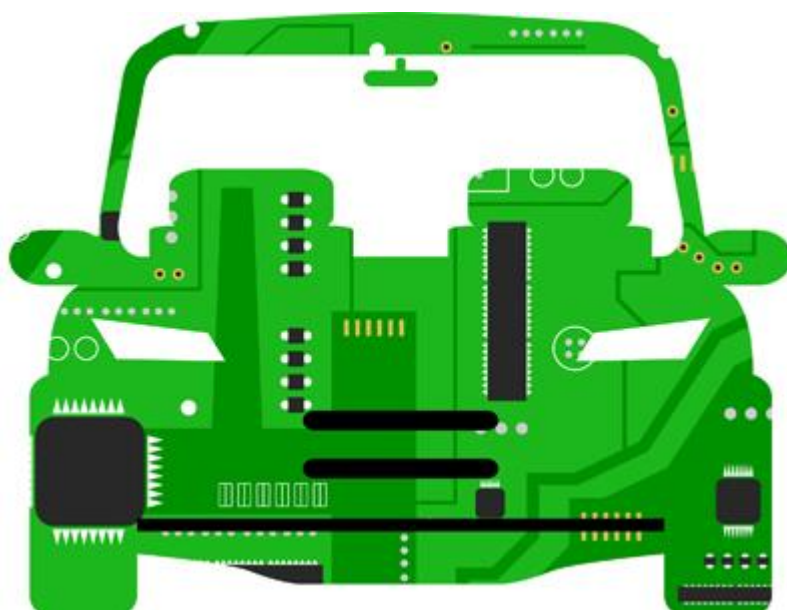


Доброслав Данков

АВТОМОБИЛНИ ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ И ДИАГНОСТИКА



Университетско издателство „Васил Априлов” – Габрово

2022 г.

доц. д-р инж. Доброслав Данаилов Данков

АВТОМОБИЛНИ ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ И ДИАГНОСТИКА

Рецензент: проф. д-р инж. Н. Маджаров

Университетско издателство „Васил Априлов” – Габрово

Габрово, 2022 г.

© Доц. д-р инж. Доброслав Данаилов Данков

© Университетско издателство „Васил Априлов” – Габрово

ISBN 978-954-683-667-0

ПРЕДГОВОР

В учебника са разгледани основните теоретични и приложни въпроси, свързани с електронните системи в съвременните автомобили и тяхната диагностика. Представени са хронологично електронните системи за управление на двигателя на автомобилните производители представени на европейския пазар, като се акцентува на системите на фирмата Бош, която се явява основен доставчик на такива системи за управление на бензинови и дизелови двигатели с вътрешно горене.

Представени са и системите за активна и пасивна безопасност с електронно управление – системи против боксуване и против блокиране на колелата при спиране, системи за стабилност, системи за круиз контрол и за предотвратяване на удари. Разгледани са и многобройните съвременни електронни системи за подпомагане на водача.

Втората част на учебника е посветена на автомобилната диагностика и по специално на диагностиката на електронните системи в автомобила. Последователно са разгледани множество диагностични стендове и кодочетци, разделени на две групи- универсални, с общо предназначение и специализирани за отделни автомобилни марки.

Изучаването на материала ще позволи на читателят да придобие представа за основните идеи и съвременните достижения на електронните системи в автомобила и тяхната диагностика.

Учебникът е предназначен като учебно пособие по дисциплините „Електронни регулатори и системи за управление“ и „Автомобилни електронни системи“ включени в учебния план на специалност „Промислена и автомобилна електроника“ в бакалавърска степен, дисциплината „Електронни системи и диагностика в автомобила“ в магистърска степен за специалност „Електроника“ в Технически университет – Габрово, както и по дисциплините „Системи за контрол и управление в автомобила“ и „Системи за автомобилна диагностика“ за специалност „Автомобилна мехатроника“ в Технически колеж - Ловеч. Освен това той може да представлява интерес за студенти от сродни специалности, както и на инженери и специалисти, работещи в областта на автомобилната електроника и автодиагностиката.

СЪДЪРЖАНИЕ

СЪДЪРЖАНИЕ.....	5
РЕЧНИК НА НЯКОИ СЪКРАЩЕНИЯ ИЗПОЛЗВАНИ В АВТОМОБИЛНАТА ЕЛЕКТРОНИКА...	11
ГЛАВА I - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БЕНЗИНОВИ ДВИГАТЕЛИ.....	17
1. Общи сведения за електронни системи за управление на автомобилните двигатели.	17
1.1. Тенденции в развитието на автомобилното електрическо и електронно оборудване.	17
1.2. Функции на електронното управление на бензинови двигатели- определяне на количеството гориво, управление на сигнала на ламбда сондата, управление на ъгъла на изпреварване. Режим на работа на системите за управление на двигателя.	25
1.2.1. Необходимост от електронно управление на автомобилните двигатели.	25
1.2.2. Намаляване на замърсяването на околната среда.	26
1.2.3. Екология на бензиновите двигатели.	26
1.2.4. Каталитичен газонеутрализатор.....	26
1.2.5. Ъгъл на изпреварване на запалването.	27
1.2.6. Екология на дизеловите двигатели.....	27
1.2.7. Намаляване разхода на гориво.	27
1.2.8. Диагностика.	27
1.3. Функции на електронните системи за управления на автомобилни двигатели.	27
1.3.1. Определяне на необходимото количество гориво.	28
1.3.2. Управление по сигнал от кислородния сензор /ламбда сонда/.	28
1.3.3. Управление на ъгъла на предварение на запалването.....	30
1.4. Режими на работа на системата за управление на двигателя.	30
1.4.1. Пускане на студен двигател.....	30
1.4.2. Развъртане и загряване на двигателя.....	31
1.4.3. Работа в преходни режими.	31
1.4.4. Пълно натоварване.....	31
1.4.5. Работа на празен ход.....	32
1.5. Електронни системи за подаване на горивото – класификация, карбуратори с електронно управление, системи с централно впръскване, системи с разпределено впръскване, системи за директно впръскване.	32
1.6. Класификация на системите.	32
1.7. Карбуратор с електронно управление.....	35
1.8. Системи с централно впръскване на гориво.....	37
1.9. Система с разпределено впръскване на гориво.....	37
1.10. Система за електроискрово запалване.	38
1.11. Комплексни системи за управление на двигатели.....	39
2. Система за впръскване на гориво KE-Jetronic	42
2.1. Предимства на системата KE-Jetronic	42
2.1.1. Захранване с гориво	43
2.1.2. Дозиране на горивото	44

2.1.3. Устройство за електропневматично налягане	47
2.1.4. Обогаляване на горивната смес при пускане на студен двигател и при следващо пускане на двигателя.....	49
2.1.5. Обогаляване на горивната смес при ускоряване на двигателя	49
2.1.6. Обогаляване на горивната смес при пълно натоварване на двигателя.....	51
2.1.7. Адаптиране на режима на празен ход с подаване на допълнително количество въздух.....	51
2.1.8. Спомагателна функция на системата.....	53
2.1.9. Ограничаване на натоварването на двигателя	54
2.1.10. Адаптиране на системата при изменение на атмосферното налягане	54
2.1.11. Регулиране на обогаляването на горивната смес	54
3. Система за впръскване на гориво L-Jetronic	55
3.1. Предимства на системата L-Jetronic.....	56
3.2. Захранване с гориво	56
3.3. Обработване на данните при работа на двигателя	58
3.4. Дозиране на горивото	60
3.5. Адаптиране към условията на работа на двигателя.....	61
4. Система за впръскване на гориво “Motronic”	65
4.1. Основни версии на системата Motronic	66
4.2. Предимства на системата Motronic:	70
4.3. Основни сензори и изпълнителни механизми на системата.	71
4.3.1. Разходомер на въздух (дебитомер), MAF – Mass air flow sensor;	71
4.3.2. Сензор за абсолютното налягане в смукателния колектор.	72
4.3.3. Сензор положение разпределителен вал, CID - Camshaft sensor.....	74
4.3.4. Сензор положение колян вал, CPS – Crankshaft position sensor	74
4.3.5. Ламбда кислороден сензор (O2).....	75
4.3.6. Сензор детонации	77
4.3.7. Сензор за температурата на охладителната система.....	77
4.3.8. Рециркулация на отработени газове - EGR.....	78
4.3.9. Катализатор	80
4.4. Впръскване на горивото.....	82
4.4.1. Устройство на горивната система	82
4.4.2. Горивни инжектори (дюзи).....	83
4.4.3. Резервоар	84
4.4.4. Горивен филтър	84
4.4.5. Горивна шина (горивна рейка)	85
4.4.6. Регулатор на налягането в горивната система.....	85
4.5. Описание на запалителната част на система за управление на двигателя Motronic.....	86
4.5.1. Директно запалване (DI)	86
4.5.2. Устройство на запалителната система.....	87
4.6. Обработване на сигналите.....	88
4.6.1. Образуване на горивната смес.....	89

4.6.2. Подсистема за електронно управление на запалването.	89
4.6.3. Централно електронно устройство.	91
5. Система за впръскване на гориво “ ME - Motronic”.	93
5.1. Управление на бензинов двигател от ME – Motronic.....	94
5.1.1. Основни функции за управление на двигателя.	95
5.1.2. Спомагателни функции	95
5.1.3. Управление на пълненето на цилиндрите.	95
5.1.4. Променливо разпределение на клапаните.....	98
5.2. Обработка на оперативни данни. Концепция за управление с въртящ момент.	99
5.2.1. Изчисляване на определения въртящ момент.	100
5.2.2. Подобрена управляемост.	101
5.2.3. Круиз контрол.	102
5.3. Интегрирана диагностика на системата за управление на двигателя ME – Motronic..	102
5.3.1. Диагностицирани модули.....	103
5.3.2. Планиране на последователността на диагностиката	105
5.4. Електронен управляващ блок - ECU	106
5.5. Интерфейси към други системи	108
6. Система за директно впръскване при бензинови двигатели MED Motronic, DI Motronic.	110
6.1. Система MED Motronic.	110
6.1.1. Общ вид на системата.	110
6.1.2. Процес на горене.	111
6.1.3. Елементи на системата за всмукване на въздух.....	112
6.1.4. Елементи на системата за запалване.....	114
6.1.5. Елементи на системата за последваща обработка на отработените газове.....	114
6.1.6. Работни характеристики	115
6.2. Пример за използване на системата за управление MED- Motronic при двигатели TSI на Volkswagen и VAG.	115
ГЛАВА II - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ	122
7. Система за управление „COMMON-RAIL”.....	122
7.1. Общи сведения.	122
7.1.1. Сфери на приложение.....	122
7.1.2. Устройство.....	122
7.1.3. Принцип на действие.	123
7.2. Системи „Common rail” за леки автомобили.	125
7.2.1. Управление на високото налягане.....	125
7.2.2. Блокова схема на система „Common rail” при леки автомобили.....	126
7.3. Компоненти за високо налягане в система „Common rail”.....	129
7.3.1. Дюз.....	129
7.3.2. Дюза с електромагнитен клапан.	129

7.3.3. Пиезоелектрични дюзи.....	132
7.3.4. Помпи за високо налягане.....	135
7.3.5. Радиална помпа тип CP1.....	135
7.3.6. Радиална помпа тип CP1H.....	136
7.3.7. Радиална помпа тип CP3.....	137
7.3.8. Редова помпа тип CP2.....	137
7.3.9. Аккумулятор за високо налягане.....	138
7.3.10. Клапан за регулиране на налягането.....	138
7.3.11. Клапан за изпускане на налягане.....	140
7.4. Електронна система за управление на дизелови двигатели.....	141
ГЛАВА III - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА АКТИВНА БЕЗОПАСНОСТ И ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ВОДАЧА.....	152
8. Преглед на електронните системи за активна безопасност в автомобила.....	152
8.1. Исторически преглед.....	152
8.2. Антиблокираща система ABS принцип на работа.....	153
8.2.1. Общо устройство и принцип на ABS.....	154
8.2.2. ABS – Устройство.....	155
8.3. Електронна блокировка на диференциала.....	155
8.3.1. Работа на ABS с ЕДС в режим блокировка на диференциала.....	156
8.3.2. Ремонт на антиблокиращата система (ABS).....	157
8.4. Система за контрол на теглителната сила /ASR, TCS/.....	158
8.4.1. Общи понятия.....	158
8.4.2. Traction control /TCS/ - принцип на работа.....	159
9. Електронни системи за управление на шасито.....	162
9.1. Устройство и функции на ESP.....	164
9.2. Компоненти на системата.....	166
9.3. Системи за контрол на поведението на автомобила в екстремна ситуация.....	168
9.3.1. TCS – Traction Control/ASR Anti-Slip Regulation.....	168
9.3.2. EDL (Electronic Differential Lock).....	168
9.3.3. ABS (Anti-Lock Braking system).....	169
9.3.4. Brake assist/Brake assist plus.....	169
9.3.5. DBS - dry brakes system.....	169
9.4. Устройство и функции на системата.....	171
9.5. Основни компоненти и особености на самодиагностиката.....	172
9.5.1. Сензор за ъгъла на завиване на волана.....	173
9.5.2. Сензор за странично ускорение.....	174
9.5.3. Сензор за странично завъртане.....	174
9.5.4. Комбиниран сензор за странично ускорение и завъртане.....	175
9.5.5. Сензор за спирачно налягане.....	176
9.5.6. Бутон за управление.....	177

9.5.7. Хидравлична помпа за динамичен контрол при движение.....	177
9.5.8. Хидравличен блок.	177
9.6. Концепция за управление на ESP.....	180
ГЛАВА IV - СТЕНДОВЕ И КОДОЧЕТЦИ ЗА КОМПЮТЪРНА ДИАГНОСТИКА НА ЕЛЕКТРОННИТЕ СИСТЕМИ В АВТОМОБИЛА.....	185
10. Преглед на системите за диагностика и самодиагностика на автомобили до 3000 кг.	185
10.1. Регламенти от Директивите на Европейския съюз.....	185
10.2. Лимити.....	185
10.3. Мониторинг на автомобила по време на работа (Система за бордова диагностика). 187	
10.3.1. Мониторинг на входните сигнали.	188
10.3.2. Мониторинг на изходни сигнали.	188
10.3.3. Електронен блок за управление ECU.	189
10.3.4. Откриване на неизправности	189
10.3.5. Съхранение в база „Неизправности“.	189
10.3.6. Функция за добирване до база „Неизправности“.	189
10.4. Законодателство и нормативни документи за диагностика за пътнически и лекотоварни автомобили	189
10.5. Изисквания на OBD системата.....	190
11. Преглед на кодочетци и стендове за диагностика на автомобили.	193
11.1. AUTOBOSS.....	193
11.2. KTS 340	193
11.3. MULTISCAN P2.	194
11.4. VAS5054A.	195
11.5. Кодочетец за Toyota, Lexus и Scion.....	196
11.6. ULTRASCAN.	197
11.7. Диагностичен уред Autocom, Delphi , Wurth.	198
11.8. Mercedes-Benz Star Diagnosis	200
11.9. BMW ICOM.....	200
11.10. VAG-COM Diagnostic System (VCDS)	201
11.11. Launch Easydiag X431/ Thinkdiag	202
12. Работа със стенд Bosch KTS 650/590.....	203
12.1. Подготовка за работа.	203
12.2. Методология за работа със стенд за диагностика Bosch KTS 650 и софтуер ESI[tronic] при диагностика на лек автомобил Volkswagen Passat, 1,9TDI, модел на двигателя AVF, 96kW.	203
13. Методология за работа със специализиран софтуер за диагностика AUTOCOM.....	210
13.1. Функционални области.	210
13.2. Работа с Autocom при стартирала диагностика	211
13.3. Изследване на системата „COMMON RAIL“ с AUTO - COM.....	211
13.4. Преглед на данни с функцията Flight recorder:.....	214

13.5. Изводи:	215
14. Диагностика с VAG-COM.....	216
14.1. Подготовка за работа.	216
14.2. Избор на желаните функции на програмата.....	217
15. Описание на диагностичната система LAUNCH EASYDIAG X431 PRO/THINGDIAG.....	221
15.1. Основна информация.....	221
15.2. Използване на LAUNCH EASYDIAG X431 при диагностика.....	223
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:.....	228

РЕЧНИК НА НЯКОИ СЪКРАЩЕНИЯ ИЗПОЛЗВАНИ В АВТОМОБИЛНАТА ЕЛЕКТРОНИКА

Сък- раще- ние	Оригинално название	Източник	Значение
A/C	Air Conditioning	[USA]	Климатик
ABS	Anti Blockier System	[MERCEDES, DIFF.]	Антиблокировъчна система
AAC	Adaptive Cruise Control	[BOSCH]	Адаптивно управление на скоростта
ACES	Autonomous driving, connected vehicles, electrification of the powertrain, shared mobility	[]	Автономно шофиране, свързани превозни средства, електрификация на задвижването, споделена мобилност
ACS	Air Conditioner Sensor	[PORSCHE]	Сензор на климатика
ACV	Air Control Valve	[FORD]	Клапан за управление на въздуха
A/D	Analog/Digital	[]	Аналог./цифров преобр.
AD	Autonomous driving	[]	Автономно шофиране
ADA	Active Drive Assist	[SUBARU]	Активен асистент за управл.
ADAS	Advanced driver assistance systems	[]	Усъвършенствани системи за подпомагане на водача
ADC	Automatic Damping System	[BOGE, SACHS]	Автоматич. демфираща с-ма
A/F	Air / Fuel ratio	[USA]	Съотношение ВЪЗДУХ/ГОРИВО
AFR	Air Fuel Ratio	[USA]	Съотношение ВЪЗДУХ/ГОРИВО
AFS	Air Flow Sensor	[FORD]	Въздух-разходомер
ALDL	Assy Line Diagnostic Link	[USA]	Диагностичен протокол на GM
ALU	Arithmetic-Logic Unit	[]	Аритметично-логическо у-во
AP	Accelerator Pedal	[MERCEDES]	Педал на газта
APC	Adaptive Pilot Control	[]	Адаптивен круиз-контрол
APS	Auto - Pilot - System	[MERCEDES]	Система "Автопилот"
ASC	Automatische Stabilitats Control	[BMW]	Автоматическо управление на стабилизацията
ASD	Automatic Locking Differential	[MERCEDES]	Автоматически блокируем диференциал
ASR	Antrieb Schlupf Regelung	[DIFF.,MERCEDES]	Система за контрол на тягата
ASSYST	Active Service System	[MERCEDES]	Система за активен сервиз
AT	Automatic Transmission		Автоматическа предават. кутия
ATTS	Active Torque Transfer System	[HONDA]	Активна система за предаване на въртящия момент
AWD	All Wheel Drive	[]	4 задвижващи колела
AV	Autonomous vehicle	[]	Автономно превозно средство
BAS	Brake Assist System	[MERCEDES]	Система на усилвателя на спирачките

BEV	Battery electric vehicle	[]	Електрическо превозно средство на батерии
BMS	Battery management system	[]	Система за управление на батерията
CAN	Controller Area Network	[INTEL, BOSCH]	Мрежов протокол на Bosch
CAT	CATalytic converter		Катализатор
CC	Cruise Control (tempomat)	[MERCEDES]	Круиз контрол
CDI	Common rail Direct Injection	[MERCEDES]	C 220 CDI
CFI	Central Fuel Injection	[FORD]	Моно-инжекция
CID	Cylinder Identification sensor	[FORD]	Сензор на положението на разпределителя
CIDI	Compression Ignition Direct Injection	[AVL]	Непосредствено впръскване (дизел)
CKP	Crankshaft Position	[OBD II]	Положение на кол. Вал
CL	Central Locking	[MERCEDES]	Централно заключване
CL	Closed Loop	[PORSCHÉ]	Затворен контур
CMC	Cell management controller	[]	Контролер за управление на клетките на батерията
CMP	CaMshaft Position	[OBD II]	Положение на разпред. Вал
CNG	Compressed Natural Gas	[]	Компресиран природен газ
CO	Carbon Oxygen	[]	Въглероден окис
CO2	Carbon diOxid	[]	Въглероден двуокис
CPU	Central Processing Unit	[]	Централен блок за управление
CR	Common Rail	[]	Горивен акумулатор
CSV	Cold Start Valve	[]	Клапан за студено пускане
CTP	Closed Throttle Position(idle)	[MERCEDES]	Затворена дроселна клапа
CTS	Coolant Temperature Sensor	[US ?]	Сензор темп. На охл.течност
CVT	Continuous Variable Transmission	[DAF]	Трансмисия от вариаторен тип
ДВГ	Двигател с вътрешно горене		
DC/DC	Direct current to direct current	[]	Постоянен ток към постоянен ток
DCU	Domain control unit	[]	Блок за управление на домейни
DCU	Diesel Control Unit	[MERCEDES, LUCAS]	Блок за управл. на дизел
DFI	Electronic distributor-type fuel injection	[MERCEDES]	
DFI	Digital Fuel Injection	[USA]	Цифрова с-ма за впръскване
DI	Distributor Ignition	[OBD II, J1930]	Распределител на запалването
DI	Direct Injection	[US]	Непосредствено впръскване
DIS	Direct Ignition System	[FORD EU, GM]	Непосредствено запалване
DKP	DrosselklappenPotentiometer	[]	Сензор на положението на дросел-клапата
DLC	Data Link Connector	[OBD II]	Диагностически куплунг
DOHC	Double Overhead Camshaft	[]	ДВГ с 2ва горни разпределителя
DSC	Dynamische Stabilitats Control	[BMW]	Динамическо управление на стабилността
DTC	Diagnostic Trouble Code	[OBD II], [PORSCHÉ]	Кодове за диагностика на отказите

EBD	Electronic Brake Distribution	[FORD]	Електронен спирачен разпределител
EBS	Electronically Controlled Braking system	[SCANIA]	Електронна система за контрол на спирачките
ECM	Electronic Control Module	[USA, OBD II]	Модул на управлението
ECOTech	Emission Consumption Optimization Technology	[OPEL]	Технология за оптимизация на изхвърлянето на изг. газове
ECT	Engine Coolant Temperature (sensor)	[FORD, OBD II]	Сензор температури ОЖ
ECTS	Engine Coolant Temperature Sensor	[PORSCHE]	Сензор на темп. На охл.течност
ECU	Electronic Controlled Unit	[]	Електронен блок за управление
EDC	Electronic Diesel Control	[FORD]	Блок за управление на дизел
EDR	Electronic Diesel Regulation	[MERCEDES]	
EDIS	Electronic Digital Ignition System	[FORD US]	Цифрова система на запалването
EDS	Elektronische Differential Sperre	[AUDI,VW]	Електронно заключване на диференциала
E/E	Electrical and electronic	[]	Електрическа и електронна техника
EEC	Electronic Engine Control	[FORD]	Електронен Блок за управление на двигателя
EFP	Electronic Accelerator Pedal	[]	Педал на електронния акселератор
EFI	Electronic In- Line Fuel Injection	[MERCEDES]	
EEPROM	Electronically Erasable Programable ROM	[]	Електронно препрограмируемо ЗУ
EFI	Electronic Fuel Injection	[FORD]	Електронно упр. Впръскване
EGR	Exhaust Gas Recirculation	[DIFF]	система за рецикулация на изгорелите газове
EMS	Engine Management System	[]	Система за управления на двигателя
EOS	Exhaust Oxygen Sensor	[USA]	Сензор кислорода на изходните газове
EPROM	Erasable Programable Read Only Memory	[]	Постоянна памет с ултравиолетово изтриване
EPS	Electrically assisted Power Steering	[HONDA]	Управление с електроусилвател на волана
ESA	Electronic Spark Advance	[TOYOTA, MAZDA]	Електронно изпреварване на запалването
ESA	Electronic Seat Adjustment	[MERCEDES]	Ел. регулировка на седалките
ESC	Electronic Spark Control	[USA]	Електронна с-ма за запалването(като правило с контрол на детонациите)
ESP	Electronic Stability Program	[MERCEDES]	Програма за стабилизация
ETC	Electronic Traction Control	[OPEL,BMW]	Електронно управление на задвижването
EV	Electric vehicle	[]	Електрическо превозно средство
FDI	Fuel Direct Injection	[AUDI]	Директно впръскване на горивото
FWD	Four Wheel Drive	[USA]	Пълно задвижване

ГВ	Гориво-въздух		
GDI	Gasolin Direct Injection	[MITSUBISHI]	Директно впръскване на гориво
GND	Ground	[USA]	"Земя", "корпус"
GPS	Global Positioning Satellite	[USA]	Спътникова система за навигация
HDI	High PressureDirect Injection	[PSA]	Непосредствено впръскване с високо налягане
HEV	Hybrid Electric Vehicle	[]	Хибриден електрокар
HFM	Heiss Film luftmassenMesser	[BOSCH]	Термометричен разходомер на въздуха (с нит)
HLM	Hot-Wire Air Mass Meter	[BMW]	Термометричен разходомер на въздуха (с жичка)
HV	High voltage	[]	Високо напрежение
HW	Hardware	[]	Хардуер
IAC	Idle Air Control	[OBD II]	Клапан за регулиране XX
IACV	Idle air control valve	[PORSCHE]	Клапан за регулиране XX
IAT	Intake Air Temperature	[OBD II]	Температура на "изпускания" въздух
IC	Integrated Circuit	[]	Интегрална схема
IC	Ignition Control	[OBD II]	Управление на запалването
ICE	Internal combustion engine	[]	Двигател с вътрешно горене ДВГ
ICM	Ignition Control Module	[OBD II]	Модул за управление на запалването
I/O	Input-Output unit	[]	Блок за вход-изход
ISC	Idle Speed Control	[FORD, OBD II], [BMW]	Система за управления XX
KAT	KATalytic converter	[]	Катализатор
KE	Kontinuierlicher (Einspritzung) Elektronisch	[BOSCH]	Система електронно-механическо впръскване.
K-Leitung	Bidirectional line between test unit and control unit according to ISO 9141	[]	Двупосочна линия между тестовия модул и контролния модул в съответствие с ISO 9141
KS	Knock Sensor	[OBD II]	Сензор за детонациите
LAF	Linear Air/Fuel sensor	[HONDA]	Magersonde, lambda 1,6 >
LED	Light Emitting Diode	[]	Светодиод
LiDAR	Light detection and ranging	[]	Светлинно определяне на разстояние и детекция на обекти
LPG	Liquefied Petroleum Gas	[]	Втечен петролен газ
LV	Low voltage	[]	Ниско напрежение
MAF	Mass Air Flow	[OBD II]	Разходомер на масата на въздуха
MAP	Manifold Absolute Pressure	[FORD, OBD II]	Абсолютно налягане на изпускателния колектор
MCU	Microprocessor Control Unit	[FORD, OBD II]	Контролер
MIL	Malfunction Indicator Lamp (check engine), Malfunction indicator lamp	[OBD II], [PORSCHE]	Лампа за индикация на отказите
MIPS	Million Instructions Per Second	[]	Милиони команди в секунда

ML	Air mass	[PORSCHE]	Маса на въздуха
MPI	Multi Point Injection	[BOSCH]	Разпределено впръскване
NOx	Nitrogen Oxygen x	[]	азотни окиси
NTC	Negative Temperature Coefficient	[]	Отрицателен температурен коефициент
O2S	Oxygen Sensor	[OBD II]	Кислороден сензор
OBD	OnBoard Diagnostic	[USA], [PORSCHE]	Вътрешна диагностика на автомобила
OEM	Original equipment manufacturer	[]	Производител на оригинално оборудване
OHC	OverHead Cam	[]	Горно разположение на разпределителя
OS	Operating system	[]	Операционна система
PGMI	ProGrammed Multipoint Injection	[HONDA]	Програмируемо многоточково впръскване
PHEV	Plug-in hybrid electric vehicle	[]	Plug-in хибридно електрическо превозно средство
PROM	Programmable Read Only Memory	[]	Непрограмируемо ЗУ
PWG	Pedal Position Sensor	[BMW]	Сензор за положението на педала
PWM	Pulse Width Modulation	[]	ШИМ
PTC	Positive Temperature Coefficient	[]	Положителен температурен коефициент
RAM	Random Access Memory	[]	ОЗУ
ROM	Read Only Memory	[]	Постоянна памет (само за четене)
RPM	Revolutions Per Minute	[]	Обороти в минута
RXD	Receive Data Line	[BMW]	Линия за получаване на данни
SFI	Sequential Fuel Injection	[]	Фазиран впръск на гориво
SPFI	Single Point Fuel Injection	[]	Моноинжекция
SPI	Single Point Injection	[]	Моноинжекция
SPS	Speed-sensitive Power Steering	[MERCEDES]	Чувствително към скоростта сервоуправление
SRS	Supplement Restrain System	[HONDA]	Въздушна възглавница
SW	Software	[]	Софтуер
TBI	Throttle Body Injection	[USA]	Дросел клапа
TC	Traction Control	[TOYOTA]	Система за управление на тягата (антибуксуване)
TCS	Traction Control System	[FORD / BENDIX]	Система за управление на тягата (антибуксуване)
TDC	Top Dead Center	[BMW]	Горна мъртва точка
TDI	Turbo Direct Injection	[USA]	Директно впръскване с турбо
TP	Throttle Position sensor	[OBD II]	Сензор за положението на дросел-клапата
TPS	Throttle Position Sensor	[FORD]	Сензор за положението на дросел-клапата
TR	Engine Speed Signal (RPM counter)	[BMW]	Сигнал за скоростта на двигателя (брояч на оборотите)

TR	Transmission Range	[PORSCHE]	Обхват на предаване
TRS	Transmission Range Switch	[OBD II]	Превключвател на скоростите
УЕН	устройство за електрохидравлично налягане	[BOSCH]	Използва се в системите К и КЕ Jetronic
VAF	Volume Air Flow	[MERCEDES]	Обем на въздушния поток
VCP	Variable Cam Phasing	[JAGUAR]	Изменение на фазата на газо-разпределението
VDC	Vehicle Dynamics Control	[USA, SUBARU, BOSCH]	Управление на динамиката на автомобила
VIN	Vehicle Identification Number	[USA]	Идентификационен номер
VREF	Voltage Reference	[FORD]	Опорно напрежение 5 volt ECU
VSA	Vehicle Stability Assist	[HONDA]	
VSC	Vehicle Stability Control	[USA, TOYOTA]	
VSS	Vehicle Speed Sensor	[FORD]	Сензор за скоростта на автомобила
VTEC	Variable valve Timing and lift Electronic Control	[HONDA]	Електронна система за управление работата на клапаните
VTG	Variable Turbinen Geometrie	[AUDI/VW/KKK]	Регулируема геометрия на турбината
VVC	Variable Valve Control	[]	Променливо управление на клапаните
VVT-i	Variable Valve Timing -intelligent	[TOYOTA]	Интелегентна система за управление на работата на клапаните
WSS	Wheel Speed Sensor	[]	Сензор за скоростта на колелетата
4MATIC	4Wheel drive transmission control	[MERCEDES]	Управление на пълното задвижване

ГЛАВА I - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БЕНЗИНОВИ ДВИГАТЕЛИ

1. Общи сведения за електронни системи за управление на автомобилните двигатели.

1.1. Тенденции в развитието на автомобилното електрическо и електронно оборудване.

Съвременния автомобил се състои от четири основни агрегати: двигател с вътрешно горене (ДВГ), купе, шаси и ходова част. Тези агрегати се състоят от различни функционални системи, които обезпечават изпълнение на главната функция на автомобила - превозване на товари и пътници. За да бъде безопасна тази дейност, а за пътниците и комфортна, за да работят безотказно агрегатите, възлите, блоковете, системите, в автомобила широко се използват електротехнически и електронни устройства. В последните години в автомобилите значително нараства приложението на електрониката. Неотдавна микропроцесорните запалителни системи, електронните системи за управление на хидравличните спирачки, системите за впръскване на бензин, бордовата самодиагностика се считаха за последни постижения в областта на автомобилното апарато- и приборостроене. Сега те се отнасят към класическите системи и се монтират на почти всеки сериен автомобил.

Автомобилната електроника или автомобилните електронни системи са разпределени системи и според различните области в автомобилната индустрия могат да бъдат класифицирани на:

- Електронни системи за управление на двигателя;
- Електронни системи за управление на трансмисията;
- Електронни системи за управление на шасито;
- Пасивна безопасност;
- Помощ за водача - advanced driver-assistance system (ADAS);
- Комфорт за пътниците;
- Развлекателни системи;
- Електронни бордови интегрирани системи.

Според медията CNN Business един автомобил от 2020 г. има средно 50-150 интегрални схеми /ИС/.

Електронни системи за управление на двигателя. Една от най-взискателните електронни части на автомобила е блокът за управление на двигателя (ECU). Управлението на двигателя изисква управление в реално време, тъй като самият двигател е много бърза и сложна част от автомобила. От цялата електроника във всеки автомобил изчислителната мощност на блока за управление на двигателя е най-висока - обикновено това е 32-битов процесор. Един съвременен автомобил може да има до 100 ECU, а един товарен автомобил - до 40. ECU на двигателя управлява такива функции като:

- В дизелов двигател: скорост на впръскване на горивото; контрол на емисиите, контрол на NOx; регенериране на окислителния каталитичен конвертор; управление на турбокомпресора; управление на охладителната система; управление на дроселовата клапа.

- В бензинов двигател: Ламбда контрол; OBD (бордова диагностика); управление на охладителната система; управление на системата за запалване; контрол на смазочната система (само някои имат електронен контрол); уп-

равление на степента на впръскване на гориво; управление на дроселовата клапа.

Много повече параметри на двигателя се наблюдават и контролират активно в реално време. Съществуват около 20 до 50 ИС, които измерват налягането, температурата, дебита, скоростта на двигателя, нивото на кислород и NOx, както и други параметри в различни точки на двигателя. Всички тези сигнали от сензорите се изпращат до ECU, което разполага с логически схеми за извършване на действителния контрол. Изходът на ECU се свързва с различни изпълнителни механизми за дроселовата клапа, клапата EGR, зъбчатата рейка (при VGT), горивния инжектор (използвайки широчинно-импулсно модулиран сигнал), дозиращия инжектор и др. Общо има около 20 до 30 изпълнителни механизми.

Електронни системи за управление на трансмисията. Те управляват системата на трансмисията, най-вече превключването на предавките за подобър комфорт при превключване и за намаляване на прекъсването на въртящия момент. Автоматичните трансмисии използват контролни електронни модули за своето управление, а също и много полуавтоматични трансмисии, които имат напълно автоматичен съединител или полуавтоматичен съединител (само деблокиране на съединителя). Блокът за управление на двигателя и блокът за управление на трансмисията обменят съобщения, сигнали от сензори и управляващи сигнали за своята работа.

Електронни системи за управление на шасито. Системата на шасито има много подсистеми, които следят различни параметри и се управляват активно: ABS - антиблокираща спирачна система; ASR/TCS - система за регулиране на приплъзването / система за контрол на сцеплението; BAS - спирачен асистент; EBD - електронно разпределение на спирачното усилие; EDC - електронно управление на амортизаторите; EDS - електронен диференциал за хлъзгане; ESP - електронна програма за стабилност; ETS - Усъвършенствана система за сцепление; PA - помощ при паркиране.

Пасивна безопасност. Тези системи са винаги готови да действат, когато има опасност от сблъсък, или да го предотвратят, когато усетят опасна ситуация: въздушни възглавници; контрол на спускането по наклон; система за подпомагане на аварийното спиране.

Помощ за водача /ADAS/: Система за подпомагане на движението в лентата - Lane departure warning system (LDW); Система за подпомагане на скоростта - intelligent speed advice (ISA); Система за откриване на мъртвата зона - Blind spot monitor; Система за подпомагане на паркирането; Адаптивна система за круиз контрол - Adaptive cruise control (ACC); Система за подпомагане преди сблъсък - Collision avoidance system (pre-crash system).

Усъвършенствана система за подпомагане на водача (ADAS) е една от групите електронни технологии, които подпомагат водачите при шофиране и паркиране. Чрез безопасен интерфейс човек-машина ADAS повишава безопасността на автомобила и на пътя. ADAS използват автоматизирани технологии, като сензори и камери, за да откриват препятствия или грешки на водача наблизо и да реагират по подходящ начин. ADAS могат да позволят различни нива на автономно шофиране в зависимост от функциите, инсталирани в автомобила. Тъй като повечето пътнотранспортни произведения се дължат на човешка грешка, ADAS се разработват с цел автоматизиране, адаптиране и подобряване на технологията на автомобила за осигуряване на безопасност и по-добро управление. Доказано е, че ADAS намаляват броя на смъртните слу-

чаи по пътищата, като свеждат до минимум човешките грешки. Функциите за безопасност са предназначени за избягване на произшествия и сблъсъци, като предлагат технологии, които предупреждават водача за проблеми, прилагат предпазни мерки и при необходимост поемат контрола над автомобила. Адаптивните функции могат да автоматизират осветлението, да осигуряват адаптивен круиз контрол, да подпомагат избягването на сблъсъци, да включват сателитна навигация и предупреждения за пътната обстановка, да предупреждават водачите за възможни препятствия, да подпомагат напускането на лентата и центрирането в нея, да осигуряват навигационна помощ чрез смартфони и да предоставят други функции. Според изследователски доклад на Canalys от 2021 г. приблизително 33% от новите автомобили, продадени в САЩ, Европа, Япония и Китай, са имали функции ADAS. Фирмата също така прогнозира, че до 2030 г. петдесет процента от всички автомобили на пътя ще бъдат с функции ADAS.

Комфорт за пътниците: автоматичен климатроник; електронно регулиране на седалките с памет; автоматични чистачки; автоматични фарове - автоматично регулиране на светлините; автоматично охлаждане - регулиране на температурата.

Развлекателни системи: навигационна система; аудиосистема на автомобила; информационна система.

Електронни бордови интегрирани системи. Това са хибридни електронни блокове от ново поколение, които съчетават функционалностите на множество електронни блокове на главното устройство за информационно-развлекателни системи, усъвършенствани системи за подпомагане на водача (ADAS), инструментален клъстер, задна камера/асистент за паркиране, системи за околно виждане и др. Това спестява разходи за електроника, както и за механични/физически части, като например връзки между ECU и др. Освен това има по-централизирано управление, така че данните могат да се обменят безпроблемно между системите.

Разбира се, съществуват и предизвикателства. Като се има предвид сложността на тази хибридна система, е необходима много по-голяма строгост за валидиране на системата за надеждност, безопасност и сигурност. Например, ако приложението на информационно-развлекателната система, която може да работи с операционна система с отворен код Android, бъде хакнато, може да има възможност хакери да поемат контрола върху автомобила от разстояние и евентуално да злоупотребят с него за антисоциални дейности. Обикновено за виртуализиране и създаване на отделни зони на доверие и безопасност, които са имунизирани срещу взаимни повреди или нарушения, се използват хипервайзори с хардуерна и софтуерна поддръжка. В тази област се работи много и потенциално скоро ще има такива системи.

Паралелно се разработват по-ефективни компютърни технологии за обработка на информацията в бордовите електронни системи. Разработени са и вече се използват така наречените лингвистически функционални преобразователи, работещи с нечетно подмножество на лингвистични променливи, изразени с отделни думи или цели изрази на говорим (английски) или изкуствен (компютърен) език. При някои усложнения на логическите и изчислителни операции в микрокомпютрите това позволява да се повиши точността и скоростта на обработка на сигналите. Като следствие, значително се усложнява интерфейса и възниква необходимост от въвеждане на CAN-протокол в мултиплексната система.

На базата на електронната система за автоматично управление на двигателя и спирачките е разработена и се използва хидравличната система VDC/ESP/ за повишаване устойчивостта на автомобила на пътя в сложни условия на движение. Системата VDC работи на принципа на програмирано, според условията на движението, съвместно въздействие на въртящия момент на ДВГ (посредством системата ASR) и на анти-блокировъчната система ABS, която изключва поднасянето на автомобила при завой с голяма скорост или на хлъзгав път. Водача в този случай има ролята на активен наблюдател, контролиращ коригиращото поведение на автомобила.

Интензивно се водят научни изследвания за възможността за използването на електромагнитни клапани с електронно управление в газоразпределителния механизъм (ГРМ) на ДВГ.

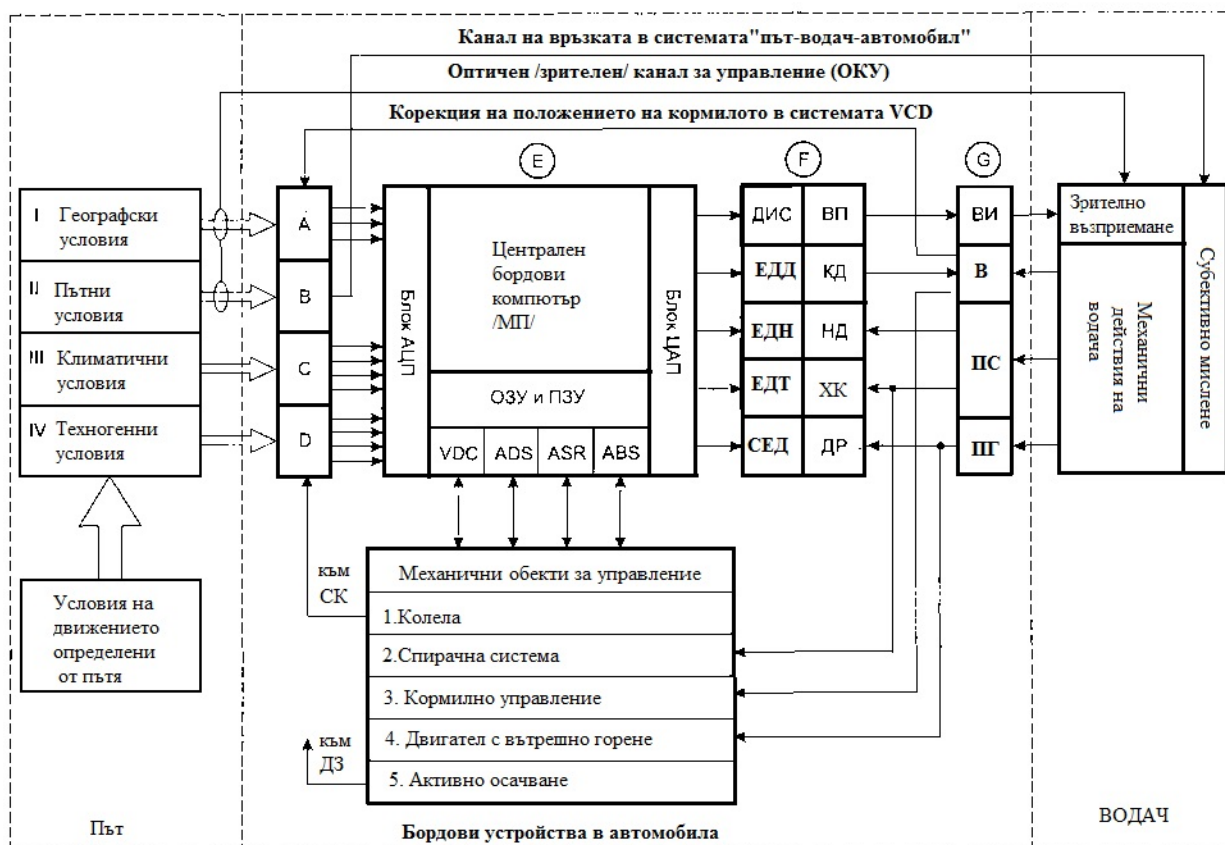
Наред с усъвършенстването на автомобилните бензинови ДВГ все повече се работи по създаването на екологически чисти двигатели за електромобили. Тенденцията е за замяна на градския автомобил с хибриден или електромобил, електронните системи за управление на който също се отнасят към съвременните иновации в областта на автомобилостроенето.

В съвременните условия на глобални изисквания към нови автомобилни електрически и електронни системи, които трябва да отговарят на международните стандарти OBD-II (САЩ) и EOBD-II (EU), самите стандарти продължават да се усъвършенстват.

Спецификата на изпълняваните функции на съвременните електронни системи в автомобила кардинално се отличават от класическите, чисто електронни системи, по широкото разнообразие на принципа на действие на вградените в тях подсистеми. В зависимост от решаваната задача в новата система в качеството на основни компоненти могат да влязат не само електрически и електронни възли и блокове, но и механични, хидравлични, оптични, ултразвукови и други устройства, имащи неелектрическа природа на функциониране. Тяхната роля в реализацията на зададената функция за управление е главна, макар че всички информационни процеси в системата се реализират на електронни блокове за управление (ЕБУ) или в едночипови микрокомпютри. Такива големи съставни комплекси за управление не могат да се отнесат нито към механичните, нито към електрическите, нито към чисто електронните, нито към други «чисти» по принцип на действие системи. В тази връзка новите хибридни електронни системи са получили още названието **автотронни** системи /от автомобилни електронни системи/.

Автотронната система, управлява неелектрически процеси чрез неелектрическа периферия на изхода, като самата тя се управлява от сигнали, имащи неелектрическа природа, които се формират от неелектрическа входна периферия. Например, при автотронната система VDC /ESP/ (управление на устойчивостта на движението на автомобила), функционалните взаимовръзки на която с водача и пътя са показани на фиг. 1.1, използва в качество на входна информация скоростта на движение, ъгъла на наклон на купето, разлика в честотата на въртене на колелата, ъгъл на завъртане на волана, атмосферните условия, а в някои варианти - налягане в гумите и състоянието на пътната настилка. Всичко това е неелектрическо по характер условие за движение на автомобила, което с помощта на входните неелектрически преобразуватели се преработва в неелектрически информационни сигнали: скорост на движение - в кръгова честота на въртене на колелата; ъглите на вертикално накланяне - в механическо преместване на инерционни елементи в жирокопа;

ъгъла на завъртане на волана - в движение (завъртане) на свето-модулиращ (кодиращ) диск - енкодер; налягането в гумите - в изкривяване на пружинираща мембрана и т. н.



Фиг. 1.1. Системата VDC - като съставна част на системата «път- водач- автомобил»

Описание на условните означения, показани на фиг. 1.1: **Географски условия:** наклон на пътя, спускания, изкачвания, завои, кръстовища, прелези. **Пътни условия:** тип на пътната настилка (чакъл, бетон, асфалт); асфалт сух, мокър, заледен; осветяване на пътя; плътност на транспортния поток. **Климатични условия:** атмосферни - температура, влажност, налягане; температура на асфалта. **Техногенни условия:** сцепление на колелата с пътя в зависимост от състоянието на протектора на гумите; скорост на въртене на колелата; скорост на занасяне; странично занасяне на автомобила, странично занасяне на колелата, странично ускорение. **A** - Блок сензори: ъгъл на завъртане на волана; ъгъл на завъртане на шасито на автомобила около вертикалната ос (жироскоп); странично ускорение. **B** - УРВ (управляващи реакции на водача), явяващи се реакция на субективното мислене на пътните условия на движението; проявяват се индивидуално в зависимост от физическото и психическото състояние на човека. **C** - Блок сензори: температура, налягане, влажност в атмосферата, температура на асфалта (по налягането в гумите). **D** - Блок сензори на колелетата (СК) ABS и изчислените в ECU на системата VDC неелектрически входни параметри - μ , p , α , β , δ , v . **E** - Централен бордови компютър (микропроцесор МП), в когото са интегрирани всички логически и изчислителни функции на четирите автоматични системи за управление VDC, ADS, ASR, ABS. Съдържа оперативна (ОЗУ) и постоянна (ПЗУ) памет, а така също входни аналогово-цифрови (АЦП) и изходни цифро-аналогови (ЦАП) преобразуватели. **F** - Блок крайни преобразуватели на електрически сигнали в неелектрически въздействия: а) ДИС/ВП - драйвери за информационната система на водача (ДИС) и визуален преобразувател (ВП) на електрическия сигнал в оптическо изображение; б) ЕДД/КД - електродвигател (ЕДД) и клапан (КД) за демпфиране на активното окачване (система ADS); в) ЕДН/НД - електродвигател (ЕДН) и помпа (НД) за високо налягане в системата VDC; г) ЕДТ/ХК - електродвигател (ЕДТ) и хидроклапани (ХК) на системата ABS; д) СЕД/ДК - стълков електродвигател (СЕД) и дросел-клапа (ДР) на системата ASR.

G - Блок органи за управление на водача: ВИ — визуални индикатори (стрелкови, електронни, дисплеи и др.); В - волан; ПС – педал на спирачката; ПГ- педал на акселератора /газта/.

Получените по такъв начин неелектрически информационни сигнали посредством входните сензори (фиг. 1.1, A, C, D) се преобразуват в електрически

сигнали: завъртането на енкодера на волана - в цифров електрически код; кръговата честота на въртене на колелата - в последователност на електрически импулси с изменяща се честота; преместването на инерционните елементи на жirosкопа и мембраната на сензора за налягане - в аналогови електрически сигнали, които по-нататък с помощта на аналогово-цифровия преобразувател (АЦП) се преобразуват в цифрови електрически сигнали, подходящи за подаване на входа на микропроцесора МП.

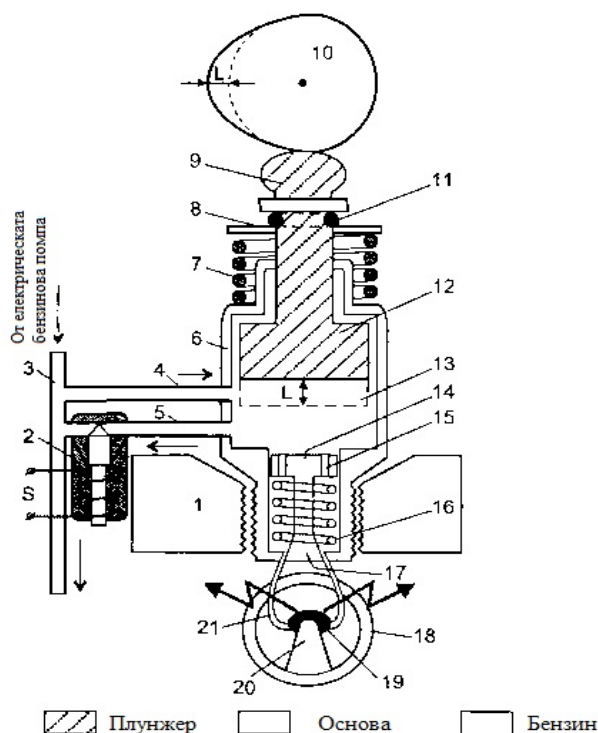
Микропроцесорът – това е централен орган за управление (мозък) на автомобилната електронна система. Неговата главна функция се заключава в преобразуване на електрическите информационни сигнали от условията на движение на автомобила, получени от входната периферия, в електрически сигнали за управление, носещи информация за интензивността и последователността на неелектрическите въздействия на неелектрическите органи за управление. Такава информация се формира в микропроцесора във вид на кодови последователности на електрически импулси, които са неподходящи за непосредствено управление на неелектрическите органи.

За съгласуване на енергийните нива без нарушение на информационното съдържание на изхода на микропроцесора се реализира обратно преобразуване на информационните сигнали от цифрова в аналогова форма. Тази функция се изпълнява от цифро-аналогови преобразуватели (ЦАП), които едновременно са и усилватели по мощност на аналоговите електрически сигнали.

За да се изпълни управляемото неелектрическо въздействие на неелектрическите органи за управление, след ЦАП се свързват крайни преобразуватели на електрически сигнали в механически или каквито и да е други неелектрически въздействия. Крайните преобразуватели (блок F на фиг. 1.1) се явяват изходни изпълнителни устройства на автотронната система, но не се явяват информационен край. За разлика от електронната система, автотронната система включва в своя състав и неелектрически обекти за управление, които се явяват и крайни потребители на информацията. Примерно към разглежданата система за управление на устойчивостта на движението на автомобила, крайните потребители на информация се явяват: система за подаване на гориво в двигателя 4, спирачната система 2 на автомобила и информационната система на водача с визуални индикатори (ВИ) и оптически (зрителен) канал за управление (ОКУ). Тези три системи представляват изходната изпълнителна периферия на автотронната система, която (периферия) под управлението на микропроцесора, при крайно ограничение (посредством корекция на положението на волана) на участието на водача, обезпечава най-оптимален режим за движение на автомобила в сложни пътни условия или в аварийна ситуация.

Друг пример – електронното управление на системата помпа-дюза, която се използва в системите за директно впръскване на бензин под голямо налягане, непосредствено в горивната камера за вътрешно смесообразуване. За първи път такива системи се монтират серийно в двигателите на автомобилите на TOYOTA след 2000 година, а след това в двигателите и на други производители, както при бензиновите, така и при дизеловите двигатели. Помпа-дюзата (фиг. 1.2) се явява хидро-механично устройство, което се привежда в действие от ексцентрика 10 на разпределителния вал на ДВГ, а се управлява от електронната система 5 за автотронно управление на впръскването (ECU) посредством бързодействащ електрохидравличен клапан 2. Помпа-дюзата се явява ярък пример на съставен компонент на автотронната система. Входни-

те неелектрически сигнали тук са: честота на въртене и ъглово положение на разпределителния вал; абсолютно налягане (разреждане) в изпускателния колектор; температура на двигателя и положение на педала на газа.



Фиг. 1.2. Помпа-дюза за система за впръскване на бензин.

1 - фрагмент на цилиндрия в зоната на горивната камера; 2 - магнитоелектрически хидроклапан; 3 - главен бензинопровод; 4 - подаващ бензинопровод; 5 - обратен бензинопровод; 6 - корпус на помпа-дюзата; 7 - възвратна пружина на плунжера; 8 - опорна основа на пружината на плунжера; 9 - изтласквач на плунжера; 10 - издатина на разпределителния вал; 11 - гнездо на опорната основа; 12 - бутало на плунжера; 13 - работна полоса на помпа-дюзата; 14 - хидромеханична дюза от закрит тип с високо налягане (100—150 бар); 15 - канал от кухнята на плунжерната помпа в кухнята на дюзата; 16 - възвратна пружина на затварящия клапан на дюзата; 17 - дисков затварящ клапан на дюзата; 18 - запалителна свещ (ЗС); 19 - централен електрод на ЗС; 20 - страничен електрод; 21 - конус (струя) на разпръснатия бензин; L - ход на плунжера.

Тези неелектрически величини с помощта на съответните сензори и АЦП се преобразуват в число-импулсна последователност на електрически сигнали и се подават на входа на микропроцесора на ЕСАУВ. В микропроцесора чрез математическа обработка на входните сигнали става формиране на последователност от управляващи импулси за електрохидравличния клапан на помпа-дюзата. В дадения случай ЦАП на изхода на микропроцесора не се използва, но управляващите импулси се усилват в усилвател на мощност и се подават на намотката на електромагнитния хидроклапан 2. Хидроклапанът представлява изходното изпълнително устройство на автотронната система. Въпреки това обект на управление се явява не хидроклапана, а точно отмерена по маса и разпределена във времето струя 21 на разпръснат бензин, постъпваща в обема на цилиндъра чрез дисковия затварящ клапан 17 на дюзата. Управлението на струята позволява да се получи така нареченото слойно впръскване на бензин, което се получава чрез строго дозирано подаване на гориво чрез отделни порции и в строго определено време. При това за един цикъл на впръскване на бензин се подава не плътна еднородна струя, както в обикновените дюзи с електронно управление, а няколко части, всяка от които образува «свой» коефициент на разместване с въздуха β . В обема на цилиндъра се образува слойна структура на гориво – въздушната смес с различна концентрация на компоненти. Преимуществото на директното слойно впръскване на бензин се състои в това, че в първия момент на възпламеняване в зоната на централния електрод 19 на запалителната свещ 18 има стохиометрична (нормална) ГВ смес с коефициент $\lambda = 1$, която лесно се възпламенява. По-нататък процеса на горене на бензина при значително количество на кислород ($\lambda = 2,0$) се поддържа за сметка на «факела», образуван в първия момент на възпламеняване. Такъв процес на горене на ГВ смес позволява до се получи значителна икономия (до 35%), понижение на изхвърляния в атмосферата на СО и въглеродороди СН, а така също да се увеличи изходната мощност на двигателя.

От разгледаните примери е очевидно, че автотронната система е съвкупност от различни по принцип на действия устройства, обединени в единен комплекс с цел изпълнение на исканата специфично функция на управлението, регулирането или текущия контрол на автомобила. Съвременните методи в автомобилостроенето свързани с комплексно решение на задачата за автоматичен контрол, управление и регулиране водят до това, че повечето нови автомобилни системи за бордова автоматика са електронни, входните въздействия за които имат неелектрически характер по отношение на режима на работа, условия на движението, пътните ситуации и други фактори, а изходните потребители на информация (обекти на управление) - неелектрически възли, блокове, устройства, газообразни и течни среди, имащи място в автомобила, и самия водач. Това са принципните отличия на автотронните системи от чисто електронните и електрическите.

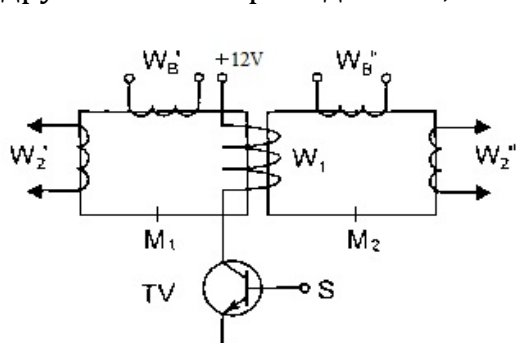
Обсъждайки тенденциите и перспективите за развитие на автомобилните бордови устройства, следва да се отбележи, че традиционно най-интензивно се усъвършенстват възли, агрегати и схеми на класическото електрооборудване. В бордовата мрежа на автомобила вече се използва второ работно напрежение от 42V. Това е свързано с необходимостта за повишаване на захранващото напрежение за новите енергоемки потребители, като силовите електромагнитни хидроклапани, електромагнитните соленоиди на силовите изпълнителни устройства, мощните електродвигатели, силовите електронни комутатори, мултиплексното електрозадвижване и т. н. Ясно е, че при повишаване на напрежението съответно се понижава тока във веригата, което води към по-надеждна и икономична работа. Но непосредственото преминаване към новото напрежение, както в миналото е станало при прехода от 6 на 12V, за сега е нерационално. Причината за това е произведените 12-волтови устройства в огромни серии, технологическата наситеност на производството и, главно, поради това че всички експлоатирани в момента автомобили са оборудвани с 12-волтови устройства (лампи, електродвигатели, електронно и микрокомпютърно оборудване, аудио-, радио- и видео апаратура, бордовата самодиагностика и т. н.).

Единната стратегия за преминаване на автомобилното електрозахранване към по-високо напрежение липсва засега. Предполага се, че за известен период от време на автомобилите ще има две напрежения: 12 волта - за класическото електрооборудване и 42 волта - за новите мощни потребители. Такъв подход широко се използва на многотонните товарни автомобили, където мощните електропотребители са 24-волтови, а осветлението - 12 волтово. Още по-ярък пример са електромобилите. При тях главната захранваща акумулаторна батерия, управляваща контролера и задвижващия електродвигател работи на напрежение от 120...800 V и е съединена вътрешно с отделни вериги. При това бордовото напрежение остава 12-волтово.

От изложените примери е ясно, че функционалното многообразие на бордовите електрически устройства неизбежно води към необходимост от използване на автомобила на няколко първични източници на електроенергия с различни работни напрежения. При това не е изключено, употребата и на променливо синусоидално напрежение за специални потребители.

Водят се така също разработки по създаването на универсална електрическа машина, така наречения «стартер-генератор», която може да изпълнява две функции: пускане на ДВГ и подаването на електроенергия в бордовата мрежа след пускане на ДВГ.

Съвременната микропроцесорна система за запалване с нисковолтово многоканално разпределение на енергия по свещите се явява най-съвършеното решение на проблемите с принудителното електроискрово възпламеняване на ГВ смес в цилиндрите на ДВГ. Но и това не е предела на достиженията. Вече са изпитани лазерни запалителни свещи, които работят непосредствено с електронната схема на управлението без допълнителен енергоизточник. Това позволява значително да се повиши надеждността и КПД на запалителната система, а така също да се избави от високочестотните електроискрови смущения на другите възли и блокове на бордовата електроника. Електронната схема за управление може да се базира на магнитен модулатор, работещ с феромагнитен магнитопровод с насищане. Схема на такъв модулатор е показана на фиг. 1.3, основен елемент в който е високоволтовия трансформатор с насищане на магнитопровода. Ако магнитопровода на трансформатора премине в режим на насищане, то неговия коефициент на трансформация рязко пада и енергията от първичната намотка към вторичната не се трансформира. Изходния трансформатор имат два изолирани един от друг магнитопровода – M_1 , и M_2 , обхванати от общата първична намотка W .



Фиг. 1.3. Магнитен модулатор в запалителната система.

Всеки магнитопровод има отделна намотка за управление (W_B' и W_B'') и отделна двуизводна вторична намотка (W_2' и W_2'').

Когато по управляващата намотка W_B' протича ток, достатъчен за насищането на магнитопровода M_1 и намотката W_B'' е обезточена, то високото напрежение ще се индуцира само във вторичната намотка W_2'' . Ако се обезточи управляващата намотка W_B' и се пропусне ток на насищане по намотката W_B'' , то ще се насити магнитопровода M_2 и високо

напрежение ще се трансформира само в намотка W_2' . Системата за запалване с трансформатор с насищане притежава висока надеждност, малки габарити и тегло.

В заключение следва да се каже, че не всички известни разработки на автомобилни системи са излезли от стадия на експерименталните изследвания. Те се използват основно във фирмените модели на спортни и концептуални автомобили. Но, както и преди, почти всички иновации, изпитани на копцепт-карите, рано или късно започват да се използват в серийните автомобили.

Такива са тенденциите в развитието на автомобилната техника и в частност на системите в бордовото електрическо и електронно оборудване.

1.2. Функции на електронното управление на бензинови двигатели- определяне на количеството гориво, управление на сигнала на ламбда сондата, управление на ъгъла на изпреварване. Режим на работа на системите за управление на двигателя.

1.2.1. Необходимост от електронно управление на автомобилните двигатели.

Електронната система за автоматично управление на двигателя (ЕСАУД) се състои от сензори за постоянен контрол за неговите параметри и параметрите на окръжаващата среда, електронния блок за управление (ECU) на основата на микропроцесор и изпълнителни устройства, с помощта на които ECU управлява двигателя по заложената в неговата памет програма и в съответст-

вие с информацията от сензорите.

Електронното управление е необходимо за удовлетворяване на високите изисквания за екологичност, горивна икономичност, експлоатационни характеристики, удобство на обслужването и диагностиката, предявявани към съвременните автомобилни двигатели от законодателите и потребителите.

1.2.2. Намаляване на замърсяването на околната среда.

В изходните газове се съдържат остатъци от въгледовородното гориво (СН), въглероден окис (СО), въглероден двуокис (СО₂), азотен окис NO_x, азот (N) и кислород (O₂). Съдържанието на въгледоводороди се измерва в милионна част от обема (ppm). Нормално работещия двигател изгаря в цилиндрите практически всичкото гориво. Допустимото съдържание на СН трябва да бъде по-малко 50 ppm. Бензина е канцерогенен.

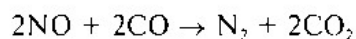
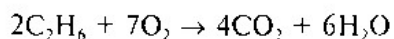
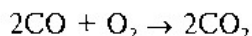
Въглеродния окис е неустойчиво химическо съединение, леко встъпващо в реакция с кислорода, в резултат на който се образува въглероден двуокис СО₂. СО е отровен газ, встъпва в дробовите на човека в реакция с кислорода, предизвиква силно отравяне (възможен е летален изход). Нивото на СО в изходните газове се измерва в проценти и не трябва да превишава 0,5%. Въглеродния двуокис СО₂ се получава в резултат на съединението на въглерода в горивото с кислорода от въздуха. Допустимото съдържание е 12... 15%. Високите стойности свидетелстват за добре работещ двигател. Низкото ниво на СО₂ говори за това, че горивовъздушната смес (ГВ-смес) е богата или бедна. Повишената концентрация на СО₂ в атмосферата обаче допринася за развитието на парников ефект. Кислорода във въздуха е 21% и голяма част встъпва в реакция с горивото. Нивото на кислород в изходните газове трябва да бъде ниско – по-малко от 0,5%. В горивната камера на двигателя се образуват група азотни окиси, обозначени като NO_x. Окисът на азота NO е безцветен газ без вкус и мирис. Азотния двуокис NO₂ – ръждиво-кафяв газ с кисел мирис, слабо токсичен. Окисите на азота NO_x се образуват горивната камера при температура по-голяма от 1370 °С (2500 °F) или при голямо налягане. При реакция на азотните окиси с въглеводорода СН в атмосферата под въздействие на слънчевите лъчи се образува фотохимичен смог, вреден за дихателните органи.

1.2.3. Екология на бензиновите двигатели.

На работата на бензиновия двигател силно влияе съотношението между масата на въздуха и горивото. В идеалния случай при пълно изгаряне на 1 кг (1 л) бензин в 14,7 кг (10 м³) въздух се образуват нетоксични вещества - вода и въглероден двуокис. Съотношението между масата на въздуха и горивото, равно на 14,7:1 се нарича стехиометрично. Качеството на ГВ смес се определя от коефициента на излишен въздух λ, който е равен на отношението на действителния състав на ГВ смеси към стехиометричния състав. Пълното изгаряне на горивото в цилиндрите на ДВГ е при λ = 1. Но поради различни причини даже при стехиометричен състав на ГВ смес горенето протича непълно и се образуват токсични вещества. Изгарянето на богата ГВ смес (λ < 1) води към появата на допълнително количество на СО, Н₂ и СН. Бедните ГВ смеси (λ = 1) изгарят с образуване на NO_x и водят към пропуски в запалването.

1.2.4. Каталитичен газонейтрализатор.

В каталитичния газонейтрализатор произтичат химически реакции, които намаляват концентрацията на токсичните вещества в изходните газове:



В съвременните газонеутрализатори в качеството на катализатори на химическите реакции се използват благородни метали, например платина. За нормална експлоатация на катализатора е необходимо да се поддържа стехиометричен състав на ГВ смес с висока точност – по-малко от 1%. В противен случай катализаторът постепенно деградира. Такава точност на дозиране без електронно управление е недостижима. В изправния катализатор до 90% от токсичните вещества се преработват в нетоксични.

1.2.5. Ъгъл на изпреварване на запалването.

Неоптималните стойности на ъгъла на изпреварване на запалването водят към увеличаване на концентрацията на СН и NO_x в изходните газове. Точното задание на ъгъла на изпреварване за всички режими на работа на двигателя е възможно само с помощта на електронна система за управление.

1.2.6. Екология на дизеловите двигатели.

В дизелите горивото се впръсква непосредствено в цилиндрите и се запалва от загряването на свиващия се въздух. В дизелите λ винаги е по-голямо от единица. При оптималните стойности $\lambda = 1,1 \dots 1,2$ в изходните газове се съдържат минимално количество сажди, СН и СО. На дизелите работят двукомпонентни окислителни катализатори, преобразуващи СН и СО в СО₂ и Н₂О. Употребата на трикомпонентен катализатор е в процес на внедряване, като се имат в предвид изискванията на стандарта EURO6. На процеса на горене на горивото силно влияе точността на синхронизация на впръскването. Например, грешката от началото на впръскването с 1 градус от оборота на колянвия вал води към увеличение на съдържанието на изходните газове NO_x с 5% и СН с 15%. За намаляване на концентрацията на NO_x на дизелите, както и на бензиновите двигатели, се прилага система за рецикулация на изходните газове.

1.2.7. Намаляване разхода на гориво.

Икономията на гориво в двигателите с електронно управление се постига за сметка на по-точното дозиране при всички режими на работа и спирането на подаване на гориво, когато това е допустимо, например, при спускане. Обедняването на ГВ смес с цел икономия на гориво води към необходимост за увеличаване на ъгъла на предварение на запалването, тъй като бедната смес гори по-бавно, но при това нарастват отделяните токсични изходни газове. Управлението на ъгъла на предварение на запалването се осъществява от електрониката чрез компромис между количеството на използваното гориво и съдържанието на токсични вещества в изходните газове по сложен алгоритъм.

1.2.8. Диагностика.

ЕСU във фонов режим постоянно контролира изправността на включените към компютъра сензори и изпълнителни механизми, а така също изправността на системата, дефектирането на която води към увеличение на замърсяването на околната среда (катализатор, горивна система и т. н.).

1.3. Функции на електронните системи за управление на автомобилни двигатели.

1.3.1. Определяне на необходимото количество гориво.

Масата на подаваното в двигателя гориво F_M е свързана с масата на въздуха A_M и необходимия коефициент λ със съотношението:

$$F_M = \frac{A_M}{\lambda_{14,7}}$$

Масата на въздуха може да се изрази чрез неговия обем A_V и плътност A_D .

$A_M = A_V \cdot A_D$. Плътността на въздуха A_D се определя по неговото налягане и температурата му в изходния колектор с помощта на съответните сензори. Най-просто обема на въздуха A_{VRPM} се определя по оборотите на двигателя в минута N :

$$A_{VRPM} = \frac{N}{60} \cdot \frac{D}{2} \cdot V_E$$

където D – обем на двигателя, V_E - коефициент на използвания обем, зависещ от оборотите.

Ако в двигателя имаме рециркулация на изходните газове, техния обем A_{VEGR} така също се отчита:

$$A_V = A_{VRPM} - A_{VEGR}$$

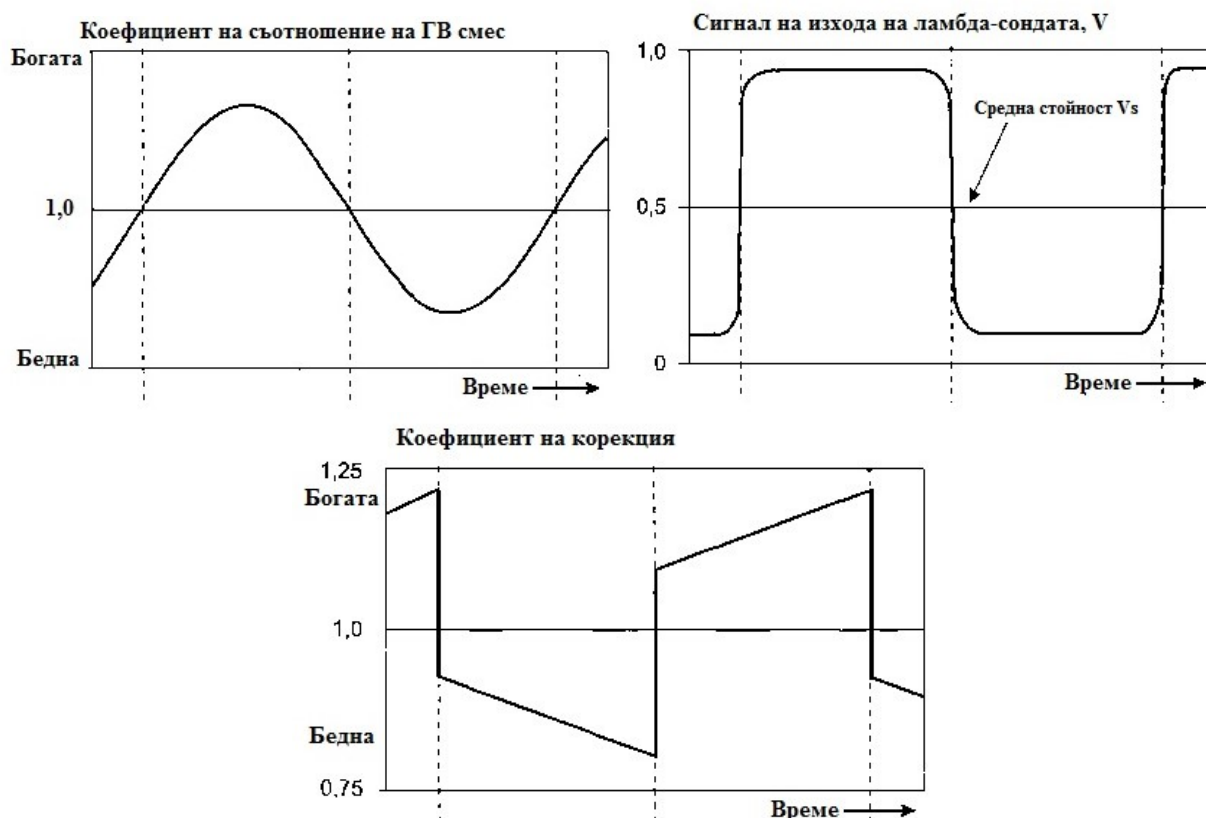
Обема на A_{VEGR} зависи от положението на клапана на системата за рециркулация на изходните газове. В сензорите за разход на въздух с измервателна клапа по отклонението на клапата се определя непосредствено обема на въздуха A_V . Обема на изходните газове A_{VEGR} не се отчита, ако те се подават към горивната камера. За определяне плътността на въздуха в изходния колектор се поставят сензори за налягане и температура.

