Индуктираният във w_3 *положителен импулс* през R_{11} и VD_3 се *подава* към *управляващия* *електрод* на *тиристора* VD_4 и го *отпушва*. *Зареденият от предния импулс кондензатор* C_3 се *разрежда* през *индукционната бобина* и във *вторичната ѝ намотка* се *индуцира* *импулс* с *високо напрежение*.

Безконтактна запалителна уредба за автомобили ВАЗ 2108. Уредбата включва датчик-разпределител 40.3706, индукционна бобина 27.3705 и електронен комутатор 36.3734.

Фиг. 6.24. Конструкция на безконтактен датчик-разпределител 40.3706 за автомобили ВАЗ 2108

1 - вал; 2 - корпус; 3 - центробежен регулатор; 4 - ротор с прорези; 5 - датчик на Хол; 6 - ротор на разпределителя; 7 - капачка на разпределителя

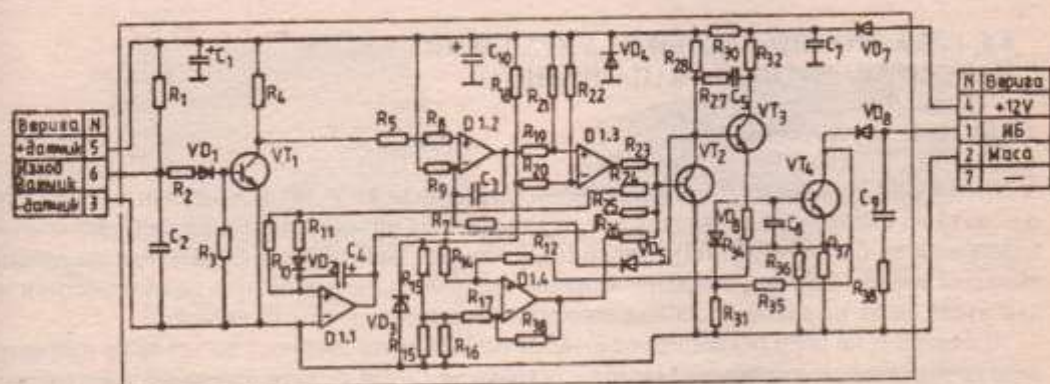


Датчикът е безконтактен, генераторен, използващ ефекта на Хол. Конструкцията на датчика е показана на фиг. 6.24.

Индукционната bobина има усилена високоволтова изолация и специален клапан, който се задейства при увеличаване на налягането на маслото в корпуса на bobината. Нейните параметри не позволяват замяната ѝ с друг тип индукционна bobина.

Комутаторът е транзисторен, като токът в първичната намотка на индукционната bobина се комутира от мощен високоволтов транзистор КТ848А (VT_4). Принципната електрическа схема на комутатора е показана на фиг. 6.25.

Сигналят от датчик-разпределителя постъпва на входа на комутатора, където през инвертора VT_1 се подава на входа на интегратора $D1.2$. Линейно нарастващото напрежение на интегратора $D1.2$ се сравнява в компаратора $D1.3$ със зададено опорно напрежение. Когато стойността на сигнала от интегратора $D1.2$ стане по-висока от опорното напрежение, на изхода на компаратора $D1.3$ се появява правоъгълен сигнал. Той заедно със сигналите съответно от инвертора VT_1 , от схемата за ограничаване на тока $D1.4$ и от схемата $D1.1$ (за изключване при липса на сигнал от датчика) се подават към схемата за съвпадение, състояща се от резисторите $R_{23} - R_{26}$ и транзистора VT_2 . На изхода на схемата за съвпадение се формира сигнал, управляващ комутиращото стъпало - транзисторите VT_3 и VT_4 , което прекъсва тока в първичната намотка на индукционната bobина ИБ.



Фиг. 6.25. Принципно електрическа схема на транзисторен комутатор 36.3734 на автомобили ВАЗ 2108

Тази запалителна уредба осигурява натрупване в индукционната бобина на енергия, която е 1,5–2,0 пъти повече от енергията, натрупвана в класическата запалителна уредба. Това се постига чрез *регулиране на времето за натрупване* на енергия в индукционната бобина в зависимост от честотата на въртене на колянвия вал на двигателя и стойността на напрежението в електрическата инсталация.

Контролни въпроси

1. Кои са недостатъците на класическата акумулаторна запалителна уредба?
2. Какви видове електронни запалителни уредби съществуват?
3. Обяснете действието на контактно-транзисторната запалителна уредба.
4. В какво се състои разликата между кондензаторната запалителна уредба с непрекъснатото натрупване на енергията и уредбата с импулсно натрупване на енергията?
5. Сравнете характеристиките на два вида електронни запалителни уредби с тези на акумулаторното запалване.
6. Защо вторичното напрежение на транзисторната запалителна уредба се влияе по-силно от шунтиращото съпротивление на нагара по изолатора на свещите?
7. Обяснете действието на кондензаторната запалителна уредба с непрекъснатото натрупване на енергия.
8. Как се зарежда натрупващият кондензатор при уредбата с импулсно натрупване на енергия?
9. Какви видове безконтактни датчици се използват при електронните запалителни уредби?
10. Как действат параметричните датчици?
11. Какви конструкции магнетоелектрически датчици знаете?
12. Какъв е принципът на действие на датчика, използващ ефекта на Хол?
13. Как се обяснява изменението на ъгъла на изпреварване на запалването от честотата на въртене при магнетоелектрическите датчици?
14. Как може да се регулира ъгълът на изпреварване на запалването при електронните запалителни уредби с безконтактно управление?
15. Какви са тенденциите в усъвършенстването на електронните запалителни уредби?

6.6. ЕЛЕКТРОННИ УРЕДБИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ ЪГЪЛА НА ИЗПРЕВАРВАНЕ НА ЗАПАЛВАНЕТО

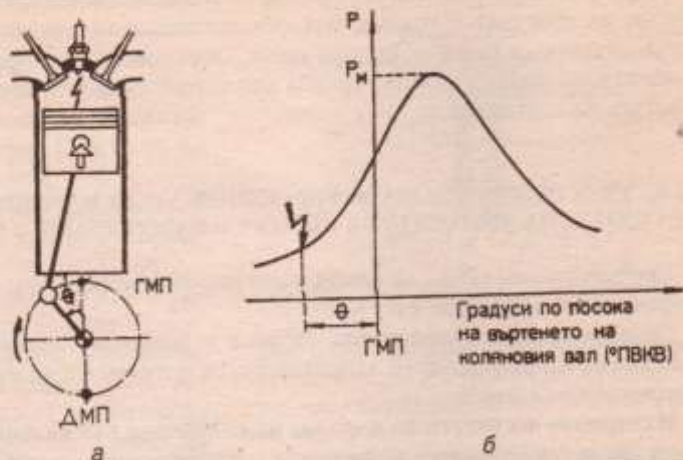
6.6.1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Ъгълът на изпреварване на запалването, дефиниран като ъгъл, измерван в градуси по посоката на въртене на колянвия вал от момента на подаване на искра до горно мъртво положение на буталото (ГМП) (фиг. 6.26), е един от най-важните параметри на запалителната уредба. Той оказва силно влияние върху експлоатационните характеристики на двигателя, респ. на автомобила – мощност, динамичност, разход на гориво.

Известно е, че дори отклонения с 3–4° от оптималната стойност на ъгъла на изпреварване на запалването увеличават разхода на гориво с 10–20 %, като влошават чувствително и динамичните качества на автомобила.

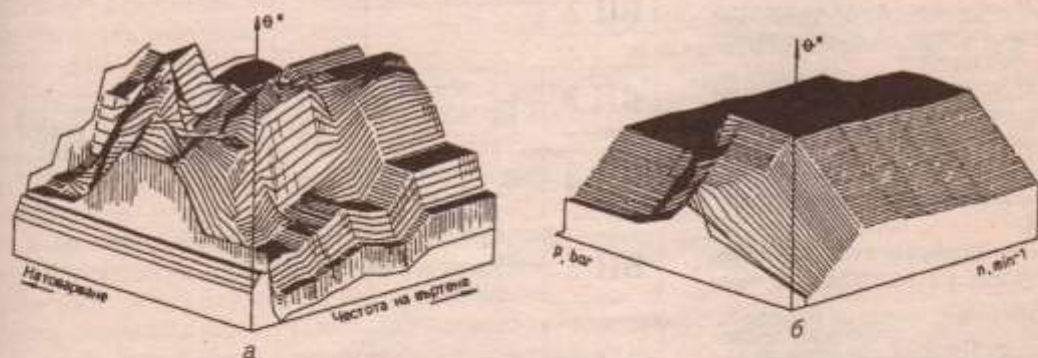
На всеки конкретен режим от работата на двигателя съответства точно определена оптимална стойност на ъгъла на изпреварване на запалването.

Фиг. 6.26. Кръгова (а) и разгънатата (б) диаграма, илюстрираща ъгъла на изпреварване на запалването



Основните фактори, определящи тази стойност, са честотата на въртене на колянния вал, натоварването на двигателя и температурата на охлаждащата го течност. Използваните понастоящем механични регулатори – центробежен и вакуумен (разгледани в глава 5), не са в състояние да осигурят необходимата оптимална стойност на ъгъла на изпреварване на запалването с нужната точност. Освен това техните характеристики са нестабилни в процеса на експлоатация поради съществуващите хлабини, износвания, промяна в коравината на пружините, триене и др.

Достатъчно ясна и нагледна представа за несъвършенството на механичното регулиране на ъгъла на изпреварване на запалването може да се получи при сравняване на необходимата оптимална стойност на този ъгъл, представена като повърхност в зависимост от натоварването и честотата на въртене на двигателя, и определената по същия начин стойност на ъгъла θ° , осигурена от двата механични регулатора (фиг. 6.27) – центробежния и вакуумния.



Фиг. 6.27. Зависимост на оптималната стойност на ъгъла на изпреварване на запалването от честотата на въртене на колянния вал на двигателя и натоварването му (а) и стойностите на ъгъла на изпреварване на запалването, осигурени от центробежния и вакуумния регулатор (б)

Електронните уредби за управление на ъгъла на изпреварване на запалването са предна-начени да осигурят с голяма точност оптималната стойност на този ъгъл при всички експлоатационни режими на двигателя. Обикновено тези уредби се изпълняват като част от електронната запалителна уредба или като елемент на по-голяма система за управление работата на двигателя.

6.6.2. ЕЛЕКТРОННА УРЕДБА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ЪГЪЛА НА ИЗПРЕВАРВАНЕ НА ЗАПАЛВАНЕТО НА БАЗАТА НА ЧЕСТОТАТА НА ВЪРТЕНЕ И НАТОВАРВАНЕТО НА ДВИГАТЕЛЯ

Структурната схема на електронна уредба за управление ъгъла на изпреварване на запалването е показана на фиг. 6.28.

Основните входни параметри, избрани за база при определяне на оптималната стойност на ъгъла на изпреварване на запалването, са честотата на въртене на колянвия вал и натоварването на двигателя.

Измерване честотата на въртене на колянвия вал на двигателя. Първият от двата параметъра се измерва чрез индуктивен преобразувател, задействан от зъбите на венца на маховика (фиг. 6.29). С въртенето на колянвия вал преобразувателят генерира поредица от импулси. Техният брой за едно завъртане на колянвия вал на двигателя е равен точно на броя на зъбите на венца на маховика. В някои случаи индуктивният преобразувател се задейства от допълнително монтиран към колянвия вал зъбен венец. Това се прави или за

Фиг. 6. 28. Структурна схема на електронна уредба за управление на ъгъла на изпреварване на запалването

ВП1 - ВП6 - входни преобразуватели; ЕБУ - електронен блок за управление; ROM - постоянна памет; АЦП - аналогово-цифрови преобразуватели; ЕК - електронен комутатор; ИБ - индукционна бобина

Входни преобразуватели

ВП1 - преобразувател на честотата на въртене на колянвия вал на двигателя;

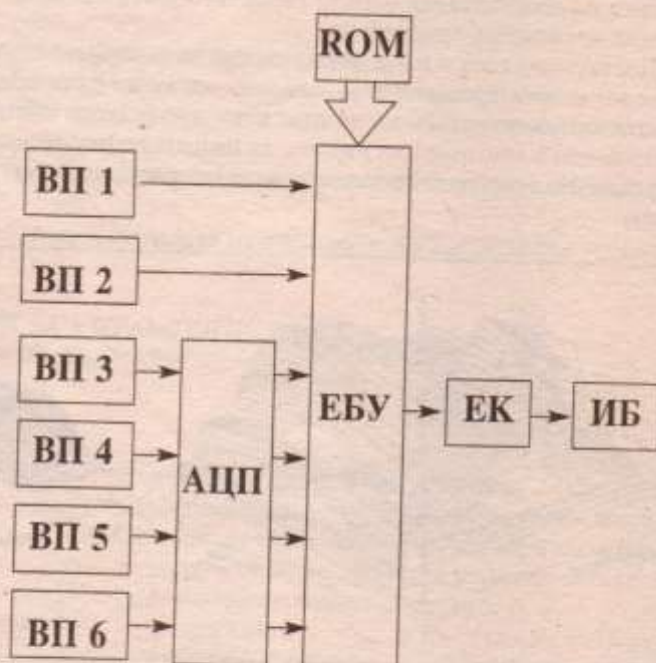
ВП2 - преобразувател за горно мъртво положение на буталото в първи цилиндър;

ВП3 - преобразувател на разреждането в смукателния тръбопровод;

ВП4 - преобразувател на температурата на охлаждащата течност;

ВП5 - преобразувател на температурата на засмуквания въздух;

ВП6 - преобразувател на положението на дроселовата клапа



повишаване на точността на измерването, като зъбният венец има по-голям брой зъби от тези на венца на маховика, или за опростяване на измервателната схема. Броят на зъбите на допълнително монтирания зъбен венец във втория случай е точно определен (например 128), така че лесно се преобразува в двоичен код.

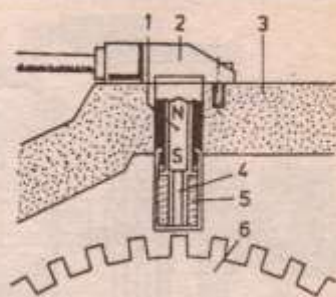
Освен за честотата на въртене в електронния блок за управление трябва да се въведе информация и за положението на колянвия вал, която е необходима за синхронизиране момента на подаването на електрическата искра. Това се осъществява чрез преобразувател за горно мъртво положение на буталото в първи цилиндър. Този преобразувател е също индуктивен и се задейства от един допълнителен зъб или шифт на венца на маховика (фиг. 6.30).

Измерване на натоварването на двигателя.

Вторият основен параметър – натоварването на двигателя, се определя количествено чрез степента на разреждането в смукателния тръбопровод под дроселовата клапа. В повечето уредби за управление ъгъла на изпреварване на запалването преобразувателите на разреждането са индуктивни (фиг. 6.31). Разреждането в смукателния тръбопровод се възприема от две диафрагмени камери 2, които се свиват и разпускат при изменение на неговата стойност. Това води до аксиално преместване на свързаната с тях феромагнитна сърцевина 8, която, премествайки се вляво и вдясно, променя взаимната индуктивност между първичната 4 и вторичната 3 намотка. Преобразувателът е изпълнен по диференциална схема, поради което изходната му характеристика е линейна (6 на фиг. 6.31).

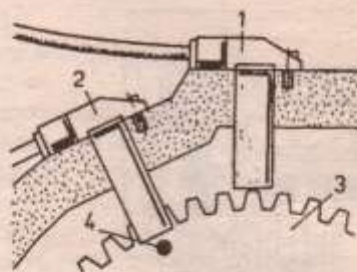
Сигналът, получен от преобразувателя, е аналогов, което налага между него и ЕБУ да се включи аналогово-цифров преобразувател (АЦП), трансформиращ полученото напрежение в честота.

В по-новите електронни уредби се използват полупроводникови преобразуватели на разреждането (фиг. 6.32). Действието им се основава на пиезорезистивния ефект. Основният елемент на тези преобразуватели е пиезокристална пластинка, върху която е оформена мостова резисторна схема. Под действие на разреждането пиезокристалната пластинка се деформира, което предизвиква промяна на съпротивленията на резисторите, включени в мостовата схема. Като резултат се променя стойността на протичащия през схемата ток. Този ток се усилва и след въвеждане на температурна компенсация се подава през аналогово-цифров преобразувател към ЕБУ.



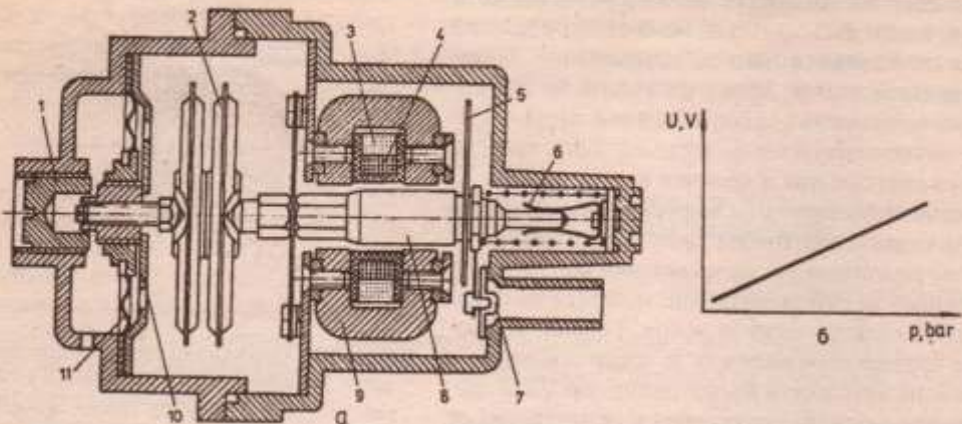
Фиг. 6.29. Принципно схемата на преобразувател на честотата на въртене на колянвия вал, задействан от зъбите на венца на маховика

1 – постоянен магнит; 2 – корпус на преобразувателя с електрическите изводи; 3 – кожух на съединителя; 4 – феромагнитна сърцевина; 5 – бобина; 6 – маховик



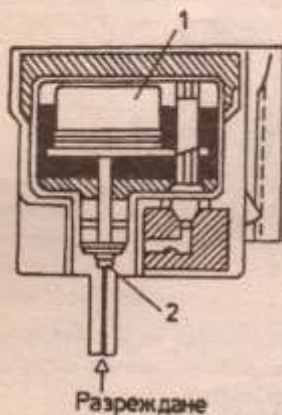
Фиг. 6.30. Разположение на преобразувателя за горно мъртво положение на буталото в първи цилиндър

1 – преобразувател на честотата на въртене на колянвия вал; 2 – преобразувател за горно мъртво положение на първи цилиндър; 3 – маховик; 4 – шифт, определящ горно мъртво положение на буталото в първи цилиндър



Фиг. 6.31. Разрез на индуктивен преобразувател на разреждане в смукателния тръбопровод (а) и характеристика на изходния му сигнал (б)

1 – регулиращ винт, ограничаващ натоварването на двигателя; 2 – диафрагмена камера; 3 – вторична намотка; 4 – първична намотка; 5 – пластинчата пружина; 6 – ускорител; 7 – клапан; 8 – феромагнитна сърцевина; 9 – статор; 10 – преграда; 11 – мембрана



Фиг. 6.32. Разрез на пиезоелектрически преобразувател на разреждането в смукателния тръбопровод

1 – пиезокерамична пластина; 2 – филтър

Терморезисторните преобразуватели имат аналогов изходен сигнал, поради което между тях и ЕБУ трябва да има аналогово-цифров преобразувател.

Принципът, на който се основава действието на електронната уредба за управление ъгъла на изпреварване на запалването, се състои в това, че текущата стойност на ъгъла на

Натоварването на двигателя може да бъде определено и чрез измерване масата на въздуха, засмукан от двигателя за единица време. На тази основа в последните модели електронни системи за управление ъгъла на изпреварване на запалването, представляващи част от системата за впръскване на гориво, за измерване натоварването на двигателя се използват различни видове разходомери. Част от тях имат цифров изход, поради което отпада необходимостта от аналогово-цифров преобразувател.

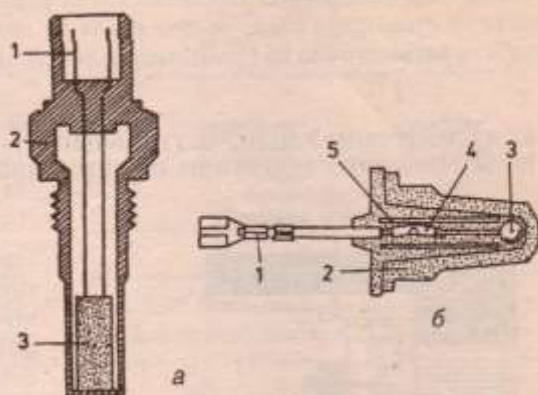
Температурата на охлаждащата течност, респ. температурата на двигателя, и температурата на засмуквания въздух са второстепенни входни параметри, които се използват в уредбата за определяне текущата стойност на ъгъла на изпреварване на запалването. Използваните преобразуватели на температура са терморезисторен тип, като за всеки конкретен случай се подбира терморезистор, който за съответния температурен обхват има линейна характеристика. На фиг. 6.33 е показано принципното устройство на терморезисторни преобразуватели на температурата на охлаждащата течност (фиг. 6.33 а) и на засмуквания въздух (фиг. 6.33 б). Тъй като температурата на засмуквания въздух се променя по-динамично, терморезисторът, а и самият преобразувател имат по-малки размери, което ги прави по-бързодействащи.

изпреварване за конкретен работен режим на двигателя се определя като сума от една базова стойност на ъгъла θ° и коригиращи стойности, въвеждани със съответен знак, определени по вторични входни параметри.

Оптимальната стойност на ъгъла на изпреварване на запалването за всеки работен режим на двигателя се определя опитно въз основа на определена регулировъчна характеристика по минималния разход на гориво при допустима концентрация на токсични вещества в отработилите газове и без детонационно горене. По такъв начин се определя и основната програма за управление на ъгъла на изпреварване на запалването, като за второстепенните входни параметри се приемат стойности, съответстващи на установения режим на двигателя: температура на охлаждащата течност 80°C , температура на засмуквания въздух $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и налягане $0,913 \text{ bar}$ (760 mm Hg).

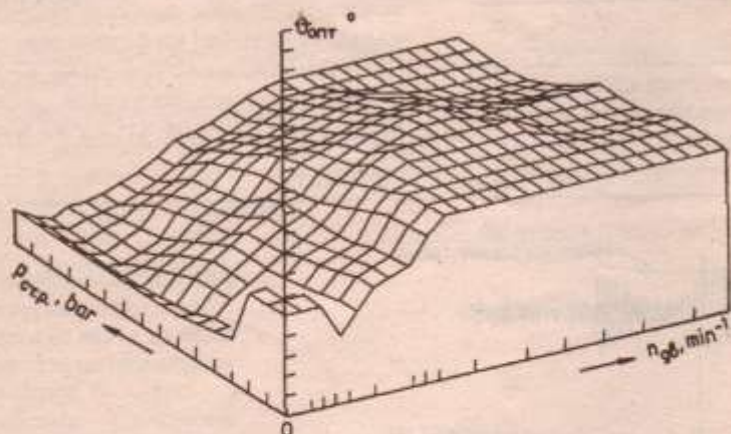
При тези условия основната програма, заложена в постоянната памет на ЕБУ, се представя геометрично като една повърхнина (фиг. 6.34).

След това също опитно се определят и съответните корекции поотделно за всеки един от второстепенните входни параметри, като обхващат на изменение на всеки един от тях се разделя на определен брой интервали. Получените стойности също се въвеждат в постоянната памет на ЕБУ.



Фиг. 6.33. Принципно устройство на преобразувател на температурата на охлаждащата течност на двигателя (а) и на температурата на засмуквания въздух (б)

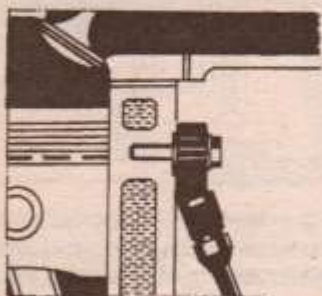
1 - електрически изводи; 2 - корпус; 3 - терморезистор; 4 - електрическа връзка; 5 - изолационна тръба



Фиг. 6.34. Основна програма на уредбата за управление на ъгъла на изпреварване на запалването, представена като повърхнина $\theta^\circ = f(n_{об}, P_{ср.р.})$

Като цяло програмата на системата за управление на ъгъла на изпреварване на запалването се ориентира така, че при отказ на някой от второстепенните входни параметри уредбата автоматично да преминава към основната програма.

6.6.3. ЕЛЕКТРОННА УРЕДБА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ЪГЪЛА НА ИЗПРЕВАРВАНЕ НА ЗАПАЛВАНЕТО, РЕАГИРАЩА НА ДЕТОНАЦИИ



Фиг. 6.35. Външен вид на преобразувателя на детонации и монтирането му към двигателя



Фиг. 6.36. Характеристика на преобразувателя на детонации при постоянна честота на въртене на колянвия вал

През последните години се разработиха електронни уредби за управление ъгъла на изпреварване на запалването, чийто *основен входен параметър е появата на детонационно горене в цилиндрите на двигателя*. Уредбата е „затворена“, т.е. работи с обратна връзка, което позволява текущата стойност на ъгъла на изпреварване на запалването да бъде максимално близка до граничната, след която възниква детонационно горене. Това повишава к.п.д. на двигателя, неговата мощност и намалява разхода на гориво.

Уредбата съдържа преобразувател на детонациите, закрепен на опитно подбрано място върху цилиндричния блок или главата на двигателя (фиг. 6.35). Той „разпознава“ колебанията, възникващи при детонационно горене, и „изпраща“ съответен сигнал в ЕБУ. Характерна за детонационното горене е появата в определен спектър от честоти на съставки с много голяма амплитуда (фиг. 6.36), които се възприемат като „метално чукане“. Като се отделят тези съставки с помощта на лентов филтър, получава се сигналът за наличие на детонации.

Управляващата програма на уредбата е разработена така, че винаги да се поддържа голяма стойност на ъгъла на изпреварване



Фиг. 6.37. Илюстрация на действието на електронна уредба за управление на ъгъла на изпреварване на запалването по детонации а – сигнал от преобразувателя на детонации; б – изменение на ъгъла на изпреварване на запалването

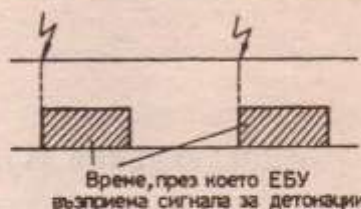
на запалването. Веднага след като се установи наличие на детонационно горене, в зависимост от неговата интензивност ъгълът на изпреварване на запалването се намалява. Щом детонациите изчезнат, уредбата започва стъпаловидно да повишава стойността на ъгъла на изпреварване на запалването до възникването отново на детонации, когато процесът се повтаря (фиг. 6.37).

За да се повиши шумоустойчивостта на уредбата, т.е. да се намали възможността други вибрации да бъдат възприети като детонации, сигналът от преобразувателя на детонации се пропуска към ЕБУ само за определен период от време, след като в някои от цилиндрите на двигателя е подадена електрическа искра (фиг. 6.38).

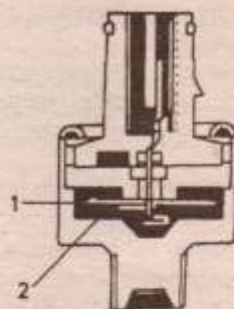
Преобразувателят на детонации работи на принципа на пиезоелектрическия ефект (фиг. 6.39). Пиезокристалът е поставен върху еластичен елемент (еластична пластина), разположен в метален корпус. При поява на детонации възникналите трептения съвпадат по честота със собствената честота на пиезокристалата. В резултат на резонанса на двете противоположни страни на пиезокристалата възниква напрежение. Съществуват и нерезонансни преобразуватели на детонации.

Контролни въпроси

1. Какво е предназначението на електронните уредби за управление ъгъла на изпреварване на запалването?
2. Кои са основните входни параметри на уредбата?
3. Какво е устройството на индуктивния преобразувател на разреждането?
4. Какво представлява и как се определя основната програма на уредбата за управление ъгъла на изпреварване на запалването?
5. Как работи електронната уредба за управление на изпреварване на запалването, реагираща на детонациите в двигателя?



Фиг. 6.38 Времениграма за възприемане на сигнала от преобразувателя на детонации



Фиг. 6.39. Принципно устройство на пиезоелектрически преобразувател на детонации
1 - еластична пластина; 2 - пиезопреобразувател

7. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПУСКОВИ УРЕДБИ

7.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА ПУСКОВАТА УРЕДБА

Общи сведения за пускането на двигателя с вътрешно горене. Пусковата уредба трябва да гарантира сигурното пускане на двигателя за кратко време, при различни температурни условия, с възможност за повторно пускане и леко управление. В съвременните автомобили се използва главно *електрически стартер*, захранван от акумулаторната батерия. За облекчаване на пускането на дизеловите двигатели се използват електронагревателни свещи, предпускови или електрофакелни нагреватели за загряване на въздуха в пълнителния колектор.

¹ *Електрическите стартери се класифицират по различни показатели: тип на двигателя, за който са предназначени, диаметър на корпуса, конструктивно изпълнение, електрическа схема, начин на въвеждане на зацепването на зъбното колело към маховика и вид на закрепване.*

Пусков момент. Въртящият момент на стартера трябва да бъде по-голям от съпротивителния момент на двигателя. Стойността на съпротивителния момент зависи от типа и конструкцията на двигателя, броя на цилиндрите и степента на компресия, температурата и качествата на маслото, използвано в двигателя. Той има най-голяма стойност при първоначалното завъртане на колянвия вал, когато се прибавят и инерционните сили на ускорението. Следователно най-голям пусков момент е необходим при първоначалното завъртане на колянвия вал.

Пускова честота на въртене на колянвия вал. За пускане на двигателя с вътрешно горене колянвият му вал трябва да се завърти с честота, която да осигури нормално протичане на процесите в цилиндрите. Пусковата честота зависи от типа на двигателя. За бензинови двигатели тя е $75-80 \text{ min}^{-1}$, а за дизелови – $100-200 \text{ min}^{-1}$. За дизеловите двигатели е необходима по-висока честота на въртене на колянвия вал, понеже при бавно завъртане състеният въздух не може да се нагрее до необходимата температура и впръсканото гориво в камерата няма да се възпламени. За да се получат оптимални размери на електродвигателя и ниска цена, честотата на въртенето му трябва да бъде висока. Затова предавателното отношение между зъбното колело на електродвигателя и венца на маховика е $1:8-1:15$.

Необходима мощност на стартера. Мощността на стартера се подбира така, че да гарантира пускова честота и въртящ момент, осигуряващ пускането на двигателя при най-тежките експлоатационни условия. От физиката е известно, че мощността представлява произведение от въртящ момент и ъглова скорост:

$$P = M_n \omega_n \pi / 3 \cdot 10^4, \text{ kW.} \quad (7.1)$$

¹ *Стартерът се състои от постояннотоков електродвигател, механизъм за въвеждане и извеждане на зацепването на зъбното колело на електродвигателя от зъбния венец на маховика и механизъм за управление.*

Зъбното колело на стартера трябва да бъде зацепено само през пусковия период. За това служи механизъмът за зацепването. При повечето конструкции зъбното колело е поставено върху шлиците на вала на електродвигателя. То се придвижва осово от електромагнит чрез двураменен лост.

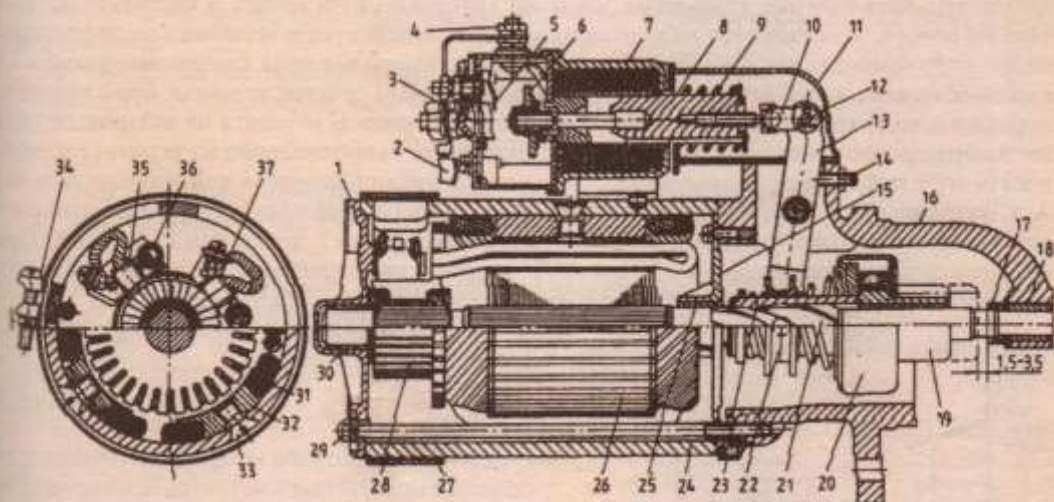
След пускане на двигателя честотата на въртене на колянвония вал достига $900-1000 \text{ min}^{-1}$. Ако зъбното колело на стартера е зацепено, неговата честота на въртене достига $8000-12\,000 \text{ min}^{-1}$. При такъв режим на работа инерционните сили биха достигнали стойност, при която роторът ще се разруши. Затова се поставя *съединител със свободен ход*, който прекъсва кинематичната връзка при предаване на въртящия момент от маховика към стартера.

При някои стартери за намаляването на износването на триещите се повърхности се използват *механични спирачни устройства*. Те са два вида: постоянно включени и действащи след излизане от зацепване на зъбното колело.

7.2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА СТАРТЕРА

Устройство на електродвигателя. *Електродвигателят на стартера трябва да има голям въртящ момент при ниска честота на въртене. Тези качества имат постояннотоковите двигатели с последователно свързани възбудителна и роторна намотка* (вж. фиг. 10.2 а), но за намаляване на честотата на въртене на ротора на празен ход намират приложение и *двигателите със смесено свързване на възбудителната намотка* (вж. фиг. 10.2 в).

Електродвигателят на стартера, показан на фиг. 7.1, се състои от статор, ротор и капази.



Фиг. 7.1. Стартер с принудително включване и дистанционно управление

1 – заден капак; 2 – проводник; 3 – контактна клемма; 4 – клемма на електромагнита; 5 – контакт на изключване на вариатора; 6 – контактна плочка; 7 – намотка на електромагнита; 8 – котва; 9 – възвратна пружина; 10 – вилка; 11 – капак на релето; 12 – ос; 13 – дост; 14 – опорен винт; 15 – диск на средната опора; 16 – преден капак; 17 – опорен пръстен; 18, 25, 30 – втулки на вала; 19 – зъбно колело; 20 – съединител със свободен ход; 21 – спирални шлицы; 22 – водеща гривна; 23 – шлицова втулка; 24 – корпус; 26 – ротор; 27 – предпазна лента; 28 – колектор; 29, 33, 34 – винт; 31 – статорна намотка; 32 – полюсен накрайник; 35 – четкодържател; 36 – притискателна пружина; 37 – четка

Статорът представлява стоманен цилиндър, по вътрешната повърхност на който са закрепени полюсни крайници 32 с възбудителни намотки 31. Полюсните крайници са набрани от електротехническа ламарина. Намотките са навити от профилен меден проводник, с изолация между навивките и външната им повърхност. Броят им е равен на полюсите на електродвигателя.

Роторът 26 се състои от вал, върху който са набити роторен пакет и колектор 28. Роторният пакет е направен от електротехническа стоманена ламарина с изрязани канали по периферията. В каналите върху изолация са поставени проводниците на роторната намотка. Колекторът 28 е съставен от профилни медни пластини, които са изолирани помежду си. Изводите на роторната намотка са свързани по определена схема към колекторните пластини. Върху цилиндричната част на колектора се плъзгат четките 37. За създаване на определен контактен натиск четките се притискат от пружини. Четките се направляват от четкодържатели. Обикновено броят на четкодържателите е равен на броя на статорните полюси. Двигателят се затваря от *преден* 16 и *заден* 1 капак, в които лагерува роторът.

Принцип на действие. При захранване с електрическа енергия през статорната и роторната намотка на електродвигателя протича ток, от който се получават две магнитни полета. Взаимодействието между двете магнитни полета създава *въртящ момент*.

Характеристики на електродвигателя на стартера. Постояннотоковите *електродвигатели с последователно свързана възбудителна намотка* най-пълно задоволяват изискванията към стартерите. С намаляване честотата на въртене въртящият им момент нараства, като достига максималната си стойност при напълно спрял (застопорен) ротор.

Токът, протичащ през електродвигателя, се изменя в зависимост от състоянието на акумулаторната батерия, съпротивлението на електрическата верига и честотата на въртене на ротора. Изменението на въртящия момент, мощността и честотата на въртене зависят от големината на тока. Тези зависимости се изразяват чрез *характеристиките на електродвигателя*. Намотките на стартера имат голямо сечение и малък брой навивки, поради което активното им съпротивление е много малко. В момента на включване (при застопорен ротор) токът зависи основно от активното съпротивление на веригата и стойността му е най-голяма. В зависимост от конструкцията на стартера той достига 200–800 А. С увеличаване честотата на въртене в ротора се индуцира електродвижещо напрежение с обратна посока (противоелектродвижещо напрежение), което намалява тока. При празен ход токът има стойност 35–130 А. Ясно е, че с увеличаване на честотата на въртене токът намалява, което е изразено на фиг. 7.2 със зависимостта $n = f(I)$.

Електромагнитният въртящ момент се определя по формулата

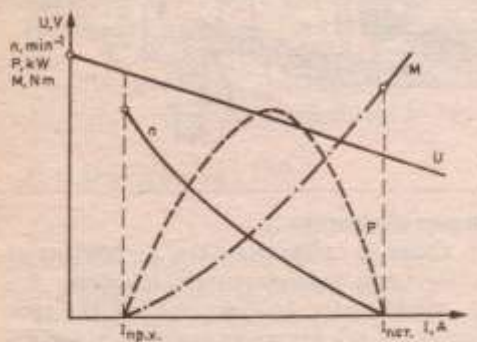
$$M_{\text{елм}} = C_M \Phi I_p \quad (7.2)$$

където C_M е постоянен коефициент, зависещ от конструктивните параметри на електродвигателя (чифтове полюси, брой на намотките на ротора, паралелни вериги на ротора);

Φ – магнитният поток на един полюс;

I_p – токът в ротора.

Тъй като токът е най-голям при неподвижен (застопорен) ротор, и въртящият момент има максимална стойност в този режим. От електротехниката е известно, че магнитният поток е пропорционален на тока. Следователно зависимостта $M_{\text{елм}} = f(I)$ (фиг. 7.2) е квадратична



Фиг. 7.2. Характеристики на електродвигателя на стартера

функция на тока в намотките на електродвигателя. С увеличаване честотата на въртене се увеличава индуктираното противоелектродвижещо напрежение $E_{обр}$ в намотките на ротора:

$$E_{обр} = Cn\Phi. \quad (7.3)$$

От казаното дотук следва, че с увеличаване на честотата на въртене въртящият момент намалява и при празен ход става нула. При такъв режим на въртене достига 2500–9000 min⁻¹. За ограничаването ѝ в някои стартери е поставена *втора възбудителна намотка*, свързана паралелно на ротора.

От физиката е известно, че мощността зависи от въртящия момент и ъгловата скорост:

$$P_{елм} = M_{елм}\omega = M_{елм} \cdot \frac{\pi n}{30}. \quad (7.4)$$

При $n = 0$ и $M = 0$ мощността е нула, а максималната ѝ стойност се получава приблизително при $I = 0,5I_{н.ст.}$ Тази стойност се приема за *номинална* и се дава в техническата документация на стартера. С увеличаване на тока се намалява напрежението между клемите на акумулаторната батерия. Следователно *въртящият момент* на електродвигателя *зависи* от степента на разреждане, температурата на акумулаторната батерия, съпротивлението на веригата (контактор, клеми, съединителни проводници) и техническото състояние на стартера.

Графичното изобразяване на зависимостите $P = f(I)$ и $U = f(I)$ е дадено на фиг. 7.2.

Класификация на стартерите. В зависимост от начина на действие на механизма за зацепване *стартерите могат да се класифицират* по следния начин:

- стартери с принудително механично включване (с непосредствено или дистанционно управление);
- стартери с електромагнитно включване;
- стартери с инерционно включване.

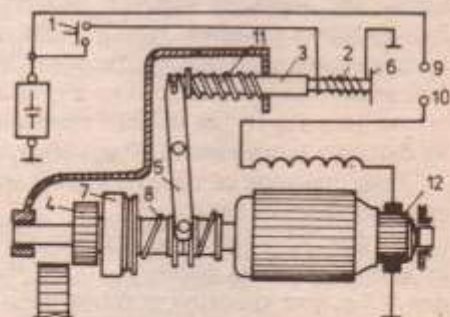
7.3. СТАРТЕРИ С ПРИНУДИТЕЛНО МЕХАНИЧНО ВКЛЮЧВАНЕ С ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ

Широко разпространение в съвременните двигатели са получили *стартерите с механично включване с тягово реле*, поставено върху предния капак на електродвигателя.

На фиг. 7.3 е дадена схемата на такъв стартер. След затваряне на контактният ключ I токът протича по веригата: *маса – акумулаторна батерия – контактен ключ – намотка на*

Фиг. 7.3. Схемата на стартер с принудително включване и дистанционно управление

1 – контактен ключ; 2 – намотка на електромагнита; 3 – котва; 4 – зъбно колело; 5 – лост; 6 – контактна плочка; 7 – съединител със свободен ход; 8 – буферна пружина; 9, 10 – контактни клеми; 11 – възвратна пружина; 12 – колектор



електромагнита – маса. Създаденото електромагнитно поле привлича котвата 3. С лоста 5 и гривната тя премества линейно зъбното колело 4, докато се зацепи с венца на маховика. В задния край на котвата е поставена контактната плочка 6. След зацепването контактната плочка опира на клемите 9 и 10 и затваря веригата на електродвигателя. Токът протича по веригата: *акумулаторната батерия – контактор – възбудителна намотка – ротор – маса.* Въртящият момент се предава от вала на ротора чрез шлицовата втулка и съединителя със свободен ход на зъбното колело 4.

След пускане на двигателя (при затворен контактен ключ) съединителят със свободен ход прекъсва връзката, при което зъбното колело се върти свободно, без да предава въртящ момент към вала на електродвигателя. След изключване на контактният ключ под действие на свитата пружина 11 котвата на електромагнита се връща в изходно положение, при което лостът 5 извежда от зацепване зъбното колело и захранването на електродвигателя се прекъсва.

7.4. СТАРТЕРИ С ЕЛЕКТРОМАГНИТНО ЗАЦЕПВАНЕ НА ЗЪБНОТО КОЛЕЛО

На фиг. 7.4 е дадена конструкцията и принципната схема на стартер с електромагнитно зацепване.

Зъбното колело се *зацепва* с венца на маховика чрез осово преместване на ротора.

В процеса на зацепване се създава малък въртящ момент, който намалява износването на зъбите на зъбното колело и венца на маховика. Върху полюсите на стартера са поставени две допълнителни намотки: притегляща 7, свързана последователно, и задържаща 8, включена паралелно на роторната намотка. Колекторът има голяма дължина, която осигурява необходимата контактна повърхност на четките при преместване на ротора.

Преди пускането роторът е изместен встрани от полюсите под действието на пружина 10. Въртящият момент се предава на зъбното колело (поставено свободно върху вала) чрез многодисков триещ съединител със свободен ход 12.

Електромагнитът включва стартера на две степени. При натискане на бутона 1 протича ток през допълнителните намотки на стартера. Създаденото магнитно поле привлича ротора към полюсите, при което той бавно се завърта, докато зъбното колело на стартера се зацепи с венца на маховика. След като зъбите са влезли на определено разстояние, блокиращият механизъм 9 се освобождава и се включва втората степен. Тогава контактът 5 затваря основната верига на възбудителната намотка 6, в резултат на което електродвигателят развива пълния си въртящ момент.

Когато двигателят с вътрешно горене започне да работи, електродвигателят се разтоварва, честотата на въртене нараства и токът във възбудителната намотка намалява. Задържащата намотка държи зъбните кола зацепени, докато се натиска бутонът. При такъв режим, за да се предотврати разрушаването на ротора, е поставен *триещ съединител*. Той изключва предаването на въртящ момент от зъбното колело към вала на стартера и ограничава въртящия момент при единични запалвания на двигателя. След като се изключи бутонът 1, пружината 10 връща ротора в изходно положение.

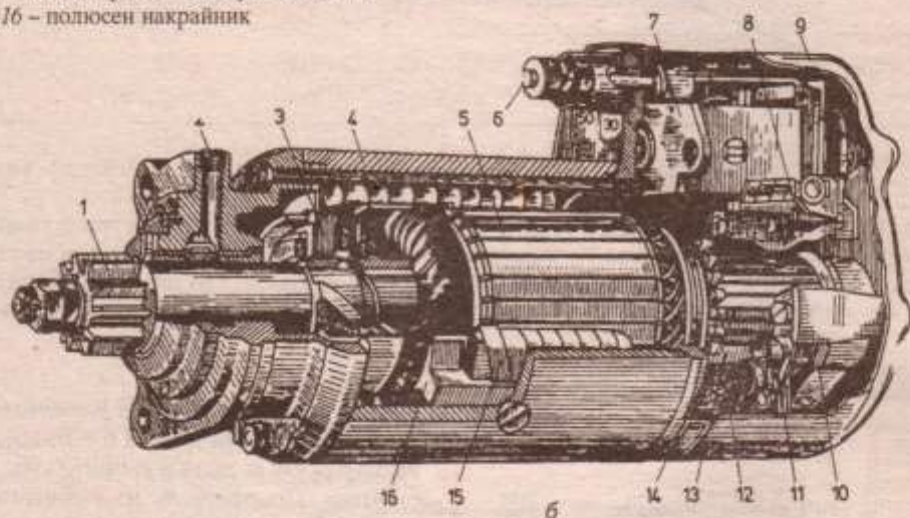
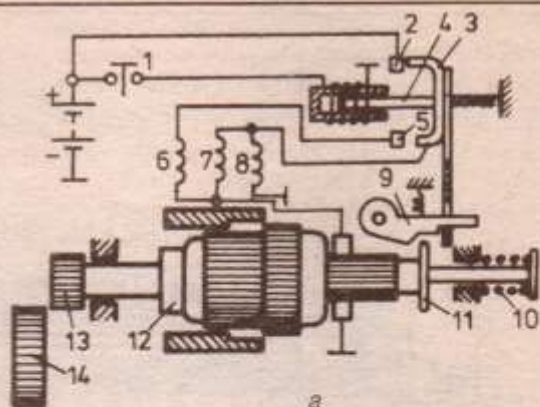
Тези стартери се произвеждат с мощност от 1,8 до 4,5 kW. Те имат по-сложно устройство и по-висока цена.

На фиг. 7.5 е дадена конструктивната схема на стартер с електромагнитно зацепване на зъбното колело на фирмата „Бош“. Електрическата схема е същата, както показаната на фиг. 7.4 а, но в конструкцията осовото придвижване на зъбното колело 1 се осъществява от пръта 3, който се задвижва от електромагнита 11. Намотката на електромагнита е свързана

Фиг. 7.4. Стартер с електромагнитно зацепване на зъбното колело

а – принципна схема: 1 – бутон; 2, 5 – контактни клеми; 3 – контактна плочка; 4 – котва на превключателя; 6 – възбудителна намотка; 7 – притегляща намотка; 8 – задържаща намотка; 9 – блокиращ механизъм; 10 – възвратна пружина; 11 – шайба; 12 – многодисков триещ съединител; 13 – зъбно колело; 14 – зъбен венец на маховика

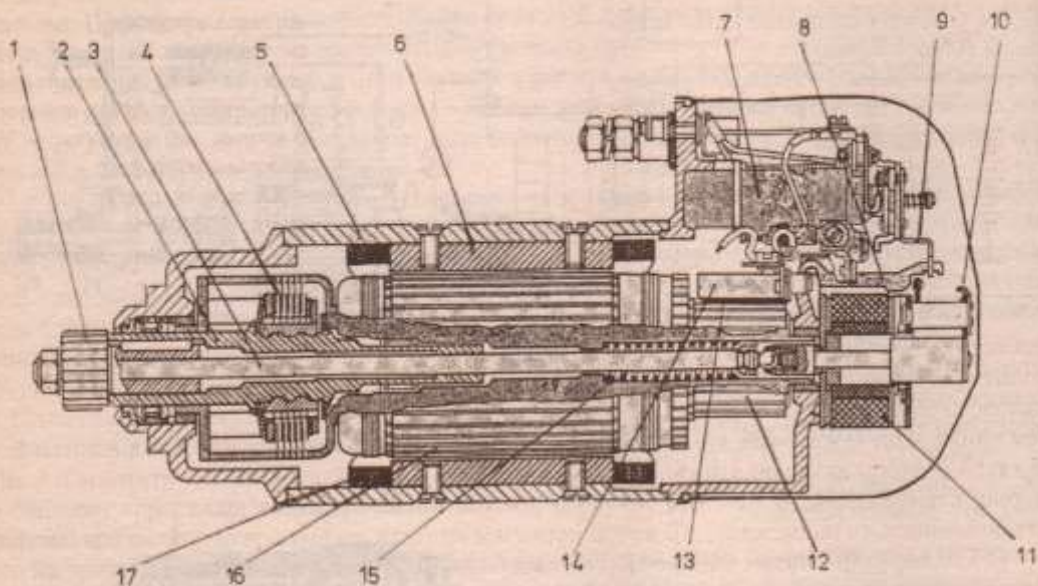
б – конструкция: 1 – зъбно колело; 2 – пробка; 3 – триещ съединител със свободен ход; 4 – статор; 5 – ротор; 6 – клемма; 7 – електромагнитен включвател; 8 – ключалка; 9 – защитен капак; 10 – гривна на изключвателя; 11 – пружина; 12 – четка; 13 – четкодържател; 14 – колектор; 15 – възбудителна намотка; 16 – полюсен накрайник



на последователно на ротора. Валът 2 на ротора предава въртящия момент на зъбното колело 1 посредством многодисковия триещ съединител 4 и плъзгащо шлицово съединение. След изключване на електромагнита възвратната пружина 15 връща пусковия механизъм в изходно положение.

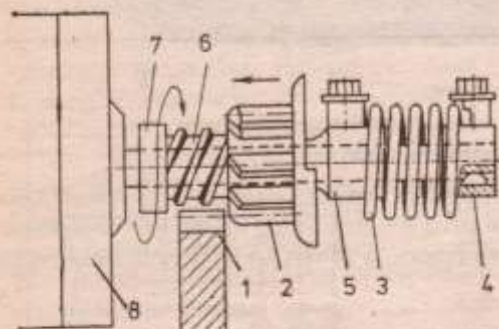
7.5. СТАРТЕРИ С ИНЕРЦИОННО ВКЛЮЧВАНЕ

При стартерите с инерционно включване венцът на маховика е разположен между електродвигателя и зъбното колело на стартера. Устройството на механизма на зацепване е показано на фиг. 7.6. Към вала на електродвигателя чрез клин е закрепена втулката 4, която посредством пружината 3 предава въртящ момент към водимата втулка 5. Върху част от



Фиг. 7.5. Конструктивна схема на стартер с електромагнитно зацепване на зъбното колело на фирмата „БОШ“

1 – зъбно колело; 2 – задвижващ вал; 3 – прът на електромагнита; 4 – многодисков триещ съединител; 5 – статор; 6 – полюсен накрайник; 7 – управляващо реле; 8 – кука на блокиращия механизъм; 9 – задържаща пластина на блокиращия механизъм; 10 – зъб за управление на блокиращия механизъм; 11 – електромагнит; 12 – колектор; 13 – четки; 14 – четкодържатели; 15 – възвратна пружина; 16 – ротор; 17 – възбудителна намотка



Фиг. 7.6. Стартер с инерционно включване

1 – маховик на двигателя; 2 – зъбно колело на стартера; 3 – пружина; 4 – задвижваща втулка; 5 – водима втулка; 6 – винтови шлицы; 7 – упор; 8 – електродвигател на стартер

дължината на втулката са изработени правоъгълни винтови шлицы 6 с голяма стъпка. Върху тях се движи зъбното колело 2 на стартера. Периферията на зъбното колело е обработена ексцентрично така, че да създава значителен инерционен момент. В края на втулката е монтиран упорът 7.

При подаване на напрежение към стартера електродвигателят му се завърта, но поради значителния инерционен момент на зъбното колело то остава неподвижно и по винтовите шлицы 6 се придвижва напред, като се зацепва с венца на маховика 1. Когато зъбното колело опре в упора, то се завърта с честотата на въртене на ротора и предава въртящ момент от стартера към маховика. Когато двигателят заработи, поради голямото предавателно отно-

шение между венца на маховика и зъбното колело на стартера, последното се развърта с честота, значително по-голяма от честотата на въртене на ротора, и движейки се по винтовите шлицы в обратна посока, излиза от зацепване с венца на маховика.

Тези стартери работят надеждно, имат просто устройство, но включването им е съпроводено със силен удар.

7.6. КОНСТРУКТИВНО ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СТАРТЕРИТЕ

Конструктивните схеми на стартерите може да се разделят на *две основни групи*: стартери, на които зъбното колело е разположено между опорите, и стартери с конзолно разположено зъбно колело.

Стартер от първия вид е вече разгледаният (по принцип на действие) от фиг. 7.1. Той е с *електромагнитно включване* и *дистанционно управление*. Електродвигателят му е с четириполюсна, последователно свързана възбудителна намотка. *Полосните накрайници 32 и корпусът 24* са изработени от мека стомана. Върху всеки полюсен накрайник е поставена възбудителна бобина *31*. *Намотките* са навити от меден проводник с правоъгълно сечение. Между навивките има изолация от електрокартон. Външната повърхност на намотките е обвита с памучна лента, напоена с изолационен лак. Изводите от възбудителните намотки са свързани към клемите за захранване и към четкодържателите *35* на задния капак. Върху гетинаксова изолация са занитени *два четкодържателя*. *Други два четкодържателя* са занитени към капака без изолация – свързани към маса. В четкодържателите са поставени меднографитни четки *37*. Капаците *1* и *16* и дискът *15* на междинната опора са свързани към корпуса с винтове. В тях върху порести медно-графитни или металокерамични втулки *18, 25, 30* е лагеруван роторът *26*.

Роторът се състои от вал, роторен пакет с намотка и колектор. Роторният пакет е набран от ламели от електротехническа ламарина, запресовани върху вала. По периферията му са изрязани канали от полузакрит тип, в които се поставя *роторната намотка*, съставена от секции. Всяка секция се състои от една навивка, направена от меден проводник с правоъгълно сечение. Секциите са поставени в каналите на роторния пакет върху изолация от електрокартон, като изводите им са свързани към колектора *28* по определена схема. Осовата хлабина на вала на ротора се регулира чрез шайби.

Колекторът е съставен от отделни медни пластини, изолирани помежду си с пластмаса, армирана със стоманени пръстени.

Тяговото реле на стартера има две намотки: *притегляща и задържаща* (при някои конструкции има само една намотка, например за ВАЗ). Притеглящата намотка е свързана последователно към веригата на стартера, а задържащата – паралелно. Поставянето на две намотки дава възможност за по-малки размери и маса на електромагнита. Притеглящата намотка е включена за кратко време (докато се придвижи котвата), което позволява през нея да се пропусне по-голям ток.

Магнитният поток, създаден от двете намотки, придвижва котвата, след което остава включена само задържащата намотка. Намотките имат общ извод, свързан на клема, поставена върху корпуса на включвателя. Другият край на притеглящата намотка е съединен с болта *4*, а на задържащата – на маса. Бобината с намотките е поставена в стоманен цилиндър, който служи за магнитопровод и ги предпазва от повреда. В месингов цилиндър оста на бобината е поставена котвата *8*. Котвата се държи в изходно положение от пружината *9*. Върху задния край на котвата на изолирани шайби и втулки се намира контактният диск *6*. От двете му страни има пружини, които дават възможност за осово придвижване и осигуряват необходимия натиск върху контактните болтове *3*.

На някои стартери на задния капак 1 се поставя допълнителен контакт за шунтиране на вариатора на запалителната уредба. Към другия край на котвата е свързан лостът 13, поставен на ексцентрична ос. На долния му край има вилка, която влиза в разрязаната гривна 22. Тяговото реле е закрепено към предния капак 16.

Върху винтови шлицы на вала на ротора е поставена втулка със съединител със свободен ход 20 и зъбно колело 19. Върху втулката се намират гривната 22 и пружините 21 и 23. Челната повърхност на зъбите на колелото е скосена за по-лесно зацепване. При включване на електромагнита лостът 13 придвижва осово шлицовата втулка със зъбното колело 19, докато се зацепи с венца на маховика. Когато зъбното колело се премести на 3/4 от пълния ход, контактната плочка 6 затваря веригата на електродвигателя, като опира в контактните клеми на болтовете 3.

Предаваният въртящ момент на винтовите шлицы създава осова сила, която свива пружината 23 и премества зъбното колело до края на възможния ход. Ако при включването на стартера зъбите на предавката застанат срещуположно, движението на зъбното колело се прекратява, но гривната се придвижва, като свива пружината 21. Котвата на електромагнита също се придвижва, докато контактната плочка затвори веригата на електродвигателя. При малко завъртане на ротора зъбното колело се зацепва от силата на пружината 21 и осовата сила на винтовите шлицы.

След като се изключи токът, захранващ електромагнита, осовата сила във винтовите шлицы сменя посоката си и заедно със силата на възвратната пружина 9 извежда зъбното колело от зацепване. В това време котвата на електромагнита се връща в изходно положение и контактната плочка изключва веригата на стартера. Ако зъбите на предавката се заклинят, веригата на електродвигателя остава включена и при изключена верига на електромагнита. Тогава силата на възвратната пружина 9 свива противодействащата ѝ пружина 23, в резултат на което котвата се придвижва и контактната плочка се изключва. Силата на триене между зъбите се намалява и колелото излиза от зацепване.

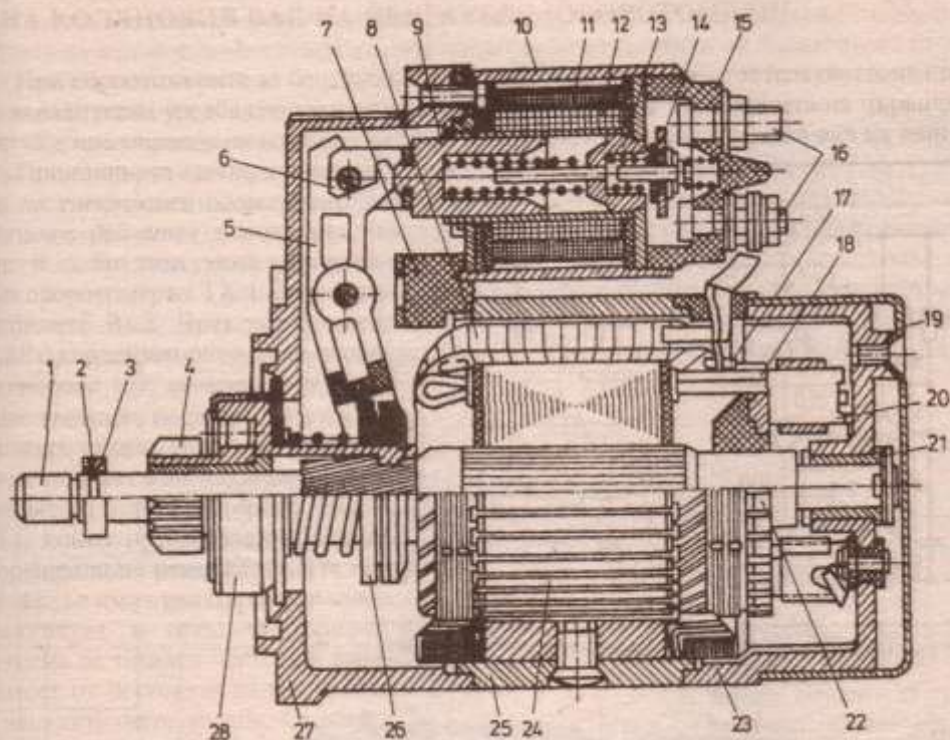
Стартер от втория вид е показан на фиг. 7.7 – конструктивно изпълнение на стартер с член колектор и лагериране в капака на съединителя на двигателя.

7.7. СЪЕДИНИТЕЛИ СЪС СВОБОДЕН ХОД

Ролков съединител. Показан е на фиг. 7.8. Състои се от чашка 5 с четири клинообразни изреза на вътрешната повърхност. Тя е изработена от стомана и е свързана неподвижно с шлицовата втулка 8. Зъбното колело 1 завършва с термообработена цилиндрична част 2, която влиза в чашката. В изрезите на чашката са поставени ролките 3. Те се притискат от шлъзгачите 11 и пружините 10 към стеснената част на клинообразния изрез. Страничните шайби ограничават осовото преместване на ролките. Механизмът е затворен от кожата 4, завалцован върху чашката.