В съвременните системи за управление на двигателите се поставят, като правило, сензори за масовия разход на въздух. За определяне на необходимата маса на гориво F_M , контролерът при предварително известна производителност на дюзата изчислява базови стойности за времето и за работа. За това масата на подаваното чрез дюзата гориво да зависи само от продължителността на нейното включване, в рамката на дюзата се поддържа постоянно налягане от специален регулатор. Базовите стойности на продължителността за включване на дюзите контролера коригира в зависимост от режима на работа на двигателя. Така се реализира компенсация на изменението на електромеханическите характеристики на дюзите при вариация на напрежението на бордовата мрежа, корекция от сигнала на ламбда-сондата, обогатяването на горивната смес при студен двигател и т. н. В двигателите с разпределен впръскване в зависимост от сложността и съвършенството на системата за управление подаването на гориво става по следния начин: Всички дюзи се включват едновременно един път за един оборот на колянвия вал; Дюзите се включват по групи, например по двойки за 4-цилиндров двигател, един път за 4 такта. Групите се управляват поотделно; Дюзите се управляват независимо, т. е. подаването на гориво на съответния такт на впръскване на ГВ смес във всеки цилиндър се регулира индивидуално.

1.3.2. Управление по сигнал от кислородния сензор /ламбда сонда/.

Сигналът от ламбда сондата постъпва в ECU на двигателя, където се сравнява с опорното напрежение $V_s = 0,45$ V. Това напрежение се намира по средата между нивата на сигналите за обеднена и обогатена ГВ смес за циркониева ламбда сонда. Когато сигнала от ламбда сондата превиши опорното ниво, програмата в ECU на двигателя определя работната ГВ смес като обогатена и ECU започва постепенно да намалява продължителността на импулсите за включване на дюзите. Сензорът реагира на изменението на състава на

гориво-въздушната смес с някакво времезакъснение. Колкото повече ламбда сондата индицира за обогатяване на ГВ смес, толкова повече се намалява продължителността на импулса за отпушване на дюзите и толкова по-бедна става ГВ смес. В резултат на това изходния сигнал от кислородния сензор преминава на ниво по-ниско от опорното и ECU фиксира вече обеднен състав на сместа.



Фиг. 1.4. Сигнали в системата за стабилизация на стехиометричния състав на ГВ смес.

По-нататък започва постепенно увеличение на продължителността на импулса за впръскване на дюзите и обогатяването на ГВ смес ще продължи до тогава, докато ламбда сондата отново не се превключи. По такъв начин, състава на ГВ смес постоянно се колебае между обеднена и обогатена даже при работа с изправна ламбда сонда при постоянно натоварване на двигателя (фиг. 1.4). В дадения случай говорим за релейна стабилизация при колебанията по цикъл. Честотата на превключване на сигнала от сондата (обеднена смес - обогатена смеси) се определя по формулата: $f = \frac{1}{4 \cdot t_L}$, където t_L - време за което горивото изминава пътя от впръскващата дюза, през входния колектор, цилиндъра и изходния колектор до ламбда-сондата.

За повечето двигатели при работа на празен ход честотата е в диапазона 0,5...2,0 Hz. При новите ДВГ - до 10 Hz.

Трябва да се отбележи, че дадената релейна система за стабилизация на стехиометричния състав на ГВ смес е с точност от 1...5%. Катализаторът има някакъв работен обем и за изходните газове изпълнява функцията на ресийвър, демпфиращ колебанията в състава на отработените газове. По такъв начин, в катализатора продуктите от горенето се смесват и усреднения им състав става близък към състава на продуктите от изгарянето на стехиометричната ГВ смес. Това способства за по-ефективната работа на газонеутрализатора и количеството на токсичните вещества на неговия изход стават минимални. Трябва да се отбележи, че от задръжката при сработване на системата за управление състава на ГВ смес от сигнала на ламбда сондата няма необходи-

мото бързодействие. В следствие на инерцията може да се увеличи отделянето на токсични вещества с изходните газове при работа на двигателя в преходен режим. На практика контролерът за управление подаването на гориво използва не само сигнала от ламбда сондата, но и калибровъчни диаграми «обороти - натоварване», съхранени в паметта му.

1.3.3. Управление на ъгъла на предвारेие на запалването.

Правилното определяне на текущото значение на ъгъла на предвारेие на запалването оптимизира въртящия момент на вала на двигателя, минимизира съдържанието на токсични вещества в изходните газове, намалява разхода, подобрява динамичните характеристики, изключва детонациите. Базовите стойности за определяне на предвारेието в зависимост от натоварването и оборотите на двигателя са заложи в по-стоянната памет на контролера. Те са получени по време на експерименталните изследвания на разработвания двигател на стендов динамометър. Базовите стойности се коригират в зависимост от режима на работа на двигателя: пускане, ускорение, включени системи за рециркулация на изходните газове и т. н. В някои системи, изменяйки ъгъла на предвारेие се стабилизируют оборотите на празен ход и се регулируют оборотите на двигателя при превключване на скоростите в автоматичните скоростни кутии.

В съвременните запалителни системи първичния ток на запалителната бобина се регулира чрез времето и за включване към захранващото напрежение. ECU определя продължителността на интервала за включване по калибровъчни диаграми, съхранени в постоянната памет и в зависимост от оборотите на двигателя и напрежението на бордовата мрежа изпълняват корекцията. Работата на ключа (комутатора) на запалването се синхронизира така, че необходимата стойност на тока на първичната намотка на бобината се достига непосредствено пред момента на искрообразуването.

Стойността на ъгъла на предвारेие, обезпечаващ най-ефективна работа на двигателя, е близък до крайния, при който възникват детонации. При отчитане на детонации от сензора за детонации ъгъла на предвारेие съответно се намалява. В съвременните системи за управление ъгъла на предвारेие се регулира разделно за цилиндрите.

1.4. Режими на работа на системата за управление на двигателя.

1.4.1. Пускане на студен двигател.

Двигателят при завъртане от стартера трябва бързо да стартира при каквато и да е температура на охладителната система и външната среда. При стартирането се подава излишно гориво (богата ГВ смес), т. к. тя слабо се изпарява при студен двигател и кондензира на стените на изпускателния колектор. Но все пак не трябва да се допусне зацапване на запалителните свещи. По време на пускането ECU управлява подаването на гориво по калибровъчните диаграми, запомнени в ROM паметта и коригира състава на ГВ смес по температурата на охлаждащата течност. Ламбда-сондата по това време още не работи, тъй като не е загрята до работната си температура, а ГВ смес е преобогатена. Количеството на подаваното гориво започва да намалява след достигането на скорост на въртене на колянвия вал на праговата стойност за дадения тип двигател. В някои системи за управление при стартиране на ДВГ всичките дюзи се отпушват едновременно и след пусковия процес започват да работят синхронно с такта на впръскване на своите цилиндри.

Ъгъла на предвारेие на запалването при стартиране се определя от ECU

по оборотите и температурата на двигателя. При студен двигател и ниска скорост на въртене ъгъла на предварение е почти равен на нула. В повечето случаи при стартиране на ДВС стойността на ъгъла на предварението се ограничава, тъй като запалването в горивната камера в горна мъртва точка може да превърти колянвия вал в наобратно и да се повреди стартера.

1.4.2. Развъртане и загряване на двигателя.

Веднага след стартирането на студения ДВГ по време на неговото загряване системата за управление е длъжна да обезпечи: устойчива работа на двигателя; бързо нагряван на кислородния сензор и катализатора за достигането им на работно състояние; минимално потребление на гориво и замърсяване на околната среда. За устойчива работа на студения двигател в него се подава обогатена ГВ смес. Степента на обогатяване зависи от температурите на двигателя и на входния въздух. В някои системи по време на загряването в катализатора се подава допълнителен въздух. Образуваните в цилиндриите допълнителни СО и СН (поради обогатената ГВ смес) се доокисляват в катализатора. Химическата реакция на окисление ускорява достигането на работна температура. В друг вариант по времето на загряване на двигателя се увеличават оборотите на празен ход и се намалява ъгъла на предварение, при което се повишава температурата на изходните газове и се ускорява подгръването на катализатора и ламбда-сондата.

Допълнително може да се използва и електрическо подгръване на ламбда-сондата и катализатора.

1.4.3. Работа в преходни режими.

В преходните режими, тоест при бързо увеличение или намаляване на натоварването или оборотите на ДВГ, системата за управление е длъжна да обезпечи плавна и устойчива работа на двигателя.

При ускорение на автомобила дросел-клапата рязко се отваря, в входния колектор постъпва голямо количество въздух. Системата за управление е длъжна бързо да отреагира, така че не само да не допусне обедняване на работната смес, но и да успее да я обогати така, че двигателя адекватно да реагира на нарасналото натоварване. При това не трябва видимо да се увеличи замърсяването на околната среда с изходни газове. За обезпечение на максимален въртящ момент на двигателя ъгъла на предварението достига границата на детонационното горене.

При спиране, спускане на нанадолнище, движение в режим на „двигателна спирачка“ подаването на гориво рязко се ограничава или напълно се изключва до тогава, докато оборотите на двигателя остават по-големи от зададената стойност (малко по-големи от тези при празен ход). Системата за управление на двигателя следи за това, че при изключване на подаването на гориво да не изстинат и не преминат в неработно състояние ламбда-сондата и катализатора. Обикновено това се реализира чрез допълнителното електроподгръване.

1.4.4. Пълно натоварване.

При работа на автомобила под пълно натоварване например в планината, двигателя трябва да развива максималната си мощност. ECU управлява състава на ГВ смес и предварението по калибровъчни таблици. Двигателят има най-добри тягови характеристики при $\lambda = 0,9...0,95$ и в този диапазон ламбда сондата не работи. Предварението има стойност, обезпечаваща максимален въртящ момент на вала, при необходимост се прави корекция по де-

тонациите. Екологическите показатели на двигателя се подобряват.

1.4.5. Работа на празен ход.

В режим на работа при празен ход системата за управление на двигателя с цел икономия на гориво поддържа минимални устойчиви обороти. В градския цикъл на движение при празен ход автомобила потребява около 30% от горивото. Системата за регулиране на празния ход е длъжна да отработва както скокообразното, така и плавно изменящото се натоварване.

Оборотите на двигателя на празен ход автоматически се регулират чрез изменението на количеството подаван въздух или от ъгъла на предварение.

Въздухът в режим на празен ход обикновено се подава чрез байпасен канал, сечението на когото се регулира със стъпков двигател по команди от ECU. Има варианти, когато количеството на подавания въздух се регулира автоматично с управление на дросел-клапата. Недостатък на системата за управление при празен ход чрез изменение сечението на въздушния канал се явява нейната инерционалност, особено при рязко изменение на натоварването. Повисоко бързодействие има система, работеща с изменение на предварението в зададени предели. В съвременните ECU за управление на оборотите при празен ход се използват и двата варианта за управление.

За да не спре двигателя, работещ при празен ход при включване на мощен товар (например, компресора на климатика), отначало от превключвателя на товара на ECU постъпва сигнал за предстоящото увеличение на натоварването, след който ECU увеличава оборотите на двигателя и чак след това става включването на товара.

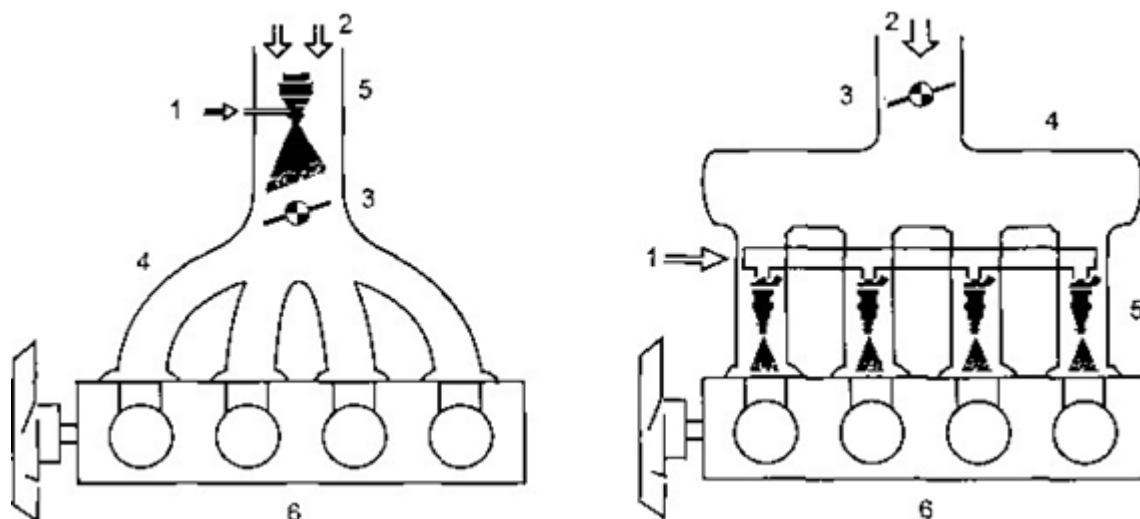
1.5. Електронни системи за подаване на горивото – класификация, карбуратори с електронно управление, системи с централно впръскване, системи с разпределено впръскване, системи за директно впръскване.

Работата на системата за подаване на гориво в цилиндриите на двигателя се заключава във формиране на състава на ГВ смес, нейното дозиране, транспортиране и разпределение по цилиндриите. Водача управлява оборотите на двигателя посредством дросел-клапата, която дозира количеството на постъпващия в цилиндриите въздух. Системата за управление измерва обема или масата на въздуха и по резултатите от измерването формира най-оптималния състав ГВ смес.

1.6. Класификация на системите.

Системите за подаване на гориво са едноточкови (карбуратор или централно впръскване, фиг. 4.1, а) и многоточкови (разпределено впръскване, фиг. 4.1, б). В системите с едноточково подаване на гориво формирането на ГВ смес произтича близо до дроселната клапа. Транспортирането и разпределението на сместа по цилиндриите се възлага на конструкцията на входния колектор. Удовлетворителната работа на такава система във всички работни режими се постига много трудно.

В многоточковите системи подаването на гориво и външното смесообразуване произтича в непосредствена близост на всмукателните клапани. Горивото по-добре се изпарява, минимизира се влиянието на конструкцията на входния колектор на равномерността на разпределение на сместа по цилиндриите, по тръбите на входния колектора се транспортира само въздух.



Фиг. 1.5. Тръби на входния колектор: а — за централно впръскване; б — за разпределено впръскване; 1 — гориво, 2 — въздух, 3 — дросел-клапа, 4 — изпускателен колектор, 5 — дюза, 6 — двигател.

Към момента са създадени много разновидности на системи за впръскване на гориво. Обобщената им класификация е представена във вид на граф “и-или-дърво” (фиг.1.6.). Впръскването непосредствено /директно/ в горивната камера е най-съвременния начин за впръскване на горивото при съвременните дизелови и бензинови ДВГ (фиг.1.6). Налягането при бензиновите двигатели в началото на впръскване достига 20-40 kg/cm². Първата серийна система за впръскване на бензин (1954 г., “Мерцедес-Бенц 300SL”) е именно от този тип. Последващи системи от този тип са системата на “Kugel Fischer” и системата GDI на фирмата «Мицубиши». След 2000 г. отначало VAG групата, а след това и останалите производители, минават на система с директно впръскване при разработка на нови бензинови двигатели.

Към преимуществата на системата с непосредствено впръскване може да



Фиг. 1.6. Класификация на системите за впръскване на ДВГ.

се отнесе възможността да се разслои горивото в горивната камера, в резултат на което в района на електрода на свещта може да се образува обогатена смес. Това позволява да се осъществи запалването на по-обеднена смес, т.е. да се работи в по-икономичен режим. Друго преимущество се явява по-малката чувствителност на двигателя към температурния

режим. Това се дължи на факта, че когато впръскването става във всмукателния тръбопровод при ниски температури е възможна кондензация на гориво на стените на тръбопровода. При непосредствено впръскване това не е възможно. Въпреки това непосредственото впръскване има и недостатъци. Преди всичко, това е сложността в конструкцията и технологията. Конструкторите трябва да разработят главите на цилиндрите, в които трябва да се поберат

всмукателните и изпускателни клапани, запалителната свещ и горивната дюза, което представлява много сложна задача. В много неблагоприятни условия работят дюзите, които в същото време трябва да обезпечат високо налягане на впръсканото гориво. На този етап тези затруднения са преодоляни, както по отношение на бензиновите, така и при дизеловите двигатели, като стремежа е да се работи с все по-високи налягания и да се намалява кубатурата при една и съща изходна мощност.

Впръскването във всмукателния колектор (граф 1.2) се дели на точково /централно/ и разпределено. Граф 2.1 – точково или централно впръскване във всмукателния колектор. Впръскващата електромагнитна дюза е разположена пред дросел-клапата, практически на мястото на жигльора на карбуратора. Системата за централно впръскване има почти всички преимущества на системите за разпределено впръскване. Те са получили разпространение в автомобилите от малък и среден клас, което е свързано, преди всичко, с относително по-ниската цена на тези системи. Немаловажно е и това, че при тях лесно се адаптират разработените карбураторни двигатели почти без конструктивни промени или технологически изменения в производството. Недостатък на системата с централно впръскване са сходни с недостатъците при карбураторите – това е нееднородното разпределение на сместа по цилиндри и нейната кондензация в изходния колектор.

Към системите с централно впръскване се отнасят системата на фирма «Бош» „Mono-Jetronic“ (монтират се на автомобилите «Фолксваген Голф», „Фолксваген Пасат“, „Фиат Панда“, „Пежо-106“ и други), системата ECI на фирма «Мицубиши» и др. Съществуват така също системи, обединяващи електронни устройства за смесобразуване и запалване – система „Motronic“, като системата „Mono-Jetronic“ е включена в системата „Mono-Motronic“. Монтира се на „Ауди“, „Фолксваген Пасат“ и др. Разпределеното впръскване (граф 2.2) се дели на непрекъснато и периодично. Граф 3.1 – разпределено или много-точково непрекъснато впръскване. Горивото се подава на дюзите индивидуално към всеки цилиндър на двигателя в зоната на всмукателния клапан. При това горивото се подава непрекъснато, като се изменя само неговото количество в зависимост от натоварването на двигателя. Многоточковото впръскване позволява да се избегнем от недостатъците на карбуратора и централното впръскването – нееднородното разпределение на сместа по цилиндрите.

Система с разпределено непрекъснато впръскване е и механичната система „K-Jetronic“, на фирма «Бош» от 1973 г. Буквата „K“ – от немското „Kontinuerlich“ – непрекъснато. Прилага се в автомобилите „Ауди-100“, „BMW-318i“, „Форд-Ескорт“, „Форд-Сиера“, „Мерседес-Бенц-230“ и др. от началото на 90-те години. Съществува така също и системата „KE-Jetronic“ – с електронен блок за управление (буквата „E“ от думата „Elektronik“). Прилага се в автомобилите „Ауди-90“, „Форд-Гранада“, „Мерседес-Бенц-190“.

Последният граф в нашата класификация – 3.2 – периодично или импулсно разпределено впръскване. Тук горивото се подава импулсно, на порции в течение на времето, когато са отпушени електромагнитните или пиезо-електричните дюзи, управляеми от електронен блок. Тези системи са посъвършени, отколкото системите с непрекъснато впръскване, като по-точно се управлява процеса на смесобразуване.

Първата система с импулсно разпределено впръскване е била системата „D-Jetronic“. В тази система товарния режим на работа на двигателя се определя по налягането в всмукателния колектор. Оттука буквата D в обозначени-

ето – от немското “Druck” - налягане. В 1974 година се появява системата “L-Jetronic”, в която количеството на постъпващия в двигателя въздух се определя по-точно – по ъгъла на отклонение на заслон или лопатка на сензора за въздушния поток. Буквата L в обозначението е от немското “Luft” - въздух. Най-точния метод на измерване е използван в системите “LH-Jetronic” (1984 г.) и “LH-Motronic” (1987 г.). Буквата H – от немското Heiss - горещ. Действително, в термоанемометрите (сензора) на системата се използва тънък (70 μm) платинов проводник, нагрят до 1000 С и повече. Потока на пропускания въздух охлажда проводника, като по изменението на неговото електрическо съпротивление се определя и количеството на пропускания въздух. Преимуществото е пряко измерване на масата, а не обема на въздуха, което позволява да се откажем от корекция на температурата и плътността на въздуха или надморската височина. Съществува така също и системата “LE-Jetronic” - с усъвършенстван електронен блок за управление и системата “Motronic”, в която с различни допълнения се използват системите «L» и “LE-Jetronic”. Системата “L-Jetronic” се е използвала в автомобилите «Алфа-Ромео-75», в различни години за «BMW-318i» и други модели, “Форд-Сиера 2.0” и други.

Така също съществуват и други системи за импулсно впръскване – PGM-FI на фирмата “Хонда”, системата «Renix» на фирмата “Рено”, системата “Digifant” на фирма “Фолксваген”.

В следващите въпроси ще бъдат разгледани по-подробно устройството и работата на системата за впръскване “M-Jetronic”, “KE” и “L-Jetronic”, други системи за импулсно впръскване, а така също дизелната система за впръскване “Common-Rail”.

1.7. Карбуратор с електронно управление.

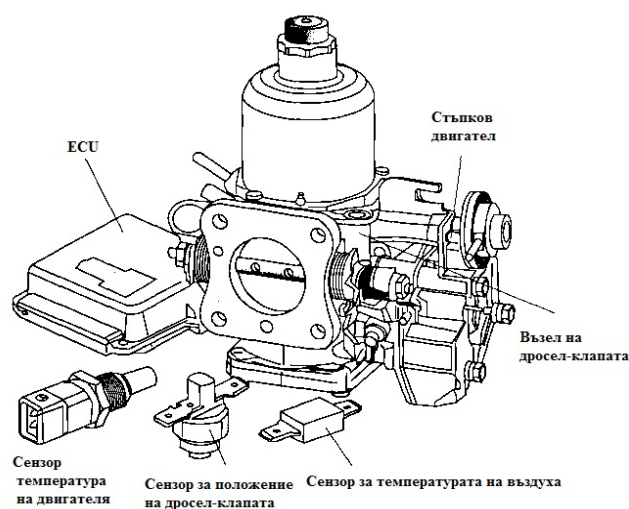
При използването на прост поплавков карбуратор, колкото повече въздух постъпва в цилиндриите, толкова повече гориво постъпва за образуване на ГВ смес. Основен недостатък на такава система за смесообразуване – нелинейната връзка между масата на постъпващия в двигателя въздух и количеството разпрасено гориво, т.е. не се поддържа стехиометрически състав на ГВ

смес при различни обороти на двигателя. За компенсация на този недостатък се налага да се въведе в конструкцията на карбуратора електронното управление. Такъв карбуратор се нарича електронен.

Електронния карбуратор позволява по-качествено да се реализират следните функции:

- стабилизации на оборотите на празен ход. Оборотите на ДВГ на празен ход се поддържат постоянни на достатъчно ниско ниво с цел икономия на гориво и намаление на токсичността на изходните газове.

При това двигателя не трябва да прекъсва. Регулирането се извършва чрез стъпков двигател. Оборотите на празен ход могат да се изменят по сигнал от автоматичната скоростна кутия, от релето на кли-



Фиг. 1.7 Основни компоненти на карбуратора с електронно управление, използван на някои модели на автомобилите на фирма Rover.

матика и от други сигнали за увеличение на натоварването;

- Загряване на двигателя. При загряване на двигателя оборотите на празен ход се поддържат увеличени до постъпване на съответния сигнал от сензора за температурата на охлаждащата течност;

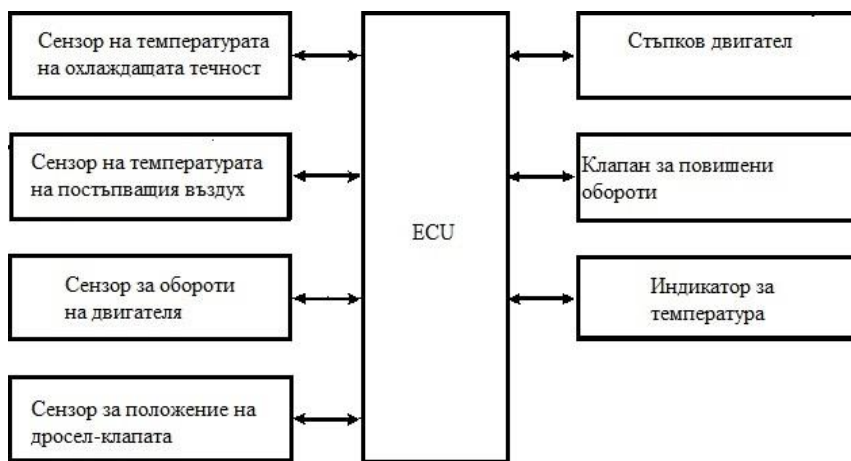
- Обогаляване на ГВ смес при загряване. Използва се въртяща се въздушна клапа или друг вид клапан за обогатяване на сместа в зависимост от режима на работа на двигателя и температурата на околната среда;

- Изключване на подаването на гориво при големи обороти на двигателя. За изключването се използва затварящ електроклапан, който сработва, когато температурата на двигателя е над установената стойност или оборотите на двигателя са по-големи от допустимите при отпускане на педала на газта (случай на принудителен празен ход).

- Изменението на състава (качеството) та ГВ смес се осъществява с механични средства и не се поддава на електронно управление.

На фиг. 1.8 е показана блок-схема на системата за управление на карбуратора. Както винаги, в системата за управление влизат набор от необходимите сензори, устройство за обработка на информацията, изпълнителни механизми. В тази система оборотите на двигателя се определят от честотата на импулсния сигнал, постъпващ от отрицателната клемма на първичната намотка на бобината, както и в много други системи.

Сензора за температурата на охлаждащата течност (термистор) е разположен в ризата на водното охлаждане на двигателя, този сензор се използва и в системата за управление на запалването. Температурата на въздуха се определя от термистор, разположен под предната броня или зад фара. В по-



Фиг.1.8. Блок-схема на системата за управление на електронен карбуратор.

монтиран на всмукателния колектор. Сензора за затворено положение на дросел-клапата е поместен под педала на акселератора и сработва, когато педала е отпуснат, т. е. дросел-клапата е затворена. Основен изпълнителен механизъм в електронния карбуратор е стъпков

електродвигател. Стъпковия двигател изменя положението на дросел-клапата в съответствие с командите, които се формират от ECU с отчитане режима на работа на двигателя, температурата на охлаждащата течност и на постъпващия въздух. Когато оборотите на двигателя превишат допустимата стойност, ECU с помощта на електроклапана уравновесява налягането в поплавковата и смесителната камера и подаването на гориво се прекратява. ECU подава така също сигнал на таблото в прибора за показване температурата на двигателя, който е монтиран на таблото на водача. Електронното управление на карбураторите се оказало неефективно в сравнение със системите за впръскване на гориво, като са намерили широко приложение в съвременните автомобили.

1.8. Системи с централно впръскване на гориво.

В тези системи се използва една или две дюзи, монтирани във входния въздушен тръбопровод пред дросел-клапата (фиг.1.9). Електрическата бензинова помпа постоянно подкачва гориво през дюзата 2. Регулатора на налягане на горивото 1 поддържа налягане на горивото на постоянна стойност от 0,71 бара. Горивото се подава през вход 7 и излишното гориво се отвежда обратно в резервоара по възвратната линия 3. По команда от ECU дюзата се включва обикновено един път за два оборота на колянвия вал. Соплото на дюзата е конструирано така, че пулвезираното гориво да премине между стените на тръбопровода и края на дросел-клапата. На празен ход ГВ смес се подава във изходния колектор чрез байпасния канал 5, сечението на който се регулира от стъпковия двигател 4.

1.9. Система с разпределено впръскване на гориво.

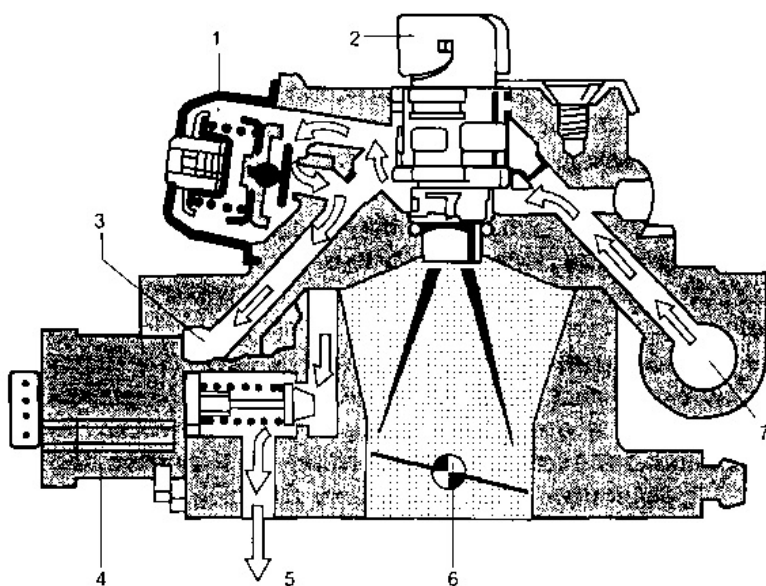
Горивото се подава близо до изпускателните клапани на всеки цилиндър с помощта на механична или електромеханична дюза. Преимуществовата на разпределено-то впръскване в сравнение с централното са:

- икономия на гориво за сметка на по-доброто и равномерното му разпределение по цилиндрите. В системите с централно впръскване, подаването на гориво се регулира за всеки цилиндър, получаващ най-бедна смес, в резултат сумарното потребление на гориво нараства;

- в системите с разпределено впръскване има възможност за оптими-

зиране на конструкцията на смукателния колектор за подаване на максимално количество въздух, в резултат на това от двигателя се получава по-голяма мощност;

- за сметка на подаване на горивото непосредствено в зоната на изпускателните клапани се намалява транспортното времезакъснение, двигателя по-бързо реагира на изменението на положението на дросел-клапата;



Фиг.1.9. Дюза на система с централно впръскване.

- за сметка на съкратеното транспортно времезакъснение в системата за стабилизация на стехиометричния състав на горивовъздушната смес от сигнала с ламбда-сондата се повишава честотата на превключване «бедна смес - богата смес». Това подобрява работата на катализатора, намалява се съдържанието на токсичните вещества в изходните газове.

В системите с разпределено постоянно впръскване, например K-Jetronic на фирмата Bosch, количеството на подавания въздух непрекъснато се измерва от расходомер, а масата на впръскваното гориво е пропорционална на обема на постъпващия въздух. Системата поддържа стехиометрично съотношение 1:14,7 в ГВ смес, освен при преходните режими и работата на двигателя при пълно натоварване. Горивото се впръсква постоянно, неговото количест-

во се регулира от дозатора-раз-пределителя, управляван от разходомера на въздуха и регулатора на управляващо налягане. На свой ред въздействие на регулатора на управляващото налягане влияе големината на постъпващото към него разреждане в изпускателния колектор и тем-пературата на охлаждащата течност. В тази чисто механическа система се използват сензори за температура на основата на биметални пластини. Сензорите управляват работата на дозатор-разпределителя чрез система от диафрагми и тръби.

В системите с разпределено постоянно впръскване с електронно управление, например в KE-Jetronic, се използват повече сензори, информацията от които се обработва в микропроцесорно ECU. Управляващото налягане в дозатор-разпределителя се мени от електрохидравличен регулатор от ECU. Поради електронното управление по добре се оптимизира дозирането на горивото.

Най-съвършени на съвременния етап се явяват системите с прекъснато разпределено впръскване на гориво. В тях налягането на горивото постъпващо към дюзите се поддържа постоянно по отношение на смукателния колектор. Количеството подавано гориво се регулира чрез времето за включване на електромагнитните или пиезо-електрически дюзи, управляеми непосредствено от ECU, като се постига високо бързодействие и точност на дозирането. Необходимите части от съвременните системи за подаване на гориво с прекъснато впръскване се явяват: сензор за масовия разход на въздуха (масметър, дебитомер), обикновено термоанемометричен; система за дозиране на гориво: електрическа бензинова помпа, горивен филтър, горивна рампа за дюзите, електромагнитни дюзи, регулатор на налягането на горивото.

Бензиновата помпа подава гориво в рампата под налягане от 250...350 кРа. Регулаторът на налягане поддържа постоянен нисък пад на налягане между магистралния горивопровод и нагнетяващата магистрална рампа, излишното гориво се връща в резервоара. Соленоидите на дюзите се управляват от силови транзистори в ECU. В някои системи има допълнителна пускова дюза, която се монтира след дросел-клапата и се включва при студено пускане на двигателя. Кислородния сензор, сигнала на който се използва от ECU за работа в затворен режим за стабилизация на стехиометрическия състав на горивовъздушната смес.

1.10. Система за електроискрово запалване.

Предназначението на системата за запалване – запалване на ГВ смес в горивната камера на двигателя в нужния момент от време. Искровия разряд трябва да има енергия, достатъчна за възпламеняване на сместа във всички работни режими, в противен случай става пропуск в запалването като неизгорялото гориво може да повреди сензора за кислорода и катализатора, нараства токсичността на изходните газове и разхода на гориво.

Процеса на горене на работната смес в цилиндъра продължава около 2 ms и завършва с образуването на силно нагрят газобразна работна среда. Необходимо е максимума на налягане на нагретите газове в цилиндъра да е непосредствено след горна мъртва точка на буталото. Двигателят работи на различни обороти, следователно, е необходимо да се установи ъгъла на предварение в зависимост от оборотите, така че пика на налягането в цилиндрите да е при исканото ъглово положение на колянвия вал. Стойността на ъгъла на предварението влияе на икономичността на двигателя, токсичност на изходните газове, развиваната мощност.

Електронната система за запалване съдържа следните основни компо-

ненти: елемент натрупващ енергия (най-често индуктивен), устройство за синхронизация на момента на запалване (електронен микроконтролер), разпределител, запалителни свещи и високоволтни проводници. В електронните запалителни системи напрежението на свещите превишава 30 kV. Енергията за осъществяване на искровия разряд се натрупва в магнитното поле на запалителната бобина. Нейната първична намотка периодично се включва към напрежението на бордовата мрежа на автомобила, и когато ток достигне определена стойност, намотката се изключва, а натрупаната енергия се трансформира във вторичната повишаваща намотка в запалителната бобина, във веригата на която чрез високоволтовия разпределител се включват електроискровите запалителни свещи. Високоволтовия разряд в искровата междина на свещта се явява интензивен източник на топлинна енергия, която се изразходва за възпламеняване на ГВ - смес, сгъстена в горивната камера. Разряда на натрупаната енергия се осъществява контактно (от механичен прекъсвач) или безконтактно (от транзисторен комутатор). Редуването на искрите по свещите се синхронизира с такта на работа на двигателя с помощта на разпределителя. В качеството на сензор за ъгловото положение на вала на механичния разпределител се използва индукционен сензор или сензор с ефекта на Хол. В ранните електронни запалителни системи регулирането на ъгъла на предварение по натоварването и оборотите на двигателя се осъществява с помощта на вакуумен и центробежен регулатор. В съвременните системи синхронизацията и разпределението на високоволтовите импулси става в разпределителя, а корекцията на ъгъла на предварение - по оборотите и натоварването на двигателя се изпълнява програмно в ECU спрямо сигналите от сензорите за разреждане в всмукателния колектор, положението на дросел-клапата, температурата на охлаждащата течност.

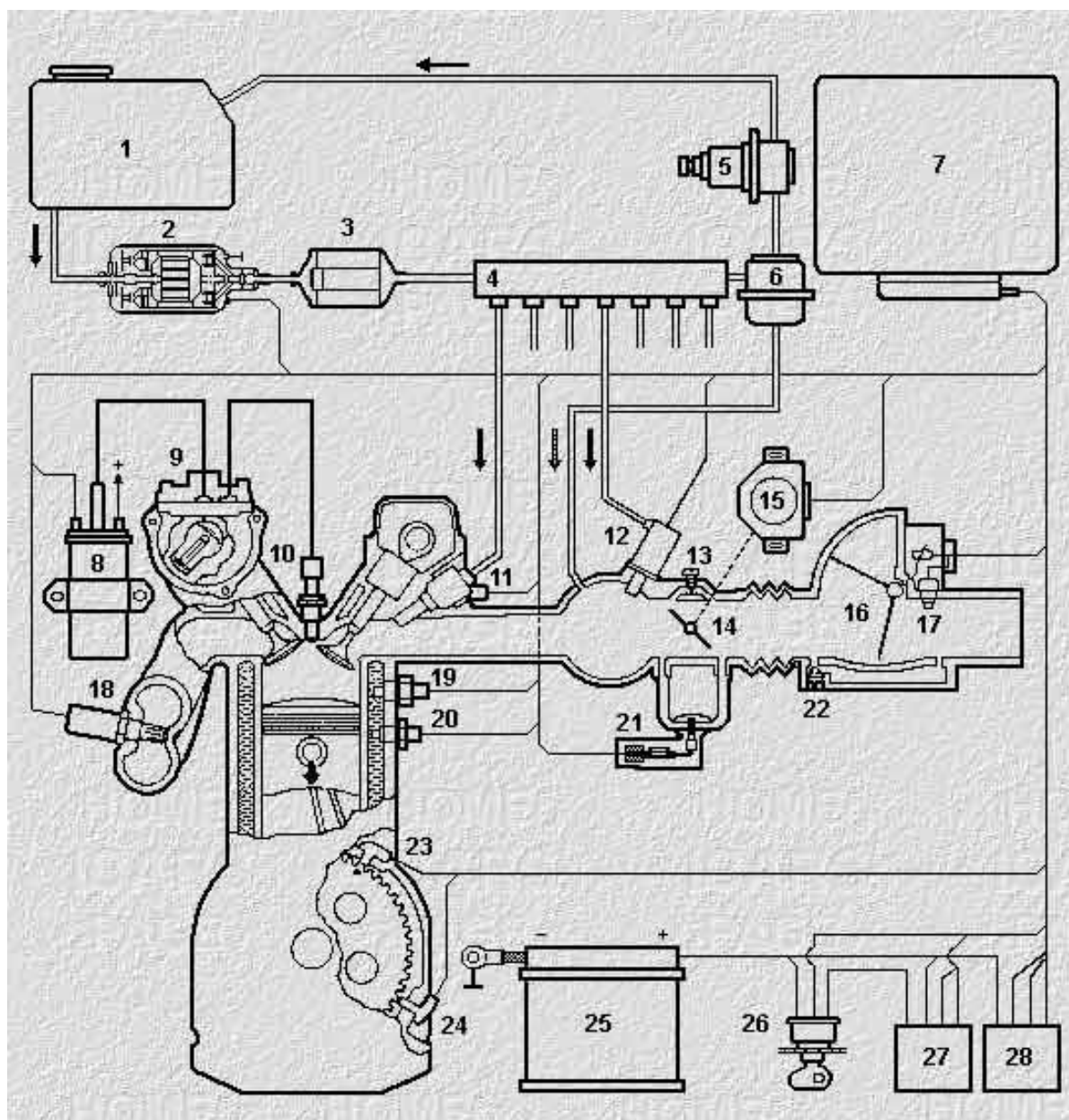
В съвременните многоканални електронни системи за запалване разпределителя не се използва. Синхронизацията и генерацията на искри става в електронни вериги под управлението на програма в ECU. Например, в системата за запалване с излишна искра двуизводната вторична намотка на запалителната бобина е свързана със запалителните свещи на два цилиндъра, работните процеси в които са по фаза на 360°. Тогава в 4-цилиндров двигател може да се използва блок от две двуизводни бобини, в 6-цилиндровия — блок от три такива бобини, при това потребността от високоволтов разпределител отпада. Електронната система за управление на ъгъла на предварението значително е по-точна от механическата. За управление на предварението се използва калибровъчна диаграма (тримерна характеристика на запалването — ТХЗ), която се пази в паметта на ECU. Корекцията на предварението се регулира автоматично при изменение на оборотите и натоварването на двигателя. На скъпите автомобили се използват най-съвършените многоканални системи за запалване с отделни бобини за всеки цилиндър. Има и запалителни системи с натрупване на енергия в електрическото поле на кондензатор, който след това се разрежда през повишаващ трансформатор и запалителните свещи. Използват се при високооборотни ДВГ.

1.11. Комплексни системи за управление на двигатели.

Тенденциите за развитие на автомобилната електроника са такива, че специализираните но използвани системи за управление на буталните бензинови и дизелови двигатели, такива като запалителни системи, система за впръскване на гориво, система за пускане при студен двигател, система за

стабилизация на оборотите при празен ход, системата за рециркуляция и неутрализация на изходните газове и т.н., не се разработват вече като самостоятелни системи.

Техните функции се интегрират в единна комплексна електронна система за автоматично управление на двигателя. Като пример на фиг. 1.10е показана схема на съвременна система за управление на двигателя с прекъснато и разпределено по цилиндрите впръскане на гориво (Motronic M5, Bosch).



фиг. 1.10 Схема на съвременна система за управление на двигателя с прекъснато и разпределено по цилиндрите впръскане на гориво (Motronic M5, Bosch).

1. Топливен резервоар; 2. Горивна помпа; 3. Горивен филтър; 4. Акумулатор на гориво; 5. Топливен демпфер; 6. Регулатор за налягане; 7. ECU; 8. Запалителна бобина; 9. Разпределител; 10. Запалителна свещ; 11. Инжектор; 12. Пускова дюза; 13. Регулатор съставна сместа; 14. Дросел-клапа; 15. Сензор на дросел-клапата; 16. Разходомер на въздуха; 17. Термосензор на въздуха; 18. Ламбда-сонда (O₂); 19. Термореле; 20. Термосензор на ох.течност; 21. Регулатор; 22. Винт за регулиране; 23. Сензор ГМТ; 24. Сензор на положението на кол.вал; 25. Акумулаторна батерия; 26. Ключ за стартиране; 27. Управляващо реле; 28. Реле на бенз. помпа.

Следва да се отбележи, че и комплексните системи на свой ред влизат като съставна част в по-общата бордова система за управление, реализирана с използването на съвременна компютърна технология и включваща в своя

състав наравно с предишните, така също и съвършено нетрадиционни за автомобила бордови подсистеми. Агрегатите и системите на едва такава обобщена система, а така също процеса на движение на автомобила се намират под контрол, регулиране и управление на единен бордови компютър с повишена производителност - фиг.1.11.

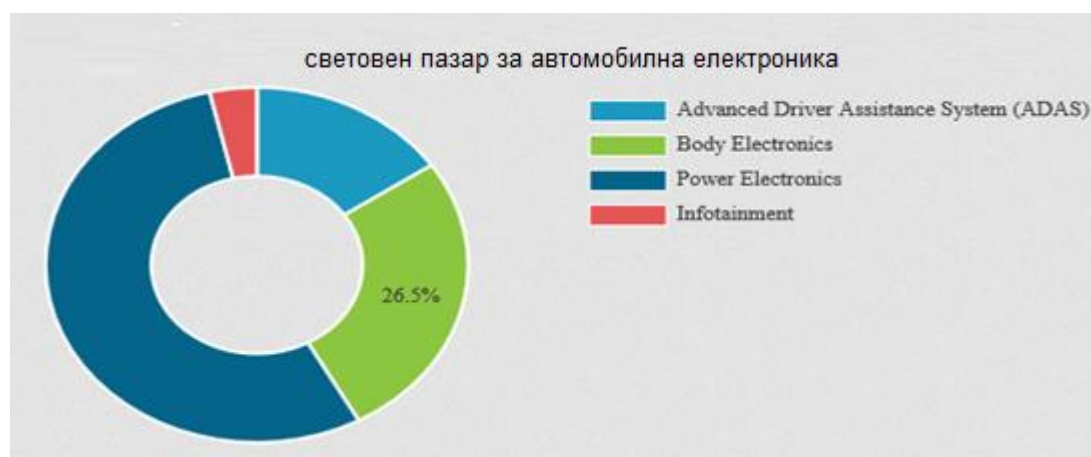


Фиг. 1.11. Еволюция на ECU на системата Motronic.

Като цяло частта на цената на автомобилната електроника непрекъснато и плавно нараства през последните години и достига до повече от 35 %, като в бъдеще се очаква да се запази тази тенденция, с оглед на масовото навлизане на хибридните и чисто електрическите автомобили на пазара - фиг.1.12.



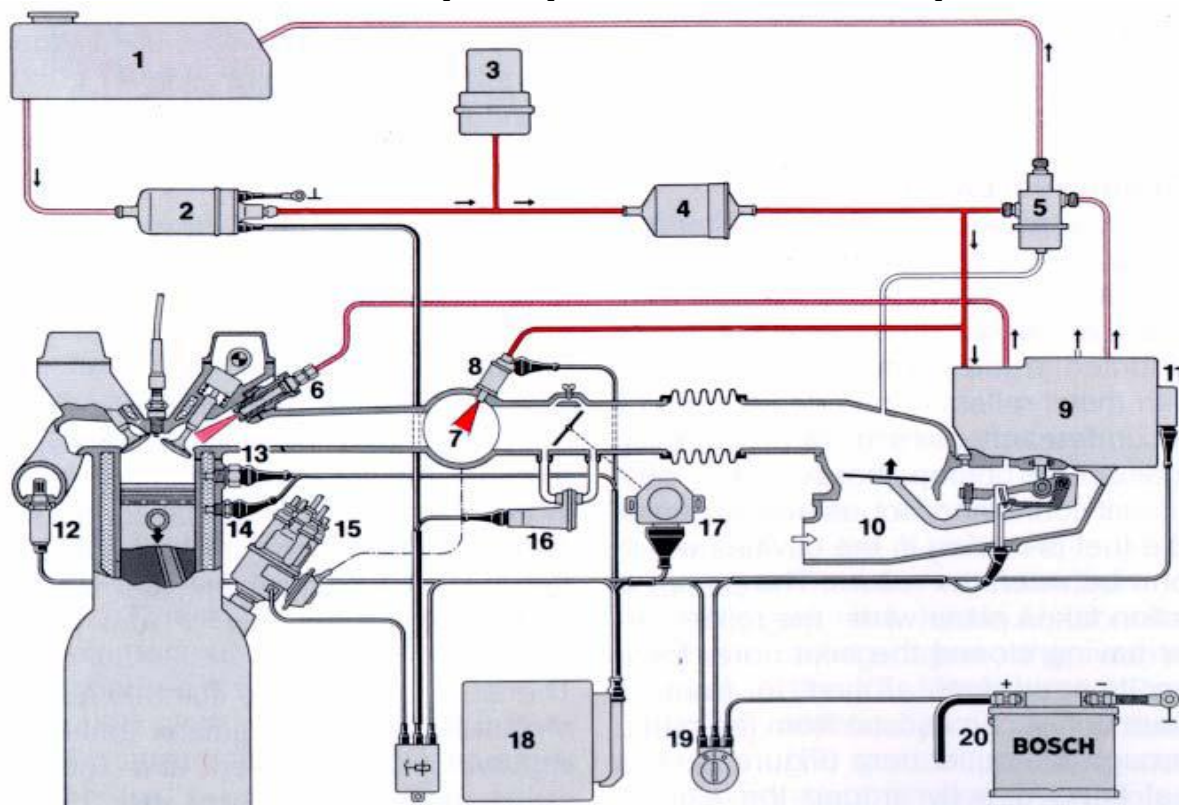
Фиг. 1.12. Изменение на частта от цената и оборот на автоелектрониката.



Фиг. 1.12. Процентно разпределение на отделните електронни системи в съвременните автомобили.

2. Система за впръскване на гориво KE-Jetronic

Системата KE-Jetronic (1985–1993), както и K-Jetronic (1973–1994), е многоточкова система за хидромеханично впръскване на горивото. Изградена е с централно електронно устройство (ECU), което подобрява гъвкавостта на системата и контролира допълнителните функции, които се изпълняват от нея. Допълнителните възли, които се използват в системата, са: сензор за количеството на въздуха, засмукан от двигателя; устройство за електрохидравлично налягане (УЕН), което въздейства на налягането, необходимо за подготовката на горивната смес; регулатор на налягането, който поддържа постоянно налягане в системата и при спиране на двигателя затваря системата.



Фиг. 2.1. Схема на системата KE-Jetronic с регулиране на обогатяването на горивната смес
1 – резервоар за гориво; 2 – електрическа горивна помпа; 3 – акумулатор на гориво; 4 – горивен филтър; 5 – регулатор на захранващото налягане; 6 – дюзи; 7 – смукателен колектор; 8 – дюза за пускане на студен двигател; 9 – дозатор-разпределител; 10 – дебитомер на въздуха; 11 – електрохидравлично устройство; 12 – сонда за контрол на обогатяването на сместа; 13 – топлинно реле за време; 14 – сензор за температура на двигателя; 15 – прекъсвач-разпределител; 16 – управление на допълнителния въздух; 17 – контакт за състоянието на дроселната клапа; 18 – електронно управляващо устройство; 19 – контактен ключ; 20 – акумулаторна батерия

Схемата на KE-Jetronic с нейните основно възли е показана на фиг. 2.1 в дебитомера тя подава сигнал чрез буталото за дозиране на горивото и то отваря тесните процепи в цилиндъра за управление. По този начин се изпълнява основната функция на системата, т.е. определя се необходимото количество гориво в зависимост от обема на въздуха, засмукан от двигателя. Сравнена с K-Jetronic, системата отчита и други показатели, свързани с работата на двигателя, чрез допълнителни датчици. Техните сигнали се обработват от ECU и то подава необходимата команда към УЕН. Последното оптимизира дебита на впръсканото гориво в зависимост от различните режими на работа на двигателя. Системата може да прекрати работата си и при катастрофа.

2.1. Предимства на системата KE-Jetronic

Намален разход на гориво. Известно е, че каналите в смукателния колектор са с различна дължина и горивната смес, която постъпва в цилиндрите на двигателя, не е еднаква. В случая, както и при системата K-Jetronic, този недостатък е премахнат, тъй като пред всеки смукателен клапан е разположена дюза. При впръскване на горивото се пулверизира и се смесва интензивно със засмукания въздух. По този начин се осигурява не само прецизно дозиране на горивото за всеки цилиндър, но се избягва и кондензирането му в смукателния колектор при студен двигател. През колектора преминава само въздухът, необходим за образуване на горивната смес. Системата дава възможност и за намаляване на разхода на гориво при първоначално пускане на двигателя, при ускоряването на автомобила, при пълното натоварване на двигателя и при работата му на спиране (принудителен празен ход).

Адаптиране към условията на работа на двигателя. Обогащаването на горивната смес или подаване на по-голямо количество гориво е необходимо в следните случаи: първоначално пускане на студен двигател; повторно пускане на двигателя; ускоряване на двигателя; работа при пълно натоварване. Чрез ECU системата може да коригира количеството на подаваното гориво. Датчиците, които отчитат температурата на двигателя, положението на дроселната клапа (сигнал за натоварване) и хода на плоската сонда в дебитомера, могат да определят приблизително изменението на мощността на двигателя във функция от времето. В зависимост от получените сигнали ECU въздейства на УЕН за обогащаване или обедняване на горивната смес. Системата реагира много бързо на всякакви изменения в честотата на въртене на колянния вал, като увеличава въртящия момент на двигателя и спомага за ускоряването му. В други случаи, като частично натоварване, пътуване със средна скорост и при плавното ускоряване на двигателя, системата допринася и за намаляване на разхода на гориво. При използване на двигателя в спиращ режим системата може да прекрати подаването на гориво. Тази възможност също влияе върху разхода на гориво, като намалява токсичността на отработените газове.

Намаляване на токсичността на отработилите газове. Токсичността на отработилите газове се намалява само при пълно изгаряне на горивната смес в цилиндрите на двигателя, което може да се извърши при прецизното дозиране на горивото, подавано към смукателните клапани. Системата осигурява минимална токсичност на отработилите газове, тъй като оптимизира подаването или обогащаването на горивото при различните режими на работа на двигателя. Освен това контролът на обогащаването на сместа от λ -сондата и наличието на катализатор осигуряват следващото намаляване на токсичните съставки в отработилите газове.

Повишаване на специфичната мощност. Описаните по-горе възможности на системата независимо от намаляването на специфичния разход на гориво спомагат за повишаване на мощността на двигателя и неговото ускоряване. Това се постига чрез прецизното дозиране на необходимото количество гориво при различните режими на работа на двигателя.

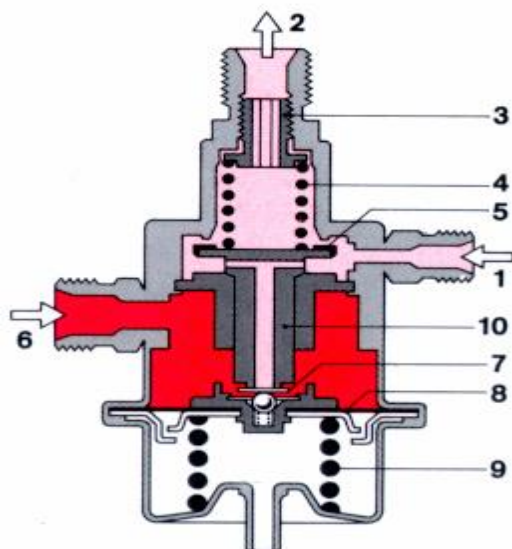
2.1.1. Захранване с гориво

Към веригата за захранване с гориво се включват следните съоръжения: резервоар; електрическа горивна помпа; акумулатор на горивото; филтър; регулатор на налягането; дюзи; тръбопровод.

Почти всички съоръжения са еднакви с тези, които бяха подробно изяс-

нени в 1. Изключение прави само регулаторът на налягането, показан на фиг. 2.2. От фигурата се вижда, че горивото постъпва през левия отвор 6 в тялото на регулатора. Десният отвор 1 е свързан с дозатор-разпределителя и през него се връща излишното количество гориво. Отворът 1 е свързан директно с резервоара.

Когато горивната помпа започне да работи и налягането на горивото се



Фиг.2.2. Регулатор на налягането в системата

1 – връщане на гориво от дозатор-разпределителя; 2 – връзка с резервоара за гориво; 3 – регулиращ винт; 4 – пружина; 5 – уплътнител; 6 – вход за горивото; 7 – седло на клапана; 8 – мембрана; 9 – регулираща пружина; 10 – тяло на подвижния клапан.

повиши, мембраната 8 се измества надолу. От действието на пружината 4 подвижният клапан 10 се отваря. При всички колебания в налягането подвижният клапан следи хода на мембраната. Ходът на клапана 10 е ограничен и когато той се опре към упора в резервоара, може да се върне излишното гориво. Количеството на излишното гориво в дозатор-разпределителя се определя от количеството на горивото, което преминава през УЕН, и от обема, определен от изместването на буталото за управление. При спиране на двигателя се изключва захранващото напрежение и на горивната помпа. Когато налягането в системата започне да се понижава, мембраната се повдига от силата на пружината 9. Подвижният клапан 10 затваря достъпът на гориво към резервоара. Налягането в системата се понижава под налягането, при което дюзите могат да се отворят. Благодарение на акумулатора налягането в системата се запазва до определена стойност.

мата се понижава под налягането, при което дюзите могат да се отворят. Благодарение на акумулатора налягането в системата се запазва до определена стойност.

2.1.2. Дозирание на горивото

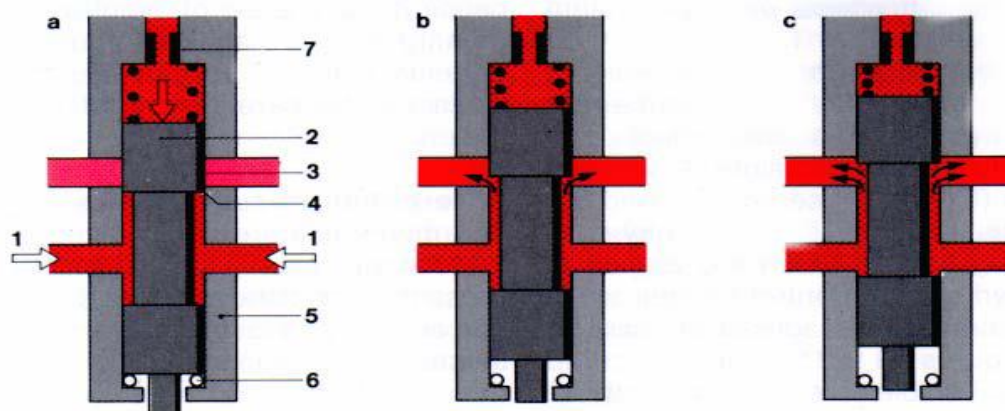
При подготвянето на горивната смес системата дозира количеството на горивото в зависимост от количеството на засмукания въздух. Дозирането се извършва от дебитомера на въздуха и дозатор-разпределителя.

Корекциите, които се извършват при подготвянето на горивната смес, са разгледани по-нататък.

Дебитомер на въздуха. Използва се същият дебитомер, както и при системата K-Jetronic, като единствената разлика е, че към рамото на плоската сонда е вграден потенциометър. Ролята на потенциометъра е пряко свързана с корекцията при подготовката на сместа.

Дозатор-разпределител на гориво. Той осигурява непрекъснатото предаване на гориво към отделните цилиндри на двигателя в зависимост от положението на плоската сонда в дебитомера. Чрез въздействието върху буталото на цилиндъра за управление се увеличава или намалява достъпът на гориво през процепите в цилиндъра на разпределителя, през които преминава горивото. Буталото за управление (фиг. 2.3) при този дозатор-разпределител е подложено на действието на две сили: хидравлична и механична. Механичната сила се създава от пружината, която действа върху челото на буталото, и

премахва възможността за повдигане на буталото, когато хидравличната сила се намали.

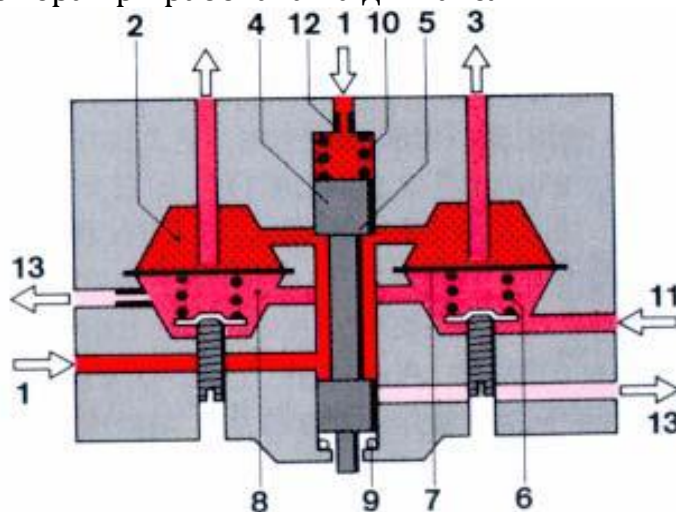


Фиг. 2.3. Цилиндър с процепи и бутало за управление

a – положение в покой; *b* – частично натоварване; *в* – пълно натоварване;

1 – подаване на гориво; 2 – бутало; 3 – процепи в цилиндъра; 4 – рампа за разпределение; 5 – цилиндър с процепи; 6 – регулируем уплътнител; 7 – калиброван отвор за управляващото налягане

Хидравличната сила се намалява, когато се охлади системата след спиране на двигателя. Прецизното регулиране на управляващото налягане се налага в случаите, когато изменението му може директно да промени отношението въздух/гориво, т.е. коефициента λ . Чрез калибрования отвор 12 (фиг. 2.4) се премахва възможността за създаване на вибрации в буталата, които възникват от променливото въздействие на преминаващия въздух върху плоската сонда на дебитомера при работата на двигателя.



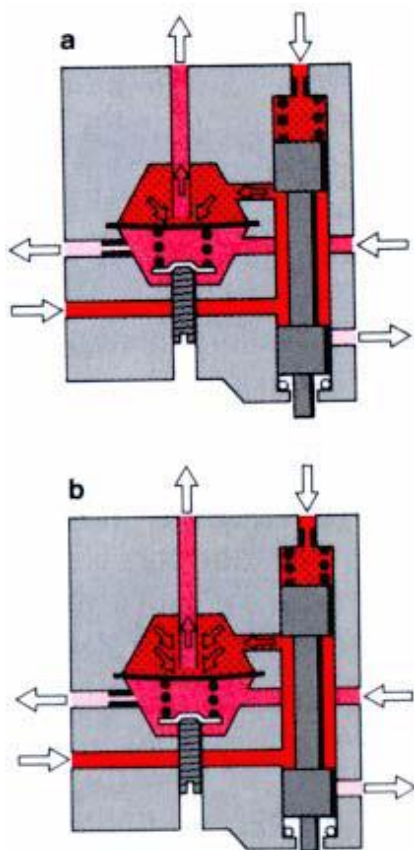
Фиг. 2.4. Дозатор-разпределител на горивото с регулатор на диференциалното налягане.

1 – постъпване на горивото (налягане в системата); 2 – горна камера на регулатора на диференциално налягане; 3 – тръбопроводи към дюзите; 4 – бутало за управление; 5 – рампа за разпределение; 6 – пружина на мембраната; 7 – мембрана; 8 – долна камера на регулатора на диференциално налягане; 9 – регулируем уплътнител; 10 – пружина; 11 – вход на горивото, постъпващо от устройството за електро-хидравлично налягане; 12 – калиброван отвор; 13 – тръбопровод за връщане на гориво.

При спиране на двигателя буталото за управление 4 се връща в изходно положение и се опира към опорния пръстен, който е поставен към долната част на управляващия цилиндър. Положението на пръстена може да се регулира със специален винт и по този начин се постига необходимото налягане на процепите в цилиндъра. При системата K-Jetronic неутралното (изходното) положение на буталото за управление се определя от рамото на плоската сонда. При системата KE-Jetronic може да се открие известна разлика: налягането

от пружината и остатъчното хидравлично налягане за управление притискат буталото към опорния пръстен. По този начин се избягват разликите при дозирането на горивото от евентуалното наличие на хлабини, което се отразява до известна степен и върху работата на двигателя поради забавянето на хода на управляващото бутало. Освен това налягането, което се осигурява от акумулатора на горивото в системата, винаги е по-високо от налягането, предизвикано от изпарението на горивото при спрял двигател независимо от температурата и то не може да се понижи, защото процепите в цилиндъра са затворени.

Регулатор на диференциално налягане.



Фиг. 2.5. Регулатор на диференциално налягане

а – положение при подаване на малко количество гориво; б – положение при подаване на голямо количество гориво.

Диференциалните регулатори в дозатор-разпределителя на гориво, понижават с определена стойност налягането на горивото, преминало през процепите на цилиндъра за управление. Необходимостта от понижаване на налягането може да се илюстрира със следния пример. Ако се отчете, че дебитомерът на въздуха има линейна характеристика и ходът му се увеличава два пъти при преминаване на двойно количество въздух, за да не се подаде два пъти по-голямо количество гориво, необходимо е то да се намали в строго определени граници за осигуряване на отношението $\lambda = 1$. Тази роля се възлага на регулаторите на диференциалното налягане, които поддържат необходимата постоянна разлика в налягането между горната и долната камера независимо от дебита на горивото. Разликата в налягането между двете камери е 0,2 bar. По този начин се извършва прецизно дозиране на горивото. Регулаторите на диференциално налягане са разположени в тялото на дозатор-разпределителя и конструктивно са оформени като клапани. Мембраната, вградена в тях, разделя регулатора на две камери:

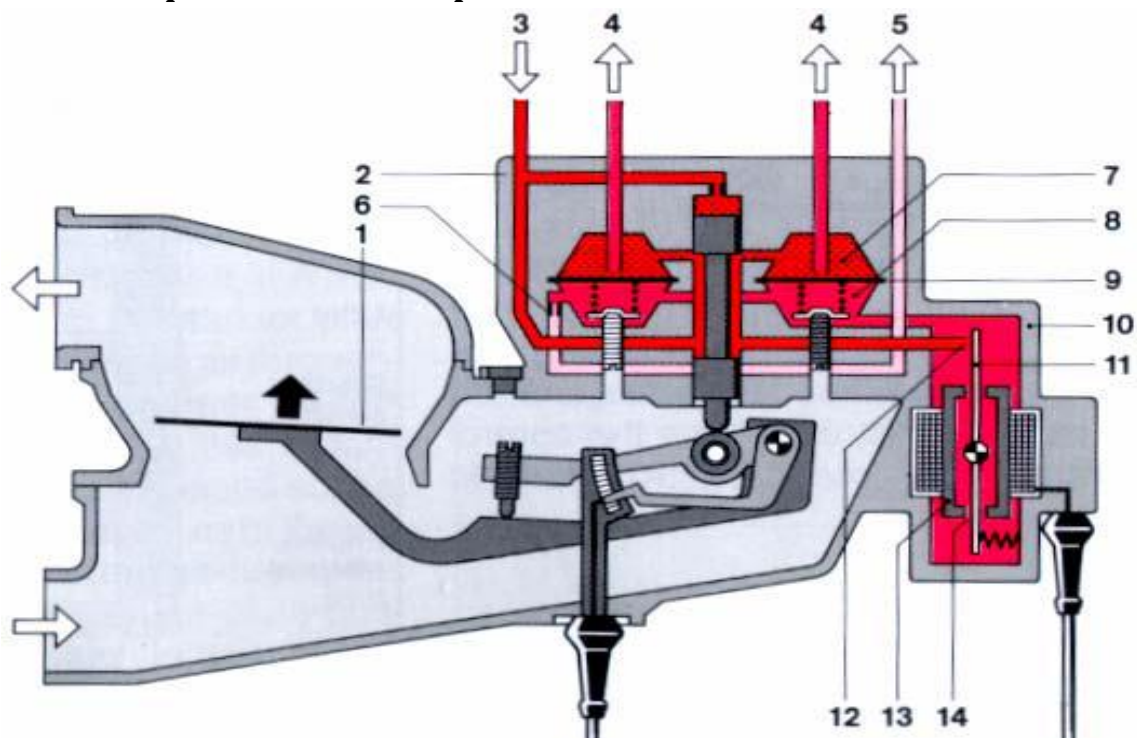
горна и долна. Горните камери, както беше изяснено, са свързани със съответния процеп на цилиндъра за управление и към съответната дюза (фиг. 2.4 и 2.5). Загубата на налягане се определя от силата на пружината под мембраната, от диаметъра на мембраната и от УЕН. Ако подаденото количество гориво е по-голямо, мембраната се огъва надолу, докато се установи определената разлика в налягането. Обратно, ако количеството гориво се намали, мембраната се изправя и намалява пространството, през което преминава горивото до постигане на разлика в налягането 0,2 bar. По този начин за всяко количество на горивото мембраната поддържа определеното налягане. В дозатор-разпределителя е вграден допълнителен фин филтър, който работи на принципа на магнитните сепаратори и премахва възможността от преминаване на метални частици с горивото в УЕН.

Образуване на горивната смес. Тя се образува в края на тръбите от смукателния колектор и в цилиндрите на двигателя. При впръскване на горивото от дюзата, при отваряне на смукателния клапан на съответния цилиндър горивото се пулверизира и от турболентното движение на засмукания въздух постъпва в цилиндъра.

Адаптиране към условията на работа на двигателя. При основните функции на системата K-Jetronic при работа на двигателя няма някои специфични условия в работата на двигателя, които са свързани с коригирането на горивната смес. Тези условия водят до намаляване на разхода на гориво и на токсичността на отработените газове или до подобряване на параметрите на двигателя. Това се постига с използваните в системата датчици.

Основно адаптиране. Основното адаптиране към различните условия на работа на двигателя – например празен ход, частично или пълно натоварване, се осигурява от дебитомера и от хода на плоската сонда, които определят специфичната конфигурация на конуса. При системата KE-Jetronic с използването на ECU може да се постигне запазване на стойността на въздушния коефициент $\lambda = 1$ при всички нива на управление.

2.1.3. Устройство за електропневматично налягане



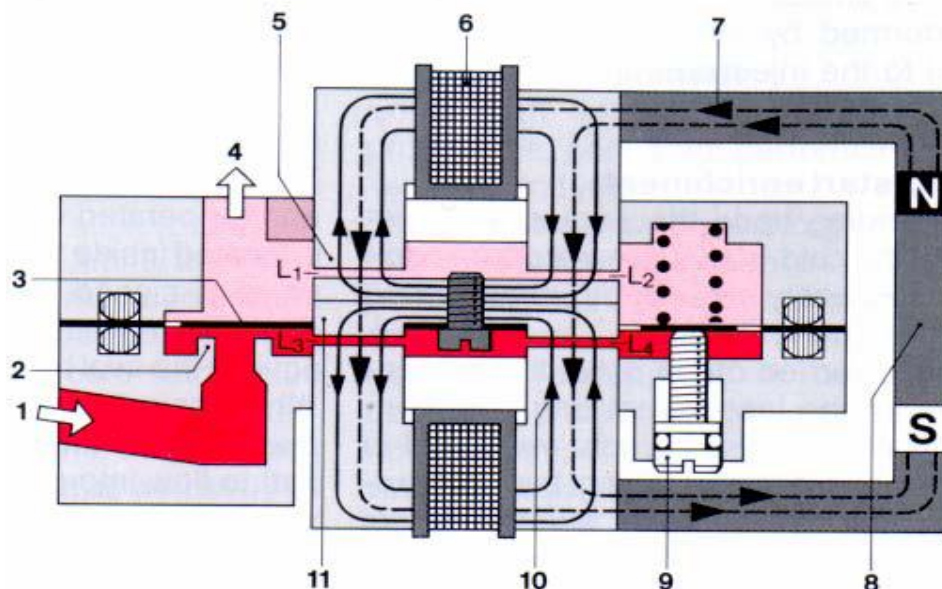
Фиг. 2.6. Устройство за електрохидравлично налягане (УЕН)

1 – плоска сонда; 2 – дозатор-разпределител; 3 – постъпване на горивото; 4 – подаване на гориво към дюзите; 5 – връзка с регулатора на налягането; 6 – калиброван стеснен отвор; 7 – горна камера; 8 – долна камера; 9 – мембрана; 10 – активатор на налягането; 11 – дефлектор; 12 – жигльор; 13 – магнитни полюси; 14 – въздушна междина

Устройството е монтирано към дозатор-разпределителя на гориво (фиг. 2.6) и работи на принципа, който се използва при диференциалните регулатори. Действието му е свързано с отварянето или затварянето на жигльора 12 от дефлектора 11 (клапата). Изместването на дефлектора се управлява от протичащия ток през бобината, която е вградена към устройството. Котвата, свързана с дефлектора, се намира между двата магнитни полюса, а неутралното и положение се поддържа от пружина. Дефлекторът е изработен от еластичен материал и е закрепен към тяло от немагнитна сплав. Чрез сигнал от

ECU е възможно да се влияе върху налягането в горните камери на регулаторите за диференциално налягане и чрез тях върху дозирането на горивото. Това решение оказва влияние за по-добро адаптиране към работата на двигателя. При работата си УЕН изменя налягането в регулаторите на диференциално налягане в зависимост от работата на двигателя по сигнали, които изменят стойността на протичащия ток в бобината. По този начин се осигурява и изменение на подаваното количество гориво към дюзите на двигателя.

На фиг. 2.7. е показан разрез на УЕН. От него се вижда, че магнитопроводът на електромагнита е свързан с постоянен магнит. Потокът създаден от постоянния магнит, е даден на фигурата с прекъсвани линии. То взаимодейства с магнитния поток на електромагнита (непрекъснатите линии). В междините L2 и L3 разположени по диагонал на котвата, двата потока се сумират, докато в междините L1 и L4 си противодействат. Във всяка междина силата на превличане на котвата е пропорционална на квадрата на магнитния поток и от разликите в привличането котвата се измества. При изместването си котвата огъва дефлектора. Магнитния поток на постоянния магнит е постоянен, докато потока на електромагнита се променя от големината на тока, който протича през навивките на бобините. Когато през бобините не протича ток, положението на котвата е точно определено и се създава диференциално налягане, при което въздушния коефициент $\lambda=1$.



Фиг. 2.7. Разрез на устройството (активатора) за електрохидравлично налягане
1 – вход на горивото с определеното налягане; 2 – жигльор; 3 – дефлектор; 4 – изход на горивото; 5 – магнитни полюси; 6 – бобина на електромагнита; 7 – магнитен поток от постоянния магнит; 8 – постоянен магнит (изместен на 90° на фигурата); 9 – регулиращ винт за началния момент; 10 – магнитен поток от електромагнита; 11 – котва; L1 – L4 – въздушни междини.

С това решение се подобрява сигурността при работата на двигателя и при случайте, когато е прекъсната веригата за хранване на веригите. Струята на горивото, преминаващо през жигльора, се опитва да измести дефлектора в посока, обратна на силите, които привличат котвата. Съпротивлението, което оказва дефлекторът, създава разлика в налягането между входния и изходния тръбопровод на горивото, постъпващо в устройството. Разликата е пропорционална на големината на протичащия ток през бобините. По този начин загубата на налягането в жигльора се променя, което води до изменение на налягането в долните камери на регулаторите на диференциално на-

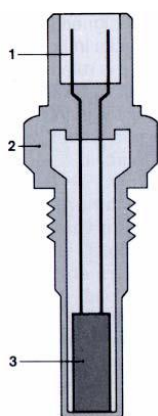
лягане. Промяната на налягането в долните камери изменя пропорционално налягането на горните камери, а от там и на системата. Налягането на горивото в процепите на управляващия цилиндър се понижава и се създава възможност за въздействие върху дебита на горивото, което се впръсква от дюзите. Устройството реагира много бързо на изменението на големината на тока в бобините поради изместването на малки маси и намалената електромагнитна константа. Когато посоката на тока се промени, котвата повдига дефлектора над жигльора. Това повдигане се извършва от промяната на посоката на магнитния поток от електромагнита. Двата потока се сумират в междините L1 и L4 и се изваждат в междините L2 и L3. Загубата на налягане е много малка – около няколко стотни от 1 bar, и по този начин се повишава налягането в долните камери на диференциалните регулатори. Мембраните се огъват и прекъсват захранването на дюзите с гориво.

2.1.4. Обогаляване на горивната смес при пускане на студен двигател и при следващо пускане на двигателя.

Обогаляването на сместа се извършва от дюза с електромагнитно управление и топлинно реле за време.

Допълнителното обогаляване на сместа подобрява следващото пускане на двигателя. Степента на обогаляване се определя от температурата му в момента на повторното пускане на двигателя.

Адаптиране на горивната смес. По този начин се осигурява бързо пускане и ускоряване на двигателя при различните температури, като заедно с това се минимизира дебитът на впръскваното гориво. Обогаляването на сместа зависи от времето за обогаляване и от температурата на двигателя. Това означава, че при различните температури времето за обогаляване на сместа ще бъде различно. ECU поддържа максимално обогаляване на сместа за около 4,5 s, а ако температурата на двигателя е -20°C , то прекъсва обогаляването след 20 s. Тялото на сензора, който следи температурата на двигателя, е потопено в охлаждащата течност (фиг. 2.8). Сигналите от него се подават директно в ECU. Ако двигателят е с въздушно охлаждане, сензорът е поставен в блока на двигателя. Вътре в сензора е вграден терморезисторът 3, който намалява своето съпротивление при повишаване на температурата. Според измерената температура ECU определя големината на тока, който протича през бобините на УЕН. По този начин може да се осигурят много добро пускане на двигателя при различни температури и минимално обогаляване на горивната смес.



Фиг. 2.8. Сензор за температура

1 – електрически връзки;
2 – тяло; 3 – терморезистор (CTN)

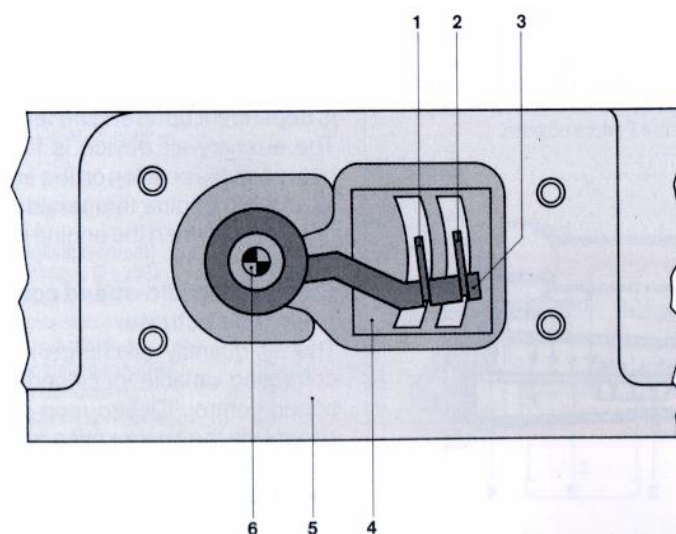
който намалява своето съпротивление при повишаване на температурата. Според измерената температура ECU определя големината на тока, който протича през бобините на УЕН. По този начин може да се осигурят много добро пускане на двигателя при различни температури и минимално обогаляване на горивната смес.

2.1.5. Обогаляване на горивната смес при ускоряване на двигателя

Системата осигурява и регулируемо обогаляване на горивото при ускоряване на двигателя. Известно е, че при рязкото отваряне на дроселната клапа може да се получи за кратко време обедняване на горивната смес, при което да се намали ускоряването на двигателя.

Промяната на сигнала за натоварване във функция от времето дава възможност на ECU да въздейства върху ускоряването на двигателя, когато той е

студен, и да ограничи обогатяването на горивните смеси. С тази мярка се избягва възможността за “спад” при ускоряването на двигателя вследствие на кондензиране на гориво. Оптималната стойност на обогатяване на горивната смес е свързана и с температурата на двигателя. Например при температура,

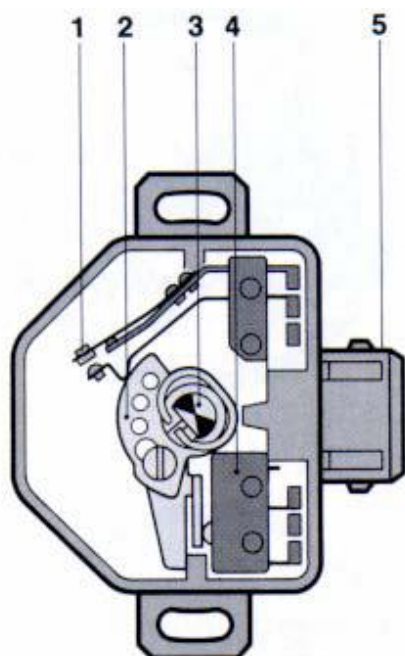


Фиг. 2.9. Потенциометър за определяне на изместването на плоската сонда в дебитомера

1 – контролен плъзгач; 2 – основен плъзгач; 3 – рамо; 4 – основа на потенциометъра; 5 – тяло на дебитомера; 6 – ос на дебитомера

вграден в дебитомера. Сигналите се изпращат в ECU, което определя големината на тока за УЕН. Характеристиката на потенциометъра е нелинейна и той

подава максимален сигнал при ускоряване от режим на празен ход и го намалява, когато мощността на двигателя се повиши. Подобно решение води до минимизиране на управляващите вериги в ECU.



Фиг. 2.10. Превключвател на дроселната клапа

1 – контактна система за пълно натоварване; 2 – контактен сектор; 3 – ос на дроселната клапа; 4 – микропрекъсвач за работа на празен ход; 5 – щепселно съединение.

към потенциометъра се подава от контролния плъзгач 1, който е свързан с основния 2. Повреда в някой от плъзгачите или излизането на плъзгача от

На фиг. 2.9 е показан потенциометър, вграден към дебитомера. Съпротивителният материал е многослоен и е нанесен върху керамична основа. Контактите се плъзгат върху проводимата писта на потенциометъра и са изпълнени като четки от тънки метални нишки. Това решение осигурява много добър електрически контакт при слаб натиск върху пистата, с което се намалява износването на съпротивителния слой. Рамото 3 на плъзгача е свързано с оста на дебитомера 6 и е изолирано електрически. Захранващото напрежение

пистата не може да предизвика повреда в системата. Към плъзгачите е свързан последователно допълнителен резистор, който предпазва потенциометъра от евентуално късо съединение.

2.1.6. Обогаляване на горивната смес при пълно натоварване на двигателя.

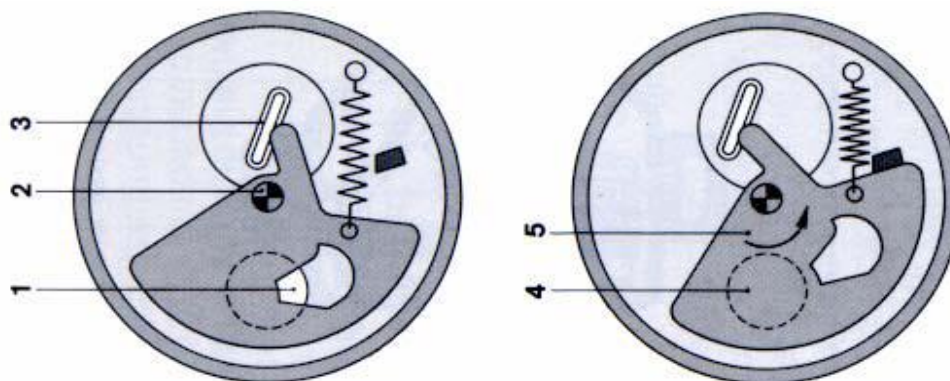
Двигателят развива максималния си момент при пълното му натоварване и това налага известно обогаляване на горивната смес спрямо тази, която се подава при частичното му натоварване. Ако при частичното натоварване на двигателя се осигурява минимален разход на гориво и се намалява токсичността на отработилите газове, при пълното натоварване обогаляването на горивната смес се програмира в зависимост от честотата на въртене на коленовия вал и при различните режими, за да може да се оптимизира разходът на гориво. При пълното натоварване системата KE-Jetronic обогалява сместа при честота на въртене от $1500 - 3000 \text{ min}^{-1}$ и максимално до 4000 min^{-1} .

Сигнал за обогаляването се подава от контакта за пълно натоварване в превключвателя към дроселната клапа, показана на фиг. 2.10 или в някои случаи от микропрекъсвач, свързан с хода на педала на газта. Импулсите, които се получават от прекъсвача в прекъсвач-разпределителя, се подава също към ECU. Въз основа на получените данни ECU изчислява необходимостта от допълнително количество гориво и въздейства на УЕН.

При внимателно разглеждане на фиг. 2.10 се вижда, че превключвателя, свързан с дроселната клапа, подава и втори сигнал към ECU – когато тя е затворена и двигателят работи на празен ход.

2.1.7. Адаптиране на режима на празен ход с подаване на допълнително количество въздух

За подобряването на режима на празен ход при работа на двигателя с подаване на допълнително количество, при системата KE-Jetronic се използва устройството, показано на фиг. 2.11.



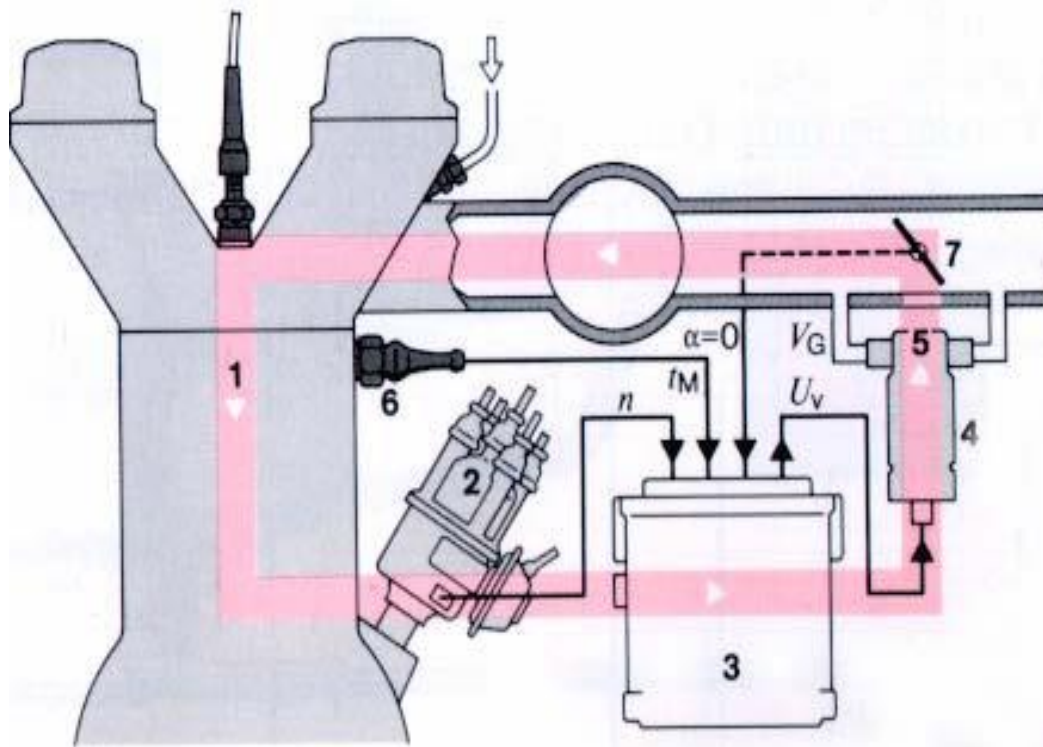
Фиг. 2.11. Устройство за подаване на допълнително количество въздух

а – каналът за въздух е частично отворен от диафрагмата; б – диафрагмата затваря канала за въздух, след като двигателят достигне нормалната работна температура; 1 – отвор в диафрагмата; 2 – ос; 3 – електрически нагревател; 4 – канал за въздух; 5 – диафрагма

От фиг. 2.11 се вижда, че диафрагмата 5 се завърта около оста си 2 под действие на изкривяването на нагрятата биметална пластина и постепенно прекъсва подаването на допълнителния въздух. Допълнителното количество въздух се отчита от дебитомера. В случаите, когато двигателят е загрят, не е необходимо да се подава допълнително въздух.

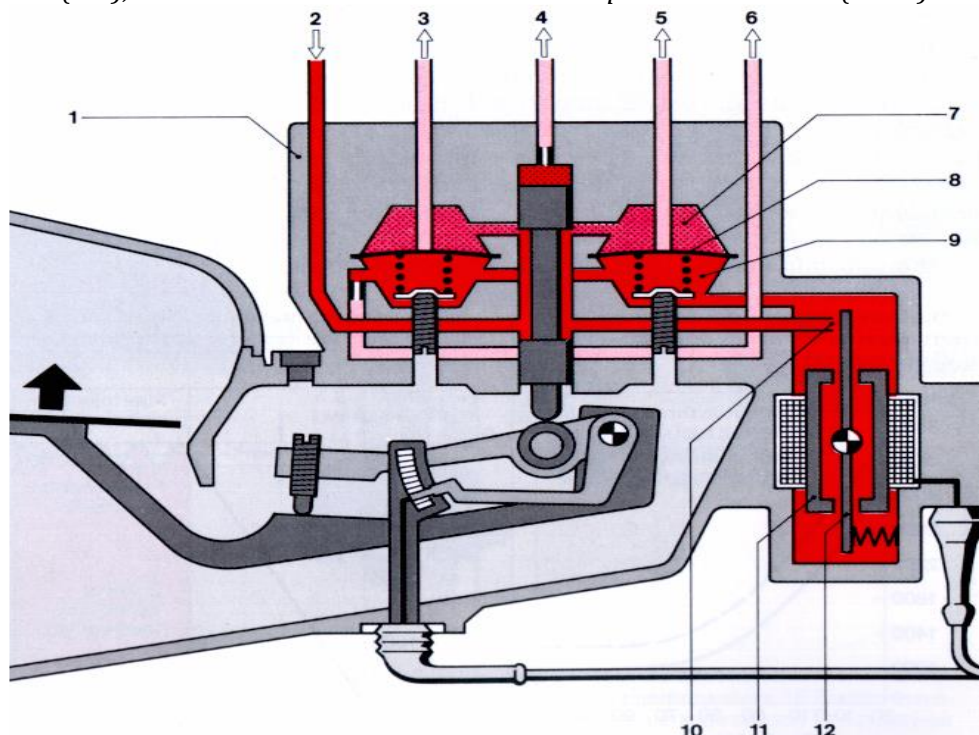
С използването на ECU може да се управлява и работата на двигателя на

празен ход. На фиг. 2.13 е показан възелът за контрол на работата на двигателя на празен ход от ECU с използване на ротационно устройство.



Фиг. 2.12. Възел за регулиране на работата на двигателя на празен ход.

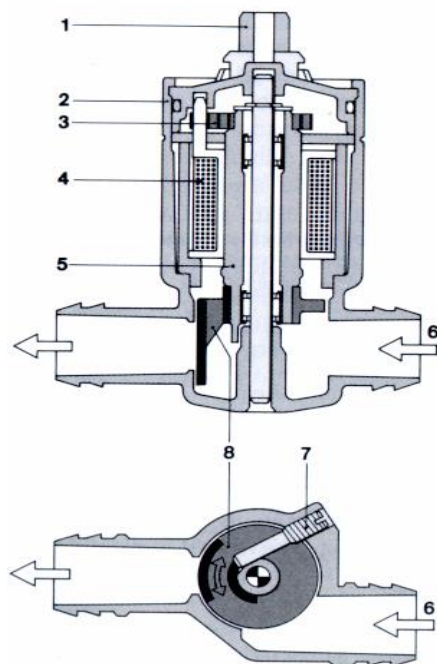
1 – основен параметър: работата на двигателя; 2 – регулиране на честотата на въртене на колянвия вал от сигналите, получени от прекъсвач разпределителя; 3 – регулатор (централно електронно устройство), който определя базисното напрежение (U_V); 4 – устройство за крайно регулиране: ротационен усилвател за работата на празен ход; 5 – регулиране на паралелната секция "байпас" (обем на засмукване V_G); 6 – датчик за температура на двигателя ($t_{дв}$); 7 – отчитане на положението на дроселната клапа ($\alpha = 0$).



Фиг. 2.13. Работа на дозатор-разпределителя в режим на принудителен празен ход.

1 – дозатор-разпределител на гориво; 2 – вход за гориво; 3, 5 – тръбопроводи към дюзите; 4 – връзка с дюзата за пускане на студен двигател; 6 – връзка с регулатора за налягане в захранването; 7 – горна камера; 8 – мембрана (затваря се при налягане 3,5 bar); 9 – долна камера; 10 – жигльор; 11 – магнитопровод; 12 – дефлектор.

Чрез него се отваря отклоняващият тръбопровод към дроселната клапа.



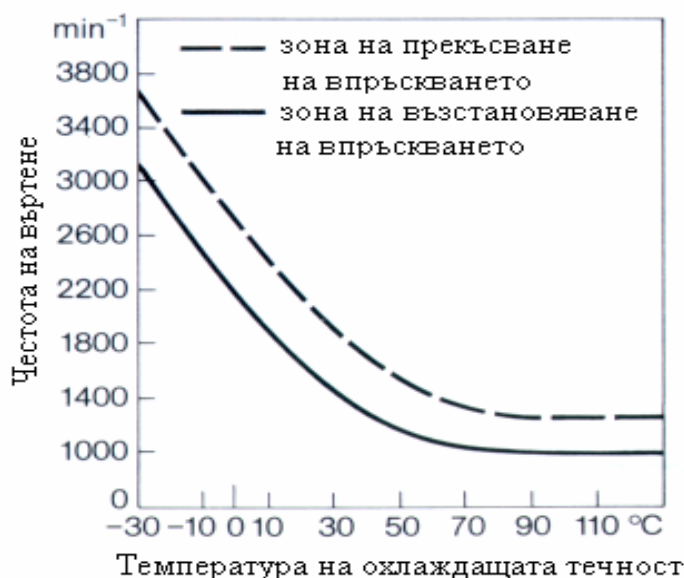
Фиг. 2.14. Ротационно устройство за управление на работата на двигателя на празен ход (за 1 завъртане)

1 – електрическа връзка; 2 – тяло; 3 – възвратна пружина; 4 – бобина; 5 – ротор; 6 – въздушен клапан; 7 – регулиращ щифт; 8 – въртяща се бленда.

Отварянето се управлява от ECU и количеството на допълнителния въздух се отчита от плоската сонда. Дозирането на горивото се изменя в същите пропорции. Приетият начин на регулиране стабилизира много добре работата на двигателя в режим на празен ход.

Разрез на ротационното устройство е показан на фиг. 2.14. Чрез това устройство може да се дозира много прецизно количеството на допълнителния въздух, който се подава към дюзите. Управлението на ротационното устройство се извършва от ECU също в зависимост от температурата на двигателя. Чрез получения управляващ сигнал въртящата се бленда 8 определя големината на отвора, през който преминава въздухът. Преместването на клапата се извършва от въртящо магнитно поле, което се създава от протичащия през възбудителната намотка ток и въздейства върху котва, чието завъртане е ограничено до 60° чрез вградената в устройството спирална пружина. Котвата завърта блендата и през отвора преминава необходимото количество въздух.

Ъгловото изместване на клапата се извършва от пулсиращ ток, стойността на който се определя от



Фиг. 2.15. Характеристика на режима за ограничаване на впръскването на гориво в зависимост от температурата на охлаждащата течност на двигателя.

та на който се определя от ECU. След преодоляване на момента, създаван от пружината, през отвора преминава определено количество въздух, необходим за осигуряване на стабилна работа на двигателя на празен ход.

2.1.8. Спомагателна функция на системата.

Прекратяване на достъпа на гориво при спиране на двигателя. В този случай ECU определя режима на работа на двигателя от импулсите, получени от прекъсвача (контактен и безконтактен) в прекъсвач-разпределителя, и от сигнала за положението на дроселната клапа. В режим на

принудителен празен ход ECU изменя полярността на тока, който протича в бобините на УЕН. Налягането в долните камери на диференциалните регулатори се повишава (фиг. 2.14) и мембраните затварят достъпа на гориво към дюзите. Прекратяването на достъпа на гориво зависи и от температурата на двигателя. На фиг. 2.15 е показана зависимостта на прекратяване достъпа на гориво, свързана с честотата на въртене на колянвия вал и температурата на двигателя. От нея се вижда, че прекратяването на достъпа на гориво се регулира от ECU в широки граници особено при отрицателни температури.

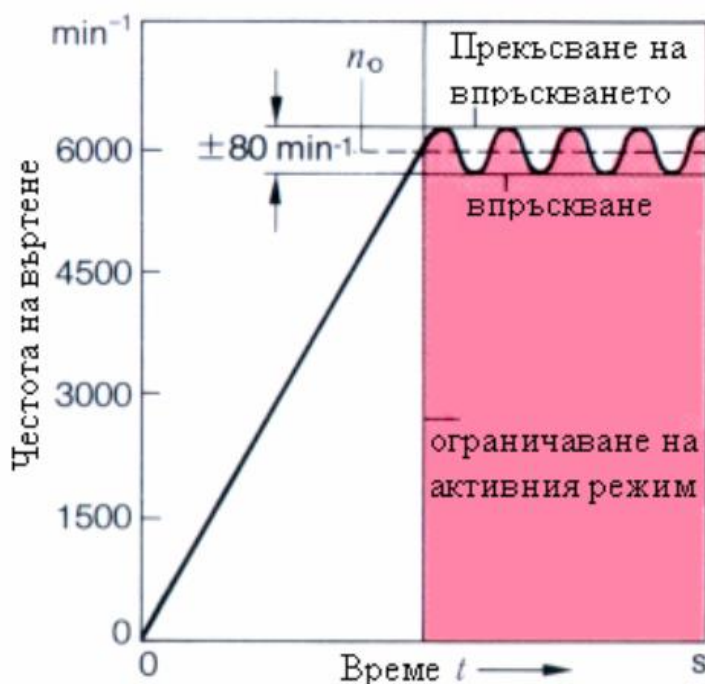
2.1.9. Ограничаване на натоварването на двигателя

Ограничаването на натоварването на двигателя също се следи от ECU в зависимост от импулсите, получени от прекъсвач-разпределителя и от положението на дроселната клапа.

На фиг. 2.15 е показана областта, при която ECU започва да прекъсва периодично подаването на горивна смес и да го възстановява. Обикновено това се извършва при честоти на въртене на колянвия вал над 6000 min^{-1} . Прекъсването на подаването на горивото се извършва така, както беше изяснено – чрез изменение на полярността на протичащия през УЕН електрически ток. По този начин се ограничава претоварването на двигателя, намаляват се разходът на гориво и токсичността на отработилите газове.

2.1.10. Адаптиране на системата при изменение на атмосферното налягане

При експлоатация на автомобила в планински условия, където атмосферното налягане се понижава, се изменя и количеството на засмукания въздух. За да се избегне възможността за преобогатяване на сместа, към ECU е включен сензор за атмосферно налягане.



Фиг. 2.15. Ограничаване на максималното натоварване на двигателя чрез прекъсване на захранването с гориво.

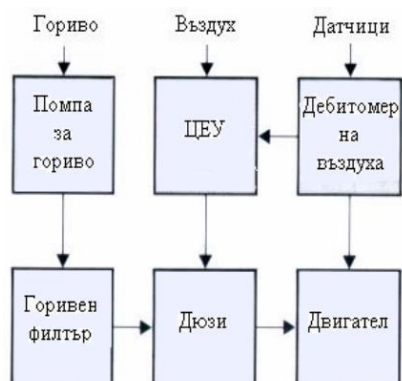
Сигналът, получен от сензора, се обработва от ECU и чрез изменение на тока, който се подава към УЕН, се модулира дебитът на впръсканото гориво в дюзите на двигателя.

2.1.11. Регулиране на обогатяването на горивната смес.

Свързано е с поддържането на въздушния коефициент $\lambda = 1$. Сигналите, които се получават от λ -сондата, в ECU се обработват и се извършва последователна корекция при дозиране на горивото чрез УЕН.

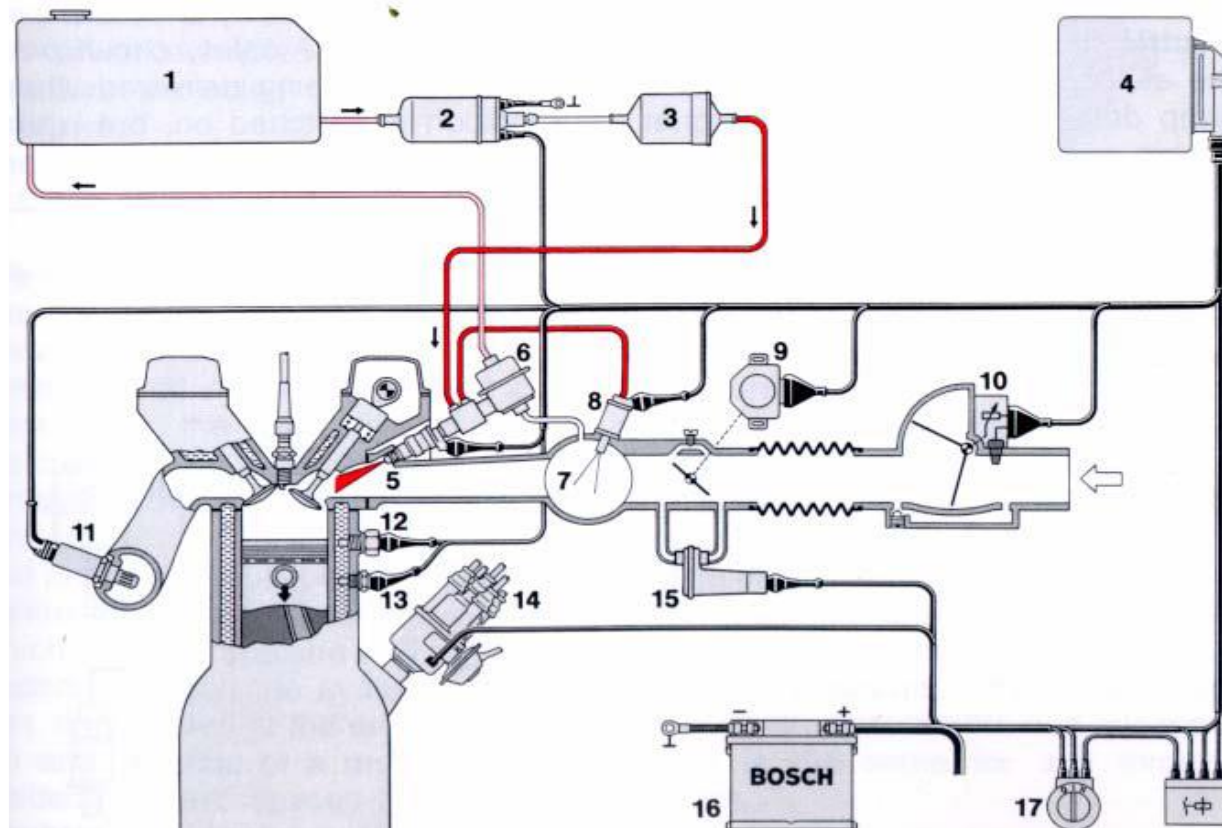
3. Система за впръскване на гориво L-Jetronic

Системата L-Jetronic представлява многоточкова система за впръскване на гориво без механизъм за задвижване, с електронно управление и периодично впръскване на горивото в тръбите на смукателния колектор. Системата



Фиг. 3.1. Опростена структурна схема на системата L-Jetronic.

има предимства, които се дължат на директното изменение на дебита на въздуха и специфичните възможности на електрониката (L-Leistung (нем.) – мощност). Аналогично на системата K-Jetronic всички промени в състоянието на двигателя, като износване, натрупване на нагар в горивните камери и различни хлабини в клапаните, могат да бъдат отчетени, за да се гарантира намалена токсичност на отработилите газове. При впръскването на горивото се осигурява за всеки цилиндър едно и също количество гориво, което зависи от променливото натоварване на двигателя. Дозирането на горивото е свързано с отчитането на много по-голям брой параметри, тъй като режимът на работа на двигателя се променя непрекъснато.



Фиг. 3.2. Схема на системата L-Jetronic с регулиране на обогатяването на горивната смес:
1 – резервоар за гориво; 2 – електрическа горивна помпа; 3 – горивен филтър; 4 – централно електронно устройство ECU; 5 – дюзите; 6 – рампа за разпределение на горивото с регулатор на налягането; 7 – смукателен колектор; 8 – дюза за първоначално пускане на студен двигател; 9 – превключвател за положението на дроселната клапа; 10 – дебитомер на въздуха; 11 – сонда за обогатяването на сместа (λ -сонда); 12 – топлинно реле за време; 13 – сензор за температурата на двигателя; 14 – прекъсвач-разпределител; 15 – устройство за управление на допълнителния въздух; 16 – акумулаторна батерия; 17 – контактен ключ.

Параметрите се отчитат от централно електронно устройство (ECU), което управлява впръскването на горивото. ECU обработва данните, които се изпращат като електрически сигнали от различните датчици, изчислява необ-

ходимото количество гориво за впръскване и определя продължителността на впръскването. При работата на двигателя горивната помпа 2 (фиг. 3.2) подава горивото към дюзите и създава необходимото налягане за впръскване. При отварянето си дюзите пулверизират горивото и то постъпва в тръбите на смукателния колектор 7. Отварянето и затварянето на дюзите се управлява от ECU. Системата изпълнява следните функции: хранване с гориво; обработване на данните при работата на двигателя; дозиране на горивото.

3.1. Предимства на системата L-Jetronic

Намален разход на гориво. Както е известно, при карбураторните двигатели сместа въздух/гориво, която постъпва в цилиндриите на двигателя, се образува в карбуратора. Поради това, за да се осигури задоволителна горивна смес в цилиндъра с най-малък въздушен коефициент, необходимо е тя да се обогати. В резултат на обогатяването се увеличава разходът на гориво и буталата в цилиндриите са подложени на различни натоварвания. При системата L-Jetronic (фиг. 3.2) за всеки цилиндър е предвидена дюза. По този начин чрез ECU се осигурява едно и също оптимално количество на горивото за всеки цилиндър при всички режими на работа на двигателя

Адаптиране към режима на работа на двигателя. Системата L-Jetronic реагира практически незабавно на променливите натоварвания на двигателя, защото определеното от ECU количество гориво се впръсква за няколко милисекунди пред смукателните клапани.

Намаляване на токсичността на отработилите газове. Концентрацията на токсичността на веществата в отработилите газове е пряко свързана с отношението въздух/гориво. Ако е необходимо двигателят да работи с минимална токсичност на отработилите газове, системата трябва да подготви горивна смес с определено съотношение между въздуха и горивото. Чрез своята структура системата може да изпълни това изискване при подготовката на горивната смес.

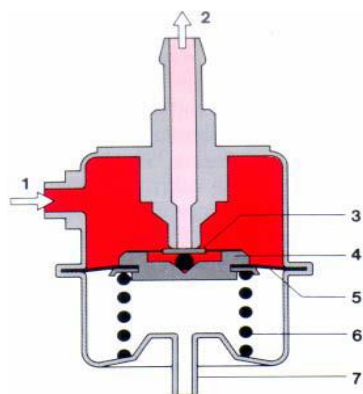
Повишаване на специфичната мощност на двигателя. Премахването на карбуратора намалява аеродинамичното съпротивление в смукателния тръбопровод и осигурява много по-добро напълване на цилиндриите с горивна смес. Чрез директното впръскване на горивото и подобрения достъп на въздух се постига и по-голям въртящ момент на двигателя, а оттук и повишена мощност.

3.2. Хранване с гориво

В системата L-Jetronic (фиг. 3.2) хранващата с гориво верига обхваща следните елементи: електрическа горивна помпа; горивен филтър; рейка за разпределение на горивото; регулатор на налягането; дюзи за впръскване. Конструкцията на горивната помпа, принципът и на действие и ролята на филтъра са изяснени подробно в 1. Може да се отбележи само, че налягането, което създава помпата, е 2,5 bar (0,25 MPa). Разликата във веригата за хранване с гориво между системите K-Jetronic и L-Jetronic е тази, че при последната система е включена рампа за разпределение на горивото. Освен това регулаторът на налягането и дюзите за впръскване на горивото са различни.

Рампа за разпределение на горивото. Предназначението на рейката (фиг.3.2) е да осигури еднакво разпределение на горивото, подавано към дюзите. Освен това тя изпълнява и ролята на акумулатор на горивото. Обемът и е определен така, че позволява да осигури нормално хранване с гориво през дюзите за един работен цикъл на двигателя. Рампата служи и като успо-

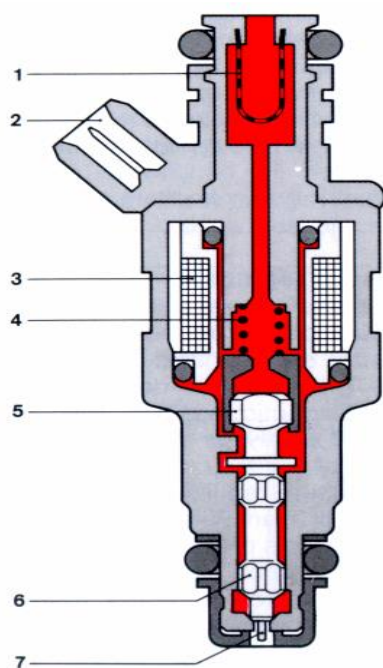
коител, който гаси колебанията, предизвикани в налягането на горивото от горивната помпа.



Фиг. 3.3. Регулатор на налягането

1 – постъпване на горивото; 2 – връщане на гориво към резервоара; 3 – клапан; 4 – опорен клапан; 5 – мембрана; 6 – пружина за поддържане на налягането; 7 – изход за свързване със смукателния колектор

ра постъпва горивото от рампата. Когато налягането на горивото се повиши



Фиг. 3.4. Дюза с електромагнитно управление

1 – филтър; 2 – извод за електрическа връзка; 3 – бобина на електромагнита; 4 – затваряща пружина; 5 – котва; 6 – игла; 7 – разпръсквач за впръскване на гориво.

Налягането на горивото в рампата е едно и също към дюзите, свързани към нея, и то не зависи от дозираното количество гориво. Рампата също така улеснява достъпа на гориво към дюзите.

Регулатор на налягането. Поддържа постоянна разлика между налягането на горивото и налягането в смукателния колектор. По този начин се осигурява впръскването на гориво, чието количество зависи само от времето, през което е отворена дюзата. Използваният регулатор на налягането (фиг. 3.3) е напълващ се тип, който се управлява от мембраната 5, поддържаща налягането на горивото 2,5-3 bar в зависимост от структурата на системата. Той е монтиран до рампата за разпределение (фиг. 3.2) и е вграден в метално тяло, което се разделя на две камери от мембраната. Мембраната е пресувана към тялото на регулатора. В долната камера, която е свързана със смукателния колектор, е поставена таритраната пружина 6, а в горната камера

над необходимото, мембраната освобождава клапана на регулатора и излишното количество гориво се връща в резервоара. Долната камера на регулатора е свързана чрез тръбопровод със смукателния колектор след дроселната клапа и отчита разликата в налягането на горивото и това в тръбите на колектора, към които са монтирани дюзите.

Дюзи. Управляват се от ECU и могат да дозират съвсем точно количеството на горивото, което се подава в цилиндрите на двигателя. Дюзите са с електромагнитно управление и се отварят, когато към тях се подаде управляващ сигнал. Както се вижда от фиг. 3.4, в тялото на дюзата е вграден електромагнит, а котвата 5 е оформена като игла с процепи, през които преминава горивото. Когато към електромагнита не е подадено напрежение, пружината 4 притиска иглата към седлото в долния край на клапана.

При протичане на ток през електромагнита иглата 6 се повдига от седлото, като максималният и ход е около 0,1 mm, и горивото преминава през пръстеновидния процеп. Разпръсквачът 7, поставена в края на иглата е предназначен за фино пулверизиране на струята. Цикълът, при който

то дюзата е отворена, е с продължителност 1-1,5 ms. През това време емулсията покрива стените на тръбите в смукателния колектор, за да се подобри смесобразуването и да се намалят загубите от кондензиране на горивото.

Ъгълът, под който са разположени дюзите в смукателния колектор, разстоянието между тях и смукателните клапани са различни и зависят от типа на двигателя. Дюзите са монтирани върху носачи от профилен каучук, които осигуряват необходимата топлинна изолация и поглъщат голяма част от вибрациите на двигателя. Топлинната изолация на дюзите премахва възможността за изпаряване на горивото в тях и ускорява пускането на топъл въздух.

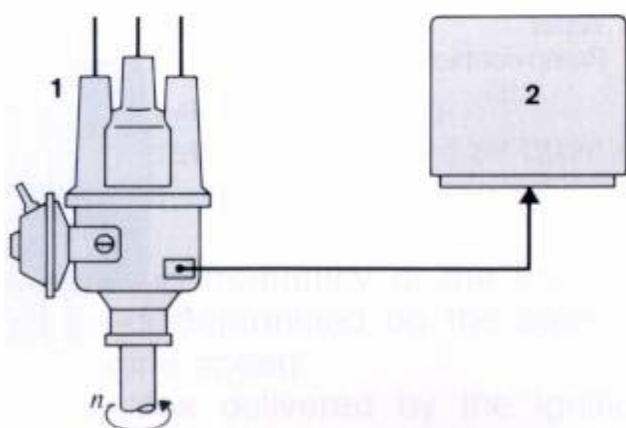
3.3. Обработване на данните при работа на двигателя

Режимите на работа на двигателя се контролират от датчиците, които подават съответните електрически сигнали в ECU. Датчиците и ECU образуват затворената система за управление.

Регистриране на данните (сигналите). Данните, чрез които може да се определи работата на двигателя, са следните: основно параметри; данни за адаптиране на двигателя към натоварването; прецизиране на данните, получени при натоварването на двигателя. За определено време ECU обработва постъпилите сигнали и двигателят получава необходимото количество гориво в зависимост от моментното му натоварване.

Основни данни. Основните данни, които трябва да се контролират, са честотата на въртене на колянвия вал и количеството на засмукания въздух от двигателя. Количеството на въздуха за даден момент отговаря на натоварването на двигателя.

Данни за адаптиране на двигателя. Необходимите данни за работата на двигателя при различните режими на управление на автомобила са: първоначалното пускане на студен двигател, нормалната работа на двигателя преди достигането на работната температура и различните степени на натоварването му. Горивната смес трябва да се адаптира към тези условия на работа на

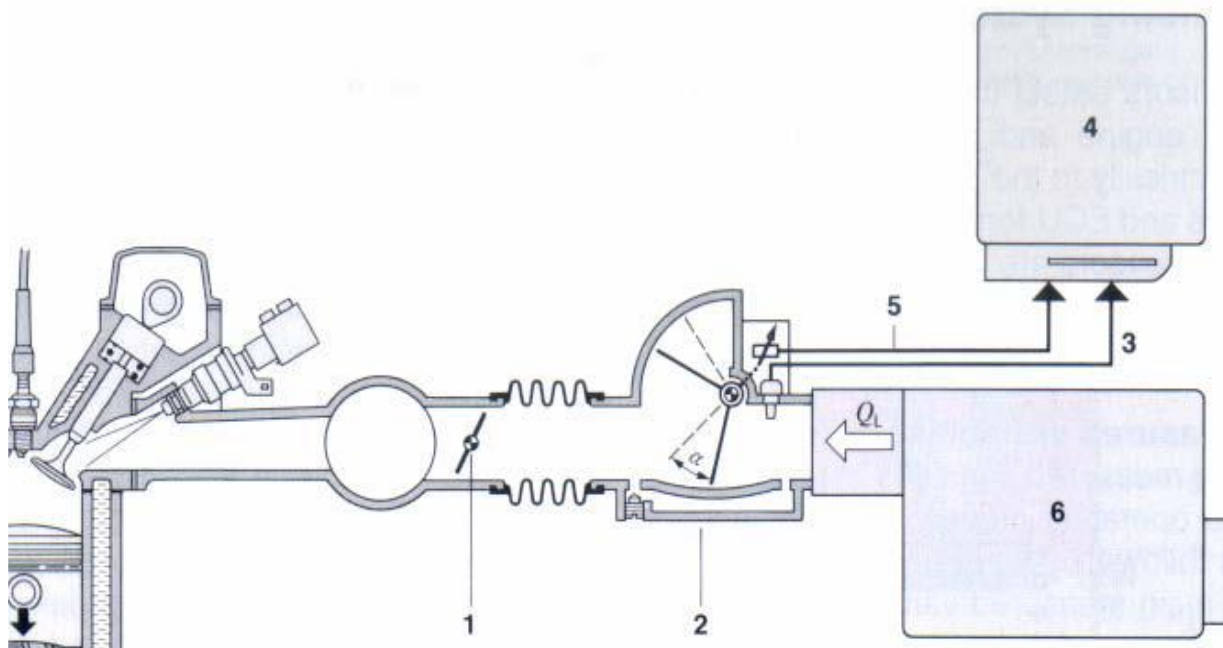


Фиг. 3.5. Определяне честотата на въртене на колянвия вал от импулсите в прекъсвач-разпределителя: 1 – прекъсвач-разпределител; 2 – ECU; n – честота на въртене на вала на прекъсвач-разпределителя

двигателя. Параметрите за пускането на студения двигател и работата му след това се отчитат от сензора за температурата на двигателя, който изпраща сигналите в ECU за различните режими на работа (работа на празен ход, частично или пълно натоварване). ECU получава сигналите, които изпраща към дюзите. Подобряването на ускоремостта на двигателя, ограничаването на максималната честота на въртене и работата на двигателя в спиращен режим са другите състояния при рабо-

тата на двигателя. ECU чрез сигналите, получени от датчиците, може да определи дозирането на необходимото количество гориво или да промени сигналите, които изпраща към дюзите. Отчитане на честотата на въртене на колянвия вал. Информация за честотата на въртене и за момента на впръскване се получава в ECU от импулсите, подадени при отварянето на контактите на прекъсвача в прекъсвач-разпределителя 2 (фиг. 3.5). При безконтактна запалителна уредба информацията се получава от сигнала, отчетен от клемата 1 на индукционната бобина.

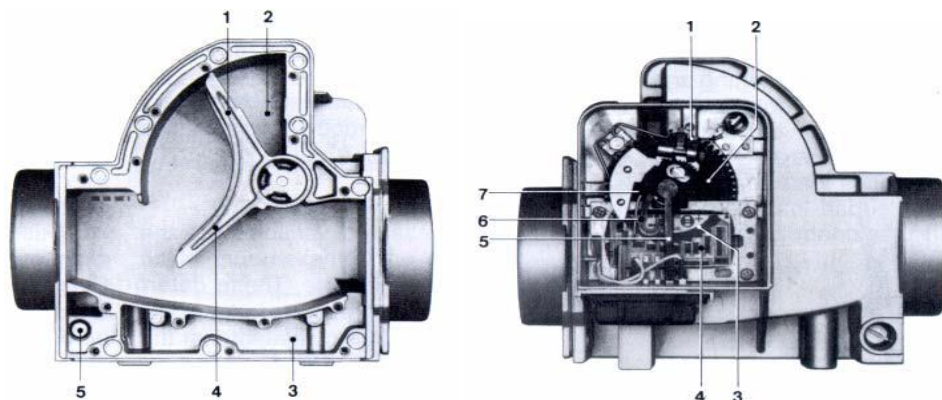
Измерване на дебита на въздуха. Обемът на засмукания въздух от двигателя е индикация за натоварването му. Чрез изменението на дебита може да се отчетат всички промени в натоварването му, а така също и в неговото състояние, например износване на нагар в горните горивни камери и повишени хлабини в клапаните. От фиг. 3.6 се вижда, че засмуканият въздух преминава през дебитомера 2, преди да постъпи в двигателя. При ускоряване на двигателя сигналът, подаден към ECU за преминалото количество въздух, се получава преди напълването на цилиндрите.



Фиг. 3.6. Дебитомер на въздуха и верига за засмукване на въздух: 1 – дроселна клапа; 2 – дебитомер; 3 – сигнал от сензора за температурата на въздуха към ECU; 4 – ECU; 5 – сигнал от дебитомера към ECU; 6 – въздушен филтър; Q_L – количество на засмукания въздух; α – ъгъл на изместване на дебитомера

По този начин се извършва точно дозиране на горивната смес при всяко изменение в натоварването на двигателя. При всяко преминаване на въздуха сондата на дебитомера отчита количеството на въздуха, засмукан от двигателя. Така независимо от честотата на въртене на колянвия вал се определя основният параметър за управление, който образува конфигурацията на сигнала за натоварване и дебита на впръсканото гориво.

Дебитомер на въздуха. Принципът на измерването е свързан с натиска, получаван върху въртящата се сонда от засмукания въздух, и взаимодействието с възвратната пружина, която се противопоставя на завъртането на сондата (фиг.3.7). Изместването на сондата е съразмерно на количеството на засмукания въздух, който преминава през свободното пространство на канала за измерване. Изменението на свободното пространство е пряко свързано с изместването на въртящата се сонда. Функцията между двата параметъра е логаритмична и се достига висока чувствителност на измерването при преминаване на малки количества въздух. От фиг. 3.7 се вижда, че сондата има и клапа за компенсация 1. Нейната роля е да потиска вибрациите, създавани при преминаването му в цилиндрите на двигателя. Така се намалява влиянието им върху положението на сондата, което се отразява на точността на измерването. Ъгълът на изместване на сондата се преобразува в електрически сигнал от потенциометър, поставен в дебитомера.



Фиг. 3.7. Дебитомер за въздух

а – от страна на преминаване на въздуха; *б* – потенциометър на дебитомера;

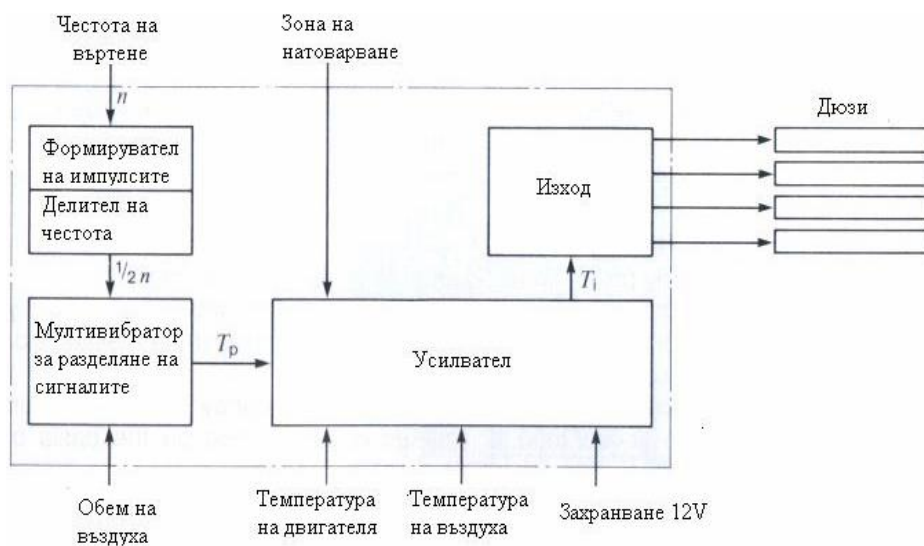
1 – клапа за компенсация; 2 – обем за успокояване (амортизиране); 3 – паралелен канал (байпас); 4 – клапа на сондата; 5 – винт за регулиране на горивната смес при празен ход (байпас); 6 – зъбно колело за първоначално натягане на пружината; 7 – пружина; 8 – плоча с контакти; 9 – керамична плочка с резистори; 10 – плъзгач за връзка; 11 – плъзгач; 12 – контакт за помпата.

Чрез него напрежението, което се подава в ECU, е обратнопропорционално на обема на въздуха. Изменението на температурата не оказва влияние върху точността на измерването. Паралелният канал (байпасът) в дебитомера се използва за регулиране на горивната смес при работа на двигателя в режим на празен ход.

3.4. Дозиране на горивото

Всички сигнали, получени от датчиците при работа на двигателя, се обработват от ECU и според получените данни устройството определя импулсите за отваряне и затваряне на дюзите. Дебитът на впръсканото гориво се определя от продължителността на отваряне на дюзите.

Централно електронно устройство. ECU е поставено в метална кутия, монтирана в автомобила на място, което я предпазва от пръскаща вода и е отдалечено от зоната на топлинното излъчване на двигателя. Електронните



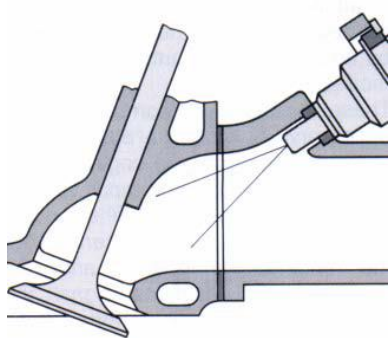
Фиг. 3.8. Функционална схема на централното електронно устройство (ECU): T_i – продължителност на коригираните импулси за впръскване; T_p – основна продължителност на впръскването; n – честота на въртене на колянвия вал на двигателя.

елементи на устройството са монтирани върху печатни платки. Мощният изходен модул е поставен върху метално шаси, за да се осигури необходимото охлаждане на елементите. Чрез използване на хибридни интегрални схеми е намален броят на елементите, а

чрез обединяването на някои функционални групи, като формирателя на импулсите и делителя на честотата, се подобрява гъвкавостта на ECU. Свързването на ECU към електрическата уредба на автомобила и към датчиците се извършва с многополюсно щепселно съединение. Входът на ECU е защитен от

грешки в захранването (подаване на напрежение с обратна полярност, късо съединение и др.).

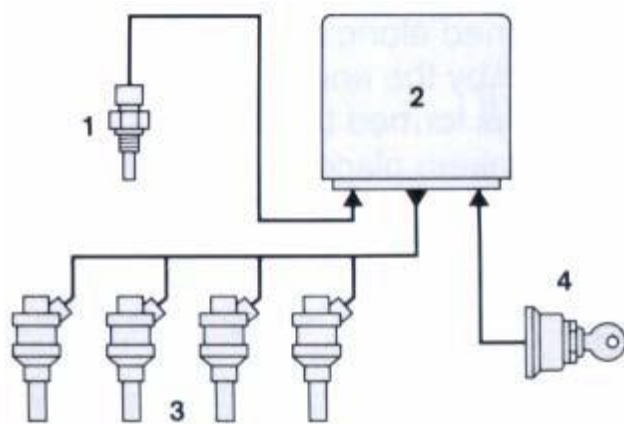
Апаратите за контрол (периферия към ECU), които се произвеждат от Bosch и са свързани чрез щепселни съединения към сноповете от проводници, имат специални отвори за проверка на електронните вериги и изправността на сензорите. При работата на двигателя честотата на колянвия вал и обемът на засмукания въздух определят времето за впръскване на горивото. Честотата за последователните импулси за впръскване на горивото се определя от честотата на въртене на колянвия вал. Импулсите, които се получават от прекъсвача в прекъсвач-разпределителя (фиг.3.8), се обработват от ECU чрез преобразувателя на импулсите. Той ги превръща в правоъгълни импулси и ги изпраща към делителя на честотата. Делителят на честотата образува два импулса за един цикъл независимо от броя на цилиндрите на двигателя.



Фиг. 3.9. Образуване на горивната смес.

Прекратяването на импулсите съвпада с началото на отварянето на дюзите и впръскването на гориво. Всяка дюза впръсква гориво по два пъти за едно завъртане на колянвия вал и впръскването на гориво не се влияе от състоянието на съответния смукателен клапан. Ако клапанът е затворен, горивото се акумулира и след това се засмуква в цилиндъра от въздуха, който постъпва в цилиндъра при отварянето на клапана. Продължителността на впръскването, както беше изяснено, зависи от обема на засмукания въздух и от честотата на въртене на колянвия вал.

Образуване на горивна смес. Горивната смес се образува в смукателния колектор (фиг.3.9) и в цилиндрите на двигателя. Впръскването се прекъсва след затваряне на смукателния клапан. Количеството на горивото, което се разпределя чрез дюзите, се складира пред всеки смукателен клапан на двигателя. Когато клапана се отвори, засмукания въздух увлича диспергираното гориво и при турбулентното движение се образува горивна смес, която постъпва в цилиндрите. Работният цикъл на двигателя се извършва за две завъртания на колянвия вал, като дюзите се отварят 2 пъти и осигуряват количеството гориво, което е необходимо за работата му при определен режим на работа.



Фиг.3. 10. Обогаляване на горивната смес от ECU: 1 – датчик за температура на двигателя; 2 – ECU; 3 – дюзи; 4 – контактен ключ

3.5. Адаптиране към условията на работа на двигателя.

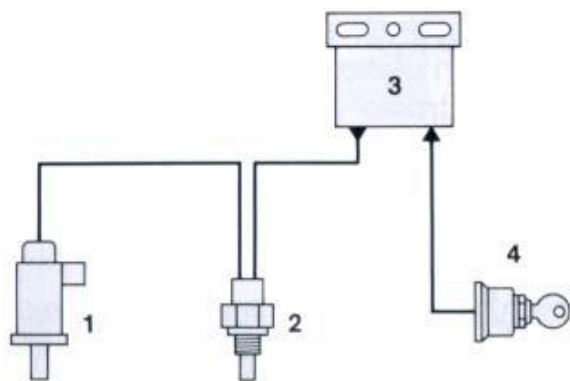
Описаното по-горе действие на системата показва, че при известни условия на работа на двигателя е необходимо да се коригира горивната смес, за да се оптимизира разходът на гориво, да се намали токсичността на отработилите газове и да се подобри

пъргавината на двигателя при ускоряване и пътуване. ECU изпълнява това изискване, като обработва сигналите от сензора за температурата на двига-

теля и от превключвателя на дроселната клапа (сигнал за натоварване).

Освен това характеристиката на дебитомера за въздуха е универсална и може да се определи необходимото количество гориво за всеки вид двигател и във всеки момент от работата му.

Обогатяване на горивната смес при пускане на студен двигател. В този случай е необходимо да се впръсне допълнително количество гориво за



Фиг. 3.11. Обогатяване на горивната смес при пускане на студен двигател: 1 – дюза за пускане на студен двигател; 2 – топлинно реле за време; 3 – ECU; 4 – контактен ключ.

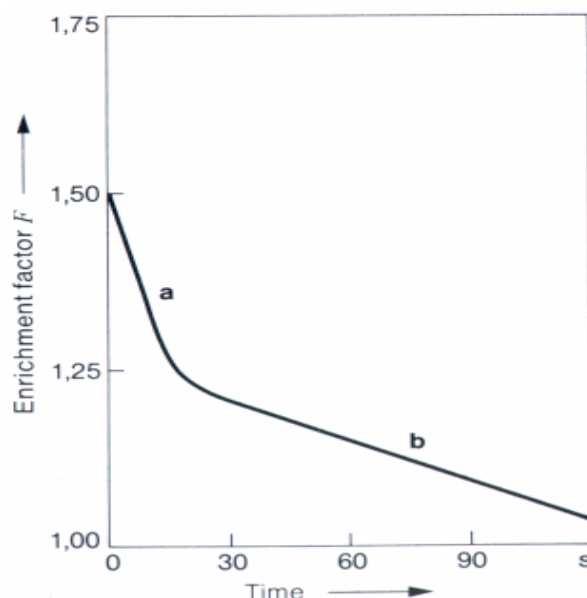
определено време, което се определя от температурата на двигателя. Допълнителното количество гориво, както беше изяснено, е необходимо, за да се компенсират загубите от кондензирането на гориво, при което сместа обеднява, и за да се улесни пускането на двигателя. Дюзата за пускане на студения двигател е вградена към смукателния колектор и осигурява впръскването на допълнително количество гориво. Продължителността на впръскването се определя от топ-

линно реле за време, което отчита температурата на двигателя. Описаната операция се нарича обогатяване при пускане на студено. Сместа е винаги по-богата, което означава, че коефициентът λ е по-малък от 1. Съществуват два метода за обогатяване на горивната смес при пускане на студен двигател: управление на пускането чрез ECU и обогатяване на горивната смес от дюзите, както е показано на (фиг. 3.10); обогатяване на сместа при пускането чрез дюза за пус-

кане на студен двигател и топлинно реле за време (фиг. 3.11).

Обогатяване на горивната смес при следващо пускане на двигателя.

Следващото пускане на двигателя почти винаги се различава от пускането на студен двигател след продължителен престой. Въпреки това двигателят се нуждае от обогатяване на сместа, защото при изстиването една част от горивото кондензира по стените на цилиндрите. Ако след пускането не се обогати сместа, наблюдава се спадане на мощността на двигателя. При температура на въздуха -25°C трябва да се впръсне два или три пъти повече гориво от количеството, което е необходимо при нормал-



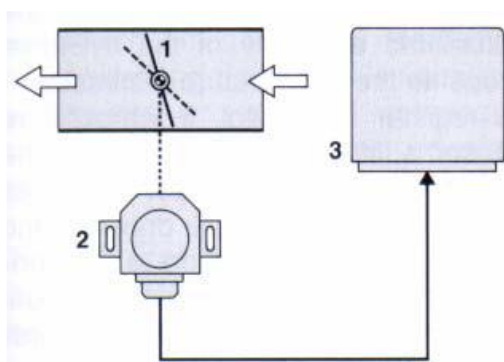
Фиг. 3.12. Повишаване на обогатяването на горивната смес при пускане на двигателя. Графиката показва изменението на коефициента на обогатяване F във функция от времето; а – сектор, зависещ само от времето; б – сектор, зависещ от температурата на двигателя.

ната работна температура. И в този случай обогатяването трябва да се извърши във функция от времето. Необходимата продължителност е около 30 s

в зависимост от температурата, а свръх дебитът е в границите 30 – 60 %. Когато приключи цикълът на следващото пускане, двигателят се нуждае от съвсем малко обогатяване на сместа, което зависи от температурата на охлаждащата течност. На фиг. 3.12 е дадена характеристичната крива за обогатяването на сместа при пускане на двигателя и температурата на въздуха 22 °С.

Адаптиране при частично натоварване. През по-голямата част от времето двигателят работи с частично натоварване. Кривата на характеристиката за необходимото количество гориво е програмирана в ECU за този вид работа и то определя дозирането на горивото. Характеристиката е избрана така, че да може да се редуцира консумацията на горивото при този режим на работа.

Обогатяване при ускоряване. Системата L-Jetronic обогатява горивната смес и при ускоряване на двигателя. Рязкото отваряне на дроселната клапа предизвиква за определено време обедняване на горивната смес. За да се избегне това, системата трябва да осигури



Фиг. 3.13. Корекция при режими на двигателя презен ход – пълно натоварване:
1 – дроселна клапа; 2 – превключвател към дроселната клапа; 3 – ECU.

бързо обогатяване на сместа и да гарантира необходимото ускоряване на двигателя. При рязкото отваряне на дроселната клапа дебитомерът отчита не само количеството на въздуха, постъпващ в цилиндрите на двигателя, но и необходимия обем на въздуха, който повишава налягането в смукателния колектор до определена стойност. Рамото на сондата се измества до положение, което отговаря на пълно отворена дроселна клапа. Повдигането на сондата

до крайно положение предизвиква свръхдозироване на горивото (обогатяване при ускоряване) и гарантира много добро ускоряване на двигателя. По време на пускане на двигателя описаното обогатяване на сместа може да не се окаже достатъчно при това условие, което е свързано и с другите параметри за обогатяване на сместа. Скоростта на изместване на сондата се отчита от ECU само като електрически сигнал.

Обогатяване при пълно натоварване. Двигателят развива максималния си момент при пълното му натоварване, което изисква обогатяване на сместа спрямо тази, която се осигурява при частичното му натоварване. Докато при частичното натоварване е необходимо да се осигурят минимален разход на гориво и намаляване на токсичността на отработилите газове, при пълното натоварване обогатяването на сместа е задължително. Степента на обогатяване се извършва от ECU чрез сигнал, получен в него от превключвателя на дроселната клапа и от контакта за пълно натоварване (фиг. 3.13).

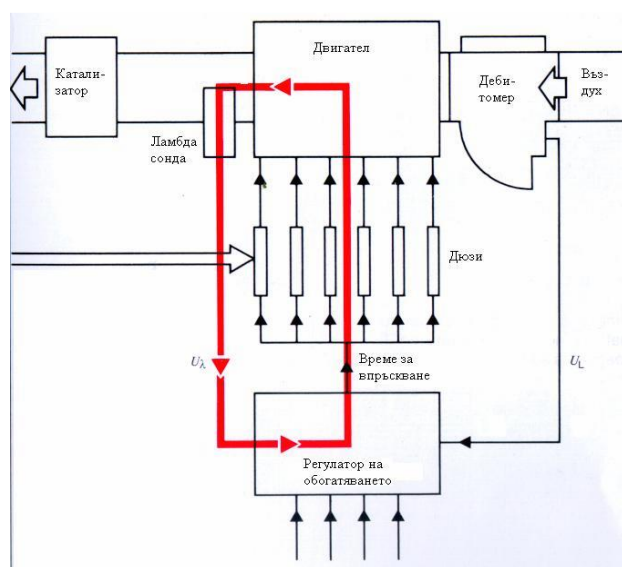
Управление на режима на работа на празен ход. Както беше изяснено, в дебитомера на въздуха е поставен регулируем паралелен канал (байпас), през който преминава ограничено количество въздух и то не се отчита от сондата. Винтът 4 за регулиране на обогатяването на горивната смес (фиг. 3.14) може да промени сместа чрез намаляване на светлия отвор в паралелния канал. Изменението на горивната смес предизвиква повишаване на честотата на въртене на колянния вал и установяване на стабилна работа в режим на празен ход дори когато двигателят е студен. По този начин системата осигурява и по-бързо загряване на двигателя. И при тази система е предвидено от-

клонение на въздуха от дроселната клапа, през което се подава допълнително количество въздух според температурата на двигателя.

Адаптиране към температурата на въздуха. Обемът на впръсканото гориво се определя и от температурата на засмукания въздух. От нея зависи масата за въздуха, тъй като, както е известно, студеният въздух е по-плътен. Това означава, че при едно и също отваряне на дроселната клапа напълването на цилиндрите с въздух е свързано и с температурата на въздуха. За да се отчете количеството на въздуха, пред дебитомера към смукателния тръбопровод е монтиран сензор за температура на въздуха. Той подава сигнал към ECU и в зависимост от температурата се дозира количеството на необходимото гориво.

1.1.6. Допълнителни функции

Регулиране на обогатяването на горивната смес. Чрез регулиране на обогатяването (т.е. въздушния коефициент λ) системата спазва много точно



Фиг. 3.15. Верига за регулиране на обогатяването при системата L-Jetronic.

изискването $\lambda = 1$. Сигналът от сондата за обогатяване на сместа се сравнява с предварително зададена стойност на ECU и се подава сигнал към регулатор с две нива. По този начин се изменя продължителността на отварянето на дюзите и се дозира сместа, за да се осигури коефициент $\lambda = 1$ (фиг.3.15). Веригата за регулиране на обогатяването се добавя към сигнала за сместа. Дебитът на впръскваното предварително определено гориво с управление на образуването на горивната смес е адаптиран към обогатяването, за да се подобри изгарянето. U_L – сигнал

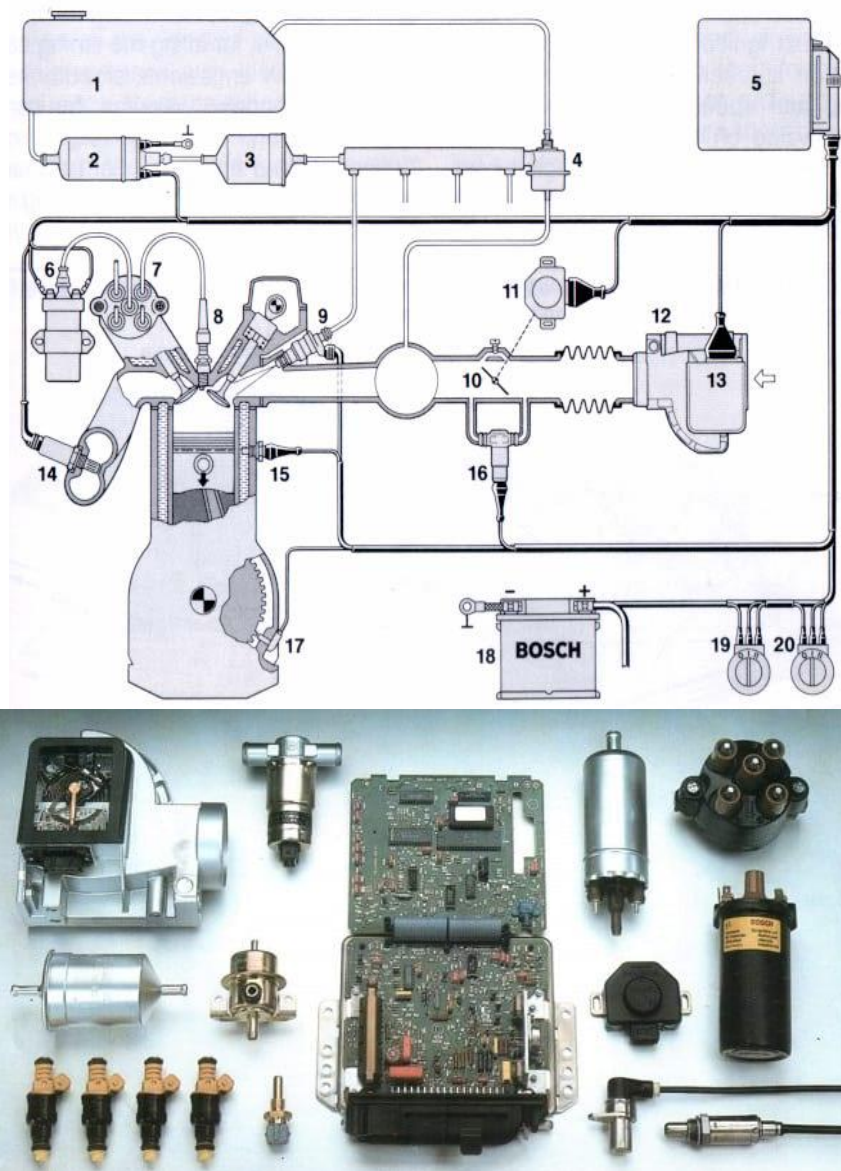
от дебитомера за въздух; U_λ – сигнал от λ -сондата за обогатяването на сместа.

Прекратяване на достъпа на гориво при спиране с двигател (режим на принудителен празен ход). Сигнал за този режим на работа на двигателя се подава от превключвателя на дроселната клапа и от сигнала за честота на въртене на колянвия вал. По този начин се намалява разходът на гориво в токсичността на отработилите газове. Честотата на въртене на колянвия вал, при която се прекратява достъпът на гориво, зависи също и от температурата на двигателя.

Ограничаване на натоварването на двигателя. Свързано е също с прекратяване на достъпа на гориво през дюзите при достигане на определена максимална честота на въртене на колянвия вал. Подаването и прекъсването на горивото се управляват от ECU при разлика в честотата на въртене на колянвия вал около 80 min^{-1} .

4. Система за впръскване на гориво "Motronic".

Многоточковата система за впръскване на гориво Motronic обединява системите за управление на запалителната уредба и на впръскването на гориво чрез електронното им управление. По този начин се оптимизират управлението на запалителната уредба и дозирането на горивото, за да се постигне по-голяма ускоряемост в работата на двигателя. Motronic е системата, която е получила най-широко приложение в съвременните автомобили, като Мерцедес, БМВ, Опел, Фолксваген, Шкода и др. Системата за управление на двигателя, показана на Фиг.4.1. , може да включва според необходимостта и други подсистеми, които са свързани с подобряването на работата на двигателя.



Фиг.4.1. Блок схема и външен вид на системата за впръскване на гориво Motronic.

1 – резервоар за гориво; 2 – електрическа горивна помпа; 3 – горивен филтър; 4 – регулатор на налягането; 5 – ECU; 6 – индукционна бобина; 7 – разпределител за високо напрежение; 8 – запалителни свещи; 9 – дюза; 10 – дроселна клапа; 11 – превключвател към дроселната клапа; 12 – дебитомер за въздух; 13 – потенциометър с сензор за температурата на засмукания въздух; 14 – сонда за обогатяване; 15 – сензор за температурата на двигателя; 16 – устройство за управление на режима на празен ход; 17 – сензор за честотата на въртене на колянвия вал с референтна точка; 18 – акумулаторна батерия; 19 – контактен ключ; 20 – превключвател на климатизатора в автомобила.

Възможностите на системата Motronic се осигуряват от многобройните програмируеми тримерни товарни повърхности от характеристики, свързани

с различни допълнителни функции. Мозъкът на системата е централното електронно устройство (ECU), в което е вграден микрокомпютър с памет. Микрокомпютърът, който е разгледан подробно, комбинира управлението на впръскването на горивото с управлението на запалителната уредба. Освен това датчиците, които се използват при управлението на впръскването на горивото, могат да се използват и за управление на запалителната уредба. По този начин независимо от увеличените изисквания, които са поставени към системата, броят на елементите ѝ е се увеличава. Системата Motronic се произвежда от германската фирма Bosch. Тя повишава икономичността на двигателя, намалява токсичността на отработените газове и подобрява удобството при управлението на автомобила. Едната подсистема е за управление на запалителната уредба. При нея центробежният регулатор и вакуумрегулаторът са заменени с тримерна товарна повърхност от характеристики, които са въведени в паметта на микрокомпютъра. Освен това динамичният ъгъл на изпреварване на запалването може да се коригира във функция от температурата на двигателя, от количеството на засмукания въздух и от положението на дроселната клапа. Другата подсистема, която е свързана с управлението на впръскването на гориво, е подобна на използваната в системата L-Jetronic. Разликата се състои в обработването на входните сигнали, които при системата Motronic са цифрови.

4.1. Основни версии на системата Motronic

Motronic M1.x се захранва от различни производни на i8051, произведени от Siemens, обикновено SAB80C515 или SAB80C535. Кодът/данните се съхраняват в DIL или PLCC EPROM и варират от 32k до 128k.