При предаване на въртящ момент на шлицовата втулка от вала на електродвигателя ролките се заклинват между изрезите и цилиндричната част на зъбното колело, като създават неподвижна връзка. При предаване на въртящ момент на зъбното колело от венца на маховика ролките се придвижват към широката част на изреза, в който се въртят свободно, вследствие на което връзката се прекъсва.

В управляващата верига на някои стартери има реле за включване. То намалява тока през контактния ключ при пускане. Също така в някои електрически схеми на управляващата верига се включва блокиращо реле, което изключва автоматично стартера след пускане на двигателя.

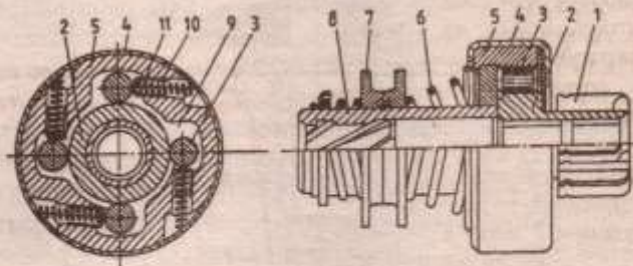


Фиг. 7.7. Стартер с челен колектор и лагуване в капака на съединителя - 29.3708

1 - вал; 2 - еластичен пръстен; 3 - упорен пръстен; 4 - зъбно колело; 5 - дост на включвателя; 6 - електромагнитен включвател; 7 - уплътнител; 8 - възбудителна намотка; 9 - котва на включвателя; 10 - корпус на включвателя; 11 - задържаща намотка; 12 - притегляща намотка; 13 - полюсен накрайник; 14 - контактна плочка; 15 - капак; 16 - контактни клеми; 17 - бандаж; 18 - намотка на ротора; 19 - защитен капак; 20 - четка; 21 - лагерна втулка; 22 - челен колектор; 23 - заден капак; 24 - ротор; 25 - статор; 26 - гривна; 27 - преден капак; 28 - ролков съединител със свободен ход

Фиг. 7.8. Ролков съединител със свободен ход

1 - зъбно колело; 2 - цилиндрична главина; 3 - ролка; 4 - кожух; 5 - чашка; 6 - буферна пружина; 7 - водеща гривна; 8 - шлицова втулка; 9 - клиновиден изрез; 10 - пружина; 11 - плъзгач

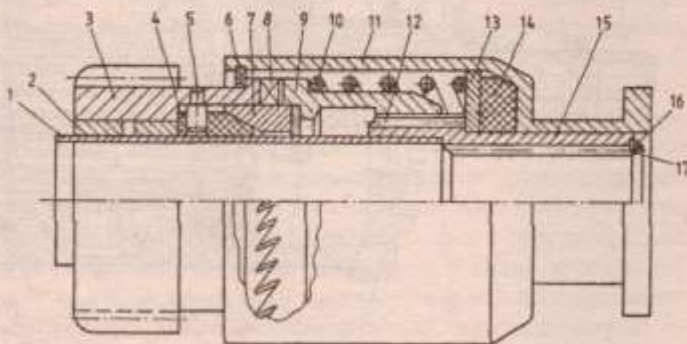


За пускане на дизеловите двигатели са необходими *електродвигатели с голяма мощност*. Ако се използва 12-волтова електрическа уредба, големината на тока би била много голяма, което налага увеличаване на капацитета на акумулаторната батерия и габаритите на стартера. Когато напрежението се повиши на 24 V, може да се получи по-голяма мощност на електродвигателя при по-малки размери. Устройството на електродвигателя и тяговото реле не се различават от разгледаните. Ролковият съединител със свободен ход *не може да осигури предаването на голям въртящ момент*. Затова се използват зъбни съединители със свободен ход, многодискови сухи триещи съединители и механизми с инерционно механично зацепване.

Храповиков съединител. Храповиковият съединител със свободен ход (фиг. 7.9) се състои от корпус 11, водеща 9 и водима 3 втулка със зъби на челната повърхност, шлицова втулка 15, три текстолитови вложки 4 с шифтове 5, конусен пръстен 7, пружина 10 и еластични пръстени 6 и 16. Водещата втулка 9 се движи по винтовите шлицы 12 на втулката 15. Силата на пружината 10 притиска двете втулки, с което държи в зацепено състояние челните зъби 8.

Фиг. 7.9. Храповиков съединител със свободен ход

1, 2 – плъзгаща втулка; 3 – зъбно колело с водима втулка; 4 – текстолитови вложки; 5 – направляващ шифт; 6, 16 – еластичен пръстен; 7 – конусен пръстен; 8 – челни зъби; 9 – водеща втулка; 10 – пружина; 11 – корпус; 12 – винтови шлицы; 13 – опорна шайба; 14 – гумен пръстен; 15 – шлицова втулка; 17 – прави шлицы

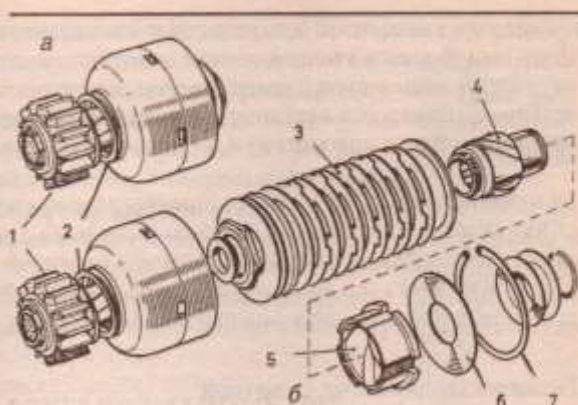


При включване шлицовата втулка се движи по правите шлицы 17 на вала на двигателя от лоста на електромагнитното реле. След зацепване се включва електродвигателят. Въртящият момент предизвиква осова сила между винтовите шлицы на втулката 15 и водещата втулка 9, която се притиска към водимата втулка 3. След пускане на двигателя (при включена верига на стартера) венецът на маховика започва да върти зъбното колело 3. Зъбите на втулките се плъзгат по повърхността си, като свиват пружината 10, без да предават въртящ момент. Под действие на центробежните сили вложките 4 се придвижват радиално по шифтовете 5. Между конусните повърхности на вложките и конусния пръстен 7 се създава осова сила, която задържа зъбния съединител разединен и предпазва зъбите му от износване. Ако в периода на включване зъбите на предавката застанат срещуположно, движението на зъбното колело спира. Под действие на силата на електромагнитна корпусът и шлицовата втулка продължават да се движат, в резултат на което спиралните шлицы завъртат двете втулки и зъбното колело.

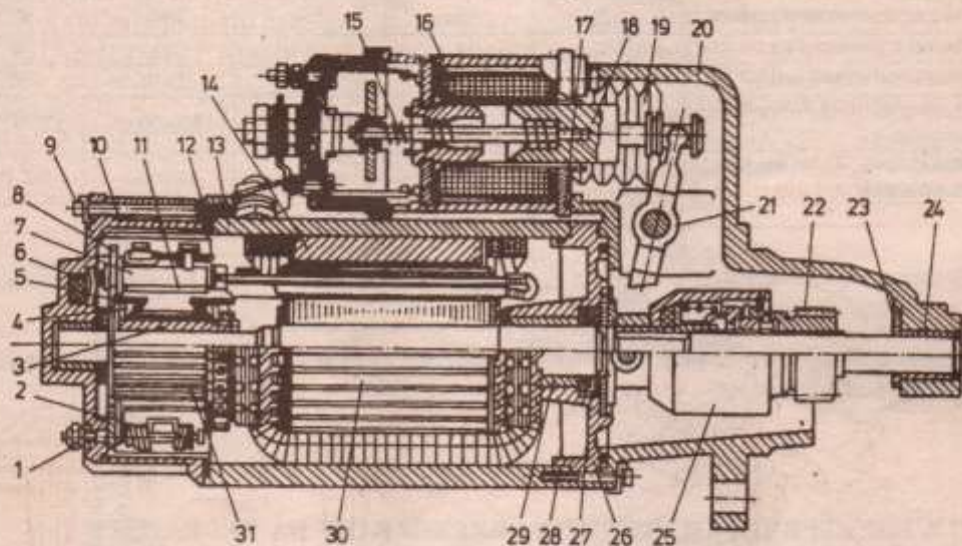
Многодискови триещи съединители със свободен ход. Те се използват за стартери с мощност над 4 kW. Могат да предават голям въртящ момент при сравнително малки размери. Имат възможност да ограничават предавания въртящ момент, с което намаляват ударното натоварване на частите. Затова те преобладават при стартери с мощност над 8 kW.

Многодисковите триещи съединители се срещат в две конструктивни изпълнения: съединител като самостоятелен възел, който се премества по оста на вала на стартера, и съединител, представляващ съставна част на ротора, в който при включване се премества целият ротор.

Триещият съединител на фиг. 7.10 се състои от два пакета фрикционни пластини 3, монтирани върху задвижващата втулка 4. Върху външния диаметър на втулката са изработени правоъгълни винтови шлицы с голяма стъпка, а по вътрешния – прави шлицы, през които се предава въртящият момент на стартера. Зад фрикционните пластини е разположена натягащата втулка 5, по вътрешния диаметър на която са изработени винтови шлицы, аналогични на винтовите шлицы на задвижващата втулка 4. При пускане на двигателя поради усилието, приложено към зъбното колело на стартера, натягащата втулка се премества по винтовите шлицы, притискайки двата пакета фрикционни пластини и през тях въртящият момент се



Фиг. 7.10. Конструкция на триещ съединител със свободен ход – общ вид (а) и устройство (б)
1 – зъбно колело на стартера; 2 – демпферна пружина; 3 – фрикционни пластини; 4 – задвижваща шлицова втулка; 5 – натягаща втулка; 6 – регулировъчни шайби; 7 – фиксиращ пружинен пръстен



Фиг. 7.11. Стартер с храповиков съединител – СТ 142

1, 9, 28 – болт; 2 – пружина; 3 – втулка на колектора; 4 – притискателен пръстен; 5 – изолационен конус на колектора; 6 – кече; 7 – четкодържател; 8 – стойка; 10 – капак; 11 – четка; 12, 17 – гумени уплътнителни пръстени; 13 – статор; 14 – полюсен накрайник; 15 – прът на котвата; 16 – електромагнитен включвател; 18 – котва; 19 – силфон; 20 – капак на включвателя; 21 – дост на включвателя; 22 – зъбно колело; 23 – упорна шайба; 24, 29 – лагерна втулка; 25 – зъбчат съединител със свободен ход; 26 – междинен капак; 27 – маншет; 30 – ротор; 31 – колектор

предава към венца на маховика. Когато двигателят заработи, поради по-високата честота на въртене на зъбното колело, натягащата втулка се „развива“ по винтовите шлицы, с което освобождава фрикционните пластини.

Големината на предавания към венца на маховика въртящ момент може да се променя чрез добавяне или изваждане на регулировъчни шайби 6.

Стартерите работят при различни пътни и климатични условия. За да се осигури работоспособността им, вътрешната повърхност трябва да се предпазва от замърсяване. Затова в зависимост от конструкцията са предвидени различни начини на уплътнение (гумени уплътнения, хартиени ленти и др.).

На фиг. 7.11 е изобразен стартер (тип СТ – 142) с междинна опора и храповиков съединител. Данни за различни типове стартери са представени в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Технически данни на стартери

Параметри	СТ-230 К СТ-230 А СТ-230 Б	СТ-221	СТ-117 А	СТ-142	СТ-103
Номинално напрежение, V	12	12	12	24	24
Номинална мощност, kW	1,5	1,3	1,32	7,7	8
Режим на празен ход ток, А, не повече от:	85	35	85	130	110
– при честота, min ⁻¹	4000	5000	3800	–	3500
Режим на запънат ротор ток, А, не повече от:	530	500	550	800	825
Въртящ момент, N.m	22,5	14	16	50	60
Височина на четките	14/6	16/12	14/10	20/13	20/15
Натиск на пружините на четките, g	850-1400	900-1100	1200-1500	1500-2000	1250-1750
Тип на електромагнитния включвател	РС 507 Б	РС 221	РС 14	РС 142	РС 103
Поставят се на автомобил	ГАЗ 24 ГАЗ 53 ГАЗ 66 ЗИЛ 130	ВАЗ	Москвич	КамАЗ	Маз, Краз

Забележка. В числителя е нанесена началната височина на нова четка, а в знаменателя – минимално допустимата височина.

7.8. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ УРЕДИ ЗА ОБЛЕКЧАВАНЕ НА ПУСКАНЕТО НА ДИЗЕЛОВИТЕ ДВИГАТЕЛИ

При пускане на студен дизелов двигател температурата на въздуха в горивната камера в края на такта на съгъстяването може да не достигне необходимата стойност за самовъзпламеняване на горивото. Затова през пусковия период се използват *спомогателни средства за възпламеняване* на горивната смес. Това става чрез загряване на въздуха в пълнителния колектор от електрофакелни нагреватели или от електронагревателни свещи, поставени в горивната камера на двигателя.

Електронагревателни свещи. Те осигуряват възпламеняването на горивото чрез повишаване на температурата на въздуха в горивната камера или чрез непосредствено запалване на капките впръскано гориво, влезли в допир с нагрятая свещ. Нагревателните свещи биват:

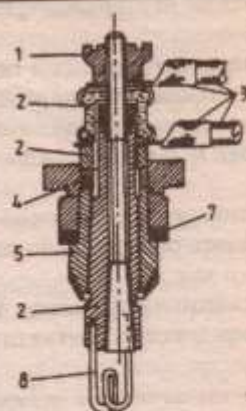
- с откритата нагревателна спирала;
- бързонагриващи със закрит нагревателен елемент.

На фиг. 7.12 е показано устройството на свещ с откритата нагревателна спирала. Тя се състои от нагревателна спирала 8 и корпус 5. Изводите на спиралата са изолирани от корпуса и помежду си от керамичен изолатор 2. Корпусът има резба с уплътнителен пръстен 7 за свързване към главата на цилиндъра. Свещта се захранва с електрическа енергия чрез кабелните обувки 3 и гайката 1. Плътноста на елементите на свещта се осигурява от херметизиращата маса 4. Нагревателната спирала е изработена от хромова или хром-никелова стомана, тъй като тя трябва да издържа на температура 1200–1300 К. За да се осигури достатъчна надеждност, спиралата се захранва с ниско напрежение 0,9–1,7 V и ток 32–40 А.

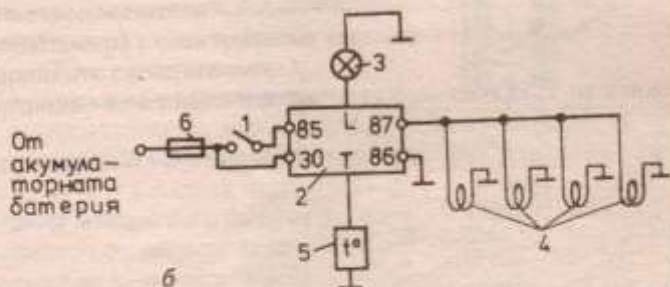
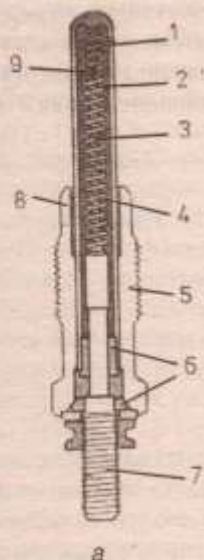
Всички свещи се свързват последователно, като се включва допълнителен резистор за нормалното им захранване и индикатор за контрол на работата им.

В новите модели автомобили се използват бързонагриващи свещи, при които нагревателният елемент, монтиран в затворен корпус (фиг. 7.13 а), е изработен от съпротивителен проводник или полупроводников материал.

Схемата на свързване на бързонагриващи свещи е показана на фиг. 7.13 б. При включване на контактният ключ 1 се подава напрежение към управляващото реле 2, през което се



Фиг. 7.12. Нагревателна свещ с откритата нагревателна спирала
1 – контактна гайка; 2 – изолатор; 3 – кабелни обувки; 4 – уплътнителна маса; 5 – корпус; 6 – изолатор; 7 – уплътнителен пръстен; 8 – нагревателна спирала



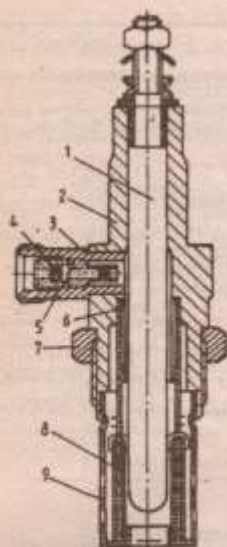
Фиг. 7.13. Бързонагриваща свещ
а – устройство: 1 – нагревател; 2 – нагревателна тръба; 3 – регулиращ резистор; 4 – керамичен изолационен прах; 5 – метален корпус; 6 – уплътнители; 7 – съединителна резба; 8 – уплътнителен конус; 9 – връзка на регулиращия резистор с нагревателя
б – схема на свързване: 1 – контактен ключ; 2 – управляващо реле; 3 – контролна лампа; 4 – нагревателни свещи; 5 – термопротектор; 6 – предпазител

захранват нагревателните свещи 4. В същото време светва и контролната лампа 3, разположена на арматурното табло. След като нагревателните свещи достигнат зададената температура (след 2-4 s), контролната лампа изгасва и водачът може да включи стартера.

Времето за подгряване се определя от вградена в управляващото реле електронна времезадаваща схема. То е различно в зависимост от температурата на двигателя, информация за което се получава от термопреобразувателя 5.

Управляващото реле поддържа включени нагревателните свещи определено време след като двигателят заработи, независимо че контролната лампа не свети. Това се прави, за да се осигури по-равномерна работа на студения двигател с по-малко димене в режим на празен ход, а също и по-плавни изменения на температурата на свещите.

Електрофакелни нагреватели. Предназначението им е при ниска температура да загряват достатъчно постъпващия въздух в пълнителния колектор, докато се достигне температура, осигуряваща пускането на двигателя.



Фиг. 7.14. Електрофакелна свещ

1 - нагревателен елемент; 2 - корпус; 3 - шуцер; 4 - филтър; 5 - жигльор; 6 - мрежа; 7 - контрагайка; 8 - обемна решетка; 9 - екран

На фиг. 7.14 е показана електрофакелна цифтова свещ, поставена в захранващия колектор. В кух стоманен цилиндър има нагревателна спирала, изолирана от стените с топлопроводна маса. От помпа по тръбопровод, свързан към шуцера 3, се подава гориво. То минава през филтъра 4, дозира се от жигльора 5 и се стича по мрежата 6, поставена в пръстеновидното пространство между нагревателя 1 и корпуса 2. Горивото се загрява и частично се изпарява. На изхода има обемна решетка 8 с голяма изпарителна повърхност. Около решетката е поставен екран 9 с два реда отвори, които предотвратяват угасването на пламъка при изменение скоростта на въздуха в захранващия колектор. Изпареното и нагрятото гориво се смесва с въздуха около екрана и се запалва, като образува пламъчен факел. Електрофакелният нагревател се включва предварително. След достигане на необходимата температура на нагревателния елемент се включва стартерът, едновременно с който се задейства и помпата за подаване на гориво към нагревателя. Образуваният факел загрява постъпващия въздух в колектора и осигурява бързо пускане на двигателя.

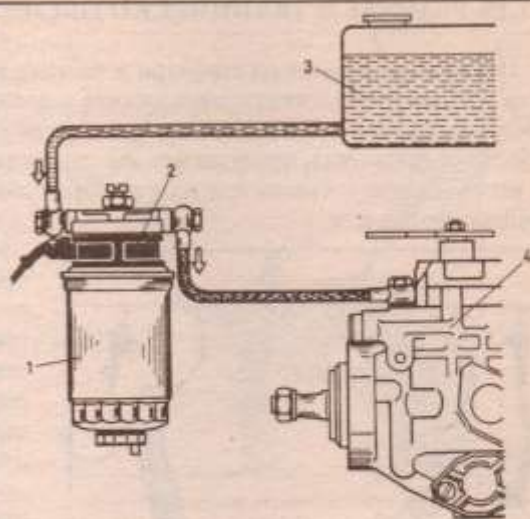
Загряване на горивото. При пускане в действие на дизеловия двигател трябва да се осигури нормален поток на горивото в горивната уредба. При ниски температури парафинът в горивото се сгъстява и запушва филтрите. Затова в зимни условия се използва специално гориво, с което е възможно пускането на дизеловия двигател до температура -22°C . Освен това в горивните филтри се вграждат електрически нагреватели, което може да се осъществи чрез две конструктивни решения:

- с нагревателен елемент в капака на филтъра;
- с нагревателен елемент, поставен във филтъра.

На фиг. 7.15 е представено първото решение. Управлението на нагревателния елемент се осъществява от терморегулатор в капака на филтъра. Той го включва автоматично при температура под 6°C и го изключва при 15°C . Така при ниски температури се осъществява безпрепятствено протичане на горивото през филтрите и се избягва претоварването на акумулаторната батерия в пусков режим.

Фиг. 7.15. Принципна схема за загряване на горивото на дизелов двигател

1 – горивен филтър; 2 – нагревателен елемент; 3 – резервоар за гориво; 4 – разпределителна горивонагнетателна помпа



7.8. НЕИЗПРАВНОСТИ НА ПУСКОВАТА УРЕДБА

Най-често срещаните неизправности са следните:

Разредена акумулаторна батерия. При включване на стартера колянният вал се завърта с ниска честота. Ако акумулаторната батерия е много разредена, тяговото реле включва и изключва и се чува „чукане“ от осовото движение на зъбното колело. Същият ефект се получава и при прекъсната задържаща намотка на електромагнита или при влошена връзка между полюсните клеми и крайниците.

Тяговото реле се включва, но електродвигателят не работи. Дължи се на окислени клеми, окислена плочка на включвателя или на нарушен контакт между четките и колектора.

Включвателят е изправен, а роторът се върти бавно или не се завърта. Причините са окислени полюсни клеми и крайници на акумулаторната батерия, хлабави полюсни крайници, пробив на изолацията на намотките (роторна или статорна) към корпуса.

Електродвигателят няма мощност и честотата на въртене е ниска. Дължи се на окислени контакти на тяговото реле, окислен или омаслен колектор, износени четки, намалена притискаща сила на пружините на четките.

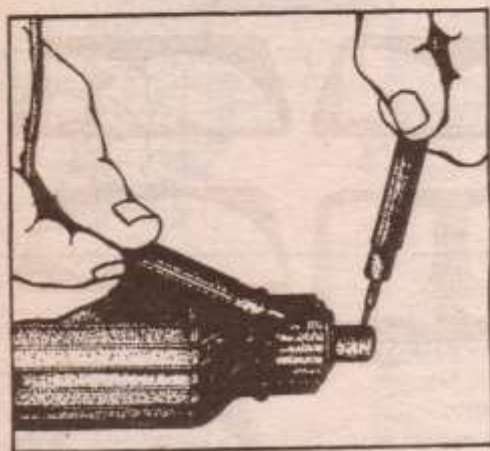
Роторът на електродвигателя се върти с висока честота, а колянният вал не се завърта. Получава се при буксуване на съединителя със свободен ход или при повредена вилка на включвателя.

При включване на стартера зъбното колело стърже по венца на маховика и не се зацепва. Дължи се на разбити зъби на венца на маховика или на разхлабени винтови съединения към капака на съединителя, неправилно регулиране на механизма за включване или осово изместване.

След като се пусне, стартерът не се изключва. Получава се от заклиняване на зъбите на предавката, от осовото изместване на ротора, от блокиране на контактния ключ или счупени пружини.

7.10. РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ НА ПУСКОВАТА УРЕДБА

Проверка и ремонт на стартера и частите му. *Стартерът се сглобява и разглобява* като се спазват технологията, монтажните условия и моментите на затягане на резбовите съединения, дадени в техническите документи на производителя. Частите на разглобения стартер се почистват, продухват се със състен въздух и чрез оглед се определя механичното им състояние (счупени или изкривени капаци, разкъсана изолация, прекъснати или разпоени намотки и др.).

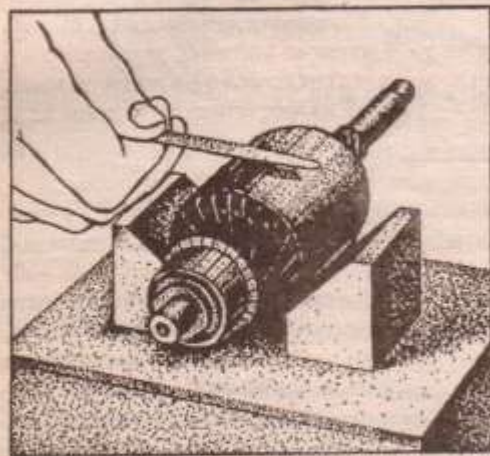


Фиг. 7.16. Проверка на изолацията на ротора

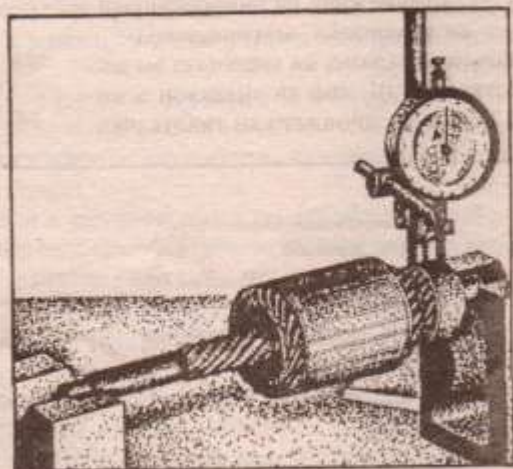
Електрическата исправност на ротора се проверява с пробна лампа 220 V, с омметър или с отворен трансформатор. Омметърът (или пробната лампа) се свързва към пластините на колектора и към вала (фиг. 7.16). Ако лампата светне (до 1 минута) или омметърът покаже съпротивление на изолацията, по-малко от допустимото, роторът трябва да се замени.

За проверка на изолацията между навивките на намотката роторът се поставя върху отворен трансформатор, превърта се бавно с едната ръка, а с другата се опира по повърхността му стоманена пластина (фиг. 7.17). Ако има повреда в някоя секция, пластината се притегля от нея и започва да вибрира, като издава специфичен звук.

С часовников индикатор се проверява биенето на колектора и роторния пакет спрямо шийките на вала (фиг. 7.18). Износеният колектор може да се възстанови чрез стругова-



Фиг. 7.17. Проверка на ротора с отворен трансформатор



Фиг. 7.18. Проверка на ротора за радиално биене

не, след което се шлифова с фина „водна“ шкурка. Оглежда се повърхността на шлиците и шийките.

Върху тях не трябва да има следи от задиране, побитости и износване, които могат да доведат до блокиране на шлицовата втулка към вала. *Зъбното колело* трябва леко да се завърта спрямо шлицовата втулка в посока на въртене на ротора, а в обратна посока – да затяга. Шлицовата втулка трябва да се движи леко по шлиците на вала.

Изправността на изолацията и непрекъснатостта на статорната намотка се проверяват с пробна лампа или омметър (фиг. 7.19). Ако измереното съпротивление се различава от стойностите, дадени в техническата документация, или пробната лампа покаже пробив на изолацията, намотката се заменя с нова. Затова трябва да се *свалят полюсните крайници*. Преди свалянето им трябва да се поставят означенията върху корпуса и полюсните крайници, така че при поставянето им да заемат първоначалното си положение. Препоръчва се преди поставянето намотката да бъде нагрята до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Така тя става по-гъвкава и лесно се монтира.

Полюсните крайници трябва да се притегнат плътно, за да се осигури предписаното разстояние между ротора и статора. Престъргване на полюсните крайници не се допуска.

Капацитите се проверяват за пукнатини и се определя износването на втулките. Износените втулки се заменят с нови. Преди да се поставят, медно-графитните втулки трябва да се изсушат при $100\text{--}150\text{ }^{\circ}\text{C}$, след което в продължение на два часа се поставят в машинно масло с температура $180\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$. След запресоване втулките се райбероват по размера на вала.

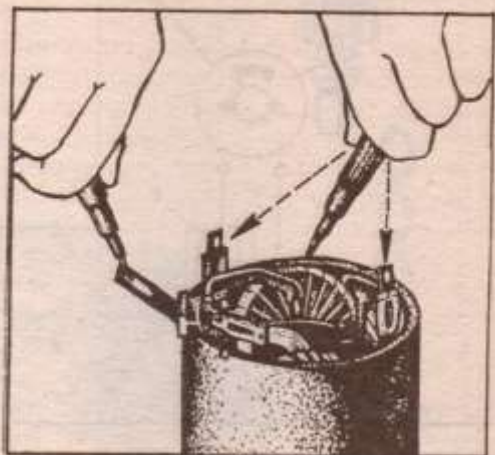
С пробна лампа или омметър се *проверява и изолацията на четкодържателите* (фиг.

7.20). При замаяна четките трябва да се пасват към колектора. С динамометър се проверява натискът на пружините, който трябва да отговаря на предписаната стойност $8\text{--}15\text{ N}$.

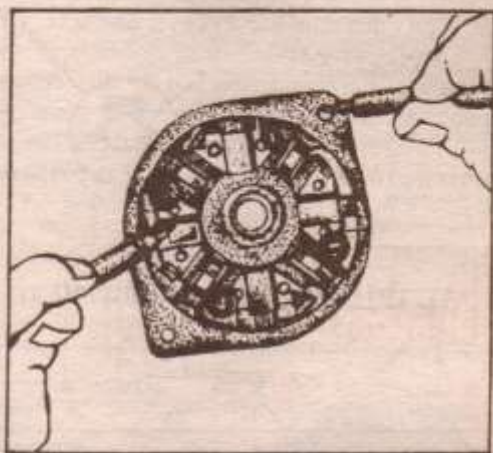
Проверяват се състоянието на контактите и движението на *тяговото реле*. Ако контактите са окислени, те трябва да се почистят със ситна шкурка, като контактната плочка трябва да приляга плътно върху повърхността на клемите.

Намотката на електромагнита се проверява с омметър.

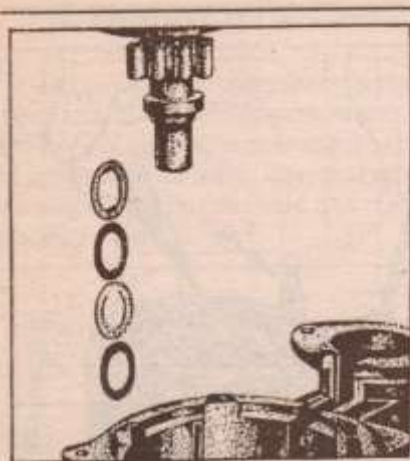
Преди *сглобяване* шлиците на вала, шлицовата втулка, лагерните втулки и зъбното колело се намазват с моторно масло, а гривната на механизма за зацепване – с грес.



Фиг. 7.19. Проверка на статорната намотка



Фиг. 7.20. Проверка на четкодържателите

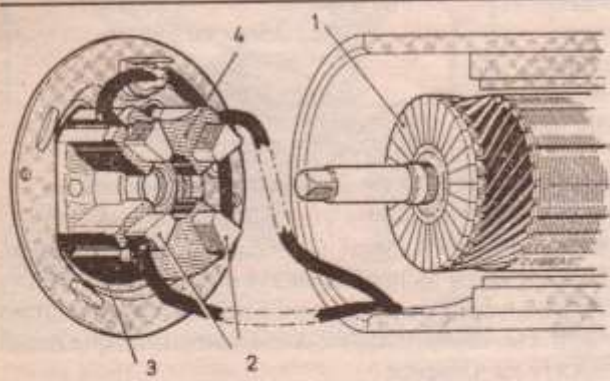


Фиг. 7.21. Регулиране на осовата хлибина на ротора

частите му, като повредените се ремонтират или заменят с нови. Зацапан или окислен колектор се почиства с тампон, напоен с бензин или спирт. Проверяват се свободното движение на четките в четкодържателите, доброто им прилягане към колектора и височината им. При височина на четките, по-малка от допустимата, те се заменят с нови.

Стартерът е изчислен за кратковременен режим на работа. Затова се препоръчва да не се държи включен повече от 8–10 s. Ако през това време двигателят не почне да работи, трябва да се изчака 30–40 s преди повторно включване. След три неуспешни опита за пускане на двигателя трябва да се търси повреда. Спазването на тези изисквания осигурява използването на пълния ресурс на акумулаторната батерия. След пускане на двигателя стартерът трябва да се изключи незабавно.

7.11. ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СТАРТЕРИТЕ



Фиг. 7.22. Четко-колекторен възел с челен колектор
1 - челен колектор; 2 - четки; 3 - пружина на четката; 4 - четкодържател

Проверява се осовата хлибина на вала на ротора и се регулира чрез подбиране на шайби с подходяща дебелина (фиг. 7.21). След като се сглоби, регулира се ходът на котвата на електромагнитния включвател.

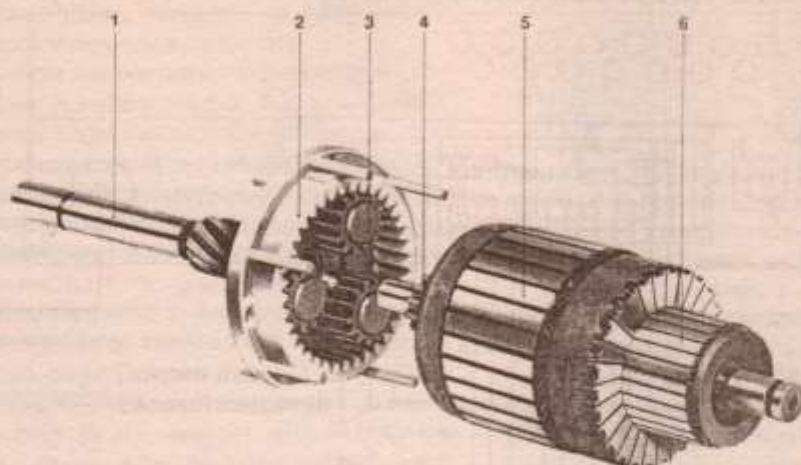
Правилното действие на ремонтирания стартер се проверява чрез захранване от акумулаторна батерия. Пълна проверка на стартера се извършва чрез снемане на характеристиките му на стенд в режим на празен ход и режим на пълно спиране.

Техническо обслужване на пусковата уредба. Техническото обслужване на пусковата уредба се провежда в съответствие с указанията на производителя за експлоатация. При всяко периодично обслужване на автомобила се проверяват сигурността на закрепването на стартера към двигателя, чистотата и доброто притягане на връзките на проводниците.

След всеки 20–30 хиляди километра пробег на автомобила стартерът се сваля, разглобява се, почиства се и се смазва. Проверява се изправността на

В съвременните конструкции на стартерите се използват решения, чрез които се намалява разходът на материали, повишават се мощността, ресурсът и унификацията на възлите и се въвеждат малкоотпадъчни технологии.

Все по-широко приложение намират челните колектори - стартер 29.3708 на автомобилите ВАЗ 2108 и ВАЗ 2109, стартер СТ 230 на автомобилите ГАЗ 24, ГАЗ 66, ЗИЛ 130 и др. (фиг. 7.22). При тях са намалени количеството на вложената мед (получава се около 40 % икономия на мед) и осо-



Фиг. 7.23. Конструкция на стартер с планетен редуктор

1 – задвижващ вал; 2 – голямо зъбно колело; 3 – междинно зъбно колело; 4 – задвижващо зъбно колело; 5 – ротор на електродвигателя на стартера; 6 – колектор

вата дължина на електродвигателя. Технологиата за студено обемно изтегляне при изработване на частите на механизма за включване увеличава коефициента на използването на материала до 80–85 %. При изработването на колектори по методите на праховата металургия се повишава качеството и се намалява разходът на метал.

Перспективно направление е вграждането в стартерите на *редуктори* (фиг. 7.23) и *феритостронциеви постоянни магнити* вместо възбудителна намотка, чрез които значително се намаляват габаритните размери (около 10–12 %), вложеният труд за производството им и медният прокат. В някои конструкции предният лагер е поставен в капака на съединителя (ВАЗ 2108, Фолксваген и др.), с което се намаляват габаритните размери и масата на стартера.

Контролни въпроси

1. Какви са условията, за да се осигури пускането на двигателите с вътрешно горене?
2. Опишете принципните схеми на стартерите.
3. Анализирайте характеристиките на стартера.
4. Опишете конструкцията и действието на стартера.
5. Опишете различните конструкции на съединители със свободен ход.
6. Какви са предназначението и устройството на уредите за облекчаване пускането на двигателя?
7. Кой са характерните неизправности на стартерите и причината за възникването им?

8. ОСВЕТИТЕЛНА И СИГНАЛНА УРЕДБА

При управлението на автотранспортните средства основната част от *необходимата информация* (95–99 %) *водачът получава по зрителен път*. През тъмните часове на денонощието, когато естествената осветеност е малка, управлението на автотранспортните средства е възможно само при използване на изкуствено осветление – в най-общия случай *собствените ил фарове*.

В съвременните условия на движение *единственото средство за обмен на информация* между шофьорите за промяна на скоростта и посоката на движение са *светлинните сигнали на автотранспортните средства*.

Следователно *осветлението и светлинната сигнализация* на автотранспортните средства *осигуряват тяхната активна безопасност*.

8.1. ОСВЕТИТЕЛНА УРЕДБА

Осветителната уредба е предназначена да осигурява максимална видимост на пътното платно и обектите върху него, като за всички режими на движение осветяването от фаровете разстояние трябва да бъде по-голямо или най-малко равно на спирания път за конкретните пътни условия.

Осветлението обхваща *всички фарове, включително и тези за осветяване на пътя при движение на заден ход*.

Към осветителната уредба и по-конкретно към предните фарове се поставят две изисквания:

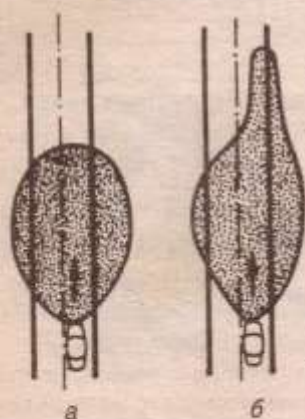
- фаровете да осветяват пътното платно на възможно най-голямо разстояние;
- да не заслепяват водачите на насрещно движещите се превозни средства.

Тези две *противоречиви изисквания* не могат да бъдат удовлетворени с един вид светлини, поради което *осветителната уредба на автотранспортните средства* работи в два режима, наричани *къси светлини и дълги светлини*.

Късите светлини са предназначени за осветяване на пътното платно при минимално заслепяване на насрещно движещите се шофьори, а *дългите светлини* – за осветяване на пътното платно, когато няма насрещно движение. *Двата вида светлини се различават* както по интензитета на светлината, така и по структурата на светлинния поток (светлоразпределението).

Известни са *четири системи къси светлини* в зависимост от формата на създаваното върху пътя светлинно петно и от заложения в конструкцията принцип при създаване на късите светлини.

В зависимост от формата на светлинното петно върху пътя късите светлини са *симетрични и асиметрични* (фиг. 8.1). Асиметричните къси светлини осигуряват по-добро осветяване на пътя, без да се увеличава заслепяването на насрещнодвижещите се шофьори.



Фиг. 8.1. Симетрична (а) и асиметрична (б) система къси светлини

В зависимост от заложения в конструкция-та принцип късите светлини се разделят на *американска* и *европейска* система.

При *фарове от американската система* къси светлини, показани на фиг. 8.2, електрическата лампа 1 с две нажежаеми нишки е разположена така, че нишката за дългата светлина 2 се намира във фокуса на отражателя 4, а нишката за късата светлина 3 – над нея извън фокуса.

В *режим на дълги светлини* лъчите, излъчени от съответната нишка, отразявайки се от отражателя, образуват *паралелен сноп*, успореден на оптичната ос (фиг. 8.2).

В *режим на къси светлини* свети нишката, разположена над фокуса, поради което лъчите, отразени от горната част на отражателя, са наклонени надолу към пътното платно. Част от лъчите обаче, отразени от долната част на отражателя, са насочени нагоре и предизвикват заслепяване. Със *стъкления пречупвател* (позиция 5 на фиг. 8.2) основната част от тези лъчи се отклонява към пътното платно.

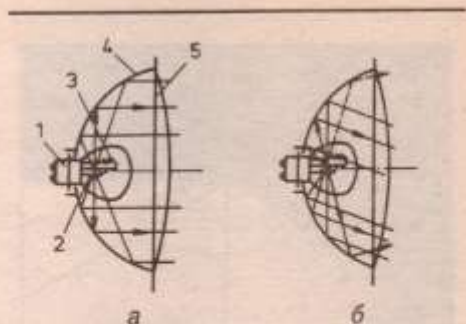
Симетрична и асиметрична американска система къси светлини се получава в *зависимост от положението на нишката* за къса светлина спрямо вертикалната равнина на фара – над фокуса при симетрична система и над фокуса и вляво при асиметрична система.

Във *фара на европейската система* също се използва лампа с две нишки (фиг. 8.3). Разликата е, че нишката за късата светлина е разположена пред фокуса, малко над оптичната ос, и отдолу е закрыта с непрозрачен екран 6.

Дългите светлини се формират по същия начин както при американската система.

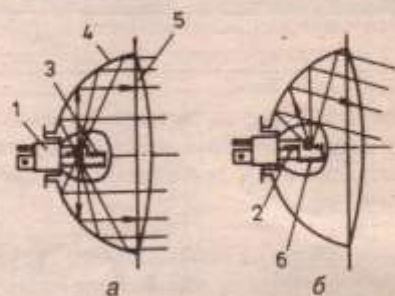
В *режим на къси светлини* излъчените от нишката лъчи се отразяват само от горната част на отражателя и са насочени надолу към пътното платно. Стъкленият пречупвател служи главно за по-добро формиране на светлинния сноп в хоризонтална равнина.

Фиг. 8.4. Форма на непрозрачния екран на лампата при европейската симетрична (а) и асиметрична (б) система къси светлини



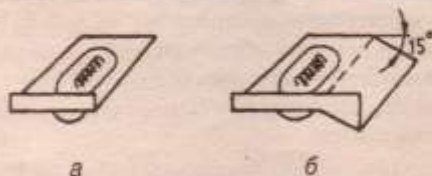
Фиг. 8.2. Принципна схема на фар от американска система

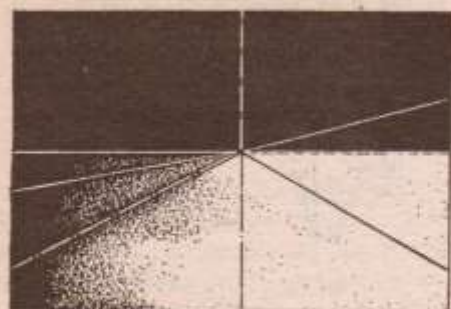
а – дълга светлина; б – къса светлина
1 – електрическа лампа; 2 – нажежаема нишка на дългата светлина; 3 – нажежаема нишка на късата светлина; 4 – отражател; 5 – пречупвател



Фиг. 8.3. Принципна схема на фар от европейска система

а – дълга светлина; б – къса светлина
1 – електрическа лампа; 2 – нажежаема нишка на дългата светлина; 3 – нажежаема нишка на късата светлина; 4 – отражател; 5 – пречупвател; 6 – непрозрачен екран





a



b

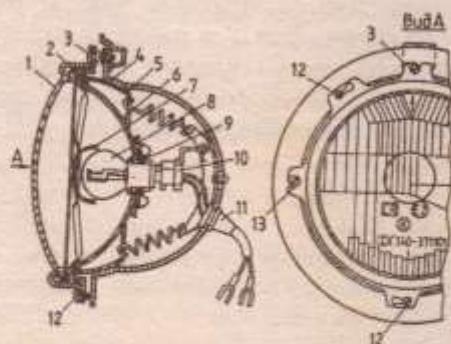
Фиг. 8.5. Форма на светлинното петно върху вертикален екран на европейската симетрична (a) и асиметрична (b) система къси светлини

да се постигне необходимото светлоразпределение. За целта по вътрешната повърхност на пречупвателя са изработени голям брой оптически микроелементи, пречупващи преминаващите през тях лъчи в хоризонталната и вертикалната равнина.

Електрическата лампа 8 е източникът на светлина във фара.

Фиг. 8.6. Устройство на автомобилен фар

1 - пречупвател; 2 - закрепваща гривна; 3, 13 - регулиращи винтове; 4 - корпус; 5 - държач на оптичния елемент; 6 - отражател; 7 - непрозрачен екран; 8 - електрическа лампа; 9 - фиксатор на лампата; 10 - щепселно съединение; 11 - проводници; 12 - закрепващи винтове



Симетрични и асиметрични къси светлини се получават в зависимост от формата на екрана под нишката за късата светлина, както е показано на фиг. 8.4.

Европейската система къси светлини се характеризира с ярко изразена светло-тъмна граница на светлинното петно, ясно забележима при осветяване на вертикална повърхност (вж. фиг. 8.5).

В сравнение с американската, европейската система къси светлини заслепява по-малко насрещно движещите се водачи, но и създава по-малка осветеност на пътното платно.

Действащите в България нормативни документи определят използването на фарове с европейска асиметрична система къси светлини.

Устройство на фара. Автомобилният фар се състои от оптически елемент, електрическа лампа и елементи за закрепване и регулиране.

Примерна конструкция на автомобилен фар е показана на фиг. 8.6. Оптичния елемент е основен в устройството на фара. Той се състои от отражател 6 със залепен към него стъклен пречупвател 1. Отражателят има параболоидна форма (при новите конструкции елипсоидна), като вътрешната му повърхност е покрита с тънък слой алуминий, нанесен във вакуум и след това полиран.

Пречупвателят е предназначен да преразпределя лъчите на отразения светлинен поток, за

Използват се лампи с две волфрамови нишки съответно за къси и дълги светлини с мощност 40/45, 50/55 и 70/75 W.

Със специален цокъл лампата се фиксира в отвора на отражателя така, че двете нишки да бъдат разположени на точно определени места спрямо неговия фокус. Цокълът на лампите от европейската система къси светлини има означение P45t-41 (фиг. 8.7 б), а на лампите от американската – 2ФД – 42 (фиг. 8.7 а).

Понастоящем като светлинен източник в автомобилните фарове се използват и *халогенни лампи* с нажежаеми нишки. Те се различават от обикновените с по-малкия си балон и по това, че в него освен другите газове са въведени и пари на халогенен елемент (най-често йод, бром или някои техни съединения).

Механизмът на халогенния цикъл е следният. При температура на балона 600–900 К отложеният върху вътрешната му стена волфрам се изпарява от нажежаемите нишки, свързва се с халогенния елемент и образува газообразно съединение (например волфрамов диодид – WI_2). При температура над 2600 К това съединение се разпада, като волфрамът се отлага върху нажежаемата нишка, а халогенните пари продължават да циркулират в балона на лампата. По такъв начин *балонът на лампата остава винаги прозрачен.*

Освен това тези лампи работят при по-високи температури на волфрамовите нишки (около 3000 К), което подобрява тяхното светлоотдаване и спектъра на излъчваната светлина.

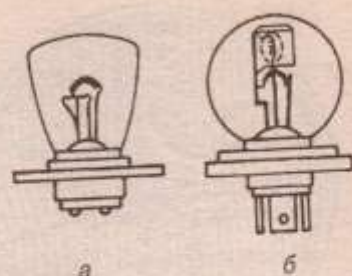
Произвеждат се *четири типа халогенни лампи*: H1, H2, H3 и H4 (фиг. 8.8). Първите три са с една нишка, а лампата H4 е с две и съответства на *европейската асиметрична система къси светлини*. Напоследък се произвеждат и други типове халогенни лампи.

Като източник на светлина във фаровете на някои нови модели автомобили се използват *газоразрядни лампи*. Те, при равна електрическа мощност, излъчват значително по-голям светлинен поток в сравнение с лампите с нажежаема нишка. За да се запали и да се поддържа горенето на такава лампа, е необходимо високо напрежение (няколко хиляди волта), което се получава от специален електронен блок, включен в конструкцията на фара.

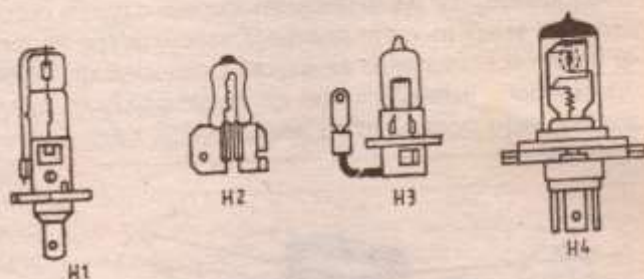
Непрозрачният екран 7 на фиг. 8.6, разположен в оптичния елемент непосредствено пред електрическата лампа, е предназначен да закрие директно излъчените лъчи от волфрамовата нишка, насочени към насрещно движещите се шофьори.

С регулиращите винтове 3 и 13 (вж. също фиг. 8.6) положението на оптичния елемент може да се промени спрямо корпуса на фара в границите $\pm 4^\circ$ във вертикалната и хоризонталната равнина.

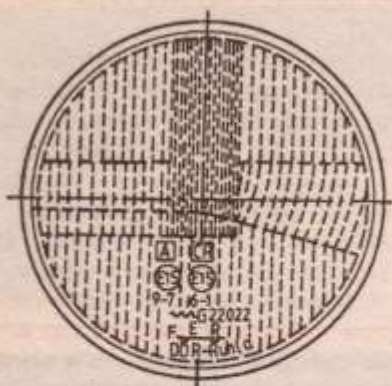
На външната повърхност на пречупвателя на фара са нанесени означения, които имат следния смисъл (фиг. 8.9):



Фиг. 8.7. Електрически лампи от американска (а) и европейска (б) система



Фиг. 8.8. Халогенни лампи за фар



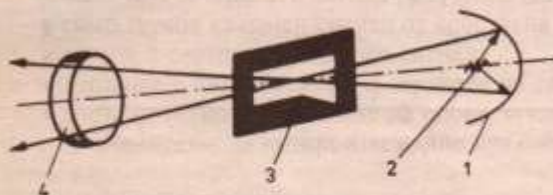
Фиг. 8.9. Означения върху оптичния елемент

утвърдила, т.е. в която са проведени необходимите изпитвания (например 1 - Германия, 2 - Франция, 8 - Чехия).

Наличието на *стрелка под знака* за официално утвърждаване показва за какво движение е предназначен фарът: ← за дясно, → за ляво. Ако липсва стрелка, фарът е за дясно движение.

Буквено-цифрените означения по стрелката (например 6-1) показват регистрационния номер на материалите по официалното утвърждаване на фара.

Кръглите или правоъгълните фарове с голям светлинен отвор създават достатъчна осветеност върху пътното платно. Съвременните тенденции в дизайна на автомобилите обаче изискват използване на фарове с относително малки размери на пречупвателя. Едно от техническите решения в тази насока са фаровете, при които отражателят не е нито параболичен, нито елипсоиден, а представлява т.нар. „свободна повърхност“ (FF).



Фиг. 8.10. Оптична схема на фар от проекторен тип 1 - отражател; 2 - нажежаема нишка; 3 - бленда; 4 - оптична леща

такъв фар може да се намали до 60 mm.

Фарове за движение при мъгла. Използването на фаровете за къси и дълги светлини при движение в мъгла или при силен снеговалеж в много случаи намалява видимостта. Причината е, че при тези фарове съществуват лъчи, насочени над линията на хоризонта, които осветяват частиците на мъглата, създавайки по такъв начин „светеща завеса“ пред очите на водача (фиг. 8.11).

CR - означение за вида на фара;

C - фарът е предназначен само за къси светлини;

R - фарът е предназначен само за дълги светлини;

CR - фарът е предназначен за двата вида светлини.

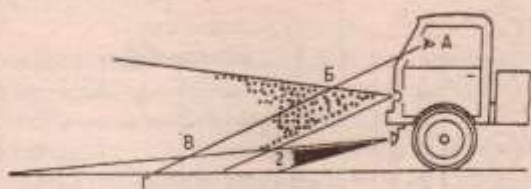
Буквата **H** в комбинация с някои от посочените три означения показва, че оптичният елемент на фара може да се използва и с халогенна лампа (например HCR). Буквата **S** в комбинация с посочените означения показва, че оптичният елемент е изработен изцяло от стъкло (например SCR, SHCR).

Знакът **(E8)** се отнася за *официално утвърдени типове фарове* съгласно европейските изисквания, като числото показва страната, която го е

Тази „свободна повърхност“ се получава чрез моделиране, при което се спазва само едно условие - при зададени геометрични размери на пречупвателя на фара да се постигне необходимото светлинно петно върху пътя. Друго използвано техническо решение е поставянето във фара на *допълнителни оптически елементи*. Така конструкцията на фара наподобява диапроектор, като с подходяща бленда (вместо диапозитив) се постига нужното светлоразпределение (фиг. 8.10).

Диаметърът на пречупвателя на

Фиг. 8.11. Разпределение на светлинните потоци на фаровете за къси и дълги светлини (1) и на фаровете за движение при мъгла (2)
 А-Б-В-Г - линия на зрението на водача



За движение при такива метеорологични условия съществуват *специални фарове* - за движение при мъгла. Те се характеризират със специфично светлоразпределение - тесен светлинен сноп във вертикалната равнина и много широк (до 70°) в хоризонталната. Тези фарове се *монтират по-ниско* от основните, както е показано на фиг. 8.11. Като резултат те осигуряват достатъчна видимост на пътното платно на разстояние 15-25 m, без да създават „светеща завеса“ пред шофьора.

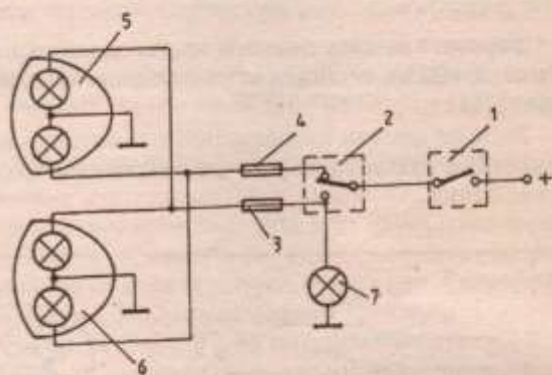
Електрически схеми на свързване. Конструктивно осветлението на автотранспортните средства се реализира с два или четири фара.

Използването на два кръгли или правоъгълни фара както в режим на къси светлини, така и в режим на дълги е най-лесното и поради това най-често срещано решение. Принципната електрическа схема на свързване на фаровете за този случай е показана на фиг. 8.12. Фаровете се включват с главния включвател 1 на осветлението, като режимът на работа - къси или дълги светлини, се задава от превключвателя 2 на светлините. Веригата на дългите и съответно на късите светлини е защитена чрез предпазителите 3 и 4.

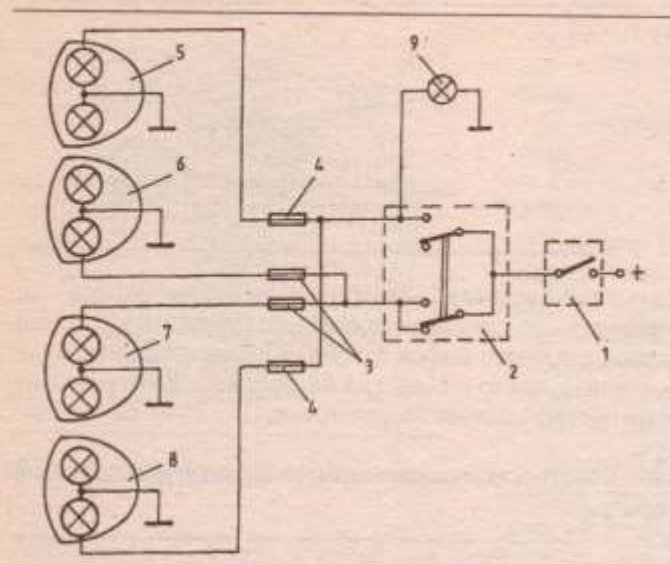
Контролната лампа 7, разположена на арматурното табло, информира водача, че фаровете 5 и 6 са включени в режим на дълги светлини.

Използването на четири фара позволява да се получи *по-добро осветление*. Причината е, че отделните фарове конструктивно се разработват за конкретния режим на работа, за който са предназначени.

Принципната електрическа схема на свързване на четирифарова система на осветление е показана на фиг. 8.13. Във фаровете се поставят лампи с две нажежаеми нишки, но се използва само една от тях. В режим на къси светлини светят само външните фарове 5 и 8, в които са включени нишките за къси светлини на лампите. В режим на дълги светлини светят и четирите фара, като външните 5 и 8 остават включени в режим на къси светлини, а вътрешните фарове 6 и 7 светят в режим на дълги светлини. По такъв начин се постига равномерно осветяване както непосредствено пред автомобила, така и далече пред него.



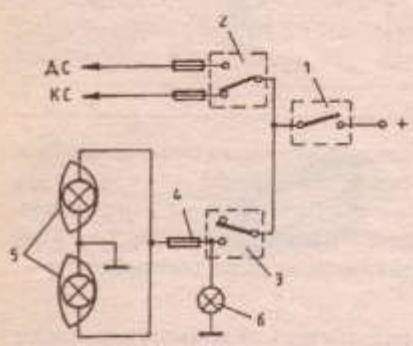
Фиг. 8.12. Принципно електрическа схема на свързване на двуфарова осветителна уредба
 1 - главен включвател на осветлението; 2 - превключвател на светлините; 3 и 4 - предпазители; 5 и 6 - фарове; 7 - контролна лампа за дълги светлини



Фиг. 8.13. Принцилна електрическа схема на свързване на четирифарова осветителна уредба
 1 – главен включвател на осветлението; 2 – превключвател на светлините; 3 – предпазители на веригата за дългите светлини; 4 – предпазители на веригата за късите светлини; 5 и 8 – фарове за къси светлини; 6 и 7 – фарове за дълги светлини; 9 – контролна лампа за дълги светлини

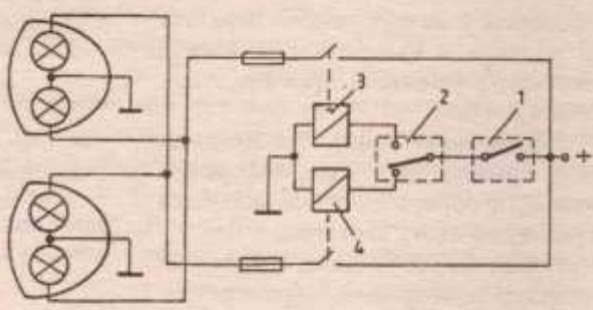
Фаровете за движение при мъгла се свързват винаги след главния включвател на осветлението, тъй като задължително условие е те да светят съвместно с габаритните светлини (фиг. 8.14).

За да се намали натоварването на главния включвател и на превключвателя на осветлението, в някои случаи се използват електромагнитни релета с включващи контакти (фиг. 8.15).



Фиг. 8.14. Принцилна електрическа схема за свързване на фаровете за движение при мъгла

1 – главен включвател на осветлението; 2 – превключвател на светлините; 3 – включвател на фаровете за движение при мъгла; 4 – предпазител; 5 – фарове за движение при мъгла; 6 – контролна лампа за включени фарове за движение при мъгла



Фиг. 8.15. Принцилна електрическа схема на свързване на фаровете чрез електромагнитни релета

1 – главен включвател на осветлението; 2 – превключвател на светлините; 3 – електромагнитно реле за включване на късите светлини; 4 – електромагнитно реле за включване на дългите светлини

8.2. УРЕДБА ЗА СВЕТИЛННА СИГНАЛИЗАЦИЯ

Светлинната сигнализация е предназначена своевременно да информира участниците в движението за размерите, положението на превозното средство, както и за намеренията и действията на водача за промяна на посоката и на скоростта на движение.

Основните изисквания към светлинните сигнали е те да бъдат бързо и ясно различими и предаваната чрез тях информация да се възприема лесно и еднозначно. В тази връзка се нормират цветът на отделните сигнали, ъглите на видимост и интензитетът на светлината в зададените направления. Максималната стойност на интензитета на светлината се определя от условието сигналите да не предизвикват заслепяване през тъмните часове на денонощието, а минималната – от възможността за различаване на сигналите през деня.

Уредбата за светлинна сигнализация включва:

- габаритни светлини и светлина за осветяване на задния регистрационен номер;
- пътепоказатели;
- стоп-сигнал.

Габаритните светлини са предназначени да посочват габаритните размери на автотранспортното средство и неговото положение върху пътното платно.

Габаритните светлини се разполагат отпред и отзад на автотранспортните средства и имат бял и съответно червен цвят. При някои автотранспортни средства габаритните светлини се поставят и отстрани.

Светлината за осветяване на задния регистрационен номер трябва да осигурява видимост на изписаните върху него знаци през тъмните часове на денонощието от разстояние, не по-малко от 20 m.

Габаритните светлини и светлината за осветяване на задния регистрационен номер се включват едновременно с един общ включвател.

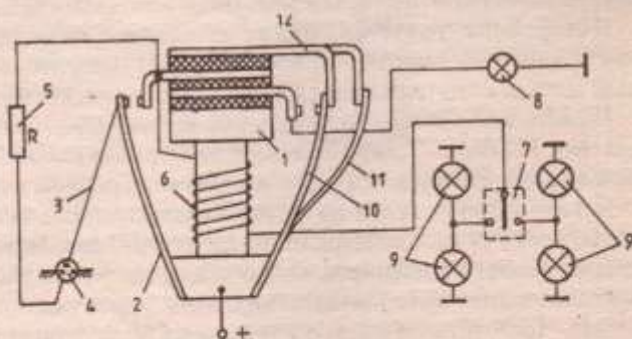
Пътепоказателите са предназначени да информират останалите участници в движението за намерението на водача да промени посоката на движение.

Пътепоказателите се разполагат отпред, отстрани и отзад на автотранспортните средства и излъчват мигаща светлина с жълт цвят. Допуска се задните пътепоказатели да бъдат с червен цвят. Честотата на мигане трябва да бъде 90 ± 30 мигания в минута.

Мигането на пътепоказателите се управлява от специализирано реле. Най-широко приложение засега имат термоелектромагнитните релета с термостъпротивителен проводник, чието устройство е дадено на фиг. 8.16. Релето има включващи контакти. Подвижният контакт е разположен на еластична контактна пластинка 2, която е опъната (намира се

Фиг. 8.16. Електромагнитно реле за пътепоказатели със съпротивителен проводник

1 – магнитопровод; 2 – контактна пластинка; 3 – нихромов проводник; 4 – стъклен изолатор; 5 – резистор; 6 – намотка; 7 – включвател на пътепоказателите; 8 – контролна лампа; 9 – пътепоказателни лампи; 10 – пластинка с допълнителен контакт; 11 – пластинчатата пружина; 12 – упор



в отворено състояние) от термосъпротивителния проводник 3. Последователно с проводника 3 е свързан допълнителен резистор 5 със съпротивление 15–20 Ω . Единият край на намотката 6 на релето е свързан заедно с допълнителния резистор 5 към неподвижния контакт, а другият – към включвателя на пътепоказателите.

Когато *включвателят* 7 задейства левите или десните пътепоказателни лампи 9, през релето протича *ток по веригата*: клема +, контактна пластинка 2, термосъпротивителен проводник 3, допълнителен резистор 5, намотка 6, включвател 7 и съответните пътепоказателни лампи 9. Стойността на този ток не е достатъчна, за да светнат лампите, но той нагрява термосъпротивителния проводник. В резултат на това той се удължава, отпуска контактната пластинка 2 и контактите на релето се затварят. Със затварянето на контактите стойността на тока рязко се увеличава, тъй като той протича само през намотката на релето, която има малко съпротивление. Включените пътепоказателни лампи светват.

При *затворени контакти* на релето обаче ток през термосъпротивителния проводник не протича. Той изстива, скъсява се и опъва обратно контактната пластинка 2, в резултат на което контактите (на релето) се отварят, а пътепоказателните лампи изгасват. След това описаният процес се повтаря, с което се постига мигането на пътепоказателните лампи.

Честотата и продължителността на създадените от релето импулси зависят освен от неговата конструкция и от мощността на включените лампи. Увеличаването на техния брой или мощност повишава тока през релето, което води до намаляване на честотата на миганията. Причината е, че при затворени контакти проводникът 3 трябва да се охлади достатъчно, за да може да преодолее не само силата на контактната пластинка 2, но и увеличената електромагнитна сила, която се създава от намотката 6, т.е. контактите остават по-продължително време затворени.

В случаите, когато *някоя от пътепоказателните лампи не свети* или мощността им е по-малка, честотата на мигане се увеличава, като обяснението е аналогично на горното.

Задължително изискване е водачът да бъде информиран за работата на пътепоказателите. За целта релето е снабдено с още една контактна пластинка 10, която се държи в отворено състояние с пластинчатата пружина 11 и упора 12. Когато се затворят основните контакти на релето и токът протича само през намотката 6, се създава електромагнитна сила, която притегля пластинката 10 и затваря веригата на контролната лампа 8. По такъв начин контролната лампа свети синхронно с работата на релето. В случай че някоя от пътепоказателните лампи *не свети*, протичащият през намотката 6 ток не създава достатъчно голяма електромагнитна сила, за да преодолее силата на пружината 11. Контактите за контролната лампа не се затварят и тя не свети, информирайки по този начин водача за възникналата неизправност.

При необходимост *честотата на мигане* може да се регулира чрез промяна на предварителното опъване на термосъпротивителния проводник.

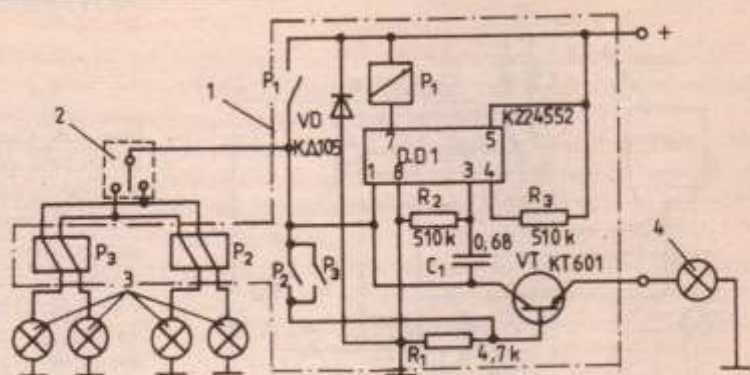
В съвременните автомобили се използват и *електронни релета за пътепоказатели*. По своя принцип на действие те представляват генератори на правоъгълни импулси, управляващи мощен комутационен елемент (електромагнитно реле или мощен транзистор).

На фиг. 8.17 е показана *принципната електрическа схема на електронно реле* за пътепоказатели РС 950Е. Релето съдържа интегрална схема $D.D1$, представляваща генератор на правоъгълни импулси, и електромагнитното реле P_1 като комутационен елемент.

Когато включвателят на пътепоказателите 2 се включи към левите или към десните лампи, през тях към интегралната схема $D.D1$ се подава потенциалът на маса. Схемата генерира правоъгълен импулс, който задейства релето P_1 . Със затварянето на контактите му към включените пътепоказателни лампи 3 през включвателя 2 се подава напрежение и те светват. Честотата на мигане и продължителността на импулса се определят от съпротивлението на резистора R_2 и кондензатора C_1 .

Фиг. 8.17. Принцилна електрическа схема на свързване на електронно реле за пътепоказатели РС 950Е

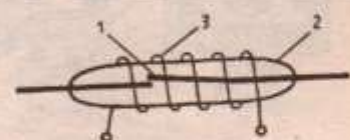
1 – електронно реле; 2 – включвател на пътепоказателите; 3 – пътепоказателни лампи; 4 – контролна лампа



Контролната лампа 4 се управлява от транзистора *VT* и включените последователно във веригата на пътепоказателните лампи максималнотокови релета P_2 и P_3 . Когато светят всички включени пътепоказателни лампи, токът през релето P_2 (или съответно P_3), е достатъчен, за да се затворят контактите P_2 (или P_3), с което се отпишва транзисторът *VT* и контролната лампа 4 светва.

В случай че някоя от пътепоказателните лампи не свети, токът през съответното реле не може да го задейства, транзисторът *VT* остава запушен и лампата 4 не свети.

Релетата P_2 и P_3 могат да бъдат обикновени електромагнитни релета или с херметизирани магнитноуправляеми контакти (риид-релета), показани на фиг. 8.18. Контактите 1 на тези релета са разположени в херметизирана стъклена ампула 2, около която е навита намотка 3. При протичане на ток през намотката 3 около нея се създава магнитно поле, намагнитващо двете контактни пластини, които, привличайки се една към друга, включват електрическата верига.



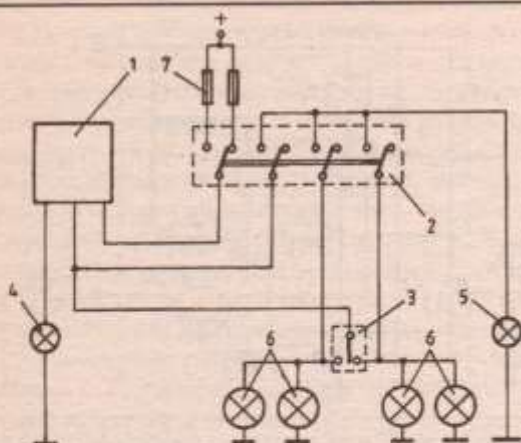
Фиг. 8.18. Реле с херметизирани магнитно управляеми контакти
1 – контакти; 2 – стъклена ампула;
3 – намотка

Повишените изисквания към активната безопасност на автотранспортните средства определят използването на пътепоказателите като аварийна сигнализация – едновременно мигане на всички показателни лампи.

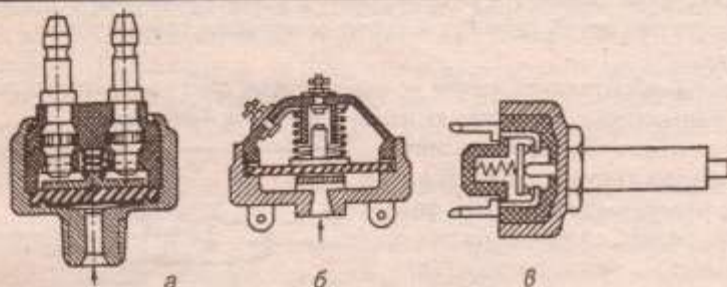
Към съществуващата схема на пътепоказателите се свързват допълнителен включвател 2 и контролна лампа 5, както е показано на фиг. 8.19. В този случай релето на пътепоказателите 1 трябва да бъде изчислено за по-голяма мощност, съответстваща на мощността на всички пътепоказателни лампи.

Стоп-сигналят е предназначен да информира движещите се зад транспортното средство за намаляване на скоростта му на движение.

Стоп-сигналят се реализира чрез две симетрично разположени спрямо надлъжната ос на автотранспортното средство сигнални лампи, излъчващи светлина с червен цвят. За по-бързо предаване на информацията за спирането на автомобила при движение в колона, се допуска монтирането допълнително на една или две сигнални лампи с червен цвят на височина 1,20 m от пътното платно. Сигналните лампи на стоп-сигнала се включват автоматично със задействането на спирачния педал чрез механичен или в зависимост от спирачния привод – хидравличен или пневматичен включвател (фиг. 8.20). Механичният включвател се задейства директно от спирачния педал, а хидравличните и пневматичните включватели – от налягането на флуида на спирачния привод.



Фиг. 8.19. Схема на свързване на пътепоказателите като аварийна сигнализация 1 – реле на пътепоказателите; 2 – включвател на аварийната сигнализация; 3 – включвател на пътепоказателите; 4 – контролна лампа на пътепоказателите; 5 – контролна лампа на аварийната сигнализация; 6 – пътепоказателни лампи; 7 – предпазители

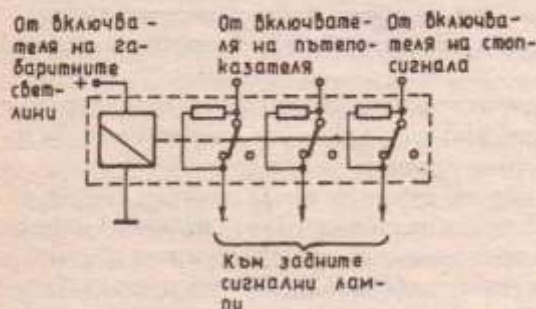


Фиг. 8.20. Включватели на стоп-сигнала а – хидравличен; б – пневматичен; в – механичен

Използването на *механичен включвател* за задействане на стоп-сигнала е по-добро решение от гледна точка на безопасността на движението. Причината е, че механичният включвател включва стоп-лампите още по време на свободния ход на спирачния педал, с което своевременно се информират движещите се отзад водачи.

За да се подобри *видимостта* на задните светлинни сигнали през деня, без да се увеличава заслепяващото им въздействие в тъмните часове на денонощието, се използват *двурежимни задни пътепоказатели* и стоп-сигнал.

През деня, когато естествената осветеност е голяма, интензитетът на светлината на тези сигнални лампи е също голям, а през тъмните часове на денонощието той се намалява. Това се реализира с *електромагнитно реле*, което се задейства с включването на габаритните светлини. То включва *допълнителни резистори* (фиг. 8.21) *последователно* във веригата на задните пътепоказатели и на стоп-сигнала. Такова решение се използва напр. в автомобилите Москвич 2140.



Фиг. 8.21. Реле за двурежимни задни светлини

8.3. ЗВУКОВ СИГНАЛИЗАТОР

В автотранспортните средства се използват *вибрационни звукови сигнализатори с електрическо задвижване*. Действието на вибрационните звукови сигнализатори се основава на възбудването на механични трептения на метална мембрана.

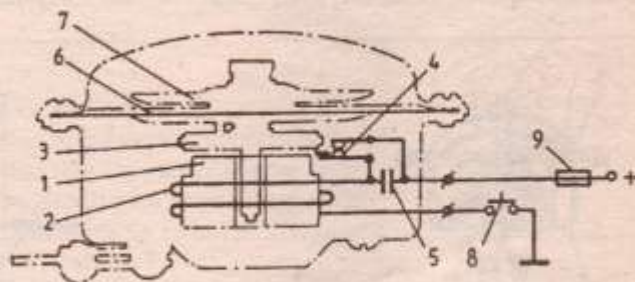
Според характера на звучене звуковите сигнализатори са *шумови и тонални*, а в зависимост от конструкцията – *рупорни и безрупорни*. Тоналните звукови сигнализатори се изпълняват като рупорни, а шумовите – като безрупорни. Освен това звуковите сигнализатори могат да бъдат *захранвани с постоянно или променливо напрежение*.

Изисква се звуковите сигнализатори да издават звук с основна честота 200–530 Hz, като високочестотни съставки са в обхвата 1,8–3,5 kHz. Създаваното звуково налягане трябва да бъде в границите 85–125 dB. При тези параметри звуковите сигнали се възприемат най-добре от участниците в движението.

Принципното устройство и електрическата схема на свързване на *шумов звуков сигнализатор* са показани на фиг. 8.22. Звуковият сигнализатор се състои от електромагнитна система, включваща феромагнитната сърцевина 1, намотката 2 и котвата 3. Котвата е закрепена с твърда механична връзка към стоманената мембрана 6 и към металния резонатор 7. Последователно с намотката 2 са свързани включващите контакти 4.

Фиг. 8.22. Принципно устройство и схема на свързване на шумов звуков сигнализатор

1 – феромагнитна сърцевина; 2 – намотка; 3 – котва; 4 – контакти; 5 – кондензатор; 6 – мембрана; 7 – резонатор; 8 – бутон; 9 – предпазител



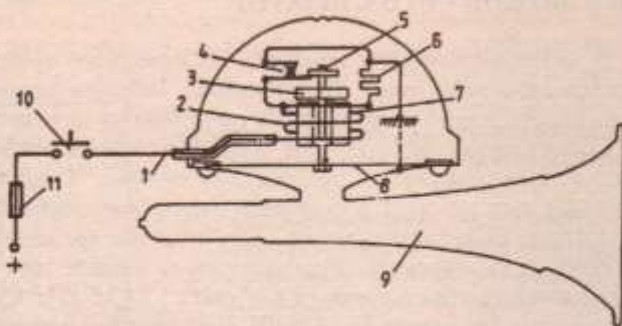
Когато се натисне бутонът 8, през намотката 2 протича ток. Възниква електромагнитна сила, която привлича котвата 3 към сърцевината 1, при което се деформира мембраната 6. При движението си котвата 3 отваря контактите 4 и прекъсва тока през намотката 2. Еластичната мембрана 6 се връща в изходното си положение, при което контактите 4 се затварят и процесът се повтаря отново. По такъв начин, докато е натиснат бутонът 8, мембраната вибрира, предизвиквайки звук чрез създаваните трептения на въздуха. Резонаторът 7 влияе върху честотата на вибрациите на мембраната и е подбран така, че издаваният звук да има приятен тембър.

Кондензаторът 5, свързан паралелно на контактите 4, е предназначен да намали искрението им.

Действието на *тоналния звуков сигнализатор* (фиг. 8.23) е аналогично. Той се различава от шумовия по това, че няма метален резонатор, а вместо него пред мембраната е разположена резонаторна тръба (рупор) 9. В този случай основната честота на мембраната трябва да бъде еднаква с резонансната на въздушните трептения в рупора, защото те определят и основната честота на излъчвания звуков сигнал. Обикновено се използват по два тонални сигнализатора, работещи съвместно, като основните честоти на излъчвания звук са хармонични една спрямо друга.

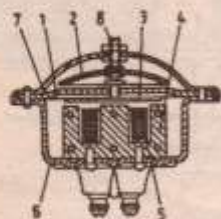
Фиг. 8.23. Принципно устройство и схема на свързване на тонален звуков сигнализатор

1 – електрически извод; 2 – намотка; 3 – котва; 4 – контакти; 5 – упор; 6 – резистор; 7 – магнитопровод; 8 – мембрана; 9 – рупор; 10 – бутон; 11 – предпазител

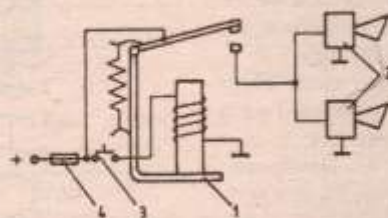


На някои автотранспортни средства, снабдени с генератор за променлив ток, се използват звукови сигнализатори, захранвани с променлив ток. По конструкция тези сигнализатори са шумови и безрупорни. Те нямат контакти, тъй като трептенията на мембраната се определят от честотата на захранващото променливо напрежение (фиг. 8.24).

Вибрационните звукови сигнализатори консумират значителен ток (5–25 А), поради което обикновено се включват чрез допълнително електромагнитно реле (фиг. 8.25).



Фиг. 8.24. Принципно устройство на звуков сигнализатор за променлив ток
1 – мембрана; 2 – резонатор; 3 – котва; 4 – магнитопровод; 5 – бобина; 6 – корпус; 7 – капак; 8 – регулировъчен винт с гайка



Фиг. 8.25. Принципова електрическа схема на свързване на звуковите сигнализатори чрез електромагнитно реле
1 – реле; 2 – звукови сигнализатори; 3 – бутон; 4 – предпазител

8.4. НЕИЗПРАВНОСТИ И ПРОВЕРКА НА ОСВЕТИТЕЛНАТА И СИГНАЛНАТА УРЕДБА

Неизправностите в осветителната уредба и светлинната сигнализация най-често се проявяват в това, че някой от фаровете или сигналните лампи не свети.

Когато не светят фаровете или сигналните лампи, причината е изгорял предпазител, лоша електрическа връзка с маса или прекъснат общ проводник. В случая е необходимо да се провери последователно цялата верига.

Най-честата причина, за да не свети отделна лампа, е прегаряне на нажежаемата нишка или лош електрически контакт. Когато нажежаемите нишки прегарят често, необходимо е да се провери дали не е голяма стойността на поддържаното от реле-регулатора напрежение.

Интензитетът на светлината на фаровете или на сигналните лампи намалява, когато балонът на електрическата лампа е потъмнял или отражателят е замърсен или корозирал.

Когато при включване на някой от светлинните сигнали *светва и друг*, при това и двата светлинни сигнала са с намален интензитет, причината е *липса на електрическа връзка с маса* в някоя от веригите на сигналните лампи (например при натискане на спирачния педал светят и габаритните светлини).

Типична неизправност на осветителната уредба е *неправилно регулиране на фаровете*. При неправилно регулирани фарове се увеличава заслепяването на насрещно движещите се или се намалява осветеността на пътното платно пред автомобила.

Основните неизправности на звуковите сигнализатори са: прегаряне на контактите и пукнатини в металната мембрана – сигнализаторът издава дрезгав или хрипкав звук; заваряване на контактите – не се чува звук, но се консумира голям ток; прекъсване на проводника на бобината – не се чува звук и не се консумира ток; нарушено регулиране на сигнализатора – издаваният звук е с друга тоналност.

Контролни въпроси

1. Какви системи къси светлини са известни?
2. Как се формира късата светлина при американската система?
3. Как се формира късата светлина при европейската система?
4. Какво означават символите, нанесени върху пречупвателя?
5. Опишете устройството и предимствата на халогенните лампи.
6. Какво е характерно за фаровете за мъгла?
7. Как електрически трябва да бъдат свързани фаровете при четирифарова осветителна уредба?
8. Какво включва светлинната сигнализация?
9. Обяснете как действа термо-електромагнитното реле на пътепоказателите.
10. Какви включватели за стоп-сигнали има и коя конструкция притежава по-добри показатели?
11. Как действат двурежимните задни светлини?
12. Какви видове звукови сигнализатори са известни?
13. Опишете устройството на шумовия звуков сигнализатор.

9. КОНТРОЛНО-ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ

9.1. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И КЛАСИФИКАЦИЯ

Контролно-измервателните уреди са *предназначени* да дават *информация* за *основните параметри* на движението (скорост и изминат пробег) и за други важни за работата на двигателя параметри.

В зависимост от характера на предаваната информация контролно-измервателните уреди се разделят на *две групи*:

- *измервателни* – във всеки момент показват конкретната стойност на контролирания параметър;

- *сигнализатори* – даващи информация чрез светлинен или звуков сигнал за достигане на гранично допустимата стойност на даден параметър (аварийни сигнализатори) или за работата и конкретното състояние (включено – изключено) на отделна уредба, механизъм или възел на автотранспортното средство.

Контролно-измервателните уреди са *изградени от преобразувател, показващ уред и елемент, предаващ сигнала между тях. Предназначени са за измерване на:*

- скоростта на движение на автомобила и на изминатия пробег (скоростомери и километропоказатели);

- честотата на въртене на двигателя (оборотомери);

- температурата на двигателя (термометри);

- нивото на горивото в резервоара (нивомери);

- налягането (манометри);

- електрическите параметри.

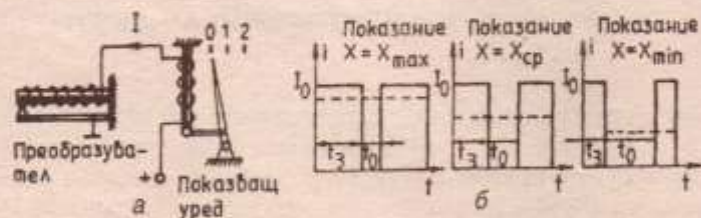
9.2. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ И УСТРОЙСТВО

По принцип на действие, т.е. *според системата на действие*, по която са построени, контролно-измервателните уреди се разделят на няколко вида (системи).

Механична система. При тези уреди *измерваната величина не се преобразува*, а директно се предава към показващия уред.

Електротермична импулсна система. При този вид уреди в преобразувателя и в показващия уред се използват *биметални пластинки* (фиг. 9.1 а). Когато контактите на преобразувателя са включени, през нагревателните намотки на преобразувателя и на показващия

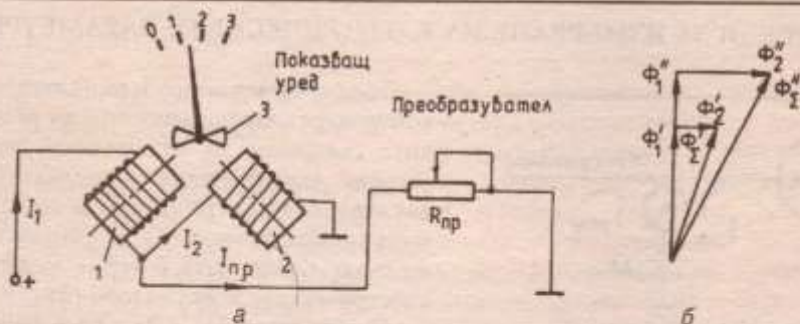
Фиг. 9.1. Принципова електрическа схема на контролно-измервателни уреди от електротермичната импулсна система (а) и изменение на тока в измервателната верига (б)



уред протича ток, който нагрява двете биметални пластинки. След определено време t_3 (фиг. 9.1 б) пластинката на преобразувателя се огъва и отваря контактите, с което се прекъсва токът във веригата. След време t_0 тя се охлажда и отново затваря контактите си. Ефективният ток нагрява биметалната пластинка на показващия уред, която се деформира и установява стрелката срещу някое от показанията на скалата.

Електромагнитна система. Контролно-измервателните уреди от тази система се състоят от преобразувател с променливо съпротивление и електрически показващ (стрелкови) уред. Показващият уред е изграден от две разположени на 90° бобини и подвижна сърцевина от нисковъглеродна стомана, поставена в пресечната точка на осите на двете бобини, към която е закрепена стрелката.

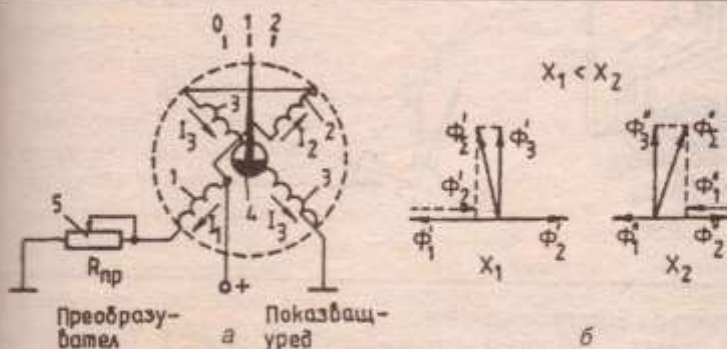
Устройството на тези измервателни уреди е показано на фиг. 9.2. При подаване на захранващо напрежение към клемма + през намотката 1 протича ток I_1 , който след нея се разделя на ток I_2 през намотката 2 и ток $I_{пр}$ през преобразувателя.



Фиг. 9.2. Принципно електрическа схема на контролно-измервателни уреди от електромагнитната система (а) и диаграма на магнитните потоци в показващия уред (б)

Във всеки момент от работата на уреда е валидно равенството $I_1 = I_2 + I_{пр}$. С изменение на съпротивлението на преобразувателя се изменят стойностите на тока I_2 и $I_{пр}$, а с това и положението на сърцевината 3, която се ориентира винаги по резултатния магнитен поток от двете намотки (Φ_1'' и Φ_2'' от фиг. 9.2 б).

Магнитоелектрическа (логометрична) система. Контролно-измервателните уреди от магнитоелектрическата система са едни от най-съвършените в настоящия момент. Тези уреди, както е показано на фиг. 9.3, се състоят от преобразувател с променливо съпротив-



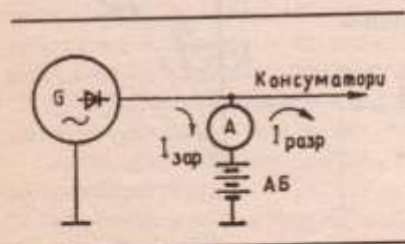
Фиг. 9.3. Принципно електрическа схема на контролно-измервателни уреди от магнитоелектрическата система (а) и диаграма на магнитните потоци в показващия уред (б)

ление и показващ уред с три намотки, като едната – 3, е разположена перпендикулярно на другите две – 1 и 2. В пресечната точка на осите на бобините се намира постоянен магнит 4, към който е закрепена стрелката.

В намотките 2 и 3 винаги протича ток с една и съща големина, поради което и създаваните от тях магнитни потоци Φ_2' и Φ_3' са с постоянна стойност и посока. Токът през намотката 1 се изменя в зависимост от съпротивлението на преобразувателя 5. С това се променя и стойността на създавания от намотката магнитен поток Φ_1' . Като резултат се изменят посоката и големината на резултатния поток Φ_2 , което определя и различно положение на магнитната котва 4, респ. на стрелката на уреда (фиг. 9.3 б)

Електронна система. Електронните контролно-измервателни уреди имат универсално приложение. Обикновено се използват, когато е необходимо многократно преобразуване на измервания параметър.

9.3. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПАРАМЕТРИ



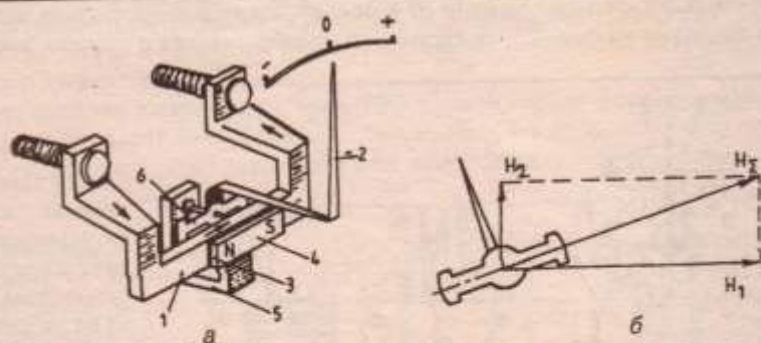
Фиг. 9.4. Принципна електрическа схема на свързване на амперметър

която протича измерваният ток, постоянен магнит 4, закрепен успоредно на шината, и подвижна сърцевина 6 от нисковъглеродна стомана със закрепена към нея стрелка 2. Между токопроводещата шина 1 и постоянния магнит 4 е поставен магнитен шунт 3, за да се компенсира температурната грешка.

Това са *амперметри* и *волтметри*, чрез които се контролират зарядно-разрядният режим и техническото състояние на източниците на електрическа енергия. Амперметрите са предназначени да измерват стойността на разрядния и зарядния ток на акумулаторната батерия. Те се свързват последователно с акумулаторната батерия между генератора и електрическите консуматори (фиг. 9.4).

Съществуват два вида *амперметри* – с неподвижен и с подвижен магнит.

Амперметърът с неподвижен магнит, показан на фиг. 9.5, се състои от токопроводеща шина 1, по



Фиг. 9.5. Устройство на амперметър с неподвижен магнит
1 – токопроводеща шина; 2 – стрелка; 3 – магнитен шунт; 4 – постоянен магнит; 5 – основа; 6 – подвижна сърцевина

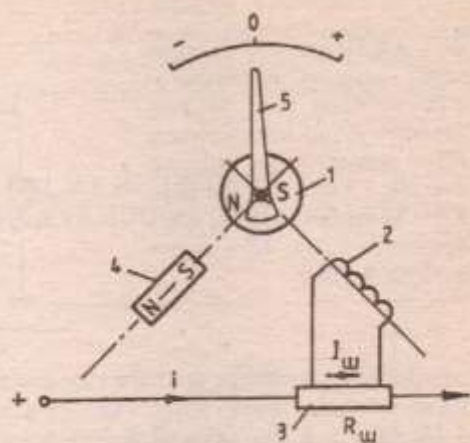
Когато през шината не протича ток, подвижната сърцевина b се намира само под въздействието на постоянния магнит и заема положение, успоредно на вектора на неговото магнитно поле (фиг. 9.5 б). При протичане на електрически ток около шината I , се създава магнитно поле, чийто вектор H_1 е перпендикулярен на вектора H_2 . Подвижната сърцевина b се ориентира по резултатния вектор H_{Σ} . Когато измерваният ток протича в обратна посока, векторът H_1 има противоположна посока (фиг. 9.5 б) и сърцевината b се завърта в обратна посока. Този тип амперметри имат обхват до 30 А.

Амперметрите с подвижен магнит се използват, когато е необходимо да се избегне преминаването на целия измерван ток през амперметъра – при автотранспортни средства със задно разположен двигател и при генератор с голяма мощност. Устройството им е показано на фиг. 9.6.

Подвижната част на амперметрите от този тип се състои от постоянен магнит с цилиндрична форма 1 и закрепена към него стрелка 5 . Подвижната част е разположена в неподвижна бобина 2 , свързана към измервателния шунт 3 , през който протича измерваният ток. Постоянният магнит 1 , респ. стрелката 5 , се завърта на определен ъгъл в съответната посока в зависимост от стойността и от посоката на тока в намотката 2 . Ъгълът на завъртане е пропорционален на пада на напрежение върху шунта 3 , съответно на стойността на протичащия ток $I_{ш}$.

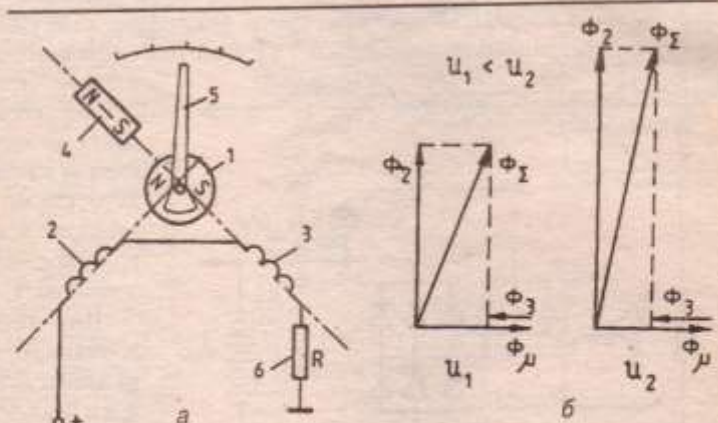
Волтметърът дава повече информация за състоянието на източниците на електрическа енергия, тъй като чрез него водачът има възможност да провери състоянието на акумулаторната батерия по стойността на електродвижещото ѝ напрежение и напрежението в стартерен режим, а също и поддържаното напрежение от регулатора при различна честота на въртене на генератора. Волтметърът може да бъде включен в различни точки на електрическата инсталация.

Подвижната част на волтметъра от фиг. 9.7 се състои от постоянен магнит 1 , към който е закрепена стрелката 5 . Измер-



Фиг. 9.6. Принципно устройство на амперметър с подвижен магнит

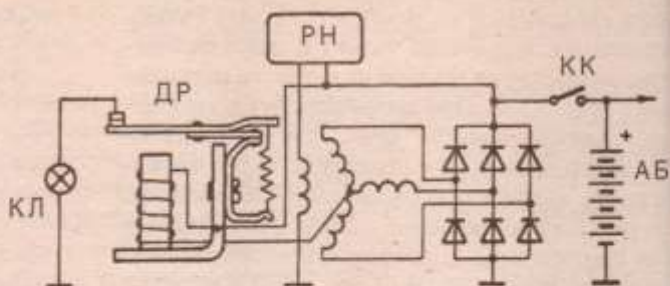
1 – постоянен магнит с цилиндрична форма; 2 – бобина; 3 – шунт; 4 – постоянен магнит; 5 – стрелка



Фиг. 9.7. Принципно устройство на магнитоелектрически волтметър (а) и диаграма на магнитните потоци (б)

1 – постоянен магнит с цилиндрична форма; 2 и 3 – бобини; 4 – постоянен магнит; 5 – стрелка; 6 – допълнителен резистор

Фиг. 9.8. Принципна електрическа схема на свързване на допълнително реле за контролната лампа на генератора *РН* - регулатор на напрежение; *ДР* - допълнително реле; *КЛ* - контролна лампа; *КК* - контактен ключ; *АБ* - акумулаторна батерия.



ваното напрежение се прилага към две последователно свързани намотки 2 и 3, разположени на 90° една спрямо друга. Последователно с намотките е свързан допълнителен резистор 6. По оста на намотката 3 е поставен постоянен магнит 4. В неработно състояние стрелката 5 се намира в най-ляво положение, определено от взаимодействието между подвижния магнит 1 и магнита 4. При подаване на напрежение към намотките през тях протича електрически ток, определящ двата магнитни потока, Φ_2 и Φ_3 (фиг. 9.7 б). Подвижната част на волтметра се ориентира по резултатния магнитен поток Φ_2 , определен от взаимодействието на трите магнитни потока - Φ_2 , Φ_3 и потока на постоянния магнит Φ_μ (фиг. 9.7 б).

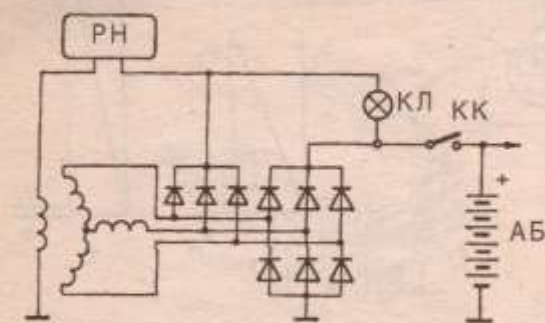
В някои модели автомобили се следи само стойността на напрежението на генератора чрез контролна лампа. Използват се две схеми на свързване.

Схемата с допълнително реле на фиг. 9.8 се използва главно при генераторите, които имат само един токоизправител. Допълнителното реле *ДР* е с изключващи контакти, към които се включва контролната лампа *КЛ*. Намотката на релето е свързана между изходната клемма + на генератора и средната точка на статорната му намотка. По този начин към намотката на релето се прилага половината от напрежението на генератора.

Когато контактният ключ *КК* е включен и генераторът не работи, контролната лампа *КЛ* свети, тъй като се захранва през затворените контакти на релето. Когато генераторът работи и е в изправност, напрежението, приложено към намотката на релето, е достатъчно за задействането му (над 5,5-6,0 V). Релето отваря контактите си и контролната лампа

изгасва. При възникване на неизправност в генератора (пробив на диод, късо съединение между навивките на статорната намотка) напрежението на намотката на релето става недостатъчно, контактите се затварят и контролната лампа светва, като информира водача за възникналата неизправност.

При генераторите с възбуждане от допълнителен токоизправител контролната лампа *КЛ* се свързва между неговия изход и изходната клемма + (фиг. 9.9). Когато контактният ключ е включен, но генераторът не работи, през контролната лампа *КЛ* и през регулатора на напрежение *РН* се подава възбудителен ток от акумулаторната батерия. Контролната лампа свети.



Фиг. 9.9. Принципна електрическа схема на свързване на контролна лампа при генератор, възбуден от допълнителен токоизправител

Когато генераторът работи, напрежението на изходните клеми на основния и на допълнителния токоизправител са равни и контролната лампа не свети. При възникване на неизправност в някой от токоизправителите (най-често в основния) се създава потенциална разлика и лампата светва или започва да мига, с което сигнализира за неизправността.

9.4. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА СКОРОСТТА НА ДВИЖЕНИЕ (СКОРОСТОМЕРИ) И ИЗМИНАТИЯ ПРОБЕГ (КИЛОМЕТРОПОКАЗАТЕЛИ) НА АВТОТРАНСПОРТНОТО СРЕДСТВО

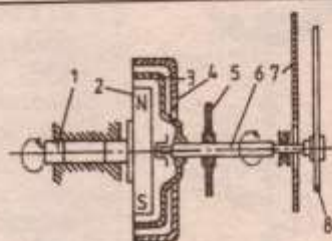
Най-широко приложение са получили магнетоиндукционните скоростомери, задвижвани от изходящия вал на предавателната кутия с гъвкав вал (жило).

Магнетоиндукционният скоростомер от фиг. 9.10 се състои от постоянен магнит 2, закрепен неподвижно на задвижващия вал 1. На отделна ос 6, свободно въртяща се в два лагера, е закрепен алуминиев диск или чашка 3, обхващаща постоянния магнит. Над диска или чашката е разположен магнитен екран 4. Към оста 6 са закрепени спирална пружина 5 и стрелка 8. При въртене на постоянния магнит 2 в алуминиевата чашка 3 се индуцират вихрови токове, създаващи свое магнитно поле. От взаимодействието на това поле с полето на постоянния магнит 2 се получава момент, който се стреми да завърти алуминиевата чашка по посока на въртенето на магнита. На този момент се противопоставя съпротивителният момент на спиралната пружина 5 и стрелката 8 застава в някакво равновесно положение.

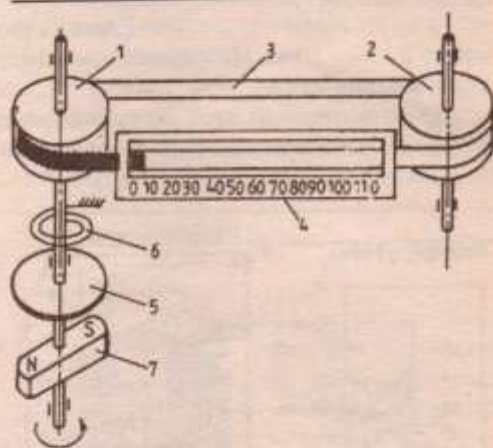
Освен със стрелка като регистриращ елемент скоростомерът може да се направи с лента или цилиндър.

Скоростомерът с лентов механизъм, чието устройство е дадено на фиг. 9.11, се състои от две ролки 1 и 2, между които е опъната лента 3. Двигателната ролка 1 се задвижва от въртенето на постоянния магнит 7 по същия начин, както вече беше описано. При въртенето на ролката оцветената част на лентата 3 се движи постъпателно в отвора на скалата 4, като показва скоростта на движение.

В конструкцията на скоростомера с вертикална скала, дадена на фиг. 9.12, по



Фиг. 9.10. Принципно устройство на магнетоиндукционен скоростомер
1 – задвижващ вал; 2 – постоянен магнит; 3 – алуминиева чашка; 4 – магнитен екран; 5 – пружина; 6 – вал; 7 – скала; 8 – стрелка



Фиг. 9.11. Принципно устройство на скоростомер с лентов механизъм
1 – двигателна ролка; 2 – опорна ролка; 3 – лента; 4 – скала; 5 – алуминиев диск; 6 – пружина; 7 – постоянен магнит



Фиг. 9.12. Принципно устройство на скоростомер с вертикална скала
1 – цилиндър; 2 – скала; 3 – пружина; 4 – алуминиев диск; 5 – постоянен магнит; 6 – винтова линия

описания вече начин се задвижва цилиндър 1 с нанесена по повърхността му винтова линия 6. Част от винтовата линия се вижда през отвора на скалата 2. При завъртане на цилиндъра се създава илюзията, че видимата част от винтовата линия се движи вертикално, като показва скоростта на движение.

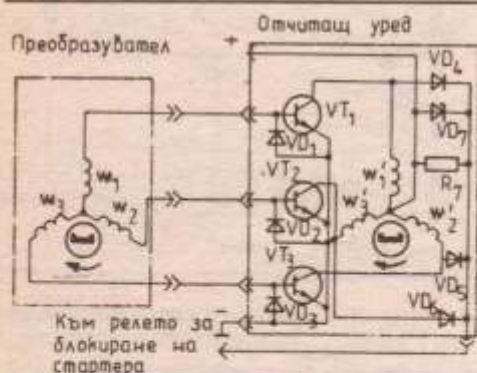
Когато двигателят е разположен далече от кабината на водача, задвижването на скоростомера чрез жило е нецелесъобразно. Използва се електрическо задвижване, изпълнено по схемата на свързване генератор – двигател.

Генераторният преобразувател е свързан чрез зъбна предавка към изходящия вал на предавателната кутия. Той е трифазен синхронен генератор с възбуждане от постоянни магнити (фиг. 9.13). Трите фази на статорната намотка w_1 , w_2 и w_3 са свързани съответно с три транзистора VT_1 , VT_2 и VT_3 от показващия уред. Индуцираното в статорната намотка променливо напрежение последователно отпущва транзисторите, които подават към трите фази на синхронния двигател напрежение от електрическата инсталация. Възниква въртящо се магнитно поле, под действието на което роторът на електродвигателя се върти синхронно с въртенето на ротора на преобразувателя. Диодите VD_1 , VD_2 и VD_3 защитават транзисторите от е.д.н. на самоиндукция в статорната намотка на електродвигателя.

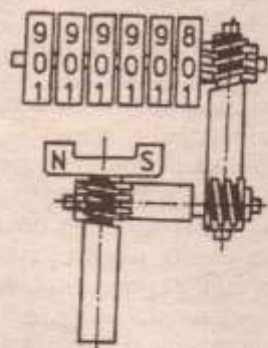
Километропоказателят (фиг. 9.14) е механичен брояч с пет или шест броячни ролки, по околната повърхност на които са нанесени цифри от 0 до 9. Най-десният барабан, наричан начален, се задвижва чрез червячни предавки от задвижването на скоростомера.

Едно пълно завъртане на началния диск съответства на изминат пробег 1 km. Началният диск прави едно пълно завъртане след 1000 завъртания на задвижващия вал.

Другите броячни дискове се завъртат от началния чрез вътрешни или външни зъбни предавки, като предавателното отношение между два съседни диска е 1:10.



Фиг. 9.13. Принцилна електрическа схема на скоростомер с електрическо задвижване



Фиг. 9.14. Принципно устройство на километропоказател

9.5. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЧЕСТОТАТА НА ВЪРТЕНЕ НА КОЛЯНОВИЯ ВАЛ НА ДВИГАТЕЛЯ (ОБОРОТОМЕРИ)

При оборотометрите за бензинови двигатели се използва обстоятелството, че при изправна запалителна уредба броят на електрическите импулси във веригата на първичната й намотка е правопрпорционален на честотата на въртене на коляновия вал на двигателя.

Принципната електрическа схема на електронен оборотометр за бензинов двигател е показана на фиг. 9.15. По тази схема е реализиран оборотометърът ТХ 193 на автомобилите ВАЗ. Чрез резисторите R_1, R_2 , кондензаторите C_1, C_4 и стабилитрона VD_1 се формират входните импулси, подавани от запалителната уредба. Получените сигнали се подават към чакащия мултивибратор с транзисторите VT_1 и VT_2 , който представлява блок за формиране на измервателните импулси. Те имат винаги една и съща амплитуда и продължителност. Изменя се тяхната честота в зависимост от честотата на импулсите в запалителната уредба. Средната стойност на тока $I_{сф}$ на получаваните импулси се измерва чрез стрелковия уред ИУ.

При дизеловите двигатели оборотометрите се реализират по схемата на скоростометрите с генераторен преобразувател (вж. фиг. 9.13) или чрез измерване на честотата на индуктаното в една от фазите на генератора за променлив ток напрежение.

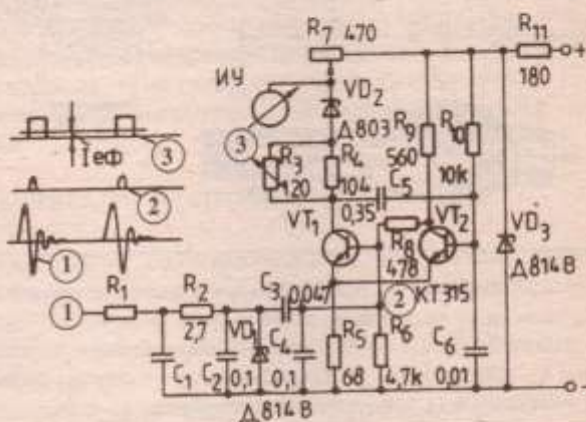
При някои специализирани автотранспортни средства се използват броячи на часовете, отчитащи реалното време, през което двигателят е работил. Тези броячи по същество представляват електрически или електронни часовници. Те се свързват към веригата на АТС и се включват само когато той отдава ток към акумулаторната батерия и другите консуматори, т.е. когато двигателят работи.

9.6. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ДВИГАТЕЛЯ (ТЕРМОМЕТРИ)

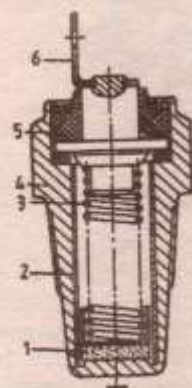
Топлинният режим на двигателя се контролира чрез термометри и сигнализатори за аварийна температура.

Термометрите се реализират по електро-термичната импулсна система или по магнито-електрическата система с термосъпротивителен преобразувател.

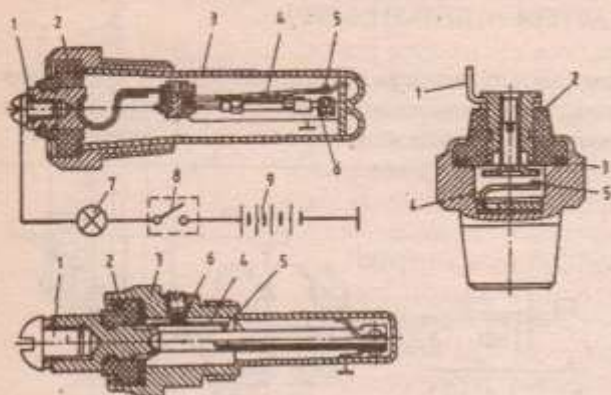
На фиг. 9.16 е показано устройство на термосъпротивителен преобразувател. В него се



Фиг. 9.15. Принципна електрическа схема на електронен оборотометр за бензинови двигатели



Фиг. 9.16. Устройство на термосъпротивителен преобразувател на температура
1 – термосъпротивителен материал; 2 – медна тръба; 3 – контактна пружина; 4 – корпус; 5 – изолатор; 6 – клемма



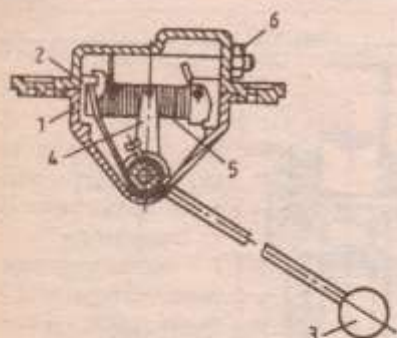
Фиг. 9.17. Принципно устройство и схема на свързване на аварийни сигнализатори на температура
 1 - клемма; 2 - изолатор; 3 - тяло; 4 - термобиметална пластина; 5 - контакти; 6 - регулиращ винт; 7 - сигнална лампа; 8 - контактен ключ; 9 - акумулаторна батерия

използва плосък полупроводников терморезистор 1, разположен в долната част на корпуса 4 и притиснат с токопроводещата пружина 3. Терморезисторът е свързан електрически чрез корпуса 4 към маса и чрез изолирания извод 6 към показващия уред.

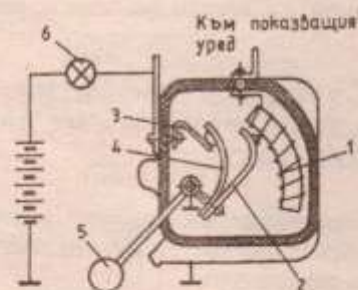
Сигнализаторите за аварийна температура сигнализират с включване на светлинен сигнал на арматурното табло за достигане на максимално допустима стойност на температурата на двигателя. Те се състоят (фиг. 9.17) от термобиметална пластинка и включващи контакти. При прегряване на двигателя биметалната пластинка се огъва и затваря контактите си, като включва сигналната лампа на арматурното табло.

9.7. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА НИВОТО НА ГОРИВОТО В РЕЗЕРВОАРА (НИВОМЕРИ)

Разнородните конструкции нивомери се изпълняват с реостатен преобразувател по електромагнитната или магнитоелектрическата система. Устройството на реостатния преобразувател е показано на фиг. 9.18. Тъй като резервоарите имат сложна форма, нихромовият съпротивителен проводник на реостата 5 е навит с променлива стъпка, така че включеното във веригата съпротивление на реостата да се изменя по определен закон в зависимост от по-



Фиг. 9.18. Устройство на реостатен преобразувател за нивомер
 1 - тяло; 2 - капак; 3 - поплавок; 4 - плъзгач; 5 - реостат; 6 - изводна клемма



Фиг. 9.19. Устройство на реостатен преобразувател за нивомер със сигнализатор за минимално количество гориво
 1 - реостат; 2 - плъзгач; 3 - неподвижен контакт; 4 - подвижен контакт; 5 - поплавок; 6 - сигнална лампа

ложението на плъзгача 4. Единият край на реостата 5 и плъзгачът 4 са свързани към маса, с което се избягва искренето при движението на плъзгача. Чрез изводната клемма 6, към която е включен другият край на реостата 5, преобразувателят се свързва с показващия уред.

В някои конструкции преобразуватели към плъзгача на реостата е поставен *контакт*, чрез който се включва *сигнална лампа*, сигнализираща, че в резервоара е останало минимално количество гориво (фиг. 9.19).

Съществуват и *капацитивни нивомери*, представляващи две успоредно разположени токопровеждащи пластинки, изолирани една от друга. Горивото между тях е диелектрик на така създадения кондензатор. Нивото на горивото в резервоара определя капацитета на нивомера, който след преобразуване от електронна схема се подава към показващия уред. Тези нивомери се използват предимно при автомобили със сложна форма на резервоара.

9.8. УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА НАЛЯГАНЕ (МАНОМЕТРИ)

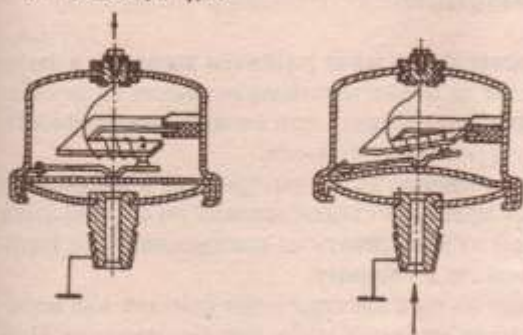
В автотранспортните средства е необходимо да се контролира налягането на масло (на двигателя, в автоматични предавателни кутии и др.) или въздух (при спирачни уредби). Налягането се измерва с *манометри* и *сигнализатори за аварийно налягане*.

Манометрите се реализират по електротермичната импулсна система или по магнетоелектрическата с реостатен преобразувател.

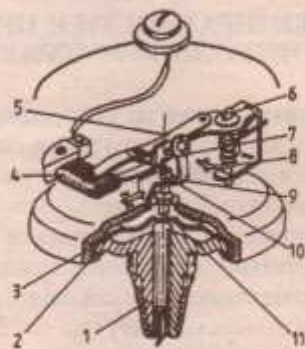
Принципното устройство на *електротермичния импулсен преобразувател на налягане* е показано на фиг. 9.20. В неработно състояние контактите на преобразувателя са затворени. При протичане на електрически ток биметалната пластинка се огъва и контактите се отварят. Когато измерваното налягане се повиши, мембраната на преобразувателя се деформира, като увеличава усилието между двата контакта. В този случай за отварянето на контактите е необходимо биметалната пластинка на преобразувателя да се нагрява по-продължително време. Като резултат биметалната пластинка на показващия уред се огъва на по-голям ъгъл и регистрира по-голяма стойност на налягането.

На фиг. 9.21 е показано устройството на *реостатен преобразувател на налягане*. Измерваното налягане въздейства върху гофрирана метална мембрана 2. Чрез щифта 11 тя задей-

Към показващия уред



Фиг. 9.20. Принципно устройство на електроимпулсен термичен преобразувател на налягане



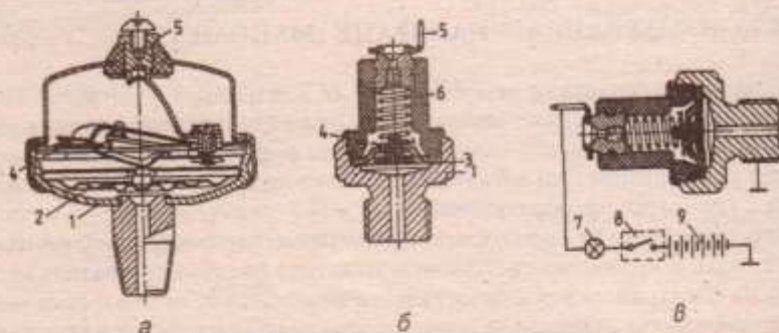
Фиг. 9.21. Принципно устройство на реостатен преобразувател на налягане

1 – корпус; 2 – гофрирана мембрана; 3 – капак; 4 – реостат; 5 – плъзгач; 6 – вертикална ос; 7 – държател; 8 – пружина; 9 – кобилица; 10 – лост; 11 – щифт

ства достъчно *10*, което движи плъзгача *5* върху реостата *4*. При липса на налягане плъзгачът *5* се връща в изходно положение от пружината *8*. Единият край на реостата *4* е свързан към изолираната клемма и чрез нея – към показващия уред. Връзката с маса се осъществява от плъзгача.

Сигнализаторите за аварийно налягане сигнализират с включване на светлинен сигнал на арматурното табло за намаляване на контролното налягане под минимално допустимата стойност.

Сигнализаторите за аварийно налягане имат *изключващи контакти*, чрез които при стойности на контролираното налягане, по-ниски от определените, свързват към маса веригата на сигналната лампа (фиг. 9.22 *а*). Като чувствителен елемент се използва гофрирана мембрана (позиция *2* на фиг. 9.22 *а*) или тарирана пружина (позиция *6* на фиг. 9.22 *б*).



Фиг. 9.22. Принципно устройство и схема на свързване на аварийни сигнализатори на налягане
а – с мембрана; *б* – с тарирана пружина; *в* – схема на свързване
1 – корпус; *2* – мембрана; *3* – диафрагма; *4* – контакти; *5* – изводна клемма; *6* – тарирана пружина; *7* – сигнална лампа; *8* – контактен ключ; *9* – акумулаторна батерия

9.9. НЕИЗПРАВНОСТИ И ПРОВЕРКА НА КОНТРОЛНО-ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ УРЕДИ

Неизправностите на контролно-измервателните уреди имат различен характер в зависимост от конкретния им вид и система. Те могат да бъдат: *нарушена точност* на показанието, *нестабилно показание* с резки отклонения на стрелката при различните стойности на контролирания параметър или *пълна загуба на работоспособност*.

Точността на показанията се влошава при изменение на параметрите на преобразувателя (реостатни и съпротивителни), увеличени с преходни съпротивления по свързващата верига, изменение на характеристиките на някои от елементите на показващия уред (пружина, постоянен магнит) или съгъстяване на смазката в лагерите.

Резките отклонения на стрелката се дължат на лош електрически контакт във веригата или прекъсване на съпротивителния проводник на реостатните преобразуватели. При скоростомерите възникват трептения на стрелката поради износване или деформиране на задвижващото жило.

Отклоняване на стрелките извън границата на скалите при включване на контактният ключ се дължи на прекъсване или късо съединение на проводника между преобразувателя и показващия уред.

Пълна загуба на работоспособност настъпва при отказ на преобразувателя или на показващия уред или при липса на захранващо напрежение.

Контролните лампи на аварийните сигнализатори *не се задействат*, когато е прегоряла нажежаемата нишка на електрическата лампа, прекъсната е връзката между преобразувателя и лампата, липсва захранващо напрежение или е възникнал отказ в преобразувателя. Лампите светят постоянно, когато има късо съединение в кабела между лампата и преобразувателя.

Контролно-измервателните уреди *се проверяват най-точно чрез сравняване* на техните показания с показанията на еталонни уреди от същия вид. Проверяват се поотделно преобразувателят и показващият уред.

На автомобила контролно-измервателните уреди могат да бъдат проверени за правилното им действие. Това се прави при *включване* и *изключване* на контактния ключ и чрез поелементна проверка на веригата.

Аварийните сигнализатори могат да бъдат проверени, *като се свали проводникът* от преобразувателя и се свърже към маса. Съответната лампа трябва да светне, в противен случай тя е неизправна или свързващият проводник е прекъснат.

Контролни въпроси

1. За какво са предназначени контролно-измервателните уреди?
2. Направете класификация на контролно-измервателните уреди по тяхното функционално предназначение.
3. Обяснете действието на уредите от:
 - а) електротермичната импулсна система;
 - б) електромагнитната система;
 - в) магнитоелектрическата система.
4. Какво е устройството на амперметрите?
5. Как се контролира стойността на напрежението на генератора?
6. Как действа магнитоиндукционният скоростомер?
7. Какво е действието на километропоказателя?
8. Обяснете действието на скоростомера с електрическо задвижване.
9. Обяснете действието на аварийните сигнализатори.
10. Какво е значението на контролно-измервателите уреди за безопасността на движението?

10. ДОПЪЛНИТЕЛНО ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕ

10.1. ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

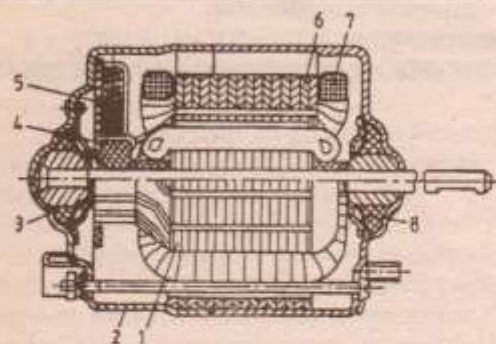
В автотранспортните средства за задвижване на различни спомагателни механизми се използват *електродвигатели за постоянен ток*.

Електродвигателите за постоянен ток могат да бъдат с електромагнитно възбуждане и с възбуждане от постоянни магнити.

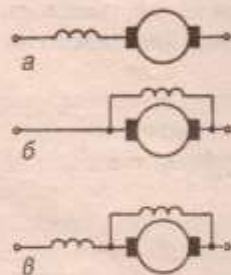
Електродвигателите с електромагнитно възбуждане имат еднакво принципно устройство, дадено на фиг. 10.1. Те се състоят от корпус 2, в който е монтиран статор 6 със статорната (възбудителната) намотка 7. Роторът 1 представлява феромагнитна сърцевина с канали, в които са поставени проводниците на роторната намотка. Захранващото напрежение се подава към роторната намотка чрез четките 5 и колектора 4. Валът на ротора лагерирува в две металокерамични втулки 3 и 8. В някои конструкции валът е лагерируван в сачмени лагери.

В зависимост от начина на свързване на възбудителната намотка *електродвигателите са с последователно възбуждане* (фиг. 10.2 а), с паралелно възбуждане (фиг. 10.2 б) и със смесено възбуждане (фиг. 10.2 в).

Електродвигателите с последователно възбуждане *имат голям пусков момент*, но честотата им на въртене силно намалява с увеличаване на натоварването. За *електродвигателите с паралелно възбуждане* е характерно запазването на почти постоянна честотата на въртене на ротора им при изменение на натоварването в границите на предвиденото, но имат малък пусков момент. *Електродвигателите със смесено възбуждане* имат сравнително голям пусков момент, като запазват относително постоянна честотата на въртене при натоварване.