Често известна като "Motronic basic", Motronic ML1.x е една от първите цифрови системи за управление на двигателя, разработени от Bosch. Тези ранни системи Motronic интегрираха елемента за определяне на времето на запалване със съществуващата тогава технология за впръскване на гориво Jetronic. Първоначално тя е разработена и използвана за първи път в BMW Серия 7, след което е внедрена в няколко двигателя на Volvo и Porsche през 80-те години на XX век.

Компонентите на системите Motronic ML1.x в по-голямата си част остават непроменени по време на производството, въпреки че в определени ситуации има някои разлики. Модулът за управление на двигателя (ЕСМ) получава информацията относно скоростта на двигателя, ъгъла на колянния вал, температурата на охлаждащата течност и положението на дроселовата клапа. Разходомерът за въздушен поток също измерва обема на въздуха, постъпващ в системата за впръскване. Ако двигателят е с естествено всмукване, в дебитомера е разположен сензор за температурата на въздуха, който изчислява масата на въздуха. Ако обаче двигателят е с турбокомпресор, се използва допълнителен сензор за температурата на въздуха при засмукване, който следи температурата на вкарвания въздух след преминаването му през турбокомпресора и междинния охладител, за да се изчисли точно и динамично общата маса на въздуха.

Основни характеристики на системата: Подаване на гориво, време на запалване и ъгъл на престой, включени в един и същ блок за управление. Положението на колянния вал и оборотите на двигателя се определят от двойка сензори, отчитащи данни от маховика. Отделна система за постоянни обороти на празен ход следи и регулира основните настройки на оборотите на пра-

зен ход. Пети инжектор се използва за осигуряване на допълнително обогатяване на горивото при различни условия на студен старт (в някои конфигурации). В зависимост от приложението и версията може да се монтира кислороден сензор (системата първоначално е проектирана за оловно гориво).

Motronic 1.1 се използва от BMW от 1987 г. при двигатели като M20. Тази версия е използвана и от Volvo в периода 1982-1989 г. при двигателите с турбокомпресор B23ET, B230ET и B200ET.

Системите имат опция за ламбда сензор, което позволява използването им с автомобили, оборудвани с каталитичен конвертор. Тази система за обратна връзка позволява на системата да анализира емисиите на отработените газове, така че горивото и искрата да се оптимизират непрекъснато, за да се намалят до минимум емисиите. Налице е и адаптивна схема, която се адаптира към промените в характеристиките на двигателя с течение на времето. Някои двигатели на PSA включват и сензор за детонации, за регулиране на момента на запалване.

Устройствата Motronic имат 2 изхода за впръскване, а инжекторите са разположени в 2 "банки", които се задействат веднъж на всеки два оборота на двигателя. В примерен 4-цилиндров двигател, единият изход управлява инжекторите за цилиндри 1 и 3, а другият - за 2 и 4. Системата използва сензор за "идентификация на цилиндъра", монтиран на разпределителния вал, за да определи кои цилиндри се приближават към върха на хода си, следователно коя банка инжектори трябва да бъде задействана. По време на стартиране (под 600 об./мин.) или ако няма сигнал от сензора "cylinder ID", всички инжектори се задействат едновременно по веднъж на оборот на двигателя. В автомобилите BMW тази версия на Motronic няма "cylinder ID" и в резултат на това двете банки инжектори се задействат едновременно.

Motronic 1.2 е същият като 1.1, но използва MAF с горещо фолио на мястото на AFM в стил "клапа". Тази версия е използвана от BMW при двигателя S38B36 в E34 M5 и при двигателя M70B50 в 750il от 1988 до 1990 г.

Motronic 1.1 е заменена през 1988 г. от системата **Motronic 1.3**, която се използва и от PSA при някои двигатели от серията XU9J (които преди това използват Motronic 4.1) и от BMW.

Системите Motronic 1.1 и 1.3 до голяма степен си приличат, като основното подобрение е в увеличените диагностични възможности на Motronic 1.3. ЕСМ 1.3 може да съхранява много по-подробни кодове за неизправности в сравнение с 1.1 и има постоянно 12-волтово захранване от акумулатора на автомобила, което му позволява да регистрира в паметта си периодични неизправности при няколко пътувания. Motronic 1.1 може да информира само за няколко текущи неизправности.

Motronic 1.5. Тази система е използвана при някои от двигателите на General Motors (C20NE, 20NE, C20SE, 20SE, 20SEH, 20SER, C20NEF, C20NEJ, C24NE, C26NE, C30LE, C30NE, C30SE, C30SEJ, C30XEI...). Системата е много надеждна и срещаните проблеми обикновено се дължат на лош контакт в свързаните комбинации от щепсел/гнездо, които свързват различните сензори на системата с електронния блок за управление (ECU). Предшественик на ME Motronic. Използва се и в двигателите на Opel C16SEI

Motronic 1.5.2. Използва се от 1991 г. в Opel Astra F с двигател C20NE. Основната промяна е използването на MAF вместо AFM в Motronic 1.5.

Motronic 1.5.4. Използва се от 1994 г. в Opel Omega B с двигател X20SE. (Модифициран наследник на двигателя C20NE) Основната промяна в Motronic

1.5.2 е използването на DIS система за запалване, сензор за детонации и EGR клапан. Използван е и в двигателя X22XE на Opel.

Motronic M1.5.5. Използва се в автомобили Fiat/Alfa/Lancia и Opel.

Motronic 1.7. Основната характеристика на Motronic 1.7 е премахването на разпределителя на запалването, като вместо това всеки цилиндър има собствена електронно задействана запалителна бобина. Семействата Motronic 1.7 има версии 1.7, 1.7.2, 1.7.3, като всички те са използвани при двигателите M42/M43 в BMW Серия 3 (E36) до 1998 г. и BMW Серия 5 (E34) до 1995 г. 12-цилиндровият BMW M70 е имал Motronic M1.7 и два разпределителя.

Motronic 1.8. Тази система е използвана от Volvo при двигателя B6304, използван във Volvo 960.

Motronic M2.x се захранва от различни производни на i8051, произведени от Siemens, обикновено SAB80C515 или SAB80C535.

Системата **ML 2.1** интегрира усъвършенствано управление на двигателя с 2 сензора за детонации, адаптивно регулиране на горивото и времето, управление на продухването, прецизно последователно управление на горивото и диагностика (преди OBD-1). Обогащаването на горивото по време на студен старт се постига чрез промяна на времето за впръскване на главните инжектори в зависимост от температурата на двигателя. Скоростта на празния ход също се контролира изцяло от цифровия блок Motronic, включително бърз празен ход по време на загряване. Актуализираните варианти ML 2.10.1 до 2.5 добавят логика на сензора за масов въздушен поток MAF и бобини за директно запалване на всеки цилиндър. Motronic 2.1 се използва в 4-цилиндровите 16V двигатели на Porsche 944S/S2/968 и 6-цилиндровите Boxer Carrera 964 и 993, Opel/Vauxhall, FIAT и Alfa Romeo.

Системата **M2.3.2** е създадена основно за 5-цилиндровите турбодвигатели 20V на Audi, но вариантът ѝ е използван и при 3,6L V8 32V на Audi и няколко двигателя 4,2 V8 32V на Audi. При 5-цилиндровата версия с турбокомпресор за първи път контролът на детонациите и повишаването на налягането е въведен в едно ECU, въпреки че ECU всъщност представлява два компютъра в един пакет. Едната страна на ECU контролира разпределението на времето и подаването на гориво, докато другата страна контролира повишаването на налягането и контрола на детонациите. Всяка страна има свой собствен процесор Siemens SAB80C535 и свой собствен EPROM за съхранение на работните данни. Това, което прави този ECU странен, е използването на два сензора за колян вал и един сензор за разпределителен вал. ECU използва единия колян сензор, за да брои зъбите на пръстена на стартера за своя сигнал за оборотите, а другият отчита щифт на гърба на маховика за референция на TDC. Това ECU се появява за първи път при монтирането на 20V 5-цилиндров турбодвигател (код RR) в Audi Quattro. След това се използва в Audi 200 20V turbo до 1991 г., когато се появява Audi S4 и ECU получава няколко подобрения, включително преминаване от разпределително запалване към последователно запалване с бобина на свещта и добавена функция overboost. Този ECU е завършен през 1997 г., когато от конвейера слиза последното Audi S6. Този ECU е използван и в легендарния Audi RS2 Avant.

Версията на ECU за V8 беше базирана само на един процесор, като запазваше всички същите функции на ECU за 5-цилиндровия турбомотор, с изключение на контрола на форсирането. Версията 3.6 V8 е имала система за запалване, базирана на разпределител, и е била модернизирана приблизително по същото време до система с бобина на свещта като 20V турбо аналога си през

1992-1993 г.

Motronic 2.5. Представен е през 1988 г. в двигателя Opel Kadett E GSi 16V C20XE. Последователно впръскване на горивото и контрол на детонациите.

Motronic 2.7. В края на 80-те и началото на 90-те години, различни модели на Ferrari. Някои модели на Opel / Vauxhall (двигател C20LET).

Motronic 2.8. Наследник на Motronic 2.5. Използва се от 1992 г. при двигателя Opel C20XE. Основната промяна е въвеждането на DIS запалване. Използван е и при двигателя Opel V6 C25XE (1993 г., Opel Calibra (също X25XE), Opel Vectra A). Модифициран като M2.8.1 (1994 г.) за X30XE и X25XE (Opel Omega B). M2.8.3 двигател X25XE (Opel Vectra B) и X30XE (Opel Sintra).

Motronic 3.x

Motronic M3.x се захранва от микроконтролер i196 с код във флаш памет, вариращ от 128 kB до 256 kB.

Motronic 3.1. В сравнение с ML1.3, тази система добавя управление на сензора за детонации, управление на изходните газове и диагностика при стартиране. Motronic 3.1 се използва в двигатели BMW M50B25 без VANOS.

Motronic 3.3 се използва от V8 двигателите на BMW M60B30/B40 в сериите 5, 7 и 8.

Motronic 3.3.1 се използва в двигатели BMW M50B25 с VANOS[13].

Motronic 3.7 се използва в двигателите V6 на Alfa Romeo в по-късните 12-клапанни варианти с обем 3,0 л, като замества L-Jetronic.

Motronic 3.7.1 се използва в двигателя Alfa Romeo V6 в 24-клапанните варианти.

Motronic M3.8x се използва в много автомобили Volkswagen/Audi/Skoda

Motronic M4.x се захранва от различни производни на i8051, произведени от Siemens.

Системата **Motronic ML4.1** се използва при осемклапановите двигатели на Opel/Vauxhall от 1987 до 1990 г., Alfa Romeo и някои двигатели от серията XU9J на PSA Peugeot Citroën.

Обогатяването на горивото по време на студен старт се постига чрез промяна на времето на главните инжектори в зависимост от температурата на двигателя, като не е необходим инжектор "студен старт". Оборотите на празен ход също се контролират изцяло от блока Motronic, включително бърз ход на празен ход по време на загряване (поради това не е необходим превключвател на термочасовете).

Системата на ML4.1 не включва сензор за чукване за регулиране на времето. Времето за запалване и горивната карта могат да се променят, за да се вземат предвид горива с различно октаново число, като към един от изводите на ECU се свърже калибриран резистор (под формата на "щепсел за кодиране на октановото число" в кабелната система на автомобила), като съпротивлението зависи от необходимата настройка на октановото число.

Има един изход за инжекторите, в резултат на което всички инжектори се задействат едновременно. Инжекторите се отварят веднъж на всеки оборот на двигателя, като всеки път впръскват половината от необходимото гориво. Motronic ML4.1 се използва в двигателите на Opel: 20NE, 20SE, 20SEN, 20SER, C20NE, C30LE, C30NE.

Motronic 4.3 е използван от Volvo за техните петцилиндрови модели 850 с турбокомпресор от 1993 до 1996 г. Той е въведен с пускането на пазара на 850 Turbo (наричан също 850 T-5 и 850 T-5 Turbo) през октомври 1993 г. за моделната година 1994. Характеристиките включват диагностика OBD I,

двойни сензори за почукване и много други. За моделната 1996 г. при някои автомобили е въведена диагностика OBD II, докато M4.3 започва да се премахва. Последните автомобили, оборудвани с M4.3, са произведени за моделната 1997 г.

Мотроник 4.4 се използва от Volvo от 1996 до 1998 г. M4.4 е базиран на своя предшественик и се отличава само с малък брой подобрения: Капацитетът на паметта е удвоен и са въведени няколко нови функции, като например съвместимост с имобилайзери. OBD II беше стандартна за всички автомобили, оборудвани с тази система, въпреки че необходимите протоколи не бяха интегрирани за всички пазари. Системата се използваше за автомобилите с пет- и шестцилиндрови модулни двигатели и се използваше при моделите с турбокомпресор и с атмосферно пълнене. Въведена през 1996 г. за моделната 1997 г., тя е инсталирана за първи път на някои от последните 850 модела като 2.5 20V и AWD. Вариант с бобина на свещта е съществувал за шестцилиндровите Volvo 960/S90/V90. След като 850 е заменен от Volvo V70, Volvo S70 и Volvo C70, системата се използва до края на моделната 1998 г.

Системата **Motronic 4.6** е използвана в Nissan Micra K11 от 2000 до 2003 г.

Motronic 5.2 е използвана в двигателя на BMW M44B19. В сравнение с 1.7, Motronic 5.2 има възможност за OBD-II и използва сензор MAF с горещ слой вместо AFM с клапани.

Motronic 5.2.1 се използва в Land Rover Discovery Series II и Range Rover P38, които са произведени от края на 1999 г. Той е използван само в автомобили, оборудвани с бензинови двигатели V8. Този вариант на системата за управление на двигателя е адаптиран за използване извън пътя. За разлика от системата Motronic в седаните на BMW, която използва акселерометър на шасито, за да разграничи неправилното запалване от неравностите по пътя, версията на Land Rover използваше сигнал от блока за управление на ABS, за да открие неравностите по пътя. Тази версия на системата е интегрирана с модула за управление на каросерията и системата против кражба.

4.2. Предимства на системата Motronic:

Намалена консумация на гориво. Системата осигурява икономия на гориво и това може да се отчете, ако се сравнят показателите на един и същи двигател, който има вграден прекъсвач-разпределител или се управлява от системата Мотроник. Икономията на гориво се постига благодарение на прецизното дозиране при обогатяване на сместа през периода на загряване на двигателя заедно с коригиране на ъгъла на изпреварване на запалването. Прецизно обогатяване на сместа се осигурява и при пълно натоварване на двигателя. Прекратяването на достъпа на гориво при работа в режим на принудителен презен ход намалява също разхода на гориво. Намаленият разход на гориво води до намаляване и на токсичността на отработилите газове, което се осигурява чрез корекция на ъгъла на изпреварване на запалването при всички режими на управление на двигателя.

Адаптиране към режимите на работа на двигателя. Бързото пускане на студен двигател и ускоряването му преди достигане на работната температура се постига чрез оптимизиране на ъгъла на запалването и чрез прецизно дозиране на горивото. По подобен начин се осигурява и стабилна работа на двигателя на празен ход. Оптимизирането на характеристиката на въртящия момент, развиван от двигателя, подобрява неговата ускоряемост. Това също допринася за намаляване на разхода на гориво, тъй като при по-ниска честота

на въртене се създава възможност автомобилът да се движи с по-висока предавка (4-та или 5-а). При пълното натоварване на двигателя се определя ъгълът на изпреварване на запалването, чрез който се премахва възможността за работа на двигателя с детонации. При частичното натоварване ъгълът се изменя във функция на минималната консумация на гориво и намаляването на токсичността на отработените газове.

Намалена токсичност на отработилите газове. Постига се благодарение на адаптирането към качеството на горивото и изменението на ъгъла на изпреварване на запалването в зависимост от степените на натоварване на двигателя. Намалената токсичност на отработилите газове се осигурява от сондата за контрол на обогатяването (λ -сондата) и преминаването им за рециклиране през катализатор.

Високата надеждност на системата. По време на целия експлоатационен пробег на автомобила не се наблюдават изменения на характеристиките на системата за управление на запалителната уредба. Системата не се нуждае от обслужване при експлоатацията и.

4.3. Основни сензори и изпълнителни механизми на системата.

4.3.1. Разходомер на въздух (дебитомер), MAF – Mass air flow sensor;

Сензорът за разходомер на въздух се използва в много системи за управление на двигатели за измерване стойността на моментния разход на въздух. Разходът на въздух е един от базовите параметри за изчисляване на необходимото количество гориво. Обикновено MAF се поставя след въздушния филтър пред дроселната клапа в потока на постъпващия въздух. Външният вид на MAF, производство на фирмата "BOSCH" е показан на Фиг.1.9 а.

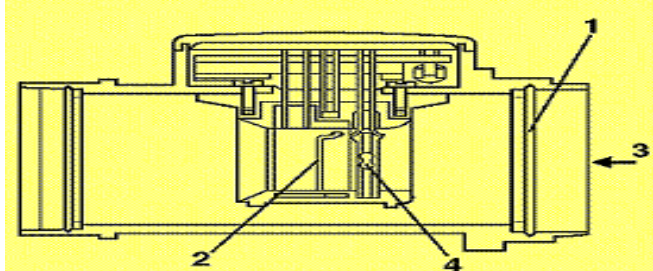
Принцип на работа на MAF сензорите:

MAF сензор който измерва масата на преминаващия въздух.

Сензор от този тип е показан на Фиг.1.9 б. с нажежаема жичка (2) диаметра на която е 70 μm се поставя в измервателната тръба, разположена пред дроселната клапа. Работата на сензора за масов разход на въздух е основана на принципа на постоянната температура. Нагретият платинов проводник, разположен във въздушния поток (3), е едно от рамената на резисторния мост. При това за сметка на изменението на силата на тока, протичащ през резисторния мост, се поддържа постоянна температура (около 100 $^{\circ}\text{C}$) на платиновия проводник, обдухван от въздушния поток. При увеличаване на разхода на въздух платиновия проводник изстива и неговото съпротивление пада. Резисторният мост става несиметричен и възниква напрежение, подавано на усилвател и насочено към повишаване температурата на проводника.



a/

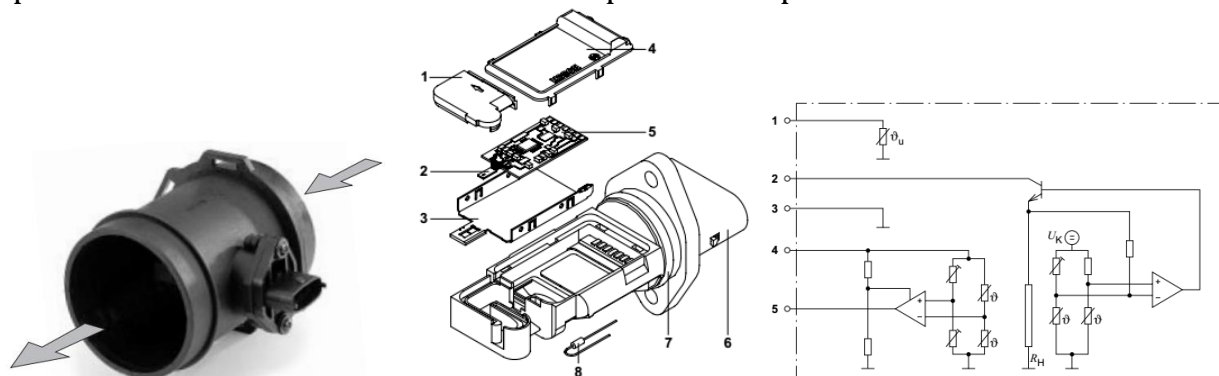


b/

Фиг.4.2. MAF сензор който измерва масата на преминаващия въздух.

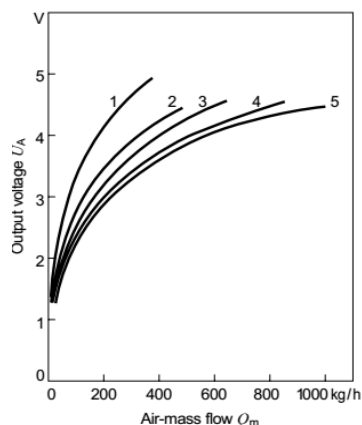
Този процес продължава дотогава, докато температурата и съпротивлението на проводника не доведат до равновесие системата. Диапазонът на силата на тока е 0.5 – 1.2A. Този ток протича така също и през калибровъчен резистор, върху когото възниква напрежение, постъпващо в бордовия контро-

лер за изчисляване на количеството впрыскано гориво.



Фиг.4.3. Дебитомер с нагреваем резистивен слой – Hot Film sensor (HFM5): 1 - капак на измервателната част; 2 - сензор; 3 - монтажна основа; 4 - капак на хибридна платка; 5 - платка с хибридна ИС; 6 - присъединителен куплунг; 7 - O пръстен; 8 - аксиален температурен сензор. Изводи на схемата: 1 - допълнителен терморезистор; 2 - захранващо напрежение; 3 - маса; 4 - опорно напрежение 5V; 5 - сигнал от измерването.

Изменението на температурата се компенсират от резистора (4), който представлява платинова шайба, разположена във въздушния поток. Изменението на температурата на въздуха едновременно изменя съпротивлението



Фиг.4.4. Изходно напрежение на HFM5 в зависимост от модификацията.

на нагревия проводник (2) и термокомпенсационния резистор (4), поради което равновесието на резисторния мост не се нарушава. При експлоатация платиновият проводник неизбежно се замърсява. За предотвратяване на това замърсяване след изключване на двигателя проводника в течение на 1 сек. се загрява до температура 1000 °C. При това цялата поелепнала по него мръсотия изгаря. Този процес се контролира от бордовия контролер. Изходният сигнал на MAF, производство на фирмата "Bosch" представлява напрежение, изменящо се в диапазона 1 до 5V, чиято стойност зависи от масата на въздуха, преминаващ през сензора. При нулев разход на въздух (двигателя е спрял) изходното напрежение на сензора трябва да бъде равно на 0.98V, 1.02V. В противен случай сензора се смята за неизправен. С увеличаване разхода на въздух изходното напрежение на сензора се увеличава. Сензорът може да регистрира и обратни потоци въздух от входния колектор към въздушния филтър. Изходното напрежение в този случай намалява под 1V, пропорционално на големината на обратния поток въздух.

Дебитомер с нагреваем резистивен слой – Hot Film sensor (HFM). Принципът на работа на дебитомерите с нагреваем резистивен слой (Hot-film MAF) – фиг.4.3, е подобен на този на дебитомерите с нажежаема жичка и се използва централно нагреваем слой. От едната страна на този слой постъпва студен въздух, а от другата страна температурата е постоянна и така се получава диференциална разлика, която се преобразува в правоъгълен сигнал с честота между 30Hz на празен ход на двигателя и 150Hz при пълна газ. Този тип дебитомери са по-надеждни от тези с нажежаемата жичка.

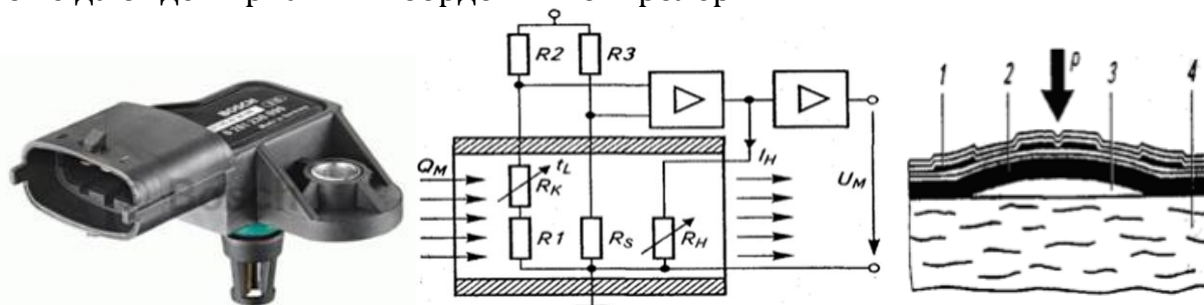
4.3.2. Сензор за абсолютното налягане в смукателния колектор.

Сензорът за абсолютно налягане (Manifold Absolute Pressure -MAP) измерва разреждането в смукателния колектор и посредством чувствителен елемент преобразува сигнала в електрически, за да го върне към ECU. MAP

сензора се използва най-често като евтина алтернатива на датчиците за натоварване на двигателя. Сравнително ниската му себестойност е причина за широкото му разпространение, въпреки че неговите измервания не са така точни, както при различните типове датчици за количеството въздух. MAP може да се намира в двигателния отсек, като отделен компонент или да е вграден в ECU. Външният вид на MAP е показан на Фиг.1.12.

Принцип на работа на MAP сензора:

MAP сензорът (MAP) измерва разреждането във всмукателния колектор и неговият чувствителен елемент преобразува сигнала в електрически, който може да бъде върнат към бордовия контролер.



Фиг.4.5. Външен вид, принципна схема и устройство на MAP сензор.

MAP сензорът се използва най-вече като евтина алтернатива на сензорите за натоварване на двигателя. MAP може да бъде разположен в двигателното отделение като отделен компонент или интегриран в бордовия контролер. Сензорът за налягане във входящата тръба е пневматично свързан към последния и измерва абсолютното налягане (kPa). Той е направен под формата на елемент, интегриран в контролния блок, или като отделен сензор, който се монтира близо до самата входна тръба или върху нея. Когато използвате интегрирания сензор, маркучът е свързан към входната тръба. Сензорът се състои от пневматично сечение с два сензорни елемента и верига за обработка на сигнала, инсталирана върху обща керамична подложка. Чувствителният елемент е мембрана с дебел филм във формата на камбана, която образува камера с примерно вътрешно налягане. В зависимост от налягането във входящата тръба мембраната се огъва до определена дълбочина. На мембраната са инсталирани пиезореzystори, проводимостта на които варира в зависимост от механичното напрежение. Чувствителният елемент на сензора за налягане е показан на фиг.4.5, където: 1 - пиезореzystори; 2 - основната мембрана; 3 - камера с примерно налягане; 4 - керамичен субстрат; P е налягането.

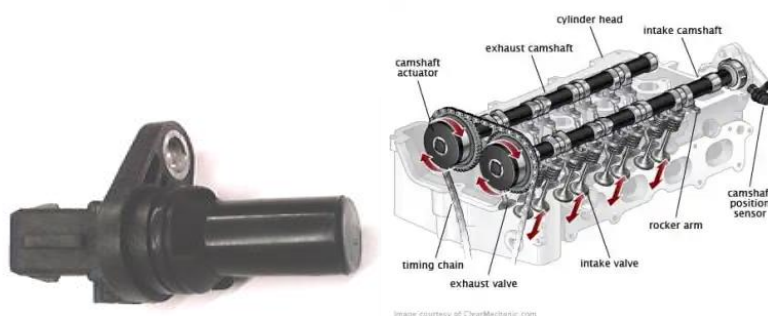
MAP е свързан към смукателния колектор чрез вакуум маркуч. Вакуумът в смукателния колектор задейства диафрагмата на MAP. Преобразувателят на сензора превръща измереното налягане в електрически сигнал, който се подава към бордовия контролер. ЕБУ пресмята получените от MAP сензора стойности по формулата: "Абсолютно налягане" = "Атмосферно налягане" – "Налягане в смукателния колектор". Използвайки метода обороти/плътност бордовият контролер изчислява състава на горивната смес в зависимост от сигнала на MAP и оборотите на двигателя. Този метод се основава на теорията, че на всеки оборот двигателя засмуква фиксиран обем въздух. Точността на този метод не може да се сравнява с тази на сензора за количество въздух, който след точно измерване на въздушния поток изчислява съотношението на горивната смес въз основа на обема или масата на засмуквания от двигателя въздух. Когато нивото на вакуума в смукателния колектор е високо (например при празен ход), показанието от MAP е сравнително ниско и ECU осигу-

рява по-малко гориво.

4.3.3. Сензор положение разпределителен вал, CID - Camshaft sensor.

Сензорът за положението на разпределителния вал се нарича още сензор за идентификация на цилиндрите (CID - Cylinder Identification Sensor) или фазов сензор. При системи с последователно впръскване на гориво, ECU трябва

да установи кой цилиндър е на ред за палене. Тази информация се осигурява от сензора за идентификация на цилиндрите. При въртенето на двигателя сензорът изпраща към бордовия контролер сигнал



Фиг.4.6. Сензор положение разпределителен вал.

всеки път, когато първи цилиндър е в горна мъртва точка. Оттук се изчислява продължителността на импулса за инжекция. При системи с едновременно впръскване ECU не идентифицира цилиндрите и реда на палене, тъй като това не е нужно за работата на системата. Когато от колянвия вал или дистрибутора се получи сигнал за предварение на запалването, точният цилиндър се разпознава по механичното положение на колянвия вал, разпределителния вал, клапаните или вала на дистрибутора. Външният вид на сензор положение разпределителен вал CID е показан на фиг.4.6.

Синхронизация на работата между сензора за положението на разпределителния вал и сензора на колянвия вал.

Моментите във времето на сработване на сензор положение разпределителен вал (CID) и сензорът за положението на колянвия вал (CPS) е много важен за автомобилите с инжекционна система. Ако фазите им на сработване не са синхронизирани, в най-добрия случай двигателят и ECU могат да преминат в режим на аварийна работа с намалена мощност и увеличена концентрация на вредните вещества в отработените газове. В най-лошият случай двигателя просто престава да работи. Причините за нарушена синхронизация могат да бъдат следните: неправилно регулиран разпределител (само за регулируемите разпределители); разхлабен зъбен ремък на задвижването на разпределителния вал (често срещана неизправност); нарушено или неправилно зацепване на зъбния ремък.

4.3.4. Сензор положение колянов вал, CPS – Crankshaft position sensor



Фиг.4.7. Сензор за положение на колянов вал.

CPS се явява основен сензор, без който работата на системата за впръскване на гориво е невъзможна. Неизправностите от CPS неминуемо водят до срыв в работата на двигателя и понататъшното движение на автомобила е невъзможно. Сензорът за положението на колянвия вал (CPS) е електромагнитен сензор, по който в системата за впръскване на гориво се извършва синхронизация на работата на горивните дюзи и системата за запалване. CPS подава към ECU сигнал за честотата на въртене и положението на колянвия вал. Този сигнал представлява серия от повтарящи се електричес-

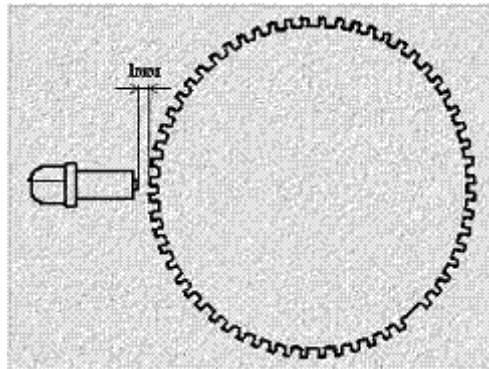
ки импулса.

ки импулси на напрежение, генерирани от сензора при въртенето на колянвия вал. На базата на тези импулси ECU управлява горивните дюзи и системата за запалване. Външният вид на сензор положение колян вал, CPS – Crankshaft position sensor показан на фиг.4.7.

Принцип на работа на двойката зъбно колело на колянвия вал и CPS сензор: CPS се поставя на конзолата до зъбното колело на колянвия вал.



Фиг.4.8.



Фиг.4.9.

Между сензора и зъбното колело се оставя въздушна междина. Тази междина трябва да бъде около $1 \text{ mm} \pm 0.4$ и се постига с подбор на съответните шайби фиг.4.8 и фиг.4.9. Зъбното колело на колянвия вал е изпълнено във вид на специален диск, на който се намират обикновено 58 зъба през всеки 6 градуса. За генерация на "импулс за синхронизация" на оборотите на зъбното колело на колянвия вал на колелото отсъстват 2 зъба. При въртене на колянвия вал зъбите на колелото изменят магнитното поле на сензора създавайки съответните импулси на напрежение. По импулса за синхронизация от CPS ECU определя положението и честотата на въртене на колянвия вал и изчислява момента на сработване на горивните дюзи и момента на подаване на искрата. Началото на 20-я зъб (след пропуснатите) на зъбното колело съвпада с горната мъртва точка на първи или четвърти цилиндър. На автомобилa могат да бъдат поставени цяло, неметално зъбно колело или с демпфер (гумена изолация). В процеса на експлоатация на автомобилa износване на неметалното зъбно колело почти не се наблюдава. Трябва само да се следи между зъбите да не попадат малки частици и мръсотия. Ако зъбното колело е с демпфер, трябва да се следи за неговото състояние, тъй като повреждането на демпфера може да доведе до проблеми в работата на двигателя. При извършване на ремонтни работи трябва да се внимава да не се получат деформации на зъбното колело, което ще доведе до срыв в работата на двигателя.

Характерни симптоми при дефекти на CPS и на зъбно колело на колянвия вал: При неизправност на CPS или зъбното колело на колянвия вал ECU фиксира грешка и запалва лампата "CHECK ENGINE". Към неизправностите на тези елементи могат да бъдат отнесени следните симптоми: неустойчиви обороти на двигателя на празен ход; самопроизволно повишаване и понижаване на оборотите на двигателя; спиране на двигателя; невъзможност за запалване на двигателя; понижение на мощността на двигателя; възникване на детонация при динамични натоварвания; пропуски в искрообразуването.

4.3.5. Ламбда кислороден сензор (O2)

Кислородният сензор, наричан още ламбда сонда, се поставя в потока на отработените газове на двигателя и измерва нивото на съдържание на кислород в отработените газове.

Анализирайки осцилограмите на работа на кислородния сензор при различните режими на работа на двигателя, може да се оцени както изправността на самия сензор, така и изправността на системата за управление на двигателя като цяло. Признак на неизправен кислороден сензор са повишения разход на гориво, намаление на динамиката на автомобила, забележимо понижаване на мощността на двигателя, неустойчива работа на двигателя на празен ход или колебание на оборотите на празен ход.



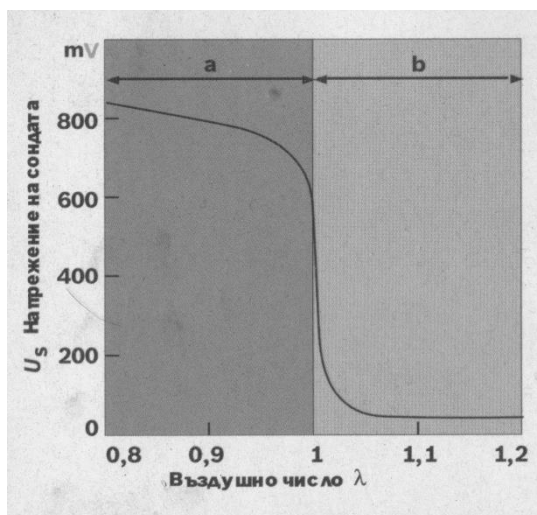
Фиг.4.10. Ламбда сонда.

Външният вид на кислороден сензор е показан на фиг.4.10. Типични цветове на кабелите на O_2 : Черен - сигнал (информационен); Сив - „масата“ на самия сензор; Бели (два броя) - захранването 12V на нагревателя.

При работна температура (350°C) произвежда напрежение приблизително между 25 и 900 mV в зависимост от съдържанието на кислород в отработените газове. Сравнява остатъчното съдържание на кислород в отработените газове със съдържанието на кислород в околния въздух. Разпознава преминаването от богата смес (недостиг на въздух $\lambda < 1$) към бедна смес (излишък въздух $\lambda > 1$) и обратно.

Видове кислородни датчици

Според използваното вещество в чувствителния им елемент са: Циркониеви (циркониев оксид); Титаниеви (титаниев оксид); Широкополосни; *Според конструкцията са:* Еднопроводни; Двупроводни; Трипроводни; Четирипроводни. Еднопроводните са се използвали в първите системи за впрыскване с обратна връзка (ламбда-регулиране).

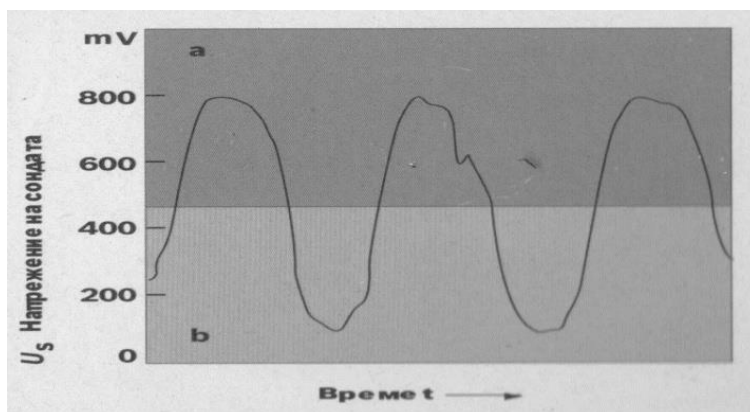


Фиг.4.11. Скок на напрежението при $\lambda = 1$. U_s напрежение на сондата, а – Богата смес, б – Бедна смес.

Еднопроводният сензор има само един извод, който се явява сигнален. Земята на този сензор е изведена на корпус и се свързва с масата на двигателя с резбово съединение.

Двупроводният сензор има отделен кабел за заземяване. Те също са се използвали в първите системи за впрыскване с обратна връзка (ламбда-регулиране). Недостатък на едно и двупроводните датчици е, че работния им температурен диапазон започва от 300°C . Преди достигане на тази температура сензорът не работи и не подава сигнал. Необходимо е било сензорът да се монтира колкото се може по-близо до цилиндрите на двигателя, за да може да

се нагрява и обтича от най-горещия поток от изпускани газове. Процеса на нагряване на сензора се забавя, което води до задръжка при обратната връзка с бордовия контролер. Освен това, използването на самата тръба за сигнална маса изисква резбата на сензора да се намаже със специална токопроводяща паста, което увеличава вероятността от лош контакт във веригата за обратна връзка. В трипроводният сензор е вграден специален нагревателен елемент,



Фиг.4.12. Диаграма на напрежението в режим на час-тично натоварване. U_s напрежение на сондата, а – Богатата смес, б – Бедна смес.

който е включен винаги при работа на двигателя и съкращава времето за нагриване на сензора до работната му температура. Така също позволява монтирането на сензора в изпускателния колектор, близо до катализатора. Недостатък при него е необходимостта от токопроводяща смазка. При четипроводните кислородни датчици – два от изво-

дите са за подгриване, а другите два – сигнални.

4.3.6. Сензор детонации

Оптималното предварение на запалване (при обороти на двигателя по-високи от тези на празен ход) за двигатели с висока степен на компресия е много близко до възникване на детонации при горенето. Тази близост означава, че в някои или в някои цилиндри в определен момент от работния цикъл на двигателя е възможно да се появят детонации. Детонации могат да възникнат във всеки един момент и за тяхното контролиране се грижи ECU, който идентифицира точния цилиндър или цилиндри с детонации по време на горенето. На фиг.4.14 е показан външният вид на сензорите за детонации.

Принцип на работа на сензора за детонации

Сензорът за детонации е монтиран на блока и представлява пиезокерамичен елемент, който реагира на звуковите вибрации на двигателя. Сигналят се превръща в сигнално напрежение, пропорционално на нивото на шума, и се подава към бордовия компютър за преценка и съответно действие. Честотата на детонациите обикновено е в диапазона от 6kHz до 15kHz. ECU анализира шума на всеки цилиндър и използва сложен алгоритъм за сравнение на нивото му със средното ниво на шума от предварително зададени изминали периоди.



Фиг.4.13. Сензори за детонации.

Ако шумът превишава средното ниво с определена стойност, бордовия компютър отчита наличие на детонации. Първоначално запалването се осъществява според базовата си стойност. При идентифициране на детонации бордовият контролер забавя предварението на запалване на съответния цилиндър с определени градуси. След изчезване на детонациите предварението се измества напред до достигане на базовата си стойност или до следващото регистриране на детонации, когато бордовия контролер отново предприема забавяне. Този процес тече непрекъснато, осигурявайки оптимално предварение на запалването за всеки цилиндър.

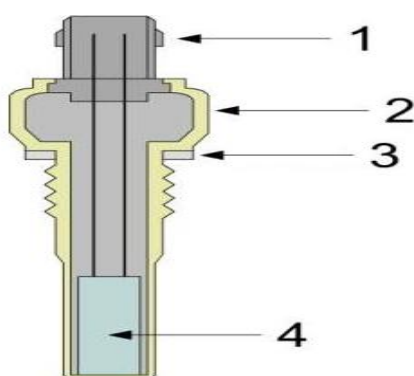
4.3.7. Сензор за температурата на охладителната система

Сензорът за температурата на охлаждащата система е температурно променливо съпротивление, което обикновено е с отрицателен температурен коефициент. Той е двупроводников термистор, който е потопен в охлаждащата течност и измерва нейната температура. ECU използва сигнала на сензора за температурата на охлаждащата система като главен коригиращ фактор при изчисляване предварението на запалване и продължителността на впрыскване. Външният вид на сензора за температурата на охлаждащата система е показан на фиг.4.14.



Фиг.4.14. Сензор за температурата на охлаждащата система.

Принцип на работа на сензора за температурата на охлаждащата система: За да се преобразува промяната на съпротивлението на сензора за температурата на охлаждащата система в промяна напрежение което да се



Фиг.4.15. Устройство на температурния сензор на охлаждащата система.
1 – Конектор; 2 – Корпус; 3 – Уплътнителен пръстен; 4 – Термистор

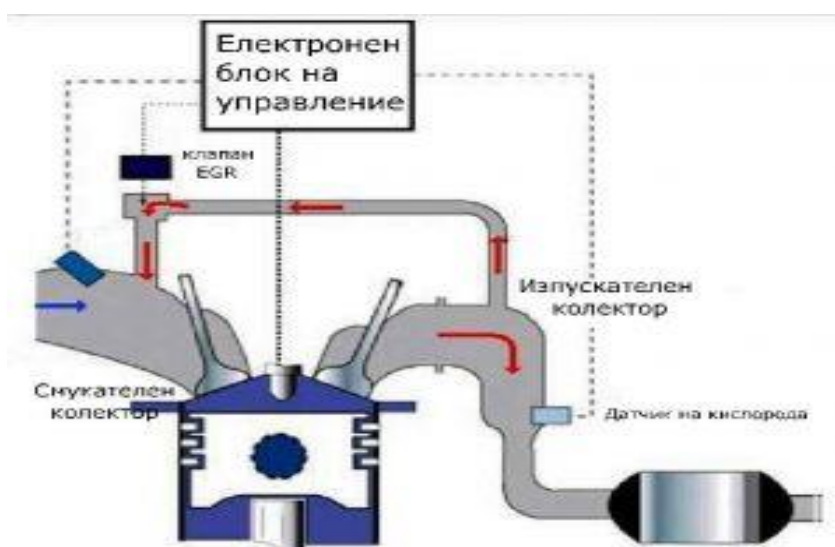
следи от ECU, сензора за температурата на охлаждащата система се връзва във електрическа верига на която се подава обикновено +5V опорно напрежение. При студен двигател и температура на околната среда 20°C съпротивлението на сензора е в порядъка на 2000Ω до 3000Ω. След стартиране на двигателя температурата на охлаждащата течност започва да се покачва. ЕСТ постепенно се нагрява и съпротивлението му пропорционално се понижава. И при 90°C съпротивлението му е в порядъка на 200Ω до 300Ω. По такъв начин към бордовия компютър се по-

дава сигнал с променящо се напрежение в зависимост от температурата на охлаждащата система. **Видове:** С отрицателен температурен коефициент; С положителен температурен коефициент. **При повреден температурен сензор:** проблеми при стартиране на двигателя; повишен разход на гориво; липса

на мощност; постоянно работещи перки за охлаждане на радиатора; неправилно отчитане на температурата на таблото.

4.3.8. Рециркулация на отработени газове - EGR.

Системата за рециркулация на отработените газове EGR (англ. Exhaust Gas Recirculation) е решение, което намалява



Фиг.4.16. Схема на рециркулация на отработените газове.

нивото на азотни окиси в отработените газове на бензиновите или дизеловите двигатели.

Каква е основната функция на EGR ? EGR е система при която става частично връщане на изгорелите газове обратно във входния колектор на двигателя за доизгаряне. Наличието на EGR прави дизеловите двигатели по тихи и плавни, бензиновите агрегати с EGR страдат по-малко от детонации. EGR системата за рециркулация на отработените газове подобрява експлоатационните



Фиг.4.17.Външен вид на запушен EGR и планки за деактивиране

показатели на дизеловия или бензиновия двигател и респективно намалява разхода на гориво. Двигателя със система с EGR е с намалена токсичност.

Главната задача на системата EGR е понижаване на нивото на азотни оксиди в отработените газове. Образуването на азотни ок-



Фиг.4.18. Различни видове EGR клапани.

сиди в гориво-въздушна смес. Високата температура в горивната камера спомага на азота и кислорода, съдържащи се в подавания въздух да взаимодействат между себе си. Въздуха попада в загрялата горивна камера, където допълнително образува азотни оксиди. Това означава, че кислорода, който е необходим за пълноценното изгаряне на бензина в двигателите от този тип започва да се заменя с азотни оксиди. Работната смес при недостиг на кислород не изгаря напълно, при което мощността на двигателя намалява, разхода на гориво се увеличава, а също така се увеличават емисиите на отработените токсични газове. Ако се върнат

част от отработените газове в смукателния колектор, това позволява леко намаляване на температурата на горене на гориво-въздушната смес. Понижаването на температурата автоматично намалява интензивността на образуването на азотни оксиди. Попадането на част от изгорелите газове обратно в смукателния колектор не влияе върху основните компоненти за образуването на качествена гориво-въздушна смес, самия двигател не губи мощност в различните режими, а така също се наблюдава и икономия на гориво.

Деактивиране на EGR клапана.

Мнозина вярват, че системата за рециклиране "задушават" двигателя, EGR-а отнема от мощността и не позволява на цилиндрите на двигателя да се напълнят с чист въздух в пълна степен. Към тази група се отнасят феновете

на тюнинга на дизеловия двигател. Не по-малко честа причина за отказа от рециклиране става силно замърсените всмукателни колектори и бързото повреждане на сензорната система и клапана EGR. Всички елементи на системите за рециркулация страдат и образуват нагар при използването на гориво с по-ниско качество. Ремонта на системата е свързана с финансови разходи. Цената на един EGR варира според модела и марката на автомобила от 300 лв. до 1000 лв. и повече. По тази причина някои хора го премахват без да мислят от последиците от това. Поради лошото качество на горивото у нас е задължително да се почиства системата поне 1-2 пъти годишно. Това ще удължи живота и улесни работата на EGR-а, турбината, а респективно и на двигателя.

Основният елемент на системата за рециркулация на отработените газове е EGR клапана. Именно EGR клапана е решение, което позволява на определена част от изгорелите газове се връщат обратно в смукателния колектор, където те допълнително се смесват с поредната порция свеж постъпващ, входящ въздух. Колкото по-голямо е количеството на кислорода в горивната камера, толкова по-добра е температурата на горене на гориво-въздушна смес. Добавянето на част от отработените газове в сместа е принудително намаляване на кислорода. Така се постига намаляване на температурата на горене на работната смес в камерата. По-малкото количество на кислород означава по-малко интензивно взаимодействие с азот, което в крайна сметка намалява количеството на азотни оксиди в отработените газове.

Система EGR с ниско налягане има следните предимства: Намаляване на количеството сажди; Температурата на отработените газове е ефективно понижена; Съществено намаляване на нивото на азотни окиси в изгорелите газове. Най-срещаната причина за неизправност на системата EGR е нагара.

Нагара се образува при работа на двигателя с вътрешно горене с лошо качество на горивото. Системата за рециркулация излиза от строя поради грешки и пропуски в системата на хранване на дизеловия двигател, непълно изгаряне на гориво-въздушната смес, отклонения в работата на функционалната система на вентилация на картерни газове и т.н. EGR системата страда от нагара в резултат на механично износване на турбокомпресора, буталата и цилиндрите, запушване на дюзите, както и недобрата работа на сензори и датчици, които предават сигнали към контролния блок за управление на EGR клапана.

Ако EGR клапана е задръстен, може да работи неправилно и да заклини. В първия случай е налице забавяне на експлоатацията на клапана, което е забележимо на празен ход и няма видими симптоми и последствия за двигателя с вътрешно горене. При втория случай EGR клапан може да заклини при отваряне или затваряне. При бензиновите агрегати системата на рециркулация на празен ход работи изключително нестабилно и разхода на гориво се увеличава. Дизеловите двигатели с неработещ EGR клапан губят енергия, работят по-грубо и са по-шумни. За отстраняване на проблеми с EGR-а е нужен визуален контрол на състоянието на тръбопроводите, електрическите датчици и други системи. Задълбочената диагноза включва електронно сканиране и ред процедури за проверка на функционалността и движението на EGR клапана. При смяна на клапана е нужно почистване на всички тръбопроводи, за да се избегне скорошен проблем в тази област.

4.3.9. Катализатор .

Катализаторът е елемент, който ускорява химичната реакция, без да

участва в нея. При автомобилите катализаторът се състои от излят от неръждаема стомана корпус, в който е разположен керамичен монолитен елемент с канали, който наподобяват клетките на восъчна пита. На квадратен инч се падат от 400 клетки, а общата вътрешна повърхност е около 3.55 кв. метра. Керамичният елемент е залят с порест слой алуминиев окис и изпечен в пещ, така че да се получи голяма повърхност на покритието, над което има микроскопично тънък слой, съдържащ 2- 3 грама от редките метали платина и родий. За предпазване на катализатора от високите температури и вибрациите по време на движение се използва обвивка от стоманена мрежа. Подът на купето в краката на пасажера е изолиран от високата температура, при която работи катализаторът. Катализаторът изпълнява функцията на вторична горивна камера, където CO и HC се окисляват до H_2O и CO_2 . NO_x се редуцират на съставните си елементи – азот и кислород. Кислородът реагира с CO и се получават CO_2 и N_2 . При обеднена горивна смес с богато съдържание на O_2 окисляването на CO и HC е много ефективно. При обогатена горивна смес повишеното съдържание на CO спомага за редуцирането на NO_x . Компромисното решение е регулиране на горивната смес в стехиометричното съотношение 1:14, при което двигателят работи с малко по-обогатена смес и малко по-висок разход на гориво.



Фиг.4.19. Катализатор.

Катализаторът започва да работи ефективно след като температурата му надвиши $300^{\circ}C$, а оптималната му работна температура е от $400^{\circ}C$ до $800^{\circ}C$. При температури около 800 до $1000^{\circ}C$ редките метали се разрушават, над $1000^{\circ}C$ катализаторът се разтопява. Прегряването може да бъде причинено от излишък на гориво или проблем в запалването. Оловният бензин и маслото също увреждат катализатора, тъй като съединенията на оловото запушват порите на покритието и се отлагат върху редките метали, ограничавайки способността на катализатора да преобразува емисиите до такава степен, че обезсмислят използването му. При автомобилите с катализатор гърловината на горивния резервоар е с по-малък диаметър, за да се предотврати зареждане с различен от безоловния тип бензин. Запалването на ефективното функциониране на катализатора през целия му живот изисква стриктен контрол на емисиите на двигателя. При системите с контрол на емисиите в отворен контур (без ECU и ламбда сонда) катализаторът преобразува много по-малък процент от отработените газове, отколкото при системите с контрол на емисиите в затворен контур. В първия случай степента на преобразуване ще бъде около 50 %, а във втория най-вероятно ще надхвърли 90 %. Възможно е новият катализатор да отделя газ сероводород (H_2S), който мирише на развалени яйца и се появява в резултат на съдържанието на сяра в горивото. Когато двигателят работи в режим на обратно ускорение с обеднена горивна смес,

в катализатора се образува серен триоксид. Впоследствие, при обогатяване на горивната смес, този серен триоксид реагира с водорода в изгорелите газове и се отделя H_2S . Емисиите на сероводород не се считат за опасни, въпреки че той е токсичен газ. В повечето случаи миризмата му започва да изчезва след няколко хиляди километра.

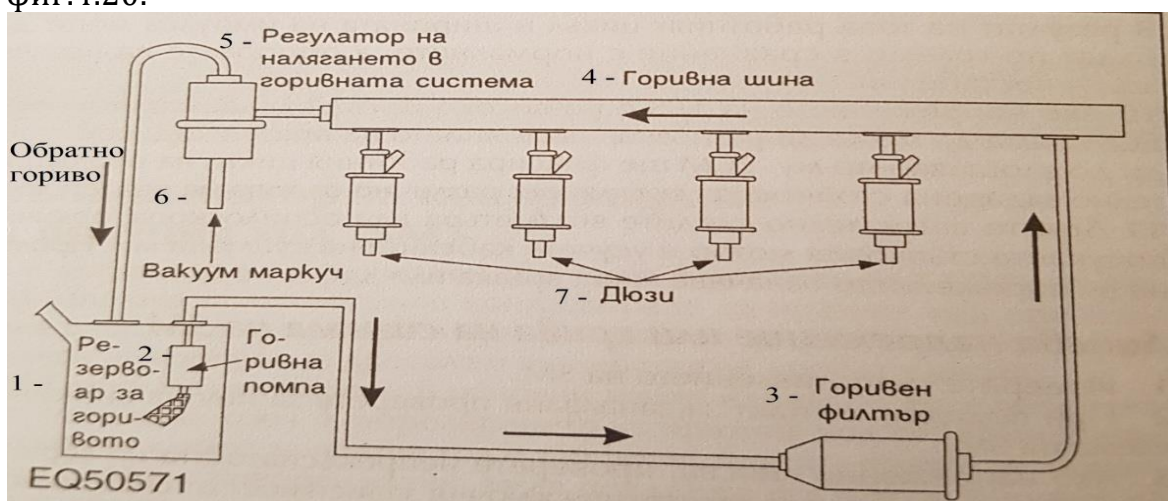
При моделите с катализатор се монтира и кислороден сензор (OS), осигуряващ контрол на емисиите в затворен контур. Управлението на горивните пари се осъществява посредством съд с активен въглен и клапан за вентилация на горивния резервоар (FTW), чието общоприето наименование е електромагнитен клапан в съда за горивни пари (CFSV).

4.4. Впръскване на горивото.

Bosch Motronic (ECU) съдържа диаграма на горивото с данни за продължителността на отваряне на дюзите при базови условия за скорост и натоварване на двигателя. Впоследствие се събира информация от расходомер на въздух (MAF), сензор положение колян вал (CPS), сензор за температурата на охлаждащата система (ECT) и потенциометър на дроселовата клапа (TPS). В резултат на тази информация ECU определя продължителността на импулса за впръскване на гориво като функция на оборотите, натоварването и температурата на двигателя.

4.4.1. Устройство на горивната система

Горивната система на Motronic се състои от следните елементи показани на фиг.4.20.



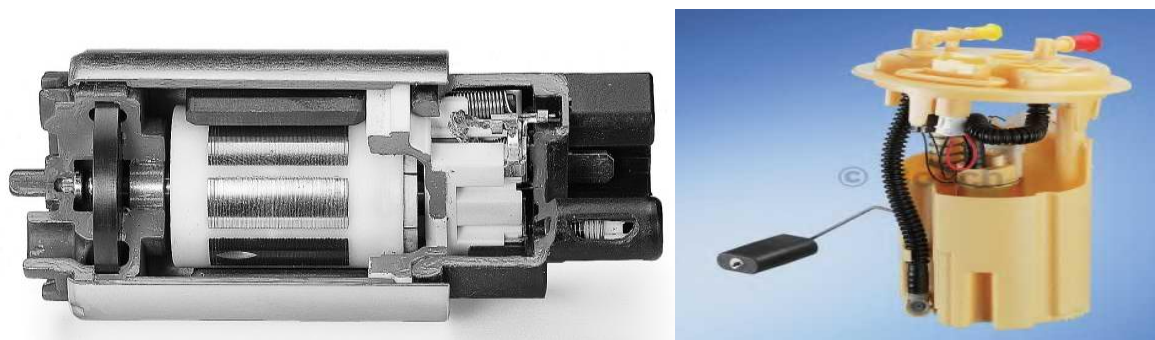
Фиг.4.20. Схема на горивната система и налягането в нея.

- 1 – резервоар за горивото; 2 – горивна електрическа помпа; 3 – горивен филтър;
4 – горивна шина (горивна рейка); 5 – регулатор на налягането в горивната система;
6 – вакуум маркуч; 7 – горивни инжектори (дюзи);

Горивна помпа

Използва се ролкова горивна помпа, която се задвижва от електрически мотор с постоянен магнит, монтиран в близост до резервоара. Помпата засмуква гориво от резервоара и през филтър го напompва в горивната рейка (шина). Горивната помпа от фиг.4.21 е от т.нар. "мокър" тип, при който всъщност горивото протича през помпата и електромотора. Практически няма риск от пожар, защото горивото, протичащо през помпата, не е във възпламенимо състояние.

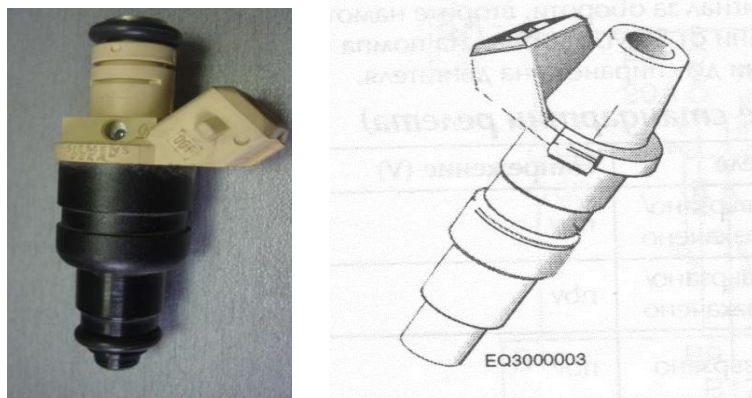
На оста е монтиран ексцентричен ротор с множество джобове. Във всеки джоб има метален валц. При активиране на помпата от центробежната сила валците се изхвърлят навън и поемат ролята на уплътнения. Горивото между валците се нагнетява към изхода на помпата.



Фиг.4.21. Горивна помпа.

4.4.2. Горивни инжектори (дюзи)

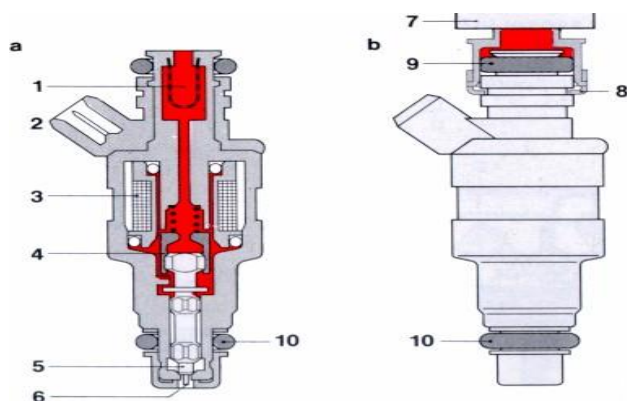
Дюзата от фиг.4.22 представлява електромагнитен клапан, който се управлява от ECU. Дюзите се захранват с напрежение от главното реле, а замасяващата им верига се затваря през ECU за период от време (наричан продължителност на импулса) в границите от 1.5 до 10 ms. Продължителността на импулса за впръскване се определя като функция на температурата, натоварването и оборотите на двигателя, както и на експлоатационните условия.



Фиг.4.23. Горивна дюза.

Конструкция на горивния инжектор (дюза)

Горивния инжектор се състои от следните елементи показани на фиг.4.24. На фигурата е показано: а – разрез; б – поглед към рампата за разпределение; 1 – филтър; 2 – електрически връзки (куплунг); 3 – бобина на електромагнита; 4 – котва;



Фиг.4.24. Конструкция на горивния инжектор (дюза).

5 – игла; 6 – разпръсквач; 7 – горивна рейка; 8 – фиксатор; 9 – горен уплътнителен пръстен. Монтажът на дюзите към двигателя се извършва при спазването на определено разстояние и при строго определен ъгъл между оста на дюзата и оста на смукателния клапан. За всеки тип двигател

разстоянието и ъгълът са различни.

Дюзите се закрепват към двигателя чрез специални втулки от профилиран каучук, които изпълняват ролята на топлинен изолатор и премахват възможността за образуване на пари от горивото във вътрешността на дюзата при повишаване на температурата на двигателя. Според типа на двигателя дюзите са свързани с горивната рейка, чрез тръбопроводи или чрез фиксато-

ри.

4.4.3. Резервоар

Резервоарът е вместилище за съхраняване на течности и газове. В съвременно разбиране представлява метален, пластмасов или изработен от други материали контейнер, за съхраняване и транспортиране на различни видове течности (петролни продукти, химикали, вода).

4.4.4. Горивен филтър

Горивните филтри служат за филтрация и отстраняване на частици пепел, ръжда, кал, които се намират в метални съдове за съхранение и превоз на



Фиг.4.25. Резервоар.

гориво, а така също на парафин в горивото и вода- образувана във вид на кондензат по стените на горивните резервоари, продукти от резултат на химични реакции в горивото или попаднали в горивото при зареждане на техниката. Една от важните функции на горивния филтър се явява водоотделянето, тъй като наличието на вода в горивото предизвиква не само износване, но и повреда в двигателя. Тази функция най-ефективно се реализира от ком-

биниран горивни филтри-сепаратори, където водата се отделя и отстранява от горивото на този принцип, както пепелта от въздуха в циклонни филтри. Водата, която се е натрупала в долната част на корпуса (водосборник), може да се отстрани ръчно или автоматично. През зимата важно се явява наличието в горивния филтър на подгревател с необходима мощност, тъй като при



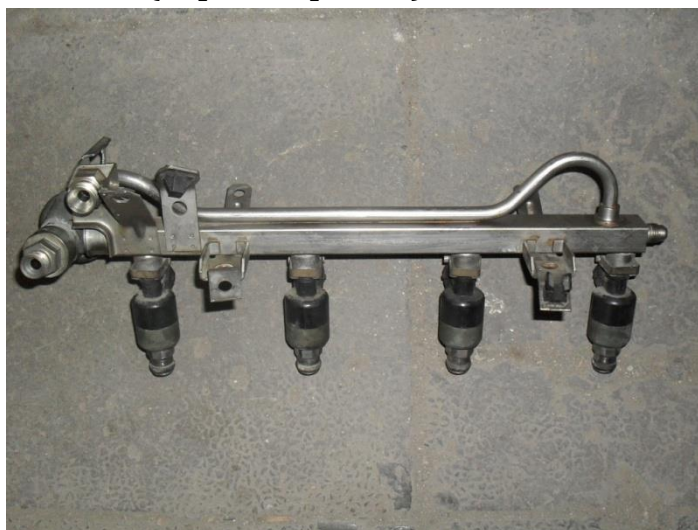
Фиг.4.26. Горивен филтър.

студено стартиране горивния филтър може бързо да се напълни с кристали парафин и лед. Парафинът запушва филтриращия материал, което води до необходимост от смяна. Съществуват няколко варианта за подгръване на горивния филтър. Най-разпространен вариант е

електрическото подгръване. В този случай в корпуса на филтъра се монтира подгревател, които работи в определен температурен диапазон (автоматически се включва и изключва благодарение на наличието на термостат). За особено сурови климатични условия съществува възможност да се използват за подгръване на горивния филтър магистрални системи за охлаждане, или «обратка» - подгрятото гориво, идва обратно в резервоара. Горивните филтри са разделени на 2 основни разновидности – горивни филтри за предварителна очистка, намиращи се пред горивната помпа и защитаващи горивната система от частици с размер 15-40 μm , а така също горивни филтри за финно филтриране, установени пред двигателя и осигуряващи филтрация на замърсители с размери 2-15 μm . Горивните филтри за предварителна очистка се изпълняват във вид на комбинирани сепараторни филтри. Тъй като водата в горивото се явява един от най- опасните замърсители, предизвиквайки корозия на горивните системи, ръст на микрофлората (бактерии), разрушаване на инжекторните дюзи, намаляване на смазващата способност на горивото и

влошаване на горенето, се отделя голямо внимание при създаването на горивните сепараторни филтри. Водата в горивните сепараторни филтри се отделя на 2 етапа. Първият, както вече бе споменато е циклоналната очистка, когато основната част от водата под действие на центробежни сили се отделя от горивото. Втората – филтров материал, който не пропуска останалата свързана с горивото вода. В резултат отфилтрираната вода се събира на повърхностите на филтърния елемент на горивния филтър и постепенно изтича във водосборник. В случай на препълване на последния с вода заедно с гориво под налягане постъпва непосредствено на филтриращия материал и преминава през него (попътно предизвиква повишено налягане) попада в двигателя. Като допълнителни мерки се използват сензори за препълнена вода, позволяващи на време даже при модели с непрозрачен водосборник, да се определи необходимостта от отстраняване на водата от горивния сепараторен филтър. Визуалният контрол за степента на замърсяване на филтърния елемент на горивния филтър по принцип няма преимущества пред широко разпространените системи с датчици отчитащи замърсяването на горивния филтър.

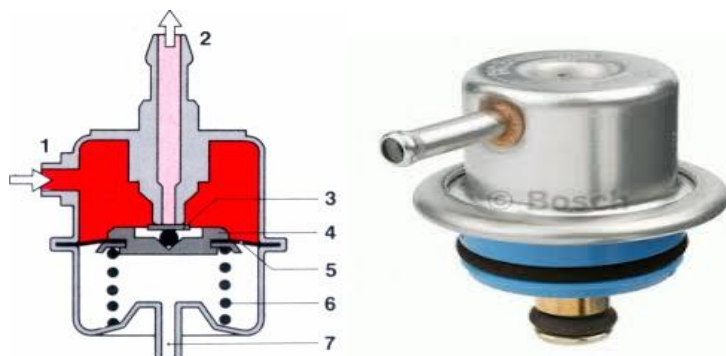
4.4.5. Горивна шина (горивна рейка)



Фиг.4.27.

4.4.6. Регулятор на налягането в горивната система

Регулаторът се монтира на изхода на горивната шина (рейка) и поддържа в нея постоянно налягане 3 - 4 bar. Той се състои от две разделени с диафрагма камери.



Фиг.4.28 Регулятор на налягането в горивната система.

1 - вход на горивото; 2 – връзка с резервоара; 3 – клапан; 4 – основа на клапана; 5 - мембрана; 6 – пружина за налягането; 7 – извод за връзка със смукателния колектор.

Пружината на горната камера притиска долната камера и затваря диафрагмата. Горивото под налягане в долната камера упражнява натиск върху

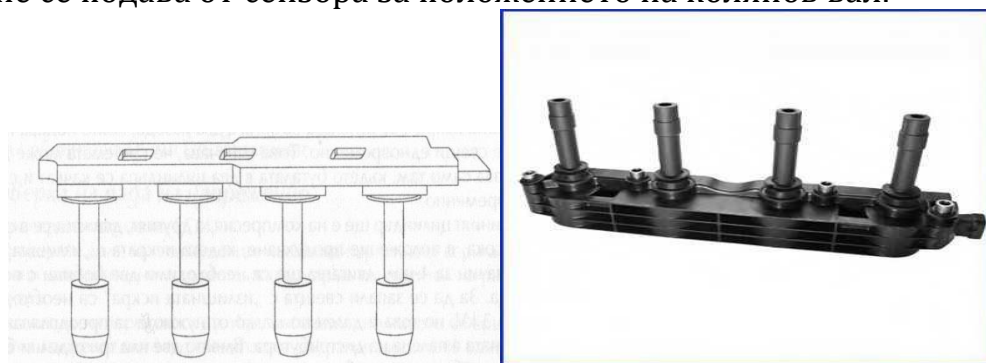
диафрагмата. Когато налягането надвиши 2.5 bar, диафрагмата се отваря и пропуска излишъка в маркуча за обратно гориво към резервоара.

Горната камера е свързана с вакум маркуч към смукателния колектор, така че колебанията в налягането на колектора да не влияят на количеството впръсквано гориво. Това означава, че налягането в горивопроводната система е винаги постоянна величина, по – висока от тази на смукателния колектор. По този начин количеството впръсквано гориво зависи единствено от времето, през което дюзата е отворена, определяно от ECU, а не от разликите в наляганята. На празен ход при откачен вакум маркуч или при спрян двигател и работеща помпа, или при напълно отворена дросел клапа, налягането на горивото в системата ще е около 3 - 4 bar. На празен ход при присъединен вакум маркуч налягането на горивото ще е около 0.5 bar под налягането на системата.

4.5. Описание на запалителната част на система за управление на двигателя Motronic.

ECU получава данните за натоварване (MAF; дебитомер), скорост (сензор положение колян вал), температура на двигателя (сензор на охлаждащата система) и положение на дроселовата клапа, след което се обръща към съхранявана в микропроцесора му триизмерна цифрова диаграма. Тази диаграма съдържа данни за предварението на запалване за всички експлоатационни условия, което позволява най – точното му определяне в зависимост от конкретната ситуация. При наличие на дистрибутор запалването се организира както при системата L-Jetronic и е описана подробно в т.1.10.

При бездистрибуторно запалване (DIS), за разпределяне на високото напрежение се използва комплект бобини - фиг.4.29, а първичният сигнал за запалване се подава от сензора за положението на колян вал.



Фиг.4.29. Комплект бобини на директното запалване (DI).

4.5.1. Директно запалване (DI)

При нея всяка бобина се управлява независимо от другите бобини и подава искра само на един цилиндър. Всяка свещ има своя собствена запалителна бобина. Освен това че отсъстват всякакви механични движещи се части, допълнително преимущество е и това че ако евентуално дефектира една бобина престава да работи само един цилиндър, а запалването като цяло остава работоспособно. Комутаторът (транзисторните ключове) при такива запалвания може да е в отделен блок, но да не е обединен нито с ECU, нито с бобините, може да е обединен в един и същ блок с ECU, може транзисторните ключове да не са в отделен блок и да са отделни за всяка бобина и да не са обединени нито с ECU, нито с бобините, а при СОР запалителните системи транзисторните ключове са обединени със запалителните бобини на съответстващите цилиндри. Всяка запалителна бобина за един работен цикъл на двигателя генерира само една запалителна искра. Поради тази причина при DI запалва-

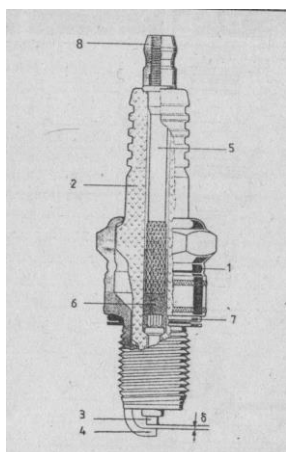
нето задължително трябва да има синхронизация на работата на бобините с положението на разпределителния вал. При подаване на напрежение към първичната намотка през нея започва да тече ток, вследствие на който в сърцевината на бобината се появява нарастващо във времето магнитно поле. Поради това че то се променя в течение на времето (нараства докато достигне една установена стойност), във вторичната намотка на бобината се индуцира напрежение с положителна полярност. Понеже скоростта на нарастване на тока в първичната намотка не е много голяма, то и индуцираното напрежение във вторичната намотка е сравнително малко и е около 1 kV до 2 kV. Обаче при някоя ситуация все пак това напрежение може да предизвика искров разряд между електродите на запалителната свещ, в резултат на това ще се получи прекалено рано запалване на работната смес в цилиндъра. За да се предотврати това в корпуса на запалителната бобина има защитен диод, който е включен последователно на вторичната намотка. В момента, в който комутаторът прекъсне веригата през която протича тока през първичната намотка, магнитния поток рязко намалява. Това бързо изменение на потока предизвиква възникване на високо напрежение във вторичната намотка с обратна на първоначалната полярност. При някои условия стойността му може да достигне до около 40kV. Когато стойността на това напрежение достигне праговото напрежение на свещта, се получава пробив между електродите на свещта и съответно възниква искрата.

4.5.2. Устройство на запалителната система

Запалителна бобина. Запалителната бобина в двигателите с вътрешно горене е елемент от запалителната система, която трансформира ниското напрежение от акумулатора до няколко хиляди волта необходимо за създаването на високоволтов импулс за възпламеняване на горивната смес.

Запалителни свещи (spark plug)

Външния вид на запалителните свещи е показан на фиг.4.30. Между електродите им се получава дъговия разряд (искрата) и се запалва работната смес в горивната камера. Намират се в цилиндровата глава. Когато напрежението във вторичната намотка на запалителната бобина започне да нараства



Фиг.4.30. Устройство на запалителна свещ.