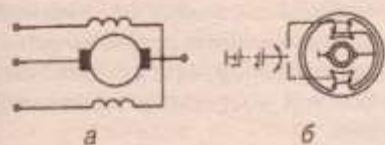
Фиг. 10.1. Устройство на електродвигател с електромагнитно възбуждане
1 - ротор; 2 - корпус; 3 и 8 - лагерни втулки; 4 - колектор; 5 - четки; 6 - статор; 7 - статорна намотка



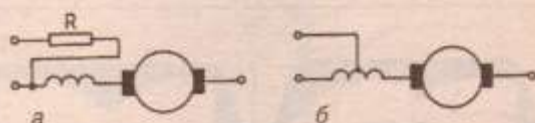
Фиг. 10.2. Електрически схеми на електродвигателите с електромагнитно възбуждане
а - с последователно възбуждане; б - с паралелно възбуждане; в - със смесено възбуждане

Използването на две паралелно свързани намотки позволява на електродвигателя да бъде *реверсивен* (фиг. 10.3). Двете намотки са навити така, че създават противоположни един на друг магнитни потоци. По време на работа е включена само едната намотка.

Честотата на въртене на електродвигателите с електромагнитно възбуждане може да се регулира чрез *последователно включване на допълнителен резистор* (фиг. 10.4 а) или чрез изменение на броя на навивките на възбудителната намотка (при *двускоростните електродвигатели* – фиг. 10.4 б).



Фиг. 10.3. Принципна схема на реверсивен електродвигател с електромагнитно възбуждане (а) и схема на свързване (б)



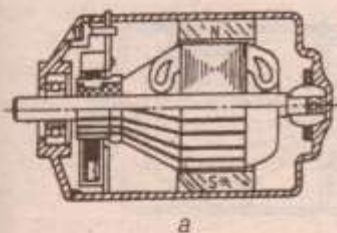
Фиг. 10.4. Регулиране на честотата на въртене на електродвигател с електромагнитно възбуждане а – с допълнителен резистор; б – чрез изменение на броя на навивките на възбудителната намотка

Електродвигателите с възбуждане от постоянни магнити имат по-просто устройство (фиг. 10.5). Вместо със статор с възбудителна намотка магнитното поле при тези електродвигатели се създава от два постоянни магнита с полукръгла форма, разположени един срещу друг.

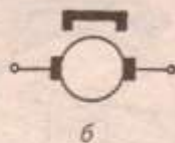
Характеристиките на тези електродвигатели са подобни на характеристиките на електродвигателите с паралелно възбуждане.

За реализиране на две скорости на въртене се използват *тричетков електродвигатели* (фиг. 10.6). *Първата скорост* (по-ниската честота на въртене) се получава, когато захранващото напрежение се подаде към четките, разположени в електрическата неутрална линия на двигателя, а *втората скорост* (по-високата честота на въртене) – при подаване на напрежение към четката, изместена от неутралната линия.

Изменение на честотата на въртене на двигателите с възбуждане от постоянни магнити се постига и чрез последователно включване във веригата им на допълнителен резистор.



Фиг. 10.5. Устройство на електродвигател с възбуждане от постоянни магнити (а) и условното му означение (б)

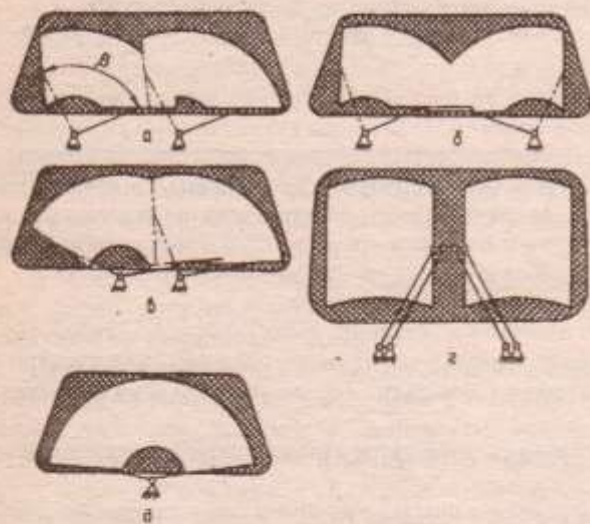


Фиг. 10.6. Условно означение на тричетков електродвигател с възбуждане от постоянни магнити

Неизправностите, възникващи в електродвигателите, са свързани с износване на четките на колектора, късо съединение между навивките, пробив на изолацията между проводниците на намотката или пробив към маса. В тези случаи се наблюдава интензивно искрене между колектора и четките или пълна загуба на работоспособност.

В някои случаи възниква механично задържане на лагерите, в резултат на което намалява честотата на въртене и се увеличава значително консумираният ток.

10.2. СТЬКЛОЧИСТАЧКИ



Фиг. 10.7. Видове стъклочистачки
 а – с паралелно движещи се четки; б – с насрещно движещи се четки; в – с паралелно движещи се на различен ъгъл четки; г – с пантографски четки; д – с една четка

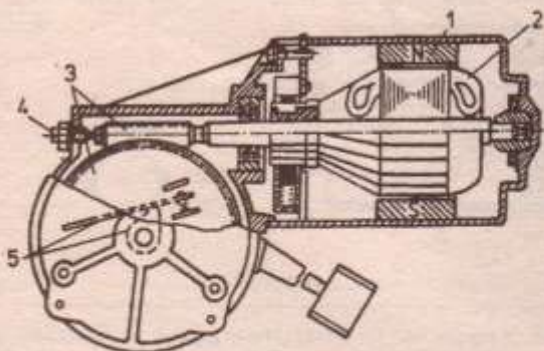
Стъклочистачките са предназначени да почистват предното стъкло на автотранспортните средства, за да се осигури достатъчна видимост на водача.

Основните елементи на стъклочистачките са един или два лоста, извършващи циклично движение, на които са закрепени гумени четки. Почистваната площ зависи от характера на движение на четките и от техния размер и разположение (фиг.10.7). При работа четките извършват от 25 до 60 двойни хода в минута.

Най-разпространените стъклочистачки в настоящия момент са с електрическо задвижване. Те се състоят от електродвигател с редуктор (фиг. 10.8) и лостов механизъм за преобразуване на движението.

Принципната електрическа схема на свързване на стъклочистачките е показана на фиг. 10.9. Електродвигателят на стъклочистачките 1 се

Фиг. 10.8. Принципно устройство на електродвигател с редуктор за стъклочистачки
 1 – статор на електродвигателя; 2 – ротор; 3 – червячен редуктор; 4 – винт за регулиране хлабината на редуктора; 5 – краен изключвател



включва с двупозиционния включвател 2. Крайният изключвател 3, свързан механично с редуктора на стъклочистачките, осигурява винаги връщане на четките в изходно положение след изключване на включвателя 2. Крайният изключвател се намира в положение I само когато четките са в изходно положение и се превключва в положение II, след като двигателят заработи. След като се изключи включвателят 2, електродвигателят продължава да работи, докато четките се върнат в изходно положение и крайният изключвател 3 се превключи в положение I.

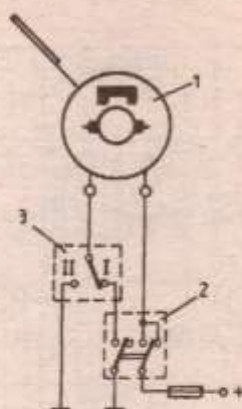
За задвижване на стъклочистачките се използват електродвигатели за постоянен ток с електромагнитно възбуждане и с възбуждане от постоянни магнити.

За по-голямо удобство при използване на стъклочистачките в различни атмосферни условия се прилагат *схеми с две скорости на движение*. Те се постигат чрез използване на двускоростни двигатели или чрез включване на допълнителен резистор, както е описано в т. 10.1 (фиг. 10.4 а и 10.6).

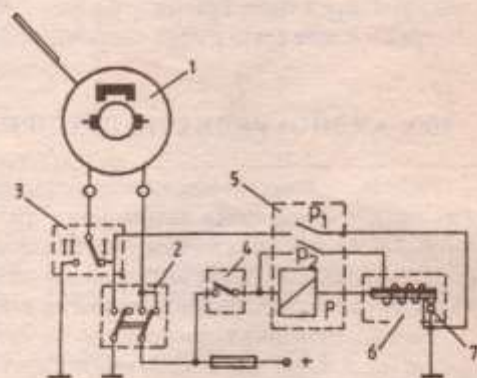
Прилагат се и *схеми за импулсно управление* на стъклочистачките, при което четките извършват по един двоен ход през определен интервал от време.

За импулсно управление на стъклочистачките може да се използва електромагнитно реле с термобиметална пластинка или електронно импулсно реле. И в двата случая е необходимо да се подаде електрически импулс към електродвигателя с продължителност, по-голяма от времето, за което крайният изключвател ще се превключи от положение I в положение II (вж. фиг. 10.9).

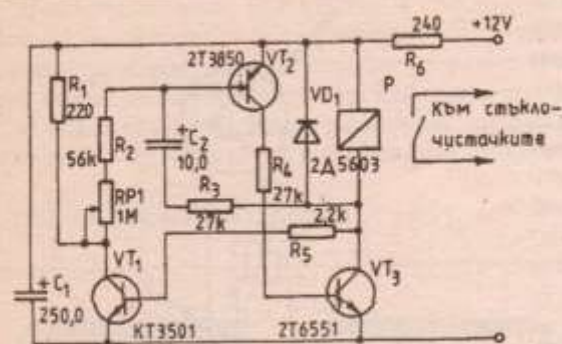
Принципната схема на импулсното управление на стъклочистачките чрез електромагнитно реле с термобиметална пластинка е показана на фиг. 10.10. При включване на ключа 4 намотката на електромагнитното реле 5 се захранва и задейства двата си чифта включващи контакти P_1 и P_2 . С контакта P_1 се подава маса към електродвигателя на стъклочистачките 1 и той се задвижва. Контактът P_2 подава напрежение към нагревателната намотка на термобиметалната пластинка 6. След определено време тя се нагрява и отваря контактите 7. Токът през намотката на електромагнитното реле се прекъсва и то се изключва, при което контактите му P_1 и P_2 се отварят. Електродвигателят на стъклочистачките 1 работи, докато крайният изключвател



Фиг. 10.9. Принцилна електрическа схема на свързване на стъклочистачки
1 – електродвигател на стъклочистачките; 2 – включвател на стъклочистачките; 3 – краен изключвател



Фиг. 10.10. Принцилна електрическа схема за импулсно управление на стъклочистачките чрез термобиметално реле
1 – електродвигател на стъклочистачките; 2 – включвател на стъклочистачките; 3 – краен изключвател; 4 – ключ; 5 – електромагнитно реле; 6 – термобиметална пластинка; 7 – контакти



Фиг. 10.11. Принципна електрическа схема на електронно импулсно реле на стъклочистачките

Основните неизправности на стъклочистачките се дължат на неизправности на електродвигателя, на включвателя, на релето на стъклочистачките или на лош електрически контакт със свързващите проводници. При повечето неизправности стъклочистачките не работят въобще или работят с по-ниска скорост.

Когато стъклочистачките не се връщат в изходно положение след изключване на захранващото напрежение, причината е неизправен краен изключвател. А когато работят само в един режим или само с една скорост, причината е във включвателя или в импулсното реле.

10.3. АУДИОУРЕДБА (РАДИОПРИЕМНИК)

Радиоприемник (радиокасетофон), монтиран фабрично или поставен допълнително, има практически всеки автомобил. Чрез него се повишават комфортът и удобството при пътуване. Освен това съществуват предавания, а в някои страни и радиостанции, постоянно излъчващи актуална информация за пътната обстановка, с което помагат на водачите да подбират подходящи маршрути за движение.

Радиоприемникът по правило се свързва към електрическата уредба на автомобила през контактният ключ, като обезателно в захранващата го верига трябва да има предпазител (фиг. 10.12).

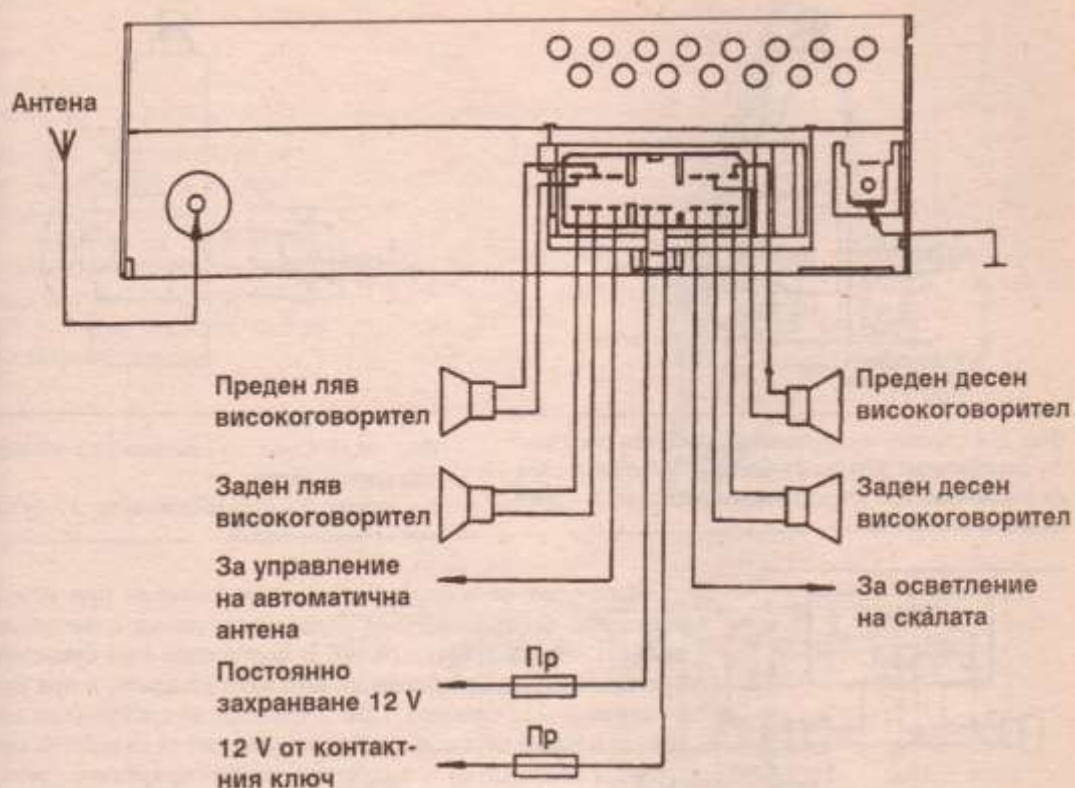
Някои радиоприемници имат вградена памет, чрез която водачът може да фиксира няколко радиостанции (по тяхната честота), като след това той по всяко време може да включи една от тях с натискане на съответния бутон. В други има вграден часовник, който работи постоянно, а индикацията му се появява само при включване на радиоприемника, респ. на контактният ключ. Тези радиоприемници изискват още един захранващ проводник, свързан чрез предпазител постоянно с акумулаторната батерия, за поддържане на записаната в паметта информация, съответно работата на часовника, когато контактният ключ е изключен (фиг. 10.12).

Към антената автомобилният радиоприемник се свързва с коаксиален кабел, оплетката на който трябва да има добра електрическа връзка с маса.

Автомобилите от по-висок клас са снабдени с автоматична антена, която при включване на радиоприемника автоматично се вдига и съответно при изключването му сама се прибира. Управлението на автоматичната антена се осъществява от радиоприемника

3 се превключи в положение I. След като термобиметалната пластинка 6 се охлади, контактите 7 се затварят и процесът се повтаря отново.

На фиг. 10.11 е показана принципна електрическа схема на електронно импулсно реле на стъклочистачките. Транзисторите VT₁ и VT₂ са свързани в схема на чакан мултивибратор, а VT₃ работи като усилвател, в колектора на който е включено електромагнитното реле P. Контактите на релето P се свързват паралелно на включвателя на стъклочистачките. С потенциометъра RP₁ се регулира продължителността на интервала, през който се задействат стъклочистачките.



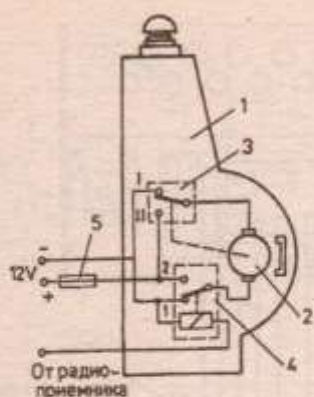
Фиг. 10.12. Принцилна схема за свързване на автомобилен радиоприемник

чрез един допълнителен проводник (фиг. 10.13). Автоматичната антена 1 има вграден електродвигател 2, който чрез редуктор задвижва стеблото на антената. Редукторът управлява един краен изключвател 3 с две положения – I и II. Електродвигателят 2 се включва чрез контактите на електромагнитното реле 4.

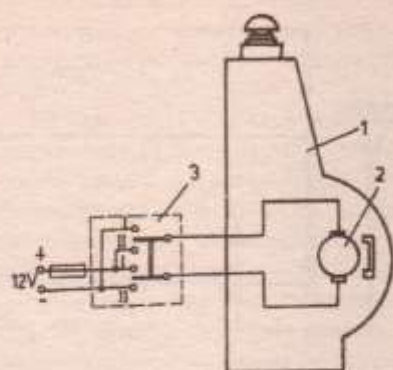
Когато радиоприемникът е изключен, стеблото на антената е спуснато и контактите на крайния изключвател 3 се намират в положение II. Релето 4 не е захранено и контактите му се намират в положение I.

Когато се включи радиоприемникът, от него към релето 4 се подава напрежение 12 V и то превключва контактите си в положение 2. Електродвигателят 2 получава захранване и се завърта. Чрез редуктора стеблото на антената се вдига и когато достигне крайното си положение, превключва контактите на крайния изключвател 3 в положение I. Така се изключва електродвигателят 2 на антената. Това състояние се поддържа, докато на проводника от радиоприемника има напрежение 12 V, т.е. докато той е включен.

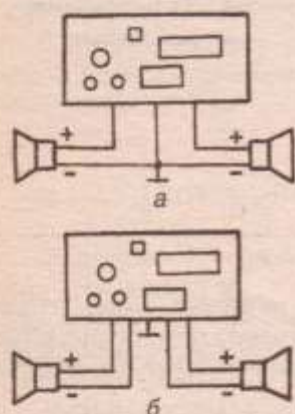
При изключване на радиоприемника се прекъсва подаваното към релето 4 напрежение и то превключва контактите си в положение I. Веригата на електродвигателя 2 се затваря и той се завърта, но в обратна на предния случай посока, тъй като полярността на захранващото напрежение е обърната. Стеблото на антената се прибира и когато достигне в напълно прибрано положение, превключва контактите на крайния изключвател 3 от положение I в положение II. Електродвигателят се изключва, като антената е готова за следващото включване.



Фиг. 10.13. Схема за свързване на автоматична антена
1 – автоматична антена; 2 – електродвигател; 3 – краен изключвател; 4 – електромагнитно реле; 5 – предпазител



Фиг. 10.14. Схема за свързване на полуавтоматична антена
1 – антена; 2 – електродвигател; 3 – бутонен превключвател



Фиг. 10.15. Схема на свързване на високоговорителите с обща (а) и с разделена маса (б)

Използват се и *полуавтоматични антени*, при които вдигането и спускането се управляват ръчно с бутонния превключвател 3. (фиг. 10.14). В положение I на бутонния превключвател 3 стеблото на антената се вдига, а при положение II – се прибира. При достигане на стеблото на антената в някои от двете крайни положения се задейства механичен съединител в редуктора, който предпазва електродвигателя от претоварване, а с издавания шум сигнализира на водача да изключи антената.

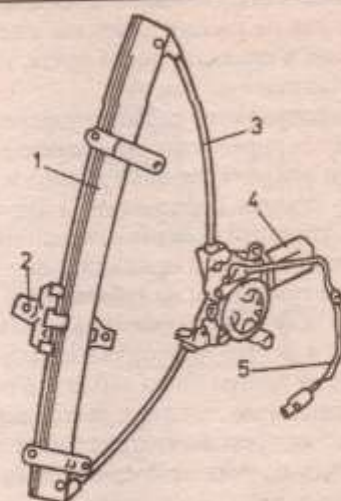
Автомобилните радиоприемници имат два или четири високоговорителя. За осигуряване на добро качество на звука е необходимо да се спазва редът при свързване на високоговорителите – леви, десни, съответно – предни, задни.

Високоговорителите могат да бъдат свързани по схема с обща (фиг. 10.15 а) или с разделена маса (фиг. 10.15 б). Необходимо е обаче винаги да се спазва правилният ред на свързване – клемата „+“ на високоговорителя трябва да се свързва с активния проводник на радиоприемника.

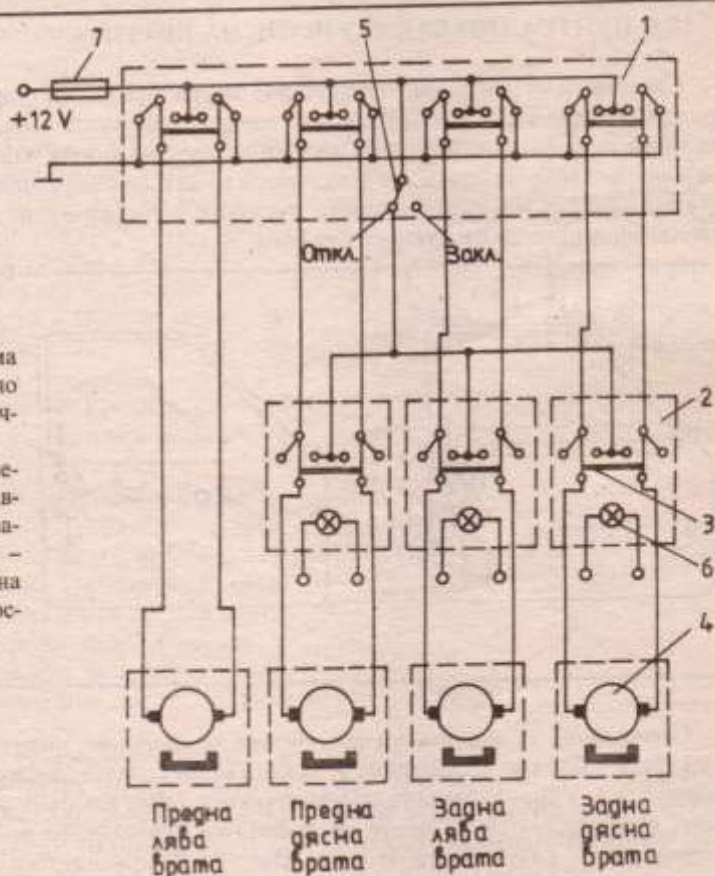
10.4. УСТРОЙСТВО ЗА МЕХАНИЗИРАНО ВДИГАНЕ И СПУСКАНЕ НА СТРАНИЧНИТЕ СЪТЪКЛА

За механизирано вдигане и спускане на страничните стъкла на автомобилите се използват допълнителни електродвигатели, монтирани във всяка врата, които задвижват механизмите на стъклата вместо ръчните стъклоповдигачи (фиг. 10.16). Това повишава комфорта и дава възможност на водача от своето място да управлява всички странични стъкла. Електрическата схема на свързване за механизирано вдигане и спускане на страничните стъкла е показана на фиг. 10.17.

Фиг. 10.16. Механизъм за автоматично вдигане и сваляне на страничните стъкла
 1 – плъзгач на страничното стъкло; 2 – стойка; 3 – задвижващи въжета; 4 – електродвигател; 5 – електрически кабели със свързващ куплунг



Фиг. 10.17. Електрическа схема на свързване за механизмирано вдигане и спускане на страничните стъкла
 1 – централно табло за управление; 2 – локални табла за управление; 3 – бутонни превключватели; 4 – електродвигател; 5 – превключвател за блокиране на задните врати; 6 – лампа за осветление; 7 – предпазител



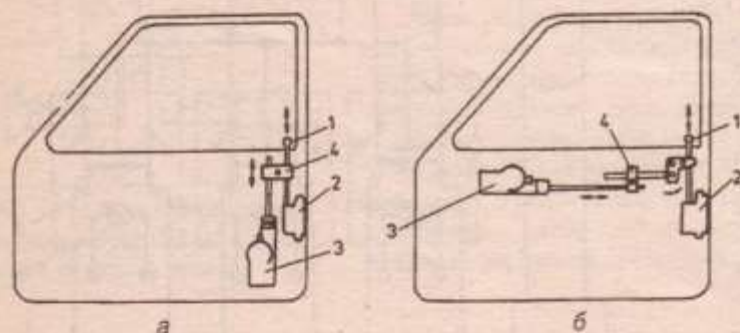
Схемата се състои от централно табло за управление 1, разположено на лявата предна врата или на удобно за водача място, локални табла за управление 2, разположени на двете задни и предната дясна врата, и електродвигатели 4, монтирани към стъклоповдигащите механизми на вратите.

В централното табло за управление 1 са монтирани четири бутонни превключвателя 3, с които се управляват реверсивно електродвигателите на стъклоповдигащите механизми на всички врати. Това дава възможност на водача от своето място да управлява всяко странично стъкло. Пътуващите в автомобила могат да вдигат и спускат страничните стъкла чрез бутонните превключватели на локалните табла за управление 2. Лампите 6, монтирани в тези табла, са предназначени за осветяване на бутонните превключватели и се запалват с включването на габаритните светлини на автомобила.

За да се предотврати възникването на механична повреда в стъклоповдигащия механизъм, в случай че водачът и пътуващият в автомобила задействат механизма в различни посоки, в централното табло 1 е разположен превключвателят 5. Чрез него водачът има възможност да блокира действието на локалните табла за управление. При положение „Закл.“ на превключвателя 5 към локалните табла за управление не се подава захранващо напрежение, така че чрез тях не могат да се задействат електродвигателите 4.

10.5. ЦЕНТРАЛНО ЗАКЛЮЧВАНЕ НА ВРАТИТЕ

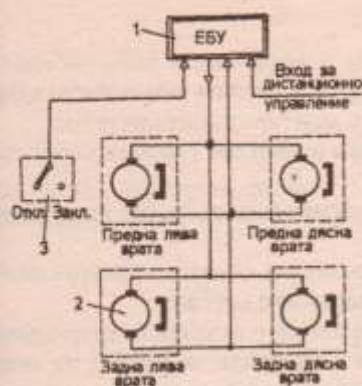
Системата за централно заключване на вратите (ЦЗВ) е предназначена за едновременно отключване или заключване на всички врати на автомобила от вратата на водача. Това може да се осъществи отвън чрез използване на ключа или чрез бутона на вратата вътре в автомобила. За целта във всяка врата на автомобила е монтиран електродвигател с редуктор, преобразуващ въртеливото движение в постъпателно, чрез който се задвижва управляващата щанга на ключалката (фиг. 10.18).



Фиг. 10.18. Принцип на действие на системата за централно заключване на вратите при вертикално (а) и хоризонтално (б) разположение на електродвигателя

1 – бутон за заключване на вратата; 2 – ключалка на вратата; 3 – електродвигател с редуктор; 4 – свързващ елемент

Системата за централно заключване на вратите, показана на фиг. 10.19, включва електронен блок за управление 1, задвижващи електродвигатели 2 и управляващ превключвател 3. Управляващият превключвател 3 има две състояния – заключено и отключено, съответстващи на двете състояния на ключалката на вратата. Той се управлява механично от ключалката. В зависимост от положението на ключалката превключвателят 3 подава към електронния блок за управление 1 сигнал със съответната поляр-



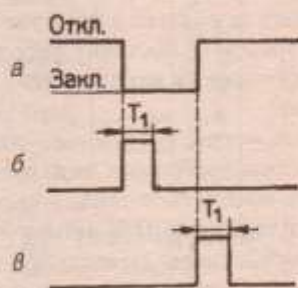
Фиг. 10.19. Принцилна електрическа схема за централно заключване на вратите
1 – електронен блок за управление; 2 – електродвигател с редуктор; 3 – управляващ превключвател

ност (маса или нула на схемата от фиг. 10.19). Електронният блок генерира *импулс с определена продължителност* (фиг. 10.20), който задейства електродвигателите на останалите три врати, ключалките на които преминават в състоянието, в което се намира ключалката на вратата на водача. При различните марки и модели автомобили полярността на сигналите може да бъде различна.

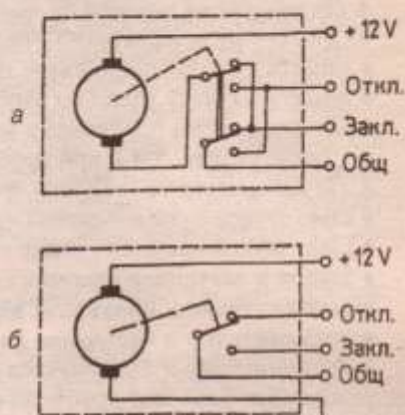
Обикновено управляващият превключвател 3 (позиция от фиг. 10.19) конструктивно е разположен в съответния електродвигател и тогава електродвигателят се нарича управляващ. Останалите електродвигатели без управляващ превключвател се наричат изпълнителни. Съществуват автомобили, при които управляващи електродвигатели се монтират на двете предни врати.

Управляващите електродвигатели могат да бъдат свързани със системата за централно заключване на вратите с четири или пет проводника (фиг. 10.21).

Електронният блок за управление има вход за дистанционно управление, чрез който по описания начин могат да се управляват едновременно и четирите врати на автомобила (фиг. 10.19). Сигналът за дистанционно управление се получава от отделен блок.



Фиг. 10.20. Времени диаграми на сигналите от управляващия превключвател и електронния блок (а) за управление при затваряне (б) и при отваряне (в) на вратите



Фиг. 10.21. Принципи схеми на свързване на управляващите електродвигатели за централно заключване на вратите
а – с четири проводника; б – с пет проводника

10.6. АЛАРМЕНИ УРЕДБИ ЗА ЗАЩИТА

Алармените уредби са предназначени да *сигнализират и защитават автомобилите* при опит за влизане в тях с взлом или кражба. На някои марки и модели автомобили алармени уредби се поставят фабрично, но в повечето случаи се монтират допълнително.

В процеса на експлоатация *алармената уредба се намира в едно от следните три състояния:*

- *изключено състояние* – изключена е с органите си за управление съгласно инструкцията за експлоатация и не защитава автомобила;

- *включено състояние* – включена е с органите си за управление съгласно инструкцията за експлоатация, пази автомобила и е готова да включи алармения сигнал;

- *задействано състояние* – по сигнал на някой от сензорите си е включила аларменият сигнал и е осъществила всички заложиени в конструкцията ѝ операции за защита на автомобила (блокиране на двигателя, излъчване на оповестяващ радиосигнал и др.).

Разнообразието на алармените уредби е много голямо – от най-прости, управлявани с ЦК ключ, които действат звуковия сигнализатор на автомобила, до „интелигентни“ – с микропроцесор, дистанционно управление и сирена със собствено захранване. Така те ще бъдат класифицирани по следните три основни признака:

1. По начина на управление (включване и изключване):

- със скрит ЦК ключ, разположен отвън на автомобила;
- със скрит ЦК ключ, разположен вътре в автомобила;
- с кодов ключ;
- с магнит през някое от стъклата;
- управлявани дистанционно с кодиран радиосигнал.

2. По нивото на защита на автомобила:

- само срещу нежелателно отваряне на вратите, капака на двигателя и багажника;
- защита и срещу проникване през стъклата (т.е. без отваряне на вратите);
- защита и срещу удари по купето, колелата и др.;
- защита и срещу повдигане и накланяне (т.е. срещу евентуалното отвлечане с колесар);
- уредби, реагиращи и при приближаване към автомобила.

3. По реакцията на уредбата при задействането ѝ:

- само звуков алармен сигнал чрез включване на звуковия сигнализатор на автомобила;
- само звуков алармен сигнал от собствена сирена;
- звуков и светлинен алармен сигнал;
- допълнително и блокиране веригата на стартера или запалването;
- допълнително и излъчване на оповестяващ радиосигнал;
- допълнително и възпроизвеждане чрез високоговорител и звуков синтезатор на предупреждаваща фаза при приближаване до автомобила на разстояние, по-малко от определена дистанция.

4. По конструкция:

- компактни, т.е. всички елементи на алармената уредба са разположени в един общ корпус, включително и сирената;

- модулни, състоящи се от отделни блокове, които се монтират на различни места в автомобила, като всеки блок има особено функционално предназначение.

Алармените уредби могат да бъдат класифицирани и по вида на управление – аналогови и цифрови. Практически обаче всички съвременни алармени уредби са цифрови, с вграден микропроцесор и памет.

Структурната схема на една алармена уредба най-общо включва показаните на фиг. 10.22 елементи.

Фиг. 10.22. Структурна схема на алармена уредба



Електронният блок е основният елемент на уредбата, който определя нейните възможности. Той получава входна информация от сензорите, обработва я и в зависимост от заложения в него алгоритъм задейства изпълнителните елементи и допълнителните модули.

Най-прост алгоритъм имат алармените уредби, управлявани със скрит в купето ЦК ключ или кодов ключ. При тях след спиране на автомобила и включване на уредбата трябва да се осигури определено минимално време, за което водачът да излезе от автомобила, без това да задейства алармената уредба. Също така, когато водачът отключи вратата на автомобила и я отвори, той трябва да има осигурено време, за да изключи уредбата, като разбира се, това време трябва да бъде недостатъчно за обезвреждане на алармената уредба от други лица.

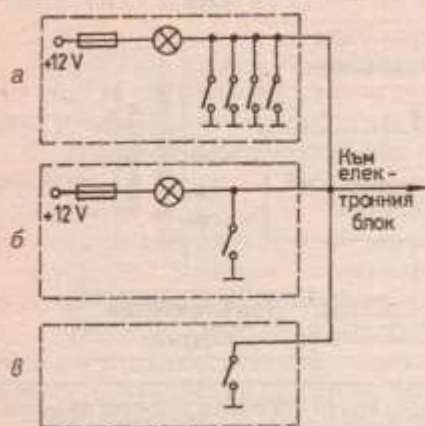
Съвременните алармени уредби работят по значително по-сложен алгоритъм. Използването на микропроцесор и памет в електронния управляващ блок дава възможност да се реализират значителен брой разнообразни функции, както по отношение на управлението на алармената уредба – дистанционно управление с „плаващ“ код, антисканираща програма, самотестване и др., така също и по отношение на охранителните ѝ функции. Електронният управляващ блок трябва да се монтира на труднодостъпно място в автомобила, което го предпазва от злонамерени действия. В тази връзка, при някои уредби електронният управляващ блок се разполага в брониран или трудно разрушим корпус, който допълнително се прави устойчив и срещу високо напрежение – електрошок, едно често използвано средство за обезвреждане на алармените уредби.

Сензорите са вторият по важност елемент на алармените уредби, тъй като те определят нивото на защита и чувствителността на уредбата.

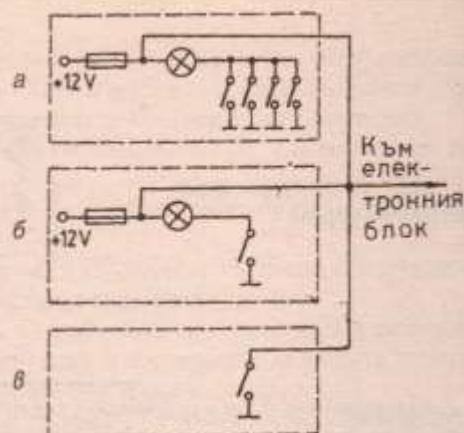
Като сензори за защита срещу нежелателно отваряне на вратите, капака на двигателя и багажника се използват бутонни включватели. Обикновено това са съществуващите на автомобила включватели за лампите, осветяващи купето и багажника. Ако такива включватели на автомобила липсват (например за капака на двигателя), се монтират допълнително. Схемата на свързване на бутонните включватели е показана на фиг. 10.23.

За някои алармени уредби съществува възможност отварянето на вратите да се регистрира безконтактно по кратковременния пад на напрежение, възникващ в инсталацията при светване на лампите в купето. В този случай сигналът се взема от веригата между предпазителя и лампата и се подава с отделен проводник към електронния блок на уредбата (фиг. 10.24).

За защита на автомобила срещу проникване през стъклата се използват сензорите за обем. Те са ултразвукови и свръхвисокочестотни и се състоят от излъчвател и приемник на ултразвукови (честота около 40 kHz) и съответно на електромагнитни вълни със свръхви-

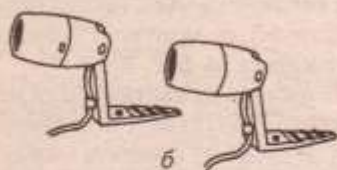
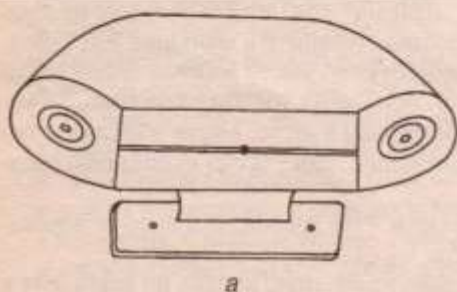


Фиг. 10.23. Схема на свързване на бутонните включватели на вратите (а), на багажника (б) и на капака на двигателя (в)



Фиг. 10.24. Схема на свързване при безконтактно регистриране на отварянето на вратите (а), на багажника (б) и чрез включвател на капака на двигателя (в)

соки честоти (от 2 до 26 GHz). Тези сензори работят на принципа на близката локация, т.е. излъчваните от излъчвателя електромагнитни вълни се отразяват от вътрешните стени на купето на автомобила и създават в приемника сигнал с определено ниво. При промяна на обема (отваряне на врата, прозорец или някакъв предмет) нивото на сигнала се променя и алармената уредба се задейства.



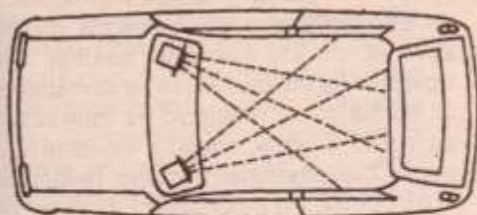
Фиг. 10.25. Външен вид на сензори за обем а – излъчвателят и приемникът са разположени в общ корпус; б – излъчвателят и приемникът са разположени в отделни корпуси

Излъчвателят и приемникът на сензорите за обем конструктивно могат да бъдат изработени като отделни елементи или в общ корпус (фиг. 10.25).

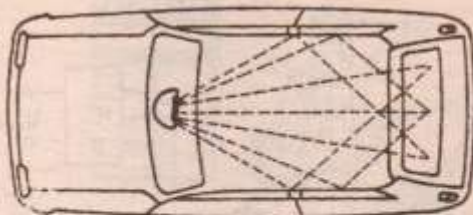
За да се получи максимална чувствителност, е необходимо сензорите за обем да се разположат така, че да обхващат целия свободен обем на купето на автомобила (фиг. 10.26).

Някои алармени уредби използват като сензор за обем микрофон, работещ в определена честотна лента. Той реагира на звук, съответстващ на звука при счупване на стъкло, и по този начин осъществява защита на автомобила срещу проникване през стъклата.

За защита на автомобилите от удар се използват сензорите за удар (шок-сензори). Най-разпространените от тях са контактните сензори (фиг. 10.27). Те са изработени като електрически контакти 5, единият от които е разположен на пластинчата пружина 3, към която е закрепена тежест с опре-



а



б

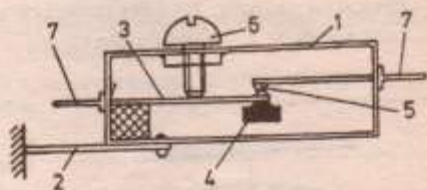
Фиг. 10.26. Правилно разполагане на сензорите за обем
а – разположени в отделни корпуси; б – разположени в общ корпус

делена маса 4. Целият сензор е закрепен на подходящо място към купето на автомобила с еластична връзка 2. При удар или сътресение на автомобила с определена амплитуда пластинчатата пружина 3, под въздействие на тежестта 4 започва да трепти, с което отваря и затваря контактите 5. Полученият сигнал задейства алармената уредба. Чувствителността на сензора се регулира с винта 6.

В алармените уредби се използват и електромагнитни сензори за удар (фиг. 10.28). Основният елемент на сензора е бобината 3, по оста на която е разположен постоянният магнит 2. Той е закрепен към корпуса посредством пружините 1. При удар постоянният магнит се разлюлява и движейки се по оста на бобината, индуцира в нея електродвижещо напрежение, което се обработва от електронната схема 4.

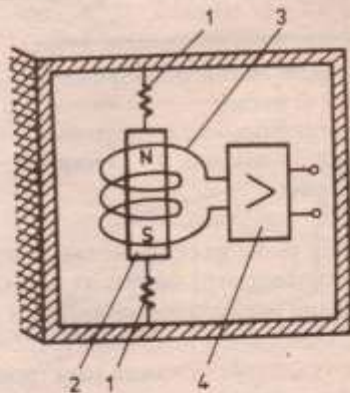
Съществуват електронни сензори за удар, чувствителният елемент при които е пиезокристал, реагиращ на определена честота и амплитуда на възбудените в купето на автомобила вибрации.

Сензорите за наклоняване и повдигане на автомобила се наричат тилт-сензори. Най-разпространената конструкция на този тип сензори са три живачни ампули, разположени в една равнина на 120° една от друга (фиг. 10.29), като винаги две от тях се намират във включено състояние. Трите сигнала от живачните ампули 1 се приемат от интегралната схема и се преобразуват в триелементен код (например 011). Той се запомня в електрон-



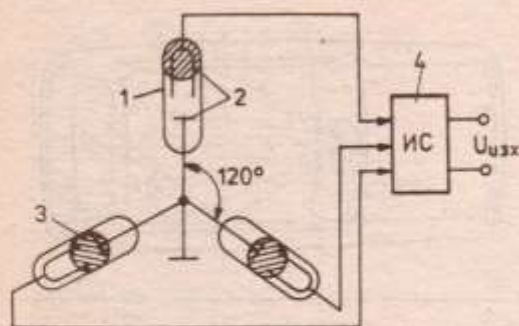
Фиг. 10.27. Принципно устройство на сензор за удар (шок-сензор)

1 – корпус; 2 – еластичен закрепващ елемент; 3 – пластинчатата пружина; 4 – тежест; 5 – електрически контакт; 6 – регулиращ винт; 7 – електрически изводи



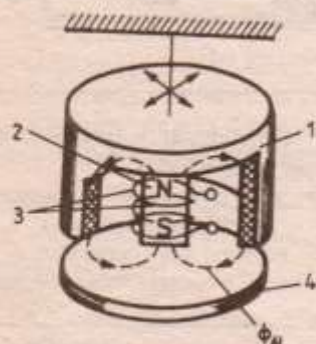
Фиг. 10.28. Принципна схема на електромагнитен сензор за удар

1 – пружина; 2 – постоянен магнит; 3 – бобина; 4 – електронна схема



Фиг. 10.29. Принципна схема на сензор за наклоняване (тилт-сензор)

1 – стъклени ампули; 2 – електрически контакти;
3 – капка живак; 4 – интегрална схема



Фиг. 10.30. Магнитоелектрически сензор за наклон

1 – магнитопровод; 2 – постоянен магнит; 3 – намотка; 4 – феромагнитен диск

ния блок при включване на алармената уредба. С това се фиксира положението на автомобила върху пътното платно, като се отчита неговият наклон. При промяна на положението на автомобила се променя състоянието на контактите на трите ампули, както и сигналите от тях, а следователно и кодът (например кодът става 101). На базата на тази промяна интегралната схема изработва сигнал, който задейства алармената уредба.

Използват се и *магнитоелектрически сензори за наклон*, действието на които се основава на принципа на електромагнитната индукция. Сензорът се състои (фиг. 10.30) от чашкообразен магнитопровод 1, окачен на една нишка над диск от феромагнитен материал 4. По

оста на магнитопровода е разположен постоянен магнит 2 с навита върху него намотка 3. Когато автомобилът е в покой, магнитният поток Φ_{μ} на постоянния магнит, обхванат от намотката, не се променя, поради което няма индуктирано е.д.н. Ако автомобилът бъде наклонен, магнитопроводът се измества спрямо диска и магнитният поток Φ_{μ} се променя. Това създава електродвижещо напрежение в намотката, което е сигналът за задействане на алармената уредба.

Най-простият начин за управление на алармената уредба е *скрит в купето ЦК ключ*, с който се включва и съответно изключва захранването на уредбата. Този начин обаче не е достатъчно сигурен, защото скритите, но удобни за водача места, в които да се постави ЦК ключът, не са много. По тази причина някои фирми производители на алармени уредби използват кодов ключ за същата цел. Така например фирмата „Аутоматик рейдио“ произвежда *запалителна уредба CDI-2049CD* (фиг. 10.31), която има и *функция за защита* на

автомобила срещу кражба. При нея двигателят на автомобила може да се пусне само ако изработеният като печатна платка кодов ключ се постави в съответното гнездо на автомобила. С изваждането на кодовия ключ се прекъсват опередени електрически връзки и запалителната уредба се блокира.

Съществуват алармени уредби с доста по-сложна конструкция на кодов ключ, някои от които съдържат сложна електронна схема (фиг. 10.32).

Използването на кодов ключ за управление на алармената уредба не е много удобно, тъй като се затрудняват манипулациите на водача.

При алармените уредби от по-висок клас се използва дистанционно управление. То може да се реализира чрез кодиран сигнал с инфрачервени лъчи или чрез кодиран радиосигнал.

В първия случай в корпуса на ключа, използван за заключване на вратите, *се вгражда електронна схема*, захранвана от миниатюрна батерия (фиг. 10.33). Тази схема при натиска-

не на бутона 2 генерира кодиран сигнал, който задейства светодиода за инфрачервени лъчи 3. Преди да отключи вратата на автомобила, водачът доближава ключа до бравата и натиска за кратко време бутона. Излъченият от светодиода кодиран сигнал се приема от разположения на бравата инфрачервен приемник и алармената уредба се изключва. Включването на уредбата става автоматично при заключването на вратата.

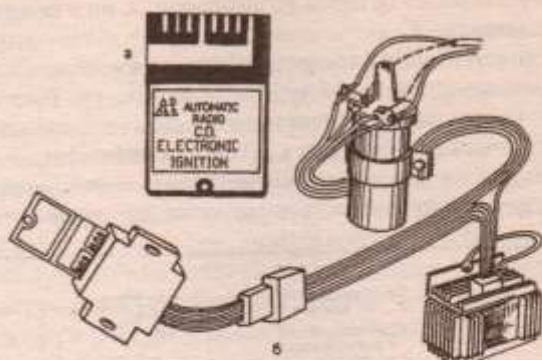
По-добри възможности както за кодиране, така и като радиус на действие има *дистанционното управление с кодиран радиосигнал*. Той се излъчва от малък предавател, изработен като ключодържател, и се приема от алармената уредба, която е снабдена с малка антена.

Управлението на алармените уредби може да бъде и с т.нар. *блокираща ключалка*. Чрез нея водачът може винаги да изключи алармената уредба независимо от състоянието, в което тя се намира. Обикновено тя се използва за изключване на уредбата, когато автомобилът е в сервиз или когато уредбата не може да бъде изключена чрез другите органи за управление. Блокиращата ключалка въздейства по електрически път върху алармената уредба, но конструктивно може да бъде оформена като за обикновен секретен или електронен ключ.

Някои алармени уредби са снабдени и с *допълнителен ключ* (наричан ключ „паника“), чрез който водачът задейства уредбата независимо от състоянието, в което тя се намира, в случаите, когато той е в автомобила и има опасност от нападение.

Включеното състояние на алармените уредби се указва чрез *светодиод* (обикновено с червен цвят), който свети постоянно или мига, когато алармената уредба е включена. Някои алармени уредби имат възможност чрез светещ код, излъчван от този светодиод, да дават информация на водача дали уредбата е била задействана и ако е била задействана, от кой сензор е станало това.

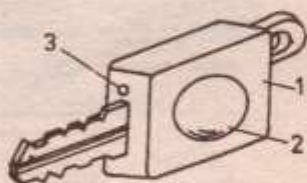
Като изпълнителни устройства на алармените уредби най-широко се използват *сирени*. Те излъчват специфичен звук със сила 100–120 dB. При алармените уредби от по-висок клас сирените имат вградени батерии за автономно хранване. Тези сирени,



Фиг. 10.31. Запалителна уредба CDI-2049 CD с кодов ключ за защита срещу кражба
а – кодов ключ, оформен като печатка платка; б – схема на свързване



Фиг. 10.32. Външен вид на кодов ключ с активна вътрешна схема

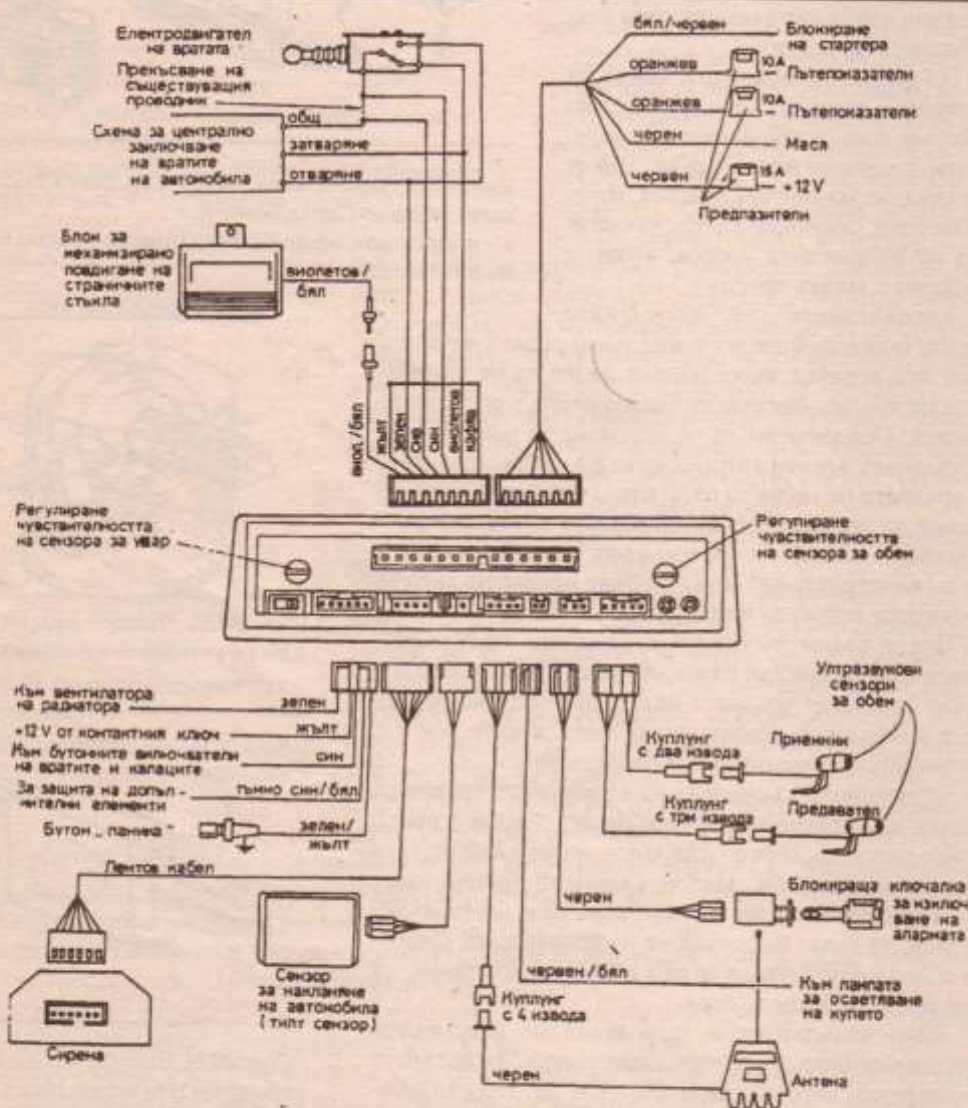


Фиг. 10.33. Външен вид на ключ за дистанционно управление с инфрачервени лъчи
1 – корпус; 2 – бутон; 3 – светодиод

освен че продължават да излъчват алармен сигнал, когато се прекъсне захранването им от акумулаторната батерия на автомобила, но и се задействат независимо от уредбата, ако това се направи.

Сигурна защита на автомобила е *блокирането на веригата на стартера или запалването*, когато алармената уредба се задейства. Това се постига със силово електромагнитно реле, което отваря контактите си, когато уредбата се задейства, и по този начин прекъсва електрическата верига, в която те са включени.

Някои алармени уредби имат *допълнителни радиоизвестителни устройства* (пейджър), които автоматично включват приемник на разстояние 1-2 km, който информи-



Фиг. 10.34. Принцилна схема на свързване на алармената уредба MOSS 740

ра водача, че алармената уредба се е задействала. За антена тези алармени уредби използват антената на автомобилния радиоприемник.

Към алармените уредби могат да се включат и *допълнителни модули*, разширяващи възможностите им, например автоматично централно заключване на вратите на автомобила при включване на уредбата и отключването им при изключването ѝ; автоматично вдигане на страничните стъкла при включване; палене на двигателя от разстояние и др.

Пълната електрическа схема на алармената уредба MOSS 740 е показана на фиг. 11.34.

Освен алармени уредби за защита на автомобилите, се използват и устройства, наричани *имобилайзери*. Тяхното основно предназначение е да направят невъзможно запалването на двигателя на автомобила, като за целта блокират няколко (винаги повече от една) уредби на двигателя. Включването на имобилайзера е автоматично след изключване на контактният ключ, а изключването му се осъществява с ключ или дистанционно, но винаги от много малко разстояние с цел да се защити от сканиране и последващо разкодиране на управляващия сигнал.

Структурната схема на имобилайзера е подобна на структурната схема на алармената уредба (вж. фиг. 10.22). Разликата е, че вместо от сензори, сигналите за състоянието на вратите на автомобила се подават от контактният ключ и от четеща на кода за изключване към електронния блок.

Изключването на имобилайзера може да бъде реализирано посредством:

- скрит бутон;
- кодов ключ;
- дистанционен кодов ключ.

Скритият бутон представлява миниатюрен електрически бутон, монтиран на лесно достъпно за водача, но скрито за външни лица място. Имобилайзерът се изключва с еднократно натискане на бутона след като се запали двигателят.

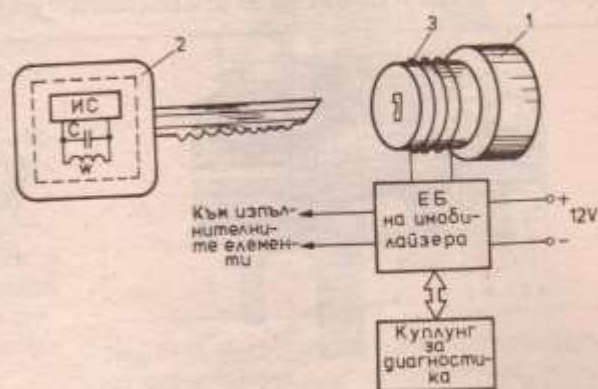
Кодовият ключ има същото действие и подобна конструкция, както този за алармените уредби (вж. фиг. 10.32). Поставен или само доприч до четеща на кода, той изключва имобилайзера посредством записан в електронната му схема код.

Дистанционният кодов ключ има сходно устройство с кодовия ключ. Разликата е в това, че кодът се обменя безконтактно от разстояние 1–2 cm. По тази причина четецът на ко-

да е разположен на скрито, известно само на водача място (обикновено някъде зад панела на арматурното табло). Дистанционният кодов ключ може да бъде и без собствено захранване и тогава е известен като *транспондер*.

Принципът на действие е следният (фиг. 10.35). Около ключалката на контактният ключ 1 е разположена намотката 3, представляваща антената на четеща на кода. В дръжката на ключа е монтирана специализирана интегрална схема ИС, към която паралелно са свързани кондензатор С и намотка W.

Когато контактният ключ се постави в ключалката и се завърти в положение „включено“, се акти-



Фиг. 10.35. Принципа схема на имобилайзер с транспондер
1 – гнездо на контактният ключ; 2 – контактен ключ; 3 – намотка – антена

вира електронният блок на имобилайзера, който подава енергиен сигнал към намотката-антена. Той се приема от намотката w на ключа и от създаденото е.д.н. се зарежда кондензаторът C . Енергийният сигнал също е кодиран, така че след зареждане на кондензатора C се „запитва“ интегралната схема ИС. Ако „запитващият“ код съответства на този на интегралната схема, тя, на базата на енергията в заредения кондензатор C , на свой ред подава сигнал със записания в нея код. Този код се излъчва от намотката на транспондера w и постъпва в електронния блок. Там се сравнява със заложения в него код и ако има съответствие, имобилайзерът се изключва.

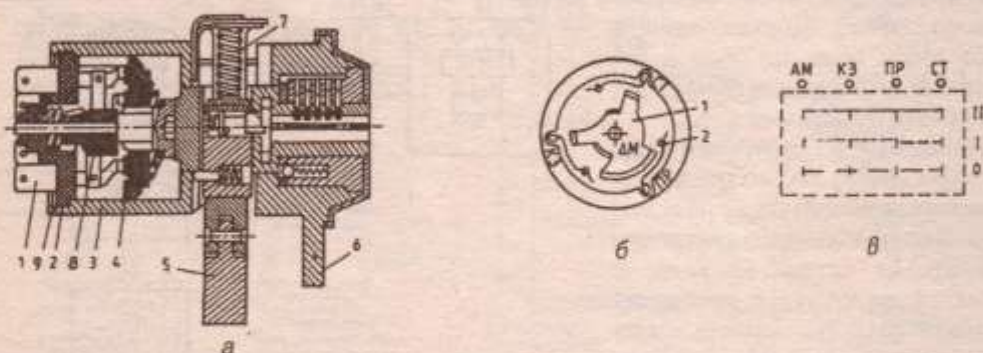
Като изпълнителни елементи на имобилайзерите най-често се използват електромагнитни релета, контактите на които прекъсват или свързват към маса различни електрически вериги – на индукционната бобина, на прекъсвача, на стартера и др. Много добра защита на автомобила е използването на клапани, прекъсващи подаването на гориво. Последните модели такива клапани имат брониран корпус и вграден в него електронен ключ, управляван от електронния блок на имобилайзера посредством кодиран сигнал. Напоследък тези клапани или други изпълнителни елементи се управляват чрез мултиплексиране на сигнала. Така например за автомобилите с вградена в резервоара горивна помпа електронният ключ се поставя непосредствено преди електродвигателя на помпата, а управляващият го кодиран сигнал се предава по захранващите проводници.

10.7. КОМУТАЦИОННА АПАРАТУРА

Контактен ключ. Контактният ключ е предназначен за включване и изключване на електрическите консуматори на автотранспортните средства, включително и на стартера при първоначално пускане на двигателя. Той има защитни функции, тъй като може да се задейства само с точно определен секретен ключ.

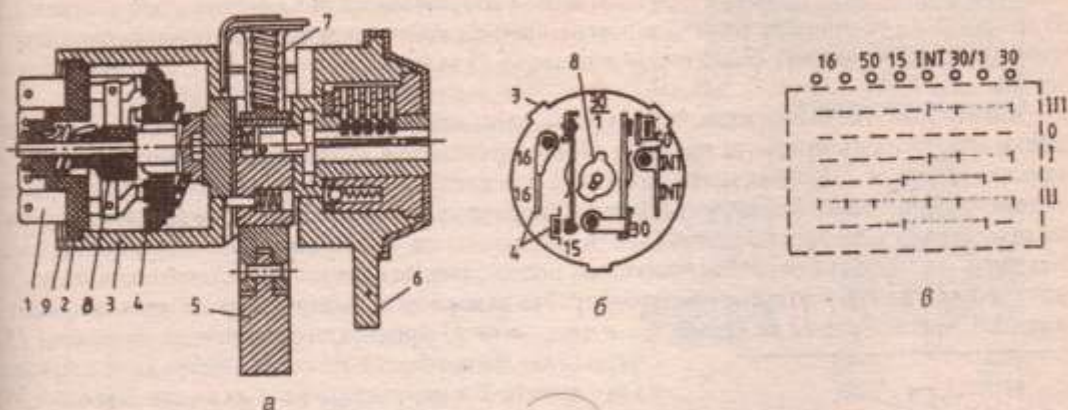
На фиг. 10.36 и 10.37 са показани два типични контактни ключа. Разликата между тях е в конструкцията на електрическата контактна схема и в това, че ключът ВК 347 има механично устройство, блокиращо кормилното колело срещу кражба.

Контактната схема на контактният ключ ВК 330 (фиг. 10.36 б) има контактна пластинка 2 със специална форма, която контактува с пружиниращите контакти на изводните клемми КЗ, ПР и СТ. Напрежението от акумулаторната батерия се подава към клемата АМ.



Фиг. 10.36. Устройство на контактен ключ ВК 330 (а), контактна схема (б) и диаграма на състоянията (в)

1 – контактна пластинка; 2 – контакти; 3 – контактни изводи; 4 – ротор; 5 – заключващо устройство; 6 – гайка; 7 – ключ; 8 – тяло; 9 – фиксаторни сачми



Фиг. 10.37. Устройство на контактен ключ ВК 347 (а), контактна схема (б) и диаграма на състоянията (а)

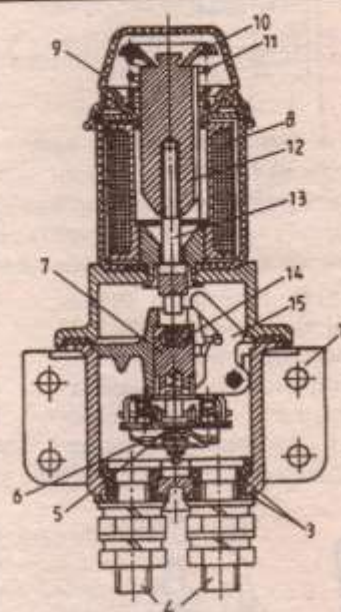
1 – контактни изводи; 2 – изолатор; 3 – тяло; 4 – контакти; 5 – механичен фиксатор на кормилното колело; 6 – заключващо устройство; 7 – пружина; 8 – втулка с гърбици; 9 – пръстеновидна пружина

Контактната схема на контактния ключ ВК 347 (фиг. 10.37 б) има двойка контакти, които се задействат от пластмасова втулка 8 с две гърбици с различен профил. Контактната схема може да се свали от контактния ключ, след като се извади пружиниращият пръстен 9 (фиг. 10.37 а).

Действието на всеки сложен комутационен елемент, включително и на контактния ключ, се илюстрира чрез диаграмата на състоянията, показваща кои клеми са свързани при всяко отделно положение (фиг. 10.36 в и 10.37 в съответно за ВК 330 и ВК 347).

Изключвател на акумулаторната батерия. Изключвателят на акумулаторната батерия, известен още като ключ-маса, е предназначен да прекъсва електрическата връзка между акумулаторната батерия и масата на автомобила при продължителни престои или при ремонт. Използва се предимно при товарните автомобили и автобусите.

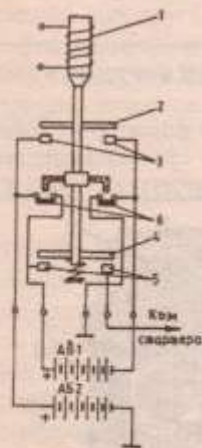
Принципното устройство на изключвател на акумулаторната батерия с дистанционно управление е показано на фиг. 10.38. В тялото 1 през изолационните втулки 3 са поставени две клеми 4, към които се



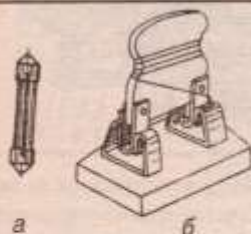
Фиг. 10.38. Устройство на изключвател на акумулаторната батерия с дистанционно управление 1 – тяло; 2 и 11 – възвратни пружини; 3 – изолационни втулки; 4 – изводни клеми; 5 и 6 – контактни пластини; 7 – прът; 8 – намотка; 9 – гумен маншон; 10 – бутон; 12 – феромагнитна сърцевина; 13 – тласкач; 14 – фиксатор; 15 – палец

свързват кабелът от акумулаторната батерия и кабелът към маса. Намотката 8 има цилиндрична форма, като по оста ѝ е разположена сърцевината 12 със завития в нея тласкач 13. В тласкача 13 се опира прътът 7, в другия край на който са закрепени контактните пластинки 5 и 6. Сферичният фиксатор 14 и палецът 15 задържат контактите в затворено положение.

Когато намотката 8 се включи към акумулаторната батерия, сърцевината 12, преодолявайки силата на възвратната пружина 11, се притегля във вътрешността на намотката 8 и премества пръта 7. Контактната пластинка 5, а след това и пластинката 6 свързват двете клемми 4. Сферичният фиксатор 14 влиза в прореза на палеца 15 и по този начин контактите се задържат в затворено положение. Когато се изключи захранващото напрежение, сърцевината и тласкачът се връщат в изходно положение, но контактите остават включени. За да се изключи акумулаторната батерия, трябва отново да се подаде напрежение към намотката 8. Сърцевината 12 се премества и тласкачът 13 притиска горната част на палеца 15.



Фиг. 10.39. Принципно устройство на превключвател 12-24 V за акумулаторни батерии
1 – електромангнит; 2 и 4 – контактен диск; 3 и 5 – включващи контакти; 6 – изключващи контакти



Фиг. 10.40. Стопяеми предпазители с еднократно (а) и с многократно (б) действие

Сферичният фиксатор 14 се освобождава под действие на пружината 2, а контактите се изключват. Бутонът 10, покрит с гумен маншон 9, служи за механично управление на изключвателя.

Превключвател 12-24 V за акумулаторните батерии. За да се постигне сигурно първоначално пускане на двигателя, при някои модели автомобили с електрическа уредба за 12 V се използват стартери за 24 V. За целта в електрическата уредба има две акумулаторни батерии с номинално напрежение 12 V. Батериите са свързани паралелно, като в режим на стартиране се включват последователно към стартера с помощта на превключвателя за 12-24 V.

Превключвателят на фиг. 10.39 се управлява дистанционно чрез електромагнита 1. Той има две двойки мощни включващи контакти 3 и 5 и два изключващи контакти 6. Когато превключвателят не е задействан, двете акумулаторни батерии АБ₁ и АБ₂ са свързани паралелно чрез контактите 6.

При включване на електромагнита първо се отварят контактите 6, след това – контактите 3 чрез диска 2 и накрая – контактите 5 чрез диска 4. По такъв начин акумулаторните батерии се включват последователно за режим на първоначално пускане.

Предпазители. Предпазителите са предназначени да защитават електрическите вериги от късо съединение и претоварване. Използват се два вида предпазители – стопяеми и термобиметални.

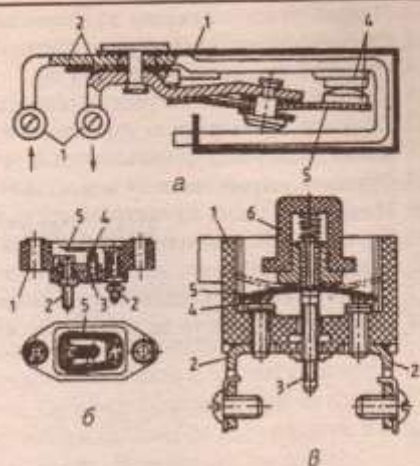
Стопяемите предпазители представляват калибриран проводник, разположен във или върху изолационна основа и оразмерен за протичане на номиналния ток продължително време. Те са с еднократно (фиг. 10.40 а) и многократно (фиг. 10.40. б) действие. Стопяемите предпазители се заменят само със стандартни.

Термобиметалните предпазители се използват за по-големи стойности на тока. Те са за многократно

действие и се разделят на две групи в зависимост от начина на възстановяването им – с автоматично и с ръчно възстановяване.

Термобиметалните предпазители с автоматично възстановяване, наричани още вибрационни (фиг. 10.41. а и б), представляват плоска биметална пластинка 5, която държи в затворено състояние контактите 4. При протичане на малък ток биметалната пластинка се нагрява, деформира се незначително, но контактите остават включени. Когато токът превиши определена стойност, биметалната пластинка се нагрява, деформира се и отваря контактите 4, с което прекъсва електрическата верига. След определено време биметалната пластинка се охлажда и възстановява първоначалното си положение, като затваря контактите 4. Описаният процес се повтаря, докато не бъде отстранена причината, предизвикала увеличаването на тока.

Термобиметалните предпазители с ръчно възстановяване (фиг. 10.41 в) съдържат тънка биметална пластинка със сферична форма 5, която в работно положение затваря с известни усилия контактите 4. При протичане на ток, превишаващ допустимия, биметалната пластинка 5 се нагрява, рязко променя формата си в другото устойчиво положение, при което отваря контактите 4. Предпазителят остава в изключено състояние, докато не бъде натиснат бутонът б, с което биметалната пластинка се връща в изходно положение.



Фиг. 10.41. Термобиметални предпазители с автоматично (а и б) и с ръчно възстановяване (в)
а – 1 – контактни изводи; 2 – контактни шини; 4 – контакти; 5 – биметална пластинка
б, в – 1 – тяло; 2 – клемми; 3 – регулиращ винт; 4 – контакт; 5 – биметална пластинка; 6 – бутон

Контролни въпроси

1. Какви видове електродвигатели се използват в автотранспортните средства?
2. Обяснете характеристиките на електродвигателите с електромагнитно възбуждане в зависимост от вида на възбуждането им.
3. Как се постигат две различни честоти на въртене при електродвигателите?
4. Опишете схемата на свързване на стъклочистачките.
5. Как може да се реализира импулсно действие на стъклочистачките?
6. Как се свързва радиоприемникът към електрическата уредба на автомобила?
7. Какво е устройството и как действа автоматичната антена?
8. Каква е принципната схема на устройството за механизмирано вдигане и спускане на страничните стъкла?
9. Каква е принципната схема за централно заключване на вратите?
10. Каква е разликата в схемите на управляващ и изпълнителен електродвигател?
11. Как се свързват управляващите електродвигатели към системата за централно заключване?
12. В какви състояния може да се намира алармената уредба?

13. Направете класификация на алармените уредби.
14. Опишете видовете сензори за обем.
15. Опишете видовете сензори за удар.
16. Каква е схемата и как работи сензорът за наклоняване?
17. Опишете елементите за управление и информация на алармените уредби.
18. Какви допълнителни изпълнителни устройства могат да имат алармените уредби? Опишете ги.
19. Опишете устройството на контактния ключ.
20. Начертайте схема на състоянията на контактния ключ ВК 437.
21. Опишете действието на изключвателя на акумулаторната батерия с дистанционно управление.
22. Обяснете действието на превключвателя 12-24 V.
23. Какви видове предпазители се използват в автотранспортните средства?
24. Опишете действието на термобиметалните предпазители.

11. ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ В АВТОТРАНСПОРТНИТЕ СРЕДСТВА

11.1. УСТРОЙСТВА ЗА ПРИНУДИТЕЛЕН ПРАЗЕН ХОД

Двигателят работи в режим на принудителен празен ход, когато създава спиращен момент за работната машина, т.е. превозното средство се движи по инерция (или по наклон) с включена предавателна кутия. Този режим на работа се характеризира със затворена дроселова клапа на карбуратора (педалът за газ е напълно отпуснат) и честота на въртене на коляновия вал, по-висока от честотата на празен ход. При него двигателят не предава въртящ момент и горивото, постъпило в цилиндрите, не се използва за извършване на полезна работа, а изгарянето му само замърсява околната среда. В резултат на това:

- разреждането след дроселовата клапа е голямо, изтича повече емулсия, горивната смес е много богата;
- цикловото количество горивовъздушна смес е малко;
- разреждането в цилиндрите предизвиква засмукване на масло от картера;
- при затварянето на дроселовата клапа разреждането рязко се увеличава, пълзящият слой гориво по стените на пълнителния колектор се изпарява, като кратковременно преобогатява сместа;
- увеличават се разходът на гориво и токсичните компоненти в отработилите газове.

В карбураторите на съвременните двигатели се вграждат системи за автоматично управление на процесите в двигателя при режим на празен ход. Това са *устройствата за принудителен празен ход*, наречени още *економайзери за принудителен празен ход* (ЕППХ). Те подобряват икономичността и намаляват токсичността на двигателя. Оптимални резултати се получават при уредбите с комплексно електронно управление на горивния процес с впръскване на бензин и запалване.

Устройствата за принудителен празен ход *обработват информацията* за затворено положение на дроселовата клапа, температура на охлаждащата течност и честота на въртене на коляновия вал. В резултат на обработената информация се прекъсва достъпът на гориво или се прекратява изтичането на емулсия от каналите на устройството за принудителен празен ход на карбуратора.

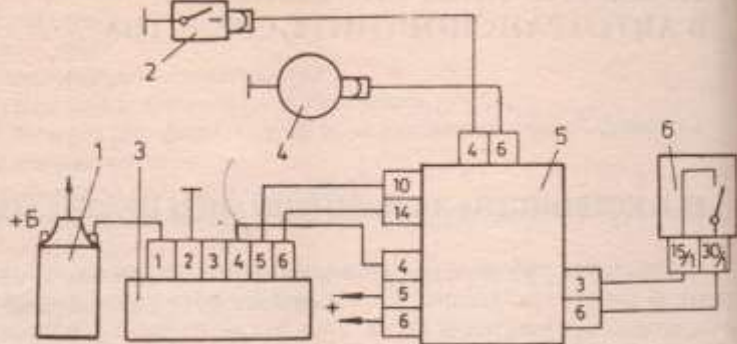
11.1.1. УСТРОЙСТВО ЗА ПРИНУДИТЕЛЕН ПРАЗЕН ХОД С ЕЛЕКТРОМАГНИТЕН КЛАПАН

На автомобил ВАЗ 2108 е монтиран карбуратор 2108-1107010. *Устройството му* за принудителен празен ход е показано на фиг. 11.1. Състои се от електромагнитен клапан 4, краен изключвател на карбуратора 2, блок за управление 3 и монтажен блок 5. Сигнал за честотата на въртене на коляновия вал се подава от индукционната бобина 1 на управляващия електронен блок 3.

Затвореното положение на дроселовата клапа се определя при включено положение на крайния прекъсвач на маса. При режим на принудителен празен ход честотата на въртене на коляновия вал е над 1700 min^{-1} и е изключен крайният изключвател. Тогава електронният блок изключва захранването на електромагнитния клапан. Котвата му (под действие на пружината) се връща в изходно положение и затваря канала за гориво на устройството за

Фиг. 11.1. Схема на устройството за принудителен празен ход (ЕППХ) с електромагнитен клапан на автомобил ВАЗ 2108

1 – индукционна бобина; 2 – краен изключвател на карбуратора; 3 – електронен блок; 4 – електромагнитен клапан; 5 – монтажен блок; 6 – контактен ключ



празен ход. При намаляване на честотата на въртене на колянвия вал под 1400 min^{-1} блокът за управление включва отново електромагнитния клапан (независимо от крайния изключвател), започва подаването на гориво през жигльора за празен ход и двигателят работи устойчиво в този режим. Когато се натиска педалът на газта, електронният управляващ блок включва електромагнитния клапан независимо от честотата на въртене на колянвия вал.

Подобна уредба е монтирана и на автомобил ЗИЛ 130. Прекратяването на подаването на гориво се извършва при следните условия:

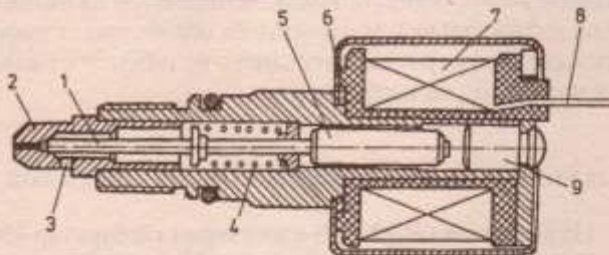
- честотата на въртене на колянвия вал е над 1000 min^{-1} ;
- дроселовата клапа е затворена (педалът е отпуснат);
- температурата на охладителната течност е по-висока от 338 K .

Последното условие е необходимо, понеже след пускане на двигателя при загряването му честотата на въртене на празен ход е по-висока и се възприема от управляващия електронен блок като принудителен празен ход.

Електромагнитният клапан, чието устройство е показано на фиг. 11.2, е неразглобяем и херметически затворен за предпазване от влага. При подаване на напрежение на бобината 7 електромагнитът притегля котвата 5 до ограничителя 9 и клапанът 1 отваря канала на устройството за празен ход.

Фиг. 11.2. Електромагнитен клапан на карбуратора

1 – игла на клапана; 2 – жигльор за празен ход; 3 – отвор на канала за празен ход; 4 – пружина; 5 – котва; 6 – контактна пластина; 7 – намотка на електромагнита; 8 – електрически извод на електромагнита; 9 – ограничител

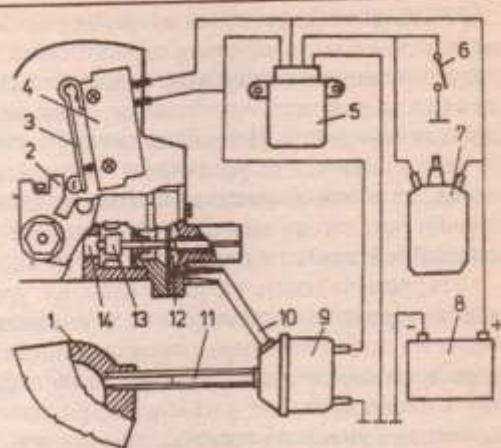


11.1.2. УСТРОЙСТВО ЗА ПРИНУДИТЕЛЕН ПРАЗЕН ХОД С ПНЕВМАТИЧНО УПРАВЛЕНИЕ

На автомобилите ВАЗ модели 2105 и 2107 са вградени карбуратори ДААЗ – 2105 „Озон“. Системата за управление на устройството за принудителен празен ход, представена на фиг. 11.3, се състои от управляващ електронен блок 5, електропневматичен клапан 9 и микровключвател 4.

Фиг. 11.3. Схема на устройство за принудителен празен ход (ЕППХ) с пневматично управление

1 – пълнителен колектор; 2 – лост на дроселовата клапа; 3 – лост на микропревключателя; 4 – микропревключател; 5 – управляващ електронен блок; 6 – контактен ключ; 7 – индукционна бобина; 8 – акумулаторна батерия; 9 – електропневматичен клапан; 10 – тръбопровод на вакуумната камера на карбуратора; 11 – тръбопровод към пълнителния колектор; 12 – вакуумна камера на карбуратора; 13 – регулираща игла за празен ход; 14 – отвор за изтичане на емулсия за празен ход



Блокът за управление подава сигнал за прекратяване подаването на емулсия, ако честотата на въртене на колянния вал надвишава 1500 min^{-1} и дроселовата клапа е затворена. Информацията за положението на дроселовата клапа се взема от микропревключателя 4, а за честотата на въртене на колянния вал – от индукционната бобина 7. Електропневматичният клапан 9 се управлява от електронния блок 5. Когато по намотките на електропневматичния клапан не протича ток, той е изключен, при което вакуумната камера 12 на иглата 13 за празен ход е свързана с пълнителния колектор. Мембраната на регулиращата игла 13 за празен ход е опряла в ограничителя, а изходът 14 за емулсия на празен ход е отворен. При захранване на бобината с електрически ток от електронния блок клапанът свързва камерата с атмосферата. Еластичните сили на мембраната преместват регулиращата игла, докато се затвори отворът за емулсия на празен ход.

Схемата на блока за управление е изпълнена конструктивно върху печатна платка с 11 транзистора и 3 интегрални схеми. Печатната платка е поставена в неразглобяем пластмасов корпус.

Електропневматичният клапан е с неразглобяема конструкция и не се ремонтира. Той се използва и в автоматичните устройства за принудителен празен ход на автомобилите ЗАЗ 968 М, УАЗ-469 и микробусите РАФ-22038. Електронните им блокове се различават само по настройката на праговата честота на въртене, за ЗАЗ 968 М тя е 1700 min^{-1} , за УАЗ-469 – 1400 min^{-1} , за РАФ-22038 – 1250 min^{-1} .

Контролни въпроси

1. Кога двигателят работи в режим на принудителен празен ход?
2. Какви процеси протичат в двигателя при режим на принудителен празен ход?
3. Изяснете действието на ЕППХ с електромагнитен клапан!
4. Изяснете действието на ЕППХ с пневматично управление!

11.2. ГОРИВНИ УРЕДБИ С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН

Масовото производство на автотранспортни средства, задвижвани от двигател с вътрешно горене, и намаляването на петролните запаси в света наложиха на индустриалните

държави да въведат *норми за среден разход на гориво и минимално допустимо съдържание на токсични компоненти* в отработилите газове, изхвърляни в атмосферата. При двигателите, захранвани от карбуратори, отклонението от оптималния състав на горивовъздушната смес за най-често използваните режими на работа е $\pm 4\%$, което при другите режими достига $\pm 8 \div \pm 10\%$. В процеса на експлоатация вследствие на изменението на регулировките тези стойности се увеличават. В последното десетилетие водещите фирми започнаха да вграждат в бензиновите двигатели уредби с впръскване на бензин, управлявани от електронни (аналогови или цифрови) блокове. Това позволява поддържане на параметрите на смесобразуването в границите на 1% .

Първоначалното разработване на уредби с впръскване на бензин е наложено от изискванията към двигателите за авиацията. При изпъгляване на завой и фигури двигателят на самолета спирал поради недостиг на гориво или бензинът преливал от карбуратора и запалвал самолета. През 1906 г. била конструирана уредба с впръскване на бензин с ниско налягане в пълнителния колектор. След натрупването на опит при производството на дизелова горивна апаратура впръскването се извършвало в цилиндъра на двигателя. Този начин на смесобразуване осигурил получаването на голяма мощност от цилиндри с големи размери. Основна трудност за въвеждане на уредби с впръскване на бензин при автомобилните двигатели представлявала необходимостта от прецизно дозиране на малки количества гориво. Около 1930 г. били изработени опитни образци на таква уредби за състезателни двигатели. В края на 40-те години конструирали малки впръскващи помпи за двутактови двигатели. Пълненето и продухването се извършвали с въздух, мощността нараснала, специфичният разход намалял. При изпитването на мотоциклетни двигатели мощността се увеличила с 10% , разходът на гориво намалявал с 15% , а разходът на масло – с 30% .

През 1957 г. фирмата „Бендикс“ (САЩ) разработва уредба с впръскване на бензин, която вгражда в някои серийни автомобили. Управляващият блок бил изграден с електронни лампи, които обаче имали ниска надеждност и уредбата била свалена от производство.

През 1967 г. концернът „Фолксваген“ започва да вгражда в автомобилите, предназначени за експорт в САЩ, горивовпръскваща апаратура, произведена от фирмата „Бош“. От 1968 г. такава апаратура се поставя на автомобилите на фирмата „Мерцедес“, а по-късно и на „Волво“ и „Сааб“. В САЩ водещите фирми в автомобилостроенето също разработват уредби с впръскване на бензин с електронно управление. През 1978 г. концернът „Форд“ внедрява системата ECC I за управление ъгъла на изпреварване на запалването и рецикулация на отработилите газове. В следващите разработки – до ECC IV, се разширяват функциите на управлението на централното устройство с впръскване на бензин и хидротрансформатора на предавателната кутия. На основата на технологията за производство на големи интегрални схеми фирмата „Интел“ и концернът „Форд“ създават 16-разряден микропроцесор за нуждите на автомобилната промишленост. Той обработва голямо количество разнообразна информация, получена от преобразувателите за отчитане на техническото състояние, режима и условията за работа на двигателя и агрегатите на автомобила. Подобни разработки имат и концерните „Дженерал моторс“ и „Крайслер“. Микропроцесорни електронни устройства се разработват и внедряват в автомобилите от европейските фирми „Ренакс“, „Лукас“, „Бош“ и японските „Нисан“, „Мицубиши“, „Тойота“, „Тошиба“.

През 1979 г. фирмата „БМВ“ вгражда в модела „732 I“ системата „Мотроник“, разработена от „Бош“. Това е първата електронна цифрова система за комплексно управление на параметрите на дозирането на горивото и запалителната уредба. В последните години тя намира широко приложение в автомобилите.

11.2.1. СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ ДВИГАТЕЛИТЕ С КАРБУРАТОРИ И С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН

От експлоатацията на бензиновите двигатели, *захранвани от карбуратори*, са установени следните недостатъци:

- големи отклонения от оптималния състав на горивовъздушната смес при различните режими на работа;
- различно качество на горивната смес в цилиндрите от изменението на посоката на потока по реда на работата им;
- различно запълване на цилиндрите с горивовъздушна смес поради различното хидравлично съпротивление на пълнителните канали;
- различен състав на горивната смес при двигатели, захранвани от многокамерни карбуратори или няколко карбуратора;
- получаване на пълзящ горивен слой по вътрешните стени на пълнителния тръбопровод.

Тези фактори водят до намаляване на мощностните и икономическите показатели и увеличаване на токсичността на отработилите газове. В част от цилиндрите сместа е по-богата, което увеличава съдържанието на въглероден оксид и въглеводороди в отработилите газове, а в друга – бедна, което създава условия за образуването на азотни оксиди.

Впръскването на бензин има следните предимства:

- Уредбите с електронно управление гарантират прецизно дозиране на горивото за всеки работен цикъл в зависимост от режима и условията на работа.
 - Горивото се дозира поотделно за всеки цилиндър и за всеки работен цикъл.
 - Хидравличното съпротивление на пълнителния тръбопровод е по-малко (няма карбуратор).
 - Голяма част от горивото се изпарява, температурата е по-ниска, запълването на цилиндрите е по-добро. Това позволява да се увеличи степента на сгъстяване при еднакво октаново число на бензина.
 - Изменението на качеството на горивната смес при преходните режими е по-малко, което увеличава ускорението на двигателя.
 - Прецизното дозиране осигурява леко пускане на двигателя.
 - Поддържането на качеството на сместа в оптимална граница в отделните цилиндри гарантира малка токсичност на отработилите газове.
- Уредбите с впръскване на бензин имат по-висока цена и са по-сложни.

11.2.2. ВИДОВЕ УРЕДБИ С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН

Класифицирането на уредбите по видове може да стане по различни показатели.

Според мястото на впръскване различаваме уредби с впръскване пред всмукателния клапан и централно впръскване в пълнителния колектор или директно впръскване в цилиндъра на двигателя. Първоначално са разработени уредби с впръскване в пълнителния колектор или в цилиндъра на двигателя. Първоначално са разработени уредбите с впръскване чрез многосекционни помпи под налягане 8–10 МПа. Сега приложението им е ограничено поради високите изисквания при изработката и по-малката им надеждност. *Най-голямо приложение* намират уредбите с впръскване на горивото *пред всеки всмукателен клапан*. Те имат проста конструкция, налягането, при което работят помпите, е ниско (0,2–0,5 МПа), имат леко и прецизно управление на дозирането. Централното разположение на горивовпръсквача в пълнителния колектор се използва при маломощни двигатели с малък брой цилиндри.

Според начина на подаване на горивото уредбите са с непрекъснато и циклично впръскване. При непрекъснатото подаване на горивото дозирането се осъществява чрез изменение на проходното сечение на горивовпръскача или чрез изменение на налягането в горивопровода. Ако налягането се поддържа постоянно, проходното сечение на горивовпръскача трябва да се измени 40 пъти. Тази стойност се определя от отношението на максималния и минималния разход на гориво (G_{\max}/G_{\min}) в честотния обхват на работа. Регулирането чрез изменение на налягането при постоянно проходно сечение изисква то да се изменя 1600 пъти. При преходни режими това води до значителни отклонения от оптималното качество на горивната смес. Посочените недостатъци ограничават приложението на тези видове уредби.

Дозирането на горивото поотделно за всеки работен цикъл намалява изменението на отношението на максималното и минималното циклово количество гориво – $Q_{\text{ц max}}/Q_{\text{ц min}}$ до 4. Това значително облекчава управлението. При тези уредби работното налягане и проходното сечение на горивовпръскача се поддържат постоянни, а се изменя само продължителността на впръскване. Този принцип на действие се прилага широко в съвременните двигатели.

Управлението на дозирането на бензиновите горивни уредби става механично, пневматично и електронно. Първите два начина не се прилагат в съвременните двигатели. Електронното управление осигурява поддържането на качеството на горивната смес в тесни граници. Използването на горивовпръскачи с електромагнитно управление и циклично дозиране позволява създаването на технологични и надеждни конструкции. Бензиновата помпа поддържа ниско налягане (0,2–0,6 МПа) с постоянна стойност, а цикловото количество на горивото се определя от времето, през което клапанът на горивовпръскачът е отворен. Той се управлява от електрически импулс, генериран от електронен блок. Величините, които характеризират условията на работа и работния режим (разреждане в пълнителния колектор, честота на въртене, температура на охладителната течност и входящия въздух и др.), се преобразуват в електрически сигнали от преобразуватели (сензори или датчици), поставени на двигателя. Получената информация се обработва от електронния блок в *токов импулс с определена продължителност*. От опитни данни е установено, че продължителността и моментът на впръскване не оказват влияние върху мощностните и икономическите показатели на двигателя. Това дава възможност за опростяване на конструкцията, като бензинът се впръсква едновременно за дадена група или за всички цилиндри. Горивовпръскачът може да бъде разположен централно (както карбураторът) или пред всеки цилиндър в областта на всмукателния клапан. Първият начин е по-евтин, но вторият дава по-добри резултати. Най-често струята на горивовпръскача е насочена към най-нагорещената част на клапана – главата.

11.2.3. ДОЗИРАНЕ НА ГОРИВОТО

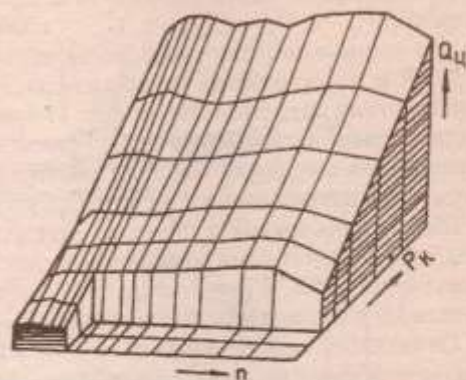
Работата на двигателя с вътрешно горене е *периодична*. За осигуряване на оптимално протичане на горивния процес при всеки работен цикъл цилиндърът се пълни с *гориво и въздух в определено отношение*. То се характеризира с *въздушното отношение* α , което определя качеството на горивовъздушната смес.

Оптималната стойност на въздушното отношение за даден режим на работа се определя при получаване на максимална мощност, минимален специфичен разход на гориво и минимална концентрация на токсични компоненти в отработилите газове. За различни атмосферни условия и режими на работа оптималната стойност на въздушното отношение е различна.

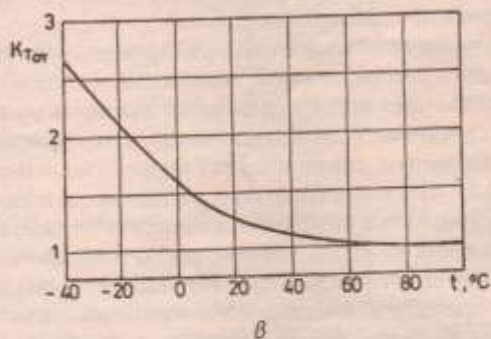
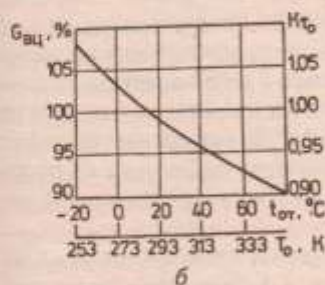
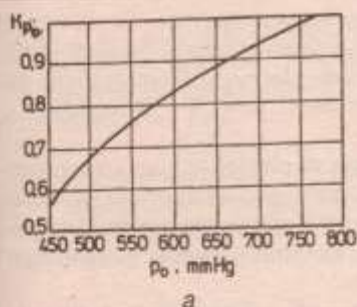
Режимът на работа се определя от честотата на въртене на колянвия вал n и някои от величините, отчитащи запълването на цилиндъра, като обемно количество въздух Q_v , тегло количество въздух G_v , относително ΔP_k или абсолютно P_k налягане в пълнителния колектор, ъгъл на завъртане ϕ на дроселовата клапа.

Топлинният режим на двигателя се характеризира с температурата $T_{от}$ на охлаждащата течност. Атмосферното налягане P_0 и температурата T_0 на въздуха отчитат атмосферните условия.

По горните величини се определят цикловият разход на въздух Q_v и съответното оптимално циклово количество гориво Q_{II} . Ясно е, че смесобразуването зависи от много фактори и при реализирането му могат да се използват различни решения, като се комбинират горните параметри. Така се създават различни видове горивни уредби.



Фиг. 11.4. Основни зависимости между параметрите за управление на дозирането на горивото $Q_{II} = F(P_k, n)$



Фиг. 11.5. Графични зависимости на коефициентите за коригиране а – коефициент за коригиране на цикловото количество гориво в зависимост от атмосферното налягане; б – изменение на цикловото количество въздух и на коефициента на цикловото количество гориво в зависимост от температурата; в – коефициент на изменение на цикловото количество гориво в зависимост от температурата на охлаждащата течност

При съставяне на програмата за дозиране на горивото се подбират съчетания от две величини ($\Delta P_k - n$, $P_k - n$, $Q_n - n$, $G_n - n$ или $\phi - n$), които се приемат за основни, а останалите – за постоянни (атмосферното налягане $P_0 = 760 \text{ mm Hg}$, температурата на въздуха $T_0 = 293 \text{ K}$ и температурата на охлаждащата течност $T_{от} = 353 \text{ K}$). Освен това се снемат характеристики като дадените на фиг. 11.4, които изразяват изменението на цикловото количество гориво в зависимост от приетите основни параметри (на фиг. 11.4 – честотата на въртене n на коляновия вал и абсолютното разреждане P_k в пълнителния колектор). Те се представят математически в тримерна координатна система като повърхнина. Тези данни се залагат в постоянната памет на електронния блок за управление. При работа на двигателя електронният блок сравнява моментните стойности на основните параметри с тези от характеристиката. В резултат на това се получава основният управляващ импулс с продължителност τ за дозиране на горивото.

Отчитането на останалите величини, влияещи на смесообразуването, се извършва, като се изменя основният импулс (увеличава се или се намалява продължителността му) с корекционни коефициенти. Тези корекционни коефициенти се изразяват с графики като представените на фиг. 11.5 и се получават опитно чрез снемане на характеристиките на двигателя. Получените опитни данни също се залагат в постоянната памет на управляващия блок. Така в основния управляващ импулс се съдържа цялата информация за дозиране. Той приважда в действие горивовпръсквача и се въпръсква определено циклово количество гориво.

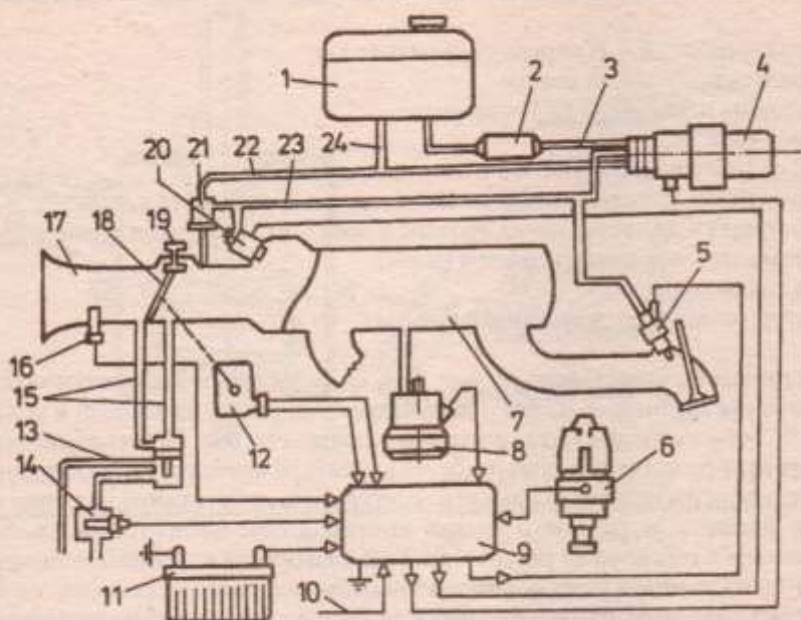
11.2.4. ГОРИВНИ УРЕДБИ С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН „БОШ Д – ЖЕТРОНИК“

Фирмата „Бош“ е специализирана в производството на горивна апаратура. Тя е от първите, разработили различни уредби с въпръскване на бензин, първоначално с механично и пневматично, а по-късно – с аналогово и цифрово управление. Фирменото означение на пневматичните е „К – Жетроник“, на аналоговите „Д – Жетроник“ или „Л – Жетроник“, а на цифровите – „Мотроник“.

При горивната уредба „Д – Жетроник“ дебитът на въздуха се определя чрез измерване на абсолютното налягане P_k в пълнителния тръбопровод, а честотата на въртене на коляновия вал – чрез преобразувател от прекъсвач-разпределителя. Тези величини са залегнали при съставянето на основната програма. Останалите параметри се отчитат с коригиращи коефициенти, които изменят периода на основния импулс.

На фиг. 11.6 е показано устройството на горивната уредба „Д – Жетроник“. Захранването на уредбата с електрическа енергия става от акумулатора 11. При включване на контактният ключ се задейства стартерът, след което се захранва електродвигателят на горивната помпа 4. От резервоара 1 горивото се засмуква през филтъра 2 и се нагнетява от помпата в горивопровода, свързан с горивовпръсквачите. Разликата в налягането между пълнителния колектор и горивопровода се поддържа постоянно 0,2 МРа независимо от работния режим на двигателя. Горивовпръсквачите 5 с електромагнитно управление са поставени върху пълнителния колектор пред всмукателните клапани. Те се включват при захранване на електромагнитите им с ток.

Управляващите импулси се генерират от аналоговия електронен блок 9. Сигнал за началото на импулсите се получава от контакти на разпределителя 6. Основната продължителност на импулсите се определя от преобразувателя на налягането 8. Преобразувателите за температура на въздуха 16 и температурата на охлаждащата течност 14 генерират допълнителни импулси, коригиращи времетраенето на основния импулс. За постигане на максимална мощност диафрагмата, поставена в преобразувателя на налягането, удължава основния импулс за обогатяване на горивната смес ($\alpha = 0,95$).



Фиг. 11.6. Схема на електронна уредба с впръскване на бензин „Бош Д – Жестроник“
 1 – резервоар; 2 – филтър; 3 – бензинопровод; 4 – електрическа бензинова помпа; 5 – горивовпръсквач;
 6 – преобразувател на честотата на въртене, вграден в разпределителя; 7 – пълнителен колектор; 8 –
 преобразувател на налягане; 9 – управляващ електронен блок; 10 – проводник; 11 – акумулаторна
 батерия; 12 – преобразувател за отчитане на ъгъла на завъртане на дроселовата клапа; 13 – регулатор
 за допълнителен въздух; 14 – преобразувател за температурата на охлаждащата течност; 15 – канали;
 16 – преобразувател за температурата на въздуха; 17 – тръба за входящия въздух; 18 – дроселова клапа;
 19 – регулиращ винт; 20 – вихров горивовпръсквач за първоначало пускане; 21 – регулатор на
 налягането на горивото; 22, 23, 24 – бензинопроводи.

При рязко ускоряване на двигателя обедняването на горивовъздушната смес се коригира от преобразувателя за положението на дроселовата клапа 12. Този преобразувател има контактна група за изключване подаването на гориво при принудителен празен ход. Този режим се определя от затвореното положение на дроселовата клапа при честота на въртене, по-висока от $1460-1600 \text{ min}^{-1}$. Горивовпръсквачът 20, монтиран централно на всмукателния колектор, подава допълнително количество гориво при пускането на студен двигател. В режим на пускане и загряване регулаторът 13 подава допълнително количество въздух в каналите 15, което намалява с нарастването на температурата на охлаждащата течност. Регулирането на качеството на горивовъздушната смес на празен ход се извършва от винта 19.

Цялата информация за стойностите на величините, които отчитат условията и режима на работа, се обработва от електронния блок 9. Той е изработен от дискретни елементи – 30 транзистора, 40 диода или общо 250–400 пасивни и активни елемента. Състои се от основна схема, която обработва информацията и не зависи от конструкцията на двигателя, и от допълнителна схема за адаптиране към конкретната разработка.

11.2.5. КОНСТРУКЦИЯ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ГОРИВНА УРЕДБА „БОШ Д – ЖЕТРОНИК“

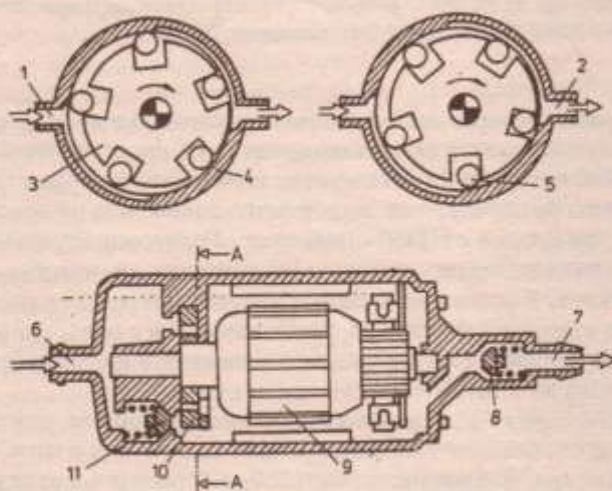
Горивната уредба „Д – Жетроник“ се състои от:

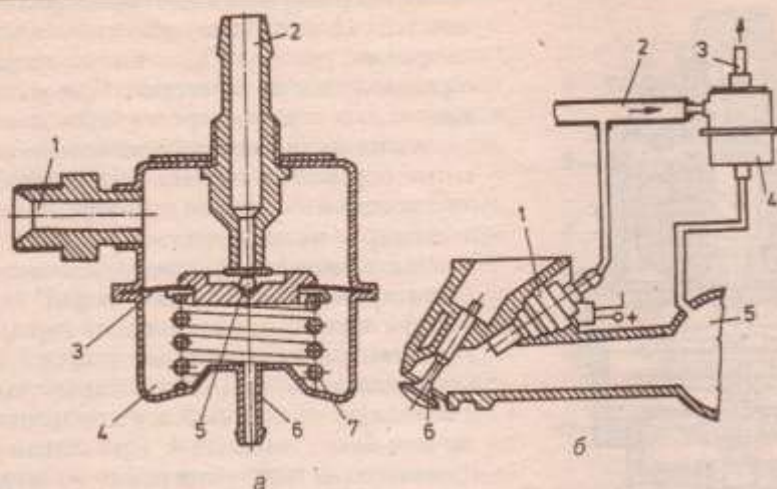
- електрическа бензинова помпа;
- регулатор на налягането на бензина;
- бензинов филтър;
- преобразувател на налягането в пълнителния колектор;
- преобразувател, отчитащ ъгъла на завъртане на дроселовата клапа;
- преобразувател на честотата на въртене в прекъсвач-разпределителя;
- електромагнитен горивовпръсквач (дюза);
- пусков горивовпръсквач;
- регулатор (клапан) за допълнителен въздух.

Горивната помпа, представена на фиг. 11.7, се задвижва от електродвигател с възбуждане от постоянни магнити. Роторът 3 на помпата има радиални канали, в които са поставени ролки 5. Той е разположен ексцентрично спрямо статора. При въртене центробежните сили притискат ролките към повърхността на статора и осигуряват уплътнението. В корпуса ѝ са поставени нагнетателен клапан за осигуряване на остатъчно налягане в трибопровода, когато помпата не работи, и клапан за предпазване от претоварване. Бензиновата помпа е потопена в горивото на резервоара. Така се охлажда и не е необходимо уплътняване. До корпуса на помпата няма достъп на въздух и опасност от експлозия не съществува. Помпата се включва, ако стартерът работи или ако честотата на въртене на колянния вал е по-голяма от 300 min⁻¹.

Регулаторът на налягането – фиг. 11.8 а, се състои от корпус 4, разделен на две камери от диафрагмата 3. Върху нея е разположен редуциционният клапан 5. В долната камера са поставени калиброваната пружина 7 и шуцерът 6 за свързване с пълнителния колектор. Горната камера има два шуцера за свързване на горивовпръсквачите: шуцерът 1 – към колектора, и шуцерът 2 – към резервоара през редуциционния клапан 5. Върху диафрагмата от

Фиг. 11.7. Електрическа бензинова помпа
1 – всмукателен шуцер; 2 – нагнетателен шуцер; 3 – ротор на помпата; 4 – корпус на помпата; 5 – ролки; 6 – постъпващо гориво; 7 – излизашо гориво; 8 – нагнетателен клапан; 9 – ротор на електродвигателя; 10 – ролкова помпа; 11 – предпазен клапан





Фиг. 11.8. Регулятор на налягането на бензина

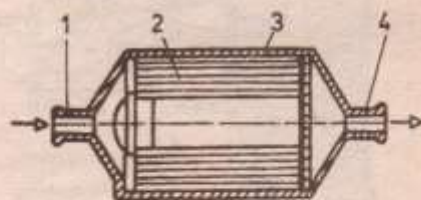
а – устройство: 1 – щуцер на нагнетателния бензинопровод; 2 – щуцер на бензинопровода към резервоара; 3 – диафрагма; 4 – корпус; 5 – клапан; 6 – щуцер на свързване към пълнителния колектор; 7 – пружина;

б – принципна схема на действие: 1 – електромагнитна дюза (горивовпръсквач); 2 – нагнетателен бензинопровод; 3 – въртящ бензинопровод (към резервоара); 4 – регулатор; 5 – пълнителен колектор; 6 – клапан

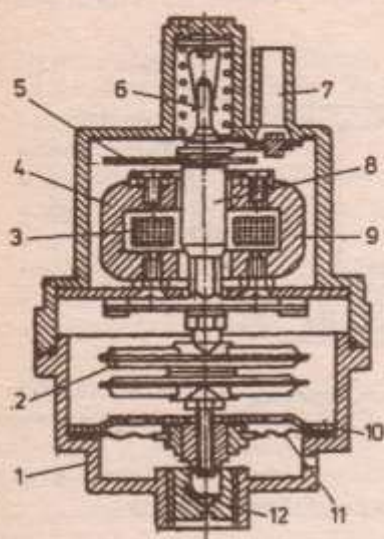
долната страна действат налягането в пълнителния колектор и силата на пружината, а от горната – налягането на помпата. Така редуцираният клапан поддържа постоянна разликата между наляганята (0,2 МРа) независимо от работния режим. На фиг. 11.8 *б* е показано свързването на бензинопровода с дюзата.

Филтърът, представен на фиг. 11.9, е направен от пореста хартия, която задържа частици с големина над 8 μm .

Абсолютното налягане в пълнителния колектор се измерва от преобразувател, чието устройство е дадено на фиг. 11.10. Съставен е от две камери, свързани съответно към всмукателния колектор и атмосферата. В камерата към пълнителния колектор са поставени две аневроидни кутии 2, които задвижват котвата на магнитопровода 9. В зависимост от налягането те се разширяват и свиват, премествайки котвата 8, с което изменят съпротивлението на магнитната верига. Бобините на магнитопровода 3 и 4 са свързани във веригата на мултивибратор и изменят честотата му пропорционално на налягането в пълнителния колектор. Между двете камери е поставена мембрана (диафрагма) 11. При напълно отворена дроселова клапа (режим на максимална мощност) разликата в налягането между пълнителния колектор и атмосферата е мини-

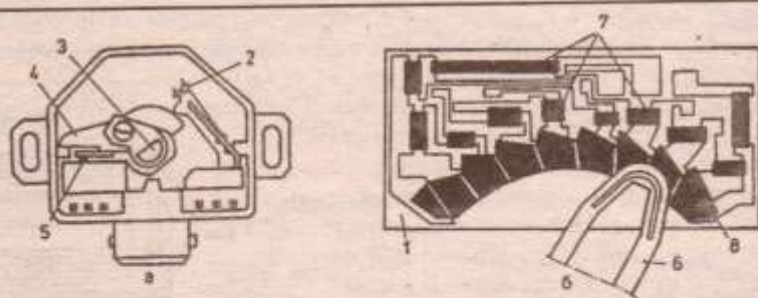


Фиг. 11.9. Бензинов филтър
1 – входящ щуцер; 2 – филтриращ елемент (пореста хартия); 3 – корпус; 4 – изходящ щуцер



Фиг. 11.10. Преобразувател на налягане на уредбата „Д - Жетроник“
 1 - корпус; 2 - анероидни кутии; 3, 4 - намотки на бобината; 5 - окачване на котвата; 6 - демпфер; 7 - щуцер за свързване към пълнителния тръбопровод; 8 - котва; 9 - магнетопровод; 10 - горна опора; 11 - диафрагма; 12 - ограничител

прекъсвач-разпределителя е представен на фиг. 11.12. В корпуса на прекъсвач-разпределителя са разположени на 180° два изключващи контакта. Те се управляват от един ексцентрик. Формираните импулси се обработват от електронния блок в сигнал за началото на



Фиг. 11.11. Преобразувател, отчитащ ъгъла на завъртане на дроселовата клапа
 а - общ вид; б - печатна платка

1 - платка на потенциометъра; 2 - контактна група на максимално отворена дроселова клапа; 3 - вал; 4 - гърбица; 5 - контактна група за затворено положение на дроселовата клапа; 6 - плъзгач; 7 - резистори за температурна компенсация; 8 - секционирани съпротивителни слоеве

мална, опорната пета на мамбраната опира в ограничителя 12, котвата се премества в крайно долно положение, управляващият импулс се удължава и горивната смес се обогатява. При ускоряване на двигателя се получават резки промени в налягането, които предизвикват трептения на котвата на магнетопровода. В горната част на преобразувателя е поставен гасител 6 (демпер) за осигуряване на плавното му действие.

Положението на дроселовата клапа се определя от преобразувател, даден на фиг. 11.11, чиито основни елементи са контактната група 5 и секционираният потенциометър на платка 1. Информация за достигане на $1-2^\circ$ от напълно затвореното ѝ положение се получава при затварянето на контактите 5 от гърбицата 4. Този сигнал изключва подаването на гориво при режим на принудителен празен ход. С плъзгача 6 на секционирания потенциометър върху печатната платка 1 се формира сигнал за ускоряване на автомобила. При завъртане на плъзгача по повърхността на платката на ъгъл 60° се генерират 20 импулса, които изменят честотата си в зависимост от скоростта на отваряне на дроселовата клапа.

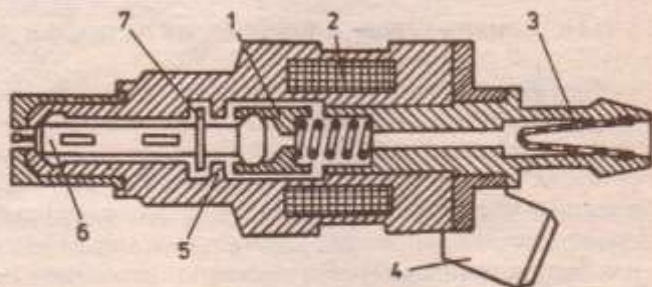
Термосъпротивителните преобразуватели (разгледани в гл. 9 - т. 9.6) дават информация за температурата на входящия въздух и охлаждащата течност.

Преобразувателът на честотата на въртене в

впръскване. Впръскването се извършва при отворени всмукателни клапани. Изтичащото гориво се пулверизира и изпарява от контакта с нагнетите повърхности, като ги охлажда. Проведените изпитвания показват, че *моментът на впръскване оказва малко влияние върху показателите на двигателя. Това дава възможност за опростяване на електронния блок.*

Горивовпръсквачите на фиг. 11.13 са шифтови, неразглобяеми, с електромагнитно управление. Разпръсквачът се състои от игла 5 с шифт и уплътнителен конус. Шифтът минава през отвора на тялото. Пружината чрез свързаната с нея котва 1 притиска уплътнителния конус на иглата към леглото на тялото. Опорният пояс 6 и шайбата 7 определят 0,15-милиметров ход на иглата. През щуцера и филтъра 3 се подава горивото. При захранване на намотката на електромагнита с ток котвата свива пружината и повдига иглата.

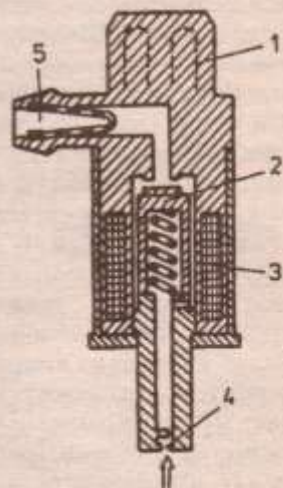
Фиг. 11.13. Електромагнитен горивовпръсквач (дюза)
1 - котва; 2 - намотка на електромагнита; 3 - филтър;
4 - куплунг на електрозахранването; 5 - игла; 6 - ограничителен пояс; 7 - шайба



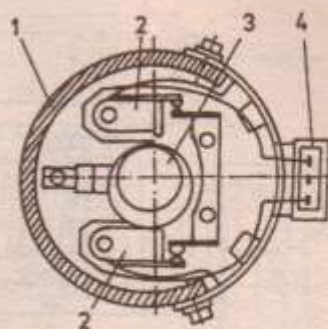
Горивовпръсквачите намаляват цикловото количество гориво при намаляване на захранващото напрежение. Управляващият електронен блок коригира продължителността на импулса в зависимост от стойността на напрежението на захранване.

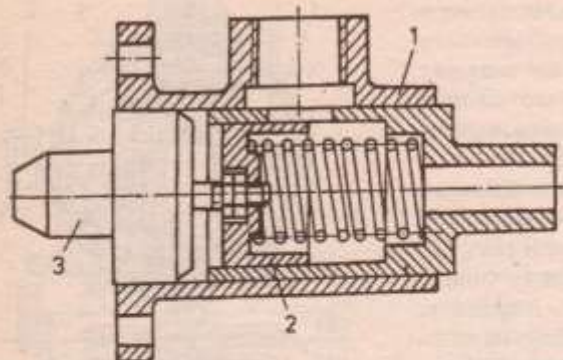
Пусковият горивовпръсквач на фиг. 11.14 е с вихров центробежен разпръсквач и електромагнитно управление. При захранване на намотката 3 с електрически ток клапанът 2 се отваря, горивото постъпва по тангенциален канал във вихровия разпръсквач 4 и създава конусен горивен факел с ъгъл около 90°. Продължителността на работа е няколко секунди и се определя от топлинното състояние на двигателя.

Фиг. 11.14. Пусков горивовпръсквач
1 - куплунг на електрозахранването; 2 - котва; 3 - намотка на електромагнита; 4 - вихров разпръсквач; 5 - захранващ щуцер



Фиг. 11.12. Преобразувател на честотата на въртене в прекъсвач-разпределителя
1 - корпус; 2 - прекъсвач; 3 - ексцентрик; 4 - клемми





Фиг. 11.15. Регулятор (клапан) за допълнителен въздух
1 – корпус; 2 – шибърно бутало; 3 – терморазширителен елемент

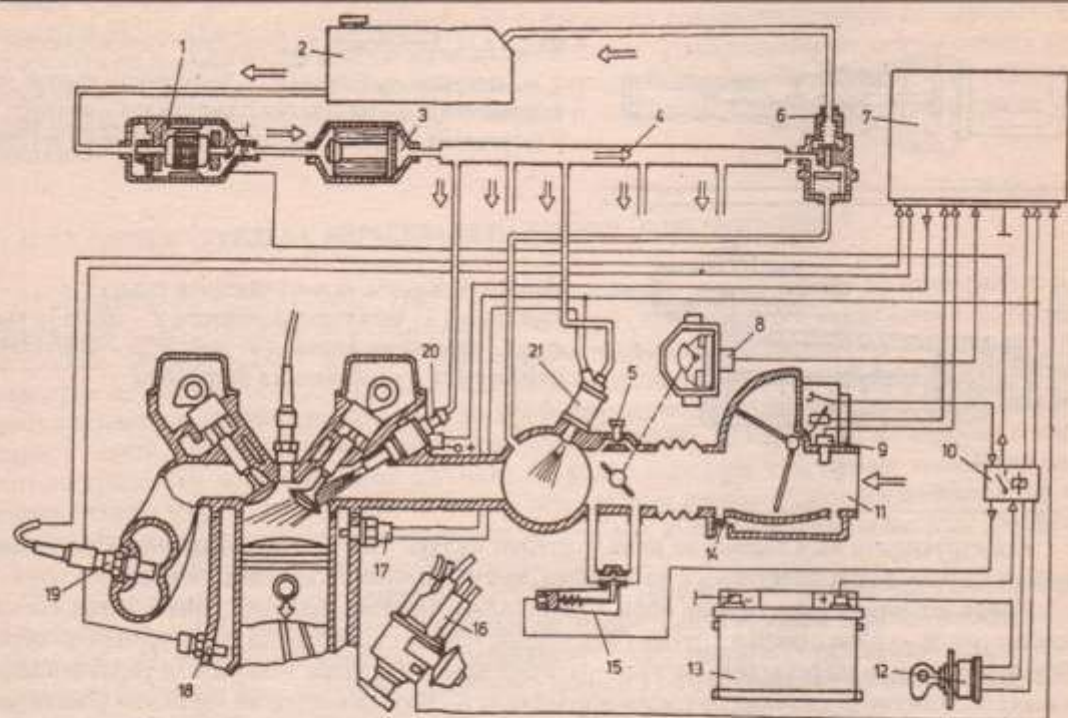
При по-ниска температура времето на впръскване е по-голямо (при 253 К времето е 12 s).

При пускане и загряване на двигателя се включва клапанът за допълнителен въздух, чието устройство е дадено на фиг. 11.15. Той се състои от корпус 1, в който е монтиран шибърен клапан 2, свързан с терморазширителния елемент 3. Той контактува с охлаждащата течност, като при ниска температура шибърният клапан е напълно отворен. С повишаване на температурата притваря проходното сечение и когато тя достигне 333–343 К, прекратява подаването на въздух.

11.2.6. ГОРИВНА УРЕДБА С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН „БОШ Л – ЖЕТРОНИК“

Натрупаният опит от фирмата „Бош“ е използван за разработка на тази система, чието устройство е показано на фиг. 11.16. При нея се вграждат повечето от елементите, разглеждани в уредбата „Д – Жетроник“. Дозирането се осъществява от същите елементи: горивна помпа, регулатор на налягане, горивовпръсквачи с електромагнитно управление, монтирани пред всмукателните клапани, и централно разположен горивовпръсквач за пускане на студен двигател. За основни параметри на управление са подбрани разходът на въздуха Q_H и честотата на въртене n . Разходомерът преобразува дебита на преминалия въздух в електрически сигнал.

Разходомерът е показан на фиг. 11.17. Състои се от въздушна клапа 2, компенсационна камера с демпфер 7 (гасител на трептенията), възвратна пружина, обратен клапан 3 и потенциометър 5. Въздушната клапа и възвратната пружина заемат различни равновесни положения в зависимост от дебита на преминаващия въздух. Компенсационната камера с демпфера гаси трептенията на въздушната клапа, предизвикани от пулсациите на въздушния поток. Обратният клапан 3 предпазва разходомера при възпламеняване на горивната смес в пълнителния тръбопровод. Количеството на горивовъздушната смес се регулира от винта 1. Потенциометърът е логаритмичен и преобразува ъгловото преместване на клапата в електрически сигнал. Полученото напрежение U_S от потенциометъра при определен ъгъл φ на завъртане на клапата съответства на определен разход на въздух. Този сигнал постъпва в електронния блок, който формира *токов импулс за цикловото количество гориво*. Голяма точност на дозиране се получава, когато при малки ъгли на завъртане на въздушната клапа (частично натоварване) напрежението е по-високо. Това осигурява минимално количество химически активни компоненти в отработилите газове и спазване на нормите за токсичност. Потенциометърът е изработен на печатна платка. Съпротивителният му слой е разделен на сектори, които се захранват със съответни напрежения (потенциометър с опорни точки). Така се реализира необходимата функционална зависимост между напрежението и ъгъла на завъртане на клапата: $U_S = f(\varphi)$. Настройката на потенциометъра при производството му се извършва с лазер, управляван от компютър.

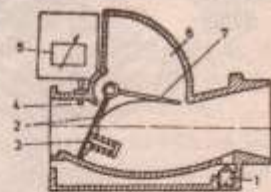


Фиг. 11.16. Схема на електронна уредба с впръскване на бензин „Л – Жетроник“

1 – електрическа бензинова помпа; 2 – резервоар на гориво; 3 – филтър; 4 – гориворазпределителен колектор; 5 – винт за регулиране на празен ход; 6 – регулатор на налягането на горивото; 7 – управляващ блок; 8 – датчик за завъртането на дроселовата клапа; 9 – датчик за температурата на входящия въздух; 10 – командно реле; 11 – разходомер на въздуха; 12 – контактен ключ; 13 – акумулаторна батерия; 14 – винт за качеството на сместа на празен ход; 15 – клапан за допълнителен въздух; 16 – прекъсвач-разпределител; 17 – термореле за време на пусковия горивовпръсквач; 18 – датчик за температурата на охладителната течност; 19 – λ -сонида; 20 – горивовпръсквач; 21 – пусков горивовпръсквач

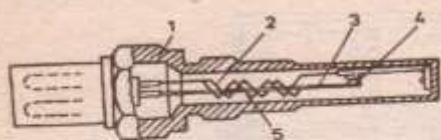
Фиг. 11.17. Разходомер за въздух на уредбата „Л – Жетроник“

1 – винт за регулиране качеството на сместа на празен ход; 2 – измервателна клапа; 3 – обратен клапан; 4 – преобразувател за температурата на входящия въздух; 5 – потенциометър; 6 – компенсационна камера; 7 – клапа на демпфера

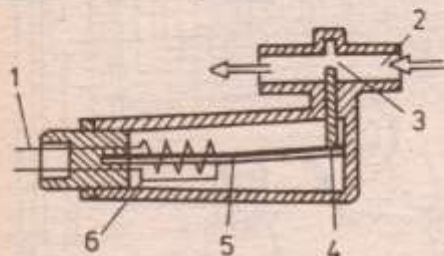


Сигналите за честотата на въртене на колянвия вал на двигателя се взимат от индукционната бобина на запалителната уредба.

Времето за работа на пусковия горивовпръсквач се определя от термореле, изобразено на фиг. 11.18. То се състои от биметална пластинка 3 с контакти 4 за свързване на електрическия нагревател 2 към маса, а нагревателят 5 е включен паралелно на захранващата верига. В зависимост от топлинното състояние на двигателя при пускането му биметалната пластинка изключва контактите след определено време (съответно пусковия горивовпръсквач). При температура на охладителната течност 333–343 К контактите са постоянно изключени.