се стига до момент, в който то превишава пробивното напрежение на свещта, и тогава се появява искрата - именно тя възпламенява работната смес. Стойността на това пробивно напрежение зависи от типа на свещта; разстоянието между електродите; състава на горивната смес и налягането в горивната камера. Обикновено на всеки цилиндър има по една свещ. Обаче има и системи с по две свещи на цилиндър, при това не винаги тези свещи работят едновременно.

Устройство на запалителни свещи:

Устройството им е показано на Фиг.4.30. Състоят се от: 1 - Корпус; 2 - Изолатор; 3 - Централен електрод; 4 - Страничен 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.



Фиг.4.31. Запалителни свещи с различна конструкция на електродите.

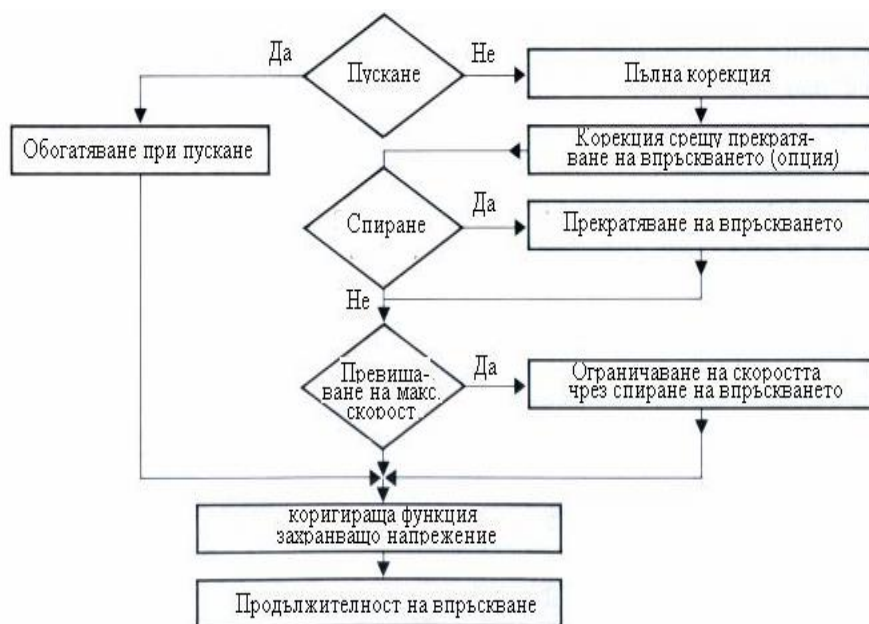
Размерът на шестостена на корпуса, посредством който се затяга свещта, е 22 и 16 mm. Към долния край на корпуса е заварен вторият (страничен) електрод 4. Съществуват и свещи с повече от един страничен електрод - фиг.4.31. Свещта се уплътнява към главата на двигателя с меден уплътнителен пръстен 7.

4.6. Обработване на сигналите.

Микрокомпютърът в ECU определя продължителността на впръскването в зависимост от сигналите за дебита на въздуха, за честотата на въртене и от факторите за корекция - фиг.4.32. Той подава управляващ сигнал към изхода на ECU за модулиране на впръскването.

Изчисляване на продължителността на впръскването.

Както беше изяснено, микрокомпютърът определя продължителността на впръскването в зависимост от режима на работа на двигателя, който се следи чрез получените данни от датчиците. Те служат за основа на изчисляването на минималната продължителност на впръскването, която може да се изменя от въздействието на коефициентите за корекция, свързани с условията на работа на двигателя.

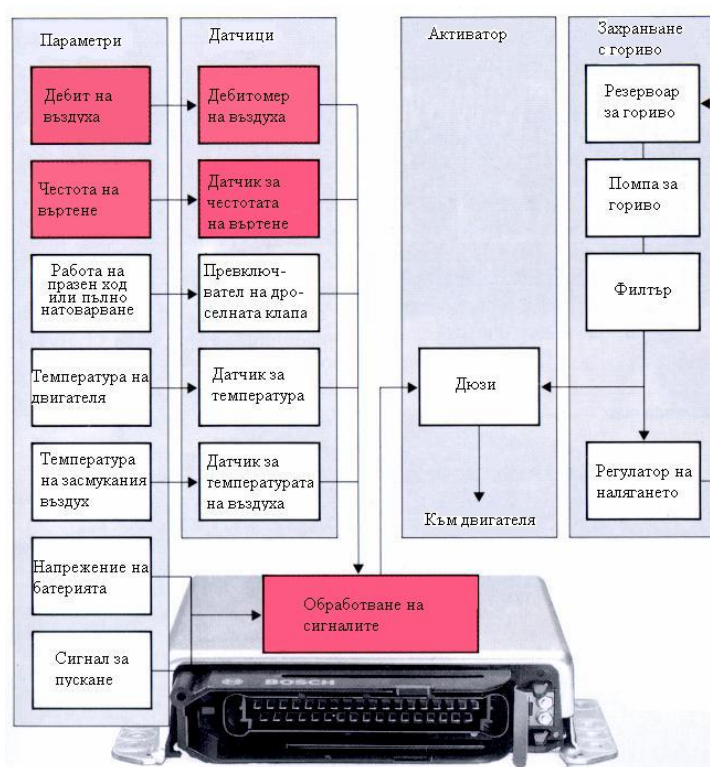


Фиг.4.32. Определяне на факторите за корекция

Ако разликата в налягането, която се получава от налягането на горивото и налягането при засмукване от дюзите, е

постоянна, продължителността на впръскването се нарича "ефективна". Продължителността се увеличава с времеконстантата на дюзите и определя ко-

личеството на горивото за един ход на буталото. Времеконстантата на дюзите е величина, отчитаща хидродинамичните ефекти, които се упражняват върху горивото в дюзите. Сигналът за натоварване, включващ "количество на въздуха за един ход", се изчислява от ECU в зависимост от големината на засмукването, която се определя от количеството на засмукания въздух и честотата на въртене на колянния вал. Сигналът за дебита на засмукания въздух не винаги съответства на изходното напрежение US, което трябва да бъде пропорционално на дебита. Разликите в стойностите се получават от пулсациите на въздушния поток и от измененията на плътността на въздух.



Фиг.4.33. Логическа схема за дозиране на горивото

Тя се образува в тръбите на смукателния колектор и в цилиндриите на двигателя. Дюзите впрыскват горивото пред смукателните клапани за определеното от микрокомпютъра време. При отваряне на смукателните клапани засмукания въздух увеличава горивото, като чрез турбулентното движение, създадено при засмукването, се образува хомогенна горивна смес с добра възможност за възпламеняване.

4.6.2. Подсистема за електронно управление на запалването.

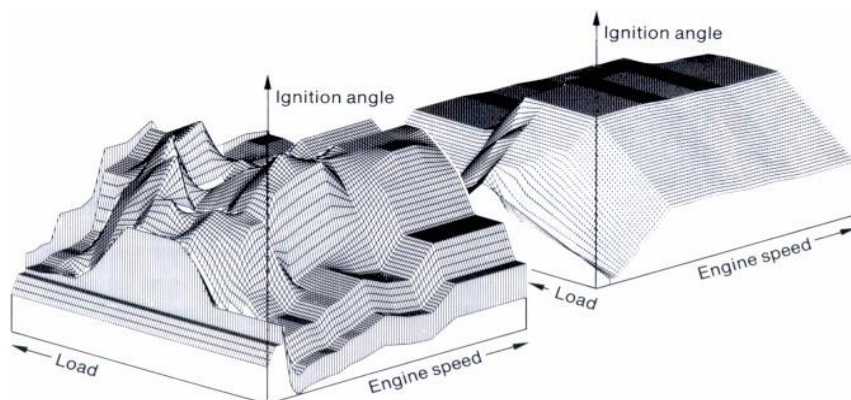
Управление на ъгъла на изпреварване на запалването.

Извършва се от микрокомпютъра след всеки две последователни искрообразувания в зависимост от информацията за натоварването, режима на работа, температурата на охлаждащата течност и от положението на дроселната клапа. По този начин се извършва бързо адаптиране към всяко моментно състояние на работата на двигателя, което повишава мощността му и намалява разходът на гориво и на токсичността на отработилите газове. Тримерната повърхност от товарните характеристики на запалителната уредба е определена от тестове, които са формирали базата от данни, получени при изпитването на двигателя на стенд. След това те са оптимизирани при изпитването на автомобила според определените критерии за данните от консумацията на гориво, токсичността на отработените газове и резултатите от управлението му - фиг.4.34. Получените данни са въведени в паметта на електронния модул по начин, който позволява тримерната повърхност от товарните характеристики да не се променя през целия експлоатационен срок на двигателя. При работа на двигателя микрокомпютърът на системата Мотроник определя ъгълът на изпреварване на запалването между две последователни фази на искрообразуване в зависимост от получената информация за натоварването и за честотата на въртене на колянния вал, която се подава от датчиците и се

4.6.1. Образуване на горивната смес.

сравнява със стойностите от тримерната повърхност от товарните характеристики. Микрокомпютърът коригира тази стойност в зависимост и от други параметри, като температура на двигателя и на засмукания въздух, както и положението на дроселната клапа, за да се постигне оптималният ъгъл на изпреварване на запалването.

Измененията на ъгъла, които се извършват по електронен път, създават следните предимства: 1. Информацията за честотата на въртене на колянния вал се отчита директно от индуктивен сензор. Прецизността на това отчитане е много по-висока от тази, която се получава, ако се отчитат импулсите от индуктивния сензор или сензора на Хол в прекъсвач-разпределителя. Заедно



Фиг.4.34. Тримерна повърхност от товарните характеристики на запалването (картография) в системата Мотроник (вляво), сравнена с повърхността, която се създава от класическия прекъсвач-разпределител (вдясно).

с това и възможността за премахване на работата на двигателя с детонации позволява използването на подходящ ъгъл на изпреварване на запалването, чрез който може да се увеличи мощността на двигателя. 2. Възможностите, които се предлагат

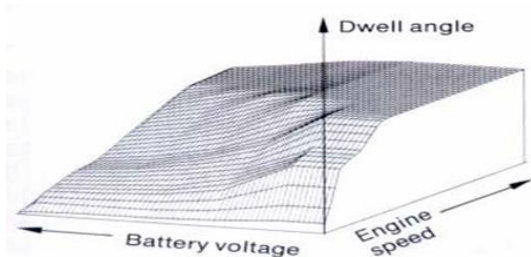
от тримерната повърхност на товарните характеристики, въведени с цифров код в паметта на микрокомпютъра, водят до оптимално регулиране на изпреварване на запалването за всяко състояние на двигателя.

По този начин също се повишава мощността на двигателя и се понижава разходът на гориво. Адаптирането към различните режими на работа налага избора на приоритет, подчинен на следните критерии: разход на гориво, въртящ момент на двигателя, токсичност на отработилите газове, склонност към детонации и поведение на двигателя при управлението на двигателя. Регулирането на ъгъла на изпреварване на запалването при работа на двигателя на празен ход е ориентирано към минимална токсичност на отработилите газове, минимална консумация на гориво и устойчива работа на двигателя. При частично натоварване водещи показатели са поведението на двигателя и разходът на гориво. При пълно натоварване показателите са осигуряване на максимален въртящ момент и премахване на възможността за работа на двигателя е детонации. Корекциите се суперпонираат към въведените характеристики в компютъра за всички нива на функциониране, включително и при пускане на двигателя. С помощта на комутатор, който е интегриран към системата, се осигурява адаптирането на ъгъла на изпреварване на запалването към различните видове гориво, чиито качества се проявяват при натоварване на двигателя. Възможността за корекция на ъгъла на изпреварване чрез логическа комбинация от различните сигнали осигурява точното адаптиране към състоянието на двигателя. Изискванията, които се определят от работата на двигателя, като пускане, работа на празен ход, пълно натоварване или спиране, се прецизирани от решението на системата. Например ъгълът на изпреварване на запалването при пускане е програмиран в зависимост от честотата на въртене на колянния вал. Промяната на ъгъла на изпреварване на запалването

може да се извършва в зависимост от различните сигнали за управление.

Осигуряване на енергия за образуване на искра.

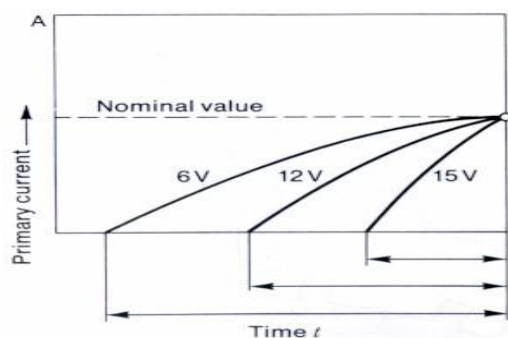
Натрупаната електрическа енергия за определено време, която се осигурява от протичането на електрически ток през първичната намотка на ин-



Фиг.4.35. Тримерна повърхност от товарните характеристики в зависимост от ъгъла на изпреварване на запалването

дукционната бобина при определен ъгъл на изпреварване, зависи от честотата на въртене на колянвия вал. Като се вземат предвид загубите на енергия в бобината и в изходния транзистор, трябва да се осигури определена стойност на протичащия ток през първичната намотка на индукционната бобина.

Това изискване налага и известно модулиране на ъгъла на изпреварване, което е свързано с честотата на въртене на колянвия вал и с напрежението на акумулаторната батерия или на генератора. По този начин управлението на ъгъла на изпреварване на запалването се осъществява чрез тримерна повърхност от товарните характе-



Фиг.4.36. Изменение на тока в първичната намотка на индукционната бобина в зависимост от напрежението на акумулаторната батерия.

ристики от фиг.4.35. Зависимостта на протичащия ток през първичната намотка на бобината от напрежението на батерията или на генератора е показана на фиг.4.36. В този случай се налага и динамична корекция за натрупване на необходимата енергия, която осигурява нормална енергия на искрата при ускоряване на двигателя въпреки намаляването на времето, през което протича ток в първичната намотка.

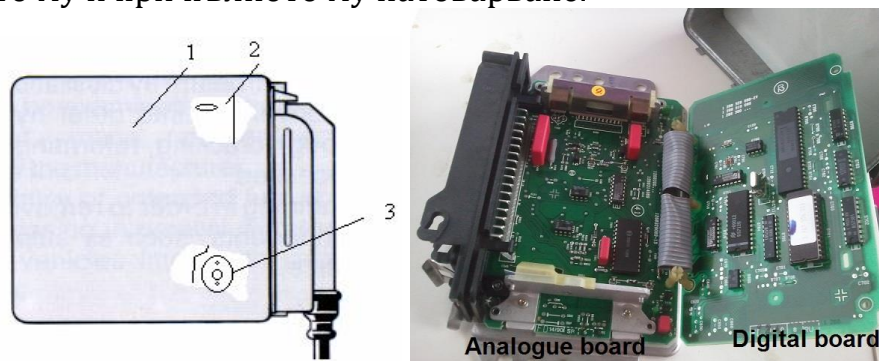
Към изхода на системата е включен ограничител на интензивността (ограничител на тока), който изпълнява ролята на стабилизатор при осигуряването на необходимата енергия на искрата за възпламеняване на горивната смес.

Измерване на честотата на въртене на колянвия вал. Извършва се от индуктивен сензор, чиито импулси се получават от зъбите на маховика или от специален назъбен диск. Броят на импулсите за единица време се определя от честотата на въртене на колянвия вал, от разстоянието между два съседни зъба, от профила на зъба, от начина на монтаж на сензора и от материала на тялото на сензора. ECU преобразува получените сигнали, преди да ги предаде на микрокомпютъра.

4.6.3. Централно електронно устройство.

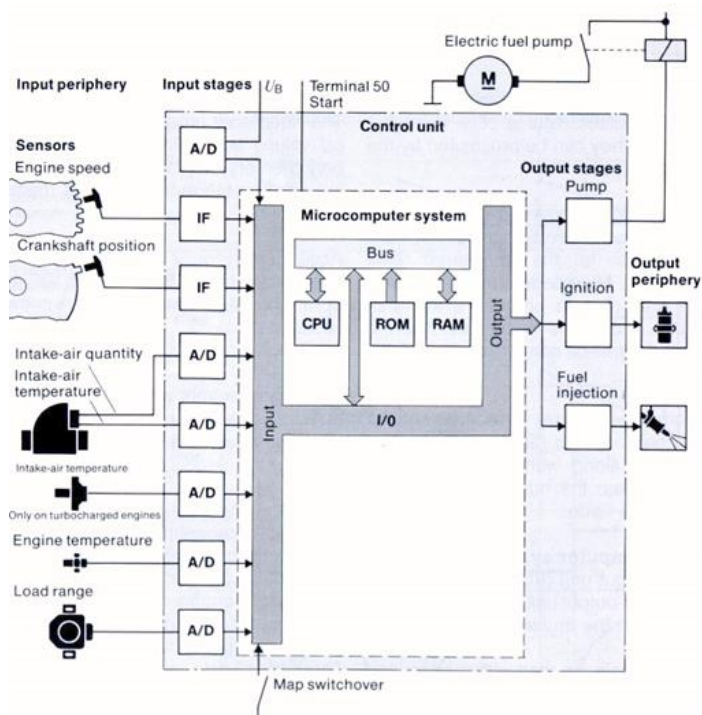
Показаното на фиг.4.37. централно електронно устройство (ECU) обработва данните, които се получават от датчиците за режима на работа на двигателя. Въз основа на въведените параметри на тримерните повърхнини от товарните характеристики се подават управляващи импулси към дюзите за коригиране на ъгъла на изпреварване на запалването. В ECU се извършват основните изчисления, които се свързани с получените сигнали от датчиците на системата. Устройството изчислява продължителността на впръскването и оптималния ъгъл на изпреварване на запалването. Освен това ECU чрез обра-

ботване на допълнителните данни за управление на обогатява горивната смес в зависимост от определените параметри за токсичността на отработилите газове и контролира работата на двигателя в режим на празен ход при ускоряването му и при пълното му натоварване.



Фиг.4.37. Централно електронно устройство: 1 – тяло; 2 – горна платка с вградени в нея: допълнителна програмна памет, аналогово-цифров преобразувател, микропроцесор за програма и стандартни данни и интегрирана верига за режима на работа на двигателя и за референтната точка; 3 – долна платка с вградени в нея: мощен изход за управление на запалителната уредба и мощен изход за управление на впръскването.

В ECU е вграден микропроцесор с програмна памет от данни за веригите вход/изход и аналого-цифров преобразувател. При включването на микропроцесора се задействат веригите за захранване заедно с ритмичен тактов генератор, който определя ритмичното извършване на изчисленията. Ритъмът се задава от кварцов осцилатор с честота 6 MHz. При осигуреното постоянно



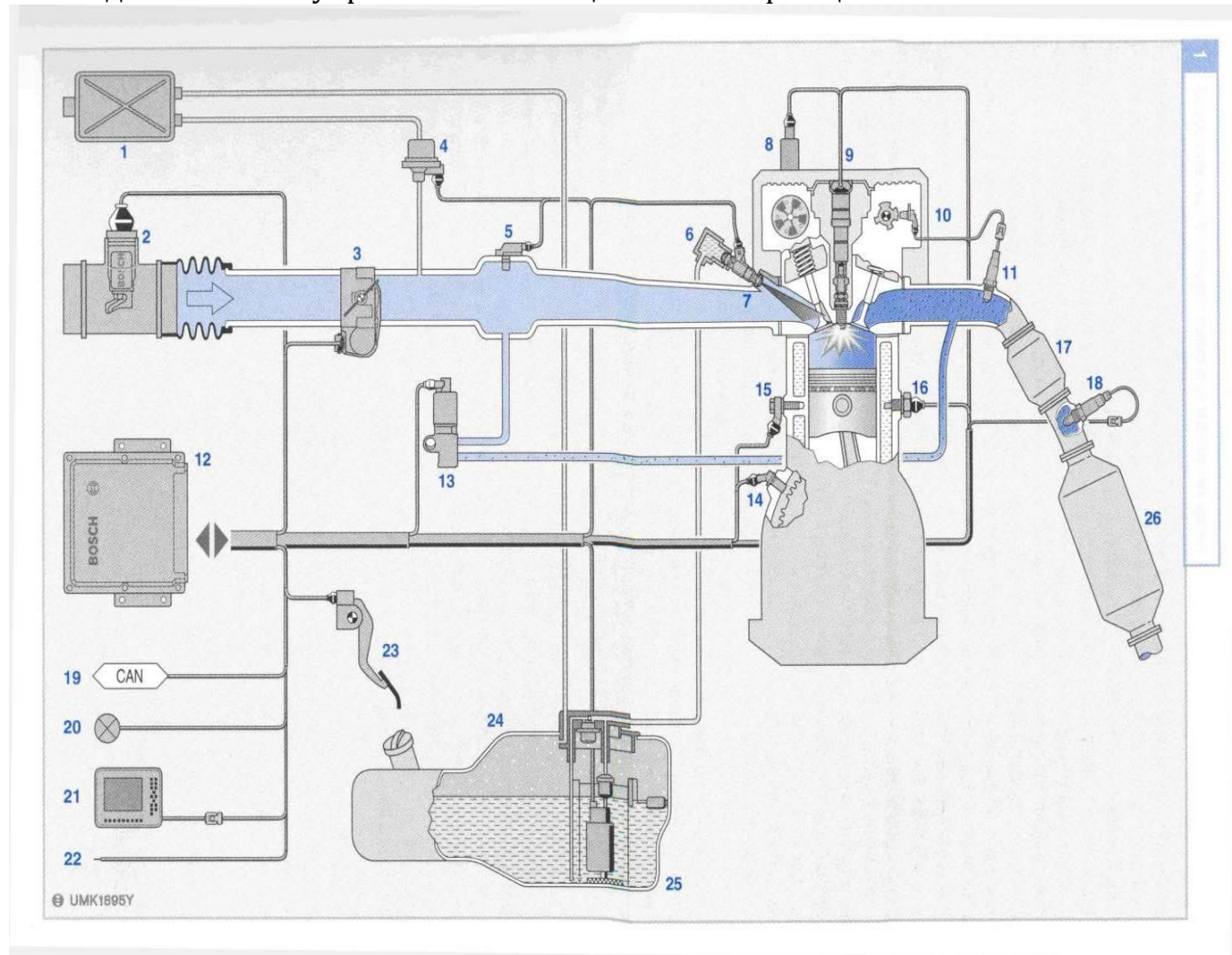
Фиг.4.38. Структурна схема на на ECU: АЦП – аналого-цифров преобразувател; CPU – централен процесор; RAM – оперативна памет; ROM – постоянна памет; I/O – входно-изходни стойности; ИЧП – импулсно-честотен преобразувател

налягане в горната уредба количеството на впръсканото гориво зависи само от продължителността на впръскването. Микрокомпютърът определя продължителността в зависимост от условията на работа на двигателя и подава сигнал към изходното стъпало. В зависимост от входните параметри – честотата на въртене на колянвия вал, натоварване на двигателя, както и от различните стойности на параметрите за корекция микрокомпютърът изчислява ъгъла на изпреварване на запалването, който определя момента за прескачане на искра през електродите на запалителната свещ и е съобразен с положението на колянвия вал. Електрическият ток, който

протича при отварянето на дюзите, се модулира така, че позволява да се ограничат загубите на енергия в изходните стъпала и заедно с това да се намали времето на отварянето им чрез последователно свързаните резистори към електромагнитите на дюзите.

5. Система за впръскване на гориво "ME - Motronic".

Системата **ME - Motronic** (по-нататъшен етап от усъвършенстването на системата Motronic), регулираща мощността на двигателя, за първи път е въведена от фирма Bosch през 1994 г. Буквата "М" означава класическата функция на Motronic, координирано управление на впръскването и запалването, докато "Е" означава интегриране на електронното управление на дроселовата клапа. Системата, като допълнение към блока за управление на двигателя, има отделен блок за управление на мощността и въртящия момент.



Фиг.5.1. Блок схема на системата за управление на двигателя ME - Motronic.

1 - Резервоар; 2 - Разходомер на въздух (дебитомер), MAF - Mass air flow sensor; 3 - Дроселова клапа; 4 - Клапан за вентилация; 5 - Сензор за абсолютното налягане в смукателния колектор, MAP - Manifold Absolute Pressure; 6 - Горивна рейка, Fuel rail; 7 - Бензинови инжектори, Fuel injector; 8 - Помпа за вторичен въздух; 9 - Запалителна бобина и свещи; 10 - Сензор положение разпределителен вал, CID - Camshaft sensor; 11 - Ламбда сонда преди катализатора; 12 - Централно електронно устройство, ECU - Engine control unit; 13 - Рециркулация на отработени газове, EGR - Exhaust gas recirculation; 14 - Сензор положение колян вал, CPS - Crankshaft position sensor; 15 - Сензор детонации; 16 - Сензор за температурата на охлаждащата система, ECT - Engine coolant temperature sensor; 17 - Катализатор; 18 - Ламбда сонда след катализатора; 19 - CAN шина; 20 - Лампа за грешки; 21 - Диагностична букса; 22 - Интерфейс с блока за управление на имобилайзера; 23 - Електронен педал на газта; 24 - Резервоар, Fuel tank; 25 - Горивна помпа, Fuel pump

Повишаването плътността на електронните схеми позволява да се обединят функциите на системата Motronic и управлението на мощността на двигателя в един блок за управление (1994 г.). Но въпреки това все още остава разделянето на функциите между двата микроконтролера. Следващата

стъпка е направена през 1998 г. с появата на новото поколение на системата Motronic ME7, което включва всички функции на управление на двигателя в един микроконтролер. Това стана възможно благодарение на по-високата разчетна производителност на микрочиповете. Чипът, използван в системата ME7, представлява 16-битов процесор.

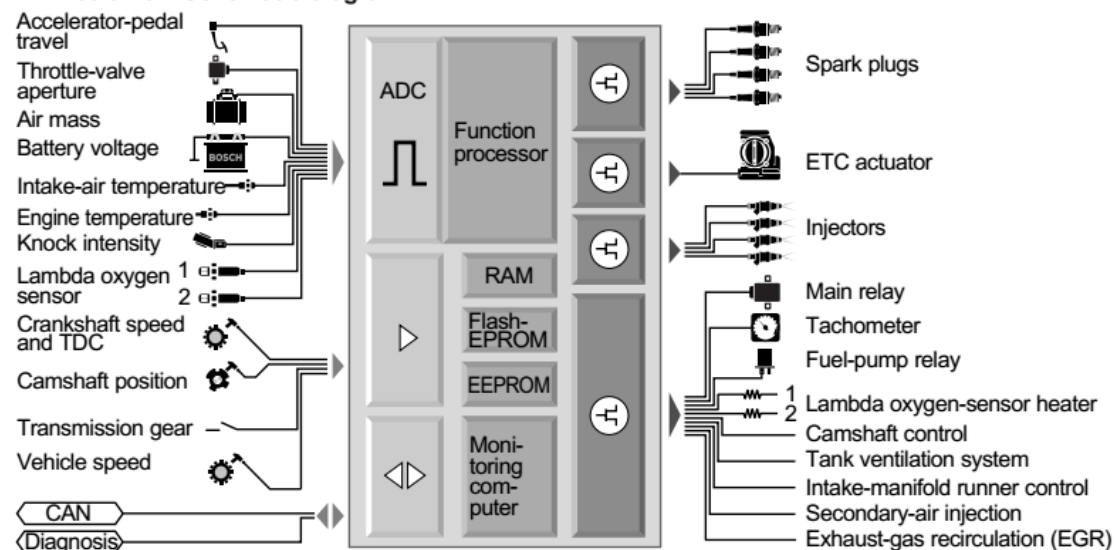
Електронното управление на двигателя с електронно управление на дроселова клапа (EGAS) се отличава с това, че тук няма механично съединение между педала за газта и дроселовата клапа. Положението на педала за газта, съответстващо на желанието на водача, се определя от потенциометъра на педала за газта (сензора за хода на педала в модула на педала за газта). Тази информация постъпва в ECU под формата на аналогов сигнал на напрежение. В ECU се генерират сигнали, които регулират степента на отваряне на електроуправляемата дроселова клапа по такъв начин, че двигателят да създава необходимата стойност на въртящия момент.

Блок схемата на системата от фиг.5.1. показва един пример за типична ME-Motronic система. Състава на системата се определя от изискванията за максимална ефективност на двигателя, като се имат предвид ограниченията наложени за състава на отработените газове от действащото законодателство.

Главната отличителна черта, която отличава ME-Motronic от M-Motronic е електронно управляемият педал за газта и микропроцесорния софтуер, който е базиран на управление във функция на въртящия момент.

5.1. Управление на бензинов двигател от ME – Motronic.

ME-Motronic – Schematic diagram



Фиг.5.2. Схема на управлението при системата ME – Motronic.

Въртящ момент на двигателя при искрово запалване (SI). Мощността P на двигателя с искрово запалване се определя от наличния нетен въртящ момент на маховика и оборотите на двигателя. Нетният въртящ момент на маховика се състои от силата, генерирана в горивния процес минус загубите от триене (вътрешни триене в двигателя), загубите от газообмена и необходимия въртящ момент за задвижване на спомагателните устройства на двигателя (Фигура 1). Силата на горене се генерира по време на работния ход и се определя от следните фактори: Масата на въздуха, която е на разположение след като всмукателните клапани са затворени; масата на едновременно наличното гориво и точката, в която искрата на запалването започва изгарянето на ГВ смес.

5.1.1. Основни функции за управление на двигателя.

Първата функция на системата за управление на двигателя и основна задача е да регулира генерирането на въртящ момент от двигателя чрез управление на всички функции и фактори в различните подсистеми за управление на двигателя, които определят размера на генерирания въртящ момент.

Основната функция на Motronic е да реализира работното състояние на двигателя в съответствие с изискванията на водача. Микропроцесорът на системата отговаря на това изискване, като преобразува хода на педала на газта в определена мощност на двигателя. При преобразуването на необходимата мощност на двигателя към параметрите за реално управление на мощността на двигателя, се отчитат още и: плътността на въздуха в цилиндрите, масата на впръсканото гориво и времето за запалване, системата взема под внимание широка гама от текущи експлоатационни данни които се наблюдават от нейните сензори.

5.1.2. Спомагателни функции

ME-Motronic допълва тези основни функции с широк спектър от допълнителни функции за управление в отворен и затворен контур, включително: управление на оборотите на празен ход; управление на въздушно-горивната смес в затворен контур на ламбда; управление на системата за контрол на изпаряващите се емисии; рецикулация на отработените газове (EGR) за намаляване на емисиите на NOX; управление на впръскването на вторичния въздух за намаляване на емисиите на HC; контрол на скоростта;

Тези вторични функции са станали важни поради комбинацията от фактори за управление на двигателя при ME-Motronic. Те включват законови изисквания за намаляване на емисиите на отработени газове и продължаване на търсенето на допълнителни подобрения на икономията на гориво, те също така включват по-високи очаквания, насочени към безопасността и комфорта при шофиране. Системата може да бъде разширена и за да включва следните добавки: турбокомпресор и всмукателен колектор функции за контрол на геометрията (за повишаване на мощността); управление на разпределителния вал за двигатели с променливо разпределение на клапаните за повишаване на ефективността на двигателя и мощността, като едновременно с това намаляване на разхода на гориво и емисиите на отработени газове; контрол на детонациите и на оборотите на двигателя и контрол на скоростта на превозното средство (за защита на двигателя).

5.1.3. Управление на пълненето на цилиндрите.

В системите за управление на двигателя на Bosch с електронен контрол на дроселовата клапа (ETC), подсистемата "управление на пълненето на цилиндрите" определя необходимото количество въздух за впръскване и регулира дроселовата клапа, съответно отваряне на клапата. Водачът упражнява пряк контрол върху отварянето на дроселовата клапа при конвенционалните системи за впръскване чрез физическата връзка с педала на газта.

Системи с ЕТС. За разлика от конвенционалните системи с жило за управление на дросел-клапата, ЕТС (електронна дроселова клапа) използва ECU за управление на движението на дроселовата клапа. Дроселната клапа представлява едно цяло заедно със задвижващия механизъм на дроселовата клапа (постояннотоков двигател) и сензор за ъгъла на дроселовата клапа – фиг.5.3.



Фиг.5.3. Дроселова клапа при ME – Motronic.

Два взаимно противоположни потенциометъра следят хода на педала на газта като за управление на този тип дроселова клапа – фиг.5.4. ECU изчислява отвора на дроселовата клапа, който съответства на желанието на водача, извършва всички необходими корекции за адаптиране към текущите условия на работа на двигателя и след това генерира съответен задействащ сигнал, който се предава на изпълнителния механизъм на дроселовата клапа. Сензорът за хода на дроселовата клапа с неговите два взаимно противоположни потенциометъра позволява прецизна и точна реакция на командите за позициониране.



Фиг.5.4. Потенциометри на педала на акселератора.

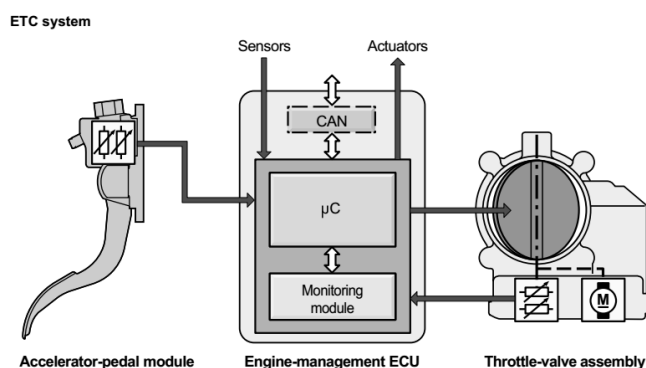
Устройството с два потенциометъра на дроселовата клапа се допълва от два потенциометъра за наблюдение на хода на педала на газта; това устройство служи като неразделна част от цялостната функция за наблюдение на ЕТС, като осигурява желаната резервираност на системата. Тази подсистема непрекъснато проверява и всички сензори и изчисления, които могат да повлияят на отвора на дроселовата клапа когато двигателят работи. Първоначалната реакция на системата при неизправност е да се върне към работа на базата на излишните сензори и данни от

процеса. Ако не е наличен излишен сигнал, дроселовата клапа се придвижва в положението си по подразбиране.

Системата ME-Motronic интегрира управлението на ЕТС в рамките на същия ECU за управление на двигателя, който се използва за управление на запалването, впръскването и многобройните спомагателни функции. Това прави невъзможно запазването на специален ECU за ЕТС и е ненужно.

Формиране на сместа. Подсистемата "формиране на сместа" изчислява моментната маса на горивото като основа за определяне на правилната продължителност на впръскване и оптималната времето на впръскване.

Запалване. Подсистемата "запалване" определя ъгъла на колянния вал, който отговаря точно на идеалния момент за запалване на сместа от искрата.

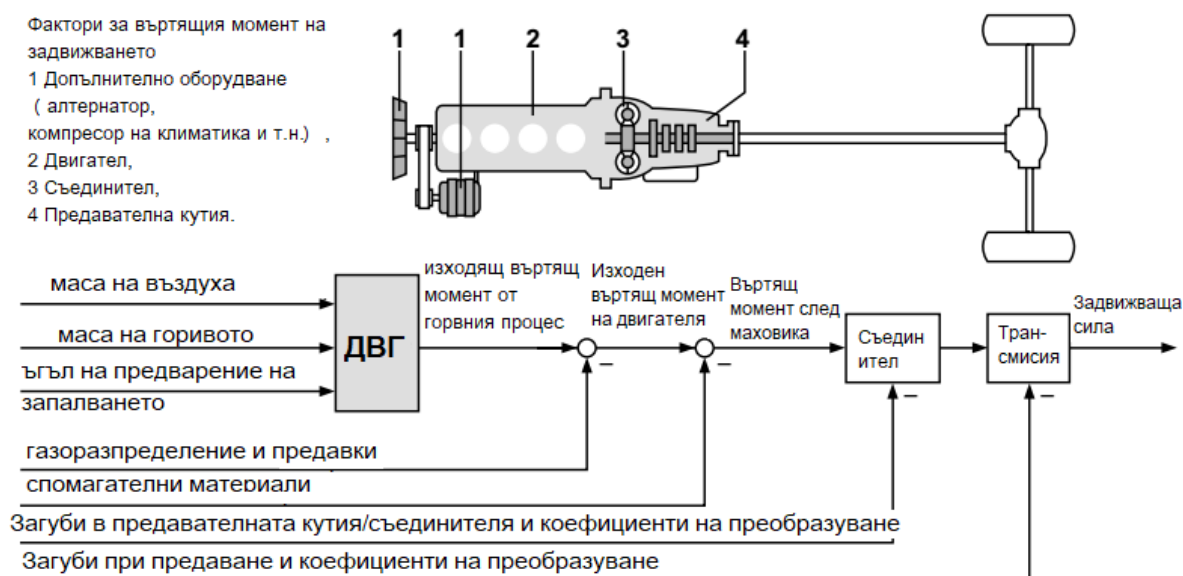


Фиг.5.5. Системи с ЕТС.

Целта на този затворен цикъл на управление е да осигури въртящия момент, изискван от водача, докато в същото време да отговаря на строги критерии в областта на: емисии на отработени газове, разход на гориво, мощност, комфорт и удобство и безопасност.

Дроселова клапа. В системата ME-Motronic положението на дроселовата клапа електрически се регулира със серводвигател, интегриран в дроселовата клапа - фиг.5.3, (т.е. управлението на мощността на двигателя се извършва по електронен път. Благодарение на това дебитът на въздуха във всмукателния тръбопровод може да се инсталира независимо от положението на педала за газта. Положението на този педал, определящо се от сензора потенциометър на педала на газта от фиг.5.4., служи за входящ параметър за ECU на двигателя, явявайки се мярка за желанието на водача относно създаването на нужния въртящ момент. В режима „празен ход“ дроселовата клапа се отваря под такъв ъгъл, че се установява необходимата честота на въртене.

Концепция за управление на базата на въртящия момент. Основната цел на тази стратегия за управление на въртящия момент е да се съпостави този голям и силно разнообразен диапазон от цели. Това е единственият начин да се позволи гъвкав избор на отделни функции за интегриране в отделните версии на Motronic в зависимост от типа на двигателя и автомобила.



Фиг.5.6. Управление на въртящия момент при ME - Motronic.

Координация на въртящия момент. Повечето от посочените по-горе спомогателни функции за управление в отворен и затворен контур упражняват обратна връзка върху въртящия момент на двигателя. Това често води до едновременната поява на взаимно противоречащи си изисквания. В една система, базирана на въртящия момент, всички тези функции отразяват поведението на водача, тъй като изискват определен въртящ момент на двигателя. Системата за управление, базирана на въртящия момент, с гъвкава реакция на ME-Motronic може да приоритизира тези взаимно антагонистични изисквания и да изпълнява най-важните от тях. Това е предимството на структурата, базирана на въртящия момент. Всички функции подават индивидуални и независими заявки за въртящ момент.

Управление на превозното средство. Системата на шината CAN (Controller Area Network) позволява на Motronic да поддържа комуникация с различните блокове за управление, управляващи други системи в автомоби-

ла. Един пример за това сътрудничество е начинът, по който Motronic работи с ECU на автоматичната трансмисия, за да намали въртящия момент при смяна на предавките, като по този начин намалява износването на трансмисията. Ако е инсталирана TCS (система за контрол на сцеплението), нейният ECU реагира на приплъзване на колелата, като предава съответните данни на блока Motronic, който след това намалява въртящия момент на двигателя. Това е още едно предимство, произтичащо от гъвкавото управление на въртящия момент.

Диагностика (OBD). ME-Motronic се допълва от компоненти, предназначени за бордова диагностика (OBD), което му позволява да отговаря на изискванията на строгите ограничения на емисиите и изискванията за интегрирана диагностика.

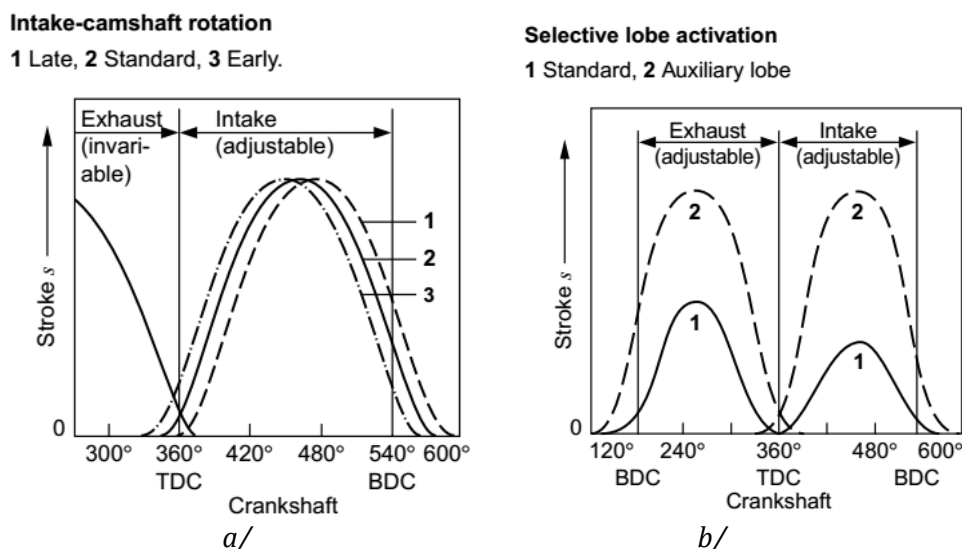
Контрол на газовия обмен. Въпреки че контролът на дроселовата клапа представлява основният метод за регулиране на притока на свеж въздух в двигателя, редица други системи са могат да регулират масата на свежите и остатъчните газове в цилиндъра: променливо разпределение на времето на клапаните както на всмукателната, така и на изпускателната страна, рецикулация на отработените газове (EGR), всмукателен колектор с променлива геометрия (динамично повишаване на налягането) и турбокомпресор за отработени газове.

5.1.4. Променливо разпределение на клапаните.

При определянето на времето на клапаните е важно да се отбележи, че колебанията на фактори като скорост на двигателя и ъгъл на дроселовата клапа, предизвикват значителни колебания в потока на газовите потоци, които влизат и излизат от цилиндъра. Това означава че когато се използва неизменно (фиксирано) време на клапаните, процесът на обмен на газове може да бъде оптимизиран само за едно работно състояние. За разлика от това, променливото време на клапаните може да се използва за адаптиране на газовия поток към различните скорости на двигателя.

Регулиране на разпределителния вал. В конвенционалните двигатели веригата или зъбният ремък служат за механична връзка между колянвия вал и разпределителния(те) вал(ове). При двигатели с регулируем разпределителен вал, най-малко ъгълът на всмукателния разпределителен вал спрямо колянвия вал може да се променя. В днешно време регулирането на всмукателните и изпускателните клапани по отношение на колянвия вал се среща все по-често. Процесът на регулиране се основава на електрически или електрохидравлични задвижвания. Фиг.5.7 показва как отворената фаза на всмукателния клапан се "измества" спрямо TDC, когато се променя времето на всмукателния такт при разпределителния вал. Една от възможностите е да се върти разпределителният вал с променлив профил, за да се забави при празен ход, за да се намалят остатъчните газове и да се получи по-плавен празен ход.

При високи обороти на двигателя фазата на затваряне на всмукателния клапан може да се забави, за да се получи максимален обем на зареждане. Същата цел може да бъде постигната при ниски до скорост на двигателя и/или в определени диапазони на частично подаване на газ чрез промяна на всмукателния разпределителен вал и изместване на цялата фаза на всмукателния вал напред (напреднало "отваряне/затваряне на всмукателния клапан").



Фиг.5.7. Въртене на разпределителния вал и селективно активиране на гърбиците.

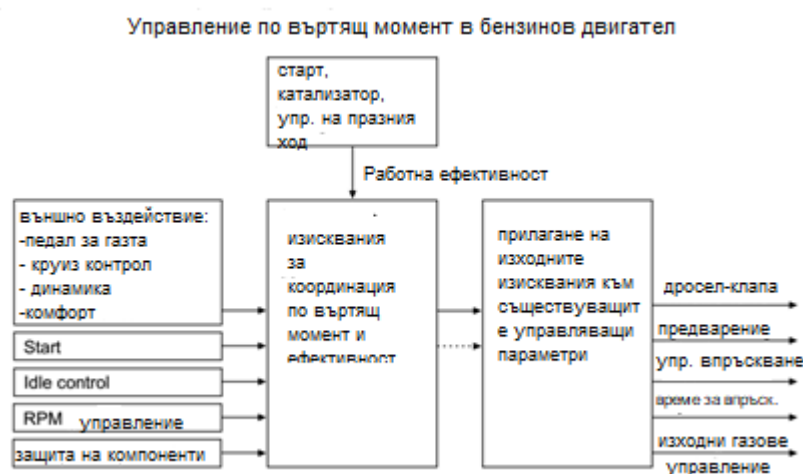
Селективно управление на разпределителния вал. Системите със селективно управление на разпределителния вал променят времето на клапаните, като редуват активиране на различни профили на разпределителния вал чрез различни гърбици на вала. Първият профил осигурява оптимално разпределение на клапаните и повдигане на всмукателните и изпускателните клапани в долния край и в средата на работния диапазон на двигателя. Вторият профил на вала е за увеличено повдигане на клапаните и удължена продължителност на фазите. Този профил се активира, когато рамото, към което то е свързано, се заключава към стандартното рамо с помощта на соленоид или хидравлично, след като двигателят преминава определен праг на скоростта (фиг.5.7. а).

Променливото регулиране на разпределението на клапаните и на повдигането на клапаните представлява оптималното решение, но то е много сложно. При тази концепция се използват удължени гърбици на разпределителния вал с триизмерни рампови профили в съчетание с линейно изместване на положението на разпределителния вал и се предоставя максимална свобода на действие за усъвършенстване на работата на двигателя (фиг.5.7. а). Тази стратегия може да се използва за постигане на значително увеличение на въртящия момент в целия работен диапазон на двигателя.

5.2. Обработка на оперативни данни. Концепция за управление с въртящ момент.

Основната задача на системата за управление на двигателя е да преобразува данните от сензорите в мощност и въртящ момент на двигателя. Водачът се нуждае от тази мощност на двигателя, за преодоляване на съпротивлението при движение по време на работа в стабилно състояние, както и за ускоряване на автомобила. При съвременните двигатели с искрово запалване това означава да се изчисли необходимото количество въздух, както и съответното количество впръскване и оптимален момент на запалване. След като тези параметри бъдат определени, системата може да пристъпи към активно управление на изпълнителните механизми, които ги регулират (дроселова клапа, инжектори, запалителни бобини). В допълнение към управлението на зареждането на цилиндрите, впръскването и времето, системите за управление на двигателя също така поемат контрола на редица спомагателни функции, много от които също консумират мощност на двигателя. Отличителна черта на ME-Motronic е концепцията за управление на въртящия момент. Многобройни

подкомпоненти в рамките на цялостната система Motronic (контрол на празния ход, обороти регулатор и т.н.) се присъединяват към системите, управляващи задвижването (напр. TCS, управление на превключването на трансмисиите) и общите функции на автомобила (като например работата на климатика), като предават заявки за адаптиране на текущата мощност на двигателя към основната система Motronic. Като пример може да се посочи, че системата за управление на климатика изисква увеличаване на мощността на двигателя преди включването на съединителя на компресора на климатика. По-ранната практика включваше директно изпълнение на такива команди на ниво управляващи параметри (пълнене на цилиндъра, маса на горивото и момент на запалване) некоординирано, на индивидуална основа. ME Motronic отива една стъпка по-далеч, като приоритизира и координира индивидуалните заявки, преди да използва наличните параметри за управление, за да реализира получения определен въртящ момент (фиг.5.8).



Фиг.5.8. Регулиране на въртящия момент в бензиновия двигател

Съществен елемент в концепцията за управление на базата на въртящия момент е електронният педал за газта ETC, който позволява на механизма за управление на дроселовата клапа да излезе извън рамките на простото отразяване на подаването на газта към педала. Преди това водачът използваше педала на газта, за да активира механична

връзка и да определи отвора на дроселовата клапа. Водачът е упражнявал пряк контрол върху пълненето на цилиндрите, а възможностите на системата за управление на двигателя за инициране на отделни корекции са били ограничени до активиране на байпас, насочен около дроселовата клапа.

5.2.1. Изчисляване на определения въртящ момент.

Основният параметър, който е в основата на концепцията за управление на въртящия момент на ME Motronic, е вътрешният въртящ момент, генериран по време на горенето. Това е физическата сила, създадена от налягането на газа по време на компресията и мощността. Действителният нетен въртящ момент на двигателя се получава, като от тази вътрешна сила се извадят фактори като триене, загуби при изпомпване (предаване на газ) и мощност на задвижване на спомагателното оборудване (водна помпа, алтернатор и др.). Крайната цел на системата за управление на въртящия момент е да избере точно параметрите за управление на двигателя, необходими за точна реакция на изискванията на водача като същевременно се компенсират всички загуби и допълнителни изисквания. Тъй като Motronic "знае" оптималните спецификации за зареждане, плътността, продължителността на впръскване и времето на запалване за всеки желан въртящ момент, тя може да последователно да поддържа оптимални емисии и икономия на гориво.

Регулиране на действителния въртящ момент. Координаторът на въртящия момент на ME-Motronic има два потенциални пътя за управление, които може да избере при регулирането на вътрешното генериране на въртящ момент (фиг.5.9.).



Фиг.5.9. Координиране на въртящия момент с горивната система и синхронизиране на колянния вал (синхронизиране на запалването).

Единият път, осигуряващ постепенна реакция, се контролира чрез действие на дроселовата клапа (ЕТС), докато пътят на бърза реакция се основава на манипулиране на времето за запалване и/или деактивиране на впръскването в отделни цилиндри. Бавният път, известен също като път за управление на горивната система, отговаря за статичната работа. Пътят на впръскване изчислено за дадено генериране на въртящ момент, определя за цилиндъра порцията гориво, който съответства на отварянето на дроселовата клапа. Пътят на бързата реакция (времето на запалване) може да реагира много бързо на динамичните промени в генерирането на въртящ момент.

5.2.2. Подобрена управляемост.

Потискане на положителните и отрицателните промени в натоварването при преходен удар - инициирани от рязко натискане или отпускане на педала на газта - могат да предизвиква сътресения в задвижващата система. Този ефект е особено изразен, когато обръщането на въртящия момент прехвърля сили върху монтажните втулки или трансмисията. Пример за това е двигателят, който се премества от едното към другото окачване по време на прехода от включване към изключване. Това прехвърляне на сили може да се предотврати или поне да се намали по интензивност чрез контролиране на скоростта на увеличаване и намаляване на въртящия момент, за да се постигне помек преход. За да се регулира въртящият момент на маховика (фиг. 5.9), тази стратегия разчита на манипулиране на момента на запалване и зареждането на цилиндъра.

Функция за потискане на рязкото ускорение. Фактът, че двигателят и трансмисията представляват система от пружини и маси, означава, че по време на работа тази система може да започне да се колебае. Функцията за потискане на рязкото ускорение открива тези колебания и ги потиска, като се намесва в изходния въртящ момент на двигателя в съответната фаза. Разпознаването на трептенията се основава на базата на сравнение между референ-

тните обороти, получени от изискванията на водача и текущите обороти. Намесата се осъществява чрез регулиране на времето за запалване. Ефективно потискане на колебанията на трансмисията включва прилагане на въртящия момент в противоположни фази на колебанията на въртящия момент.

5.2.3. Круиз контрол.

Функцията на круиз контрола е да компенсира промените в съпротивлението при търкаляне/аеродинамичното съпротивление и да поддържа постоянна скорост на автомобила, без да се налага водачът да натиска педала на газта. В допълнение към поддържането на текущата скорост на автомобила тези системи осигуряват редица допълнителни функции. По този начин круиз контролът повишава удобството при шофиране по време на дълги пътувания, като същевременно улеснява спазването на установените ограничения на скоростта. Тъй като задвижването на дроселовата клапа на ME-Motronic вече е интегрирано във функцията ЕТС, допълнителните усилия, необходими за интегриране на круиз контрола в системата, са минимални.

Функции: водачът използва лост/превключвател за управление на следните функции: приемане и поддържане на текущата скорост на движение (зададена), ускоряване и след това поддържане на предварително зададената скорост на движение, намаляване на скоростта и след това поддържане на предварително зададената скорост на движение, ускоряване до запаметена целева скорост (възобновяване), постепенно увеличаване на дефинираната пътна скорост (повишаване на скоростта), постепенно намаляване на скоростта, деактивиране на круиз-контрола на главния път и/или превключвател за изключване.

Контролни елементи. Водачът може да управлява системата за круиз контрол с един елемент за управление който включва превключватели за функциите: задаване, възобновяване, ускоряване и намаляване на скоростта.



Фиг.5.10. Оперативен лост за управление на круиз-контрола.

В зависимост от конкретната си конфигурация отделен превключвател може да управлява повече от една функция. По този начин един бутон може да се използва за задаване/забавяне и един за възобновяване/ускоряване.

В такъв случай функцията, която трябва да бъде изпълнена от системата, когато ще зависи от текущото състояние на системата и от това колко време е приложен натиск върху превключвателя. Функциите за накланяне и за намаляване на наклона се задействат от краткотрайно натискане на превключвателя за ускоряване и намаляване на скоростта. Освен това освен компонентите на превключвателя за специфични функции, елементът за управление може също така да включва допълнителен главен превключвател и превключвател за отмяна на круиз контрол. Когато е наличен, главният превключвател трябва да бъде включен, преди да бъдат регистрирани влизанията в превключвателя на функциите. Когато главният превключвател е деактивиран, всички предварително записани скорости се губят. Активният круиз контрол може да бъде прекъснат и чрез натиск върху педала на спирачката или съединителя.

5.3. Интегрирана диагностика на системата за управление на двигателя ME - Motronic.

Диагностична процедура. Системата за бордова диагностика (OBD) е стандартно оборудване на Motronic. Този интегриран диагностичен модул следи командите на ECU и реакциите на системата като същевременно проверява сигналите от сензорите за достоверност. Тази тестова програма продължава непрекъснато по време на нормалната работа на автомобила. ECU съхранява разпознатите грешки заедно с работните условия, при които са възникнали. Може да се използва тестер, за да се прочетат и покажат записаните грешки и данните за грешките чрез стандартизиран интерфейс. Тази информация улеснява процедурите за диагностика на неизправностите за сервизния персонал. Процесите на диагностика се простират далеч отвъд тези в ранните системи, бяха разработени, за да отговарят на изискванията на Калифорнийския съвет за въздушни ресурси. Всички компоненти, чиито повреди могат да доведат до значително увеличаване на вредните емисии, трябва да бъдат наблюдавани и откритите неизправности трябва да задействат диагностична лампа на арматурното табло. Тази разширена диагностика се обозначава като OBD II. Системата OBD, адаптирана за европейските условия, се обозначава като EOBD.

5.3.1. Диагностицирани модули.

Измервател на въздушна маса. Процесът за наблюдение на работата на измервателя на въздушна маса е пример за функцията за самодиагностика на Motronic. Докато зареждането на цилиндрите се определя въз основа на масата на вкарвания въздух, в същото време се изчислява допълнителна референтна стойност от тъгла на дроселовата клапа и оборотите на двигателя. Ако ECU открие прекомерни отклонения между двете, първоначалната му реакция е да запише грешка. При продължаване на работата на автомобила проверките за достоверност определят кой от сензорите е дефектен. ECU не съхранява определения код за грешка, докато не определи еднозначно кой сензор е повреден.

Задвижващ механизъм на дроселовата клапа ЕТС. Тъй като мощността на двигателя се манипулира чрез адаптиране на пълненето на цилиндрите, задвижването на дроселовата клапа трябва да отговаря на строги изисквания за надеждност и диагностика. Задвижващият механизъм следи текущото положение на дроселовата клапа с помощта на два взаимно противоположно въртящи се потенциометъра. След това сигналите, които те произвеждат, се сравняват. Ако се появи отклонение, системата се връща към модела на всмукателния колектор като основа за екстраполиране на положението на дроселовата клапа и възстановяване на достоверността на сигнала.

Липса на горене. Пропуск при горене, произтичащ от такъв фактор като износени запалителни свещи, позволява неизгорялата смес да навлезе в каталитичния конвертор. Тази смес може да разруши катализатора, а също така е вредна за околната среда. Тъй като дори изолирани пропуски в горенето произвеждат по-високи емисии, системата трябва да е в състояние да ги открие. В търсене на метод за наблюдение на пропуските в горенето, наблюдението на несъответствията в колянния вал на скоростта на въртене се наложи като най-добър компромис между сложността и практичността. Пропускът на горенето е съпроводен с недостиг на въртящ момент, равен на увеличението, което нормално би се получило. Резултатът е намаляване на скоростта на въртене. При високи скорости и ниски натоварвания, интервалите, разделящи точките на запалване, ще се удължават само с 0,2 %. Това означава, че вър-

тенето трябва да се следи изключително внимателно, като същевременно се извършват обширни изчисления за разграничаване на пропуските при горене от други смущения и други фактори.

Каталитичен конвертор. Друга диагностична функция следи за ефективността на каталитичния конвертор. Този процес разчита на втори кислороден сензор, монтиран след конвертора като допълнение към първия, монтиран преди катализатора. Здравият каталитичен конвертор съхранява кислород, като по този начин отслабва колебанията на ламбда контрола. Със стареенето на катализатора този ефект се влошава, докато накрая моделите на сигналите от двата сензора започнат да се сливат. По този начин сравнението на сигналите от двата O₂ сензора служи като основа за оценка на състоянието на каталитичния конвертор. Предупредителна лампа предупреждава водача, когато се открие дефект. Кислородните сензори се диагностицират за:

- Електрическа достоверност: Системата непрекъснато оценява сензора достоверността на сигнала. Тя реагира на неправдоподобни сигнали, като деактивира други едновременно с въвеждането на съответния код за грешка в паметта за грешки;

- Динамична реакция на сензора (продължителност на фазата, фигура 2): Кислороден сензор изложен на прекомерно високи температури за продължителен период от време може да започне да реагира по-бавно на промените в горивно-въздушната смес. Това води до удължаване на продължителността на фазите (периодичност) в двусъставното управление модел. Функцията за диагностика следи тази честота на управление и задейства диагностична лампа, за да предупреди водача за прекомерно забавяне на реакцията на сензора;

- Обхват на управление: Наличието на два кислородни сензора във всеки изпускателен тръбопровод дава възможност да се използва сензорът след катализатора ("cat-back") за проверка на сензора от страната на двигателя ("cat-forward") за отклонение в неговия ефективен диапазон на реакция;

- Отоплител: Системата проверява тока и напрежението на нагревателя на кислородния сензор. За тази проверка ECU Motronic трябва да разчита на пряка връзка с нагревателя, а не да го контролира чрез реле.

Рециркулация на отработените газове. Тъй като рециркулацията на отработените газове (EGR) позволява намаляване на азотни оксиди в отработените газове, експлоатационната надеждност на тази система също трябва да се следи. Отварянето на клапана EGR води до част от отработените газове обратно във всмукателния колектор. Тъй като този допълнителен поток от навлиза в колектора и след това в цилиндрите, първоначално влияе върху вакуума в колектора, а след това и на процеса на горене. Тази характеристика открива две възможности за диагностика на системата EGR:

- Диагностика въз основа на вакуума в колектора. Клапанът на EGR се затваря за кратко при работа с частично подаване на газ. Ако ETC се използва за задържане на потока на входящия въздух, преминаващ през измервателя на въздушна маса с гореща обвивка на постоянно ниво, клапанът ще измести вакуума във всмукателния колектор. Тази промяна се следи с налягането в колектора и нейната големина е показател за състоянието на системата EGR.

- Диагностика въз основа на стабилността на празен ход. Този метод се използва при системи без измервател на масата на въздуха с гореща обвивка или допълнителен сензор за налягане в смукателния колектор. При празен

ход клапанът на EGR се отваря леко. Увеличената маса на остатъчния газ води до по-груба работа на двигателя. Това от своя страна се отчита от системата за наблюдение на плавната работа на системата, която прилага грубата работа за диагностициране на системата EGR.

Други функции за наблюдение.

Въпреки че новият устав за емисиите се фокусира върху системата за управление на двигателя, други системи (като например електронното управление на смяната на предавките) също са наблюдават. Те предават данни за евентуални неизправности на ECU за управление на двигателя, който поема отговорността за задействане на диагностичната лампа. По-голямата сложност на системата и все по-строгостта на законодателството в областта на околната среда правят диагностиката все по-важна.

5.3.2. Планиране на последователността на диагностиката

OBD II изисква всички функции за диагностика да бъдат изпълнени поне веднъж в по време на цикъла на изпитване на емисиите. Предишната концепция за планиране задейства отделните функции за диагностика по неизменна схема; схемата беше се диктуваше от условията на работа, които характеризираха отделните етапи на цикъла на изпитване на емисиите. При нормални условия на работа тази стратегия може да доведе до продължителни забавяния, преди да настъпят подходящите експлоатационни условия за започване на настъпят благоприятни условия за провеждане на определен процес на диагностика. На практика това означава, че някои диагностични процедури могат да се изпълняват само рядко, тъй като отделните навиците на водача могат да направят невъзможно за системата да се придържа към планираната последователност на диагностика. Управлението на системата за диагностика може да реагира на условията на работа и да инициира динамични корекции в диагностична последователност, за да се осигури оптимална обработка на диагнозата при ежедневна работа.

Памет за грешки. Откриването на неизправности, свързани с емисиите, води до запис в паметта на енергонезависима памет за неизправности. Въпреки че този запис отразява официално предписаните кодове за грешки, той включва и "замразена рамка", състояща се от допълнителни информация за работните условия, при които възниква грешката (т.е, скорост и температура на двигателя). В зависимост от проекта на системата, неизправностите, които са от значение за обслужването на превозното средство, също се съхраняват, макар и не включени в каталога на OBD II. Кодовете за грешки могат да бъдат разчетени чрез свързване на собствения сервизен тестер на клиента към интерфейса на ECU. Същото оборудване може да се използва за записване на тестови данни (например обороти на двигателя). OBD II предписва стандартизирани протоколи за съхраняване на данни за неизправности, както е определено от SAE (Общество на автомобилните инженери). Това дава възможност за достъп до паметта за неизправности с помощта на стандартни, предлагани в търговската мрежа "инструменти за сканиране".

Аварийен режим (придвижване до дома). В интервала между първоначалния появата на неизправност и последващото посещение на сервиза, запалването и смесите въздух-гориво могат да се обработват на базата на стойности по подразбиране и функциите за работа в аварийни условия. Този позволява продължаване на експлоатацията на автомобила. ECU реагира на разпознатите грешки във входната линия чрез заместване на данни от симула-

ция модел или като се връща към излишните сигнал. Повредите в блоковете на изходната страна инициират прилагането на специфични резервни мерки, съответстващи на индивидуалния проблем. Като пример системата може да реагира на повреда в запалването като потисне впръскването на гориво в цилиндъра, за да се предотврати повреда на каталитичния конвертор. Задвижването на дросел-клапата на ЕТС става с пружина по подразбиране. Това поддържа работата на двигателя при ниски обороти, което позволява на МЕ системите да продължат да работят в ограничен режим на работа в случай на повреда в жизненоважната верига на ЕТС.

Диагностика на изпълнителните механизми. По време на нормално шофиране много от функциите на Motronic (напр. EGR) работят само при определени условия. Това прави невъзможно активирането на всички задвижващи механизми (например EGR клапана) за проверка на работата им по време на път. Диагностиката се извършва при изключен двигател и никога по време на нормална работа. Действителният тест включва последователно задействане на всеки изпълнителен механизъм. В този режим инжекторите трябва да се задействат само с изключително кратки импулси ($< 1\text{ ms}$). Въпреки, че това не е достатъчно време, за да се отвори напълно инжекторът и не се впръсква гориво в колектора, звукът може да се чуе ясно.

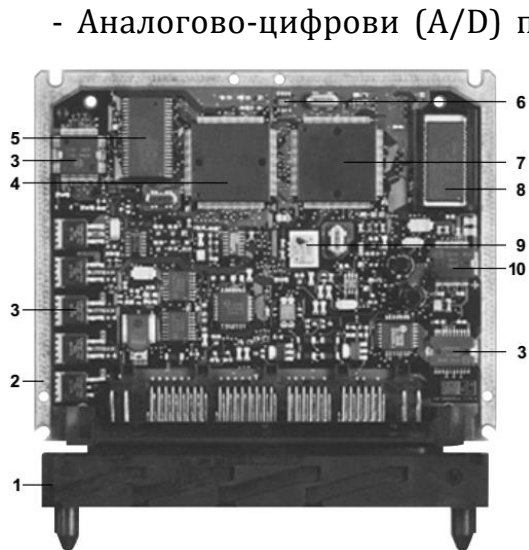
5.4. Електронен управляващ блок - ECU

ECU (фиг.5.11) служи като "център за обработка и управление" за системата за управление на двигателя. В него се използват запазени функции и алгоритми (програми за обработка), за да обработва входящите сигнали от сензорите. Тези сигнали служат като основа за изчисляване на управляващите сигнали към изпълнителните механизми (като запалителна бобина и инжектори), които той управлява директно чрез своите етапи на управление (3).

Физическа конструкция. ECU има метален корпус, съдържащ печатна платка (2) с електронни компоненти. Предлагат се компактни блокове с хибридна технология за монтиране директно в двигателя. Те са специално проектирани да издържат на по-високи термични натоварвания. Мултифункционален щепсел свързва ECU-то с неговите сензори и изпълнителни механизми, както и с неговото захранване. Броят на отделните терминали в рамките на този интерфейс варира в зависимост от броя на функциите, обхванати от ECU. Обикновено в съединителните щепсели на ME-Motronic трябва да бъдат включени повече от 100 клеми. Печатната платка има метална основа под схемата на изходния усилвател, където контактите с проходни отвори осигуряват добър топлинен трансфер към долната ѝ страна. От тази точка топлината, генерирана от схемите на изходния усилвател, се предава чрез топлинни мостове към корпуса.

Захранване. Регулатор на напрежение (10) осигурява ECU с постоянно работно напрежение 5 V необходимо за цифровите схеми.

Входи на сигналите. Сигналите от сензорите постъпват в ECU чрез защитни вериги и чрез сигнал преобразуватели и усилватели, където е посочено:



Фиг.5.11. Електронен блок за управление ME7. 1 Мултитерминална щепселна връзка, 2 Платка с печатни платки, 3 Степен на управление, 4 Микропроцесор с ROM (функционален процесор), 5 Flash EPROM (допълнителен памет с програма за конкретното превозно средство), 6 EEPROM, 7 Микропроцесор с ROM (разширителен процесор), 8 Flash EPROM (програмна памет за разширителния процесор), 9 Сензор за барометрично налягане, 10 Периферен чип CJ910 (вградено 5V захранващо напрежение и индуктивен сензор схема за оценка).

изцяло да се извършва в самия сензор. Постъпващата входна информация чрез шината за данни (CAN) също пристига без необходимост от предварителна обработка.

Обработка на сигналите. Входните сигнали се обработват от микропроцесора в ECU. За да функционира, този микропроцесор трябва да бъде оборудван с програма за обработка на сигнали, записана в енергонезависима памет (ROM или EPROM, 5). Тази памет съдържа и специфичните индивидуални криви на производителността и програмни карти (данни), използвани за управление на системата за управление на двигателя. Поради големия брой варианти на двигателите и превозните средства с техните обширни индивидуални диапазони на изисквания за данни, ECU се програмират едва след като до края на производствената линия. Не е необходимо да се отваря ECU за тази процедура. Това намалява броя на конфигурациите на ECU, необходими за всеки един производител на превозни средства. Необходима е памет за четене/запис (RAM) за съхраняване на изчислените стойности и коефициентите на адаптация, както и всяка система грешки, които могат да бъдат открити (диагностика). Оперативната памет разчита на непрекъснато захранване за нормална работа и губи всички данни, ако акумулаторът на превозното средство е изключен. Тогава ECU трябва да преизчисли коефициентите на адаптация след като акумулаторът бъде включен отново. За да се заобиколи този проблем, някои устройства съхраняват необходимите променливи в EEPROM (6, енергонезависим памет) вместо RAM.

Изходи. Микропроцесорно управляваните схеми на изходния усилвател (драйвер) осигуряват достатъчно мощност за директна работа на изпълни-

- Аналогово-цифрови (A/D) преобразуватели вградени в микропроцесорите (4, 7) преобразуват аналоговите входни сигнали (напр, информация за положението на педала на газта, масата на вкарвания въздух, двигател и температура на всмукателния въздух, напрежение на акумулатора, съотношението на въздушно-горивната смес и т.н.) в цифровизирани данни.

- Цифрови входни сигнали (като например превключване сигнали от климатика или селекторния лост на трансмисията, но също и включително цифрови сигнали като обороти импулси от сензори на Хол) са подходящи за директна обработка в микропроцесора.

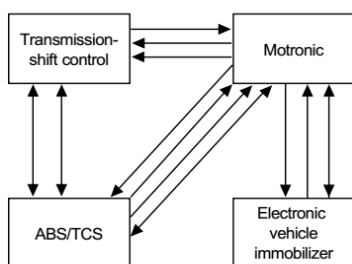
- Входящи сигнали под формата на импулси предавани от индуктивни сензори, обзавеждат информация за скоростта на превозното средство, както и за скоростта и ъгъла на колянвия вал. Тези се обработват в специална схема (10) и се преобразуват в правоъгълни сигнали. В зависимост от интеграцията на системата първоначалната обработка на сигналите може да бъде частично или

телните механизми. Тези драйверни вериги са защитени срещу къси съединения със земята, колебания в напрежението на батерията и електрически претоварвания, които могат да ги разрушат. Функцията за диагностика на OBD е може да разпознава грешки в етапите на драйвера и реагира, като деактивира съответния изход (когато е необходимо). Записът за грешка се съхранява в оперативната памет. След това сервизният техник може да получи достъп до информацията за грешката, като свърже тестер към серийния интерфейс. Друга защитна верига работи независимо от ECU, за да деактивира електрическата горивна помпа, когато оборотите на двигателя паднат под определено ниво. Когато захранването на терминал 15 е прекъснато при ключа за запалване ("запалване изключено"), някои ECU разчитат на задържаща верига, за да държат главното реле отворено, докато програмата може да бъде завършена.

5.5. Интерфейси към други системи

Все по-широко приложение на електронни системи за управление за автомобилните функции като: електронно управление на двигателя (Motronic), електронно управление на трансмисията и смяната на предавките, електронни имобилайзери на превозни средства, ABS, TCS и бордови компютри е правило жизненоважно свързването на отделните вериги за управление чрез мрежи. Прехвърлянето на данни между различните системи за управление намалява броя на сензорите, като същевременно използва ефективно отделните системи. Интерфейсите могат да бъдат разделени на две части: конвенционални интерфейси с двоични сигнали (превключвателни входове) или импулсно натоварване (широчинно-импулсно модулирани сигнали) и серийно предаване на данни, например, Controller Area Network (CAN).

Конвенционални интерфейси. В конвенционалните автомобилни системи за предаване на данни всеки сигнал се разпределя към една линия. Двоичните сигнали могат да се предават само при едно от двете условия: "1" или

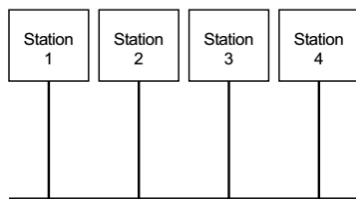


Фиг.5.12. Конвенционално предаване на данни.

"0" (двоичен код). Пример за това е компресорът на климатика, който може да бъде "включен" или "изключен". За предаване на по-подробни данни, като например отвора на дроселовата клапа, могат да се използват широчинно-импулсни модулирани сигнали. Увеличаване на трафика на данни между различни електронните компоненти на борда означава, че конвенционалните интерфейси вече не могат да осигурят задоволителна ефективност.

Сложността на кабелните снопове обуславя сложност при тяхната управление при увеличаване на изискванията за комуникация на данни между ECU-та на отделните електронни системи (фиг.5.12). Серийно предаване на данни (CAN). Тези проблеми могат да бъдат решени с помощта на CAN, т.е. шинна система (шина), специално разработена за автомобилни приложения. При условие, че ECU е оборудвано със сериен CAN интерфейс, CAN може да бъде да се използва за предаване на сигналите от изброените по-горе източници. Съществуват три основни приложения на CAN в моторните превозни средства: за свързване на ECU, електроника, свързана с каросерията и удобствата (мултиплекс), и мобилни комуникации. По-долу е описана само комуникацията между ECU.

Свързване на ECU в мрежа. Тази стратегия свързва електронните сис-



Фиг.5.13. Линейна структура на CAN шината.

теми, като Motronic, електронно управление на трансмисията-превключване и др. Типичните скорости на предаване на данни са между приблизително 125 kBit/s и 1 MBit/s и трябва да са достатъчно високи, за да се поддържа необходимата реакция в реално време. Едно от предимствата, които отличават серийния пренос на данни от конвенционалните интерфейси (импулсни

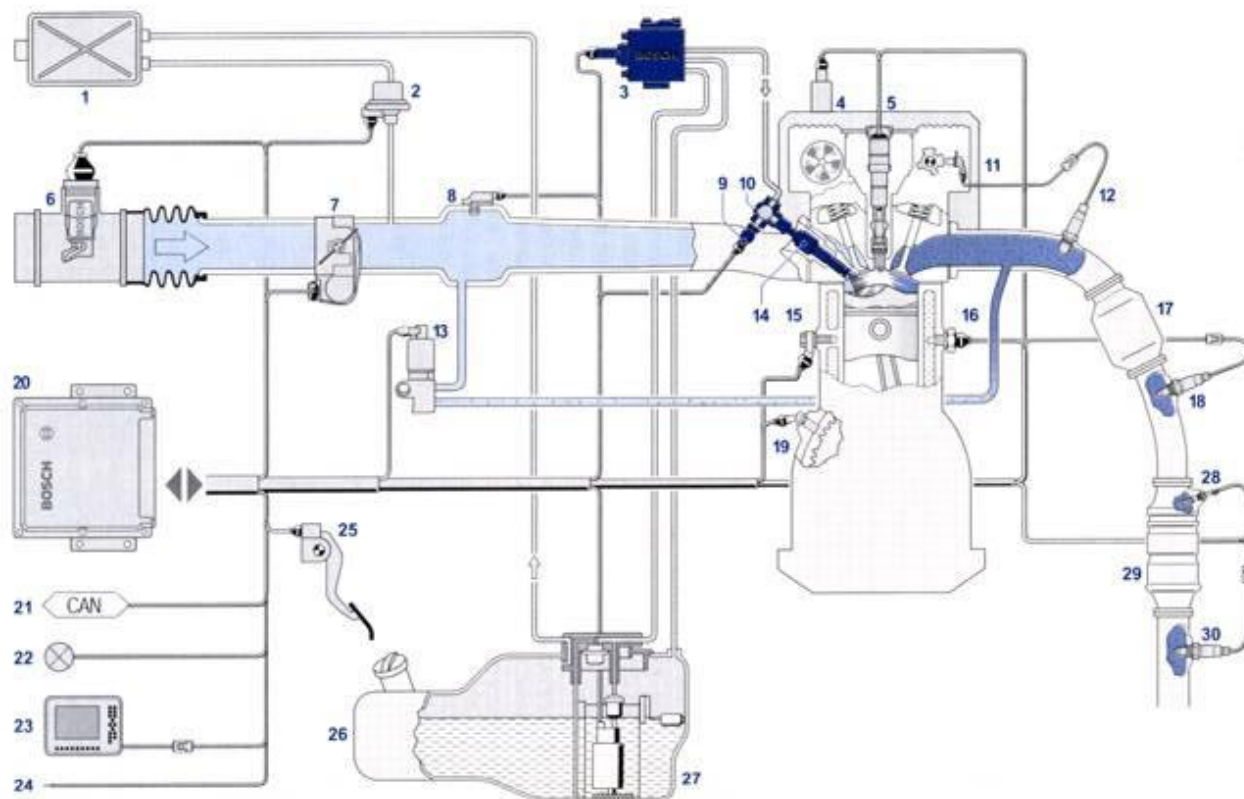
коефициенти на натоварване, комутиращи и аналогови сигнали и т.н.), е високата скорост, която се постига, без да се натоварват значително централните процесори (CPU).

Конфигурация на шината. CAN работи на принципа на "multiple master". Тази концепция съчетава няколко ECU с еднакъв приоритет в линейна структура на шината (фиг.5.13.). Предимството на тази структура е, че повредата на един абонат няма да се отрази на достъпа на останалите. По този начин вероятността за пълна повреда е значително по-малка, отколкото при други логически конфигурации (като например структури тип "контур" или "звезда"). При контурната или звездната архитектура повреда в един от абонатите или в централния блок за управление ще предизвика пълен отказ на системата. Системата на CAN шината адресира данните според съдържанието. Всяко съобщение се присвоява постоянен единадесетбитов идентификационен таг, указващ съдържанието на съобщението (напр. скорост на двигателя). Всяка станция обработва само данните, за които идентификатори са записани в нейния списък за приемане (проверка за приемане). Това означава, че CAN не се нуждае от адреси на станциите, за да предава данни, и интерфейсите не трябва да администрират конфигурацията на системата. Всяка станция може да започне да предава съобщението си с най-висок приоритет веднага щом шината е свободна. Ако няколко станции започнат да предават едновременно, възникналият конфликт за достъп до шината се решава с помощта на арбитражно споразумение "wired-and". Тази концепция осигурява първи достъп до съобщението с най-висок приоритет, без загуба на време или битове данни. Когато дадена станция загуби арбитража, тя автоматично преминава в състояние на готовност и повтаря опита за предаване веднага щом шината покаже, че е свободна. За предаването към шината се създава рамка за данни с дължина под 130 бита. Това гарантира, че времето на опашката до следващото - евентуално изключително спешно - предаване на данни, е сведено до минимум. Рамките с данни се състоят от седем последователни полета.

6. Система за директно впръскване при бензинови дви-гатели MED Motronic, DI Motronic.

6.1. Система MED Motronic.

6.1.1. Общ вид на системата.



Фиг.6.1. Блок-схема на системата за управление на двигателя MED – Motronic.

Елементи на електронното управление на двигателя с помощта на системата MED-Motronic: 1 - Абсорбатор с активен въглен; 2 - Вентил за регенерация; 3 - Помпа за високо налягане тип HDP2 с интегриран електромагнитен клапан за управление на подаването на гориво; 4 - Задвижващи механизми и сензори за променливо разпределение на клапаните чрез въртене на разпределителния вал; 5 - Запалителна бобина със запалителна свещ; 6 - Термоанемометричен филмов масов дебитомер с интегриран температурен сензор; 7 - блок на дроселовата клапа (електронно управление на дроселовата клапа EGAS с датчик за положението на дроселовата клапа); 8 - датчик за налягането във входящата тръба; 9 - датчик за налягането на горивото; 10 - горивна рейка с високо налягане; 11 - датчик за фазата на разпределителния вал; 12 - ламбда сонда преди допълнителния каталитичен конвертор; 13 - клапан за рецикулация на отработените газове; 14 - инжектор за високо налягане; 15 - сензор за чукане; 16 - сензор за температурата на двигателя; 17 - допълнителен каталитичен конвертор (трикомпонентен); 18 - ламбда сонда след допълнителния каталитичен конвертор; 19 - сензор за скоростта на коленовия вал; 20 - блок за управление на двигателя; 21 - интерфейс на бордовия комуникационен контролер (CAN); 22 - контролна лампа за неизправност; 23 - интерфейс на бордовата диагностична система; 24 - интерфейс на блока за управление на имобилайзера; 25 - модул на педала на газта със сензор за хода на педала; 26 - резервоар за гориво; 27 - модул, вграден в резервоара за гориво, съдържащ горивна помпа с електрическо задвижване, горивна помпа и регулатор на налягането на горивото; 28 - сензор за температурата на отработените газове; 29 - основен каталитичен конвертор (трикомпонентен с NOX акумулатор); 30 - ламбда сонда зад основния каталитичен конвертор.

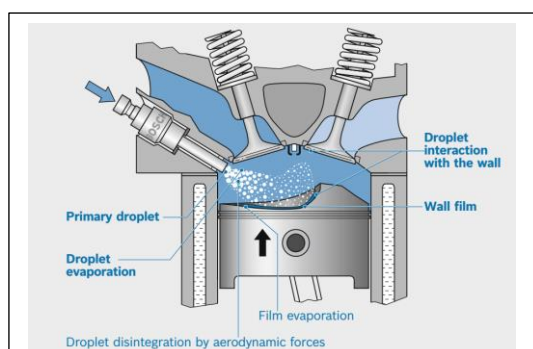
С въвеждането на директното впръскване в двигателите на петролни горива се налага нова концепция за управление на тези двигатели. Инжекторът трябва да осигурява както хомогенно разпределение на сместа - както е в случая с М и МЕ-Motronic за впръскване във всмукателната система - така и локално разпределение по слоеве в горивната камера. Определянето на хомогенна смес се постига чрез впръскване по време на всмукателния цикъл, до-

като разпределението по слоеве се постига чрез впръскване непосредствено преди края на цикъла на сгъстяване, малко преди фазата на запалване. Само при това разпределение по слоеве, което е зададено в рамките на средната честота на въртене на колянвия вал и на въртящия момент, може да се види предимството на директното впръскване по отношение на намаления разход на гориво. Съществуват и системи с директно впръскване, при които двигателят работи с хомогенна стехиометрична смес ($\lambda=1$) в целия работен диапазон на двигателя. Системата за управление на двигателя, която отговаря на тези изисквания, се нарича MED-Motronic. В сравнение със системата ME-Motronic, системата MED-Motronic изисква значително по-голяма мощност на двигателя. На фиг. 6.1 е показан пример за системата MED-Motronic. Серийното използване на такава система започва през 2000 г. при Volkswagen Lupo.

Основната разлика между системите MED и ME-Motronic се състои в конструкцията на горивната система, както и на изпускателната система с каталитичен конвертор NOX.

6.1.2. Процес на горене.

При бензиновото директно впръскване процесът на горене се определя като начин, по който в горивната камера се извършва формирането на сместа и преобразуването на енергията. Механизмите се определят от геометрията на горивната камера, точката на впръскване и момента на запалване. Връзката между впръсканото гориво и въздушния поток е изключително важна, преди всичко при горивните процеси, които работят с разслояване на заряда (стратифицирани концепции). За да се получи необходимото разслояване на заряда, горивният инжектор впръсква горивото във въздушния поток по такъв начин, че то да се изпари в определена зона. След това въздушният поток пренася облака от сместа по посока на запалителната свещ, така че той да достигне до нея в момента на запалването. Процесът на горене често се състои от няколко различни режима на работа, между които процесът се превключва в зависимост от работната точка на двигателя.



Фиг.6.1. Механизми за образуване на ГВ смес в режим на стратифицирано впръскване при MED – Motronic

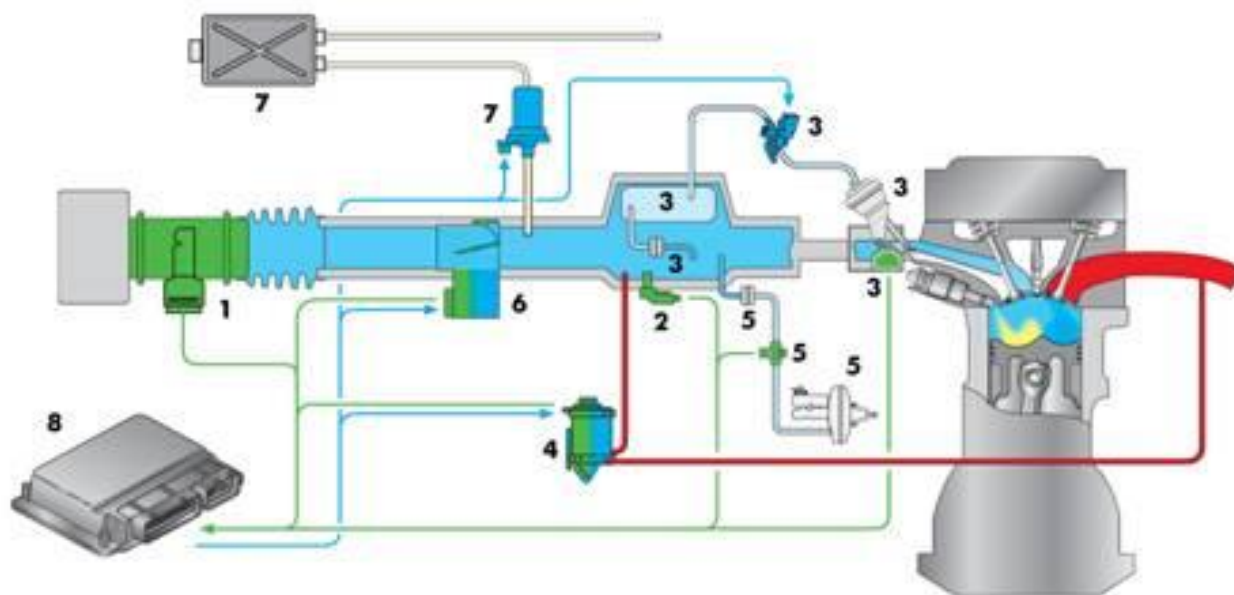
По принцип процесите на горене се разделят на два категории: горивни процеси с разслоен заряд и хомогенни горивни процеси. В случай на хомогенно горене обикновено се използва обикновено стехиометрично смесообразуване в горивната камера записано в картата на двигателя (фиг. 3а), т.е. винаги съществува съотношение $\lambda = 1$. По този начин скъпото третиране на емисиите на NOX в отработените газове, което се изисква при бедни

смеси, се избягва. Следователно хомогенните концепции са заложили като концепции за намаляване на емисиите. При процеса със стратифицирано горене горивото се впръсква в определен обхват на картата (малко натоварване, ниска скорост на двигателя) по време на хода на сгъстяване в горивната камера и се транспортира като облак с разслоен заряд до запалителната свещ. В идеалния случай облакът е заобиколен от чист свеж въздух. По този начин запалителната смес е налице само в локалния облак. Съотношението на въздуха и горивото е по-голямо от 1. Това позволява на двигателя да работи без дроселиране в по-големи диапазони, в резултат на това се повишава ефектив-

ността. Стратифицираните горивни процеси се използват за намаляване на разхода на гориво. Могат да се използват две различни концепции на стратифицирано зареждане: процес с насочване по стена/въздух и процес с насочване на разпръскване. В режим на разслоено зареждане с насочване на стена/въздух, инжекторът обикновено е разположен между всмукателните клапани. При този процес на горене, горивото обикновено се впръсква под налягане от 50 до 150 bar. Сместа се транспортира през вдлъбнатината на буталото, която взаимодейства директно с горивото (насочвано от стената) или насочва въздушния поток в горивната камера по такъв начин, че горивото се насочва от въздушния поток към запалителната свещ (въздушно насочване). Реално процесите на горене с разслоен заряд с инсталиране на странични инжектори обикновено съчетават двата процеса, в зависимост от ъгъла на монтиране на инжекторите и впръскваното гориво.

6.1.3. Елементи на системата за всмукване на въздух.

За разлика от двигателите при ME-Motronic, всмукателната система на двигателите с директно впръскване на бензин е модифицирана, за да отговаря на новите нужди на системата MED – Motronic. Специфичната му характеристика е, че влияе целенасочено върху въздушния поток в цилиндриите на двигателя в зависимост от работното му натоварване.



Фиг.6.2. Блок-схема на всмукателната система.

Следните нови или модифицирани компоненти са включени във всмукателната система (фиг. 6.2): термоанемометричен филмов масов расходомер за въздух 1 със сензор за температурата на входящия въздух; сензор за налягане 2 във входящата тръба за изчисляване на количеството на преминаващите отработени газове; система от клапи 3 във входящите канали за целенасочено управление на входящия въздушен поток към цилиндриите на двигателя; електромагнитен вентил 4 на системата за рецикулация на отработените газове с увеличено сечение, за да се пропускат повече газове; сензор за налягане 5 за контрол на вакуума в тръбопровода към вакуумния усилвател на спирачния механизъм; блок за управление на дроселовата клапа 6; вентил за продухване 7; блок за управление на системата 8.

Дроселова клапа. Блокът на дроселовата клапа 7 (фиг. 6.1) е със същата конструкция като при системата ME-Motronic. Ако обаче двигателят работи при ниски обороти (< 3000 об./мин.) с малка нужда от въртящ момент, дроселовата клапа се отваря под голям ъгъл. В този режим на работа въртящият

момент не се контролира от масата на въздуха, а от количеството впръскано гориво. Следователно запълването на цилиндъра с въздух не съответства на изходния въртящ момент.

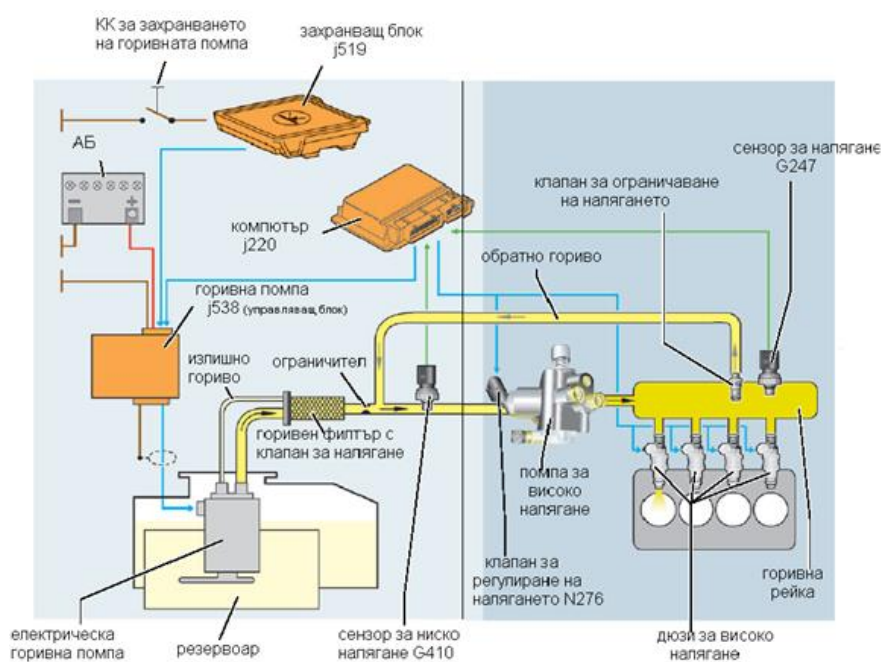
Сензори за определяне на запълването на цилиндъра с въздух. Определянето на запълването в двигател с директно впръскване е по-сложно, отколкото в двигател с впръскване, тъй като рециркулацията на отработените газове се използва за намаляване на мисията на NOx с разпределение на запълването слой по слой. За да се използва предимството на ниския разход на гориво и да се поддържа ниско ниво на емисиите на отработените газове, от съществено значение е прецизното управление и измерване на масовия поток и рециркулацията на отработените газове. Поради тази причина двигателите с директно впръскване имат два сензора за пълнене на цилиндъра, които могат да определят масовия дебит на въздуха и отработените газове. Съществуват две възможности: термоанемометричен филмов разходомер за масов въздушен поток (HFM) със сензор за входно налягане или сензор за входно налягане със сензор за атмосферно налягане.

Термоанемометричен филмов масов разходомер за въздух (HFM) и сензор за входящо налягане. HFM (6, фиг. 6.2) определя масата на свежий въздух, постъпващ във всмукателната тръба. Тази информация може да се използва за определяне на парциалното налягане на въздуха във всмукателния тръбопровод. Разликата между налягането във входящата линия, измерено в сензора за налягане (8 на фиг. 6.2) и частичното налягане на въздуха може да се използва за определяне на масата на обратния поток на отработените газове (рециркулация на отработените газове). При условия на работа с бедни смеси рециркулираните отработени газове съдържат известно количество неизгорял кислород, което може да се определи чрез измерване на концентрацията на кислород в отработените газове (лямбда сонда).

Сензор за входящо налягане и сензор за атмосферно налягане. Като се използва съотношението между налягането над дроселовата клапа и температурата на входящия въздух, масовият дебит на пресния въздух, преминаващ през дроселовата клапа, може да се изчисли от ъгъла на дроселовата клапа. Използвайки същия алгоритъм за изчисление, масовият дебит на рециркулираните отработени газове през клапана за рециркулация на отработени газове се определя въз основа на налягането на обратния поток на отработените газове. За целта е необходима точна информация за положението на клапана за рециркулация на отработените газове. Сензорът за входно налягане и сензорът за атмосферно налягане могат да бъдат сензори с еталонен разряд от работната страна или сензори с еталонен разряд в отделна камера.

Елементи на горивната система. Горивната система MED-Motronic се състои от кръг с ниско налягане и кръг с високо налягане. Това отличава системата MED-Motronic от системата ME-Motronic, при която инжекторите са свързани към верига с ниско налягане. На фиг. 6.3 е показана стандартната система за директно впръскване с едноцилиндрова помпа за високо налягане. В зависимост от изискванията на производителя на превозното средство веригата за ниско налягане може да бъде проектирана по различен начин. Тук тя включва: резервоар за гориво; електрически задвижвана горивна помпа с вграден клапан за ограничаване на налягането; горивен филтър; сензор за ниско налягане на горивото.

Веригата за високо налягане включва: помпа за високо налягане, която



Фиг.6.3. – Схема на горивната система

създава налягане на впръскване на гориво до 12 МПа; регулатор на налягането; горивна рейка, която служи за съхранение на впръсканото гориво; сензор за налягане в горивната рейка; предпазен клапан за ограничаване на налягането в горивната рейка до допустимия максимум.

Дюзите за високо налягане са

свързани към горивната рейка. Към тези дюзи се прилагат по-строги изисквания, отколкото към дюзите, използвани в двигателите с впръскване на гориво. Решаващият фактор е, че количеството гориво трябва да бъде впръскано в рамките на много кратък период от време. За целта е необходим сложен управляващ сигнал, който се генерира от управляващо стъпало, интегрирано в блока за управление.

6.1.4. Елементи на системата за запалване

Високото напрежение, необходимо за създаване на искров разряд, се генерира в системата MED-Motronic от запалителна бобина, която е монтирана на всяка запалителна свещ (5, фиг.6.1) на всеки цилиндър. За да запали горивната смес, запалителната бобина трябва да генерира повече енергия, отколкото при системите с впръскване на гориво във всмукателната тръба. Затова са необходими специални запалителни бобини.

6.1.5. Елементи на системата за последваща обработка на отработените газове

Системата MED-Motronic пречиства отработените газове чрез: допълнителен трикомпонентен каталитичен конвертор (17, фиг.6.1), монтиран до двигателя; основен трикомпонентен каталитичен конвертор 29, съдържащ акумулатор на NOX, разположен зад спомагателния каталитичен конвертор в изпускателната тръба; ламбда-сонди преди допълнителния 12 и след основния 30 и от сензор за температурата на отработените газове 28.

В системата MED-Motronic може да се впръсква допълнителен въздух, тъй като специфичният режим на работа на двигателя води до бързо загряване на изпускателната система. За разлика от впръскването на гориво във всмукателния тръбопровод, системите за впръскване на гориво, които не са средни, изискват използването на каталитичен конвертор със запаметяване на NOX. В него се съхраняват азотните оксиди, които не се неутрализират от трикомпонентния каталитичен конвертор, когато двигателят работи със смес с излишък на въздух. С увеличаване на натоварването на каталитичния конвертор намалява способността му да свързва химически азотните оксиди.

Акумулаторът трябва да се регенерира. За тази цел системата MED-Motronic преминава към хомогенна смес с излишък на гориво, при което азотните оксиди се освобождават от резервоара и се неутрализират химически в трикомпонентния каталитичен конвертор.

Тъй като двигателят с директно впръскване и впръскване на горивото "слой по слой" работи с бедна смес, широколотовата ламбда-сонида преди каталитичния конвертор е необходима за измерване на състава на отработените газове.

6.1.6. Работни характеристики

В допълнение към доказаната производителност, предлагана от системите M и ME-Motronic, MED-Motronic включва детекция на налягането в рейката и запис на налягането в рейката със специален сензор.

Докато двигателят с впръскване във всмукателния колектор могат да работят само с хомогенна смес, при директното впръскване са възможни други видове разпределение на сместа. В системата MED-Motronic впръскването на гориво може да се извърши така, че при запалването зоната на запалителната свещ да се наплати с работна смес, докато останалата част от горивната камера е запълнена с въздух и инертни газове (смес по слоеве) или с бедна работна смес (смес с хомогенизирани слоеве). Освен това при определени условия на работа е възможно да се използват хомогенни смеси със защита от детонация и метод за нагриване на каталитичния конвертор за послойно разпределение на сместа. В условията на работа на двигателя с хомогенна работна смес въртящият момент се контролира от зададените параметри на пълненето на цилиндъра и съотношението на излишния въздух. Масата на впръскваното гориво се регулира в зависимост от наличното количество свеж въздух. При послойно разпределение на заряда при работа с хомогенно бедна смес въртящият момент се контролира въз основа на впръсканото тегло, т.е. времето за отваряне на дюзата. Зададена е масата на впръскваното гориво и двигателят работи с максимално възможно намаляване на впръсквания въздух. MED-Motronic разполага с координатор на режимите на работа, който позволява на двигателя да избере алтернативен режим на работа, който да отговаря на нуждите на текущия двигател. Основата за избор на режим е диаграмата на характеристиките. Съставен е списък с приоритетни функции, за да се оценят изискванията за определен режим на работа. Преди обаче запалването и впръскването да бъдат променени, за да съответстват на новия режим на работа, се активират функциите за управление на рециркулацията на отработените газове, вентилацията на горивния резервоар, клапата на пътя на зареждане и положението на дросела (ако е необходимо).

При послойно разпределение на заряда при $\lambda > 1$ дроселовата клапа е отворена под голям ъгъл и всмуканият въздух може да потече към двигателя без дроселиране. Въртящият момент е пропорционален на масата на впръсканото гориво. За да се адаптира към хомогенни смеси, масата на въздуха, на която се основава въртящият момент, трябва да спадне много бързо до приемлива стехиометрична смес ($\lambda=1$). Въртящият момент, произвеждан от двигателя, се променя в зависимост от положението на педала на газта и този процес на промяна остава незабелязан от водача.

6.2. Пример за използване на системата за управление MED-Motronic при двигатели TSI на Volkswagen и VAG.



Фиг.6.4. – Външен вид на двигател TSI 1.4.

се класира на второ място в същата категория. (разход на гориво: 6,0 – 6,7 л/100 км; CO₂ емисии: 138 – 159 г/км)*

Турбокомпресор. Турбокомпресорите повишават пропускателната способност на въздух през двигателя, чрез сгъстяване на необходимия за горив-



Фиг.6.5. Работа на турбокомпресора.

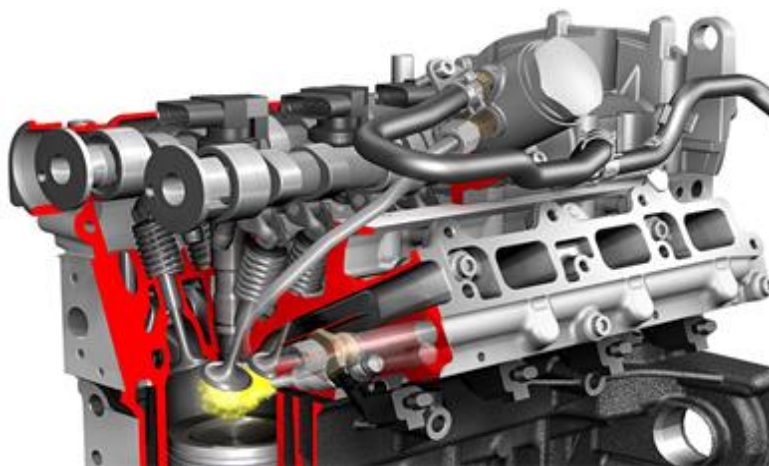
TSI-двигателите на Volkswagen с двойно свръхпълнене за четвърти път спечелиха отличието „Двигател на годината“ в категорията „работен обем от 1,0 до 1,4 литра.“ И това не е случайно, защото оборудваните с механичен и турбокомпресор TSI-двигатели (от 103 kW/140 к.с. до 125 kW/170 к.с.) са сред най-ефективните двигатели в света и се предлагат за множество модели на Volkswagen. Максималната динамика при минимален разход на гориво впечатли и журито, съставено от 65 журналисти от 32 държави. За втори път TSI с мощност 122 к.с.

процес въздух. Така се повишават, в сравнение със смукателните двигатели със същия обем, мощността, въртящият момент, но също и коефициентът на полезно действие. Турбокомпресорът на изгорелите газове използва съдържащата се в изгорелите газове енергия за задвижване. Турбинното колело лежи в потока на изгорелите газове и задвижва свързаното чрез вал колело за сгъстяване. Тук въздухът се сгъстява до надналягане от 1,5 бара. Нагрятият от сгъстяването въздух се охлажда често от охладител за хранявания въздух и след това се отвежда към горивната камера. Хладният въздух заема по-малък обем отколкото горещият. Така, в горивната камера попада повече кисло-

род за горенето. Преди, основният аргумент за използването на турбокомпресори беше повишаването на мощността, днес това са на първо място икономията на енергия и намаляване на емисиите, но и възможностите за бързо потегляне. При дизеловите двигатели днес се използват турбокомпресори, чиято геометрия на турбината се променя според натоварването на двигателя чрез промяна на настройката на водещите лопатки, това са т.н. турбокомпресори с променлива геометрия на турбината. При разработката на технологията TSI целта е създаването на двигатели, които предлагат сериозни преимущества благодарение на намалението на разхода на гориво и емисиите на CO₂, но в същото време впечатляват с увереното си разгръщане на мощността.

Предимства благодарение на „Downsizing“. Тайната на успеха на TSI-двигателите на Volkswagen се крие в концепцията „Downsizing“: извличане на максимална мощност от малък работен обем при минимален разход на гориво. Чрез намалението на работния обем се постига по-висок коефициент на полезно действие на двигателя, тъй като загубите от триене са по-малки. Освен това малките двигатели имат предимството на по-ниското си тегло – което води до намаляване на общото тегло на автомобила. TSI-двигателите на Volkswagen извличат максимума от тези ефекти.

Директно впръскване на бензина плюс турбо-нагнетяване. За да могат да се постигнат висока мощност и въртящ момент въпреки малкия работен обем и по този начин да се осигури удоволствието при шофиране за водача, при TSI-двигателите се използват напредничави технологии: директното впръскване на бензина е комбинирано с **турбокомпресор** или с нагнетяване чрез турбо и механичен компресор. Това позволява особено ефективно изгаряне на бензина, поради



Фиг.6.6. Директно впръскване в цилиндъра.

което литровата мощност на TSI-двигателите е значително по-висока от тази на конвенционалните атмосферни двигатели.

Въртящ момент при всякакви обороти. TSI-двигателите на Volkswagen са проектирани така, че да разгръщат максималния си **въртящ момент** при ниски обороти от 1500 об./мин респ. 1750 об./мин. Това допринася както за удоволствието при шофиране, така и за икономичността: водачът може да се възползва от увереното разгръщане на мощността в широк оборотен диапазон, а **TSI** двигателите могат да бъдат комбинирани великолепно с по-дълги и поради това по-икономични главни предавателни числа на трансмисията.

Концепцията на TSI-двигателите се е доказала в ежедневието с изключителната си икономичност: нисък разход на гориво и съответно намалени емисии на CO₂. Освен това специалистите също са впечатлени: от 2006 до 2009 г. TSI-Twincharger-двигателите получават реномираното отличие „Двигател на годината“. През 2009 г. TSI-Twincharger бе отличен и с приза „Зелен двигател на годината“ ("Green Engine of the Year Award").

Това, което дълго време се считаше за присъщо само на дизеловите двигатели, вече става характеристика и на бензиновите двигатели. Двигателят с директно бензиново впръскване осигурява по-висока мощност при намален разход на гориво. Системите за директно бензиново впръскване вече осигуряват до 280 нютон метра въртящ момент при 1800 оборота в минута. Турбо-чарджърът осигурява върхова мощност при високите обороти. Съвременните двигатели с директно впръскване на бензин комбинират двете технологии по интелигентен начин, с което се осигуряват едновременно висока мощност и нисък разход на гориво. Турбо-чарджърът осигурява повече въздух в цилиндъра от традиционните двигатели. Потокът на отработените газове на двигателя задвижва турбина, която от своя страна задвижва компресора. Той увеличава налягането в поглъщащата част на двигателя, осигурявайки повече кислород за процеса на изгаряне. Така в цилиндъра се генерира повече горивна смес - оттук и по-голямата мощност. Съвременните системи за директно бензиново впръскване осигуряват по-ефективно използване на горивото. При този процес горивната смес се формира директно в цилиндъра на двигателя, с което разходът се намалява с до 15%.

Характеристики на горивната система: Горивна помпа под високо налягане, със защита от корозия. Налягането на горивната помпа се изменя. На-

лягането се ограничава от клапан намиращ се на горивната рейка, като потока от гориво минава през помпа за ниско налягане и след това в помпа за високо налягане. Управлението на горивната система се дели на други две под системи: система под ниско налягане и система под високо налягане. Предимството се състои от това че се използва електрическа горивна помпа и горивна помпа за високо налягане подаваща много гориво за определено време. По такъв начин се премахват електрическите и механическите загуби на горивната помпа и се пести гориво.

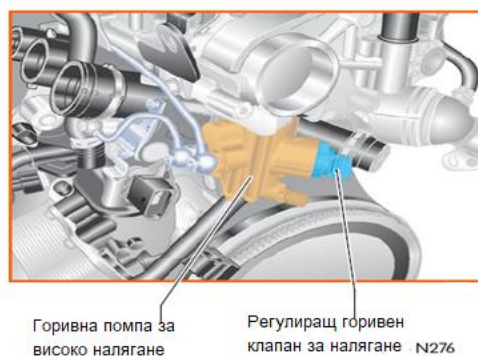
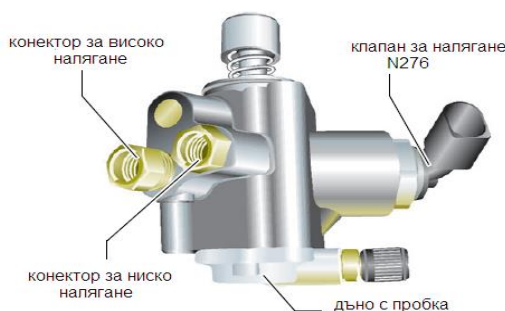
Горивна система под ниско налягане: При тази горивна система горивото се нагнетява в границите от 0.5 до 5 бара. Налягането при студен и горещ старт се увеличава до 6.5 бара. По този начин се увеличава и налягането за



Фиг.6.7. Горивна помпа за ниско налягане.

системата под високо налягане което подобрява студените стартове на двигателя. Постига се също така по добро смесо-образуване и бързо стартиране. Повишеното налягане предотвратява изпарения във системата под високо налягане, при горещи стартове. Системата под ниско налягане е съставена от: блок за управление на горивната помпа j538; резервоар; горивна помпа G6; горивен филтър с ограничаващ клапан (отварящ се над 6.8 бара); сензор за ниско налягане G410; Горивна система под високо налягане. Горивото в тази система е с налягане в границите от 30 до 110 бара. Това налягане варира в различни граници в зависимост от натоварването и кубатурата на двигателя.

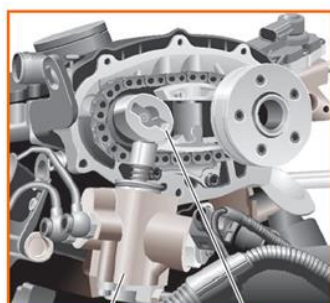
Системата под високо налягане е съставена от: горивна помпа под високо налягане; клапан за регулиране на налягането N276; горивна рейка; клапан за регулиране на налягането (отварящ се над 120 бара); сензор за високо налягане G247; дюзи под високо налягане



Фиг.6.8. Горивна помпа под високо налягане и ограничителен клапан N276.

Блок за управление на горивната помпа под ниско налягане j538. Този блок управлява помпата за ниско налягане посредством променливи импулси. Също така и регулира налягането да е в границите от 0.5 до 5 бара.

Горивна помпа под ниско налягане G6. Горивната помпа се намира в резервоара, като е потопяема. В нея се намира и еднокомпонентен сензор за налягане. Принципа на действие се основава на засмукването на гориво и подаването му към помпата



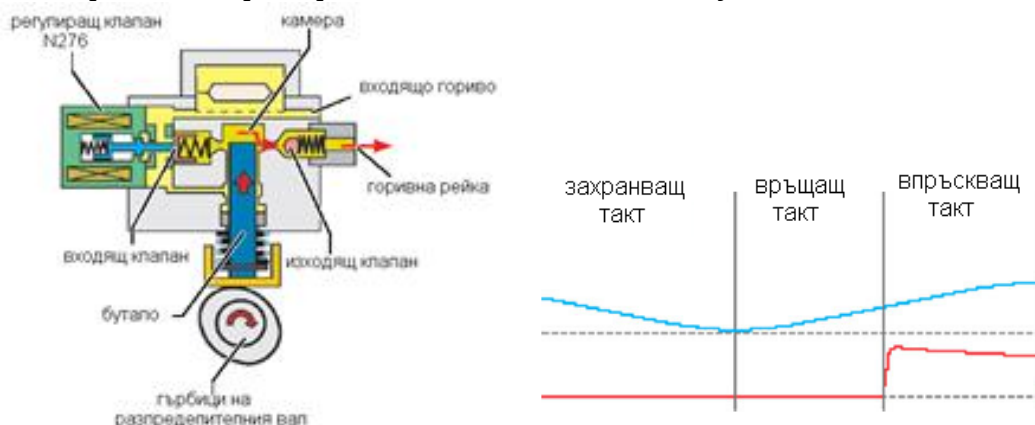
Фиг.6.9. Управление на помпата.

под високо налягане. G6 се управлява от блока за управление посредством импулсни сигнали. Тези импулси са с честота 20 kHz.

Горивна помпа под високо налягане и ограничителен клапан N276.

Тази помпа се намира на цилиндровата глава. Функцията ѝ е да нагнети горивото в границите от 30 до 110 бара. Подава се високо налягане на всеки цилиндър по-отделно. Помпата работи по карта зададена в блока за управление в зависимост от режима на работа на двигателя.

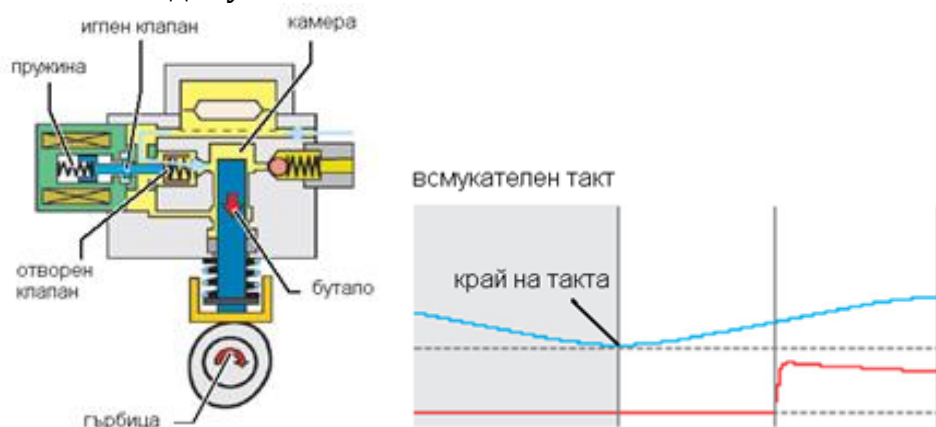
Управление на помпата за високо налягане. Тя се управлява посредством две гърбици на разпределителния вал на всмукателните клапани.



Фиг.6.10. Принцип на действие и диаграма на помпата за високо налягане.

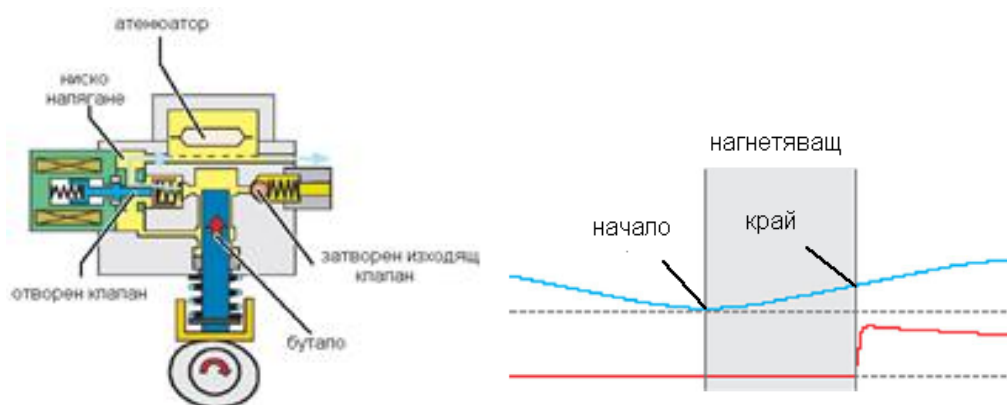
Принцип на действие: Компютърта пресмята необходимото количество гориво за впръскване в началото на такта. В определеното време входящият регулиращ клапан се затваря и захранващият такт започва. По надолу е показана диаграмата на тактовете на работа на помпата. Синята крива показва движението на гърбицата и съответстващото положение на буталото. Червената линия показва моментното налягане в камерата.

Захранващ такт (всмукващ). Входящият клапан е отворен под действието на пружината на игления клапан. Горивото влиза в камерата при движението на буталото на долу.



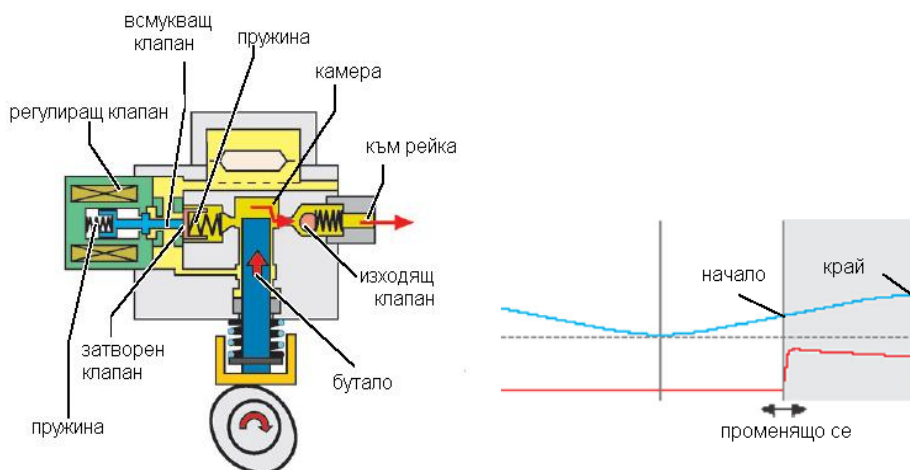
При този такт буталото се движи на долу и налягането в камерата съответства грубо на ниското налягане в системата.

Връщащ такт (нагнетяващ). Входящият клапан остава отворен, когато буталото започва своето движение нагоре, за да се подаде нужното количество гориво. Буталото връща излишното гориво обратно в системата на ниско налягане. Излишното гориво отива в камерата на атенюатора, с което предотвратява пулсации в системата на ниско налягане.

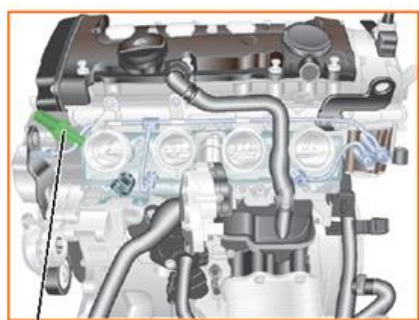


При този такт буталото се движи нагоре но налягането в камерата е приблизително равно на това в системата на ниско налягане, защото входящият клапан е все още отворен.

Впръскващ такт. В даден момент за определено време се задейства регулиращия клапан който затваря всмукателния клапан.



При движението на буталото нагоре, налягането в камерата се увеличава и преодолява силата на пружината на изходящия клапан (отваря). Горивото се подава към рейката. В този такт буталото продължава да се движи нагоре, налягането в камерата расте, докато буталото достигне крайната си точка. Началото на този такт е променящо се в зависимост от необходимото гориво.



сензор за ниско налягане G410

S334_012

Фиг.6.11. Сензор за ниско налягане.

Сензор за ниско налягане G410. Сензора се намира на горивната магистрала за ниско налягане, отиваща към помпата за високо налягане. Сензора измерва налягането на системата и го изпраща към компютъра, от където пък се регулира ниското налягане в системата. Когато сензора се повреди компютъра влиза в аварийен режим, и помпата увеличава ниското налягане.

Сензор за високо налягане G247. G247 се намира от долната страна на горивната рейка. Той измерва налягането на горивото в рейката и подава сигнал към компютъра.

Компютърът обработва сигнала и в зависимост от него променя налягането на рейката, чрез регулиращия клапан в границите от 30 до 110 бара. При повреда в сензора компютъра подава аварийен сигнал към регулиращия клапан за постоянно налягане.

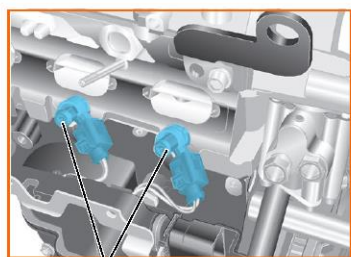
Дюзи за високо налягане N30-N33. Тези дюзи се намират на цилиндровата глава и впръскват горивото директно в цилиндрите. Дюзите трябва да атолизират горивото с голяма скорост. В режим на наслояване горивото се концентрира около електрода на запалителната свещ. В режим на еднородна смес горивото се разпределя равномерно из цялата горивна камера. През впръскаващия цикъл на дюзата соленоидът е активиран и създаденото магнитно поле придърпва котвата заедно с иглата и се впръсква горивото. Когато захранването на соленоидът прекъсне пружината връща иглата върху седлото на клапана и потока на горивото прекъсва. При откриване на дефектна дюза, тя престава да получава сигнали от компютъра.



сензор за високо налягане G247

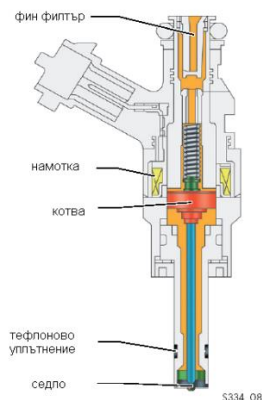
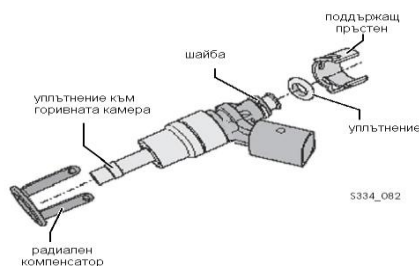
S334_014

Фиг.6.12. Сензор на високо налягане



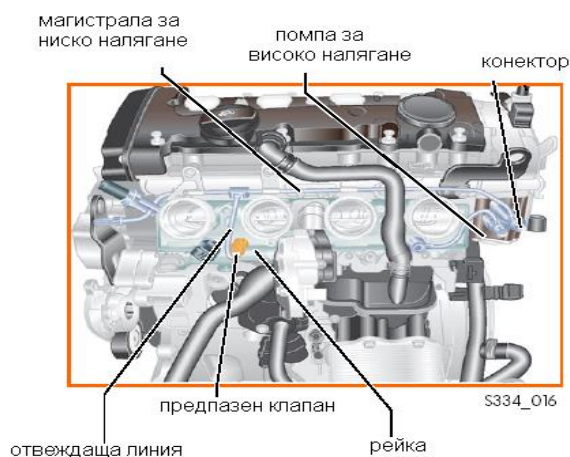
дюзи за високо налягане

S334_054



Фиг.6.13. Дюзи за високо налягане.

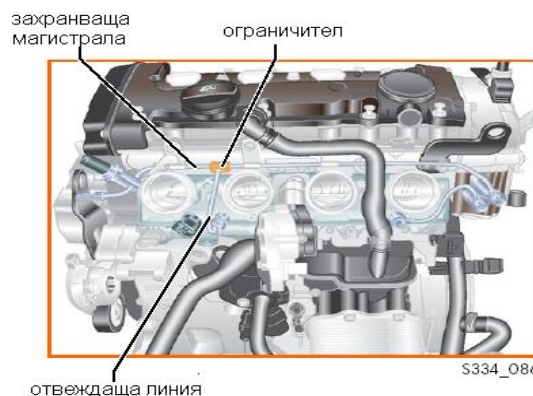
Предпазен клапан. Намира се на горивната рейка, и служи за предпазване на системата от високо налягане когато се получи повреда. Представлява механичен клапан задействащ се над 120 бара, връща горивото обратно в магистралата за ниско налягане.



отвеждаща линия

рейка

S334_016



отвеждаща линия

S334_086

Фиг.6.14. Предпазен клапан.

Отвеждащата линия от предпазния клапан завършва с ограничител който е предназначен да намали налягането за да може да се избегнат пулсациите в захранващата магистрала. Той представлява стеснителна тръбичка с диаметър 1.5 мм.

ГЛАВА II - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ

7. Система за управление „COMMON-RAIL”.

7.1. Общи сведения.

Изискванията към системите за впръскване на дизелово гориво се увеличават непрестанно. По-високите налягания, по-кратките времена на превключване и кривата с променлив темп на впръскване, модифицирана спрямо работното състояние на двигателя, направиха дизеловия двигател чист, икономичен и мощен. В резултат на това дизеловите двигатели навлязоха в полето на луксозните седани от висок клас. Една от модерните системи за впръскване на гориво е системата „Common rail” (CR). Главното предимство на тази система е способността ѝ да променя налягането и предварението на впръскването в широки граници. Това се постига посредством разделяне създаването на налягане (в помпата високо налягане) от системата за впръскване на гориво (дюзи). Тук рейката играе ролята на горивен акумулатор.

7.1.1. Сфери на приложение.

Системата за впръскване на гориво тип „Common rail” е предназначена за двигатели с директно впръскване (DI) и се използва при: леки автомобили с икономични 3-цилиндрови двигатели с обем 800 см³ и мощност от 30 kW (41 к. с.), въртящ момент от 100 Nm и разход на гориво 3,5 л./100 km до 8-цилиндрови двигатели за луксозни седани от висок клас с обем 4 l, мощност от 180 kW (245 к. с.) и въртящ момент от 560 Nm; лекотоварни камиони с двигатели с мощност до 30 kW на цилиндър; тежкотоварни камиони, жп локомотиви и кораби с двигатели с мощност приблизително до 200 kW на цилиндър.

Common rail е гъвкава система за адаптиране на впръскването на гориво към двигателя. Това се постига посредством: високо налягане на впръскване до приблизително 1600 bar, в бъдеще до 1800 bar; налягане на впръскване, адаптирано спрямо работното състояние на двигателя (200 ... 1800 bar); променливо начало на впръскване; възможност за няколко цикъла на предвпръскване и следвпръскване (дори силно забавени цикли на следвпръскване). По този начин системата „Common rail” спомага за повишаване на мощността, понижаване на разхода на гориво, редуциране на шума и намаляване на емисиите на замърсители при дизеловите двигатели. В наши дни системата „Common rail” е най-използваната система за впръскване на гориво при съвременните високооборотни двигатели с директно впръскване, предназначени за леки автомобили.

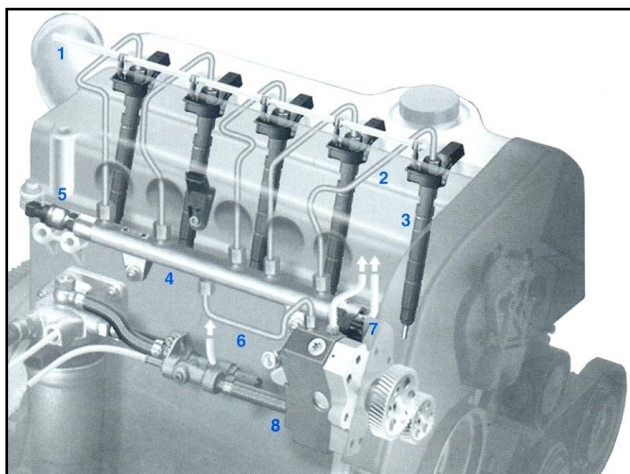
7.1.2. Устройство.

Системата „Common rail” се състои от следните основни групи компоненти: част под ниско налягане - обхваща компонентите на системата за подкачване на гориво; система с високо налягане - обхваща компонентите: помпа за високо налягане, горивна релса, дюзи и горивопроводи за високо налягане; система за електронно управление (EDC) - състои се от системни модули като датчици, изпълнителни устройства и електронен контролен модул.

На фиг. 7.1 е показана система за впръскване тип „Common rail”, а на фиг. 7.2 системни модули за управление на двигателя и „Common rail” системата.



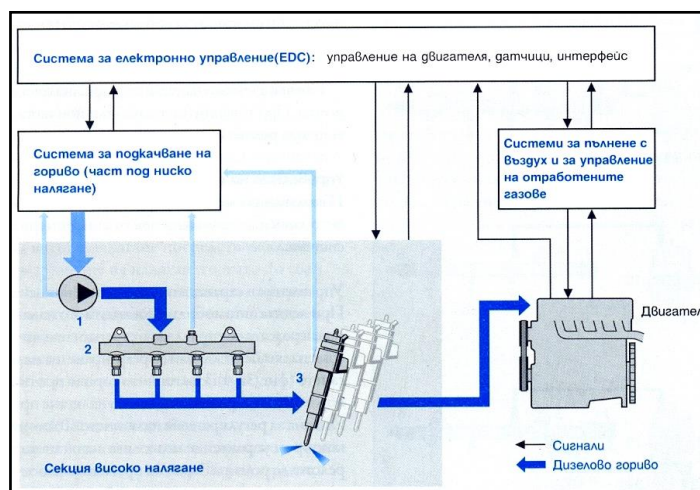
Компоненти на Common Rail система



Фиг. 7.1 Система за впръскване тип „Common rail”
Обратно гориво; 2- Горивопровод за високо налягане към дюзите; 3- Дюза; 4- Горивна релса; 5- Датчик за налягане в релсата; 6- Обратно гориво; 7- Помпа за високо налягане.

цирането ѝ към различни двигатели.

7.1.3. Принцип на действие.



Фиг. 7.2 Системните модули за управление на двигателя и „common rail” системата. 1-Помпа за високо налягане; 2-Горивна релса; 3- Дюза.

рация обем на общата релса се подава гориво под налягане, готово за впръскване. Желаното налягане на впръскване се създава от помпата за високо налягане, която е постоянно зацепена към двигателя. Налягането в горивната релса се поддържа независимо от оборотите на двигателя и от впръскваната

Ключовите компоненти на „Common rail” системата са дюзите. Те са оборудвани с бързодействащ клапан (електромагнитен клапан или пиезоеlement), който отваря и затваря разпръсквача. Това позволява индивидуално управление на процеса на впръскване за всеки отделен цилиндр.

Всички дюзи се захранват с гориво от обща горивна релса, откъдето произлиза и наименованието на системата „Common rail” - обща рейка.

Една от главните отличителни черти на „Common rail” системата е, че системното налягане се променя спрямо работното състояние на двигателя. Налягането се регулира с помощта на клапана за управление на налягането или дозиращия възел.

Модулното устройство на системата опростява модифи-

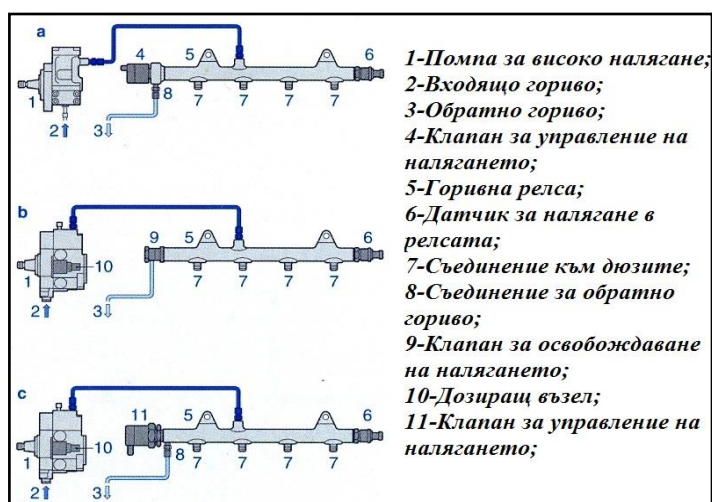
При системата за впръскване на гориво „Common rail” функциите по създаване на налягане и впръскване на гориво са разделени. Налягането на впръскване се създава независимо от оборотите на двигателя и впръскваната горивна порция. Дизеловата електронна система за управление (EDC) управлява всички компоненти.

Създаване на налягане.

Създаването на налягане и впръскването на гориво са разделени посредством акумулиращ обем. Към акумули-

горивна порция. Благодарение на почти еднородната структура на впръскването устройството на помпата за високо налягане може да бъде много по-компактно и задвижващият ѝ въртящ момент да бъде по-нисък от този при конвенционалните системи за впръскване на гориво. Резултатът от това е много по-ниско натоварване върху задвижващия механизъм на помпата. Помпата за високо налягане е най-често радиална бутална помпа, а при товарните автомобили понякога се монтира редова горивонагнетателна помпа.

Управление на налягането. Управлението на налягането зависи до голяма степен от конкретната система. Съществуват три метода за управление –



Фиг. 7.3. Управление на високото налягане при системи „Common rail”. а) Управление на налягането в страната под високо налягане; б) Управление на налягането в засмукващата страна, посредством дозиращ възел; в) Управление на налягането в засмукващата страна, посредством дозиращ възел и клапан за налягането.

управление в страната под високо налягане, управление на подаването на гориво в смукателната страна и система с две изпълнителни устройства.

При леките автомобили необходимото налягане в релсата се управлява в страната под високо налягане от клапан за регулиране на налягането (4) (фиг. 7.3, а). Излишното гориво протича обратно към страната под ниско налягане през клапана за регулиране на налягането. Този тип управление се използва при първите „Common rail” системи, като клапана за регулиране на налягането най-често се

монтира на горивната релса или директно на помпата за високо налягане.

Вторият метод за управление на налягането в релсата е, чрез управление на подаването на гориво в смукателната страна (фиг. 7.3, б). Дозиращият възел (10), монтиран на помпата за високо налягане, следи помпата да подава към релсата точното количество гориво, така че да се поддържа необходимото налягане на впръскване. В случай на повреда клапанът за изпускане на налягането (9) предотвратява повишаване на налягането над максималната стойност. Този метод на управление намалява количеството гориво под високо налягане, понижава консумацията на мощност от помпата и намалява разхода на гориво. Системата с две изпълнителни устройства (фиг. 7.3, в) комбинира управлението на налягането в смукателната страна, посредством дозиращия възел и управлението в страната под високо налягане и чрез клапана за регулиране на налягането. По този начин обединява предимствата на двата метода за управление на налягането.

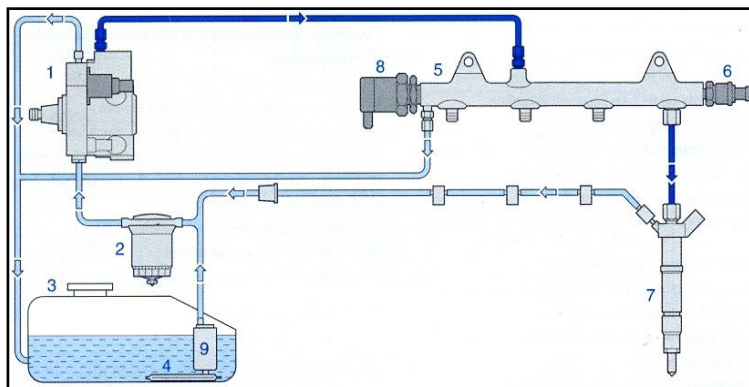
Впръскване на гориво. Дюзите впръскват горивото директно в горивните камери на двигателя. Те се захранват от къси горивопроводи за високо налягане, свързани с горивната релса. За да отваря и затваря разпръсквача, контролният модул на двигателя управлява превключващия клапан, който е вграден в дюзата. Продължителността на отваряне на дюзата и налягането в системата определят количеството впръскано гориво. При постоянно налягане горивната порция е пропорционална на времето на включено състояние на

електромагнитната или пиезо дюзата.

7.2. Системи „Common rail” за леки автомобили.

В системите „Common rail” за леки автомобили за подкачване на гориво към помпата за високо налягане се използват електрически или зъбни помпи.

Системи с електрическа горивна помпа - електрическата горивна помпа може да бъде потопяема (в резервоара) или да бъде монтирана на горивопровода (редова). Тя засмуква гориво през предфилтъра и го подкачва



Фиг.7.4. Система „Common rail” от трето поколение с електрическа помпа. 1. Помпа за високо налягане и измерителен уред; 2. Горивен филтър; 3. Резервоар; 4. Предварителен филтър; 5. Горивна шина; 6. Датчик за налягането в шината; 7. Дюзи с пиезоелемент; 8. Клапан за регулиране на налягането; 9. Електрическа горивна помпа.

към помпата за високо налягане под налягане от 6 bar (фиг. 7.4). Максималният дебит е 190 литра/час. Помпата се включва веднага щом шофьорът завърти ключа за запалване. Горивният филтър (финият филтър) се монтира на хранящия горивопровод към помпата за високо налягане.

Системи със зъбна помпа - зъбната помпа е монтирана към помпата за високо налягане и се

задвигва от входящия ѝ вал (фиг. 7.5). По този начин зъбната помпа започва да подкачва гориво едва след като двигателят е запалил. Дебитът зависи от оборотите на двигателя и достига до 400 литра/ час при налягане до 7 bar. В резервоара има предфилтър. Финият филтър се намира в хранящия горивопровод към зъбната помпа.

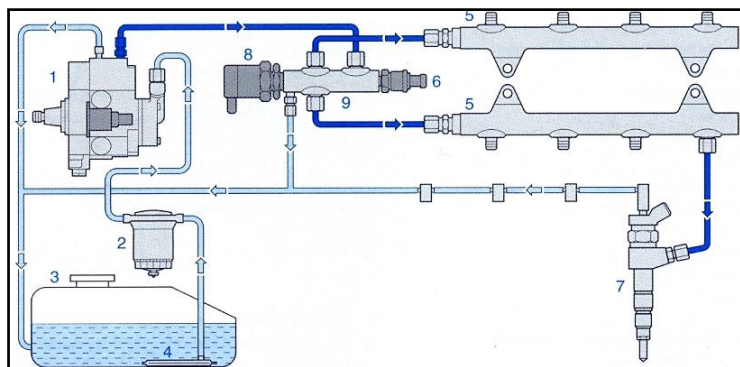
Комбинирани системи - има приложения, в които се използват едновременно и двата типа помпи. Електрическата горивна помпа подобрява реакцията при стартиране, особено при топъл старт, тъй като дебитът на зъбната помпа е по-нисък, когато горивото е горещо и следователно по-малко плътно, както и при ниски обороти на помпата.

7.2.1. Управление на високото налягане.

При първото поколение „Common rail” системи налягането в релсата се регулира от клапан за регулиране на налягането. Помпата за високо налягане подава максималната горивна порция независимо от необходимостта от гориво. Клапанът за регулиране на налягането връща излишното гориво обратно в резервоара.

„Common rail” системите от второ поколение управляват налягането в релсата от страната под ниско налягане посредством дозиращия възел (фиг. 7.5). Помпата за високо налягане трябва да подаде само количеството гориво, което е необходимо на двигателя. Това понижава разхода на енергия на помпата и намалява разхода на гориво.

„Common rail” системите от трето поколение разполагат с пиезоелектрични дюзи. Адаптирането на налягането към динамичните промени в натоварването е твърде бавно, ако се регулира само от страната под ниско налягане. Това важи в особена степен за пиезоелектричните дюзи поради изключително ниското им вътрешно пропускане. По тази причина някои „Common rail” системи са оборудвани с допълнителен клапан



Фиг. 7.5. Система „Common rail” от второ поколение за двигател с две горивни шини. 1. Помпа за високо налягане със зъбна подкачваща помпа и дозиращ възел; 2. Горивен филтър; 3. Резервоар; 4. Предварителен филтър; 5. Горивна шина; 6. Датчик за налягането в шината; 7. Дюза с електромагнитен клапан; 8. Клапан за регулиране на налягането; 9. Функционален модул (разпределител).

за контрол на налягането, освен помпата за високо налягане и дозиращия възел. Системата с две изпълнителни устройства съчетава предимствата на управлението в страната под ниско налягане с динамичната реакция на управлението в страната под високо налягане.

Друго предимство спрямо управлението само през страната под ниско налягане е, че

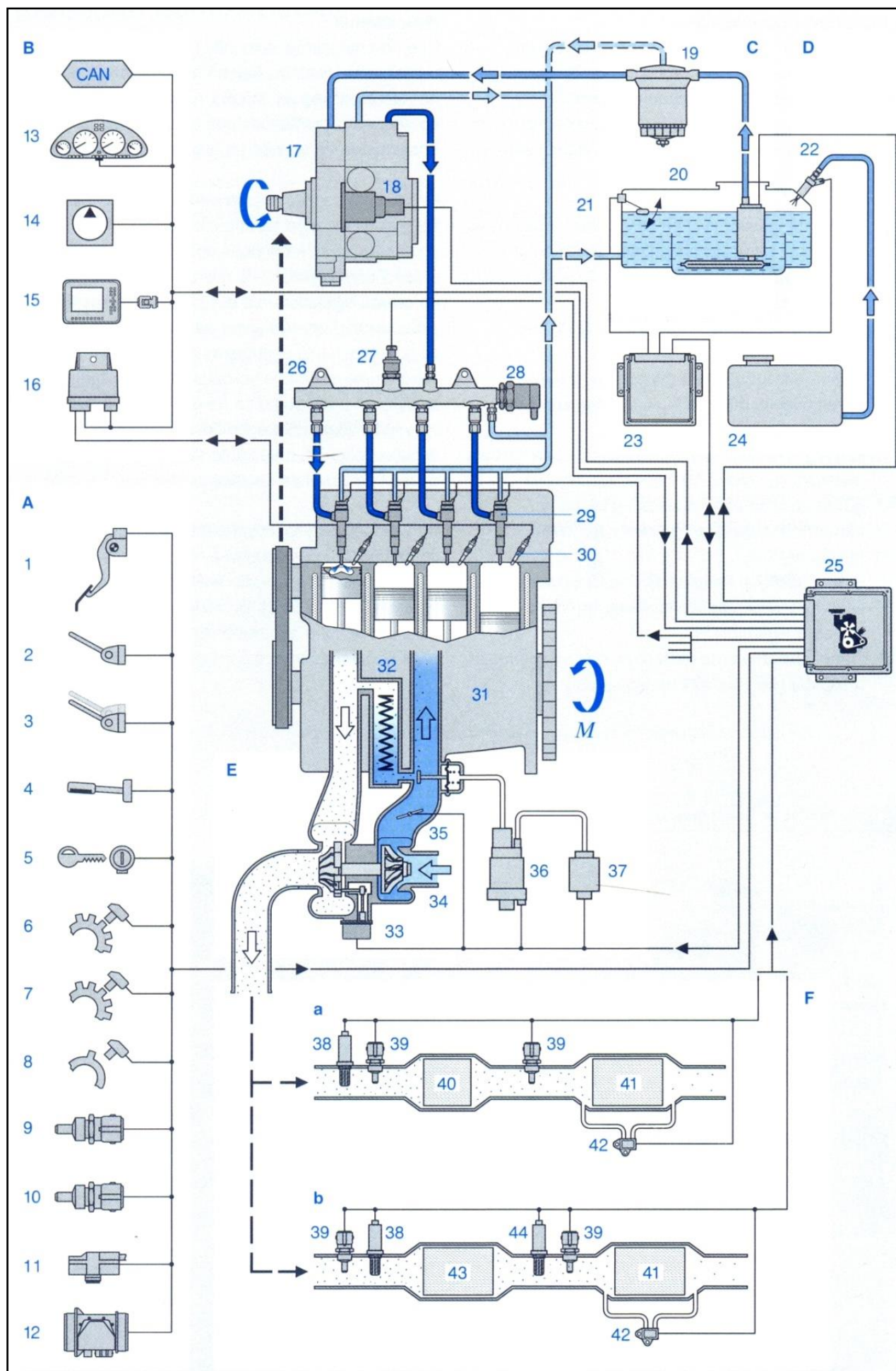
страната под високо налягане може да се управлява и при студен двигател. В този случай помпата за високо налягане подава повече гориво, отколкото се впръсква и налягането се регулира от клапана за регулиране на налягането. Компресирането затопля горивото, като по този начин се елиминира нуждата от допълнителен горивен нагревател.

7.2.2. Блокова схема на система „Common rail” при леки автомобили.

На фиг. 7.6 са показани всички компоненти в „Common rail” система за напълно оборудван четири цилиндров дизелов двигател за лек автомобил, а в таблицата са описани елементите. В зависимост от типа на автомобила и неговото предназначение някои компоненти могат и да липсват.

За да е по-ясна схемата, сензорите и генераторите на базови стойности (А) са показани схематично, а не в действителното си разположение в системата. Изключение правят сензорите на системата за управление на отработените газове (F) и сензорът за налягане в релсата, тъй като техните положения са необходими за разбиране функционирането на системата.

Обменът на данни между отделните системи се извършва по CAN шина (B). Таблото (13) и климатичната система (14) също могат да са свързани към CAN шината. Описани са две възможни комбинирани системи за управление на изгорелите газове (а или b).



Фиг.7.6. Дизелова система за впръскване на гориво тип „Common rail” за лек автомобил.

Системи	№	Елементи на системата
Двигател, управление на двигателя и компоненти на страната под високо налягане на системата за впръскване на гориво.	17	Помпа за високо налягане;
	18	Дозиращ възел;
	25	Компютър на двигателя;
	26	Горивна релса;
	27	Сензор за налягане в релсата;
	28	Клапан за регулиране на налягането;
	29	Дюза;
	30	Подгревна свещ;
	31	Дизелов двигател (DI);
	М	Въртящ момент;
А – Датчици и генератори на базови стойности.	1	Сензор за положение на педала на газта;
	2	Ключ на съединителя;
	3	Контакт на педала за спирачката;
	4	Модул за управление скоростта на автомобила от шофьора (система за поддържане на постоянна скорост);
	5	Ключ за стартиране и подгриване (запалване);
	6	Сензор за скоростта на автомобила;
	7	Сензор за положение на колянния вал (индуктивен);
	8	Сензор за положение на разпределителния вал (индуктивен или ефект на Хол);
	9	Сензор за температурата на двигателя (в охлаждащата течност);
	10	Сензор за температура на входящия въздух;
	11	Сензор за налягане на пълнене;
	12	Дебитомер тип нагорещен слой (маса на входящия въздух);
В – Управляващи модули и комуникация.	13	Арматурно табло с изходяща информация;
	14	Компресор и управление на климатичната система;
	15	Диагностичен интерфейс;
	16	Модул за управление на подгревните свещи;
	CAN	Серийна комуникационна шина (Controller Area Network);
С – Система за подкачване на горивото (част под ниско налягане).	19	Горивен филтър с преливен клапан;
	20	Горивен резервоар с предфилтър и електрическа горивна помпа;
	21	Сензор за нивото на горивото;
D – Система за впръскване на добавка за регенерация на филтъра за твърди частици.	22	Дозиращ възел;
	23	Управляващ модул;
	24	Резервоар;
Е – Система за захранване с въздух.	32	Охладител на отработените газове за рецикулация;
	33	Изпълнително устройство на управление на налягането на пълнене;
	34	Турбокомпресор;
	35	Управляващ клапан;
	36	Клапан за рецикулация на отработените газове;
	37	Вакуум помпа;
F – Управление на отработените газове.	38	Широколенов кислороден сензор;
	39	Сензор за температурата на отработените газове;
	40	Оксидационен катализатор;
	41	Филтър за твърди частици;
	42	Сензор за диференциално налягане;
	43	NO _x натрупващ катализатор;
	44	Широколенов кислороден сензор.

7.3. Компоненти за високо налягане в система „Common rail”.