Фиг. 11.18. Термореле на пусковия горивовпръсквач
1 – корпус; 2 – нагревател, паралелно свързан на захранването; 3 – биметална пластинка; 4 – контакт; 5 – нагревател, свързан последователно на контактите



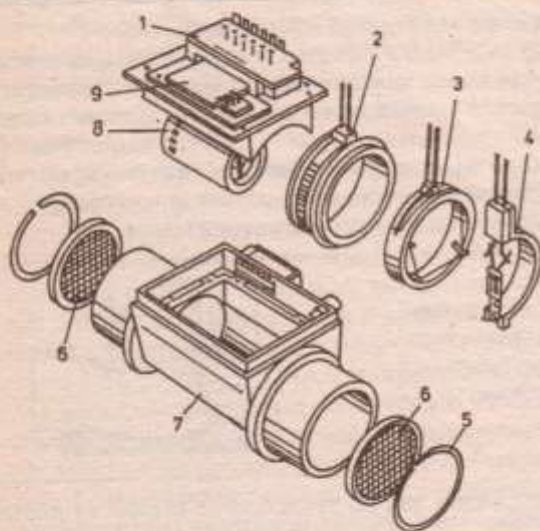
Фиг. 11.19. Клапан за допълнителен въздух
1 – кулунг на електрозахранването; 2 – тръба за въздух; 3 – въздушен канал; 4 – шибър; 5 – биметална пластинка; 6 – електрически нагревател

Конструкцията на клапана за допълнителен въздух (фиг. 11.19) е изменена, като е използвана биметална пластинка с нагревател, която задвижва въртящ се шибър.

Управляващият електронен блок представлява печатна платка с интегрални схеми, дискретни полупроводникови елементи, кондензатори и съгласуващи резистори. Той обработва получената информация от преобразувателите и формира импулси за управление на електромагнитните клапани на горивовпръсквачите. Впръскването на гориво за всички цилиндри се извършва едновременно. За

по-голяма равномерност на смесобразуването, на всяко завъртане на коляновия вал се генерира импулс τ и се подава половината от цикловото количество гориво. Импулсът съдържа цялата информация за необходимото циклово количество гориво.

В моделите „ЛХ – Жетроник“ *разходомерът на въздух е заменен с термоанемометър*. При него се използва термоелектрическият ефект – изменението на тока през проводника в зависимост от отведената топлина. Ако флуид обтича метална нишка, по която протича електрически ток, отведеното количество топлина е пропорционално на скоростта на потока. Така скоростта на потока се преобразува в електрическа величина (ток или напрежение). *Термоанемометърът на „ЛХ – Жетроник“*, показан на фиг. 11.20, е направен от платинен проводник с диаметър 0,1 mm, свързан в измервателен мост. Проводникът е поставен в пластмасов



Фиг. 11.20. Термоанемометър

1 – електронен модул; 2 – прецизен резистор (от платинен проводник); 3 – нагревател; 4 – измервателен мост; 5 – ограничителен пръстен; 6 – предпазна решетка; 7 – пластмасов корпус; 8 – вътрешна тръбичка; 9 – превключвател

корпус 7, свързан с пълнителния тръбопровод, в който електронен модул 1 поддържа температура 423 К (така съпротивлението на проводника остава постоянно) независимо от скоростта на потока и отведеното количество топлина. Измервателният мост 4 отчита големината на тока, която е пропорционална на разхода на въздух. При това се отчитат температурата и налягането на входящия въздух и преобразуватели на тези параметри не се поставят.

11.2.7. ГОРИВНА УРЕДБА С ВПРЪСКВАНЕ НА БЕНЗИН „БОШ МОТРОНИК“

Развитието на комплексното управление на горивния процес доведе до създаването на централен микропроцесор за оптимизиране на смесобразуването и запалването на горивната смес. Фирмата „Бош“ първа внедри цифровата електронна система за комплексно управление под названието „Мотроник“. *Схемата на уредбата* е дадена на фиг. 11.21. Основните елементи и начинът на дозиране на цикловото количество гориво са както на разгледаните досега. Освен тях са включени още преобразувател за честотата на въртене с магнитоиндукционен преобразувател (датчик) 16, който определя и ъгъла на коляновия вал спрямо горно мъртво положение, статична запалителна уредба 17, кондензационен съд за вентилация на резервоара, сигнална лампа за повреда, куплунг за свързване към диагностичен апарат и кислороден преобразувател (λ -сонда).

За прецизиране на смесобразуването се осъществява обратна връзка чрез кислороден преобразувател 4. За минимална токсичност на отработилите газове е вграден каталитичен филтър 5 в изпускателния колектор. Вентилацията на резервоара се осъществява през пълнителния колектор чрез електромагнитните клапани 23 и 24. Разходът на въздух се определя от пиезоелектрически преобразувател 2, вграден в електронния блок 1.

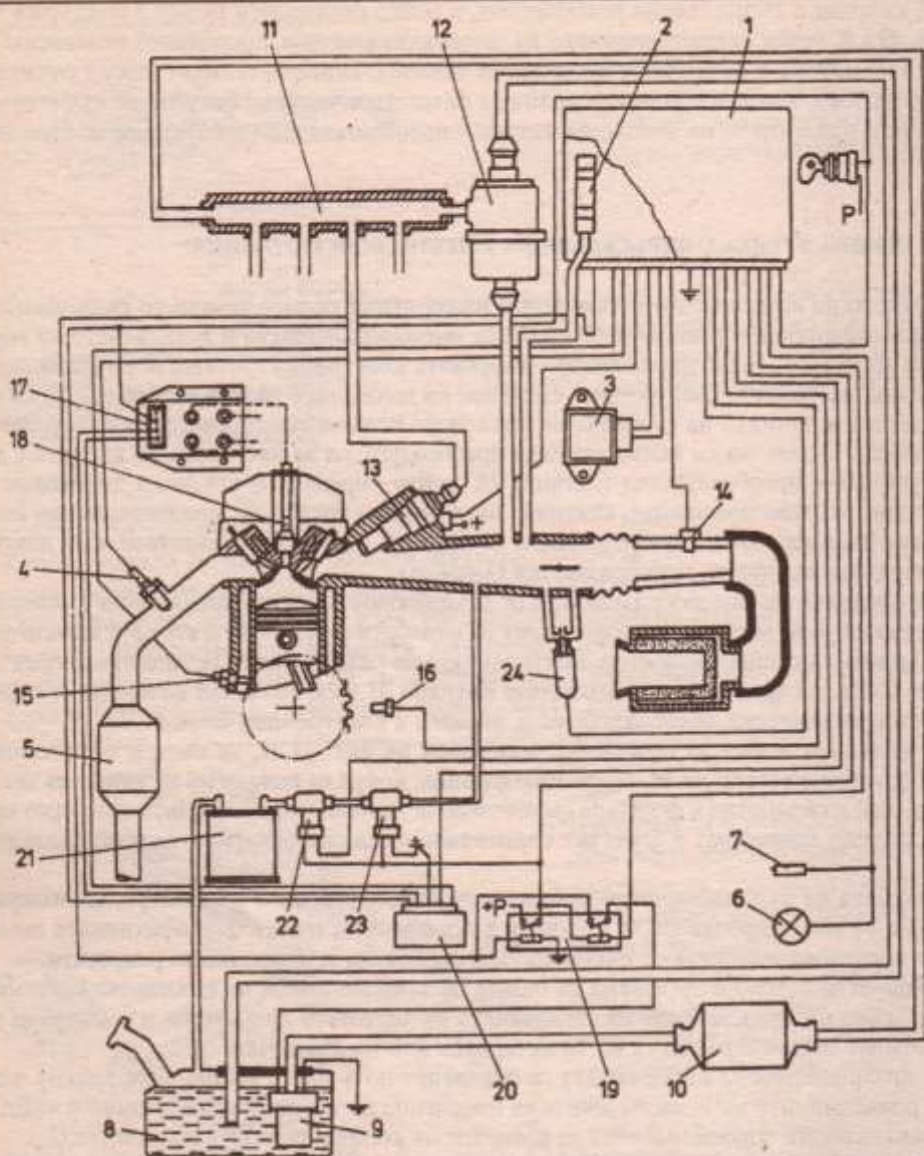
Електронният модул за управление, изобразен на фиг. 11.22, се състои от аналогово-цифрови преобразуватели на входната информация, която се подава на централния микропроцесор. Той я обработва и формира *съответните управляващи сигнали*, които чрез крайните усилватели привеждат в действие елементите на смесобразуването и запалителната уредба.

Програмата на функционалните зависимости между входните параметри, многократно използвани от микропроцесора, е заложена в постоянната памет. В оперативната памет е записана последователността от операциите, а също така и междинните резултати.

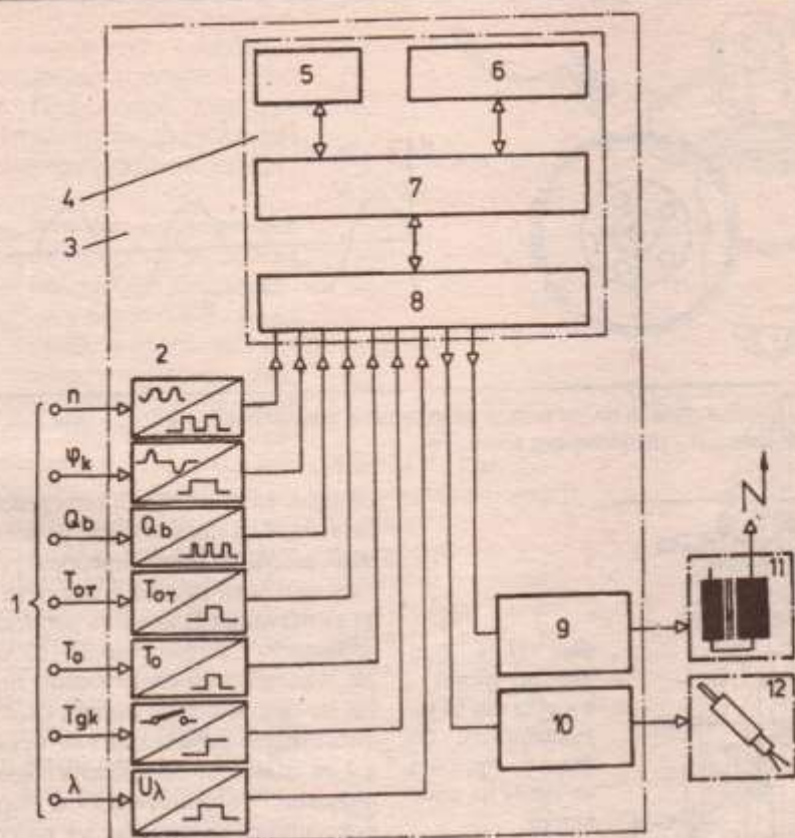
Основната програма е съставена на базата на зависимостите на цикловото количество гориво и ъгъла на изпреварване на запалването от честотата на въртене и разхода на въздух. Работният обхват е разделен на 16 интервала или на 256 точки.

Чрез интерполация за всеки обхват се определят по 4 точки (общо 4096 точки), които описват повърхнините на зависимостите за изменение на ъгъла на запалването $\theta = f(n, Q_v)$ и на управляващите токови импулси за дозиране на количеството гориво $\tau = f(n, Q_v)$.

От преобразувателите постъпва информация за честотата на въртене, ъгъла на коляновия вал спрямо горно мъртво положение, разхода на въздух, температурата на охлаждащата течност и на въздуха в пълнителния колектор, положението на дроселовата клапа и λ -сондата. Тези данни се обработват от аналогово-цифровите преобразуватели в цифрова форма (правоъгълни импулси) и през входните схеми постъпват в централния микропроцесор. В съответствие с програмите, заложи в паметта, централният микропроцесор подава управляващи сигнали към схемите на изхода. Оттам крайните усилватели усилват сигналите до стойности, осигуряващи действието на изпълнителните елементи (електромагнитни на горивовпръсквачите, запалителна уредба, бензинова помпа, клапан за празен ход, оборотомер и диагностична сигнална лампа).



Фиг. 11.21. Схема на уредба за комплексно управление на горивния процес „Boh Motronic“
 1 – блок на микропроцесора; 2 – пиезоелектрически преобразувател на налягането; 3 – преобразувател за ъгъла на завъртане на дроселовата клапа; 4 – кислороден преобразувател (λ -сонда); 5 – каталитичен филтър; 6 – сигнална диагностична лампа; 7 – куплинг за диагностичен апарат; 8 – резервоар; 9 – електрическа бензинова помпа; 10 – бензинов филтър; 11 – гориворазпределителен колектор; 12 – регулатор на налягане; 13 – горивовпръсквачи; 14 – преобразувател на температурата на постъпващия въздух; 15 – преобразувател на температурата на охлаждащата течност; 16 – индукционен преобразувател за честотата на въртене; 17 – статична запалителна уредба; 18 – запалителни свещи; 19 – блок с релета; 20 – комутатор на запалителната уредба; 21 – кондензационен съд; 22 – двупозиционен клапан; 23 – клапан за регулиране вентилацията на резервоара; 24 – клапан за празен ход



Фиг. 11.22. Функционална схема на управляващия електронен блок на уредбата „Бош Мотроник“
 1 – преобразувател; 2 – аналогово-цифрови преобразуващи блокове; 3 – управляващ блок; 4 – микропроцесор; 5 – оперативна памет; 6 – постоянна памет; 7 – аритметичен блок; 8 – вход-изход; 9 – усилвател на сигнали за запалване; 10 – усилвател на сигнала за впръскване; 11 – индукционна бобина; 12 – електромагнитни горивовпръсквачи

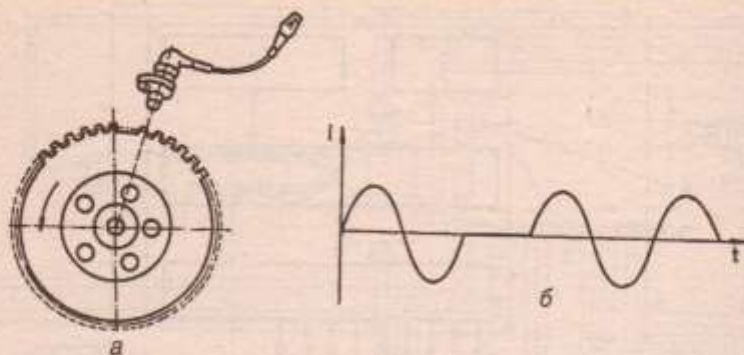
11.2.8. КОНСТРУКЦИЯ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ГОРИВНАТА УРЕДБА „БОШ МОТРОНИК“

Преобразувателите на температурата, регулаторът на налягането, горивовпръсквачите, филтърът и бензиновата помпа са описани в разгледаните досега уредби „Жетроник“.

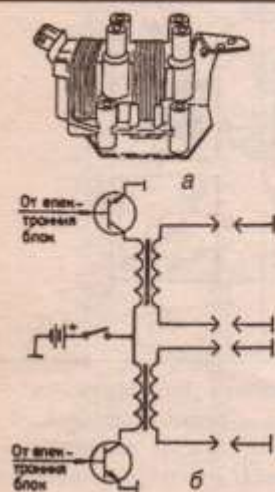
Специфичните за уредбата „Мотроник“ елементи са:

- преобразувател на честотата на въртене и положението на колянвия вал;
- комутатор на запалителната уредба;
- преобразувател за положението на дроселовата клапа;
- клапан за допълнително количество въздух;
- кислороден преобразувател (λ -сонда).

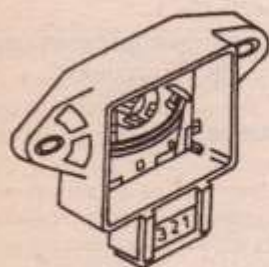
Сигналите за честотата на въртене и положението на колянвия вал се получават от индукционен преобразувател, представен на фиг. 11.23 а. Върху маховика е поставен венец с



Фиг. 11.23. Преобразувател на честотата на въртене и положението на коляновия вал
a – преобразувател; *б* – индуцирани импулси



Фиг. 11.24. Запалителна уредба
a – общ вид на индукционната бобина; *б* – принципна схема на комутатора



Фиг. 11.25. Общ вид на преобразувателя за положението на дроселовата клапа

60 зъба, като на точно определено място два от зъбите са премахнати. За всеки зъб на венца индукционният преобразувател създава електрически сигнал. Това дава възможност да се регулира ъгълът на изпреварване на запалването с точност до 22–23 ъглови секунди. В паметта на електронния блок е заложено, че при липса на сигнал (положението на липсващите зъби) след 114° буталата на 1-ви и 4-ти цилиндър ще бъдат в горно мъртво положение. Същевременно е обработена информацията за режима на работа и изработен сигнал за необходимото изпреварване на запалването. В резултат на тези данни се задейства съответният транзистор на комутатора на запалителната уредба (фиг. 11.24 б).

Комутаторът на запалителната уредба е статичен – фиг. 11.24 а. Състои се от два управляващи транзистора и от две индукционни бобини (с две първични и две вторични намотки). На горната част на комутатора са поставени четири клеми за свързване на високоволтовите проводници на свещите и куплунг за включване към електронния блок. При по-стари модели се използват една индукционна бобина и механичен токоразпределител, свързан с разпределителния вал.

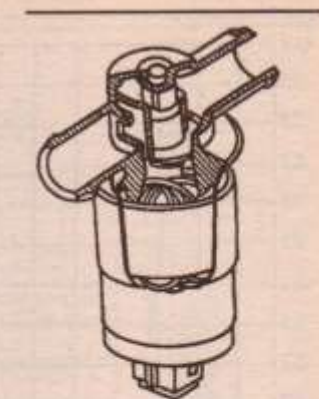
Дроселовата клапа – фиг. 11.25, е свързана с потенциометър, захранван с напрежение 5 V. При завъртане на плъзгача на потенциометъра от едното до другото крайно положение сигналът се изменя от 0,4 до 4,8 V.

В режим на загряване при празен ход на двигателя се подава *допълнително количество въздух* от клапан – фиг. 11.26, задвижван от стъпков електродвигател. При студен двигател клапанът е напълно отворен, а с повишаване на температурата постепенно се затваря.

Поддържането на установените норми за токсичността на отработилите газове се осигурява с поставянето на каталитичен неутрализатор. За устойчивата му работа се изисква качеството на горивовъздушната смес да се поддържа в тесни граници ($\alpha \approx 0,95 \pm 1,05$). Необходимата точност на смесобразуването се осъществява *чрез кислороден преобразувател* за обратна връзка или т.нар. *λ -сонида* – фиг. 11.27 а. Той е поставен в изпускателния колектор пред каталитичния неутрализатор. Състои се от керамично тяло 7, изработено от циркониев диоксид. Външната и вътрешната повърхност на тялото са покрити с порести платинови електроди. При температура над 300 °С керамичният материал става проводим. Изменението на концентрацията на кислорода между външната и вътрешната повърхност създава потенциалната разлика от 0,1 до 0,8 V.

Чрез подбиране на материала на керамичното тяло се получава *максимална чувствителност* при определен стехиометричен състав на горивовъздушната смес ($\alpha = 1$). Това е показано на графиката на фиг. 11.28. Чувствителният елемент е поставен в метален корпус, така че външната му страна да е в допир с отработилите газове, а вътрешната – с атмосферния въздух. Потенциалът на преобразувателя се подава в електронния блок, който изработва съответна команда за регулиране качеството на сместа. Работната температура се поддържа от електрически нагревател.

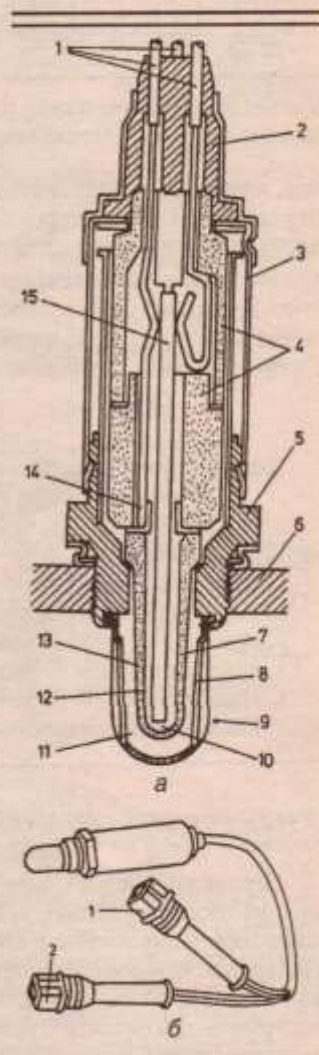
Фиг. 11.26. Клапан за въздух

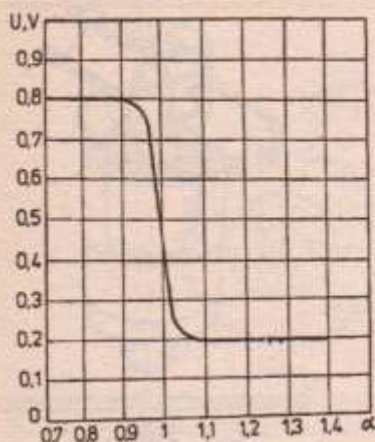


Фиг. 11.27. Кислороден преобразувател (λ -сонида)

а – устройство: 1 – куплунг за свързване; 2 – изолатор; 3 – защитна тръба; 4 – керамични опорни тръби; 5 – корпус; 6 – изпускателен колектор; 7 – керамично тяло; 8 – прорези; 9 – отработили газове; 10 – атмосферен въздух; 11 – газова среда; 12 – електропроводящ слой (+); 13 – електропроводящ слой (-); 14 – контактен извод за напрежението на сондата; 15 – нагревател

б – външен вид: 1 – куплунг за свързване; 2 – куплунг за свързване на нагревателя





Фиг. 11.28. Характеристика на кислородния преобразувател (λ-сонда)

при карбураторните двигатели. При тях също се използва кислороден преобразувател. Вграждането на електронно управление изисква при повреда в системата двигателят да продължава да работи. Затова карбураторът се настройва да подготвя богата горивовъдушна смес, а управляващата система я обеднява, докато се достигне необходимото качество. Дозирането се осъществява от електромагнитен клапан, който изменя проходното сечение на канала за въздуха на емулсионното кладенче на главното дозиращо устройство. Същият начин се използва и при регулиране на работата на двигателя на празен ход.

Контролни въпроси

1. Направете сравнение между качеството на двигателите, захранвани от карбуратори и уредби с впръскване на бензин.
2. Как се съставя програмата на уредбите с впръскване на бензин?
3. Какви видове уредби с впръскване на бензин познавате?
4. Изяснете схемата на действие на уредбата „Бош Д – Жетроник“.
5. Изяснете схемата на действие на уредбата „Бош Л – Жетроник“.
6. Изяснете схемата на действие на уредбата „Бош Мотроник“.
7. Какви са предназначението, действието и характеристиката на кислородния преобразувател?

11.2.9. ГОРИВНА УРЕДБА С ЦЕНТРАЛНО ВПРЪСКВАНЕ НА ГОРИВОТО („МОНОТРОНИК“)

Горивната уредба с централно впръскване на горивото и електронно управление се различава от разгледаните досега по това, че пулверизирането на горивото се извършва от един горивовпръсквач с електромагнитно управление, поставен пред дроселовата клапа. Изпарението и хомогенизирането на горивовъдушната смес става в пълнителния колектор както при карбураторите. Конструкцията и действието на преобразувателите е както при системата „Мотроник“. Дозирането на количеството гориво се определя от електрически импулси, генерирани от електронен блок с цифрова обработка на информацията.

Вентилацията на резервоара (вж. фиг.11.21) се извършва чрез кондензационния съд 21, клапаните 22, 23 и пълнителния колектор. Клапанът 22 е двупозиционен и се включва от контактният ключ.

Многофункционалното реле 19 осигурява захранването с електрическа енергия и превключването на управляващия електронен блок, комутатора на запалителната уредба, горивната помпа, горивовпръсквачите, клапаните за вентилация на резервоара и нагревателя на кислородния преобразувател.

В уредбата е включена сигнална лампа, която се задейства при възникване на повреда. Поставен е и куплунг за свързване към диагностичен апарат.

В последните модели се вгражда общ пластмасов захранващ колектор. Към него на стойка, захваната към главата на двигателя, са свързани горивовпръсквачите и регулаторът на налягането.

Използването на катализатори изисква поддържането на стехиометричния състав в тесни граници и

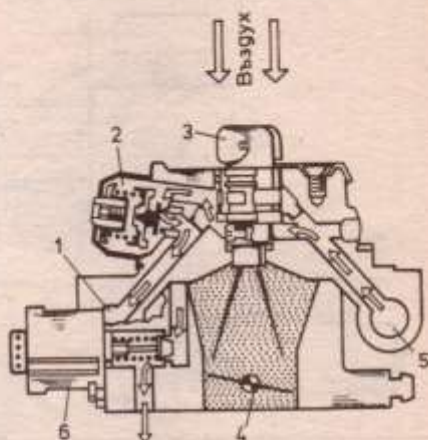


Фиг. 11.29. Структурна схема на горивна уредба с централно впъскване на горивото („Монотроник“)

На фиг. 11.29 е дадена структурната схема на уредбата. Въздухът постъпва през въздушния филтър в пространството около горивовпъскващия блок. Горивото се подава с горивна помпа към горивовпъскващия блок, в който регулатор поддържа постоянно налягане – 0,1 МРа. Параметрите за определяне на работния режим: честотата на въртене, температурата на въздуха, температурата на охлаждащата течност, положението на педала за газ, дебитът на входящия въздух и сигналът от λ -сондата, се преобразуват в електрически сигнали, които постъпват в електронния управляващ блок. Той обработва тази информация и изработва импулсите за дозиране на горивото.

Всички елементи, освен горивовпъсквача, са същите както при уредбите „Мотроник“.

Горивовпъсквачът е неразглобяем, щифтов, затворен тип, с електромагнитно управление. Щифтът на иглата има профил за оптимално пулверизиране на горивото. Гориворазпъсквачът е вграден в блок – фиг. 11.30, заедно с регулатор на налягане 2, канал за захранване с гориво 5, канал за връщане на гориво към резервоара 1 и клапан за допълнителен въздух при празен ход 6. Дроселовата клапа 4 е свързана механично към педала за газ. Чрез него водачът задава необходимия работен режим. Впъскването се извършва периодически, в съответствие с управляващите импулси.



Фиг. 11.30. Принципно схема на горивовпъскващия блок на уредба с централно впъскване на бензин

1 – канал за връщане на горивото към резервоара; 2 – регулатор на налягане; 3 – горивовпъсквач с електромагнитно управление; 4 – дроселова клапа; 5 – канал за захранване с гориво; 6 – клапан за допълнителен въздух за празен ход

11.3. ЕЛЕКТРОННО УПРАВЛЕНИЕ НА ГОРИВНАТА УРЕДБА НА ДИЗЕЛОВИТЕ ДВИГАТЕЛИ

Голяма част от АТС се задвижват с дизелови двигатели. При тях, както при бензиновите, се поставят изисквания за постигане на по-големи мощности и по-високи икономически показатели при едновременно намаляване на концентрацията на токсични вещества и замърсители в отработилите газове.

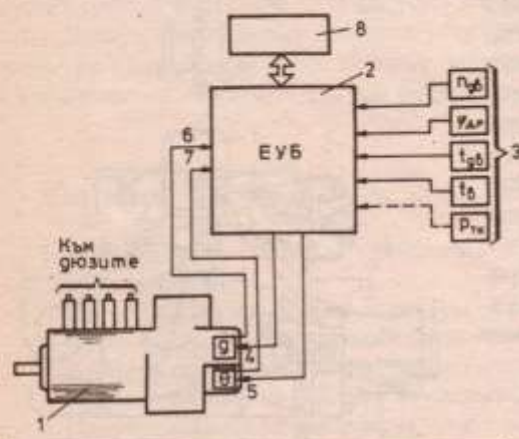
Класическата горивна уредба на дизеловите двигатели, независимо от постоянното усъвършенстване на конструкцията на отделните ѝ елементи, има ограничени възможности:

- цикловото количество гориво се дозира само в зависимост от натоварването и честотата на въртене на (двигателя), без да се отчитат конкретните работни условия;
- необходимият ъгъл на изпреварване на впръскване се задава доста грубо посредством механичен регулатор, във функция само от честотата на въртене на двигателя;
- времето на впръскване зависи от цикловото количество гориво, което означава, че характеристиката на впръскване ще бъде оптимална само за един конкретен работен режим на двигателя;
- налягането на впръскване зависи от честотата на въртене на двигателя и цикловото количество гориво, но едновременно с това се променя и в процеса на впръскване;
- съществува значителна неравномерност в цикловото количество гориво между отделните цилиндри.

Анализът на досегашния опит показва, че съществуват значителни резерви за подобряване на процеса на смесобразуване и горене в дизеловите двигатели така, че да се отговори на поставените по-високи изисквания.

Принципът, заложен в електронните системи за управление на горивната уредба на дизеловите двигатели, се състои в оптимизиране на параметрите на впръскване на горивото (циклово количество гориво, време на впръскване, ъгъл на изпреварване на впръскване), като се отчитат конкретните работни условия и режимът на двигателя.

Структурата на тези системи е аналогична на структурата на уредбите за впръскване на бензин. Посредством различни преобразуватели се измерват конкретни параметри, характеризиращи работните условия и състоянието на двигателя. Въз основа на тази информация и на заложената в електронния управляващ блок (ЕУБ) програма се управлява работата на горивната помпа и/или на дюзите. Програмата за оптимално управление на горивната уредба се основава на опитно определени закони за изменение на параметрите ѝ така, че да се постигне минимален специфичен разход на гориво при определена концентрация на сажди и токсични вещества в отработилите газове за всички режими на работа на двигателя.

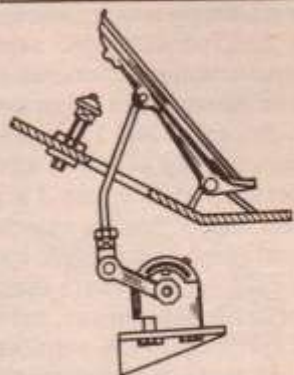


Фиг. 11.31. Принципна схема на горивна уредба на дизелов двигател с електронно управление на горивонагнетателната помпа

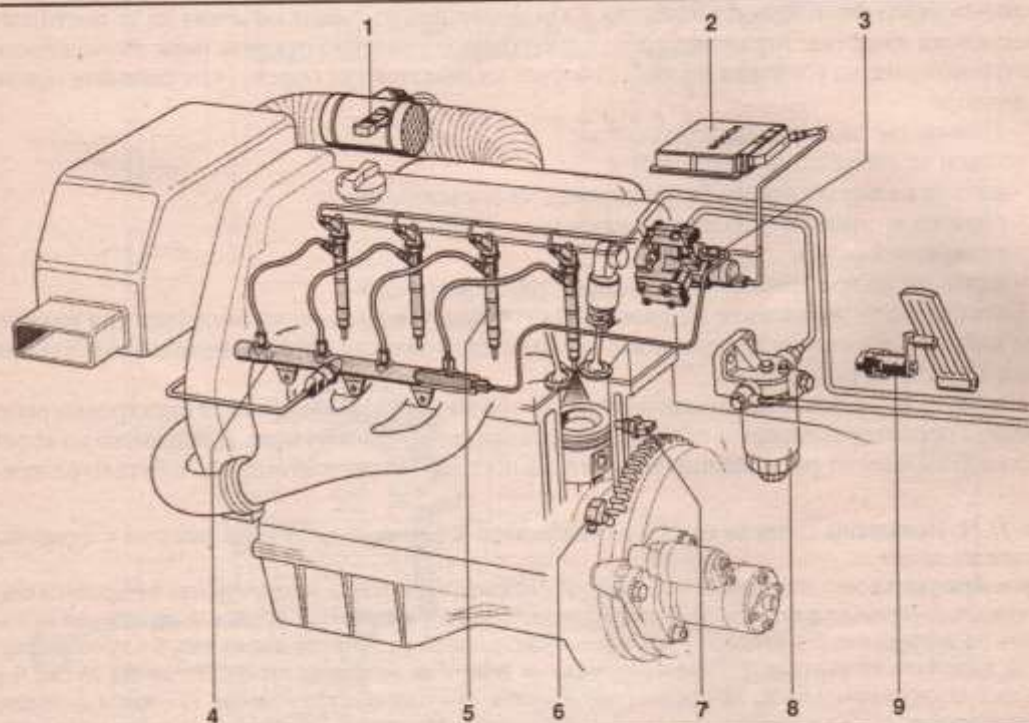
1 – горивонагнетателна помпа; 2 – електронен управляващ блок; 3 – входни преобразуватели; 4 – изпълнителен механизъм за цикловото количество гориво; 5 – изпълнителен механизъм за момента на впръскване; 6 – сигнал от изпълнителния механизъм за цикловото количество гориво; 7 – сигнал от изпълнителния механизъм за момента на впръскване; 8 – блок за информация и бордова диагностика

Електронните системи за управление на горивната уредба на дизеловите двигатели са два вида.

Първият вид, появил се исторически по-рано, се основава на стандартната горивна апаратура, като са заменени механичното управление и механичните регулатори на горивонагнетателната помпа. На тяхно място се поставят изпълнителни механизми, управлявани от ЕУБ. Принципната схема на такава система е показана на фиг. 11.31. В ЕУБ на системата постъпва информация за честотата на въртене $n_{дв}$, положението на дроселовата клапа $\phi_{др}$, температурата на двигателя $t_{дв}$ и температурата на засмуквания въздух $t_{в}$. Допълнително в някои модели се въвежда и информация за налягането от турбокомпресора $P_{тк}$. От ЕУБ се управляват изпълнителните механизми за подаването циклово количество гориво 4 и момента на впръскване 5 . Честотата на въртене и положението на колянвия вал на двигателя се контролират чрез индукционни преобразуватели (вж. фиг. 11.23), а температурата на двигателя и на засмуквания въздух – посредством термисторни преобразуватели. Информацията за положението на педала за газта се получава от потенциометричен (реостатен) преобразувател (фиг. 11.32). Като изпълнителни механизми в тези системи се използват хидравлич-



Фиг. 11.32. Потенциометричен преобразувател за положението на педала на газта



Фиг. 11.33. Акумулаторен тип дизелова горивна уредба

1 – дебитомер; 2 – електронен управляващ блок; 3 – горивонагнетателна помпа; 4 – хидроакумулатор; 5 – горивовпръсквачи; 6 – преобразувател за честотата на въртене; 7 – преобразувател за температурата на охлаждащата течност; 8 – горивен филтър; 9 – преобразувател за положението на педала за газ

ни цилиндри и хидродвигатели, управлявани чрез електромагнитни клапани, постояннотокови електродвигатели, линейни електромагнити и стъпкови електродвигатели. От двата изпълнителни механизма към ЕУБ се подава обратно информация за положението, в което те се намират във всеки конкретен момент – 6 и 7.

Вторият вид електронни системи за управление на горивната уредба на дизеловите двигатели са известни като акумулаторни (Common Rail) – фиг. 11.33. При тях горивото постъпва от помпата 3 в хидроакумулатор 4, представляващ общ тръбопровод, от който след това се подава към дюзите 5. В някои модели електронни системи ЕУБ управлява и налягането на горивото в хидроакумулатора в зависимост от режима на работа на двигателя така, че разликата пред и зад дюзите да бъде винаги постоянна. Дюзите са с електромагнитно управление, като конструкцията им е аналогична на тази на горивовпръсквачите при уредбите за впръскване на бензин (фиг. 11.13).

И двата вида електронни системи имат блок за информация и диагностика, чрез който водачът и сервизният персонал могат да проверят състоянието на системата.

11.3.1. ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ С ГОРИВОНАГНЕТАЛНА ПОМПА

Класическата дизелова горивна уредба работи без електрически елементи след пускане в действие на двигателя. Съвременните изисквания за опазване на околната среда, подобряване на експлоатационните качества и комфорта при пътуване не могат да се постигнат с механични средства. Вграждането на електронно управление открива нови възможности за оптимизиране на горивния процес. Работата на двигателя се определя от следните основни фактори:

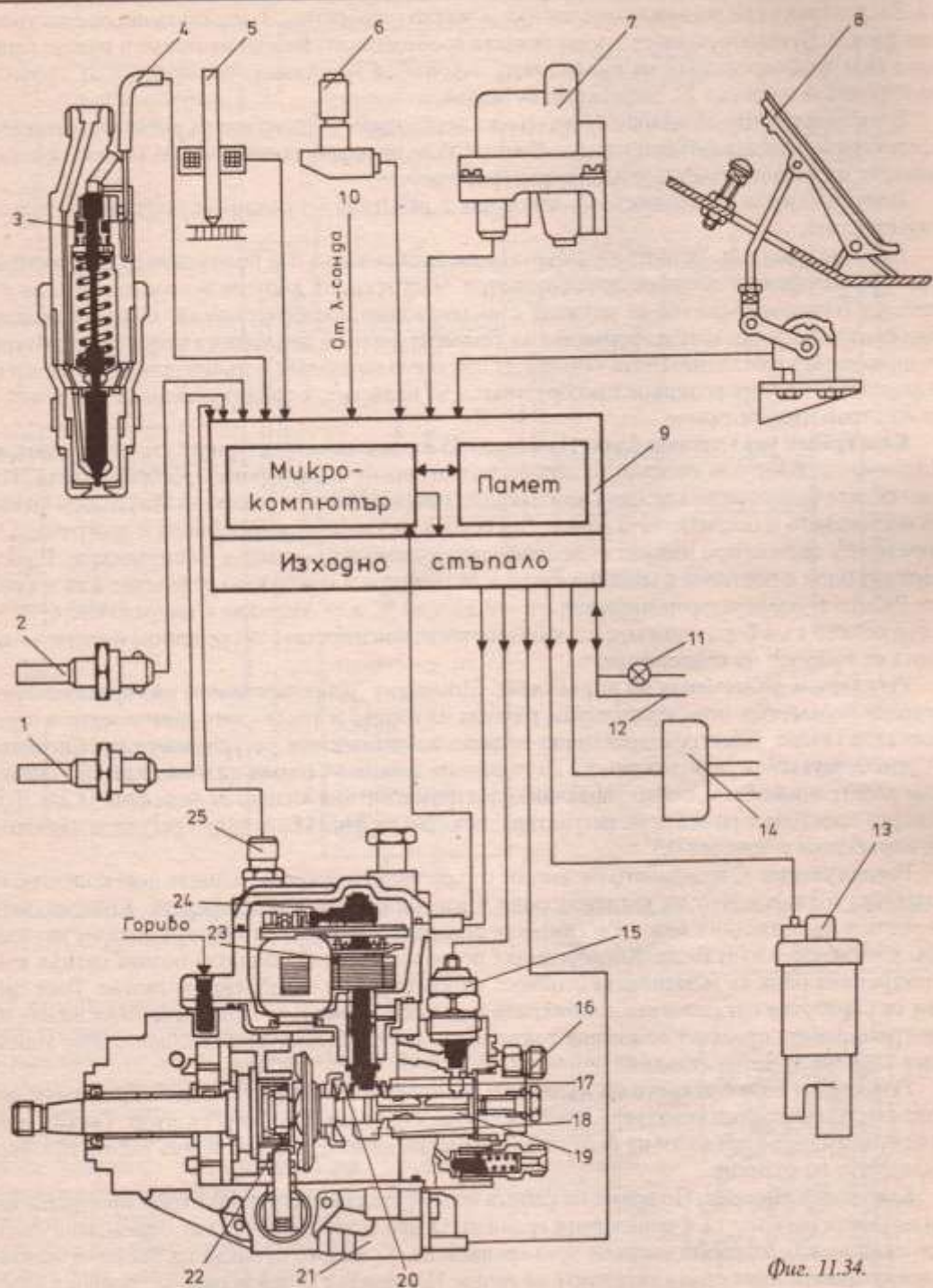
- количество на впръскваното гориво;
- закон за впръскване на горивото;
- начало на впръскването (изпреварване на впръскването);
- обратна връзка с отработилите газове;
- рециркулация;
- налягане на пълненето с въздух (при турбокомпресор);

Електронното управление на дизеловата горивна уредба дава възможност при различните работни режими да се поддържат оптимални стойности на основните параметри при затворен кръг на регулиране.

На фиг. 11.34 е показана дизелова горивна уредба на фирмата „Бош“ с електронно регулиране. Горивовпръскващата помпа е разпределителна, еднобутална. Дозирането на горивото се извършва от регулиращия пръстен 18, поставен върху въртящото се бутало-разпре-

Фиг. 11.34. Принципно схемата на електронна система за управление на дизелов двигател с горивонагнетателна помпа

1 – преобразувател за температурата на въздуха; 2 – преобразувател за температурата на охлаждащата течност; 3 – преобразувател за движението на иглата; 4 – електрическа връзка за управление на началото на впръскване; 5 – преобразувател за положението на разпределителния вал; 6 – преобразувател за честотата на въртене; 7 – преобразувател за дебита на входящия въздух; 8 – педал за газ; 9 – електронен управляващ блок; 10 – сигнал от λ -сондата; 11 – диагностична лампа; 12 – извод за бордова диагностика; 13 – електропневматичен преобразувател; 14 – изход за управление на нагревателните свещи; 15 – електрически изключващ клапан; 16 – изход на горивото за впръскване; 17 – ексцентрик; 18 – разпределителен пръстен; 19 – бутало-разпределител; 20 – пружина; 21 – електромагнитен клапан; 22 – гърбична шайба; 23 – електромагнитно управляващо устройство; 24 – преобразувател за положението на регулиращия пръстен; 25 – преобразувател за температурата на горивото →



Фиг. 11.34.

делител 19. Осовото движение на пръстена се осъществява от ексцентрика 17 и пружината 20. Ексцентрикът се задвижва от електромагнитно устройство 23, управлявано от електронния блок 9. Буталото-разпределител създава необходимото високо налягане и подава горивото към тръбопроводите на цилиндрите. Законът за впръскване се определя от профила на гърбицата на диска 22, задвижващ буталото.

Електромагнитният клапан 21 поддържа необходимото налягане за работа на помпата. С електрическия изключващ клапан 15 може да се прекъсне подаването на гориво при възникване на неизправност в управляващите уреди.

Информация за състоянието на двигателя и работния му режим се получава от преобразувателите.

Преобразуватели. Ъгълът на завъртане на педала за газ 8 и положението на регулиращия пръстен се определят от потенциометри. Честотата на въртене и положението на иглата на горивовпръсквача се отчитат с индукционни преобразуватели. Съпротивителни преобразуватели подават информация за температурата на входящия въздух, температурата на горивото и охладителната течност. Налягането на въздуха в пълнителния колектор се определя от полупроводников преобразувател на налягане, λ -сондата следи за токсичността на отработилите газове.

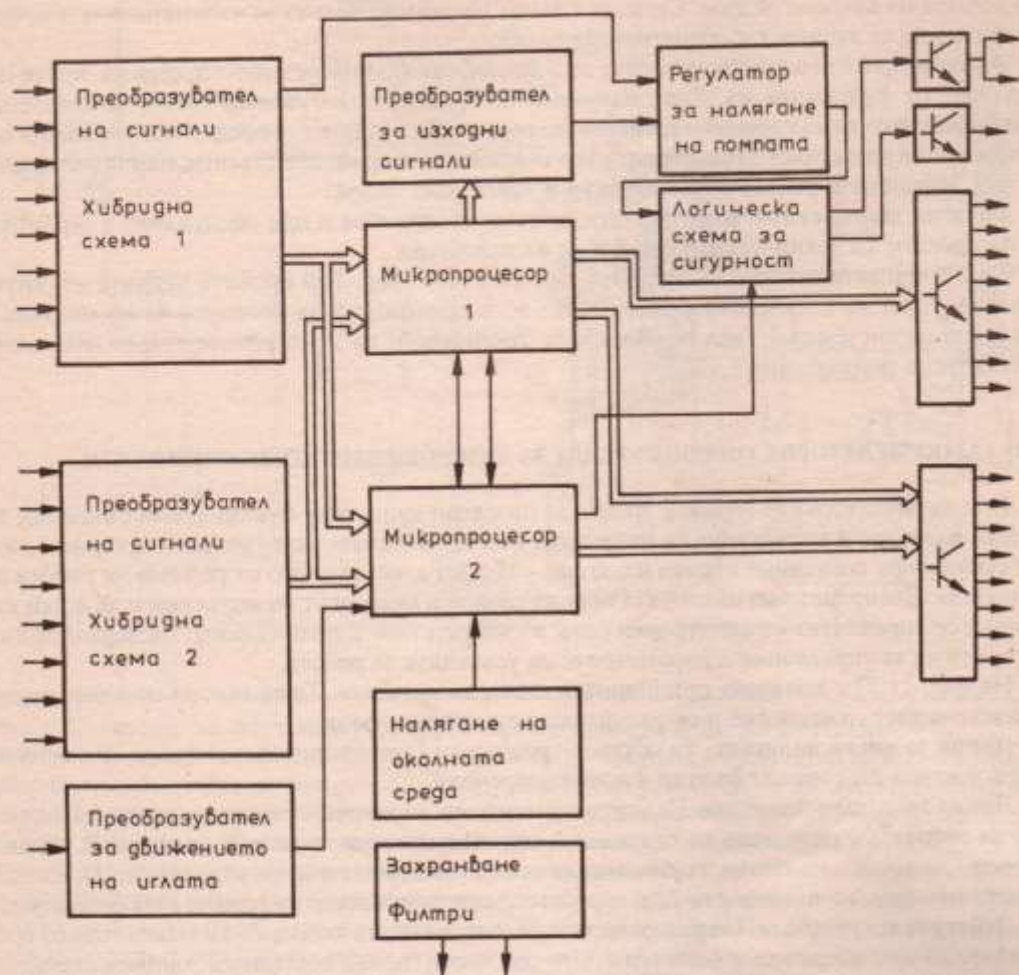
Електронен управляващ блок. На фиг. 11.35 е показана структурната схема на управляващия блок. Входните сигнали се обработват от аналогово-цифрови преобразуватели. Изчисленията се извършват от един или няколко микропроцесора (в случая два) с обем 60 kbit на постоянната и оперативната памет. Въз основа на входната информация и програмата за управление се генерира импулс за дозиране на горивото и за момента на впръскване. Електронният блок е поставен в метална кутия и се монтира в моторното отделение или в купето. Работи в температурен интервал от -40 до $+60$ °C и се захранва с напрежение 6–16 V. Свързаното към бордовата мрежа, клемите и куплунгите става посредством филтри за защита от импулси на напрежение.

Регулиране на момента на впръскване. Моментът (изпреварването) на впръскването е основен параметър, определящ шума, разхода на гориво и токсичните компоненти в отработилите газове. Електрохидравлично устройство оптимизира регулирането му. Сигналът от преобразувателя за положението на иглата на дюзата на първи цилиндър подава сигнал към електронния блок, който управлява електромагнитния клапан 21 (вж. фиг. 11.34). Той завърта пръстена с ролките на регулатора, показан на фиг. 11.36, който регулира началото на впръскване с точност $0,5^\circ$.

Рециркулация. С връщането на част от отработилите газове в пълнителния колектор се намалява изхвърлянето на въглеродороди и азотни оксиди в атмосферата. Количеството върнати в пълнителния колектор газове се определя като част от общото количество въздух, постъпило в двигателя. Кислородният преобразувател (λ -сондата) подава сигнал към електронния блок за моментната стойност на кислорода в отработилите газове. Този сигнал се обработва съгласно със заложената в паметта програма. При всяко отклонение от програмираната стойност се изменя токът през електропневматичен клапан, който управлява клапана за рециркулация.

Регулиране на налягането на пълнене. С обработения от електронния блок сигнал, подаван от пълнителния колектор, се задейства електропневматичен регулатор. Така се постигат оптимални стойности на въртящия момент на двигателя и устойчива работа при ниски честоти на въртене.

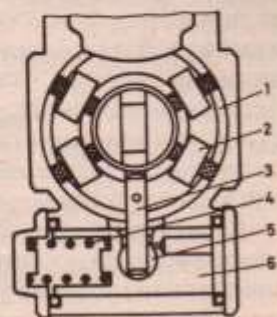
Контролна система. По време на работа на двигателя електронният блок проверява дали входните сигнали са в определени граници. Освен това се поддържат определени съотношения между входните сигнали чрез сравняване. Крайното стъпало на блока отбелязва в оперативната памет дали сигналите са точни. По-нататък се проверява за грешки в рабо-



Фиг. 11.35. Структурна схема на управляващия електронен блок

тата на микропроцесорите от следящата система. При възникване на неизправност се записва определен код. Чрез информацията в оперативната памет се определя повредата и се регулира впръскваното гориво или се изключва двигателят. При неизправност в някой от преобразувателите (например за температурата на охлаждащата течност) електронният блок замества текущата информация с постоянна стойност (в

Фиг. 11.36. Регулатор за началото на впръскване
1 – пръстен, носещ ролките за задвижване; 2 – ролки; 3 – щифт; 4 – пружина; 5 – плъзгач; 6 – бутало



посочения пример 80 °С) и привежда режима на работа към тази опорна стойност. Така се преминава на аварийен режим. Сигнална лампа уведомява водача за възникналата повреда, чиито данни се записват в оперативната памет.

Ако единият от микропроцесорите се повреди, се включва резервна програма, която поема част от функциите му. Това нарушава прецизността на управлението, но осигурява придвижването на превозното средство до сервиз. В случай на повреда, застрашаваща сигурността на движението (например късо съединение в крайните стъпала или проводниците им), аварийната работа е невъзможна и двигателят спира.

Бордова диагностика. Контролната система се използва и при обслужване в сервизите за определяне на техническото състояние на двигателя.

Към бордовата система се включва диагностичен уред. Той прочита данните от оперативната памет на електронния блок, което дава възможност за проверка на елементите и връзките на системата. Така се облекчава откриването на неизправности и се намаляват разходите за поддържане.

11.3.2. АКУМУЛАТОРНА ГОРИВНА УРЕДБА ЗА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ *COMMON RAIL*

При акумулаторните горивни уредби за дизелови двигатели функциите за създаване на високо налягане и впръскване са разделени. Горивонагнетателната помпа поддържа в хидроакумулатора постоянно високо налягане – 13,5 МРа, независимо от режима на работа на двигателя. Дозирането на цикловата порция гориво и моментът на впръскване за всеки цилиндър се управляват от електронен блок в съответствие с положението на педала за газ, алгоритъма за управление и параметрите на условията за работа.

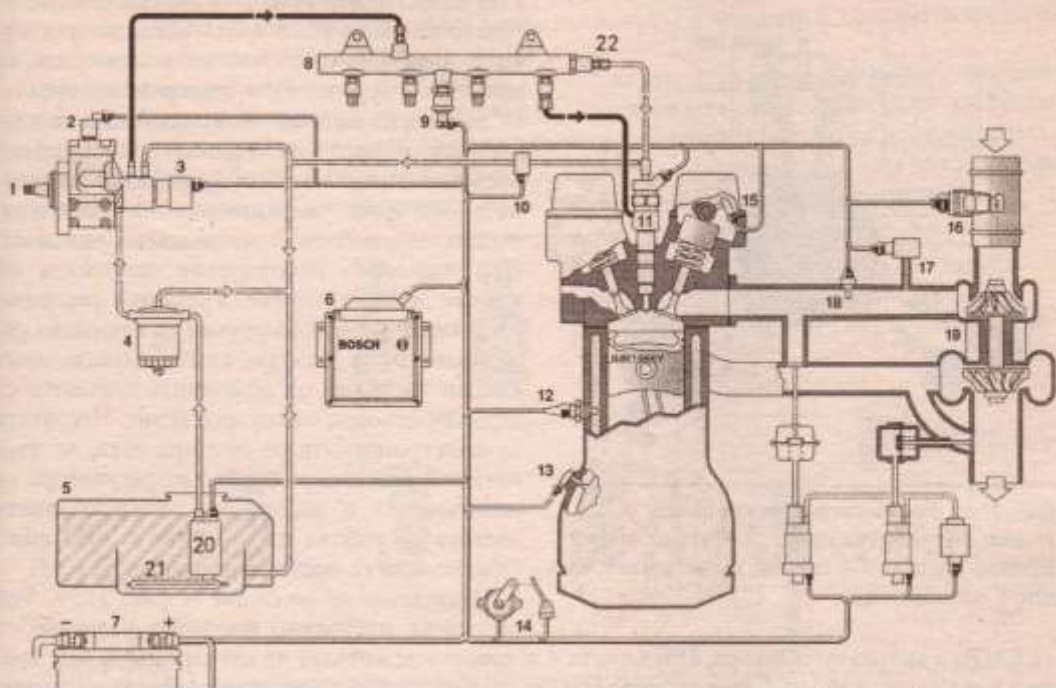
На фиг. 11.37 е показана принципната схема на уредбата. Тя се състои от т.нар. линии за ниско и високо налягане и от управляващ електронен блок.

Линия за ниско налягане. Тя обхваща: резервоар 5, горивоподаваща помпа 20 с всмукателен филтър 21, горивен филтър 4 и горивопроводи.

Линия за високо налягане. Нейните елементи са: горивонагнетателна помпа 1 с регулатор на дебита 2 и регулатор на налягане 3, хидроакумулатор за високо налягане 8, горивопроводи за високо налягане, горивовпръсквачи с електроматично управление 11, клапан за ограничаване на налягането 22 и горивопроводи за връщане на гориво към резервоара.

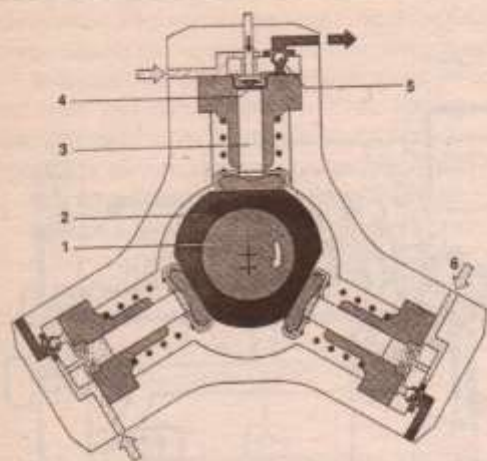
Действие на уредбата. От резервоара горивоподаващата помпа 20 засмуква гориво през филтъра 21 и го подава към филтъра 4. Пречистеното гориво постъпва в горивонагнетателната помпа 1, която го нагнетява в хидроакумулатора 8. Вграденият в помпата регулатор на налягане 3 поддържа в системата постоянно налягане 13,5 МРа. Електромагнитният елемент 2 регулира дебита на помпата. През линията за високо налягане компресираното в хидроакумулатора гориво захранва електромагнитните горивовпръсквачи 11. Електронният управляващ блок 6 получава информация от потенциометъра 14 на педала за газ за режима на работа и за другите входни параметри от преобразувателите: за температурите на входящия въздух 18, на охладителната течност 12 и на горивото 10, за честотата на въртене на колянния вал 13, за положението на разпределителния вал 15, за дебита на входящия въздух 16 и налягането в пълнителния колектор. Тези сигнали се обработват от заложената програма в зависимост от управляващия импулс за дозиране и момента на впръскване. Той включва горивовпръсквача и горивото се впръсква в цилиндъра.

Елементи на горивната уредба. Горивоподаващата помпа (вж. фиг. 11.7) е ролкова, с електрическо задвижване и всмукателен филтър, монтирана в резервоара. При някои конструкции може да е зъбна, вградена в горивонагнетателната помпа, или да е отделен възел, задвижван от двигателя.



Фиг. 11.37. Принцилна схема на акумулаторна горивна уредба за дизелови двигатели
 1 – горивонагнетателна помпа; 2 – регулатор на дебита на помпата; 3 – регулатор на налягане; 4 – горивен филтър; 5 – резервоар за гориво; 6 – електронен управляващ блок; 7 – акумулаторна батерия; 8 – хидроакумулатор за високо налягане; 9 – преобразувател за налягане; 10 – преобразувател за температура на горивото; 11 – горивовпръсквач; 12 – преобразувател за температурата на охлаждащата течност; 13 – преобразувател за честотата на въртене на колянвия вал; 14 – преобразувател за положението на педала за газ; 15 – преобразувател за положението на разпределителния вал; 16 – дебитомер за входящия въздух; 17 – преобразувател за налягането в пълнителния колектор; 18 – преобразувател за температурата в пълнителния колектор; 19 – турбонагнетател; 20 – горивоподаваща помпа; 21 – всмукателен филтър; 22 – клапан-ограничител на налягане

Горивонагнетателна помпа за високо налягане – фиг. 11.38. Тя захранва хидроакумулатора с гориво под високо налягане, независимо от режима на работа на двигателя. Монтира се към двигателя и се задвижва чрез зъбна, верижна или ремъчна предавка. В корпуса ѝ са поставени три помпени елемента, разположени симетрично един спрямо друг на 120° , изработени от висококачествена стомана. Работните им повърхности са закалени, шлайфани и полирани, с хлабина между буталото и цилиндъра $1-2 \mu\text{m}$. Задвижването им става от гърбичната шайба 2, изработена заедно с вала 1. Натоварването е симетрично и е максимално в края на нагнетателния ход. Затова въртящият момент за задвижване е $1/9$ от този на обикновената горивонагнетателна помпа. Например за двигател с ходов обем 2000 cm^3 и налягане $13,5 \text{ MPa}$ е необходима мощност $3,8 \text{ kW}$ при к.л.д. 90% . Практически изразходената енергия е по-голяма, тъй като част от нагнетеното гориво се връща в резервоара от регулатора на налягане. Горивото постъпва към сектора за високо налягане през обратен клапан и дроселиран отвор, като охлажда и смазва помпата. При движението на буталата 3

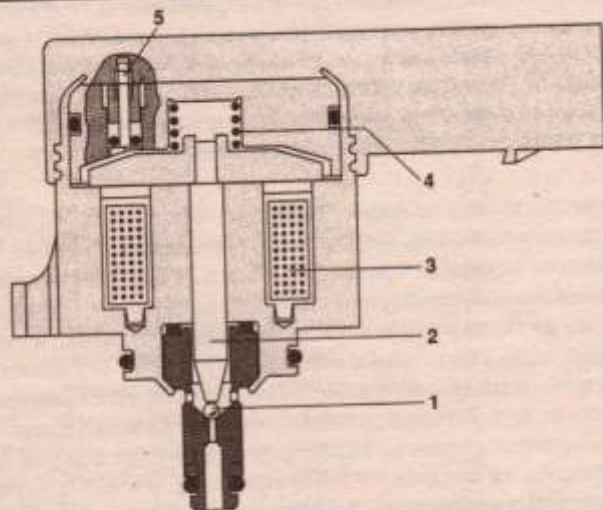


Фиг. 11.38. Горивонагнетателна помпа
1 – вал; 2 – гърбична шайба; 3 – бутало; 4 – всмукателен клапан; 5 – сачмен нагнетателен клапан; 6 – входен канал

13,5 МРа в хидроаккумулятора. Пружината 4 посредством котвата на електромагнита 2 притиска сачмения клапан 1 към леглото му. От другата страна на клапана действа налягането на помпата. ЕУБ подава към бобината 3 на регулатора поредица от електрически импулси с постоянна честота и определена продължителност. По време на импулса клапанът 1 е отворен и пропуска част от горивото през връщания тръбопровод в резервоара. По време на паузата клапанът 1 е затворен под въздействие на пружината 4. В зависимост от ре-

към долно положение, под действие на налягането на входа (0,05 – 0,15 МРа) всмукателните клапани 4 се отварят и камерите се запълват с гориво. При движение на буталата към горно положение всмукателните клапани се затварят и горивото се нагнетява през сачмените клапани 5. Дебитът на помпата осигурява захранването на двигателя, когато той работи с максимална мощност. При частично натоварване енергията на компресираното гориво, върнато в резервоара, е загубена. В този случай се извършва регулирането на дебита, като всмукателният клапан на някой от помпените елементи се задържа отворен с електромагнит. Честотата на електромагнита се подбира така, че върнатото в резервоара гориво от регулатора на налягане да е минимално. Максималната честота за работа на помпата е 3000 min⁻¹. Обикновено се подбира предавка 1:2 и 1:3.

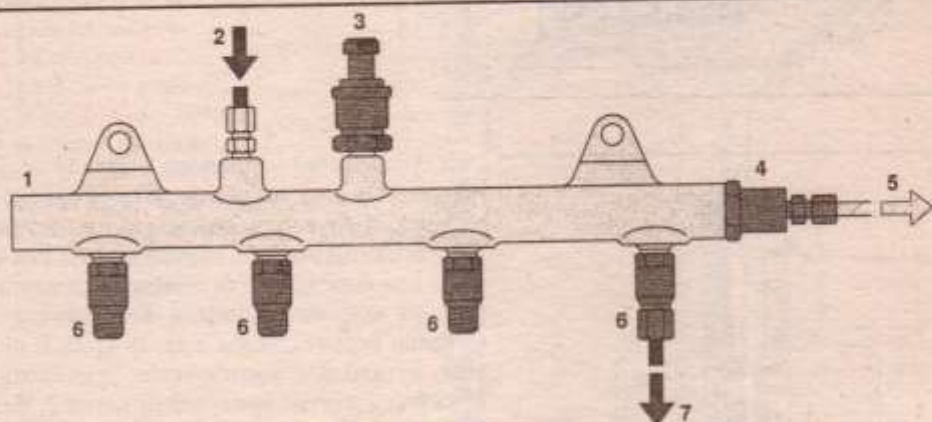
Регулатор на налягане – фиг. 11.39. Той поддържа постоянно високото налягане от



Фиг. 11.39. Регулатор на налягане
1 – сачмен клапан; 2 – котва; 3 – бобина; 4 – пружина; 5 – електрически куплунг

жима на работа на двигателя ЕУБ променя продължителността на подаваните електрически импулси, като изменя времето, през което клапанът 1 е отворен и така регулира стойността на налягането на горивото.

Хидроаккумулятор – фиг. 11.40. Той има обем, в който се съхранява горивото под високо налягане и се гасят пулсациите, породени от периодичната работа на горивонагнетателната помпа и горивовпръсквачите. Общ е за всички цилиндри и поддържа постоянно налягане при всички работни режими на двигателя. Снабден е с ограничители на потока 6, преобразувател за налягане 3, ограничител на налягане 4 и елементи за закрепване.

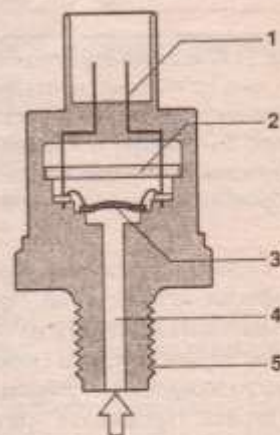


Фиг. 11.40. Хидроаккумулятор за високо налягане

1 – корпус на хидроаккумулятора; 2 – вход от горивонагнетателната помпа; 3 – преобразувател на налягане; 4 – клапан-ограничител на налягане; 5 – линия за връщане на гориво към резервоара; 6 – ограничител на потока; 7 – изход към линията за високо налягане

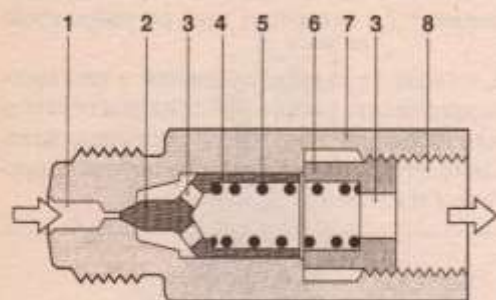
Преобразувател на налягане – фиг. 11.41. Той преобразува моментните стойности на налягането в електрически сигнали. Мембраната 3 представлява тензометър, който при огъване (например от 0 до 1 mm) дава пад на напрежение от 0 до 0,7 V при захранване 5 V. Печатната платка 2 го преобразува в сигнал с нива 0,5–4,5 V, който се подава във веригата на управляващия блок. Отчетените стойности са с точност до 2%. Елементите на преобразувателя са поставени в метален корпус, който има контактни изводи, канал за налягане и присъединителна резба.

Клапан за ограничаване на налягането – фиг. 11.42. Той ограничава налягането в хидроаккумулятора, когато то достигне 15 MPa, като връща част от горивото в обратния тръбопровод към резервоара. Върху челото на буталото 2 действа налягането в хидроаккумулятора. При нарастването му над контролната стойност пружината се свива, буталото се измества до ограничителния пръстен 6 и горивото протича през клапана към резервоара. След спадане на налягането буталото се връща в изходно положение.



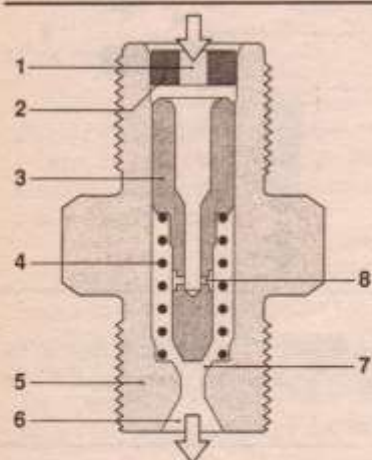
Фиг. 11.41. Преобразувател на налягане

1 – електрически куплунг; 2 – платка; 3 – диафрагма с тензометричен елемент; 4 – канал; 5 – резба



Фиг. 11.42. Клапан-ограничител на налягането

1 – вход за високо налягане; 2 – конусно чело; 3 – преливни отвори; 4 – бутало; 5 – пружина; 6 – опорен пръстен; 7 – корпус; 8 – изход към линията за връщане на гориво към резервоара

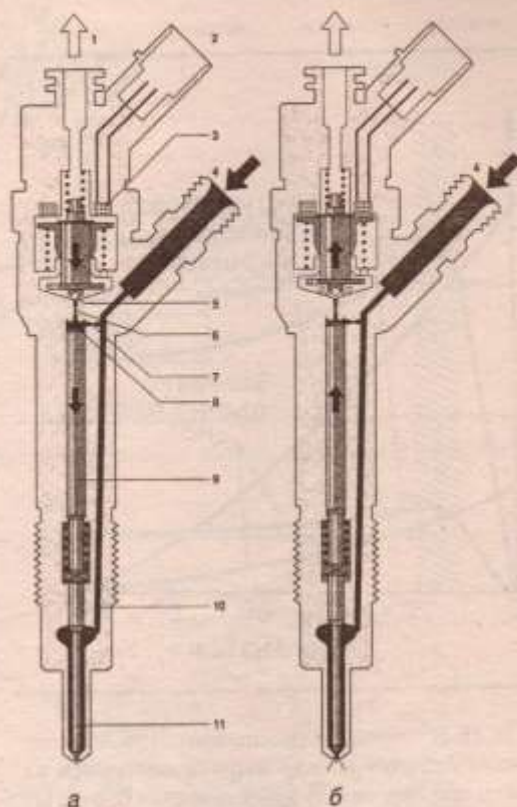


Фиг. 11.43. Клапан-ограничител на потока
1 – вход от хидроаккумулятора; 2 – ограничителен пръстен; 3 – бутало; 4 – пружина; 5 – корпус; 6 – изход към горивовпръсквача; 7 – конусно легло; 8 – калибровани дроселови отвори

Ограничител на потока – фиг. 11.43. Предназначението му е да предотврати изтичането на гориво, ако някой от горивовпръсквачите остане отворен. При превишаване на впръскваното количество гориво над определената стойност се изключва съответната захранваща линия. Клапанът представлява метален корпус с резба в двата края. В него е поставено бутало 3, с калибровани дроселови отвори 8, пружина 4 и ограничителен пръстен 2. Челото на буталото е конусно и притрито (пасвано) към леглото в корпуса 7. Буталото се притиска от пружината към ограничителния пръстен, при което входът за високо налягане е отворен. При отваряне на горивовпръсквача налягането пред буталото пада и то (буталото) се придвижва напред, като изтласква количеството гориво, намиращо се пред него. В края на впръскването пружината го връща в изходно положение, вследствие на изравняване на налягането от горивото, протичащо през дроселовите отвори. Ако количеството изтичащо гориво е по-голямо, налягането от хидроаккумулятора преодолява силата на пружината, буталото се придвижва напред, докато конусната му повърхност опре в леглото и затвори линията.

Горивовпръсквачи – фиг. 11.44. Горивовпръсквачите са с електромагнитно управление, щифтови, затворен тип. Присъединителните им повърхности са изработени така, че могат да се монтират в леглата на обикновени горивовпръсквачи. Състоят се от разпръсквач, хидравлична сервосистема и електромагнитен клапан. Горивото се подава през захранващия канал 4, като налягането действа върху долната конична и горната плоска повърхност на буталото на иглата. Пружината притиска челната повърхност на иглата към леглото в разпръсквача и го затваря плътно. При подаване на електрическо напрежение към електромагнитна котвата се повдига и сачменият клапан се отваря. Горивото протича през дроселовия отвор 6 в пространството над клапана, налягането върху плоското чело на буталото намалява, иглата се повдига и започва впръскването. Скоростта на отваряне се определя от разликата в наляганята пред иглата и потока през дроселовите отвори. След изключване на електромагнитна котвата затваря сачменият клапан, налягането от двете страни на буталото на иглата се изравня-

Фиг. 11.44. Горивовпръсквач
a – затворен; *b* – отворен
 1 – линия за връщане на гориво; 2 –
 електрически куплунг; 3 – боби-
 на; 4 – линия за високо налягане; 5 –
 сачмен клапан; 6 – дроселов кали-
 брован отвор за изтичане; 7 –
 дроселов калиброван отвор за вхо-
 дящо гориво; 8 – чело на буталото
 на иглата; 9 – бутало на иглата; 10 –
 канал на горивовпръсквача; 11 –
 игла



ва и пружината я връща в началното ѝ положение. Впръскването се прекратява. През канал 1 се връща към резервоара всмукваното от елементите гориво.

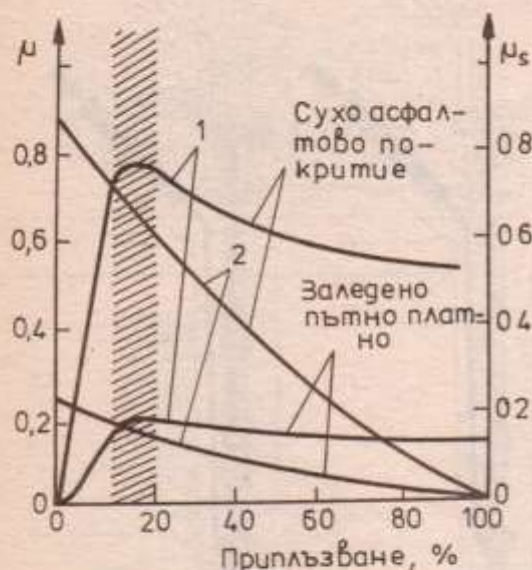
Функциите на електронния блок са както на описания в т. 11.3.1.

Конструктивното изпълнение и действието на преобразувателите е същото, както на разгледаните в предните точки.

Контролни въпроси

1. Кои са основните параметри за управление на горивния процес в дизеловите двигатели?
2. Опишете действието на дизеловата горивна уредба на фирмата „Бош“ с електронно управление на горивонагнетателната помпа.
3. Опишете схемата и действието на дизелова горивна уредба Common Rail с електронно регулиране.
4. Обяснете какво е предназначението и действието на бордовата диагностика при дизеловите двигатели.
5. Посочете разликите между уредбите с централно впръскване и уредбите за впръскване на всеки цилиндър.
6. Какви функции изпълнява бордовата диагностика?
7. Какви предимства има електронното управление на дроселовите клапани?

11.4. АНТИБЛОКИРАЩИ СПИРАЧНИ УРЕДБИ



Фиг. 11.45. Влияние на относителното приплъзване на автомобилното колело върху коефициента на триене μ при спиране (1) и μ_x в напречна посока (2)

ват на същите закономерности както силите при спиране. За разлика от тях обаче напречната устойчивост е максимална при отсъствие на приплъзване между гумите и пътното платно. Коефициентът на триене в напречна посока μ_x намалява рязко дори и при малко относително приплъзване и е почти нула при блокиране на колелата (крива 2 на фиг. 11.45).

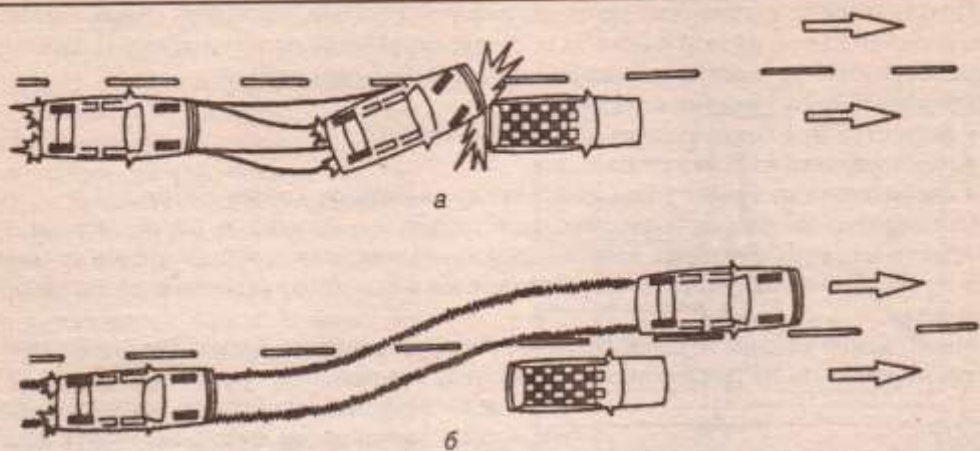
Този проблем се решава чрез антиблокиращи спирачни уредби (АБСУ). Принциплът на действие на антиблокиращите спирачни уредби се състои в следното. Когато при спиране в колелото на автомобила се появи тенденция за блокиране, автоматически се намалява приложената към него спирачна сила. Скоростта му се увеличава, но в следващия момент стойността на спирачната сила се възстановява. Следва ново забавяне, отново намаляване на спирачната сила и процесът се повтаря, така че приплъзването между гумата и пътното платно се запазва винаги в зададени граници.

Така водачът може да натиска спирачния педал със сила, каквато той счита за целесъобразно, и едновременно с това да извършва маневри с волана, като автомобилът запазва зададената траектория на движение (фиг. 11.46)

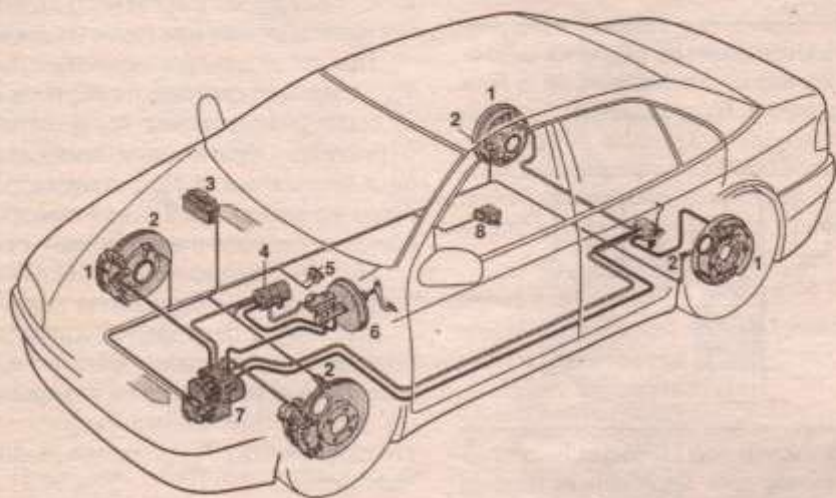
На фиг. 11.47 е показано разположението на елементите на антиблокираща спирачна уредба, управляваща и четирите колела на автомобила. Съществуват и уредби, при които задните колела се управляват съвместно, като въздействието върху спирачната уредба се определя от колелото, намиращо се в най-неблагоприятни условия на сцепление с пътя. Това прави уредбата по-евтина, като се осигурява задоволителна устойчивост и управляемост на автомобила, но спирачният път се увеличава с 10–20 %.

Необходимост и принцип на действие. Сцеплението на колелата на автотранспортните средства зависи от коефициента на триене между гумите и пътното покритие и от относителното им приплъзване. Както се вижда от фиг. 11.45 (крива 1), коефициентът на триене μ има най-голяма стойност, когато относителното приплъзване е от 5 до 20 %. Следователно тогава се получава най-голямо забавяне. От това става ясно, че блокирането на колелата не е най-ефективният начин за спиране, тъй като тогава относителното приплъзване е 100 %.

В тази връзка съществува и още един важен проблем. Това е въпросът за устойчивостта на моторните превозни средства и запазване на тяхната управляемост. Всеки водач знае, че при използване на спирачките в завой автомобилът е неустойчив и може да „поднесе“. За да бъде автомобилът управляем, необходимо е върху колелата му да действат странични сили, породени от „реакцията“ на пътя. Това са също сили на триене, поради което те се подчиняват



Фиг. 11.46. Поведение на автомобила при спиране върху хлъзгав път без (а) и със (б) антиблокираща спирачна уредба



Фиг. 11.47. Разположение на елементите на антиблокираща спирачна уредба, управляваща четирите коледа на автомобила

1 – колесен спирачен механизъм; 2 – преобразувател на честотата на въртене на автомобилното колело; 3 – електронен блок за управление (ЕБУ); 4 – електрическа помпа; 5 – светлинен сигналатор; 6 – главен спирачен цилиндър с усилвател; 7 – модулатор; 8 – преобразувател на ускорение

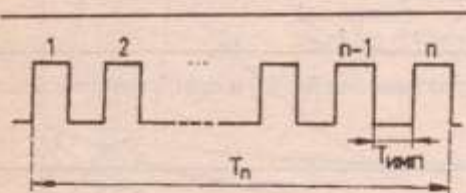
Избор на входни параметри за управление на АБСУ. При разработването на антиблокиращи спирачни уредби най-основният въпрос е изборът на алгоритъм на действие и точно на параметър, по стойностите на който да се осъществява управлението на спирачната уредба във всички режими на използването ѝ.

Практически не е възможно директно измерване на приплъзването между автомобилното колело и пътя и на тази основа да се реализира действието на уредбата. Идеалното решение е уредбата да реагира на *четири основни входни параметъра*:

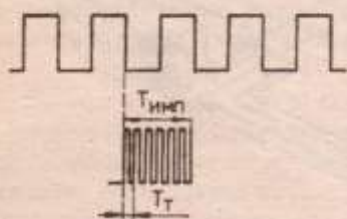
- ъгловото закъснение на колелата;
- скоростта, при която започва процесът на спиране;
- натоварването на всяко от колелата;
- коефициента на трисене (сцепление) на автомобилните колела с пътя.

Създаването на такова управляващо устройство е сложно и скъпо, поради което действието на съществуващите понастоящем антиблокиращи спирачни уредби се основава *само на два входни параметъра*: ъгловата скорост и ъгловото закъснение на автомобилните колела.

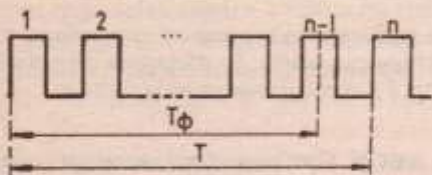
Много важно условие за работата на уредбата е точността и времето за определяне скоростта на колелата на автомобила. Съществуват *два принципно различни метода* за тази цел – измерване на броя на постъпващите импулси за определен период от време и измерване на периода от време за определен брой импулси.



Фиг. 11.48. Определяне скоростта на автомобилното колело чрез измерване на n броя импулси с период $T_{\text{имп}}$ за време T_n



Фиг. 11.49. Определяне скоростта на автомобилното колело чрез измерване на периода $T_{\text{имп}}$ на импулсите



Фиг. 11.50. Комбиниран метод за определяне скоростта на автомобилното колело

При *първия метод* (фиг. 11.48), основаващ се на измерването на n броя импулси за определен период от време T_n , грешката е един импулс, т.е. $T_{\text{имп}}$. Следователно точността на измерването зависи от скоростта на колелото.

При висока скорост периодът на импулсите $T_{\text{имп}}$ е малък в сравнение с периода T_n и не оказва съществено влияние върху точността на измерването. Обратно, при ниска скорост периодът на импулсите $T_{\text{имп}}$ става съизмерим с периода на измерване T_n и точността, с която се определя скоростта на колелото, става малка.

При *втория метод* (фиг. 11.49) грешката се определя само от периода на тактовите импулси T_T , с които се измерва периодът $T_{\text{имп}}$. Ако честотата на тактовите импулси е достатъчно висока, то и точността на измерването е голяма. Все пак при висока скорост на колелото, когато периодът $T_{\text{имп}}$ е малък, точността се намалява.

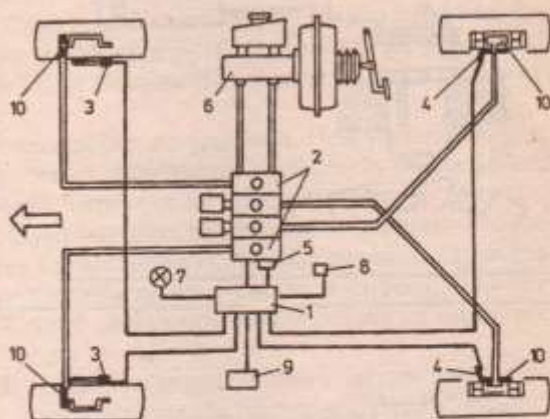
В съвременните антиблокиращи спирачни уредби се използва *комбиниран метод* за определяне скоростта на автомобилните колела. Той се основава на измерването на времето T до появата на първия импулс след фиксиран период от време $T_{\text{ф}}$ едновременно с преброяването на постъпилите импулси (фиг. 11.50). По такъв начин той обединява предимствата и на двата описани метода – грешката се определя от периода на тактовите импулси и следователно е малка, като точността е постоянна независимо от скоростта на колелото.

Структурната схема на антиблокираща спирачна уредба (показана на фиг.11.51) се състои от две взаимно свързани части – електрическа (електронна) и хидравлична.

Електрическата (електронната) част на уредбата включва колесните преобразуватели 3 и 4 на честотата на въртене, блока на електромагнитните клапани и електромотора на помпата 5, индикаторната лампа 7, блока на релетата 9 и диагностичния куплунг 8.

Принципната схема на електрическата част на уредбата е показана на фиг. 11.52. Основният входен параметър за ЕБУ (5) се получава от четирите колесни преобразувателя 7 на честотата на въртене. Тези преобразуватели са индукционни и се състоят от две части (фиг. 11.53) – индуктор 1 и зъбен венец 2. Индукторът се закрепва неподвижно в непосредствена близост до автомобилното колело. Той се състои (фиг. 11.54) от магнитопровод 1, около който е навита намотката 2, и постоянен магнит 3, магнитните силови линии на който се комутират от зъбите на зъбния венец 4. Зъбният венец се монтира външно на автомобилното колело или вътре в спирачния барабан. При въртенето на колелото в намотката на индуктора се създава променливо напрежение, чиято форма е показана на фиг. 11.55.

Въз основа на сигналите от четирите преобразувателя ЕБУ изчислява ъловата скорост и ъловото ускорение на всяко автомобилно колело и ги сравнява със зададените стойности. Едновременно с това се изчислява хипотетичната скорост на автомобила.

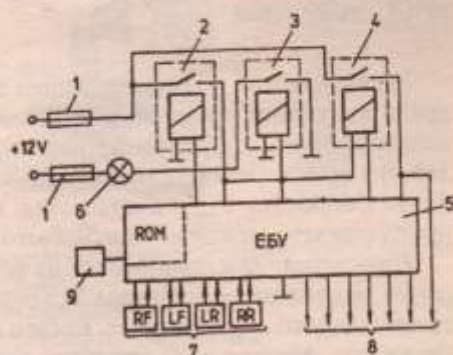


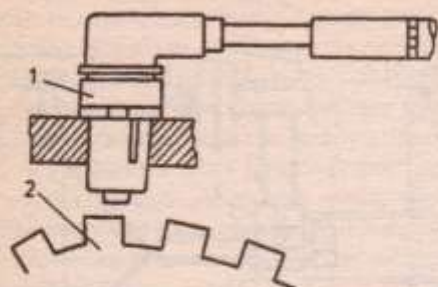
Фиг. 11.51. Структурна схема на антиблокираща спирачна уредба

1 – електронен блок за управление (ЕБУ); 2 – модулатор; 3 – предни колесни преобразуватели на честотата на въртене; 4 – задни колесни преобразуватели на честотата на въртене; 5 – електромагнитни клапани и хидравлична помпа; 6 – главен спирачен цилиндър; 7 – индикаторна лампа; 8 – диагностичен куплунг; 9 – блок с релета; 10 – колесни спирачни механизми

Фиг. 11.52. Принципна електрическа схема на антиблокираща спирачна уредба

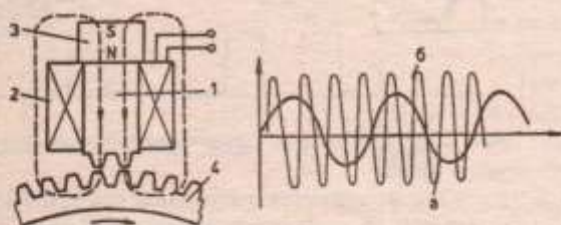
1 – предпазител; 2 – системно реле; 3 – реле на сигналната лампа; 4 – реле на електродвигателя на хидравличната помпа на модулатора; 5 – електронен управляващ блок; 6 – сигнална лампа; 7 – преобразуватели на честотата на въртене на автомобилните колела (RF – от ляво предно колело; LF – от ляво задно колело; RR – от дясно задно колело); 8 – изводи към модулатора (електромагнитни клапани и електродвигател на помпата); 9 – диагностичен куплунг





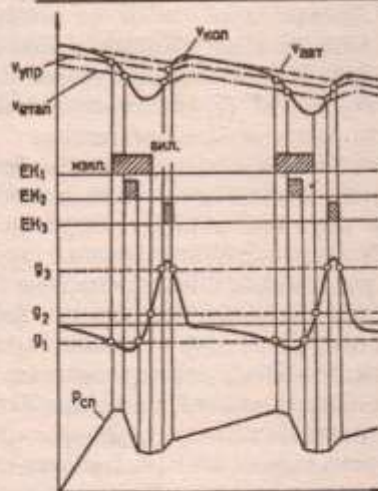
Фиг. 11.53. Външен вид на преобразувател на честотата на въртене на автомобилното колело

1 - индуктор; 2 - зъбен венци



Фиг. 11.54. Принципна схема на преобразувателя на честотата на въртене на автомобилното колело
1 - магнитопровод; 2 - намотка; 3 - постоянен магнит; 4 - зъбен венци

Фиг. 11.55. Форма на сигнала от преобразувателя на честотата на въртене на автомобилното колело при ниска (а) и висока (б) честота на въртене



Фиг. 11.56. Изменение на скоростта $v_{авт}$ и ускорението g на автомобилното колело и на налягането в колесните спирачни механизми $p_{сп}$ при спиране с антиблокираща спирачна уредба

Заклучението, че има тенденция за блокиране на някои от колелата на автомобила, се прави въз основа на определяне разликата между скоростта на съответните колела $v_{кол}$ и хипотетичната скорост на автомобила $v_{авт}$ в момента (фиг. 11.56). Уредбата започва да действа при скорост $v_{упр}$, която е по-ниска от изчислената хипотетична скорост на автомобила. Скоростта $v_{метал}$ съответства на избраната максимално допустима стойност на приплъзването между автомобилното колело и пътя.

При спиране (вж. диаграмите на фиг. 11.56) в началото налягането $p_{сп}$ в колесните спирачни механизми се повишава в съответствие със силата върху спирачния педал и скоростта на колелото $v_{кол}$ намалява. Когато $v_{кол}$ спадне до $v_{упр}$, т.е. спирачното закъснение на колелото стане равно на g_1 , уредбата задейства електромагнитния клапан EK_1 и задържа налягането $p_{сп}$. Ако скоростта на автомобилното колело продължи да спада и достигне $v_{метал}$

ЕБУ задейства втория електромагнитен клапан EK_2 , който намалява налягането в колесните спирачни механизми. Скоростта на колелото $v_{кол}$ се възстановява и се приближава до изчислената хипотетична скорост на автомобила $v_{авт}$. Налягането $p_{сп}$ бавно нараства. Когато обаче ускорението на колелото достигне стойността g_3 , т.е. скоростта на автомобилното колело $v_{кол}$ се изравни с $v_{упр}$, ЕБУ задейства клапана EK_3 и налягането в колесните спирачни механизми $p_{сп}$ рязко се увеличава.

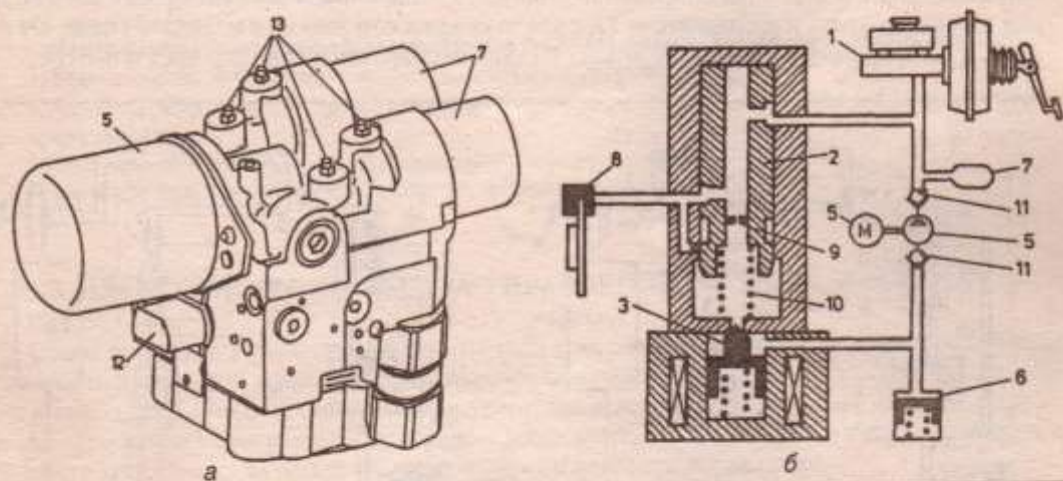
В ЕБУ има заложена и програма за самотестване на уредбата. При установяване на неизправност се задействат (вж. фиг. 11.52) релето 3, включващо сигналната лампа б и системното реле 2, което изключва цялата уредба. Цикълът на тестване започва, след като скоростта на автомобила достигне 6 km/h, т.е. амплитудата на сигнала от колесните преобразуватели стане достатъчно голяма, или след натискане на спирачния педал. По тази причина при включване на контактния ключ сигналната лампа б светва и изгасва, след като тестването приключи успешно. В противен случай сигналната лампа остава да свети, което е сигнал, че антиблокиращата спирачна уредба не работи.

Чрез изводите 8 към модулятора (вж. обяснението на хидравличната част на уредбата) и релето 4 ЕБУ осъществява управлението на спирачната уредба (на хидравличната ѝ част).

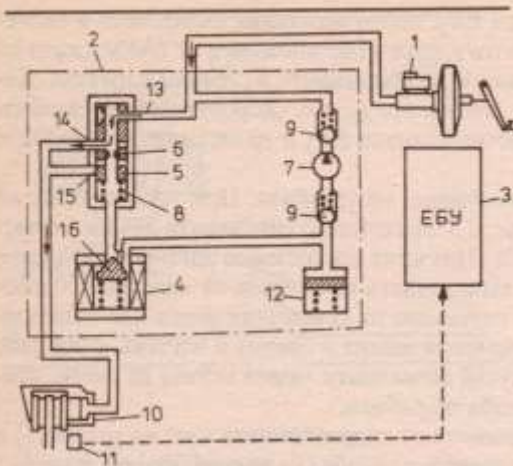
Диагностичният куплунг 9 позволява към уредбата да се включи тестер, чрез който да се получи информация за състоянието на всеки един от елементите, за възникнали неизправности, както и да се осъществи задействане отвън на отделни елементи с цел да се провери функционирането им.

Хидравличната част на уредбата (вж. фиг. 11.51) се състои от основните елементи на спирачната уредба на автомобила – главен спирачен цилиндър б с вакуумен усилвател, колесни спирачни механизми 10 със свързващите ги тръбопроводи и допълнително включен в уредбата елемент 2, наричан модулятор.

Външният вид на модулятора и принципното устройство на една секция от него, предназначена за едно колело на автомобила, са показани на фиг. 11.57. В зависимост от режима



Фиг. 11.57. Външен вид на модулятора (а) и принципно устройство на една негова секция (б)
 1 – главен спирачен цилиндър; 2 – трипътен клапан; 3 – електромагнитен клапан; 4 – помпа за високо налягане; 5 – електродвигател на помпата; 6 – разширител; 7 – хидроаккумулятор; 8 – колесен спирачен механизъм; 9 – калибриран отвор; 10 – възвратна пружина; 11 – еднопътен клапан; 12 – куплунг; 13 – винтове за обезвъздушаване



Фиг. 11.58. Спиране, без антиблокиращата спирачна уредба да се задействала

но положение, поддържан от пружината 8, и през него се осъществява директна връзка между главния спирачен цилиндър 1 и колесния спирачен цилиндър 10.

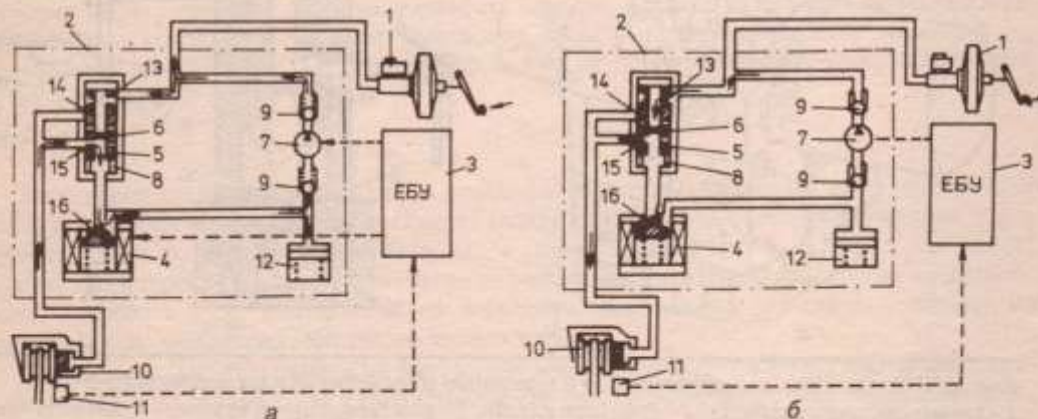
Секциите на модулятора работят във *втория режим*, когато в съответното колело се появи тенденция за блокиране – фиг. 11.59 а. Тогава ЕБУ задейства клапана 16, като подава напрежение към намотката му 4, с което пространството под трипътният клапан се свързва с разширителя 12. Поради спада на налягането трипътният клапан се премества надолу, преодолявайки силата на пружината 8. С това се прекъсва връзката между главния спирачен цилиндър 1 и колесния спирачен цилиндър 10. Спирачната течност от колесния спирачен цилиндър отива в разширителя 12, с което спирачното усилие в колелото спада. От разширителя спирачната течност се връща в главния спирачен цилиндър чрез помпата 7.

на спиране секциите на модулятора могат да се намират в едно от следните *три състояния*:

- спиране, без антиблокиращата уредба да се задейства;
- намаляване на налягането към колесния спирачен цилиндър при задействана спирачна уредба;
- увеличаване (възстановяване) на налягането към колесния спирачен цилиндър при задействана спирачна уредба.

В *първия режим* водачът е натиснал спирачния педал, но няма тенденция за блокиране на автомобилното колело, следователно АБСУ не се задейства, както е показано на фиг. 11.58. Поради това клапанът 16 остава затворен, тъй като към неговата намотка 4 не е подадено напрежение от ЕБУ.

По същата причина не работи и помпата 7. Трипътният клапан 5 се намира в гор-



Фиг. 11.59. Действие на антиблокиращата спирачна уредба при намаляване (а) и при възстановяване (б) на налягането в колесния спирачен механизъм

Движението надолу на трипътния клапан 5 се прекратява, когато отворът му 13 остане частично затворен. Тогава преминаващата през калибрирания отвор 6 спирачна течност създава налягане, равно точно на силата на пружината 8.

При *третия режим* налягането в колесния спирачен цилиндър се възстановява – фиг. 11.59 б. В този случай ЕБУ прекъсва тока към намотката 4 на клапана 16 и той се затваря. Спирачната течност преминава през трипътния клапан 5 към колесния спирачен цилиндър 10.

В момента, в който се появява тенденция за блокиране на колелото, антиблокиращата спирачна система, респ. секцията на модулатора, преминава във втория работен режим – вж. фиг. 11.59 а.

Двата еднопътни клапана 11 са предназначени да осигурят възможност спирачната течност да се върне обратно от колесния спирачен цилиндър 10 в главния спирачен цилиндър, след като водачът отпусне спирачния педал, съответно след като се преустанови действието на АБСУ. Те не позволяват налягането в колесния спирачен цилиндър да стане по-голямо от налягането, създадено в системата.

На базата на антиблокиращите спирачни уредби е разработена *система против буксуване (ASR)*, използвана при автобуси и товарни автомобили. При нея се обработват само сигналите от преобразувателите на честотата на въртене на колелата от двигателния мост. Тя следи и сравнява честотата на въртене на двете колела на моста. Когато едно от двигателните колела започне да буксува, честотата на въртене на другото колело става равна на нула. Системата задейства спирачния механизъм на буксуващото колело, а чрез него и диференциала на двигателния мост. По този начин към другото колело се предава по-голяма част от въртящия момент. Така системата против буксуване преразпределя въртящия момент към двете колела на двигателния мост, за да може винаги честотата на въртене на всяко едно от тях да бъде по-голяма от нула.

Контролни въпроси

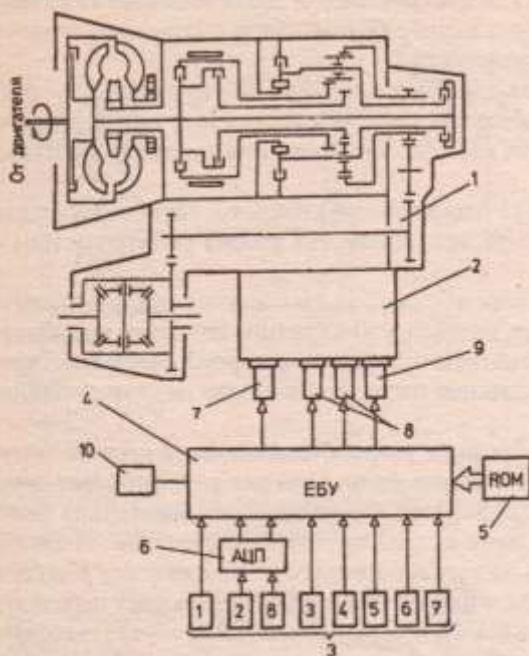
1. Какво е предназначението и какви предимства дават антиблокиращите спирачни уредби?
2. Кои са входните параметри на антиблокиращите спирачни уредби?
3. Опишете методите за определяне на скоростта на колелото, използвани в антиблокиращите спирачни уредби.
4. Опишете действието на антиблокиращите спирачни уредби.
5. Опишете действието на една секция на модулатора в трите му режима.

11.5. ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАНСМИСИЯТА

Общи сведения. Предназначението на тази система е *управление на трансмисията* на автомобила с цел при всички конкретни условия и режими на експлоатация да се използва оптимално преводно отношение между двигателя и двигателните колела. По такъв начин се постига намаляване разхода на гориво, замърсяването на околната среда, подобряват се тяговите качества на автомобила и се опростява неговото управление.

В своето развитие паралелно с усъвършенстването на елементите на трансмисията на автомобила електронните системи за тяхното управление са преминали през няколко етапа.

Първоначално обект на управление е бил само съединителят. Като се отчитат честотата на въртене на колянвия вал на двигателя и скоростта на движение на автомобила, се



Фиг. 11.60. Структурна схема на електронна система за управление на четиристепенна автоматична предавателна кутия

1 – автоматична предавателна кутия; 2 – команден хидравличен блок; 3 – входни преобразуватели; 4 – електронен блок; 5 – постоянна памет; 6 – аналогово-цифров преобразувател; 7 – електромагнитен клапан за управление на съединителя; 8 – електромагнитни клапани за превключване на предавките; 9 – електромагнитен клапан за контрол на налягането на маслото в предавателната кутия; 10 – диагностичен куплинг

R – движение само на заден ход;

N – неутрално положение на предавателната кутия;

D – движение на автомобила с автоматично превключване на предавките от първа до четвърта;

2 – движение до втора предавка;

L – движение само на първа предавка.

За различните марки автомобили означенията на позициите могат да бъдат различни, но смисълът се запазва.

Превключвателят на лоста на скоростите е от контактен тип и е разположен непосредствено върху корпуса на предавателната кутия.

От преобразувателя на положението на дроселовата клапа, от превключвателя на педала на газта и от преобразувателя на честотата на въртене на колянвия вал в ЕБУ постъпва информация за режима на работа и натоварването на двигателя.

осъществява автоматично изключване на съединителя при освобождаване на педала на газта. Съединителят остава изключен за определен период от време, през който водачът може да превключи на по-висока или по-ниска предавка. След това съединителят отново плавно се включва.

Следващият етап в развитието на тези системи е управлението на три- и четиристепенни автоматични предавателни кутии. При тях освен съединителят автоматично се управлява и превключването на отделните предавки. Това са най-много използваните понастоящем системи за управление на трансмисията.

С разработването на безстепенните предавателни кутии се появиха и последните модели на електронни системи за управление на трансмисията. При тях преводното отношение на трансмисията се изменя плавно както при потегляне на автомобила, така и при движението му от минимална към максимална скорост и обратно.

Структурната схема на електронната система за управление на четиристепенна автоматична предавателна кутия е показана на фиг. 11.60.

Основният входен сигнал, с който се определя режимът на работа на предавателната кутия, се получава от лоста на скоростите. Той има шест позиции, които водачът на автомобила избира ръчно. Означението им е следното:

P – паркирано състояние на автомобила, при което трансмисията е блокирана;

Преобразувателят на положението на дроселовата клапа е реостатен. Полученият от него сигнал се формира като напрежение, чиято стойност се изменя линейно в зависимост от ъгъла на отваряне на дроселовата клапа (фиг. 11.61).

Превключвателят на педала на газта е от контактен тип с две състояния – включено, когато педалът на газта не е натиснат, и изключено, когато педалът е натиснат. Чрез този превключвател еднозначно се определя дали двигателят се намира в режим на празен ход или не.

Честотата на въртене на колянвия вал на двигателя се следи чрез броя на импулсите в запалителната уредба или чрез индуктивен преобразувател, задействан от зъбите на венца на маховика (разгледан в гл. 6 – вж. фиг. 6.3).

Параметрите на движението се контролират чрез преобразувателя на скоростта на движение и преобразувателя на честотата на въртене на изходящия вал на предавателната кутия. Скоростта на движение на автомобила се измерва чрез специален преобразувател, а не чрез съществуващия на автомобила скоростомер, тъй като ЕБУ е цифрово устройство и е по-удобно входните параметри да се въведат директно в цифров вид. Като преобразувател на скоростта на движение се използва реле с херметизирани магнитноуправляеми контакти (ринд-реле), задействано от постоянни магнити, монтирани към жилото на скоростомера (фиг. 11.62).

Преобразувателят на честотата на въртене на изходящия вал на предавателната кутия има аналогично устройство и принцип на действие както преобразувателя на честотата на въртене на колянвия вал на двигателя.

В паметта на ЕБУ са заложили предварително разработени и опитно проверени програми за превключване на предавките в зависимост от конкретните стойности на входните параметри. Обикновено заложените програми са две – едната, наричана „мощностна“, осигурява оптимални тягови характеристики на автомобила, а втората, наричана „икономична“, осигурява движението на автомобила с оптимален разход на гориво. Изборът на съответната програма се осъществява ръчно от водача на автомобила с превключвателя на режима (P/E).

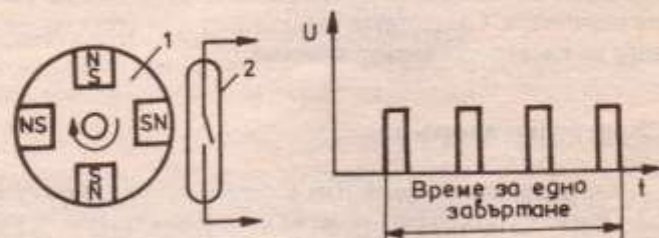
На фиг. 11.63 са показани две примерни диаграми на превключване на предавките, представени като зависимост между положението на дроселовата клапа и честотата на въртене

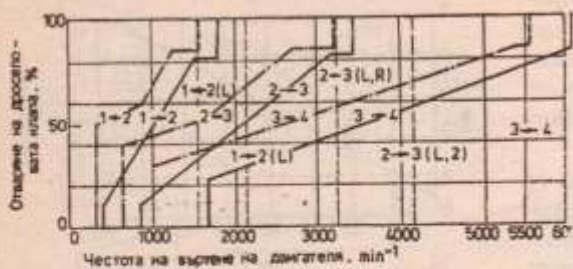


Фиг. 11.61. Зависимост на изходното напрежение на преобразувателя на положението на дроселовата клапа $U_{\text{ДК}}$ от ъгъла на отварянето ѝ $\psi_{\text{ДК}}$

Фиг. 11.62. Принципно схема и форма на изходния сигнал на преобразувателя на скоростта на движение на автомобила

1 – въртящ се ротор с постоянни магнити; 2 – реле с херметизирани магнитно управляеми контакти





а



б

Фиг. 11.63. Диаграма за превключване на предавките на четиристепенна автоматична предавателна кутия при режим „мощностна работа“ (а) и при режим „икономична работа“ (б)

на колянния вал на двигателя, с които се илюстрират двете програми, заложи в паметта на ЕБУ. От фигурата се вижда, че при режим на икономична работа превключването на предавките се осъществява при по-ниска честота на въртене.

Въз основа на стойностите на входните параметри ЕБУ определя по зададената програма момента на задействане на съединителя, времето, през което той да бъде задействан, отчитайки преходните процеси в трансмисията, и момента на превключване на предавките. Като резултат на всичко това на изходите на ЕБУ се формират електрически сигнали, задействащи съответните електромагнитни клапани – един за съединителя (позиция 7 на фиг. 11.60) и два за предавките (позиция 8 на фиг. 11.60). Конкретната предавка се избира от съчетанието на състоянията отворено/затворено на двата клапана. В примерната таблица са дадени състоянията на двата клапана при съответната предавка.

ПРЕДАВКА	ЕК ₁	ЕК ₂
I предавка	отворен	отворен
II предавка	отворен	затворен
III предавка	затворен	отворен
IV предавка	затворен	затворен

Към ЕБУ е включен диагностичен кулунг (позиция 10 на фиг. 11.60), чрез който има възможност да се контролират състоянието и работата на системата. Със специализиран тестер може да се провери техническото състояние на ЕБУ, входните преобразуватели и електромагнитните клапани, а също така да се получи конкретната стойност на всеки един от входните параметри. Съществува възможност и за тестване на предавателната кутия чрез задействане на електромагнитните клапани.

Контролни въпроси

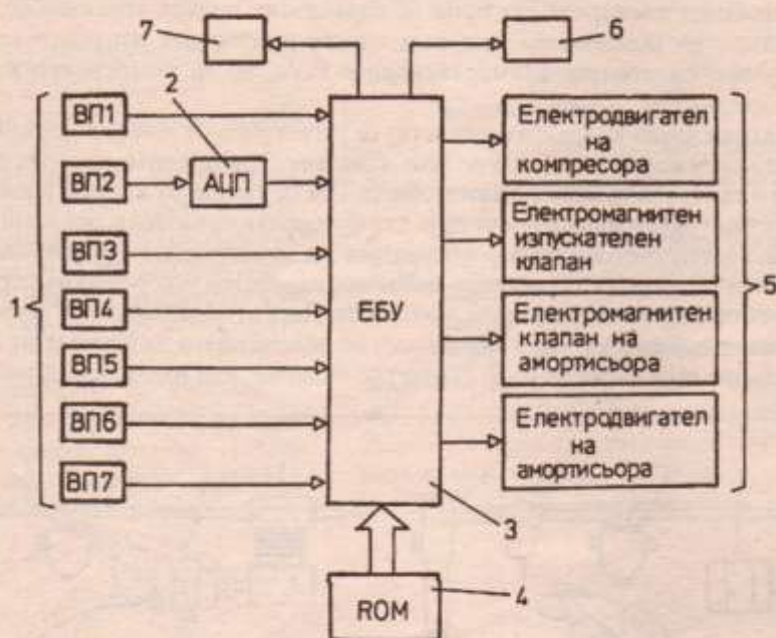
1. Какво е предназначението на електронните системи за управление на трансмисията?
2. Опишете структурната схема на електронна система за управление на трансмисията.
3. Какво е предназначението на превключвателя на педала на газта?
4. Опишете устройството на преобразувателя на скоростта на движение на АТС.

11.6. ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОКАЧВАНЕТО

Общи сведения. Окачването на автотранспортните средства включва *ресори (пружини), амортизъри, стабилизатори* и други елементи, предназначени да намалят люлеенето на купето, предизвикано от неравностите на пътното платно и режима на движение. Характеристиките на окачването трябва да бъдат такива, че да се постига достатъчен комфорт с едновременно осигуряване на голяма безопасност.

Входни параметри на електронните системи за управление на окачването. Електронните системи за управление на окачването регулират отделни негови параметри в зависимост от конкретните пътни условия, вида на автотранспортното средство и скоростта му на движение от гледна точка на двете изисквания – комфорт и безопасност.

Параметрите, които тези системи управляват, са височината на купето спрямо пътното платно (клиренсът) и коравината на амортизърите, като се отчитат значителен брой експлоатационни фактори. Структурната схема на електронната система за управлението на окачването е показана на фиг. 11.64.



Фиг. 11.64. Структурна схема на електронна система за управление на окачването

1 – входни преобразуватели; 2 – аналогово-цифров преобразувател; 3 – електронен блок за управление; 4 – постоянна памет; 5 – изпълнителни устройства; 6 – блок за индикация; 7 – диагностичен куплинг

Основният параметър, който определя действието на системата, е височината на купето спрямо пътното платно. Останалите входни параметри имат второстепенно значение за системата, т.е. коригират нейното действие в зависимост от определени условия. Така например при ускоряване или спиране на автомобила той се наклонява назад, съответно напред. Чрез сигналите, получени от преобразувателя на положението на дроселовата кла-

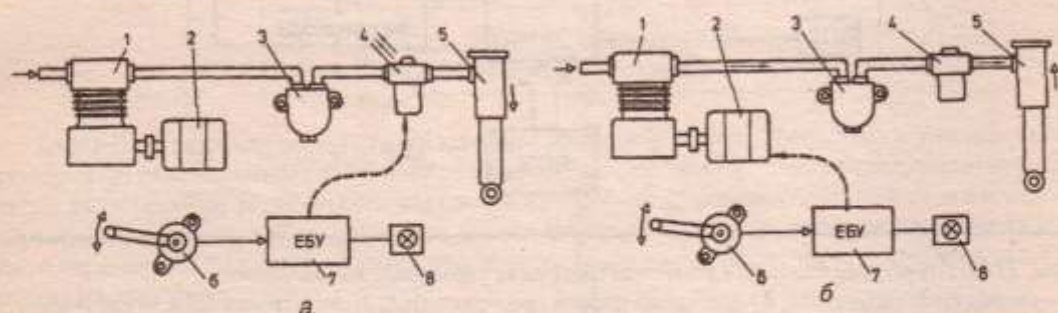
па, от включвателя на стоп-сигнала и преобразувателя на скоростта на движение, системата реагира на тези режими и поддържа хоризонтално положение на автомобила. Подобен е и случаят при завиване, когато коригиращите параметри за страничното наклоняване на автомобила са сигналът от преобразувателя на положението на кормилното колело и отново сигналът от преобразувателя на скоростта на движение на автомобила.

Височината на купето на автомобила спрямо пътното платно *зависи* от натоварването му – броя на пътниците и товара. Управлението на този параметър дава възможност да се повиши безопасността на движението.

Например при висока скорост на движение намаляването на клиренса прави автомобила по-стабилен, като едновременно с това намалява и въздушното съпротивление. Обратно, при лош път увеличаването на клиренса повишава проходимостта на автомобила.

Управлението на височината на автомобила спрямо пътното платно може да се реализира на всичките му колела или само на колелата от задния мост. За целта се използва *пневматична система*, включваща компресор, пневматични амортизатори, филтър-водоотделител и електромагнитен изпускателен клапан (фиг. 11.65). При възникване на разлика между зададената височина на купето спрямо пътното платно и текущата ѝ стойност електронният блок за управление подава управляващ сигнал към електродвигателя на компресора или към електромагнитния изпускателен клапан, с което се регулира налягането в амортизаторите така, че да компенсира възникналата разлика.

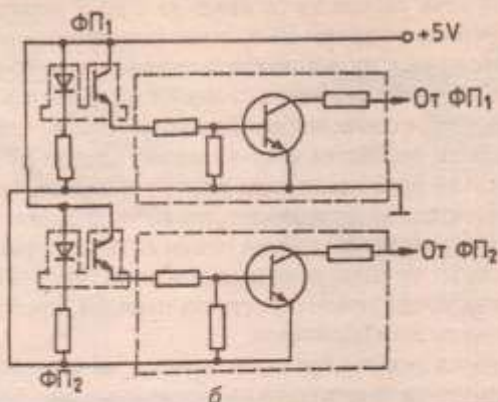
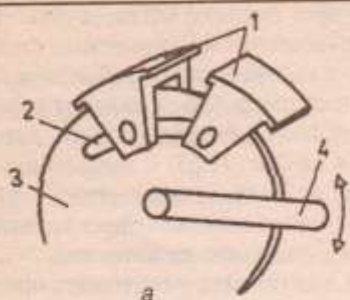
Текущата стойност на клиренса (просвета) се регистрира от *преобразувателя на височината* на купето спрямо пътното платно (поз. б на фиг. 11.65), който измерва разстоянието между купето и съответния мост на автомобила. Той се състои от корпус, в който са разположени на известно разстояние един от друг два фотопревключвателя, реализирани с оптрони (фиг. 11.66). Между светодиода и фототранзистора на оптроните е разположен непрозрачен диск, който има прорез с определена дължина, изработен успоредно на периферията на диска на височината на двата фотопревключвателя. Дискът се задвижва от закрепен към него лост. При завъртането на диска в зависимост от положението на прореза му всеки от двата фотопревключвателя може да бъде съответно включен или изключен. Комбинацията от



Фиг. 11.65. Принцилна схема на пневматична система за регулиране височината на купето спрямо пътното платно

a – при намаляване на клиренса; *б* – при увеличаване на клиренса

1 – компресор; 2 – електродвигател; 3 – филтър-водоотделител; 4 – електромагнитен изпускателен клапан; 5 – пневматичен амортизатор; 6 – преобразувател на височината на купето; 7 – електронен блок за управление; 8 – блок за индикация



Фиг. 11.66. Принципно устройство (а) и принципа електрическа схема (б) на преобразувател на височината на купето

1 – корпус на оптрона; 2 – прорез; 3 – диск; 4 – задвижващ лост

състоянията на фотопревключвателите позволява да се определят *четири* положения на купето спрямо пътно платно (фиг. 11.67).

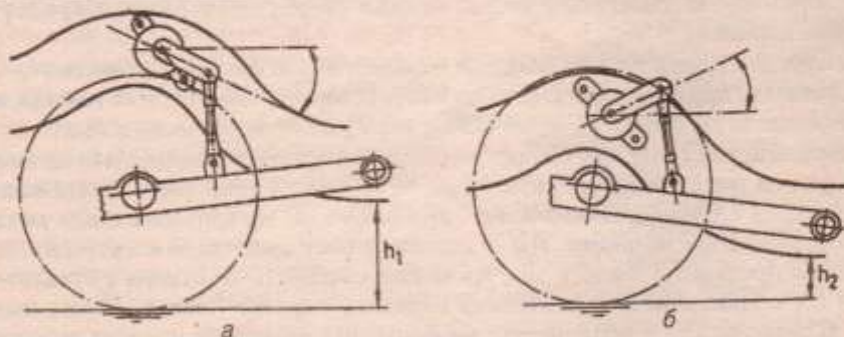
В съответствие със своето предназначение корпусът на преобразувателя на височината на купето се закрепва към шасито на автомобила, а лостът му се свързва шарнирно към съответния мост на автомобила (фиг. 11.68).

При движението на автомобила *сигналят* от преобразувателя на височината постоянно *се променя*. Поради това заложената в системата програ-

		Положение на купето			
		МНОГО НИСКО	НИСКО	ВИСОКО	МНОГО ВИСОКО
ФП1	5V			■	■
	0			■	■
ФП2	5V	■	■		
	0	■	■		

□ – фотопревключвателят е изключен
 ■ – фотопревключвателят е включен

Фиг. 11.67. Таблица за състоянията на фотопревключвателите (оптроните) на преобразувателя на височината на купето



Фиг. 11.68. Принципно действие на преобразувателя на височината h на купето
 а – при $h = h_1$; б – при $h = h_2$

ма определя този сигнал да се въвежда в ЕБУ периодично през няколко милисекунди. За определен период от време ЕБУ изчислява процентното съотношение на въведените стойности за височината на автомобила спрямо пътното платно в съответствие с таблицата на фиг. 11.67 и определя текущата стойност на клиренса. Така например, ако за дадения период от време 80 % от въведените стойности съответстват на положение „високо“ или „много високо“, ЕБУ задейства изпускателния клапан (позиция 4 на фиг. 11.65) и автомобилът се снижава. Ако през следващия период се окаже, че повече от 10 % от въведените стойности съответстват на положение „ниско“ или „много ниско“, действието на изпускателния клапан се прекратява. По същия начин се осъществява и увеличаването на клиренса.

В зависимост от това, дали има или няма отворена врата, заложената в системата програма променя продължителността на периода, през който в ЕБУ се въвежда сигналът от преобразувателя на височината.

Когато има отворена врата, се приема, че в автомобила се качват или слизат пътници, т.е. изменението на височината на автомобила спрямо пътното платно е трайно, поради което продължителността на периода е по-малка (например 2,5 s). Във втория случай програмата преминава в режим „движение“, при който продължителността на периода за въвеждане на сигнала е по-голяма (например 20 s), с цел да се изключи влиянието (върху действието на системата) на колебания, породени от неравностите на пътното платно.

Амортисьори. При движението на автомобила в него постоянно възникват колебания поради неравностите на пътното платно. До определена честота и амплитуда тези колебания се възприемат само като лош комфорт при пътуване. Увеличената честота и особено повишената амплитуда на колебанията на автомобила освен отрицателното психофизиологично въздействие върху пътниците, силно влошават и безопасността на движение. Поради значителното *преместване на центъра на тежестта* автомобилът може да загуби устойчивост и контакт с пътното платно.

Известно е, че елементите от окачването на автомобила, предназначени да „гасят“ възникналите по време на движение колебания, са амортисьорите. В тях енергията на колебанията се поглъща от флуид (течност или газ) при преминаването му през отвор с определено сечение. *Размерът на отвора* при равни други условия определя създаването от амортисьора съпротивление, т.е. определя неговата *коравина*.

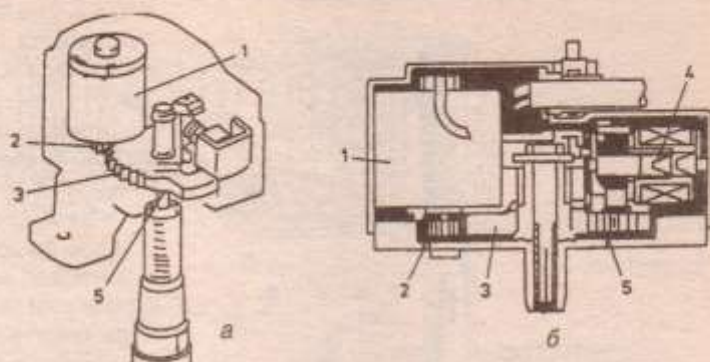
Конкретните характеристики на амортисьорите, включително и тяхната коравина, в общия случай се определят при проектирането на автомобила с оглед на неговото предназначение и условия на експлоатация. Така например амортисьорите на автомобили, предназначени за експлоатация по лоши пътища с големи неравности, трябва да имат малка коравина и обратно – за движение с висока скорост по пътища с равно покритие трябва да имат голяма коравина.

Въз основа на стойностите на входните параметри (вж. фиг. 11.64) системата за управление на окачването *променя коравината* на амортисьорите, така че да се намали изменението на положението на купето на автомобила, породено от неравности на пътното платно, а също и стабилизирането му при ускорение, спиране и завиване. Коравината на амортисьорите се променя на три степени чрез изменение на сечението, през което преминава флуидът.

На фиг. 11.69 е показан *общият вид (а) и разрез (б)* на изпълнителния механизъм на амортисьор, *работещ с течност*. Той се състои от постоянноотоков електродвигател 1, който чрез зъбна предавка 2 завърта вал, променящ сечението на отвора в буталото на амортисьора. ЕБУ подава към изпълнителния механизъм кратки (около 150 ms) електрически импулси. В зависимост от полярността на импулсите електродвигателят се завърта вляво или вдясно, т.е. увеличава или намалява сечението на отвора в буталото. Електрическите импулси се подават едновременно и към електромагнитния клапан 4, който фиксира положението на управляващия вал.

Фиг. 11.69. Общ вид (а) и разрез (б) на изпълнителен механизъм на амортизатор

1 – електрически двигател; 2 – зъбно колело; 3 – зъбно колело на вала на амортизатора; 4 – електромагнитен клапан; 5 – вал на амортизатора



При пневматични амортизатори коравината се регулира чрез изменение на ефективния обем с помощта на електромагнитен клапан, разположен между основната и допълнителната камера.

Подобни системи за управление намират приложение и за *окачването на двигателя*. При тях се използват *хидравлични опори*, които при нормално движение имат минимална коравина, намалявайки по този начин предаването на вибрации към купето на автомобила. Коравината на опорите автоматично се повишава при промяна на скоростта и натоварването на двигателя, а също и при промяна положението на автомобила.