Контурът под високо налягане в системата „Common rail” може да бъде разглеждан като съставен от три части - създаване на налягане, акумулиране на налягане и дозиране на гориво. Функцията създаване на налягане се изпълнява от помпата за високо налягане. Функцията акумулиране на налягане се изпълнява от горивната релса, на която са монтирани сензор за налягане на горивото, клапан за регулиране на налягането и клапан за изпускане на налягането. Функцията на дюзите е впръскване на правилно дозираната горивна порция в точния момент. Горивопроводите за високо налягане свързват трите части. Основната разлика между различните поколения „Common rail” системи са устройството на помпата за високо налягане и дюзите.

7.3.1. Дюзи.

При дизеловата система за впръскване на гориво тип „Common rail”, дюзите са свързани към горивната релса чрез къси горивопроводи за високо налягане. Дюзите са прихванати плътно към горивната камера посредством медна гарнитура. Те са монтирани към главата на двигателя с конусни захвати. В зависимост от устройството на разпръсквача дюзите са предназначени за вертикален или наклонен монтаж в дизелови двигатели с директно впръскване. Една от отличителните характеристики на системата е, че тя създава налягане на впръскване независимо от оборотите на двигателя или горивната порция. Началото на впръскване и впръскваната горивна порция се управляват от електрическата дюза. Продължителността на впръскване се управлява от системата ъгъл / време на дизеловата електронна система за управление (EDC). Това прави необходимо използването на датчици за отчитане на положението на колянвия и разпределителния вал.

Произвеждат се три типа дюзи: дюзи с електромагнитен клапан с еднокомпонентна котва; дюзи с електромагнитен клапан с двукомпонентна котва; дюзи с пиезоеlement.

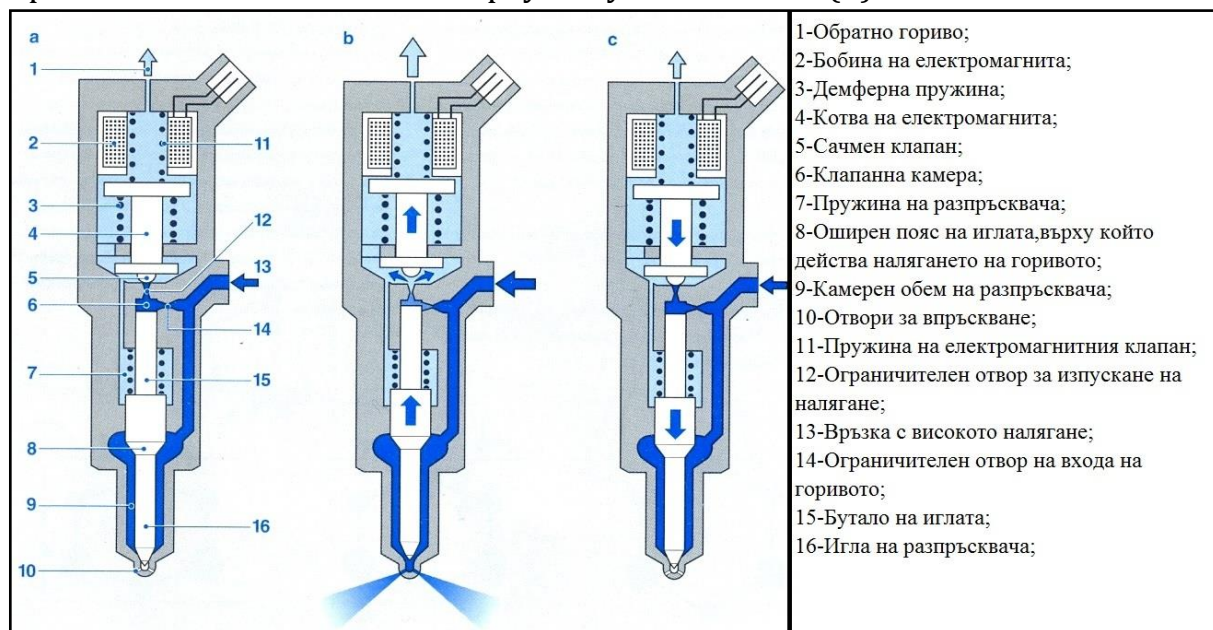
7.3.2. Дюза с електромагнитен клапан.

Дюзата може да бъде условно разделена на няколко функционални модула: безщифтов разпръсквач; хидравлична усилваща система; електромагнитен клапан. Горивото се подава от горивопровода за високо налягане (13) (фиг.7.6), през хранващ канал към разпръсквача и през смукателен ограничителен отвор (14) към клапанната камера (6). Клапанната камера е свързана с обратното гориво (1) през изпускателния ограничителен отвор (12), който може да се отвори посредством електромагнитен клапан.

Принцип на действие. Работата на дюзата може да бъде подразделена на четири работни състояния, когато двигателят и помпата за високо налягане работят: дюзата е затворена (при наличие на високо налягане); дюзата се отваря (начало на впръскването); дюзата е напълно отворена; дюзата се затваря (край на впръскването). Работните състояния се определят в резултат на всички сили, които действат върху отделните компоненти на дюзата. Когато двигателят не работи и горивната релса не е под налягане, пружината на разпръсквача държи затворена дюзата.

Дюзата е затворена (положение на покой). При това положение, дюзата не е активирана (фиг.7.7, а). Пружината на електромагнитния клапан (11) притиска сачмата (5) върху основата на изпускателния ограничителен отвор (12). В клапанната камера налягането се повишава до налягането в релсата. Същото налягане действа и върху камерния обем (9) на разпръсквача.

Силата, която упражнява налягането в релсата върху външните повърхности на контролното буталце (15) и силата на пружината на разпръсквача (7) държат иглата на разпръсквача затворена в противовес на силата на отваряне, упражнявана от налягането върху конуса на иглата (8).



Фиг.7.7 Дюза с електромагнитен клапан.

а)- Положение на покой; б)- Дюзата се отваря; в)- Дюзата се затваря.

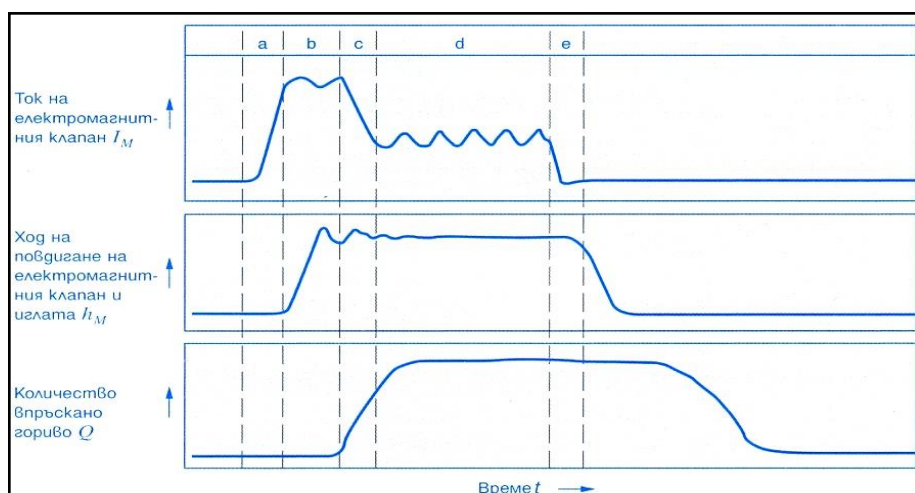
Дюзата се отваря (начало на впръскването). Дюзата е в покой. Електромагнитният клапан се активира от тока на сработване. Той кара електромагнитния клапан да се отвори много бързо (фиг.7.8, б). Необходимите бързи превключвания се постигат, като активирането на електромагнитния клапан от компютъра се управлява с високи напрежения и големи токове.

Магнитната сила на вече възбудения магнит превишава силата на клапанната пружина. Котвата повдига сачмата от основата на клапана и отваря изпускателния ограничителен отвор. След кратко време силният ток на сработване се намалява до по-нисък задържащ ток в електромагнита. Когато изпускателният ограничителен отвор бъде отворен, горивото протича от клапанната камера към кухината отгоре и след това през горивопровода за обратно гориво към резервоара. Смукателният ограничителен отвор (14) предотвратява пълното компенсиране на налягането. В резултат на това налягането в клапанната камера се понижава. Налягането в клапанната камера спада под налягането в камерата на разпръсквача, което все още е равно на налягането в горивната релса. Спадът на налягането в клапанната камера намалява силата, която действа върху контролното буталце, и отваря иглата на разпръсквача. Впръскването на гориво започва.

Дюзата е напълно отворена. Темпът на движение на иглата на разпръсквача се определя от разликата в дебита през смукателния и изпускателния ограничителен отвор. Управляващото буталце достига горното си стоп положение и се задържа там върху горивната възглавница. Дюзата вече е напълно отворена. В горивната камера се впръсква гориво под налягане, доближаващо налягането в горивната релса.

Дюзата се затваря (край на впръскването). Когато токът през електромагнитния клапан се прекъсва, клапанната пружина притиска котвата надолу и сачмата затваря изпускателния ограничителен отвор

(фиг.7.8,с). Когато изпускателният ограничителен отвор бъде затворен, налягането в контролната камера се повишава отново до налягането в



Фиг.7.8 Активиране на дюзата с електромагнитен клапан за един цикъл на впръскване. а)- фаза на отваряне; б)- ток на сработване; с)- преход към ток на задържане; д)- фаза ток на задържане; е)- изключване.

горивната релса през смукателния ограничителен отвор. По-високото налягане упражнява по-голяма сила върху управляващото буталце. Силата върху клапанната камера и силата на пружината на разпръск-

вача вече превишават силата, която действа върху иглата на разпръсквача, и тя се затваря. Целият цикъл на впръскване приключва, когато иглата на разпръсквача се намира в покой върху основата си, като по този начин затваря впръскващите отвори.

Активиране на дюзата с електромагнитен клапан. В положение покой на електромагнитният клапан за високо налягане на дюзата не е активиран, следователно той е затворен. Дюзата впръсква, когато електромагнитният клапан се отваря. Активирането на електромагнитния клапан е разделено на пет фази (фиг.7.8 и фиг.7.9).

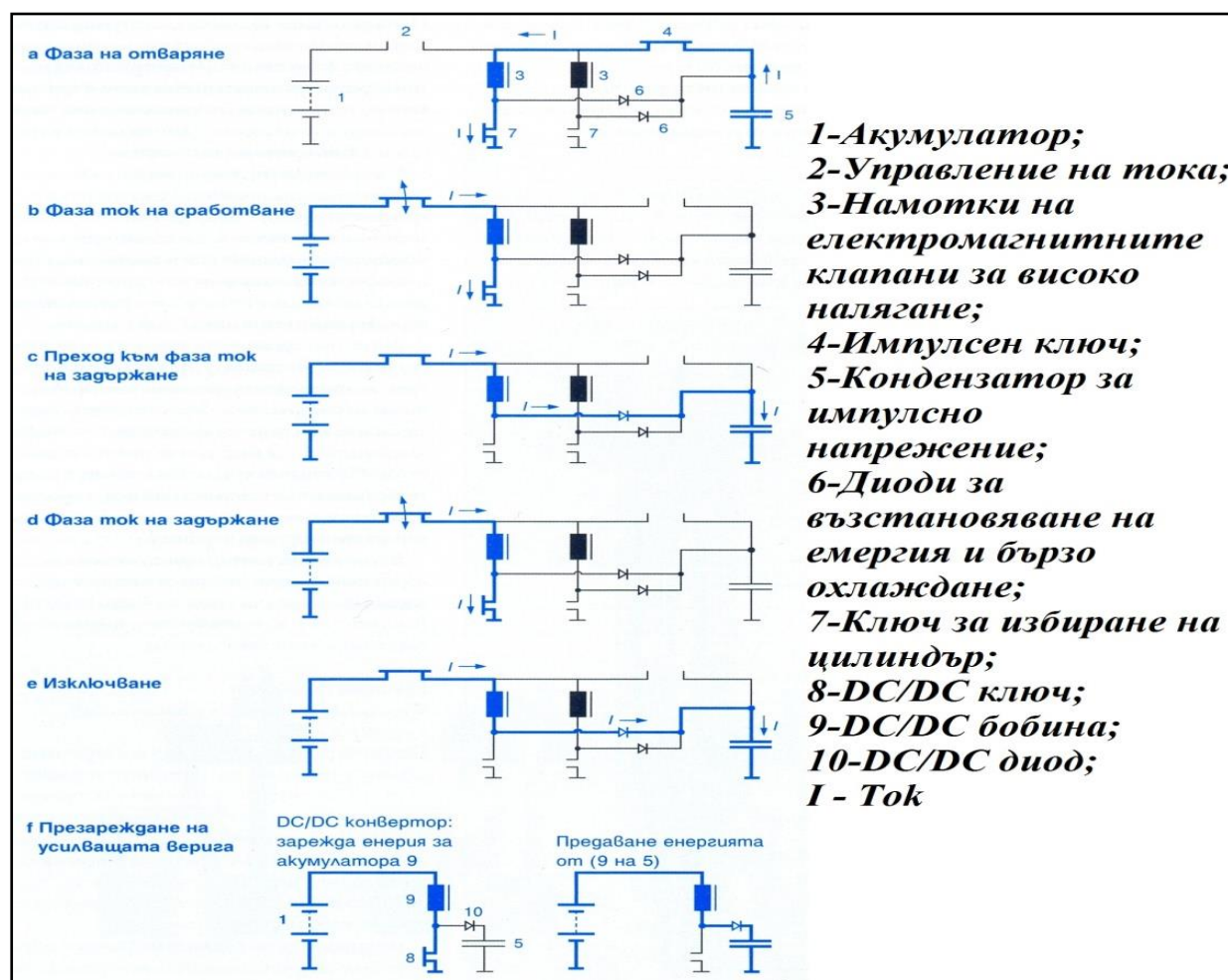
Първа фаза – отваряне. Първоначално, за да се гарантират минимални разлики и високи нива на възпроизводимост на впръскваната горивна порция, токът за отваряне на електромагнитния клапан следва стръмен, точно определен наклон и нараства бързо до приблизително 20 А. Това се постига посредством подаване на пиково напрежение до 50 V. То се генерира в контролния модул и се съхранява в кондензатор. Когато това напрежение бъде приложено към електромагнитния клапан, токът се увеличава многократно по-бързо, отколкото при използване само на акумулаторното напрежение.

Втора фаза – ток на сработване. По време на тази фаза към електромагнитния клапан се прилага акумулаторно напрежение, което подпомага бързото му отваряне. Токовото управление ограничава тока на сработване до приблизително 20 А.

Трета фаза – ток на задържане. За да се намалят загубите на мощност в компютъра и дюзата, токът се понижава до приблизително 13 А в тази фаза. Енергията, която е налична, когато токът на сработване и токът на задържане бъдат редуцирани, се насочва към кондензатора за пиково напрежение.

Четвърта фаза – изключване. Когато токът бъде прекъснат, за да се затвори електромагнитният клапан, излишната енергия също се насочва към кондензатора за пиково напрежение.

горивната релса през смукателния ограничителен отвор. По-високото налягане упражнява по-голяма сила върху управляващото буталце. Силата върху клапанната камера и силата на пружината на разпръск-



Фиг.7.9 Блокова диаграма на фазите на активиране за цилиндрова група.

Пета фаза – презареждане на усилващата верига. Презареждането се извършва посредством усилваща верига, интегрирана в компютъра на двигателя. Енергията, която се изразходва по време на фазата на отваряне, се презарежда в началото на фазата ток на сработване, докато бъде достигнато първоначалното напрежение, необходимо за отваряне на електромагнитния клапан.

7.3.3. Пиезоелектрични дюзи.

Устройството на пиезоелектричната дюза е показано схематично на фиг.7.10. Основните модули на пиезоелектричната дюза са: модул на пиезоактиватора (3); хидравличен съединител или предавател (4); управляващ или усилващ клапан (5); разпръсквач (6).

Особеност в устройството на дюзата е голямото общо бързодействие, което е необходимо в рамките на изпълнителната верига, състояща се от изпълнително устройство, хидравличен съединител и контролен клапан. Друга характерна черта на устройството е отсъствието на механични сили, които да действат върху иглата на разпръсквача. При предишния тип дюзи с електромагнитен клапан, такива сили се генерират от използвания повдигач. Като цяло, тази конструкция ефективно редуцира движещите се части и триенето, като по този начин подобрява стабилността и отклонението на параметрите на дюзата в сравнение с конвенционалните системи.

В допълнение, системата за впръскване на гориво позволява постигането на много къси времеви интервали между фазите на впръскване. За да се адаптират към изискванията и работния статус на двигателя, броят и конфигура-

цията на фазите по дозиране на горивото може да достигнат до пет фази на отделни впръсквания на един цикъл на впръскване.

Директната реакция на иглата към действието на изпълнителното устройство се постига чрез съединяване на усилващия клапан (5) с иглата на разпръсквача. Дюзата е изработена с малки отвори от секцията под високо налягане към веригата ниско налягане. Резултатът от това е подобрената хидравлична ефективност на цялата система.

Принцип на действие. Функция на 3/2- пътния усилващ клапан в common rail дюзата. Иглата на разпръсквача в пиезоелектричната дюзата се управлява индиректно от усилващ клапан. Следователно необходимата горивна порция се управлява

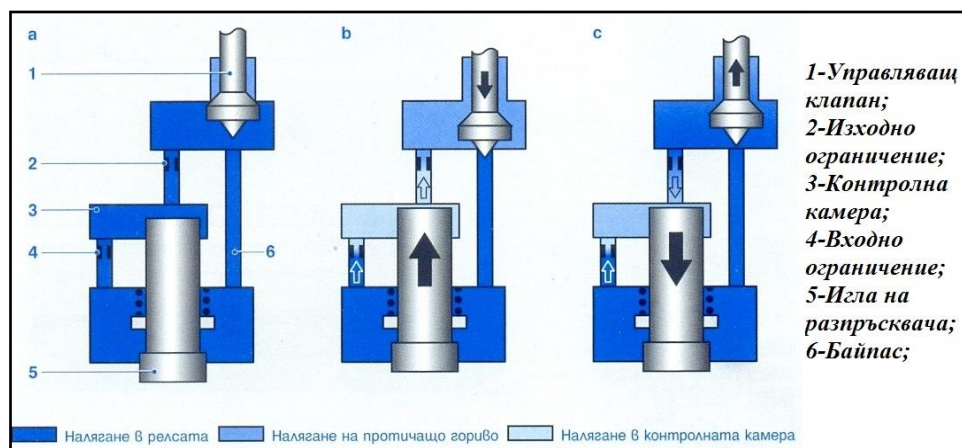


Фиг.7.10 Устройството на пиезоелектрична дюза.

от периода на активиране на клапана. В неактивирано състояние изпълнителното устройство е в стартово положение и усилващият клапан е затворен (фиг.7.12а), т.е. секцията под високо налягане е разделена от секцията под ниско налягане.

Разпръсквачът се държи затворен от налягането в релсата, упражнявано в контролната камера (3). Когато пиезо - изпълнителното устройство бъде активирано, усилващият клапан се отваря и се затваря байпасният канал (фиг.7.11 b). Съотношението на дебитите на изпус-

кателния ограничителен отвор (2) и смукателния ограничителен отвор (4) понижава налягането в контролната камера и разпръсквачът (5) се отваря. Управляващият обем протича през усилващия клапан и към веригата под ниско налягане на цялостната система. За да започне процесът на затваряне, изпълнителното пиезоустройство се деактивира и усилващият клапан отваря байпасния канал. След това контролната камера се пълни отново, чрез обръщане на смукателния и изпускателния ограничителен отвор и налягането в контролната камера се повишава. Веднага щом бъде достигнато необходимото налягане, иглата на разпръсквача започва да се движи надолу и процесът на впръскване завършва. Описаното устройство на клапана, както и по- динамичното действие на изпълнителната система, водят до много по- къси периоди на впръскване в сравнение с дюзите с конвенционално задействане. В крайна сметка това влияе положително върху вредните емисии и работата на двигателя.



Фиг.7.11 Усилващ клапан в пиезо-дюзите.

Функция на хидравличния съединител. Друг ключов компонент в пиезоелектричната дюза е хидравличният съединител, който изпълнява следните функции: предава и усилва хода на пиезоактиватора; компенсира хлабината/луфта между изпълнителното устройство и усилващия клапан; изпълнява аварийна функция.

Модулът пиезоактиватор и хидравличният съединител са потопени в дизеловото гориво при налягане от около 10 bar. Когато пиезоактиваторът не е активиран, налягането в хидравличния съединител е в равновесие с околната среда. Промените в дължината, причинени от температурни изменения, се компенсират с малки количества утечки на гориво през направляващите хлабини на двете буталца. По този начин силите на изпълнителното устройство и превключващия клапан се поддържат винаги свързани.

За да се започне впръскване, към пиезоактиватора се подава напрежение (110...150V), докато равновесието на силите между превключващия клапан и изпълнителното устройство бъде преодоляно. Това повишава налягането в съединителя и малък обем утечка изтича от него през направляващите хлабини на буталцето към веригата под ниско налягане на дюзата. Спадът в налягането в съединителя, причинен по този начин, не влияе върху работата на дюзата за периода на активиране, който продължава няколко милисекунди.

В края на процеса на впръскване изпуснатото от хидравличния съединител количество гориво трябва да бъде възстановено. Това се осъществява в обратната посока през направляващите хлабини на буталцата, в резултат на разликата в наляганията в хидравличния съединител и веригата под ниско налягане на дюзата. Направляващите хлабини и стойността на ниското налягане са така направени, че да напълнят хидравличния съединител изцяло, преди започване на следващия цикъл на впръскване.

Активиране на пиезоелектричната дюза. Дюзата се активира от контролния модул на двигателя, чието изходящо стъпало е разработено специално за управление на този вид дюзи. Като функция на налягането в релсата в установената работна точка предварително се изчислява опорното активиращо напрежение. Напреженовият сигнал е импулсен, докато между опорното и управляващото напрежение се установи минимално отклонение. Пропорционално увеличение на напрежението се превръща в ход на пиезоелектричното изпълнително устройство. Ходът на устройството предизвиква повишаване на налягането в съединителя по хидравличен път, докато равновесието на силите бъде преодоляно при превключващия клапан и той се отвори. Веднага щом превключващият клапан достигне крайното си положение, наляга-

нето в контролната камера започва да се понижава през иглата и впръскването приключва.

Предимства на пиезоелектричните дюзи. Многократни впръсквания с гъвкаво начало на впръскване и интервали между отделните фази на впръскване; Създаване на много малки горивни порции за предвпръскване; Компактен размер и ниско тегло на дюзата (270 g); Нисък шум; Ниска консумация на гориво; Ниски вредни емисии; Подобрена мощност на двигателя.

7.3.4. Помпи за високо налягане.

Помпата за високо налягане е свързващото звено между частите под ниско и високо налягане на системата. Функцията ѝ е през цялото време и при всякакви възможни експлоатационни условия на двигателя, да осигурява достатъчно гориво под налягане. Същевременно помпата трябва да функционира през целия експлоатационен живот на автомобила.

Помпата за високо налягане създава постоянно системно налягане в акумулатора на високо налягане (горивната релса), независимо от впръскването на гориво. По тази причина горивото не се компресира по време на процеса на впръскване. Като помпа за високо налягане при леките автомобили се използва три-бутална радиална помпа. При товарните автомобили се използват още и дву-бутални редови горивонагнетателни помпи. Помпата се задвижва от двигателя посредством съединител (зъбни колела, верига или ангренажен ремък). Следователно оборотите на помпата са равни на оборотите на двигателя, умножени по фиксиран коефициент. При леките автомобили, въртящият момент достига до 16 Nm, т.е. само 1/9 от задвижващия момент, който е необходим за сравнима разпределителна горивонагнетателна помпа. В резултат на това „Common rail” системата поставя по-малки изисквания пред задвижващата система на помпата, отколкото конвенционалните системи за впръскване на гориво. Мощността, която е необходима за задвижване на помпата, се увеличава пропорционално на налягането в горивната релса и оборотите на помпата (количество нагнетено гориво). При двулитров двигател помпата за високо налягане изразходва 3,8 kW мощност при номинални обороти и налягане от 1350 bar в горивната релса.

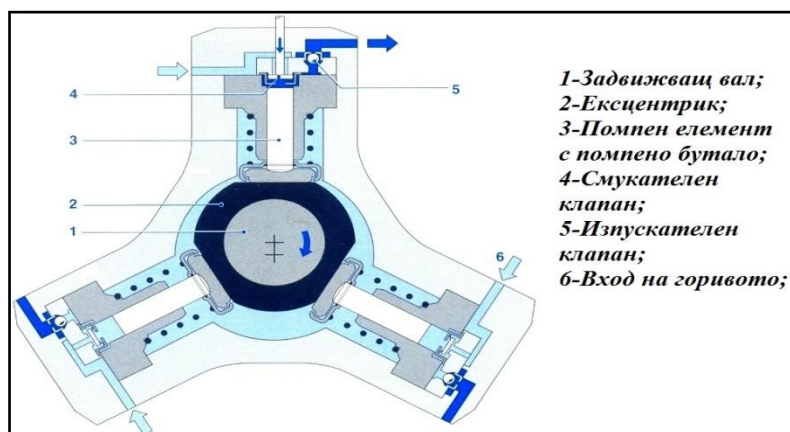
Радиалните помпи за високо налягане, които се използват при леките автомобили, се смазват от горивото. Системите за товарни автомобили могат да разполагат с радиални помпи, които се смазват с гориво или масло, както и с двубутални редови горивонагнетателни помпи, които се смазват с масло. Помпите, които се смазват с масло, са по-устойчиви на нискокачествени горива.

7.3.5. Радиална помпа тип CP1.

Задвижващият вал (1) в корпуса на CP1 е монтиран в централен лагер. Помпените елементи (3) са подредени радиално спрямо централния лагер и са на 120° един спрямо друг. Ексцентрикът (2), хванат към задвижващия вал, движи буталото нагоре и надолу. От ексцентричния вал силата се предава към нагнетателното буталце посредством задвижваща ролка, плъзгащ пръстен, монтиран на вала на ексцентрика и базова плочка, прикрепена към буталцето.

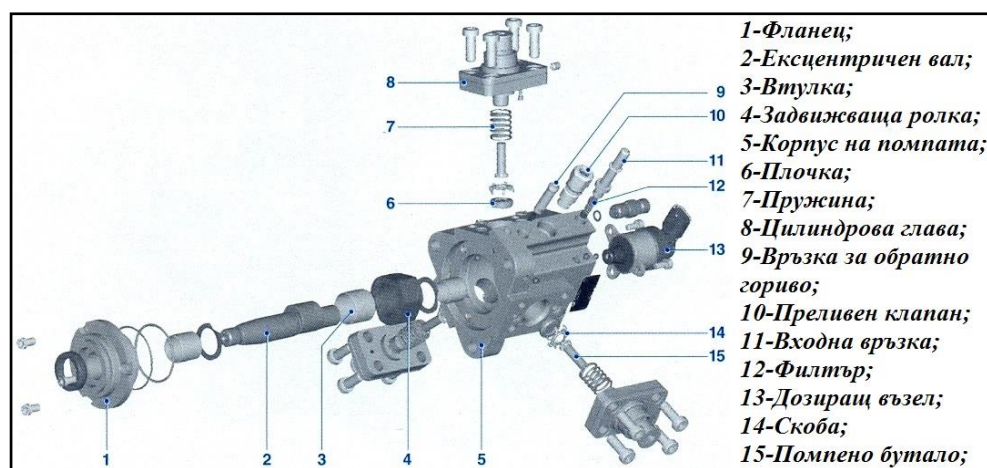
Принцип на действие. Нагнетяване и компресиране на гориво.

Първичната подкачваща помпа подава гориво през филтъра и водоуловител към смукателната част на помпата за високо налягане (6).



Фиг.7.12 Помпа за високо налягане CR1.

на първичната подкачваща помпа превиши налягането на отваряне (0,5 до 1,5 bar) на предпазния клапан, горивото се изтласква през дроселиращия отвор на предпазния клапан към мазителната и охладителната верига на помпата за високо налягане. Задвижващият вал посредством ексцентрика си, движи помпеното буталце нагоре- надолу, като повтаря хода на ексцентрика. Горивото преминава през смукателния клапан (4) на помпата в камерата над буталцето и помпеното буталце се придвижва надолу (смукателен такт). Когато долна мъртва точка на буталцето бъде премината, смукателният клапан се затваря и горивото в камерата вече не може да се върне. От този момент горивото започва да се компресира до налягане, по- високо от налягането на първичната подкачваща помпа. Повишаващото се налягане отваря изпускателния клапан (5) веднага щом налягането достигне налягането в горивната релса. След това нагнетеното гориво преминава към веригата под високо налягане. Помпеното буталце продължава да нагнетява гориво, докато достигне горна мъртва точка



Фиг.7.13 Помпа за високо налягане тип CR1H с дозиращ възел.

буталце се придвижва надолу. Когато налягането в камерата над буталцето превиши налягането на подкачване, смукателният клапан се отваря и процесът започва отново.

7.3.6. Радиална помпа тип CR1H.

Енергийната ефективност може да бъде подобрена, като нагнетеното гориво от помпата за високо налягане се управлява от страната ѝ под

ка (такт на нагнетяване). След това налягането се понижава и изпускателният клапан се затваря. Налягането на останалото гориво спада и помпеното

ниско налягане. Горивото, което протича в помпения елемент, се дозира от електромагнитен клапан с променлив дебит (дозиращ възел ZME). Този клапан регулира количеството подавано гориво към релсата според изискванията на системата. Това управление на количеството подавано гориво като не само понижава изискванията към помпата за високо налягане, а също така редуцира максималната температура на горивото. Помпата тип CP1H е разработена за по- високи налягания до 1600 bar. Това е постигнато посредством подсилване на задвижващия механизъм, модифициране на клапаните и вземане на мерки за усилване на здравината на корпуса. Дозиращият възел (13) е монтиран на помпата за високо налягане (фиг.7.13).

7.3.7. Радиална помпа тип CP3.

CP3 е помпа за високо налягане с управление на подаваното гориво от страната под ниско налягане посредством дозиращ възел (ZME).

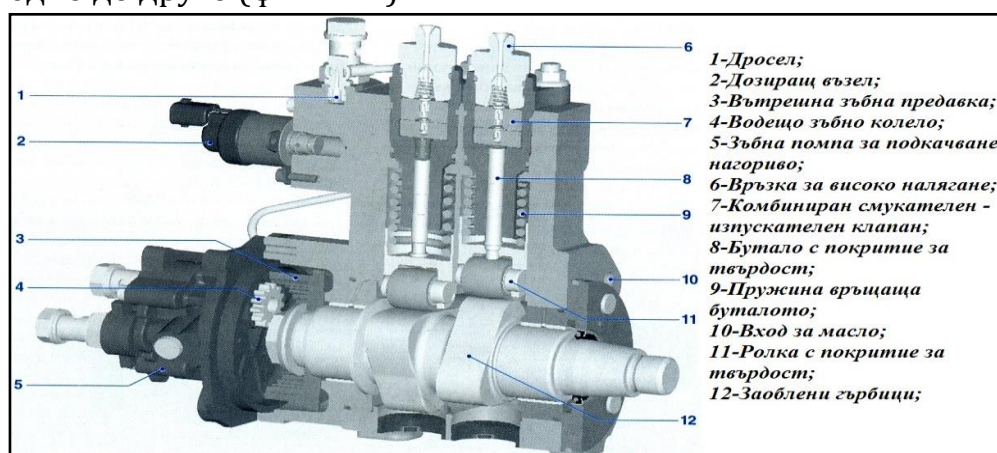
Принципното устройство на CP3 е подобно на CP1 и CP1H. Главните отличителни характеристики са:

- моноблоков корпус- тази конструкция намалява броя на точките на възможна утечка в секцията под високо налягане и позволява по- голям дебит.
- повдигачи- напречните сили, които възникват от напречното движение на задвижващата ексцентрична ролка, не се посрещат директно от помпените буталца, а от повдигачи в стената на корпуса.

По този начин помпата има по- голяма стабилност при натоварване и може да издържи на по- високи налягания. Този тип помпа може да издържи на налягания до 1800 bar.

7.3.8. Редова помпа тип CP2.

Помпата за високо налягане с маслено мазане и управление на количеството подавано гориво (CP2) се използва само при товарни автомобили. Тя е двубутална помпа с редово устройство, т.е. двете помпени буталца са разположени едно до друго (фиг.7.14).



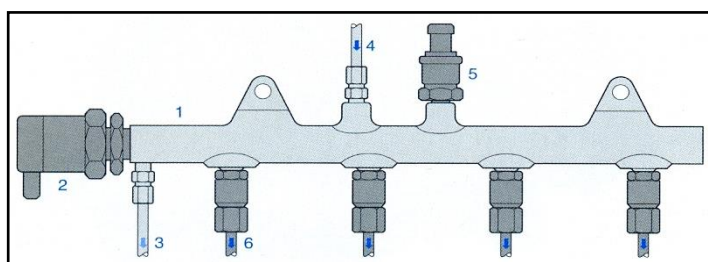
Фиг.7.14 Помпа за високо налягане тип CP2.

На продължението на гърбичния вал е разположена зъбна помпа с високо предавателно число. Нейната функция е да засмуква гориво от резервоара и да го насочва към горивния филтър, след което преминава през горивопровода и достига дозиращия възел. Дозиращият възел управлява количеството гориво, което се подава за компресиране, в зависимост от действителните

нужди на двигателя по същия начин, по който това се осъществява при другите помпи за високо налягане от по-ново поколение. Смазочното масло се подава или директно през монтажния фланец на CP2 или през страничен отвор.

7.3.9. Акумулатор за високо налягане.

Функцията на акумулатора на високо налягане (горивна релса) е да държи обем от горивото под високо налягане. По време на този процес акумулаторният обем трябва да намалява отклоненията в налягането, които се причиняват от пулсациите на горивото, дължащи се на помпата и циклите на впръскване. По този начин се гарантира, че когато дюзата се отвори, налягането на впръскване остава постоянно. По време на етапа на разработка се извършват множество симулации и изчисления с цел оптимизиране на работните характеристики. Освен че служи като акумулатор на гориво, горивната релса също така разпределя горивото към дюзите.



Фиг.7.15 Горивна релса с монтирани елементи.

Устройство. Горивната релса (1) с форма на тръба (фиг. 7.15) може да има толкова различни конструкции, колкото са и вариантите за монтиране към двигателя. Релсата има гнездо за монтиране на сензор за налягане в релсата (5) и клапан за

изпускане на налягането или клапан за регулиране на налягането (2).

Принцип на действие. Горивото под налягане, което се доставя от помпата за високо налягане, преминава през горивопровод за високо налягане към смукателния отвор на горивната релса (фиг.7.16, 4). От там то се разпределя към отделните дюзи.

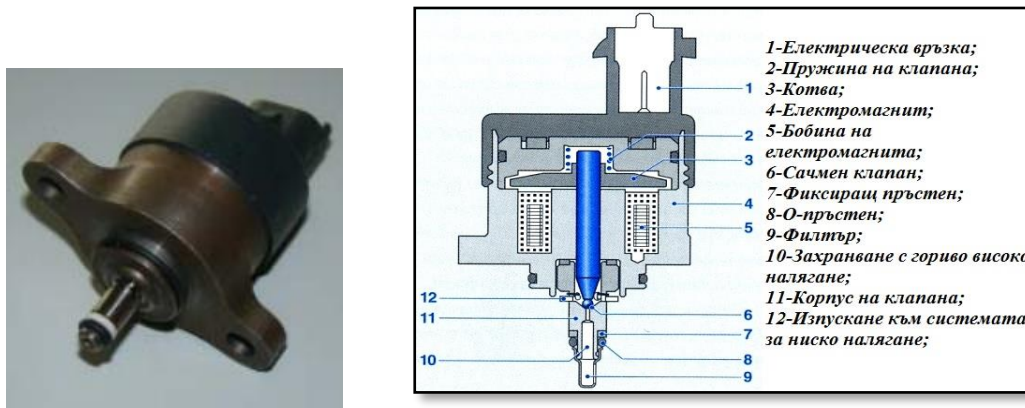
Налягането на горивото се измерва от сензора за налягане в рейла и се регулира до необходимата стойност от клапана за регулиране на налягането. Клапанът за изпускане на налягане се използва като алтернатива на клапана за регулиране на налягането и неговата функция е да ограничава налягането на горивото в релсата до максимално допустимата стойност. Горивото под високо налягане се насочва от горивната релса към дюзите през горивопроводи за високо налягане.

7.3.10. Клапан за регулиране на налягането.

Функцията на клапана за регулиране на налягането е да регулира и поддържа налягането в горивната релса в зависимост от натоварването на двигателя. Клапанът се отваря, когато налягането в релсата е твърде високо, част от горивото се връща от релсата през общ горивопровод обратно към резервоара. Когато налягането в релсата е твърде ниско, клапана се затваря. По този начин изолира частта под високо налягане от частта под ниско налягане.

Клапанът за регулиране на налягането (фиг.7.16) има монтажен фланец, с който се захваща към помпата за високо налягане или горивната релса. Котвата (3) изтласква сачмен клапан (6) срещу основата на клапана, за да изолира частта под високо налягане от частта под ниско налягане. Това се постига благодарение на комбинираното действие на клапанната пружина (2) и електромагнита (4), които изтласкват котвата надолу. Котвата се смазва и охлажда от горивото, което протича покрай нея.

Принцип на действие. Клапанът за регулиране на налягането има два затворени контура на управление - по- бавен, затворен електрически контур за задаване на променлива средна стойност на налягането в горивната релса и по- бърз, хидромеханичен контур за изглаждане на



Фиг.7.16 Клапан за регулиране на налягането тип DRV1.

висококачествените пулсации на налягането.

- Неактивиран клапан за регулиране на налягането.

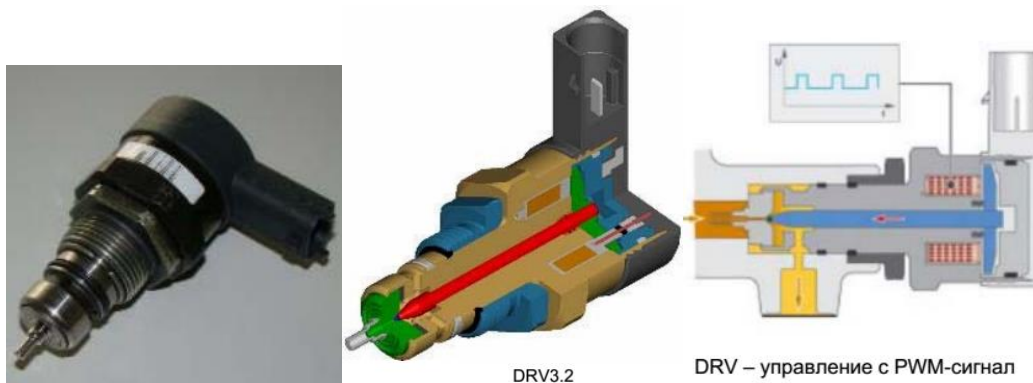
Високото налягане, налично в горивната релса или при изпускателния отвор на помпата за високо налягане, действа на клапана за регулиране на налягането посредством горивото. Тъй като незахраненият електромагнит не упражнява сила, силата на високото налягане е по-голяма от тази на пружината. Клапанът за регулиране на налягането се отваря в по-малка или по-голяма степен в зависимост от количеството нагнетено гориво. Пружината е оразмерена да поддържа налягане от приблизително 100 bar.

- Активиран клапан за регулиране на налягането.

Когато налягането във веригата под високо налягане трябва да бъде повишено, силата на електромагнита се добавя към тази на пружината. Клапанът за регулиране на налягането се активира и затваря, докато между високото налягане и общата сила на електромагнита и пружината се установи равновесие. В този момент клапанът остава в частично отворено положение и поддържа постоянно налягане. Колебанията в количеството нагнетено гориво от помпата за високо налягане и подаденото от горивната релса към дюзите гориво се компенсират чрез промяна на отвора на клапана. Магнитната сила на електромагнита е пропорционална на силата на управляващия ток. Управляващият ток се изменя посредством широчинно импулсна модулация. Импулсна честота от 1 kHz е достатъчно висока за предотвратяване на неблагоприятно движение на котвата или колебания в налягането в горивната релса.

Типове клапани за регулиране на налягането. Клапанът за регулиране на налягането тип DRV1 се използва при „Common rail” системите от първо поколение. „Common rail”, системите от второ и трето поколение използват концепцията с две изпълнителни устройства.

При нея налягането се регулира от дозиращ възел и клапан за регулиране на налягането. В този случай се използва клапан за регулиране на налягането DRV2 или DRV3 за по- високи налягания. Тази стратегия на управление постига по- ниско затопляне на горивото и премахва нуждата от охладител на горивото. DRV2/3 се различава от DRV1 по следните характеристики: твърдо уплътнение към секцията под високо налягане; оптимизирана магнитна верига (по- нисък разход на мощ-



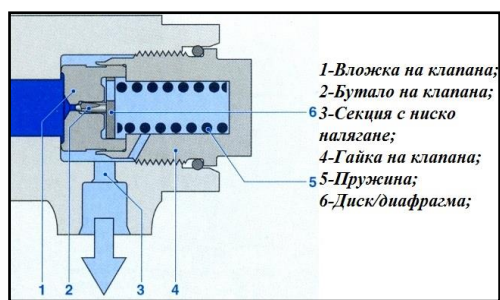
Фиг.7.17 Клапан за регулиране на налягането тип DRV2/3.

ност); гъвкава монтажна концепция.

7.3.11. Клапан за изпускане на налягане.

Клапанът за изпускане на налягане има същата функция като клапана за регулиране на налягането. Най-съвременният вариант на вътрешния клапан за изпускане на налягане има вградена аварийна функция. Клапанът за изпускане на налягане, ограничава налягането в горивната релса, като открива дренажен отвор, когато налягането превиши определена граница. Аварийната функция осигурява поддържането на определено налягане в горивната релса, което да позволи на автомобила да продължи да се движи безпрепятствено.

Устройство и принцип на действие. Клапанът за изпускане на налягане (фиг. 7.18) е механичен компонент. Той се състои от следните части: корпус с



Фиг. 7.18 Клапан за регулиране на налягането тип DRV4.

външна резба за навиване в горивната релса; връзка към горивопровода за обратно гориво към резервоара (3); подвижно буталце (2); пружина за връщане на буталцето (5).

В края, който е навит в горивната релса, има отвор в корпуса. Той се уплътнява от конусовидния край на буталцето, който се опира в леглото в корпуса на клапана. При нормално работно налягане пружина притиска буталцето към легло-

то, така че горивната релса остава изолирана. Само когато налягането превиши максималното системно налягане, буталцето бива изтласкано обратно срещу натиска на пружината от налягането в горивната релса, така че да може да бъде изпуснато гориво под високо налягане. Горивото се насочва през канали в централния прорез на буталцето и се връща обратно в резервоара по общ горивопровод. Докато клапанът се отваря, горивото от горивната релса може да изтича, така че да се постигне понижение на налягането в горивната релса.

7.4. Електронна система за управление на дизелови двигатели.

Електронният контрол на дизеловите двигатели (EDC) позволява параметрите за впръскване на горивото да се променят максимално прецизно при различни условия на работа. Това е основното средство, с което модерният дизелов двигател може да задоволи множеството изисквания към него.

За разлика от дизеловите двигатели с конвенционално механично управление на дизеловата помпа, шофьорът на автомобил, който е оборудван с електронна система за управление на дизелови двигатели (EDC) няма директен контрол над впръскваното количество гориво. Количеството впръсквано гориво всъщност се определя от няколко различни променливи. Те включват: Реакцията на автомобила, желана от шофьорът (положение на педала на газта); Работното състояние на двигателя; Температурата на двигателя; Намеса от други системи (например тракшън контрол); Нива на емисиите на изгорели газове и др.; Модулът за управление изчислява количеството впръсквано гориво на базата на всички влияещи променливи. Моментът на впръскване също може да се променя.

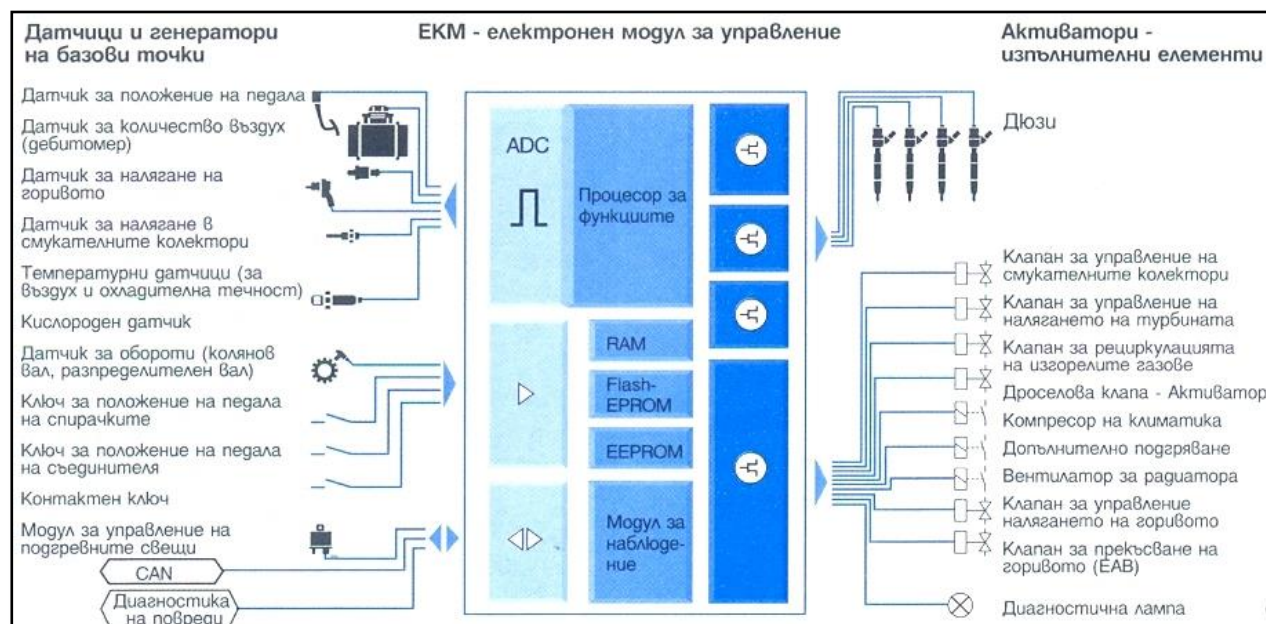
Електронното управление на дизеловия двигател позволява обмен на данни с други електронни системи, като тракшън контрол (система за управление на сцеплението с пътя), електронна скоростна кутия (ETC) или електронна система за стабилност (ESP). В резултат на това системата за управление на двигателя може да се внедри в цялостната мрежа за управление на автомобила, а това ѝ дава възможност да изпълнява функции като намаляване на въртящия момент на автомобила когато автоматичната скоростна кутия сменя предавка, регулиране на въртящия момент, за да се предотврати превъртане на колелата, прекъсване на впръскването на гориво при сигнал от имобилайзера за двигателя и др. Електронна система за управление на дизелови двигатели е напълно интегрирана в диагностичната система на автомобила. Тя отговаря на всички OBD (On-board diagnosis) и EOBD (European OBD) изисквания.

Дизеловата електронна система за управление (EDC) може да се раздели на три отделни групи (фиг. 7.19).

- Датчици и генератори на базови точки - тази група отчита условията на работа (например обороти на двигателя) и базовите точки (например положение на някакъв ключ). Те преобразуват физическите променливи в електрически сигнали.

- Електронен модул за управление - той обработва сигналите от датчиците и генераторите на базови точки в специфични алгоритми за отворен и затворен контур. Електронният модул управлява изпълнителните устройства (активаторите) с електрически изходящи сигнали. В добавка модулът за управление действа и като интерфейс към други системи и за диагностичната система на автомобила.

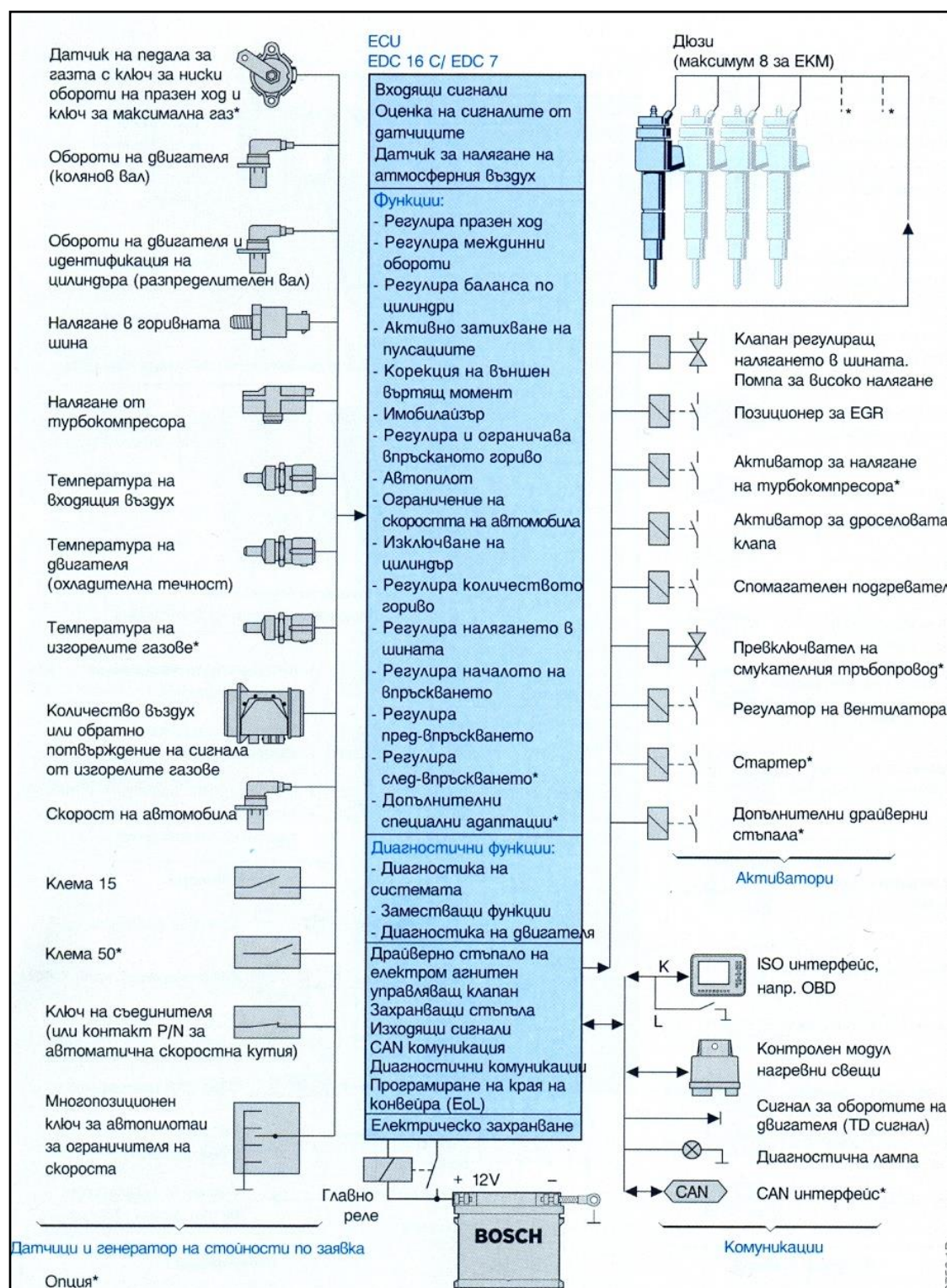
- Изпълнителни устройства - те преобразуват електрическите изходящи сигнали от модула в механични параметри (например електромагнитен клапан за системата за впръскване на гориво).



Фиг. 7.19 Основни компоненти на електронната система за управление на дизелови двигатели.

Електронната система за управление при система „Common rail”, изпълнява същите функции, както електронната система при „Помпа-дюза”. Различават се само по компютрите и интерфейса, които използват. На фигура 7.19 са показани компонентите на електронна система за управление на дизелови двигатели (EDC) за система „Common rail” при леки автомобили.

Обработка на данни. Основната функция на електронното дизелово управление (EDC) е да контролира впръскването на гориво и времето на впръскване. Системата за впръскване на гориво common-rail също така контролира налягането на впръскване. Освен това при всички системи ECU на двигателя контролира редица изпълнителни механизми. За да могат всички компоненти да работят ефективно, функциите на EDC трябва да бъдат точно съобразени с всеки автомобил и всеки двигател. Това е единственият начин да се оптимизира взаимодействието на компонентите (фиг. 7.20). Блокът за управление оценява сигналите, изпращани от сензорите и ги ограничава до допустимите гранични нива на напрежение. Някои входни сигнали също се проверяват за достоверност. Използвайки тези входни данни заедно със съхранените карти на програмите, микропроцесорът изчислява времето на впръскване и неговата продължителност. След това тази информация се преобразува в сигнална характеристика, която е съобразена с хода на буталото на двигателя. Тази изчислителна програма се нарича "ECU софтуер". Изходните сигнали задействат изходни /драйверни/ стъпала, които осигуряват достатъчна изходна мощност за управление на изпълнителните механизми (напр. електромагнитни клапани за високо налягане за системата за впръскване на гориво, позиционерите за рециркулация на отработените газове и изпълнителните механизми за повишаване на налягането). Освен това се използват и редица други компоненти със спомагателни функции (напр. релета). Дефектните характеристики на сигнала се откриват от функциите за диагностика на изходното стъпало за соленоидните клапани. Освен това сигналите се обменят с други системи в превозното средство чрез интерфейсите. ECU на двигателя следи цялата система за впръскване на гориво като част от стратегия за безопасност.



Фиг. 7.20. Компоненти на електронна система за управление на дизелови двигатели за система „Common rail” при леки автомобили.

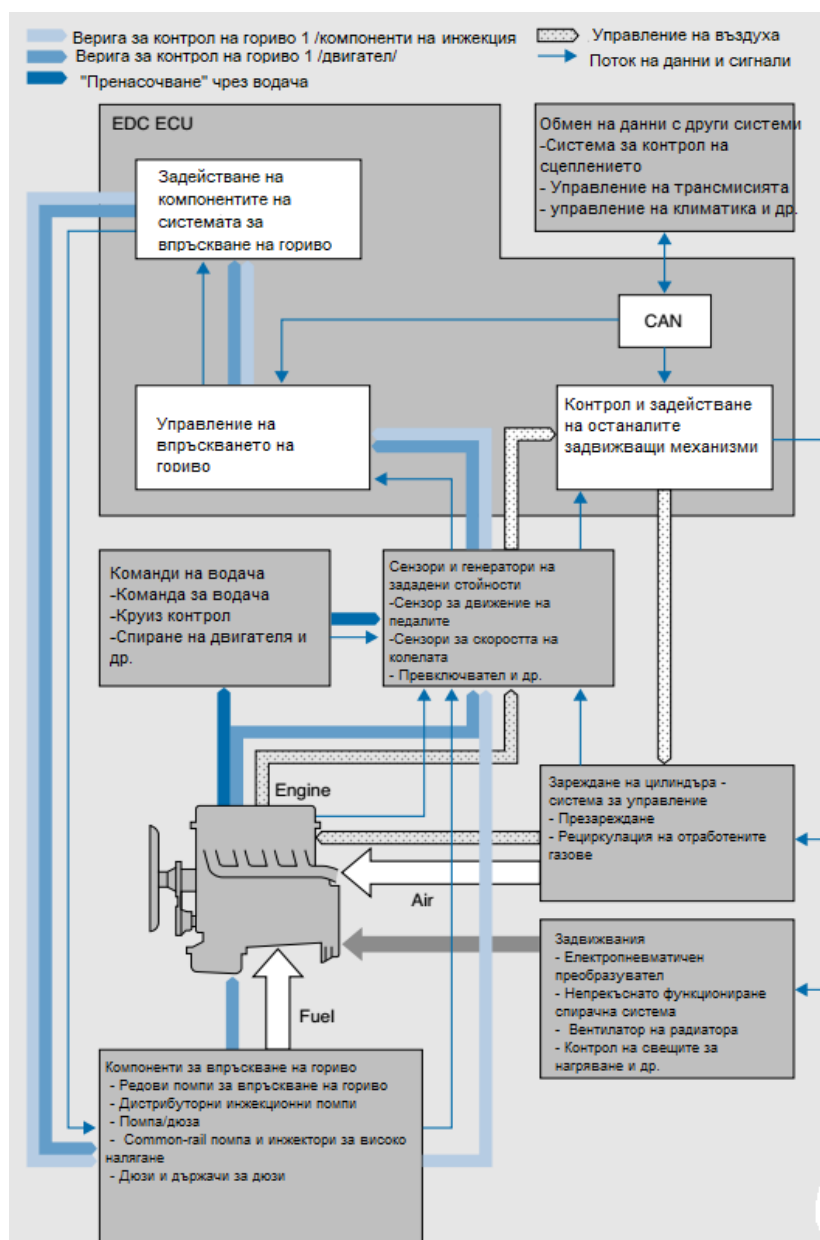
Начално количество

За стартиране количеството впръскано гориво се изчислява като функцията на температурата на охлаждащата течност и скоростта на въртене на двигателя. Сигналите за стартовото количество се генерират от момента на стартиране на двигателя. (фиг. 7.22, превключвателят е в положение "Старт") до достигане на дадена минимална честота на въртене на двигателя.

Водачът не може да влияе на стартовото количество.

Режим на задвижване

Когато автомобилът се управлява нормално, впръскваното количество гориво е функция на настройката на педала на газта и от оборотите на двигателя (фиг. 7.22, превключвател в положение "Drive"). Изчисляване



Фиг. 7.21. Електронен контрол на дизеловото гориво (EDC):
Основна последователност

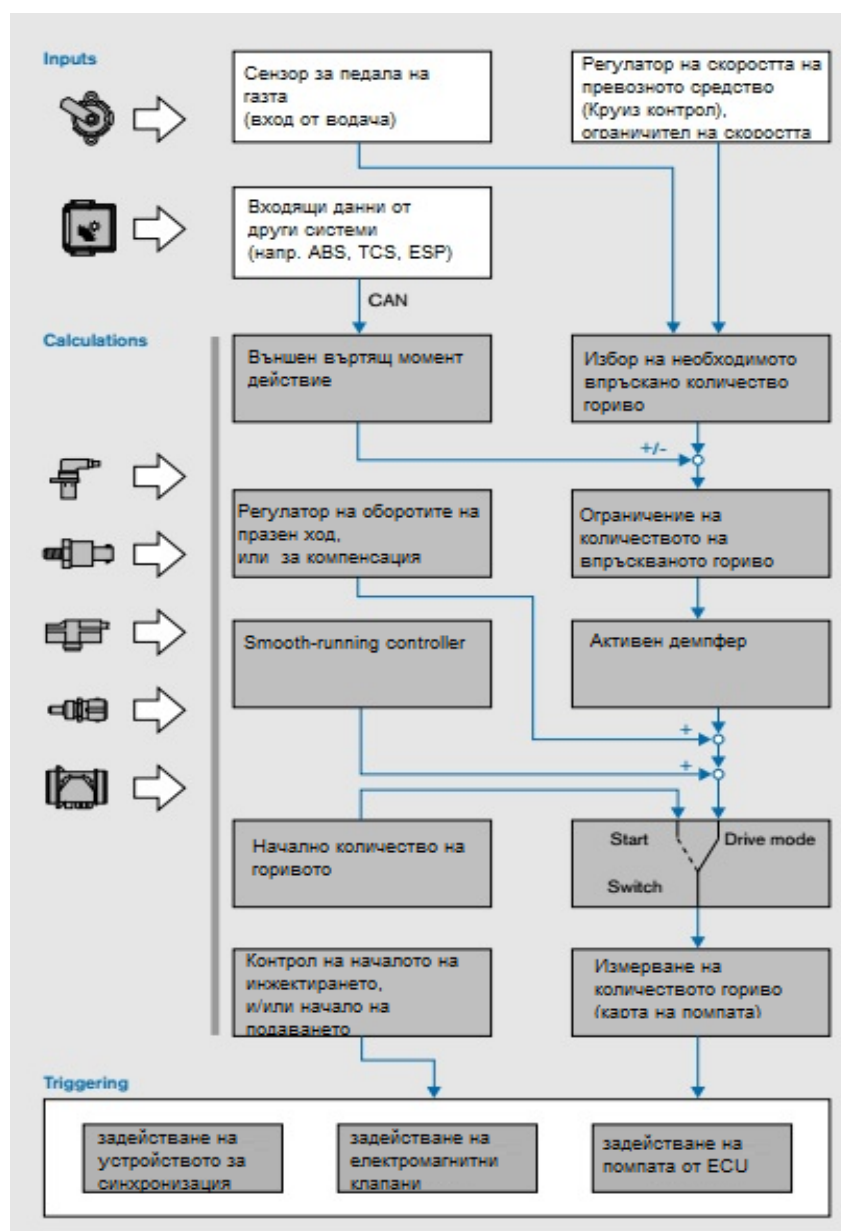
Съществуват и други случаи, когато скоростта на празен ход се задържа малко по-висока. Например, когато напрежението в електрическата система на автомобила е твърде ниско, когато е включена климатичната инсталация или когато автомобилът се движи на свободен ход. Когато автомобилът се движи в режим на спиране и движение, както и при спиране на светофари, двигателят работи през голяма част от времето на празен ход. Поради това съображенията относно емисиите и разхода на гориво налагат оборотите на празен ход да бъдат възможно най-ниски. Това, разбира се, е недостатък по отношение на плавния ход и потеглянето. При регулиране на предвидената скорост на празен ход трябва да се справя със силно вариращи изисквания.

Входящата мощност, необходима на задвижваното от двигателя спомагателно оборудване, варира значително. При ниски напрежения на електрическата система, например алтернаторът консумира много повече отколкото когато напрежението е по-високо.

Тя може да варира в зависимост от конкретния режим на работа на двигателя. Например, при студен двигател скоростта на празен ход обикновено се настройва по-висока, отколкото при горещ двигател.

Управление на оборотите на празен ход. Функцията на контрола на оборотите на празен ход (КПП) е да регулира определена зададена скорост на празен ход, когато педалът на газта не е натиснат. Тя може да варира в зависимост от конкретния режим на работа на двигателя. Например, при студен двигател скоростта на празен ход обикновено се настройва по-висока, отколкото при горещ двигател.

Освен това трябва да се вземат предвид нуждите от мощност на компресора на климатика, помпата на кормилното управление и генератора за високо налягане за дизеловата инжекционна система. Към тези външни моменти на



Фиг. 7.22. Изчисляване на процеса на впръскване на гориво в ECU

налната мощност, регулаторът на максималната скорост намалява непрекъснато количеството на впръскваното гориво, докато се прекрати напълно. За да се предотврати рязкото намаляване на мощността на двигателя, се използва функцията на рампата, за да се гарантира, че спадът на количеството впръсквано гориво на гориво не е твърде рязко.

Регулатор на скоростта на превозното средство (круиз контрол)

Круиз контролът позволява на автомобила да се управлява с постоянна скорост. Той контролира автомобила до скоростта, избрана от водача, без да е необходимо той да натиска педала на газта. Водачът може да зададе необходимата скорост с помощта на лост или с натискане на бутони на волана. Впръскваното гориво се увеличава или намалява, докато се достигне желаната (зададената) скорост. При някои приложения на круиз-контрола автомобилът може да бъде ускорен над текущата зададената скорост чрез натискане на педала на газта. Тъй като веднага след като педалът на газта бъде освободен, круиз контролът регулира скоростта обратно надолу до предварително

натоварване се прибавя и вътрешният въртящ момент на триене на двигателя, който силно зависи от температурата на двигателя му и също трябва да се компенсира от управлението на оборотите на празен ход. За да се регулира желаната скорост на празен ход, контролерът продължава да адаптира впръскваното гориво докато действителната честота на въртене на двигателя съответства на желаната честота на въртене на празен ход.

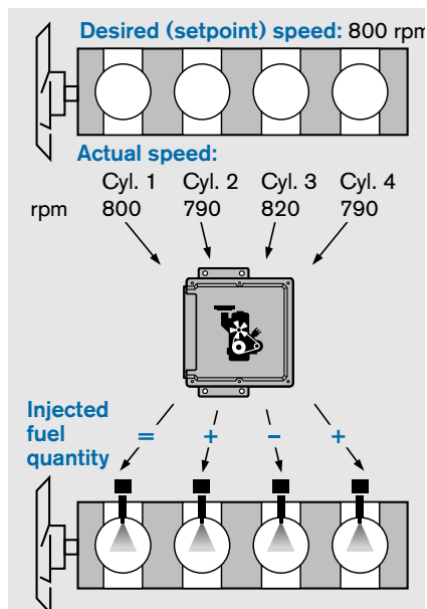
Управление на максималните обороти

Контролът на максималните обороти гарантира, че двигателят не работи с прекалено високи обороти. Над работната точка на номи-

зададената скорост. Ако водачът натисне съединителя или спирачката или педала на спирачките или спирачките, докато круиз контролът е активиран, контролът се прекратява.

Контрол на плавното движение (SRC)/ Контрол на количеството впръскано гориво, компенсация на впръскваното гориво (MAR)

Ако приемем, че продължителността на впръскването е постоянна, не



Фиг. 7.23 Пример за управление с плавен ход (LRR)

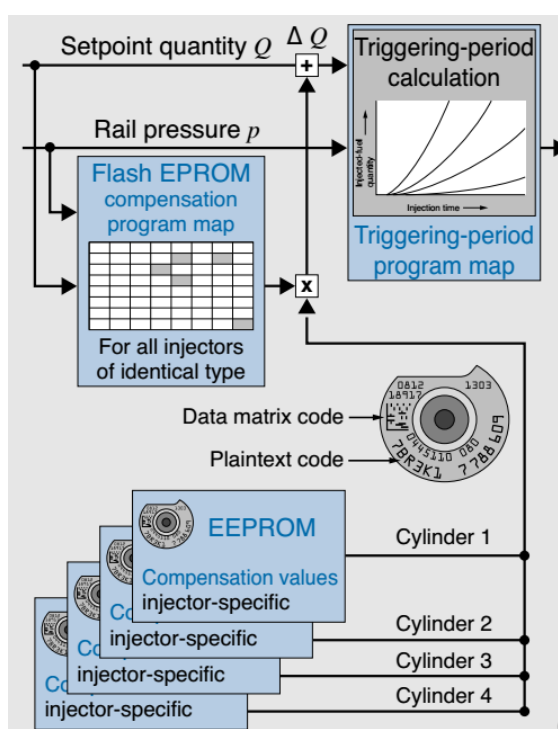
всички цилиндри на двигателя генерират един и същ въртящ момент. Това може да се дължи на разлики в уплътнението на цилиндровата глава, както и на разлики в триенето на цилиндрите и компонентите на хидравличното впръскване. Тези разлики в генерирания въртящ момент водят до неравномерна работа на двигателя и увеличаване на емисиите на отработените газове. Управлението на плавната работа (LRR) или управлението на балансирането на горивото (MAR) имат функцията да открива тези разлики въз основа на произтичащите от това колебания в оборотите на двигателя, и да компенсира чрез регулиране на впръскваното гориво в засегнатия цилиндър. В този случай скоростта на въртене на даден цилиндър след впръскване се сравнява със средната скорост. Ако скоростта на конкретния ци-

линдър е твърде ниска, впръсканото количество гориво се увеличава; ако е твърде висока, количеството гориво се намалява (фиг. 7.23).

Компенсация на разхода на инжекторите

Към системите Common Rail (CR) са добавени нови функции за подобряване на високата прецизност на системата за впръскване на горивото и да се гарантира тя за целия експлоатационен живот на автомобила. С компенсацията на инжекторния разход (IMA) се отразяват множество измервателни данни за всеки инжектор по време на производствения му процес. След това данните се прикрепват към инжектора под формата на код на матрица. При пиезоинжекторите се включват данни и за времето за реакцията при включване. Докато двигателят работи, тези стойности се използват за компенсиране на отклоненията в реакцията при дозиране и включване. Компенсация на подаването на гориво от инжектора (IMA) е софтуерна функция за по-прецизно измерване на количеството гориво и да се повиши ефективността на инжектора на двигателя. Функцията има за цел коригиране на количеството впръскано гориво до зададената стойност по цялата програмна карта поотделно за всеки инжектор в системата CR. По този начин се намаляват толерансите на системата и емисиите на отработените газове. Компенсационните стойности необходими за IMA, представляват разликата от зададената стойност на всяка точка на фабрично изпитване и се записват в кодиран вид върху всеки инжектор.

Цялата работа на двигателя се коригира посредством карта на програмата за корекция, която използва компенсационните стойности за изчисляване



Фиг. 7.24 Изчисление на впръскваното гориво като се има предвид матрицата данни на инжектора.

на корекционната величина. В края на линията на завода за сглобяване на автомобили, компенсационните стойности за EDC, принадлежащи на монтираните инжектори и тяхното разпределение по цилиндри се програмират в електронния блок за управление с помощта на EOL програмиране. Компенсационните стойности се препрограмират и при подмяна на инжектор в сервиза за обслужване на клиенти.

Необходимостта от тази функция се налага, защото техническите ресурси, необходими за допълнително ограничаване на производствените допуски при производството на инжектори, нарастват експоненциално и изглеждат финансово неизгодни. ИМА е жизнеспособно решение за повишаване на ефективността, подобряване на дозирането прециз-

ността на количеството гориво, впръсквано в двигателя и намаляване на емисиите на отработените газове.

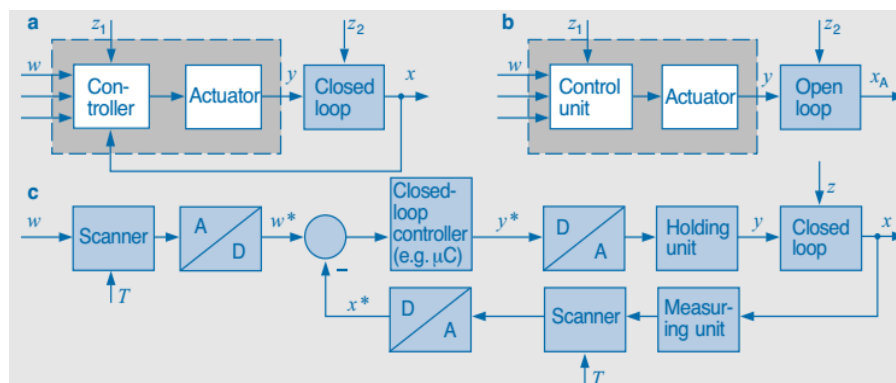
Управление в затворен и отворен контур

Приложенията за контрол на затворен и отворен контур са от жизненоважно значение за различни бордови системи.

Терминът (отворен цикъл) на управление се използва в много случаи не само за процеса на управление, но и за цялата система, в която се осъществява управлението (поради тази причина се използва общият термин "блок за управление", въпреки че той може да изпълнява функция на затворен цикъл на управление). Съответно в блоковете за управление протичат аритметични процеси за изчисляване на функциите както на затворения, така и на отворения контур.

Затвореният контур на управление е процес, при който даден параметър (контролираната променлива x) се открива непрекъснато, сравнява се с друг параметър (референтна променлива w_1) и се адаптира към референтната променлива в процес на регулиране в зависимост от резултата от сравнението. Полученото действие се извършва в затворен кръг (затворен цикъл на управление). Затвореният контур на управление има функцията да регулира стойността на контролираните променливи до стойността, определена от референтната променлива, въпреки всички смущаващи влияния, които могат да възникнат. Затвореният контур на управление (фиг. 7.25 а) представлява затворена верига на управление с дискретно действие. Управляваната променлива x действа в рамките на конфигурацията на контура под формата на отрицателна обратна връзка. За разлика от управлението в отворен контур, при затвореният контур се отчита влиянието на всички стойности на смущенията (z_1, z_2), които се появяват в рамките на контура за управление. Примери за

системи със затворен контур в превозно средство: ламбда контрол в затворен контур, управление на оборотите на празен ход, управление на ABS/TSC/ESP, климатик (вътрешна температура)



Фиг. 7.25 Приложения за управление в затворен и отворен контур.