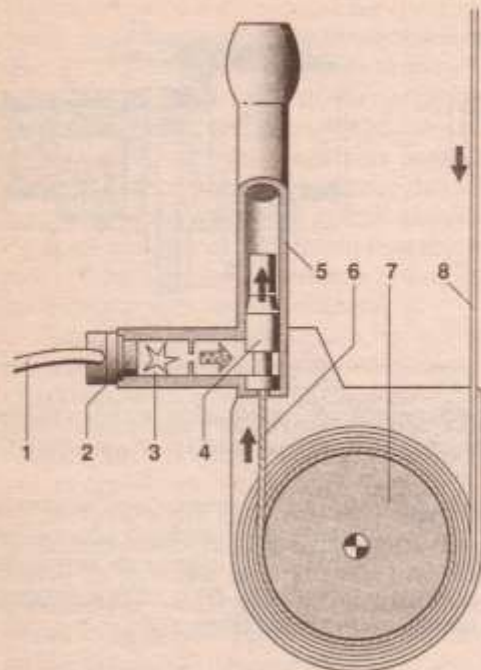
11.7. ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА ПАСИВНА БЕЗОПАСНОСТ

Предназначението на системите за пасивна безопасност на автомобила е да защитят пътуващите в него от наранявания и травми в случай на пътно транспортно произшествие.

Едно от най-разпространените средства за осигуряване на пасивна безопасност са *треточковите автоматични (инерционни) обезопасителни колани*. Обезопасеният колан за всеки пътник (в повечето случаи само за водача и пътника на предната седалка) е закрепен към автомобила в три точки. В единия си край е свързан към макара със спирална противодействаща пружина и инерционен блокиращ механизъм. При нормални условия противодействащата пружина натяга макаратата, като по този начин опъва колана и той придържа с определена сила тялото на пътуващия към облегалката на седалката. В същото време не ограничава движението на човешкото тяло и осигурява достатъчно свобода за преместване напред или встрани. Когато обаче тялото на пътуващия в автомобила започне да се премества напред със скорост, по-голяма от определената, инерционният механизъм блокира макаратата и фиксира обезопасителния колан. С това се предотвратява удар на пътуващия в арматурното табло, кормилното колело или предното стъкло.

Този тип обезопасителни колани обаче са ефективни при удар на автомобила в неподвижно препятствие или за сумарна скорост при челен удар до 40 km/h. При по-висока скорост обезопасителният колан трябва да поеме по-голяма енергия, а блокиращият механизъм да се задейства по-бързо. Това се постига с пиротехнически обезопасителни колани. Те също са треточкови, но към макаратата допълнително е монтиран, задвижван от пиропатрон механизъм, който натяга колана (фиг. 11.70).

Пиротехническият обезопасителен колан – фиг. 11.70, действа по следния начин. При удар на автомобила специален сензор за ускорение подава сигнал към електрическия вари-



Фиг. 11.70. Пиротехнически обезопасителен колан

1 - електрически кабел; 2 - електрически взривател; 3 - пиропатрон; 4 - бутало на задвижващия механизъм; 5 - цилиндър; 6 - метално въже; 7 - макара; 8 - обезопасителен колан

точно определено място в автомобила, в зависимост от това кои въздушни възглавници се управляват - предните или страничните. Обикновено сензорът за ускорение е вграден в ЕУБ. Сензорът се настройва така, че съобразно с деформационните характеристики на конструкцията на автомобила да се задействат при точно определена стойност на ускорението (по-точно на закъснението), възникнало при удара на автомобила. Полученият от сензора сигнал се обработва в ЕУБ и той задейства електрическия взривател на съответните въздушни възглавници. За да се получи максимален защитен ефект за пътуващите в автомобила, въздушните възглавници трябва да бъдат напълно надути при контакта им с човешкото тяло. За предните въздушни възглавници времето за пълното им задействане при скорост 50 km/h е около 40 ms (10 ms за взривяване и 30 ms за изпълване на възглавницата с газове). За страничните въздушни възглавници това време е около 5-10 ms.

След като поеме удара, въздушната възглавница трябва да изпусне основното количество газове за около 80-100 ms.

При всички системи и конкретни конструкции на въздушни възглавници е предвидена защита срещу случайно или нежелателно задействане, като например при преместване на автомобила през по-голямо препятствие, при сервизни работи и др.

вател 2. Той възпламенява пиропатрона 3 и създадените газове изтласкват буталото 4. Буталото посредством металното въже 6 завърта макарата 7, която натяга обезопасителния колан 8. По този начин човешкото тяло се фиксира към седалката в рамките на 5-10 ms, като преместването му напред е не повече от 1 cm.

Още по-добра защита на пътуващите в автомобила се осъществява с т.нар. „въздушни възглавници“. Те осигуряват надеждна защита при удар на автомобила в неподвижно препятствие със скорост до 60 km/h или за сумарна скорост при челен удар до 100 km/h.

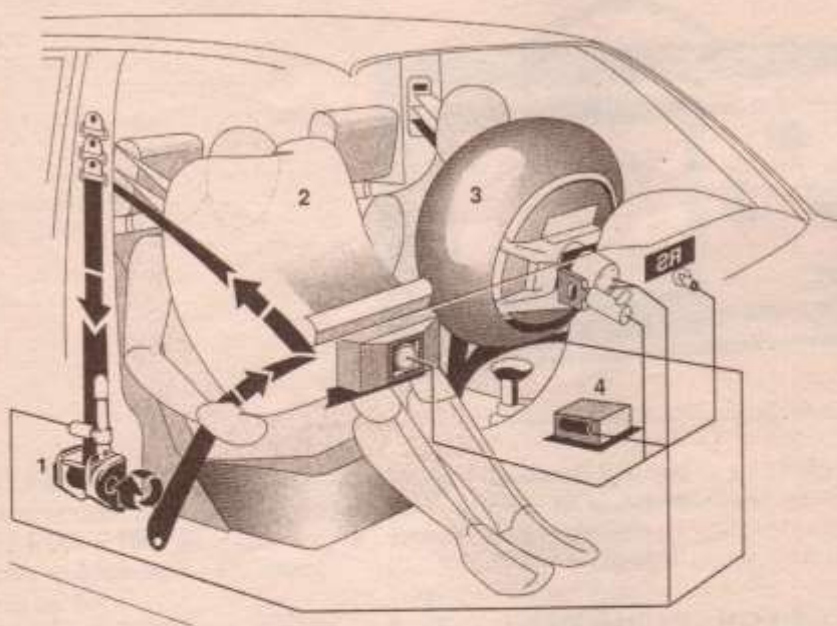
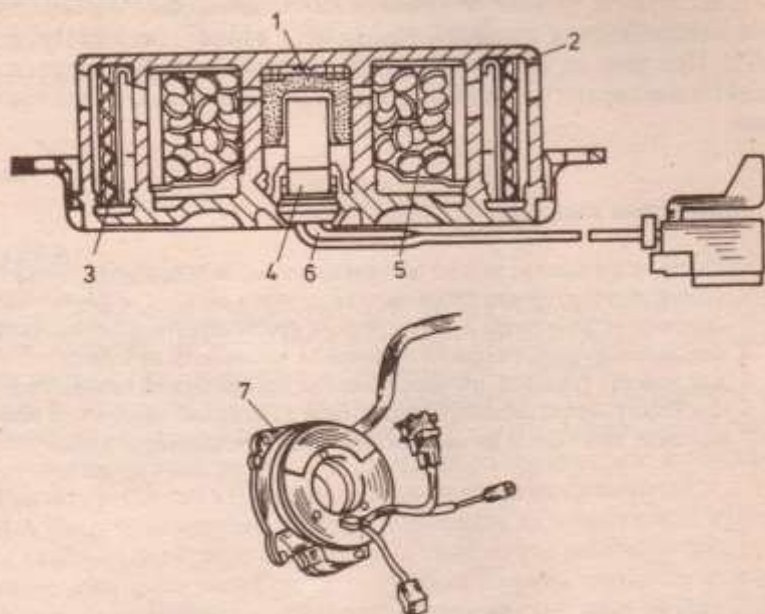
При съвременните автомобили се използват както предни, така и странични въздушни възглавници.

Конструктивно въздушната възглавница се състои от изработена от специална материя възглавница, пиропатрон с електрически взривател, сензор за ускорение и електронен управляващ блок (ЕУБ). Въздушната възглавница на водача има навит на спирала кабел (наричан „часовникова пружина“). Чрез него се осигурява постоянна галванична връзка между ЕУБ и електрическия взривател при въртенето на кормилното колело от крайно ляво до крайно дясно положение.

Устройството на пиропатрона за въздушна възглавница е показано на фиг. 11.71.

Сензорът за ускорение се монтира на

Фиг. 11.71. Устройство на пиропатрон за въздушна възглавница
 1 - химически взривател; 2 - корпус; 3 - филтър за газовете; 4 - електрически взривател; 5 - пиропатрон; 6 - свързващ кабел; 7 - спирален проводник („часовникова пружина“) за въздушната възглавница на водача



Фиг. 11.72. Комбинирана система, включваща пиротехнически обезопасителни колани и предни въздушни възглавници

1 - пиротехнически обезопасителни колани; 2 - въздушна възглавница за пътника; 3 - въздушна възглавница за водача; 4 - електронен управляващ блок (ЕУБ)

В последните модели автомобили пиротехническите обезопасителни колани и въздушните възглавници се задействат синхронно, поради което се управляват от общ ЕУБ (фиг. 11.72). При удар на автомобила първо се задействат обезопасителните колани, които притеглят и фиксират тялото на пътуващия към седалката, а след това и въздушните възглавници.

Контролни въпроси

1. Какви са функциите на електронната система за управление на окачването?
2. Опишете структурната схема на електронната система за управление на окачването.
3. Опишете устройството и действието на преобразувателя на височината на купето.
4. Как действа уредбата при управление на височината на купето?
5. Как действа уредбата при управление на коравината на окачването?
6. Как електронната система за управление на окачване влияе върху безопасността на движението?
7. Опишете действието на пиротехническия обезопасителен колан.

12. ТЕХНИЧЕСКИ СРЕДСТВА ЗА ДИАГНОСТИКА И ПРОВЕРКА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ ОТ ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО

12.1. ПРЕНОСИМИ УРЕДИ

Преносимите уреди са предназначени за измерване на един или няколко параметъра на елементите от електрическата уредба. Те могат да се използват непосредствено за работата на автомобила или при проверка на елементите в демонтирано състояние.

По-широко приложение са получили уредите за измерване на няколко параметъра. В тази връзка съществува известна специализация, като например преносими уреди за измерване параметрите на източниците на електрическа енергия или на параметрите на запалителната уредба, но се използват и универсални уреди за цялата електрическа уредба.

Уредът **ELKON-S 101 A** (фиг. 12.1) е предназначен за измерване на честотата на въртене на колянния вал и на ъгъла на затворено състояние на контактите на прекъсвача при 2-, 4-, 6- и 8-цилиндрови бензинови двигатели. С уреда може да се измерва честотата на въртене от 0 до 12 000 min^{-1} в четири подобхвата и ъгълът на затворено състояние от 0 до 100°.

Фиг. 12.1. Преносим уред ELKON-S 101 A (Унгария)



Уредът **ELKON-S 102 A** (фиг. 12.2) е предназначен само за измерване на ъгъла на изпирване на запалването от 0 до 60° по посока на въртене на колянния вал.

Уредът **ELKON-S 104** (фиг. 12.3) е предназначен за измерване на:

- постоянно напрежение – в обхвата 0–2 V, 0–10 V, 0–20 V, 0–40 V;
- големина на тока – 0–60 A;
- активно съпротивление – в обхвата 0–100 Ω , 0–1 k Ω , 0–10 k Ω и 0–100 k Ω .

Уредът **ELKON-S 304** (фиг. 12.4) е съвременен уред, чрез който се измерват:

- постоянно напрежение от –9,9 до +99,9 V;
- големина на тока от –10 до +10 A;
- големина на тока без прекъсване на веригата от –10 до +600 A;

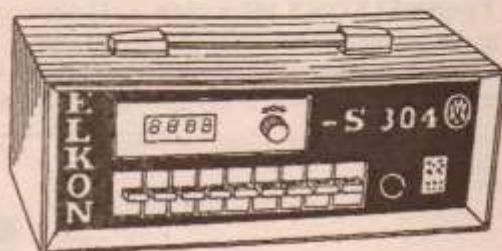


Фиг. 12.2. Преносим уред ELKON-S 102 A (Унгария)



Фиг. 12.3. Преносим уред ELKON-S 104 (Унгария)

Фиг. 12.4. Преносим уред ELKON-S 304 (Унгария)



- електрическа мощност
- активно съпротивление

до 9990 W;
0-99,9 Ω ; 0-99,9 k Ω .

Комбинираният уред ELKON-S 320 (фиг. 12.5) има универсално приложение. Чрез него могат да се измерват:

- постоянно напрежение с автоматично превключване на измервателните обхвати 0-2 V, 0-10 V, 0-20 V;
- активно съпротивление 0-100 k Ω ;
- честота на въртене на колянвия вал с автоматично превключване на обхвата 0-900 min⁻¹; 900-1800 min⁻¹; 1800-6000 min⁻¹;
- ъгъл на затворено състояние на контактите на прекъсвача 0-60°, 0-90°, 0-180° или 0-100 %;
- ъгъл на изпреварване на запалването на четиритактови двигатели 0-60°;
- на двутактови двигатели 0-30°.

Уредът има възможност чрез изключване на запалването на отделните цилиндри да определя относителната им мощност, а също така и да сигнализира за късо съединение или прекъсване в проверяваната електрическа верига.

Уредът Э-214 (фиг. 12.6) е също комбиниран и с универсално приложение. Той позволява да се измерват:

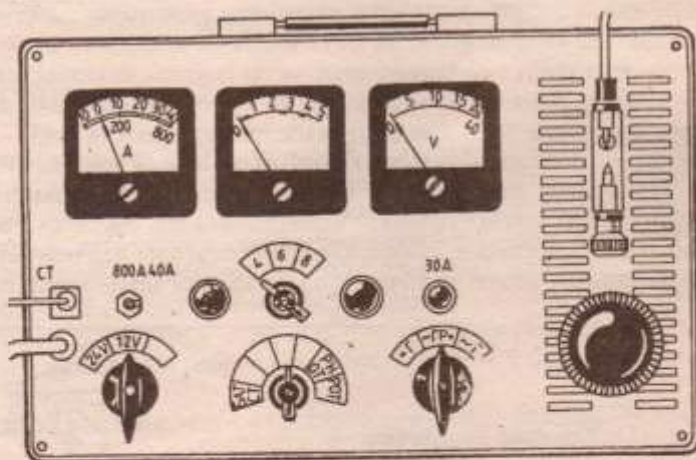
- постоянно напрежение
- големина на тока

0-0,5 V, 0-20 V, 0-40 V;
-10-0-40 A; -200-0-400 A;

Фиг. 12.5. Диагностичен уред ELKON-S 320 (Унгария)



Фиг. 12.6. Диагностичен уред Э - 214 (Русия)

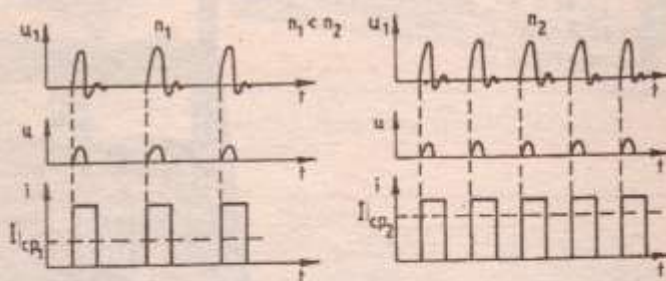


- честота на въртене на коляновия вал 0-5000 min⁻¹;
 - ъгъл на затворено състояние на контактите на прекъсвача на 4-, 6- и 8-цилиндрови двигатели от 0 до 60°;
 - капацитет на кондензатор 0-0,5 μF.
- Уредът има вграден реостат, чрез който могат да се натоварват източниците на електрическа енергия с ток до 30 А, а също и вграден триелектроден искров разрядник.

Преносимите уреди за проверка на електрическата уредба по своя принцип на действие и конструкция са електроизмервателни уреди. При тях се използват известните методи за разширяване на обхвата на волтметрите, амперметрите и за измерване на активно съпротивление.

Измерване на честотата на въртене на бензиновите двигатели. Използва се фактът, че при изправна запалителна уредба броят на електрическите импулси в нея винаги съответства на честотата на въртене на колянвия вал на двигателя. Импулсите от запалителната уредба се преобразуват в правоъгълни импулси с постоянна амплитуда и продължителност. Измерва се средната стойност на поредицата импулси, която е правопрпорционална на честотата на въртене на колянвия вал на двигателя (фиг. 12.7).

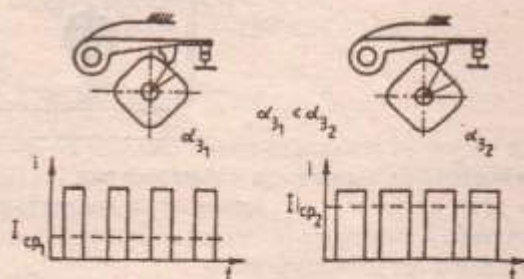
Фиг. 12.7. Принцип на действие на оборотомер за бензинови двигатели



Измерване на ъгъла на затворено състояние на контактите на прекъсвача. В съответствие с работата на прекъсвача се изработва поредица от импулси с еднаква амплитуда, като продължителността на импулсите съответства на времето, през което контактите са затворени, а паузата между тях – на времето през което те са отворени (фиг. 12.8). Затова получената средна стойност е правопрпорционална на относителното време, през което контактите са затворени. За да се изключи влиянието на честотата на въртене, преди измерването уредът се тарира така, че да показва максимална стойност. Максималното показание съответства на ъгъл 90° на затворено състояние на контактите при четирицилиндрови двигатели, 60° – при шестцилиндрови двигатели и 45° – при осемцилиндрови двигатели, т.е. на постоянно затворени контакти на прекъсвача.

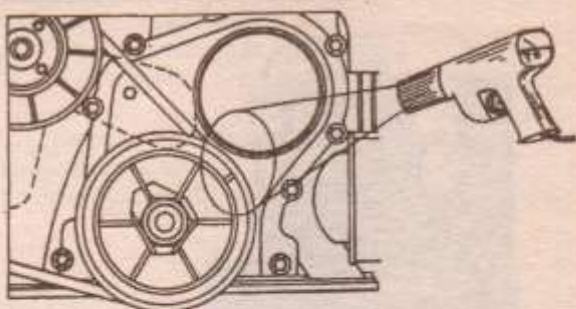
Измерване на ъгъла на изпреварване на запалването. Прилага се принципът на стробоскопа, представляващ наблюдаване на въртящи се части като неподвижни при импулсно осветяване, синхронно с честотата на въртене. Използва се импулсна газоразрядна лампа, която излъчва кратък импулс интензивна светлина в момента, когато в

Фиг. 12.8. Принцип на действие на уред за измерване ъгъла на затворено състояние на контактите на прекъсвача

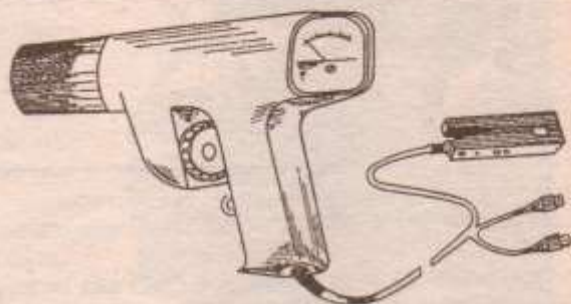


първи цилиндър се подава електрическа искра. Лампата се запалва без закъснение от получения електрически сигнал и с нея се осветяват белезите за горно мъртво положение на буталото в първи цилиндър, разположени върху шайбата на коляновия вал и блока на двигателя (фиг. 12.9). По взаимното положение на двата белега се определя стойността на ъгъла на изпреварване на запалването.

Съществуват и *стробоскопи с непосредствено измерване*, при които електрическият сигнал от първи цилиндър може да се задържа и импулсната лампа светва с определено закъснение (фиг. 12.10). По такъв начин, като се изменя закъснението на сигнала, се постига съвпадане на двата белега на двигателя. С уреда се измерва ъгълът на реализираното закъснение, което е точно равно на ъгъла на изпреварване на запалването.



Фиг. 12.9. Измерване на ъгъла на изпреварване на запалването чрез стробоскоп



Фиг. 12.10. Стробоскоп с директно измерване

12.2. ДИАГНОСТИЧНИ СТЕНДОВЕ

Диагностичните стендове, наричани още *мотортестери*, са предназначени за *определяне на техническото състояние* на елементите от електрообзавеждането без разглобяване непосредствено на автомобила. В повечето случаи диагностичните стендове са снабдени с допълнителни уреди и устройства за измерване на неелектрически параметри, чрез които се разширяват възможностите им за диагностициране на двигателя като цяло.

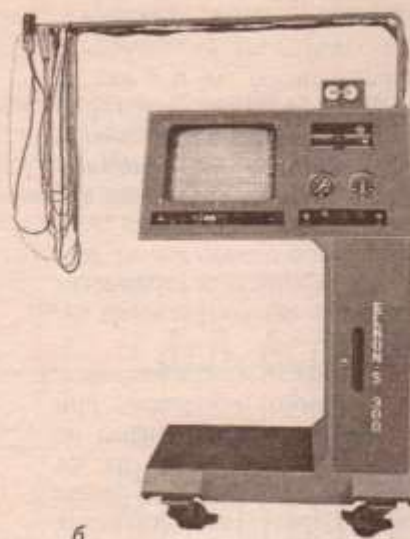
Основен и най-характерен елемент на диагностичните стендове е *осцилоскопът*. Чрез него се наблюдават непосредствено процесите във веригата на първичната и вторичната намотка на запалителната уредба при всички работни режими, а също и в други електрически вериги.

Освен осцилоскопа, в състава на диагностичните стендове в най-общия случай *се включват още и следните уреди*:

- волтметър;
- оборотомер;
- уред за измерване на ъгъла на затворено състояние на контактите на прекъсвача;
- стробоскоп за определяне на ъгъла на изпреварване на запалването;
- газоанализатор;
- уред за определяне херметичността на надбуталното пространство;
- вакууммер.



а



б

Фиг. 12.11. Външен вид на диагностични стендове
а - SUN 1120 (САЩ), б - ELKON-S 300 (Унгария)

На фиг. 12.11 а е показан външият вид на широкоизползвания в нашата страна **диагностичен стенд SUN-1120** (САЩ), а на фиг. 11.12 б - **ELKON-S 300** (Унгария).

Разработени са и диагностични стендове, при които измерването на параметрите, предвидени в диагностичната проверка, се провежда *автоматично по предварително определена програма*. Задачата на оператора е да свърже електрическите кабели на стенда в определена точка на автомобила и да въведе съответната програма. Стойностите на измерените параметри и резултатите от диагностичната проверка с посочване на евентуалните неизправности се отпечатват на специална бланка. Такива са диагностичните стендове Paltest - JT 300 (Чехия), SUN-1212 (САЩ) и др.



Фиг. 12.12. Външен вид на тестер за електронни системи OTC (САЩ)

За проверка и диагностика на електронните системи за управление на АТС се използват и **специализирани електронни тестери**. Обикновено те се разработват от фирмите производители на електронни системи, поради което са профилирани за определени марки и модели автомобили. *Външият вид на такъв тестер (OTC)* е показан на фиг. 12.12. Върху екрана 1 се изобразяват програмни съобщения за режимите и вида на проверките, а също и информацията за резултатите от проверките. С клавиатурата 2 операторът въвежда данните за марката и модела на автомобила, избира системата, която ще се проверява, режима и вида на проверките. Тестерът се захранва от акумулаторната батерия на проверявания автомобил. За свързване към диагностичния извод на електронните системи тестерът има един или няколко специализирани куплунга.

Чрез специални сменяеми пакети или магнитни карти в тестера се въвеждат техническите данни за отделните елементи на електронните системи и алгоритмите на проверките.

Електронните тестери могат да работят в три режима:

- *обща проверка*, когато тестерът дава съобщение само дали проверяваната система е в изправно техническо състояние или ако не е, с определени кодови съобщения посочва каква е неизправността;
- *детайлна проверка*, когато на екрана на тестера се показват конкретните стойности на отделните параметри, получени от преобразувателите на проверяваната система;
- *тестване*, когато с тестера могат да се задействат или спират конкретни изпълнителни елементи на системата.

12.3. КОНТРОЛНО-ИЗПИТВАТЕЛНИ СТЕНДОВЕ И УРЕДИ

Контролно-изпитвателните стендове са *стационарни съоръжения*, предназначени за определяне на техническото състояние на елементите от електрическата уредба, демонтирани от АТС преди или след ремонт в електротехническите отделения. Техническото състояние на отделните елементи се оценява по стойностите на конкретните за всеки елемент параметри, измерени при различни работни режими, възпроизведени чрез стенда.

Съществуват **универсални контролно-изпитвателни стендове**, на които могат да бъдат проверявани всички елементи от електрическата уредба (фиг.12.13), и **специализирани** – за проверка на отделни възли – генератор, стартер, или уредби – запалителна уредба (фиг. 12.14).

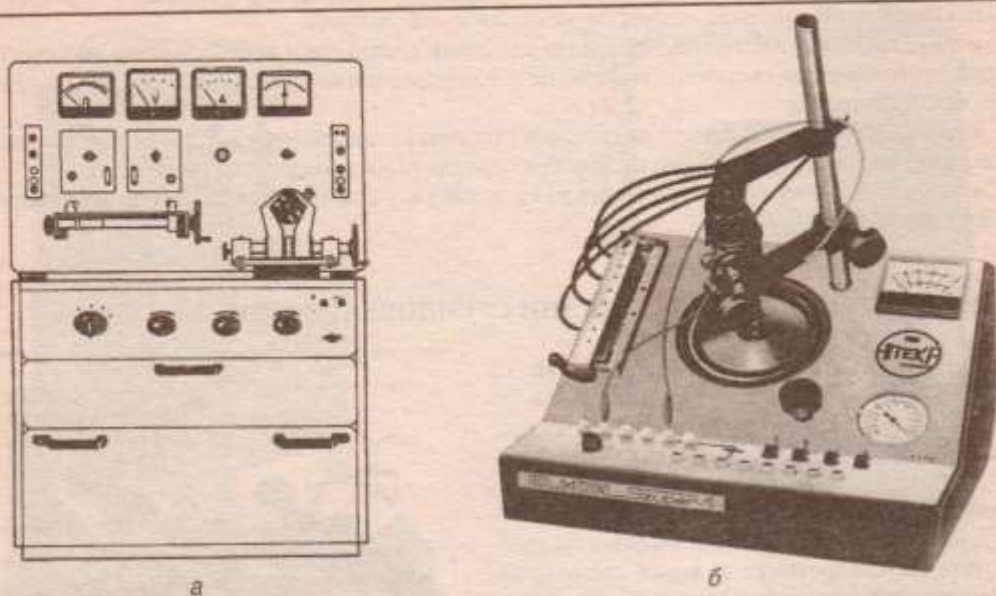
Контролно-изпитвателните стендове са снабдени с реверсивни електродвигатели с безстепенно регулиране на честотата на въртене, чрез които се задвижват генераторите и прекъсвач-разпределителите при тяхната проверка.

При проверката на прекъсвач-разпределителите се използва специализиран уред – *синхроноскоп*, чието устройство е показано на фиг. 12.15. Синхроноскопът се състои от скала 1, вал 2, задвижван от електродвигателя на стенда, и острие 3, закрепено неподвижно към вала 2, така че върхът му да се движи на определено разстояние от скалата 1. Изолираната от корпуса на стенда скала е разграфена в ъглови градуси и може да се завърта около оста си. Задвижваният вал 2 е свързан електрически към маса и има устройство за механично свързване с вала на проверявания прекъсвач-разпределител. При всяко отваряне на контактите от проверявания прекъсвач-разпределител към скалата 1 чрез високоволтовата клемма 4 се подава импулсно напрежение. В резултат на това между острието 3 и скалата 1 прескача електрическа искра. По такъв начин върху скалата се виждат всички искри, създавани от прекъсвач-разпределителя за едно пълно завъртане на задвижвания го вал. Това позволява да се измерва ъгълът на искрообразуване, а също и да се проверяват характеристиките на вакуумния и на центробежния регулатор.

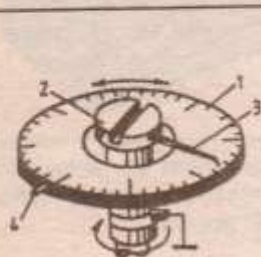
В контролно-изпитвателните стендове за проверка на запалителните уредби вместо искрови свещи се използват **триелектродни искрови разрядници**. Схемата и размерите на стандартен триелектроден разрядник са показани на фиг. 12.16 а. На фиг. 12.16 б е дадена



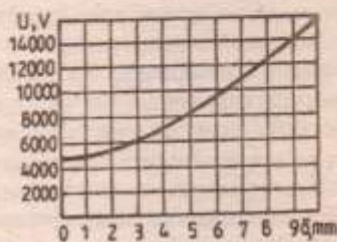
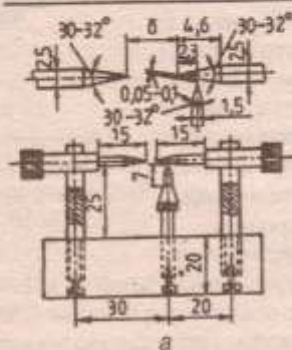
Фиг.12.13. Външен вид на универсален контролно-изпитвателен стенд ELKON Super EL-TE/B (Унгария)



Фиг. 12.14. Външен вид на специализирани контролно-изпитвателни стендове
 а – модел 532 (Русия); б – ELKON Super-1 (Унгария)



Фиг. 12.15. Принципно устройство на синхроноскоп



Фиг. 12.16. Стандартен триелектроден разрядник (а) и зависимост (б) на пробивното напрежение от разстоянието между електродите

и зависимостта на пробивното напрежение между електродите от разстоянието между тях. Левият (според фиг. 12.16 а) електрод на разрядника е свързан към маса, а към десния се подава високо напрежение. Страничният електрод е изолиран и служи за йонизиране на искровата междина, с което се създават по-еднообразни условия за възникване на искровия разряд и се повишава точността на измерването.

За определяне на техническото състояние на статорните и роторните намотки за генератори и стартери се използва **отворен трансформатор** – фиг. 12.17. Той се състои от магнитопровод 2 с намотка 1. Намотката се захранва с променливо напрежение – 12, 24 или

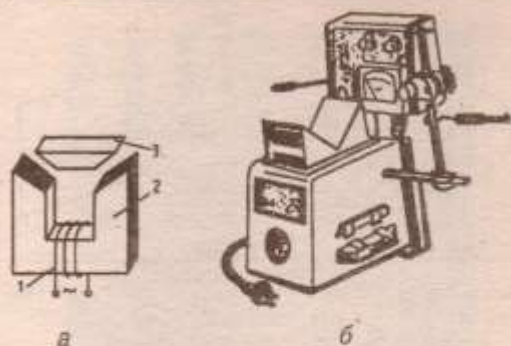
220 V, в резултат на което в магнитопровода се създава променлив магнитен поток. Проверяваната намотка изпълнява ролята на вторична намотка и в нея се индуцира променливо електродвижещо напрежение. Това позволява да се установи прекъсване или късо съединение между навивките на проверяваната намотка. Когато се проверява секция от статорна намотка, магнитната верига на трансформатора се затваря с допълнителния магнитопровод 3. При проверка на роторна намотка магнитната верига се затваря от пакета на ротора.

Освен като елемент на контролно-изпитвателните стендове *отвореният трансформатор* се използва и като *отделен уред* (фиг. 12.17 б).

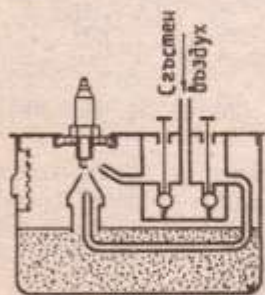
Искровите запалителни свещи се проверяват за непрекъснато искрообразуване при повишено налягане. За целта проверяваната свещ се завива в отвора на въздушна камера, в която налягането може да се повиши до 70–80 kPa. Към проверяваната свещ и паралелно свързаното към нея искрище се подават импулси с високо напрежение. В продължение на 2–3 s се следи за непрекъснатото искрообразуване на свещта и за евентуални утечни токове по изолятора. При изправни свещи се наблюдава непрекъснато искрообразуване между електродите на проверяваната свещ и на паралелно свързаното искрище.

Често преди проверката на свещите е необходимо да се почисти нагарът от изолятора на централния електрод. Искровите свещи се почистват с **песъкоструен апарат**, принципното устройство на който е показано на фиг. 12.18. Апаратът се захранва със сгъстен въздух, който се подава чрез клапан към дюзата. Увлеченият от въздуха пяск се насочва към изолятора на свещта и го почиства от натрупания нагар. След почистването чрез клапана сгъстеният въздух се подава към дюзата за продухване на пространството между изолятора и корпуса на свещта.

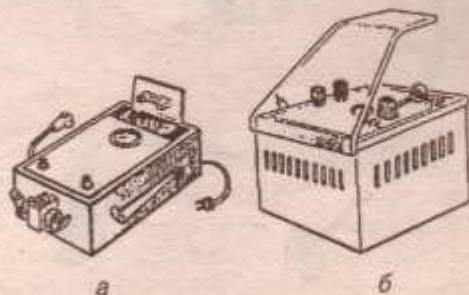
Освен като елементи на контролно-изпитвателните стендове апаратите за проверка и за почистване на искрови свещи се използват и като *отделни уреди* (фиг. 12.19).



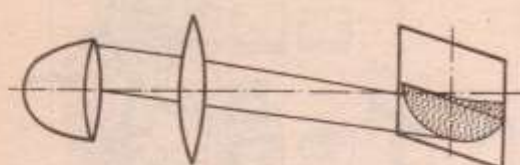
Фиг. 12.17. Принципно схема (а) и външен вид на отворен трансформатор (б)



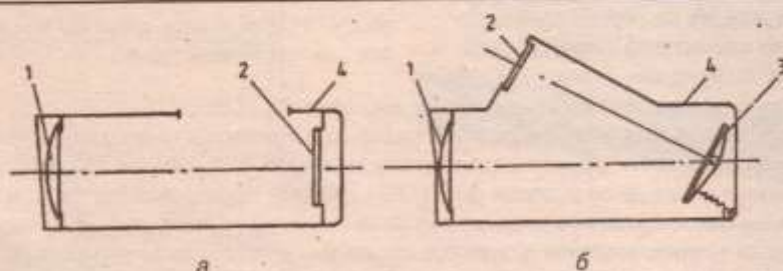
Фиг. 12.18. Принципно устройство на песъкоструен апарат за почистване на искрови свещи



Фиг. 12.19. Външен вид на комплект уреди за изпитване (а) и за песъкоструйно почистване (б) на искрови свещи - Э-203 (Русия)

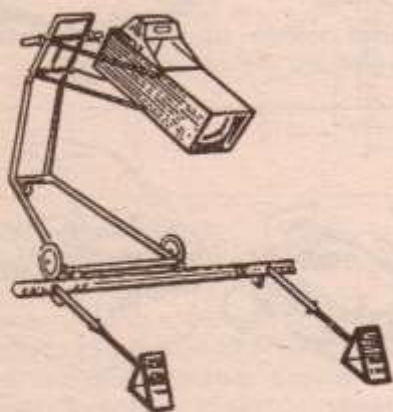


Фиг. 12.20. Принцип на действие на оптически уред за проверка и регулиране на фарове



Фиг. 12.21. Принципно устройство на уреди за проверка и регулиране на фарове с пряка (а) и непряка (б) проекция

1 – оптическа леща; 2 – измервателен екран; 3 – огледало; 4 – корпус



Фиг. 12.22. Външен вид на уред за проверка на регулировката на фарове KS-20 (Полша)

Правилното регулиране на автомобилните фарове е едно от изискванията, осигуряващи условия за безопасно движение. За тази цел са предназначени оптичните уреди за проверка и регулиране на фаровете. Принципът, на който се основава проверката на регулирането на фаровете, е следният. Чрез насрещно поставената пред фара оптична система на уреда се възпроизвежда екран, разположен перпендикулярно пред автомобила на разстояние 10 m. Визуално върху екрана на уреда се

сравнява създаденото от фара светлинно петно спрямо предварително зададени реперни линии (фиг. 12.20). Съществуват уреди с пряка и непряка проекция на светлинното петно (фиг. 12.21). При първите положението на реперната линия (вж. фиг. 12.20) се задава чрез преместване на екрана 2 надолу, а при уредите с непряка проекция – чрез завъртане на огледалото 3 по посока, обратна на часовниковата стрелка.

Важен елемент от конструкцията на оптичните уреди за проверка и регулиране на фаровете е системата за ориентиране към автомобила. Най-често се използват шанги, чрез които уредът се ориентира по предния мост на автомобила (фиг. 12.22). Този начин е лесен за изпълнение, но работата с уреда е трудоемка и има възможност за допускане на значителни



а



б

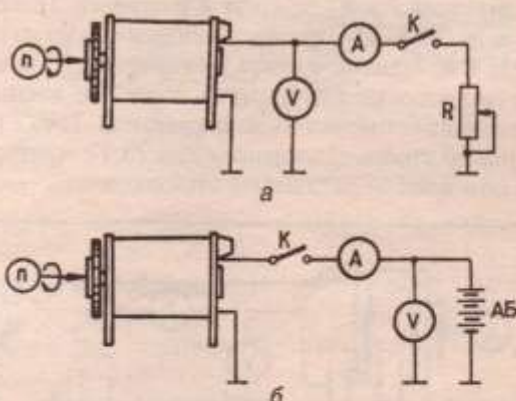
Фиг. 12.23. Уред за проверка на регулировката на фарове Hella (Германия) с оптическа (а) и със светлиннолъчева (б) система за ориентиране

грешки. Съществуват уреди с оптическа и със светлиннолъчева система за ориентиране спрямо автомобила (фиг.12.23). При тях се използват някои характерни точки на автомобила, разположени перпендикулярно на надлъжната му ос. С тези уреди се работи по-бързо и по-лесно и се постига по-голяма точност при ориентирането на уреда спрямо автомобила.

12.4. КОНТРОЛНО-ДИАГНОСТИЧНИ ПРОВЕРКИ

Техническото състояние на генератора за постоянен ток се определя трудно непосредствено на автомобила. За състоянието на генератора се съди косвено по състоянието на акумулаторната батерия. Ако тя е винаги добре заредена, това означава, че и генераторът за постоянен ток се намира в изправно техническо състояние.

В свалено състояние генераторът за постоянен ток се проверява на контролно-изпитвателен стенд в два режима – на самовъзбуждане и на електродвигател. Проверката в режим на самовъзбуждане се извършва по схемата на фиг. 12.24 а. При отворен ключ K плавно се увеличава честотата на въртене на ротора на генератора до стойността, при която напрежението на изхода на генератора достига номиналната си стойност. Това е параметърът $n_{нач}$ – начална честота на въртене на празен ход. Включва се ключът K и се определя параметърът $n_{ном}$ – номинална честота на



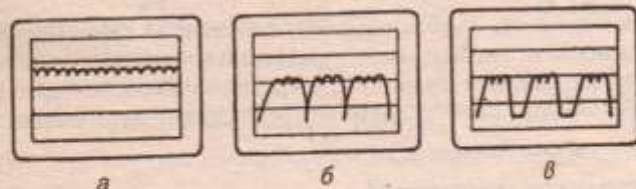
Фиг. 12.24. Схема на свързване при проверка на генератора за постоянен ток в режим на самовъзбуждане (а) и в режим на електродвигател (б)

въртене. Това е честотата на въртене на ротора, при която напрежението е равно на номиналното при номинален ток, отдаван от генератора.

За проверка в режим на електродвигател се използва схемата, показана на фиг. 12.24 б. Включва се ключът K и се измерват в режим на празен ход консумираният ток $I_{пр.х}$ и честотата на въртене на ротора му $n_{пр.х}$.

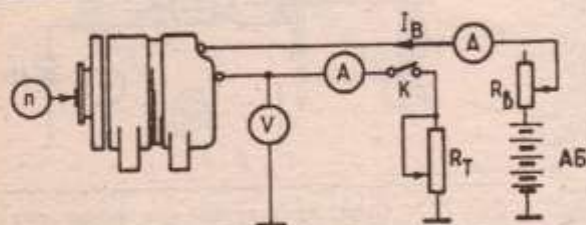
Генераторът за постоянен ток се намира в изправно техническо състояние, когато измерените стойности на параметрите $n_{нач}$, $n_{ном}$ и $I_{пр.х}$ са по-малки от зададените, а стойността на параметъра $n_{пр.х}$ – по-голяма от зададената.

Техническото състояние на генератора за променлив ток непосредствено на автомобила се определя най-лесно по формата на изправеното напрежение. За целта към изходната клемма на генератора се включва осцилоскоп. В режим на празен ход на двигателя ($800 - 1000 \text{ min}^{-1}$) се сваля кабелът от положителната клемма на акумулаторната батерия. Формата на осцилограмата на напрежението при технически изправен генератор е показана на фиг. 12.25 а. Всяко отклонение от нея показва наличие на неизправност. По този начин могат да бъдат установени неизправности, като например електрически пробив или прекъсване на диод, късо съединение в статорната намотка и др. Като пример на фиг. 12.25 б е показана осцилограма при прекъсване на диод, а на фиг. 12.25 в – при електрически пробив в диод. Описаната проверка може да се изпълни и с повечето от диагностичните стендове (мотортестери).



Фиг. 12.25. Форма на изправеното напрежение на изхода на генератор за променлив ток
а – при технически изправен генератор; б – при прекъснат диод на токоизправителя; в – при електрически пробив в диод на токоизправителя

Техническото състояние на свален от автомобила генератор за променлив ток се проверява на контролно-изпитвателен стенд по токоскоростната характеристика. Проверката се извършва по схемата на фиг. 12.26. Чрез R_B се установява номиналната стойност на възбудителния ток I_B . Ключът K е отворен. Плавно се увеличава честотата на въртене на ротора до стойност, при която напрежението на генератора достига номиналната си стойност. Това е началната честота на въртене $n_{нач}$ при празен ход. Включва се ключът K и се увеличава честотата на въртене, докато се достигне номиналният ток на генератора при номиналната стойност на напрежението. Това е номиналната честота на въртене $n_{ном}$ при номинална стойност на напрежението. Генераторът е технически изправен, когато $n_{нач}$ и $n_{ном}$ са по-малки от зададените стойности.



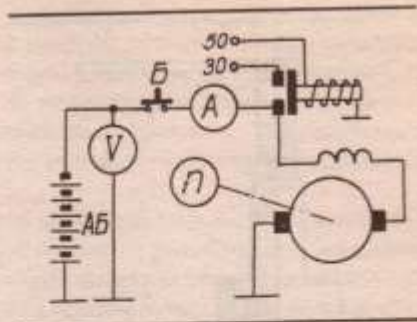
Фиг. 12.26. Схемата на свързване при проверка на генератора за променлив ток по токоскоростната характеристика

Електрическият стартер се проверява непосредствено на автомобила по консумирания ток $I_{ст}$ и честотата на въртене на колянвия вал в режим на стартиране $n_{ст}$. Проверява се след предварително подгряване на двигателя при изправна и напълно заредена акумулаторна батерия. Чрез изваждане на високоволтовия кабел от индукционната бобина или с прекъсване на подаването на гориво се предотвратява самостоятелната работа на двигателя. Включва се стартерът и в края на петата секунда се измерват стойностите на $I_{ст}$ и $n_{ст}$. Стартерът е технически изправен, когато $I_{ст} \approx 100$ А за леки автомобили и 180–200 А за товарни, а $n_{ст} \geq 200 \text{ min}^{-1}$.

В демонтирано състояние стартерът се проверява в два режима – режим на празен ход и режим на пълно спиране.

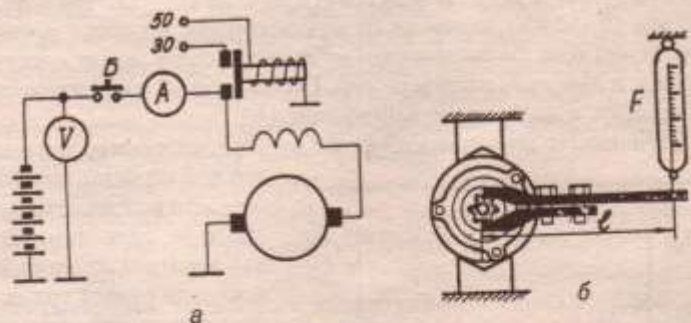
В режим на празен ход стартерът се проверява, като се свърже към напълно заредена акумулаторна батерия със съответния номинален капацитет (фиг. 12.27). След 5 s се измерват големината на тока $I_{пр.х}$ и честотата $n_{пр.х}$ на въртене на ротора на стартера.

Проверката в режим на пълно спиране се провежда при същите условия, но към вала на стартера се поставя динамометър, чрез който стартерът се натоварва така, че роторът му да не може да се завърти (фиг. 12.28). След включването на стартера се измерват големината на тока $I_{п.с}$ и създаденият момент $M_{п.с}$. При тази проверка е необходимо да се следи и напрежението на акумулаторната батерия, което не трябва да спада под 9 V (съответно 18 V).



Фиг. 12.27. Схема на свързване на стартера при проверка в режим на празен ход

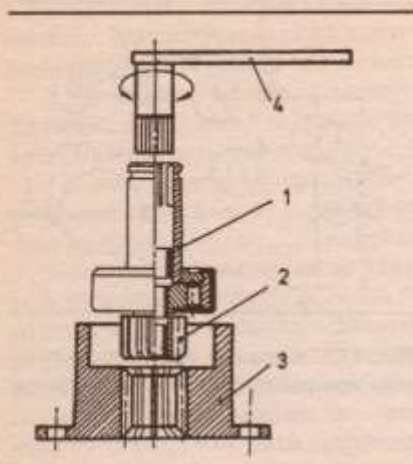
Фиг. 12.28. Схема на свързване на стартера (а) и закрепване на динамометъра (б) при проверка в режим на пълно спиране



Стартерът е технически изправен, когато: $I_{пр.х} < I_{пр.х.зад}$, $n_{пр.х} > n_{пр.х.зад}$, $I_{п.с} < I_{п.с.зад}$ и $M_{п.с} > M_{п.с.зад}$.

Съединителят със свободен ход се проверява по отношение на стойността на въртящия момент, който може да предава (фиг. 12.29). За целта той се поставя в приспособление 3, което фиксира зъбното колело 2 на съединителя. Посредством динамометричен ключ 4 се прилага момент съгласно с техническата документация.

Запалителната уредба се състои от относително голям брой елементи, а процесите в нея имат цикличен характер, поради което техническото ѝ състояние се оценява при работещ двигател. Съвременен, точен и удобен метод за диагностика на запалителната уредба е анализът на формата на напрежението във веригата на първичната и вто-



Фиг. 12.29. Проверка на съединител със свободен ход
1 – съединител със свободен ход; 2 – зъбно колело; 3 – приспособление; 4 – динамометричен ключ

трансформира от вторичната намотка на индукционната бобина и се прилага към електродите на искровата свещ. Бързото нарастване на вторичното напрежение предизвиква йонизация на газовата среда между електродите на свещта. При определена стойност на това напрежение (5–10 kV), по-ниска от максималната, процесът преминава в ударна йонизация. В резултат на това проводимостта на газовата среда между електродите на свещта се повишава рязко и възниква искров разряд. Стойността на напрежението, при която възниква искровият разряд, е пробивното напрежение $U_{пр}$.



Фиг. 12.30. Осцилограми на напрежението във вторичната U_2 и първичната U_1 верига на технически изправна запалителна уредба

ричната намотка с диагностичен стенд (мотор-тестер).

Осцилограмите на вторичното (U_2) и на първичното (U_1) напрежение за един работен цикъл при изправна запалителна уредба са показани на фиг. 12.30. За начален момент е приет моментът t_0 на отваряне на контактите, като се предполага, че до този момент уредбата е работила нормално.

На осцилограмите могат да се разграничат три участъка – I, II и III, съответстващи на трите характерни етапа на запалителния процес: I – създаване на импулс с високо напрежение и искров разряд между електродите на свещта (от t_0 до t_1); II – разсейване на останалата в уредбата енергия (от t_1 до t_2); III – натрупване на енергия за следващия цикъл от работата на запалителната уредба (от t_3 до t_4).

В момента на отваряне на контактите на прекъсвача се прекъсва токът в първичната намотка. Поради последователното свързване на индуктивност (L_1), капацитет (C_1) и активно съпротивление (R_1) във веригата на първичната намотка възниква затихващ периодичен процес, първата амплитуда на който достига 200–300 V. Първата полувървна се

прехвърля от вторичната намотка на индукционната бобина и се прилага към електродите на искровата свещ. Бързото нарастване на вторичното напрежение предизвиква йонизация на газовата среда между електродите на свещта. При определена стойност на това напрежение (5–10 kV), по-ниска от максималната, процесът преминава в ударна йонизация. В резултат на това проводимостта на газовата среда между електродите на свещта се повишава рязко и възниква искров разряд. Стойността на напрежението, при която възниква искровият разряд, е пробивното напрежение $U_{пр}$. Създаването на йонизиран канал между електродите на свещта обуславя протичането на ток във веригата на вторичната намотка, в резултат на което вторичното напрежение спада до напрежението на електрическата дъга – U_d . Протичащият във веригата на вторичната намотка през време на искровия разряд ток се създава от енергията, запасена в първичната намотка, което предизвиква бързо затихване на периодичния процес в нея. Поради индуктивната връзка на двете намотки линията, около която затихва периодичният процес на първичното напрежение, се намира над абсцисната ос и съответства на напрежението на дъгата U_d .

В момента t_1 започва вторият етап от запалителния процес. Той се характеризира с това, че искровият разряд се прекратява, тъй като енергията, запасена в индукционната бобина, е почти изчерпана и вече не е достатъчна за поддържане на разряда. Прекъсването на тока във веригата на вторичната намотка предизвиква в първичната намотка ефект,

подобен на този при прекъсването на тока I_1 – развива се нов периодичен процес (контактите на прекъсвача са все още отворени). Поради малкото енергия, останала в индукционната bobина, този процес също има аperiодичен характер и бързо затихва (t_2). Тези изменения на напрежението U_1 могат да се видят и в осцилограмата на вторичното напрежение.

След затихване на процеса осцилограмата на първичното напрежение U_1 преминава в права линия, успоредна на абсцисната ос, на разстояние, съответстващо на напрежението на акумулаторната батерия.

Третият етап започва в момента t_3 със затварянето на контактите на прекъсвача. На осцилограмата на първичното напрежение U_1 това се регистрира с рязко спадане на напрежението от стойността U_{AB} до 0, която се запазва до края на запалителния цикъл – моментът t_4 . Протичането на ток в първичната намотка и създаването на магнитно поле около индукционната bobина предизвикват е.д.н на самоиндукция, което се регистрира върху осцилограмата на вторичното напрежение U_2 чрез серия от бързо затихващи електрически трептения. След затихването им напрежението U_2 остава равно на нула до момента t_4 , в който запалителният цикъл се повтаря за следващия цилиндър на двигателя.

На фиг. 12.31 са показани осцилограмите на напреженията в запалителната уредба при възникване на някои типични неизправности.

Демонтиран от автомобила прекъсвач-разпределител се проверява, като се измерват ъгълът на затворено състояние на контактите, ъгълът на искрообразуване и характеристиките на центробежния и вакуумния регулатор. Проверяват се със синхроскоп. След закрепването на прекъсвач-разпределителя към синхроскопа изходната му клемма се свързва с първичната намотка на индукционната bobина на стенда. Високоволтовият изход на bobината се свързва чрез кабел за високо напрежение към високоволтовата клемма на синхроскопа.

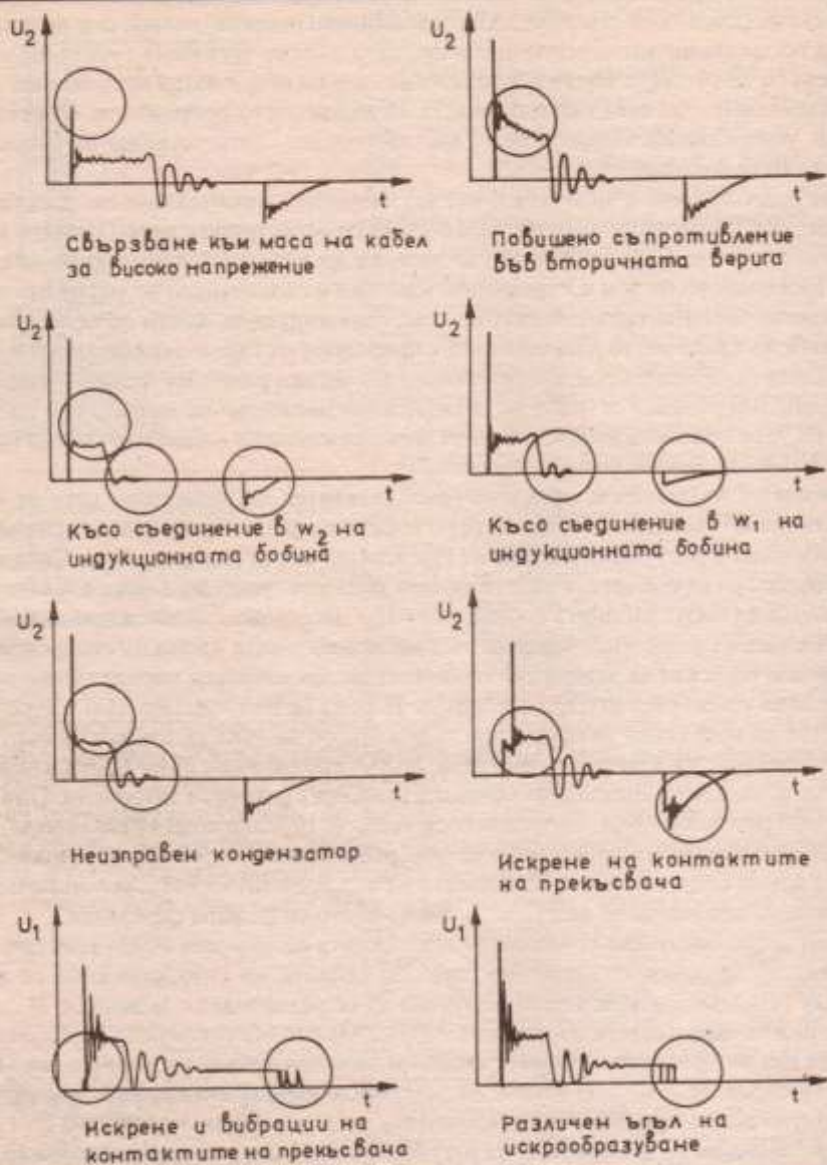
За измерване на ъгъла на затворено състояние на контактите паралелно на контактите на прекъсвача се свързва контролна лампа. Подава се напрежение към индукционната bobина и валът на прекъсвач-разпределителя се завърта на ръка по посока на въртенето на двигателя до светване на контролната лампа. Валът продължава да се върти плавно, докато лампата загасне, което показва, че контактите на прекъсвача са затворени. При това положение се завърта скалата на синхроскопа така, че стрелката да показва нула, след което валът на прекъсвач-разпределителя се завърта в същата посока до момента, в който контролната лампа светне отново. Стойността на ъгъла на затворено състояние на контактите се отчита по показанието на скалата, срещу което се намира стрелката.

Ъгълът на искрообразуване се определя при честота на въртене $1000-1200 \text{ min}^{-1}$ на задвижващия вал на прекъсвач-разпределителя. По скалата на синхроскопа се измерват ъглите между отделните искри, които не трябва да се различават с повече от 3° .

В същия режим при честота на въртене $2000-2500 \text{ min}^{-1}$ се проверява *хлябината между* задвижващия вал на прекъсвач-разпределителя и лагерната втулка в корпуса му. По скалата на синхроскопа се измерват зоните на разсейване на искрата за всеки цилиндър. Хлябината е в допустимите граници, ако широчината на тези зони не превишава 3° .

Характеристиката на центробежния регулатор се снима, като при честота на въртене на вала на прекъсвач-разпределителя $50-60 \text{ min}^{-1}$ скалата на синхроскопа се завърта така, че нулевото показание да бъде срещу стабилна и удобна за наблюдение искра. През определени интервали се увеличава честотата на въртене, като за всяка стойност се отчита изместването на наблюдаваната искра. Получените данни представляват зависимостта $\theta^\circ = f(p)$, която се сравнява със зададената.

За да се определи *характеристиката на вакуумния регулатор*, към него се свързват вакууммер и вакуумпомпа. Установява се честота на въртене на вала на прекъсвач-разпределителя със $100-200 \text{ min}^{-1}$ по-голяма от стойността, при която центробежният регулатор достига максимален ъгъл на изпреварване. С това се избягва грешката от неравномерност на



Фиг. 12.31. Осцилограми на напреженията в запалителната уредба при възникване на някои типични неизправности

въртенето на вала. Отново скалата на синхроскопа се завърта така, че нулевото показание да се постави срещу стабилна и удобна за наблюдение искра. През определени интервали с вакуумпомпата се създава разреждане, стойността на което се измерва с вакууммер. За всяка стойност на разреждането по скалата на синхроскопа се измерва изместването на наблюдаваната искра. Получените данни представляват зависимостта $\theta^\circ = f(p)$, която се сравнява със зададената.

Безконтактните датчици от генераторен тип се проверяват, като при различна честота на въртене с осцилоскоп се наблюдава формата на изходния сигнал, а чрез волтметър за променлив ток се измерва неговата стойност.

Фаровете на автотранспортните средства се проверяват и регулират на равна площадка с твърдо покритие, на която се разполага автомобилът, а срещу него – оптичният уред за проверка и регулиране на фаровете.

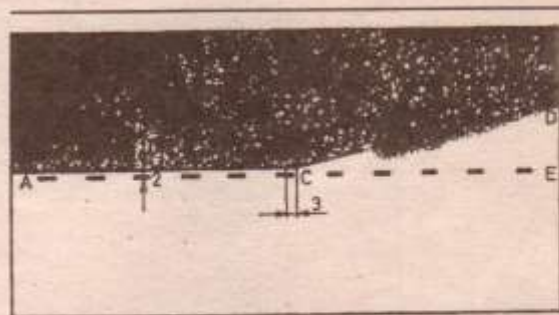
При проверката е необходимо гумите на автотранспортното средство да бъдат от един и същи тип, еднакво износени и напompани до налягане, съответстващо на предписаното. Автотранспортното средство трябва да е без товар, с един човек на мястото на водача. Уредът се поставя пред единия фар на разстояние 10–15 cm, така че оптичката му леща да обхваща целия диаметър на фара. След това уредът се ориентира спрямо автотранспортното средство в съответствие с инструкцията за работа с него. Скълата на уреда се поставя на съответното деление h , определено в зависимост от височината H_{ϕ} (на която е разположен центърът на пречупвателя на фара, измерена в cm) съгласно с формулите:

$$h = 1/4 H_{\phi}, \text{ дел. - за къси светлини;} \\ h = 1/10 H_{\phi}, \text{ дел. - за дълги светлини.}$$

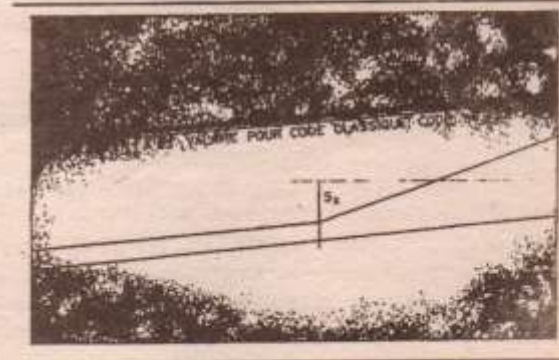
При двуфарова осветителна уредба фаровете се проверяват само на къси светлини. В този случай светло-тъмната граница трябва да лежи върху реперните линии на екрана (фиг. 12.32). При четирифарова осветителна уредба се проверяват отделно и фаровете за дълги светлини.

Фаровете за дълги светлини са регулирани правилно, ако средата на създаваното светлинно петно лежи на пресечната точка на реперните линии (фиг. 12.33). По описания начин се проверява всеки фар поотделно.

Фиг.12.32. Положение на светлинното петно при правилно регулиран фар за къси светлини



Фиг.12.33. Положение на светлинното петно при правилно регулиран фар за дълги светлини



Контролни въпроси

1. Какво е предназначението на преносимите уреди?
2. Какво е предназначението на диагностичните стендове?
3. За какво служат контролно-изпитвателните стендове и уреди?
4. Обяснете действието на оборотомера за бензинови двигатели.
5. Обяснете действието на уреда за измерване на ъгъла на затворено състояние на контактите.
6. Как се измерва ъгълът на изпреварване на запалването?
7. Обяснете действието на синхроноскопа.
8. Обяснете устройството на уреда за почистване на искровите свещи.
9. Начертайте схемата и обяснете как се проверява генераторът за променлив ток по токоскоростната характеристика.
10. Начертайте схемата и обяснете как се проверява генераторът за постоянен ток.
11. Как се проверява техническото състояние на електрическия стартер?
12. Начертайте и обяснете осцилограмите на първичното и на вторичното напрежение при изправна запалителна уредба.
13. Какви конструкции на уреди за проверка на регулирането на фаровете познавате?
14. Какви са изискванията към автотранспортните средства при проверка на регулирането на фаровете?
15. Как се определя положението на реперните линии при регулиране на фаровете?
16. Колко е стойността на разстоянието h при фарове за къси и съответно за дълги светлини?