вътрешни закони, управляващи системата. Характерна особеност на управлението с отворен контур е отворената последователност на действие през отделен предавателен елемент или отворения контур на управление. Отвореният контур на управление (фиг. 7.25 b) е подредба на елементи, които си взаимодействат един на друг в структура на контур. Той може да взаимодейства по всякакъв възможен начин с други системи като единица в рамките на система от по-високо ниво. Отвореният цикъл на управление може да противодейства само на въздействието на стойността на смущението, измерена от управляващия блок (напр. z_1); други стойности на смущението (напр. z_2) могат да действат необезпокоявано. Примери за системи с отворен контур в превозно средство: електронно управление на трансмисията (ETC), компенсация на подаването на гориво в инжектора и корекция на кривата на налягането за изчисляване на впръсканото количество гориво.

EDC системи с управление по въртящ момент

Системата за управление на двигателя непрекъснато се интегрира все по-тясно в цялостната система на превозното средство. Чрез шината CAN, системите за динамика на автомобила, като TCS, и системите за комфорт и удобство, като например круиз контрол, имат пряко влияние върху електронното управление на дизеловото гориво (EDC). Освен това голяма част от информацията, регистрирана и/или изчислена във или от системата за управление на двигателя трябва да бъде предадена на други ECU чрез CAN шината. За да може да се включи EDC още по-ефективно във функционалното обединение с други ECU, както и да се прилагат други промени бързо и ефективно, бе необходимо да се направят мащабни промени в най-новото поколение контролни модули. Тези промени водят до EDC с управление по въртящия момент, който беше въведена с EDC16. Основната характеристика е смяната на интерфейсите на модула към параметрите на двигателя.

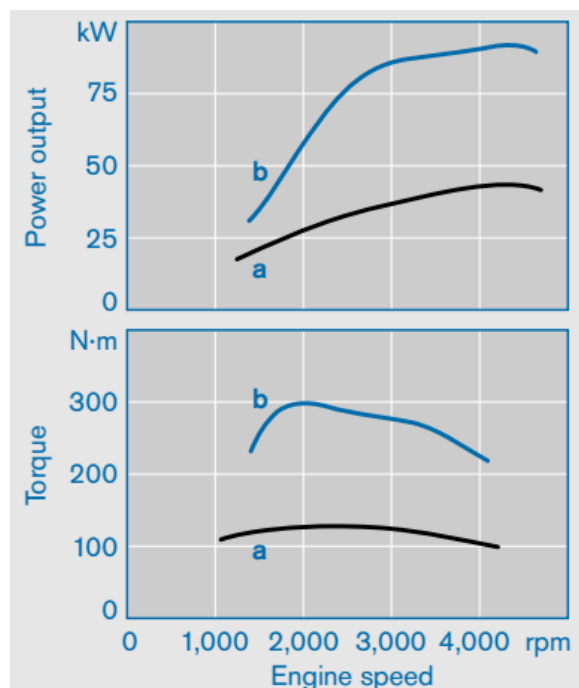
Параметри на двигателя

По същество мощността на двигателя с вътрешно горене може да се определи с помощта на три параметъра: мощност P , честота на въртене на двигателя n и въртящ момент M . На фиг. 7.26 са сравнени типични кривите на въртящия момент и мощността като функция на оборотите на двигателя за 2 дизелови двигателя. В общи линии се прилага следното уравнение:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$$

Управлението с отворен контур е процес в рамките на системата, при който един или няколко параметъра действат като входни променливи, влияещи върху други параметри поради

С други думи, достатъчно е да се използва въртящият момент като референтна (командна) променлива. Мощността на двигателя се получава от горното уравнение. Тъй като изходната мощност не може да се измерва директно, въртящият момент се оказва подходяща еталонна (командна) променлива



Фиг. 7.26 Пример за кривите на въртящия момент и изходната мощност като в зависимост от оборотите за два дизелови автомобилни двигателя с работен обем приблизително 2,2 l a) от 1968 г., b) от 1998 г.

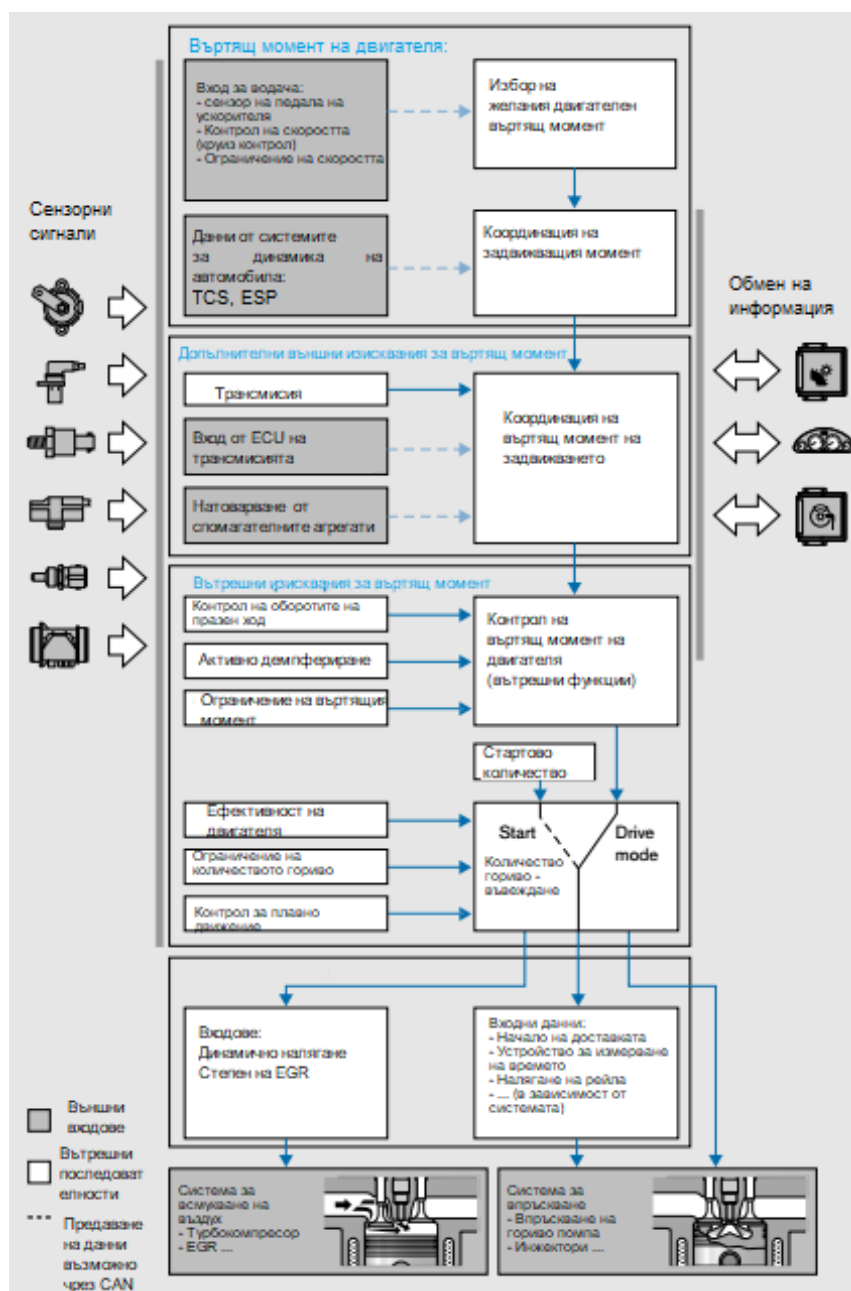
за за управление на двигателя. При ускоряване водачът използва педала на газта (сензор), за да поиска директно даден въртящ момент от двигателя. В същото време, но независимо от изискванията на водача, чрез интерфейсите други системи на превозното средство подават изисквания за въртящ момент, произтичащи от изискванията за мощност на конкретния компонент (напр. климатик, алтернатор). Използвайки тези входни данни за изискванията за въртящ момент, двигателят изчислява изходния въртящ момент, който трябва да се генерира от двигателя и съответно управлява задвижващите механизми на горивната и въздушната системи. Този метод има следните характерни предимства: Нито една система (например повишаване на налягането, впръскване на гориво-

то) няма пряко върху управлението на двигателя. Това позволява управлението на двигателя да отчита и изисквания от по-високо ниво (като например емисии на отработени газове и гориво) при обработката на външните изисквания и по този начин да управлява двигателя по най-ефективния начин; - Много от функциите, които не се отнасят пряко до управлението на двигателя, могат да бъдат проектирани така, че да функционират еднакво за дизелови и бензинови двигатели; - Разширенията на системата могат да се реализират бързо.

Последователност на управление на двигателя. Фиг. 7.27 показва (схематично) обработката на входните данни за зададените стойности в ECU на двигателя. За да могат да изпълняват ефективно своите задачи, управлението на двигателя всички функции изискват широк спектър от сензори сигнали и информация от други ECU в на превозното средство. Реакцията на водача (т.е. сигналът от сензора за педала на газта) се интерпретира от управлението на двигателя като заявка за задвижващ въртящ момент. Входящите данни от круиз контрола и ограничителя на скоростта на автомобила се обработват по абсолютно същия начин.

След този избор на желания задвижващ момент, ако възникне ситуация, системата за динамика на превозното средство (TCS, ESP) увеличава желаната стойност на въртящия момент, когато има опасност от блокиране на колелата и го намалява когато колелата са склонни да се завъртят.

Адаптацията на въртящия момент на трансмисията трябва да се вземе предвид също. То се определя в по-голямата си част от на конкретната предавка или от ефективността на преобразувателя на въртящия момент при автоматичните трансмисии.



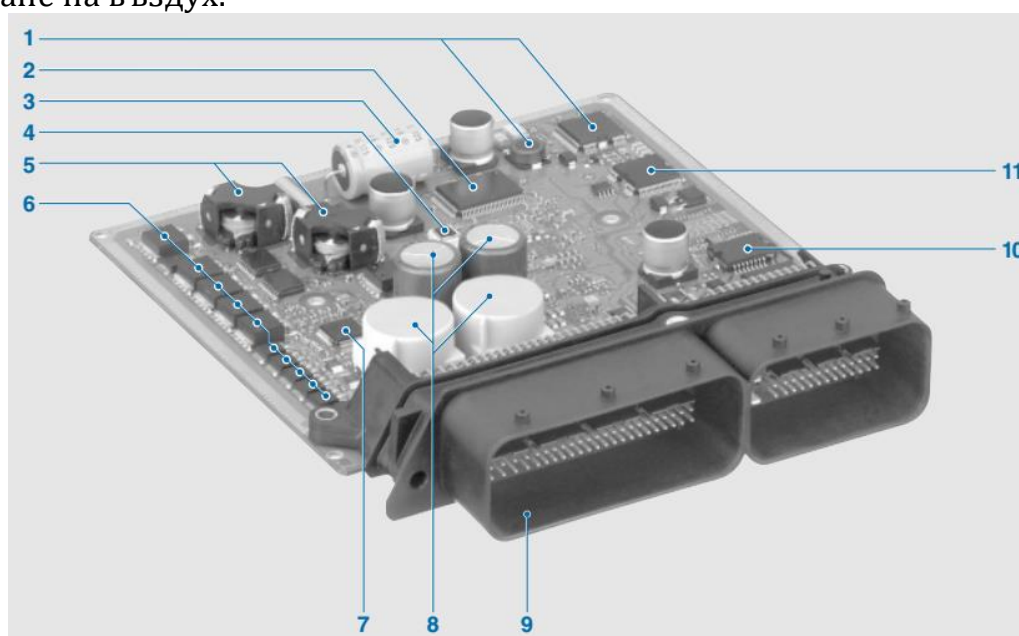
Фиг. 7.27. Последователност на управление на двигателя за дизелово въпръскване с управление по въртящ момент

основава на мощността на агрегата и скоростта на въртене, а управлението на двигателя сумира различните изисквания за въртящ момент. На етап управление на оборотите на празен ход се намесват активните демпфери на рязко повишаване на оборотите. Например, ако ситуацията го изисква, за да се предотврати механична повреда, или прекомерно димене поради въпръскване на твърде много гориво, се намалява вътрешното изискване за въртящ момент. За разлика от предишните системи за управление на двигателя, ограниченията вече не се прилагат само към количеството въпръскано гориво, а вместо това, в зависимост от необходимите ефекти и към конкретната физическа величина.

Отчитат се и загубите на двигателя (напр. триене, задвижване на помпата за високо налягане). Въртящият момент представлява измеримото външно

При превозни средства с автоматична скоростна кутия управлението на трансмисията определя необходимия въртящ момент по време на действителната предавка. Превключването на предавката се извършва като се намалява натоварването върху на трансмисията, намаленият въртящ момент води до удобно и плавно превключване на предавките. Освен това се намалява въртящият момент, необходим на други агрегати, задвижвани от двигателя (например компресор на климатик, алтернатор, сервопомпа). Този необходим въртящ момент се изчислява или от самите агрегати, или от управлението на двигателя. Изчисляването се

въздействие на двигателя. Управлението на двигателя обаче може да генерира тези ефекти само в съчетание с правилното впръскване на горивото, заедно с правилната точка на впръскване и необходимите крайни условия, които се отнасят до системата за всмукване на въздух (напр. налягане на форсиране и скорост на EGR). Необходимото количество впръскано гориво се определя въз основа на текущата ефективност на горене. Изчисленото количество гориво се ограничава от защитна функция (например защита от прегряване) и при необходимост може да се коригира с помощта на функцията за управление при плавен пробег (SRC). По време на стартиране на двигателя, впръскваното количество гориво не се определя от външни входни данни, като например тези от водача, а по-скоро от отделна функция "контрол на количеството при стартиране". Накрая, желаните стойности за впръсканото гориво се използват, за да се генерира задействането на инжекционната помпа и/или инжекторите и за определяне на оптималния работен режим на системата за всмукване на въздух.



Фиг. 7.28 Конструкция на ECU за система common rail с пиезоинжектори. 1 Импулсно захранване със стабилизиране на напрежението; 2 Flash-EPROM; 3 Суперкондензатор за резервно захранване (за генериране на високо напрежение); 4 Сензор за атмосферно налягане; 5 Импулсни трансформатори; 6 Мощни драйвери; 7 ASIC за задействане на драйверните стъпала; 8 Електролитни кондензатори; 9 Конектор; 10 Драйверно стъпало с пълнен мост; 11 Бързо драйверно стъпало.

Електронен блок за управление (ECU)

Цифровата технология предоставя широк набор от възможности за управление на автомобилните електронни системи по отворен и затворен контур. Голям брой параметри могат да бъдат включени в процеса, за да се поддържа оптимална работа на различни системи. След като получи електрическите сигнали, предавани от сензорите, блокът за управление обработва тези данни, за да генерира управляващи сигнали за изпълнителните механизми. Програмата за управление, "софтуерът", се съхранява в специална памет и се изпълнява от микроконтролер. Блокът за управление и неговите компоненти се наричат "хардуер". EDC контрол съдържа всички алгоритми за отворен и затворен цикъл на управление, необходими за управление на процесите на управление на двигателя.

ГЛАВА III - ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА АКТИВНА БЕЗОПАСНОСТ И ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ВОДАЧА

8. Преглед на електронните системи за активна безо-пасност в автомобила.

Всеки ден докато шофираме сме подложени на риска от екстремни ситуации, в резултат на които може да се загуби контрол над управлението на автомобила: внезапна поява на дете на пътното платно, вратата на спрял автомобил внезапно се отваря, друг неочаквано се престроява и пр.

Електронната стабилизираща програма – Electronic stability programme – ESP е компютърна технология, която подобрява безопасността на автомобила посредством установяване и намаляване на риска от занасяне. Тя е позната още като електронен стабилизиращ контрол – (Electronic stability control – ESC), Динамичен стабилизиращ контрол – (Dinamic stability control – DSC), Автомобилно стабилизиращо подпомагане – (Vehicle stability assist – VSA), Автомобилен стабилизиращ контрол – (Vehicle stability control – VSC). Electronic stability control е широко приложимото наименование на технологията, припознато от Европейската асоциация на автомобилните производители (European automobile manufacturers association – ACEA), Северноамериканското дружество на автомобилните инженери (North American society of automotive engineers – SAE), Японската асоциация на автомобилните производители (Japan automobile manufacturers association). При все това различните производители използват различни наименования за стабилизиращата система. Alfa Romeo например използва термина система за динамичен контрол на автомобила (Vehicle dynamic control – VDS), Lexus – система за интегрирано управление движещите сили на автомобила (Vehicle dynamics integrated management – VDIM) и пр.

Когато системата установи загуба на стабилността на управление, електронната стабилизираща програма автоматично приспособява спирачната система за подпомагане запазването на направлението на автомобила. Спирачката се задейства спрямо отделни колела, с което се осигурява автоматичен контрол над управлението. Някои ESP системи намаляват също мощността на двигателя до възстановяване контрола над управлението. Електронната стабилизираща програма не подобрява способностите на автомобила да завива, а допринася за намаляване на риска от загуба на управление в резултат на занасяне. Според независими световни изследвания технологията има потенциала да редуцира с до 1/3 смъртните пътнотранспортни произшествия.

8.1. Исторически преглед

Първите предшественици на модерната ABS система от наши дни са били разработени през далечните 1920 и 1940 година. Тези системи не са намерили приложение поради бавното си действие.

През 1987 г. автомобилните производствени компании на световните търговски марки Mercedes и BMW представят първите разработки на системите за контрол на сцеплението (Traction control systems), чиито принцип на работа е активиране на спирачната система спрямо отделно колело с цел поддържане на сцеплението при ускоряване, което не се препокрива с функцията на системата ESP. През 1990 г. Mitsubishi представя нова интегрирана система за активна безопасност на автомобила, която е позната днес като модерната

активна система за контрол над сцеплението и занасянето, а именно Електронен стабилизиращ контрол. Технологията подобрява поведението на автомобила по направление на движение посредством автоматизиран сензорен мониторинг над различни оперативни параметри на превозното средство. При наличието на условия, залегнали при програмирането, системата активира автоматичен спад на двигателната мощ паралелно със задействане на отделни спирачни компоненти и то в зависимост от условията на пътя. Развита от Mitsubishi технология вече предлага превантивна система за безопасност на автомобила при рискови обстоятелства. BMW също разработва компютърна система за намаляване въртящия момент на двигателя с цел предотвратяване загубата на управление и я прилага като неизменна част към цялата серия модели от 1992 г. Mercedes-Benz съвместно с компанията Robert Bosch за периода от 1987 г. до 1992 г. разработва система, наречена Електронна стабилизираща програма (Electronic stability programme), позната под търговската абревиатура ESP. В резултат на развитието на иновативната технология при Ford и Toyota от 2010 г., всички техни модели са оборудвани с електронна стабилизираща програма. General Motors, внедрява технологията от края на 2010 г.

Днес ние широко използваме освен ABS системата и следните системи за активна безопасност: EDL, EBD, TCS и EBC. Необходимостта от безопасност и бурното технологично развитие оказват силно влияние върху непрекъснатото усъвършенстване на електронните системи в автомобила и в частност ESP.

8.2. Антиблокираща система ABS принцип на работа

По ирония на съдбата, много произшествия се случват, поради висока ефективност на спирачките. По хлъзгави пътища - мокри или покрити с лед, при аварийна спирачка – при стремеж да спреш колата бързо или драстично намаляване на скоростта, обикновено води до обратния резултат. Колелата са блокирани и губят сцепление като колата не намалява скоростта и освен това, вече не се подчинява на кормилото. Опитен шофьор в такива случаи ще се забави с прекъсвания с въздействието върху педала на спирачката, така че да се запази максимално сцепление и да се предотврати поднасяне на превозното средство. Въпреки това, не всички шофьори са достатъчно опитни и могат да дадат точна оценка на ситуацията и както и да имат уменията, необходими за да се отговори на променящите се пътни условия правилно.

Първите версии на ABS са представени в началото на 70-те. Те в голяма степен се справят с възложените им задължения, но се основават на аналогови процесори, и затова се оказват скъпи и ненадеждни в експлоатацията. Следващата стъпка е подмяна на аналоговите процесори с по-силни и по-евтини цифрови електронни интегрални схеми. През 1978 г., ABS от второто поколение вижда светлина, и първата кола в която се вгражда е Mercedes-Benz 450 SEL. И днес е трудно да се изчисли броят на поколенията ABS и броят на автомобилите, които са със стандартно монтирана антиблокиращата система. Инженерите развиват безопасността в две посоки – пасивна и активна и докато пасивната безопасност се грижи за живота и здравето на пътниците, когато катастрофата е факт, то активната безопасност е това звено, което спомага тя да бъде избегната. В сърцевината на активната безопасност са електронните системи за сигурност, които се развиват стремглаво през последните две десетилетия, с навлизането в автомобилите на компютърните и микропроцесорни технологии. ABS или „anti-lock braking system“ (антиблокираща система),

предотвратява блокирането на колелата на автомобила, при рязко спиране и най-вече, когато пътят е хлъзгав. В такава ситуация автомобилът става неуправляем, а спирачният път се увеличава значително, което може да бъде фатално.

Основната функция на системата ABS е да осигури максимално сцепление с пътя при рязко спиране, запазвайки управляемостта на автомобила и намалявайки значително неговия спирачен път. Важно е да се знае, че ABS се задейства, само когато колелата са на път да блокират!

ABS системата се управлява от електронен блок, който с помощта на датчици в колелата, получава постоянен сигнал за тяхното въртене. Получената информация се обработва мигновено и чрез електромагнитни клапани управлява налягането на спирачната течност подавана към колелата. Когато едно колело (или повече) при спиране е на път да блокира, системата намалява налягането към спирачния му механизъм, като отпуска и увеличава налягането, придържайки го на границата на блокиране. Това действие се извършва мигновено. ABS осъществява около 15 натискания и отпускания на спирачките в секунда - нещо невъзможно за човешкия крак. Така вие разполагате с контрол над колата при максимално спирачно усилие, като системата е особено полезна при намалено сцепление от вода, лед и сняг. Действието на системата се усеща като пулсации в спирачния педал. Автомобилите с ABS разполагат с индикатор на таблото, който указва действието на системата и светва при нейното задействане (при аварийно спиране). ABS включва в себе си и набор от функции за самодиагностика. Ако по време на движение индикаторът светне, без да е натиснат педала на спирачката, това означава, че при самодиагностиката е открит отказ в системата и тя не функционира. Вие пак можете да спирате, но без помощта на ABS.

Системата ABS оптимизира процеса на спиране, осигурявайки максимална ефективност на спирачките. Ако разполагате с ABS и ви се наложи рязко спиране, просто натиснете силно педала на спирачките и се съсредоточете върху управлението!

8.2.1. Общо устройство и принцип на ABS.

ABS управляващият модул контролира, чрез сензорите за оборотите на колелата, всички колела на автомобила. Ако има опасност да блокира някое колело, един магнитен клапан в управляващата част на антиблокиращата система намалява спирачното усилие към съответното колело, докато то отново се върти свободно. След това налягането се увеличава отново до границата на блокиране. Автомобилът остава стабилен и управляемостта се запазва. При модерните антиблокиращи системи, този процес протича многократно в една секунда. Шофьорът усеща намесата на антиблокиращата система по едно леко пулсиране на спирачния педал. В зоната на регулиране на системата автомобилът може, въпреки максималното забавяне, да бъде управляван, за да може да избягва препятствия и да предотврати инцидент.

ABS работи чрез специални сензори, които следят честотата на въртене и на четирите колела в процеса на спиране. Ако едно от тях блокира, микропроцесора намалява спирачното усилие със специални модулатори на налягането, вградени в уредбата. По този начин спирането на автомобила при наличието на мокри и хлъзгави участъци се свежда до оптималната физическа възможност като се подобряват спирачните свойства и управляемостта. Системата може да се изключва и включва при необходимост от водача.

8.2.2. ABS – Устройство.

Състои се от електро-помпа, акумулатор /резервоар/ за налягане, електронен блок за управление /EBU/, колесни сензори, блок електромагнитни хидроклапани. EBU следи за скоростта на въртене на колелата. Тази информация идва от колесните сензори, контролиращи всяко едно колело. Възможна е ситуация, когато хлъзгавия път под едно от колелата да провокира неговото ранно блокиране. Тогава EBU по сигнал на сензора от това колело издава команда за намаляване на спирачното усилие, като се предотвратява занасяне и завъртане на автомобила. Наистина, при тази ситуация спирачния път ще бъде такъв, какъвто би бил, ако всички колела се намират на хлъзгав път. Но в случая е важно да се запази управляемостта и възможността за маневриране на автомобила.

Блока на електромагнитните хидроклапани управлява спирачната течност. Във всеки от контурите на спирачната система има по 2 клапана- входящ, който отваря пътя на спирачната течност от акумулатора за налягане към работния /колесния/ цилиндър, когато трябва да се увеличи спирачното усилие и изходящ, позволяващ спирачната течност да се върне обратно в казанчето, когато трябва да се намали налягането, респективно спирачното усилие. При изправна ABS, тези клапани или се отварят или затварят по ред, ако в системата трябва да се запази непроменено налягане.

Важно е да се знае, че в покой входящите клапани са отворени, а пък изходящите са затворени. Това позволява при отказ на ABS-а, тя да се изключи от EBU и спирането да се извършва, както при обикновен автомобил.

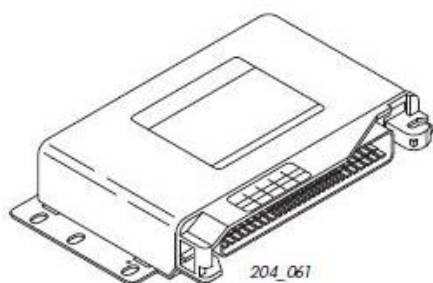
8.3. Електронна блокировка на диференциала.

Електронната блокировка на диференциала / ЕДС / е логично допълнение към ABS-а. Основно ЕДС има компонентите на ABS, такава електроника повишава безопасността, подобрява теглителните качества при неблагоприятни пътни условия, особено при изкачване, при ускоряване и тръгване от място. Основни отличителни особености на ЕДС са следните: 1. Повишава се пригодността на автомобила към зимна експлоатация; 2. Блокировката на диференциала се извършва автоматично; 3. При необходимост е възможно плавно принудително включване на блокировката; 4. Няма негативно отражение върху управлението на автомобила; 5.ЕДС е приложима само на предните двигателни колела или на всичките колела при задвижване 4x4; 6. Реализацията на ЕДС не нарушава работата на спирачната система в режим на ABS. Като правило, автомобилът се задвижва от двете колела на двигателния мост. Между тях няма твърда кинематична връзка. В завой те изминават различни по дължина пътища, поради което ъгловите им скорости /обороти/ също трябва да бъдат различни. Тази разлика в оборотите се компенсира чрез работата на диференциала, поставен между двигателните колела. В завой въртящия момент се разпределя така, че движението на автомобила е възможно и при разлика в оборотите на двигателните колела. Това означава, че движението се осъществява без приплъзване /пробуксуване, влачене/ на колелата, не предизвиква допълнително износване на гумите и не оказва вредно влияние на управлението на автомобила.

Електронен авторегулатор получава сигнали от колесните сензори за големината на ъгловите скорости на двигателните колела. Тези сензори са елементи от ABS-а. Той следи непрекъснато оборотите и ги сравнява помежду им. При разлика в оборотите, възникваща при буксуване на едно от колелата, то

към него се прилага допълнително спирачно усилие, докато оборотите не се изравнят. В резултат на това регулиране, колелото имащо по - добри условия за сцепление с пътя, може да предава по - голямо тягово усилие.

Силите обуславящи работата на ЕДС са толкова незначителни, че не оказват негативно влияние на управляемостта и устойчивостта на автомобила при движение. При разлика в оборотите, примерно от порядъка на 110 об/мин, системата се включва автоматично и действа без ограничение до скорост 40 км/ч. При последващо повишаване на скоростта, системата плавно и неусетно за водача излиза от работен режим. ЕДС действа и при заден ход. Обаче в завой тя не действа. Самопроизволно задействане на спирачките при нормално пътуване е изключено, защото системата има многократна както електронна, така и хидравлична защита. Изменението на температурата на спирачките се контролира непрекъснато от електрониката на авто регулатора. При превишаване на допустимата температура ЕДС се изключва автоматично, но действието на АБС-а се запазва. За реализиране функциите на ЕДС



Фиг. 8. 1 ABS електронен блок с EDL/TCS/ESP

се използват вече наличните компоненти на АБС. В хидроагрегата се поставя допълнително блок на клапаните за ЕДС. Клапаните се наричат първи и втори. Първи клапан в покой и по време на работа на АБС е затворен. При работа на ЕДС, той е отворен, така, че налягането може да се подава към спирачните блокове /супорти/ на предните дискови спирачки. Втори клапан в покой и по време на работа на АБС е отворен. При работа на ЕДС е затворен, така че спирачната течност не може да се върне в казанчето. Ако

при работа на ЕДС бъде натиснат педала на спирачката, то авто регулатора веднага превключва в режим на работа на АБС. Необходимият за тази цел сигнал се подава от манометричен изключвател. Старият авторегулатор /електронен блок за управление/ се заменя с нов, който има разширено програмно обезпечение, предвидено за обслужване на АБС и ЕДС. В съответствие на нововъведението се видоизменя и снопът електропроводници. Видоизменя се и съединителя за подключване на електромагнитните клапани на АБС-а. Добавя се съединител за подключване на блок клапани за ЕДС.

8.3.1. Работа на АБС с ЕДС в режим блокировка на диференциала.

Буксуването на едно от предните двигателни колела се разпознава от момента на възникването му по сигнал от колесния сензор. Електрониката отваря главния клапан и втория клапан на ЕДС, като едновременно затваря първия. Спирачната течност преминавайки през редукиционен клапан в главния спирачен цилиндър, намалява налягането си до 60-70 атм. В резултат на управлението на двойката електромагнитни хидроклапани на АБС, обслужващи спирачния контур на буксуващото колело се създава спирачно усилие, което сумирано с възможно предаваемото на него спирачно усилие е равно на спирачното усилие, реализиращо се на страната с по- високо сцепление с пътя. Антиблокиращата спирачна система се състои от три основни елементи: електронния блок за управление, хидравличния блок и сензори за скоростта на колелата. АБС е в работно състояние след запалване на колата и постигане на определена скорост. В основата на сензори на колелата е принципа на

електромагнитната индукция. Когато колелата се въртят, зъби преминават покрай бобината и предизвикват електрически сигнал, чиято честота е пропорционална на ъгловата скорост на колелото и броя на зъбите на ротора. При спиране, веднага след като сензорът отчете, че колелото започва да блокира, електронен блок, който обработва сигнали от всички датчици, дава сигнал на електромагнитен клапан за контрол на хидравличен блок. Хидравличният блок се монтира в спирачния тръбопровод след главния спирачен цилиндър и неговите клапани за контрол на налягане на течностите в спирачните вериги.

8.3.2. Ремонт на антиблокиращата система (ABS).

Антиблокиращата система (ABS) се управлява от микрокомпютър (самостоятелно обособен електронен блок – electronic control unit (ECU)), който получава сигнали за въртенето на колелата от монтираните в тях датчици. Микрокомпютърът обработва получената информация и чрез електромагнитни клапани управлява налягането на спирачната течност (флуид) към колелата. Автомобилите с ABS имат на арматурното табло индикатор, указващ действието на системата. При подаване на контакт индикаторът светва и угасва няколко секунди след потеглянето (5-7 км/ч). Индикаторът светва при задействане на системата – т.е. при аварийно спиране. ABS включва в себе си и набор от функции за самодиагностика през определен период (секунди). Ако по време на движение индикаторът светне, без да е натиснат педала на спирачката, това означава, че при самодиагностиката е открит отказ в системата и задачата на индикатора в този случай е да предупреди за това водача. В такива случаи автомобилът ще може да спира, но без действието на антиблокиращата система. При автомобилите с ABS в случай на аварийно спиране спирачният педал се натиска винаги с всички сила заедно с педала на съединителя. ABS само оптимизира процеса на спиране, осигурявайки максимална ефективност на спирачките. Но системата не може да намали спирачния път под един физически праг, зависещ в много голяма степен от скоростта на автомобила и коефициента на сцепление между гумите и пътя. Дължината на спирачния път се определя главно от състоянието и вида на пътната настилка.

Четири са основните компоненти на ABS системата: Сензори за скорост; Помпа; Вентили; Регулатор.

Сензори за скорост. Антиблокиращата спирачна система ABS се нуждае от някакъв начин, чрез който да разбере, когато колелото е на път да блокира. Сензорите за скорост, които се намират в колелата, а в някои случаи в диференциала, предоставят тази информация.

Вентили. Има един клапан в спирачния тръбопровод на всяка спирачка, контролирана от **ABS**. На някои системи на вентила има три позиции: В първа позиция клапанът е отворен; натискът от страна на главния цилиндър минава точно през спирачката. Във втора позиция, клапанът блокира линията, изолирайки спирачката от главния цилиндър. Това не позволява на натиска да нарастне допълнително, ако водачът допълнително натисне педала на спирачката. В трета позиция, вентилът изпуска част от налягането.

Помпа. Тъй като клапанът е в състояние да освободи натиска от спирачките, трябва да има някакъв начин да се върне това налягане обратно. Това е, което помпата прави и когато един клапан намалява налягането в една линия, помпата е там, за да го върне.

Регулатор. Регулаторът е управляващия блок в колата. Той следи сензо-

рите за скоростта и контролира клапаните.

ABS при работа. Има много различни варианти за работа на ABS системите. Регулаторът следи сензорите за скоростта по всяко време. Той търси намалявания на скоростта на колелото, които са извън обичайното. Точно преди колелото да блокира, ще има рязко намаляване на скоростта. Ако се остави, колелото ще спре много по-бързо, от който и автомобил. На една кола може да й отнеме 5 секунди да спре от 100 км/ч при идеални условия, но на колело, което блокира, може да му отнеме по-малко от една секунда, за да спре да се върти. Регулаторът на ABS знае, че такова бързо намаляване на скоростта е невъзможно, така че намалява натиска за тази спирачка, докато не отчете ускорение и тогава увеличава натиска, докато не отчете забавяне отново. Той може да направи това много бързо, преди гумата да може действително да промени значително скоростта. Резултатът е, че гумата забавя със същата скорост като колата, като спирачките държат гумите в непосредствена близост до точката, в която те ще започнат да блокират. Това дава на системата максимална спирачна ефективност. Когато ABS системата е в експлоатация има пулсирания в спирачния педал, което идва от бързото отваряне и затваряне на клапаните. Някои ABS системи може да повторят този цикъл до 15 пъти в секунда.

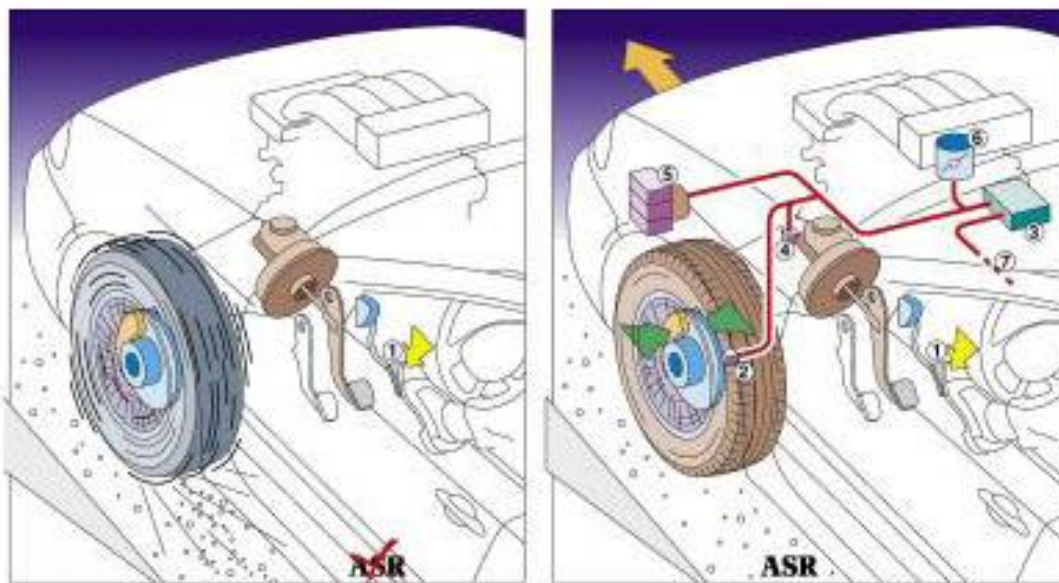
При ремонт на ABS е важно да се знае следното: 1. Преди сваляне на акумулатора и извършване на заваръчни работи по автомобила, задължително трябва да се извади съединителя от EBU към ABS; 2. При бояджийски работи EBU не трябва да се подлага на въздействието на температура 85 градуса по Целзий повече от 2 часа; 3. Преди всякаква работа със спирачната система трябва да се намали налягането в акумулатора за налягане, помпайки не по-малко от 20 пъти педала на спирачката при изключено запалване, иначе в системата се запазва налягане около 180 атмосфери; 4. Внимателно да се включва запалването при разхерметизирана спирачна система, защото в този случай работи електропомпата. В сервизните центрове има устройство, позволяващо да се снесе информация от системата за самодиагностика. Обезвъздушаването на спирачната система има своите особености. И така върху щуцера за обезвъздушаване се "нахлузва" прозрачен маркуч и неговия край се потапя в съд със спирачна течност. Натиска се педала на спирачката, охлажда се щуцера и се включва запалването. При това започва да работи помпата на ABS, която обезвъздушава системата. Когато в съда престанат да излизат мехурчета, педала на спирачката се отпуска, завива се щуцера за обезвъздушаване и се изключва запалването.

8.4. Система за контрол на теглителната сила /ASR, TCS/.

8.4.1. Общи понятия

Някои от най-големите постижения в автомобилната индустрия в последните 10 години са предимно в областта на безопасността. В допълнение към електронно-базирани услуги, последните постижения в спирачната технология са довели до по-кратък спирачен път и по-голям контрол по време на шофиране в неблагоприятни условия. Контрола на сцеплението е поредното развитие за безопасността, което е постигнато при автомобилите по време на този период. Една популярна функция на много превозни средства е тракшън контрола, който подобрява контакта на автомобила с пътя. Думата Traction се отнася най-общо за способността на вашия автомобил да има по-добро сцепление между превозното средство (по-специално, вашите гуми) и асфалта. И

все пак има различни видове сцепление. Например, съществува един вид сцепление, когато е натисната спирачката, друг, когато колата се ускорява и още един, когато се завива. Traction control се занимава специално с загубата на триене по време на ускорение. С други думи, когато колата си ускорява от спряло положение, или ускорява, при изпреварване на друг автомобил, Traction control работи, за да се гарантира максимален контакт между пътната повърхност и гумите, дори и при далеч от идеалните условия на пътя. Например, мокра или заледена пътна настилка значително ще намали триенето (сцепление) между гумите и настилка. И тъй като гумите са единствената част от колата, която всъщност докосва земята, всяка загуба на триене може да има сериозни последствия.

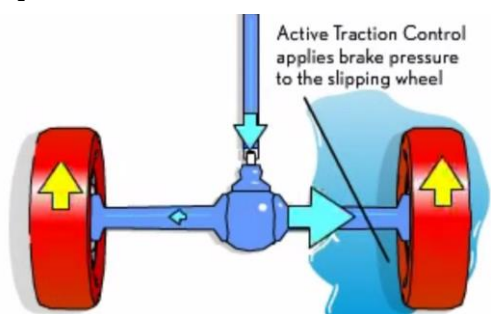


Фиг.8.2 Автомобил без тракшън контрол и с тракшън контрол

Системата за Traction control е част от поредица от три разработки спирачни технологии, която започва да се появява в превозните средства в средата на осемдесетте години. В хронологичен ред, тези разработки са: антиблокираща спирачна система, известен още като ABS (1978), тракшън контрол (1985), както и за контрол на стабилността (1995 г.).

8.4.2. Traction control /TCS/ - принцип на работа.

Traction control работи по противоположен начин от ABS - справяне с ускорение, а не с намаляване на скоростта. ABS работи чрез наблюдение на



Фиг.8.3. Подаване на по - голям въртящ момент на неприплъзналото колелото.

приплъзването на колелата при спирание и непрекъснато коригиране на спирачното налягане, за да се гарантира максимален контакт между гумите и пътя. ABS и тракшън контрол функционират по подобен начин. В действителност, ABS контролният блок е основният "градивен елемент" за Traction control и контрола на стабилността. Чрез добавяне на модули и сензори, системата може да се разшири,

за да включи тези нови технологии.

В случай на контрол на сцеплението, основната система - както и други компоненти в превозното средство - изискват някои промени. Да започнем с

това, стария тип жило на педала на газта обикновено се заменя с електронна връзка. Сензор превръща позицията на педала на газта в електрически сигнал, като устройството за управление (подобен на този, използван в ABS) се използва за генериране на контрол на напрежението. Стандартният ABS хидравличен модулатор се разширява и включва компонент за Traction control.

Всички тези части работят заедно, за да активирате системата за тракшън контрол. Да речем, че сте на светофар на мокра настилка. Светлината става зелена и натиснете твърде здраво педала на газта. Налице е хлъзгав асфалт под гумите и колелата започват да се въртят. Системата за Traction control мигновено усеща, че колелата са започнали да се приплъзват. В рамките на една малка част от секундата, тази информация се подава обратно към блока за управление, който настройва входния дросел и прилага спирачно усилие да се забавят с колелата. По този начин колелата са възпрепятствани от превъртане и колата поддържа максимално сцепление.

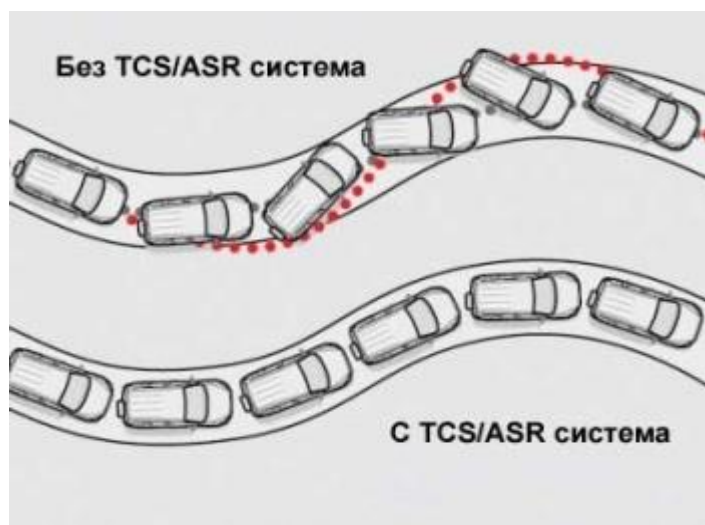


Фиг.8.4 Сравнение на въртящия момент подаван на гумите без тракшън контрол и с TCS.

Системата за контрол на теглителната сила е позната със съкращението **TCS** или **ASR** (Traction Control System/Anti-Slip Regulation). Основната функция на системата е да предотвратява загубата на сцепление на двигателните колела с пътя, когато водачът „подава“ по-голям въртящ момент, отколкото позволява пътната настилка. В повечето автомобили, Traction control системата използва електрохидравличното спирачно устройство и датчиците за скорост на въртене на колелетата, ползвани от ABS. Тя разпределя въртящия момент на двигателните колела, по няколко начина: потиска подаването на искра към един или повече цилиндри; намалява подаването на гориво към един или повече цилиндри; управлява спирачните системи на всяко колело.

Буксуването на задвижващите колела при подаване на газ на хлъзгава настилка е също толкова опасно, колкото и блокирането им при спиране. Нежеланият ефект се състои в рязкото намаляване на страничното сцепление на гумите с пътя, при което и най-малката странична сила може да доведе до неконтролирано приплъзване встрани. Това явление често се случва при рязко подаване на газ в завой или при изпреварване и може да застраши сериозно стабилността на автомобила (фиг.8.5). Първата реакция при такива обстоятелства е отнемане на газта, но ако скоростта е висока, пробуксуването на колелата може да не се усети от водача. Системата **TCS** ползва сигналите постъпващи от датчиците на ABS. В електронния блок на системата се сравняват сигналите от въртенето на двигателните колела и тези на недвигателните, както и между лявото и дясното двигателно колело. При установяване на разлика в оборотите (признак, че двигателните колела буксуват), електронното устройство подава сигнал към управляващия блок на двигателя, който от

своя страна намалява подаването на гориво към цилиндрите (отнема газта без участието на водача). Ако пробуксува само едно от двигателните колела, устройството подава спирачен сигнал (налягане) към спирачния му механизъм, за да го спре. Системата за контрол на теглителната сила е особено полезна при потегляне от хлъзгави настилки. Тя намира широко разпространение в спортните автомобили, където осигурява максимално сцепление при рязко ускорение. Макар електронните системи за стабилност да са безспорен помощник на водача, не се предверявайте прекалено много на тях, защото това често води до катастрофални



Фиг.8.5 Траектория на автомобила без TCS и с TCS.

последствия. Не забравяйте, че те си имат граници на ефективност и също се подчиняват на общовалидните физични закони!

Автомобилите, снабдени с TCS, имат специална контролна лампа на арматурното табло. Най-важното действие на тракшън контролът е да не позволи на колата да се „приплъзне“. Оттам произлиза името на системата, защото на английски „тракшън“ е „сцепление“. Тракшън контролът следи за правилното разпределение на мощността между двигателните колела и по този начин понижава вероятността да се загуби сцепление и да се стигне до хлъзгане. Тракшън контролът варира в разновидностите си, но като цяло може ограничава подадената газ от шофьора и така да се предотврати рязкото ускорение на гумите. Другият вариант е да се подаде мощност към друго колело, ако това гарантира запазване на стабилността на колата. ABS системата също може да се използва, за да се осигури спирачно усилие и да се понижи хлъзгането. Тракшън контролът винаги е активен и следи за поведението на автомобила на пътя. Когато се включва поради проблем, на контролното табло пред водача на МПС се активира светлинен сигнал. Шофьорът в никакъв случай не усеща, че контролът на возилото вече не е в неговите ръце, защото всичко става много бързо. Има случаи, когато тракшън контролът трябва да се изключва, основно, ако се налага да изкарате автомобилът от кал, сняг или лед. При тези условия той ще е активен непрекъснато и само ще пречи.

9. Електронни системи за управление на шасито.

При избора на съвременен автомобил всеки се е сблъсквал с множеството съкращения рекламиращи всякакви видове системи, с които е натъпкан автомобилът. Някой от тях са свързани с безопасността по време на шофиране, други с комфорта, а трети просто са създадени за да задоволят прищевките на малка част от разглезените клиенти. ESP или електронната стабилизираща система е предназначена да следи и да поддържа устойчивостта и управляемостта на автомобила в критични ситуации и включва в себе си повечето електронни системи за управление на шасито. Системата се грижи автомобила да запази зададената от шофьора траектория по време на различни режими на движение – ускорение, спиране, движение по права линия или в завои или по инерция. В зависимост от производителя и региона има няколко разновидности (основно в названието):

ESP (Electronic Stability Programme) – за повечето автомобили произведени за Европа и Америка;

ESC (Electronic Stability Control) – в моделите на Honda, Kia, Hyundai;

DSC (Dynamic Stability Control) – в моделите на BMW, Jaguar, Rover;

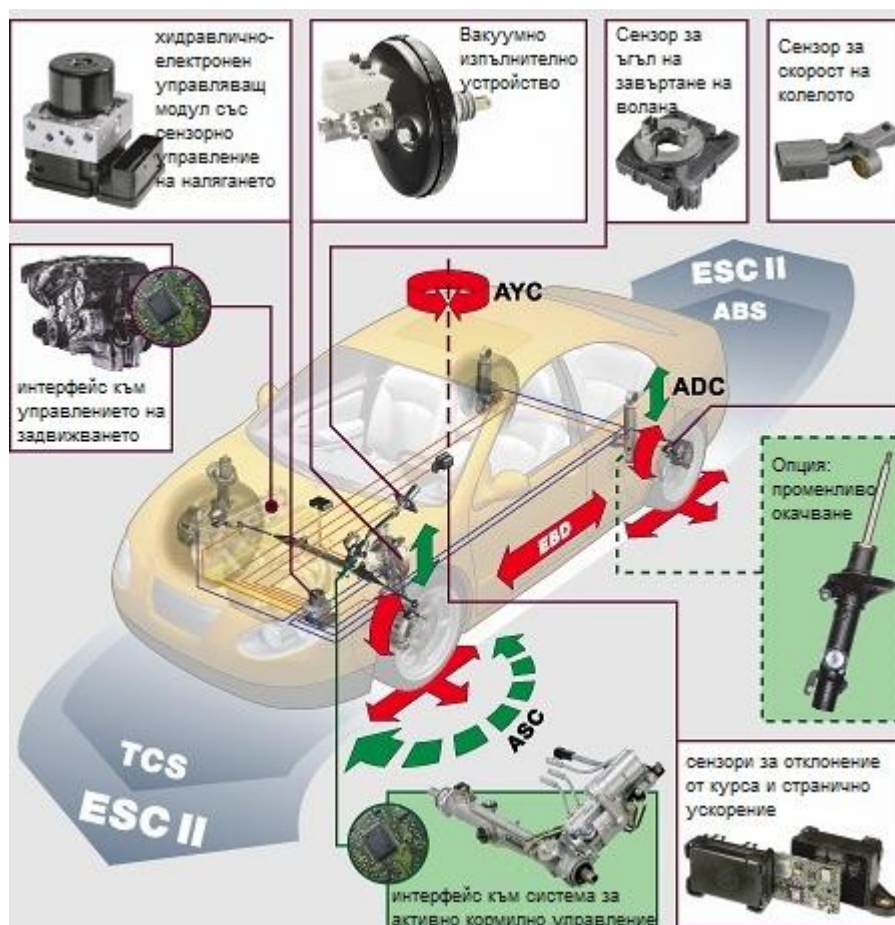
DTSC (Dynamic Stability Traction Control) – в моделите на Volvo;

VSA (Vehicle Stability Assist) – в моделите на Honda, Acura;

VSC (Vehicle Stability Control) – в моделите на Toyota;

VDC (Vehicle Dynamic Control) – в моделите на Infiniti, Nissan, Subaru;

VDIM (Vehicle Dynamics Integrated Management) – в моделите на Toyota.



Фиг. 9.1 Функции и компоненти на електронните системи за управление на шасито.

ESP е система за активна безопасност от високо ниво и включва в себе

си следните системи: антиблокираща система ABS; система за разпределение на спирачното усилие EBD; електронна блокировка на диференциала EDS; система против боксуване ASR.

В устройството на системата пряко влизат: датчици; блок за управление на системата; хидравличен блок. Датчиците фиксират и предават информацията в блока за управление. Системата динамично оценява ситуацията на база данни от действията на шофьора и параметрите от движението на автомобила и датчиците и предприема различни видове действия по стабилизация на автомобила (ако е нужно) посредством хидравличния блок и изпълните устройства на останалите системи (ABS, EBD, EDS и ASR). Блока за управление на ESP също така взаимодейства и със системите за управление на двигателя и блока за управление на автоматичната скоростна кутия. Стабилизацията на движението на автомобила с помощта на ESP се постига чрез няколко способа: предаване на регулирано спирачно усилие към определени колела; изменение на въртящият момент на двигателя; изменение ъгъла на завъртане на предните колела (при наличие на система за активно управление на посоката); изменение на работните характеристики на амортизаторите (при наличието на динамично адаптивно окачване).

Подаването на регулирано спирачно усилие към точно определено колело може да бъде в посока към увеличаване, задържане или намаляване на налягането в спирачната система и се извършва посредством системи ABS, EBD и ASR. Изменението на въртящия момент на двигателя се осъществява от блока за управление на двигателя и става чрез регулиране на впръскването на гориво и регулиране на подаваните електрически импулси за запалване. Също така промяна на въртящия момент може да настъпи и чрез преразпределението му между предната и задната ос, при наличие на задвижване 4x4.

Към електронна стабилизираща система ESP могат да се добавят програмно и следните допълнителни функции: управление на хидравличен усилвател към спирачките; система за предотвратяване на преобръщане; система за предотвратяване на сблъсък; система за стабилизация при буксир; система за повишаване на ефективността на спирачките при нагряване; система за отстраняване на влагата от спирачните дискове и др.

Системата за предотвратяване на преобръщане ROP (Roll Over Prevention) стабилизира автомобила при опасност от такова посредством намаляване на страничното ускорение чрез спирачната система и намаляване на въртящия момент на двигателя. Интегрирането на **системата за предотвратяване на сблъсък Braking Guard** е възможна само при наличието на система за адаптивен круиз-контрол ACC (Adaptive Cruise Control). Предотвратяването на сблъсък чрез тази система се постига с автоматичното подаване на звукови и визуални сигнали и при автоматично спиране при по-критични ситуации. **Системата за стабилизация при буксир** просто стабилизира автомобила с цел да се задържи в устойчиво положение при тегленето на принципно устройство. **Системата за повишаване на спирачното усилие при нагряване FBS (Fading Brake Support или Over Boost)** предотвратява недостатъчното сцепление на нагретите спирачни дискове, чрез увеличение на налягането в спирачната система. **Системата за отстраняване на влагата** се активира при скорост по-висока от 50 км/ч и при включване на чистачките. В този режим в спирачките за кратък момент се подава налягане и от триенето

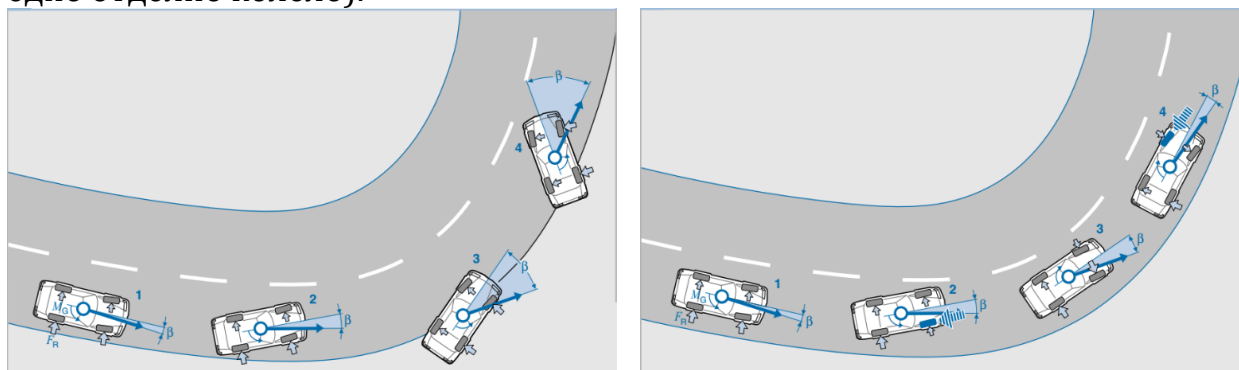
и повишаването на температурата водата се изпарява.

9.1. Устройство и функции на ESP.

ESP е съкращение за Електронна стабилизираща програма. Системата е предназначена да подпомага шофьора в екстремни пътни ситуации, т.е. ако диво животно внезапно пресече пътя на автомобила и също да компенсира пресилената реакция на шофьора и да предпази автомобилът от загуба на устойчивост.

Въпреки големите си възможности ESP системата не може да преодолее физичните закони, поради което е необходимо разумно управление на автомобила, съобразено с пътните условия и обстановка.

По време на спокойно движение електронната стабилизираща програма провежда непрекъснат контрол за управлението на автомобила. Системата подлага на сравнителен анализ желаното от водача направление на движение (измервайки ъгъла на посоката на движение) спрямо действителното направление на придвижване (измервайки страничното ускорение, поведението на автомобила спрямо собствената му ос и самостоятелната скорост на всяко едно отделно колело).



Фиг. 9.2 Странична динамична реакция на лек автомобил без и с ESP.

1. Шофьорът управлява, натрупване на странична сила; 2. Начална нестабилност, защото ъгълът на страничното приплъзване е твърде голям (интервенция на ESP в дясната предна част); 3. Недозавиване, водачът губи контрол на превозното средство (при ESP автомобилът остава под контрол); 4. Превозното средство става неконтролируемо (Настъпваща нестабилност, намеса на ESP при лява предна част, пълно стабилизиране). M_G - Момент на отклонение; F_R - Сили на колелата; β - Отклонение на надлъжната ос на превозното средство от посоката на движение (ъгъл на странично приплъзване);  увеличаване на спирачната сила.

Електронната стабилизираща програма се активира само при установяване на загуба на управление на превозното средство, т.е. когато направлението на движение не кореспондира на подаваното от водача направление на кормилната уредба. Това може да се случи при занасяне в резултат на мимолетно непредвидено отклонение, загуба на управление при не добре съобразено навлизане в завой или върху хлъзгава пътна повърхност, както и при попадане на т.н. водна възглавница. Системата установява посоката на занасяне, след което активира спирачната система на колелата (заедно или отделно) асиметрично на внезапното отклонение с оглед на необходимостта от предизвикване на въртене около вертикалната ос на автомобила в противопоставяне на занасянето и възстановяване на първоначалната линия на движение, подавана от командната система на водача. В допълнение програмата може да задейства автоматичен спад на мощността на двигателя или автоматично сваляне на по – ниска предавка, като и двата метода са проектирани, разбира се, с цел намаляване на скоростта при възникване на критична ситу-

ация.

Електронната стабилизираща програма функционира както върху суха повърхност, така и на замръзнал път. Тя се задейства и коригира отклоненията в посоката далеч по-бързо и ефективно отколкото човешката реакция, често преди възникване на усещане за загуба на управлението у водача. Всъщност предимствата на стабилизиращата програма водят до развиване на самоувереност относно уменията на управление на автомобила. Поради това опасение обикновено програмата предупреждава за достигане на техническите ограничения на устойчивия контрол на направляване, което от своя страна следва да се приема като предупреждение за риск от загуба на управление. Предупредителен индикатор е светлинният сигнал, който се активира върху контролното табло или задействане на звуков тон. Някои от стабилизиращите системи са програмирани на по – висока чувствителност, респективно действат се превантивно при прогнозиране на по – ниски рискови условия.

В действителност всички автомобилни производители настояват за коректност при дефинирането на електронната стабилизираща система, а именно, че нейното предназначение е не подобряване качеството на управление на автомобила или заместване на безопасните практики на шофирането, а технология за безопасност на движението, подпомагаща водача да се справи при попадане в опасни ситуации! ESP не подобрява взаимодействието с пътя, следователно не гарантира стабилност при по – висока скорост в завоите (въпреки че осигурява стабилен контрол над управлението при завиване). Най – общо, системата функционира в рамките на характерните лимити за направляване на автомобила с оглед на възможностите за сцепление между гумите и пътя. В този смисъл несъобразена маневра може да превиши тези лимити, водейки до загуба на управлението. Попадането във водна възглавница може да доведе до невъзможност на коригиране на отклонението чрез активиране на спирачната система на едно от колелата, поради липса на контакт на същото колело с повърхността на пътя. Поради рисковете за неефективно задействане на ESP, някои автомобилни производители като Toyota разработват усъвършенстван модел на системата, който предотвратява самото попадане в опасни ситуации, а не само подпомагане на водача при вече настъпил риск.

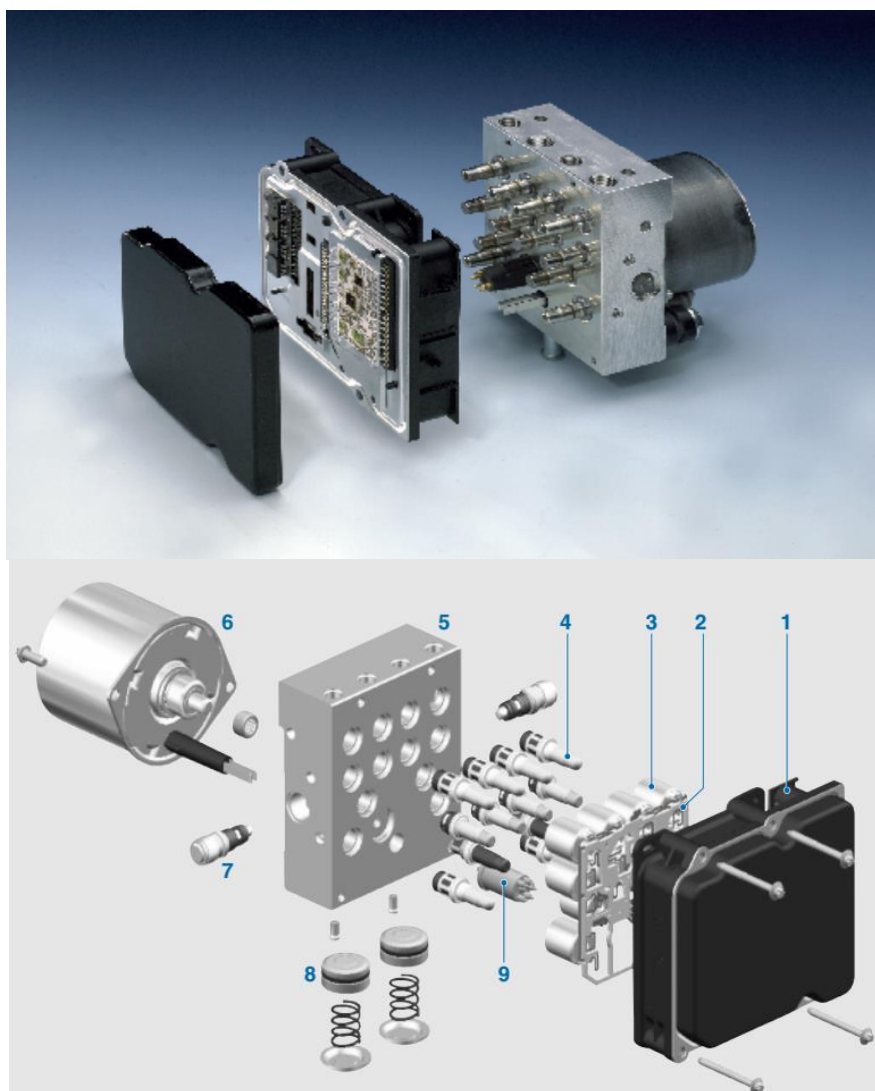
За да се изясни напълно същността на електронната стабилизираща система (ESP или ESC) следва да се прецизира, че тя включва като свои интегрирани компоненти системите ABS (antilock braking system – антиблокиращата спирачна система) и TSC (traction control system – система контрол на сцеплението с пътя), към които се прибавят и предимствата на стабилизиращия контрол. Предотвратявайки блокирането на спирачната система при внезапна и интензивна употреба, ABS допринася за запазване стабилността на управление. Чрез TSC се предотвратява хлъзгането при ускоряване посредством осигуряване на максимално сцепление между гумите и пътя. Когато системите ABS и TSC работят симултанно по време на движение в надлъжна посока, ESC помага на водача да овладява страничните движения, които водят до занасяне на автомобила.

ESP е зависима от другите системи в автомобила. Тя е базирана на останалите системи против приплъзване на автомобила, като изпълнява функциите си въз основа на тези системи. Намалява напрежението на шофьора при

шофиране. Подобрява управляемостта на автомобила. Намалява риска от инциденти при прекомерни действия от страна на шофьора.

9.2. Компоненти на системата

Антиблокиращите спирачки позволяват на ESP да спира въртенето на отделни колела. Съвременните стабилизиращи системи включват освен ABS и

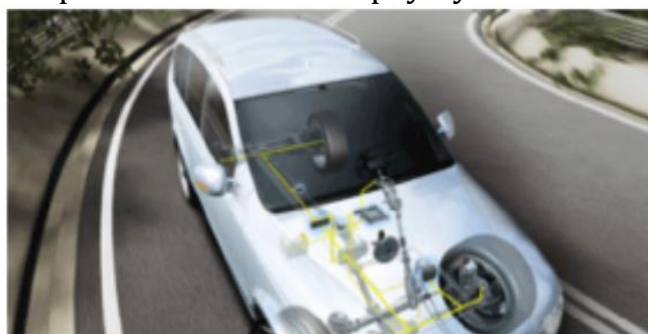


Фиг.9.3 Управляващ електро-хидравличен модулатор на системата ESP: 1 - Модул за електронно управление; 2- Основа на бобините; 3- група бобини/соленоиди; 4 - Електромагнитни клапани; 5 - Хидравличен блок; 6 – Постояннотоков двигател; 7 - Бутална помпа; 8 - Резервоар за ниско налягане; 9 - Сензор за налягане.

TSC, благодарение на което стабилизиращата програма може да въздейства върху плъзгащо или буксуващо колело при увеличаване на скоростта, както и да регулира мощността на двигателя до възстановяване контрола над управлението. При все това, ESP има различно предназначение от функциите на системите ABS и TSC. Стабилизиращата програма използва няколко сензора за определяне волята на водача (вътрешни датчици). Други сензори анализират и установяват действителното състояние на автомобила (външ-

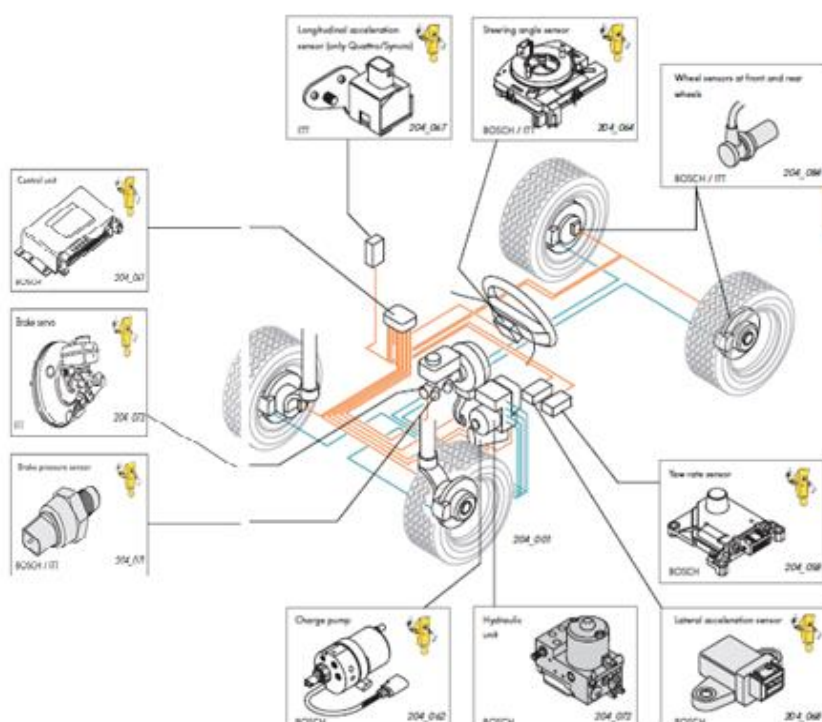
ни датчици). Така интелигентната система всъщност се състои от сензори, които взаимно си кореспондират. Контролният алгоритъм на програмиране сравнява данните, подавани отвън с тези отвътре и решава при необходимост дали да активира спирачната система за всяко отделно колело по отделно, да намали ли двигателната мощ или и двете в балансирано съотношение според динамиката на обстановката. Стабилизиращата система може да бъде обвързана и с други технологии на автомобилната електроника в зависимост от напредъка на развиващите се технически иновации на автомобилната индустрия. Всъщност ESP работи с помощта на сензори, които 25 пъти в секундата анализират взаимодействието между подаваните от водача команди на направляване на движението и реалното поведение на автомобила. Когато синх-

ронът между тези две групи показатели е нарушен, автомобилът се отклонява от желаната посока, стабилизиращата система се активира, като задейства спирачната система върху нужното колело.



Фиг.9.4 Компоненти на системата ESP и разположението им в автомобила.

ESP функционира съвместно със системата ABS, коригирайки асикрона и предотвратявайки предното или задно занасяне на автомобила. Технологи-ята се активира със запалването на двигателя. Някои производители проек-тират отделен контролер за деактивиране на системата TSC, което се оказва полезно в някои ситуации на шофиране върху нестабилна повърхност като например снежно натрупване, кал, тиня и пр. При всяко следващо запалване на двигателя системата се активира автоматично. Автомобилите след 2009 г. на Ford са оборудвани с деактиватор, който обаче не може напълно да изключи технологията. Тя се задейства самостоятелно при висока скорост и др. ус-ловия, програмирани от производителя.



Фиг. 9.5 Устройство на ABS, ESP, TCS.

Сензорите, из-ползвани от систе-мата ESP, функцио-нират непрекъсна-то през периода на движение на авто-мобила, което га-рантира възмож-ността от устано-вяване на отклоне-ния на най – ранен етап след възник-ване. Технологи-ята е устойчива на раз-лични външни влияния, както ат-мосферни (влага, дъжд, ниски тем-ператури), така и инфраструктурни (неравности, дуп-ки). Сензорите са

разпределени в четири главни групи:

Сензори за измерване ъгъла на направление на колелото – установява желаната от водача посока на направление. Този вид сензор е базиран най –

често на елементите на автоматизираната измервателна система AMR (automatic meter reading).

➤ Сензори за измерване ъгъла на окачването – анализира цялостното поведение на окачването, т.е. ъгъла на отклонение спрямо вертикалната ос на автомобила. Данните на сензора се обработват в съпоставка с подаваните данни от първия вид сензори с оглед определянето на необходимостта от активиране на коригираща електронна намеса.

➤ Сензори за измерване на страничното ускорение.

➤ Сензори за измерване скоростта на колелото – инсталират се към всяко колело на превозното средство. Възможно е технологията да е усъвършенствана с допълнителни датчици:

➤ Сензори за измерване на надлъжното ускорение – подобни са на тези за страничното ускорение, но се явяват допълнителен източник на информация за сцеплението на гумите с настилка на пътя, както и на показателите за скоростта и ускорението.

➤ Сензори за измерване на вертикалното равновесие – като дизайн са сходни със сензорите за измерване на окачването, но повишават надеждността на изчисленията и коригират грешките на данните от другите сензори при анализиране поведението на автомобила.

Системите ESP използват хидравлични регулатори, които осигуряват равномерно и точно функциониране на спирачната система спрямо всички или отделни колела. Подобна техника се използва и при ABS системата, която обаче намалява налягането при активност на спирачката. ESC се нуждае от увеличаване на налягането при някои ситуации, което се постига чрез вакуумен спирачен усилвател към хидравличната помпа. Сърцето на стабилизиращата система обаче е електронният контролен модул (Electronic control unit - ECU).

9.3. Системи за контрол на поведението на автомобила в екстремна ситуация.

Тези системи не са основният фактор, който може да ви спаси. Тези системи са там за да ви помогнат в екстремна ситуация, но те няма да свършат основата работа вместо вас. Всички сме попадали в ситуация в която колата ни подвежда, или възможностите и не са достатъчни за да се избегне произшествие. По долу ще бъдат описани накратко най-важните и най-често срещаните системи в един модерен автомобил.

9.3.1. TCS – Traction Control/ASR Anti-Slip Regulation

Тази система, има за цел, да предотврати буксуването на колелета, и да се постигне максимално добро ускорение и улеснено потегляне при лоши условия. Тази система няма за цел да ви държи стабилно на пътя. Новите варианти на Traction control, комбинирани с диференциал с ограничено приплъзване на колелетата (limited Slip differential) (Специален диференциал който постоянно подава въртящ момент на двете гуми, и преразпределя въртящият момент според сцеплението на гумите.) осигуряват контрол на въртящият момент до гумите и това как се разпределя между гумите, и ако сте с подходящи гуми, може да осигури безопасно потегляне и движение по заледеният път.

9.3.2. EDL (Electronic Differential Lock)

Помощна система на Traction control, която се включва и изключва ав-

томатично при необходимост. Диференциалът бива блокиран, и действа като ос и подава едновременно и по равно на двете колела въртящ момент

9.3.3. ABS (Anti-Lock Braking system)

Тази система има за цел да скъси спирачния път на автомобила, и да го задържи стабилен. При обикновените спирачки, рязкото настъпване на спирачката, води до блокиране на едно или повече колелета, което предизвиква:

1. Загуба на стабилност - ще извади автомобила от равновесие, тъй като някои от спиращите колелета имат сцепление, а други нямат.
2. Удължаване на спирачния път - колелетата са изгубили своето сцепление и спирачния път се удължава.
3. Загуба на управляемост - не можете да коригирате посоката на движение на автомобила (да завиете или изправите)

Наличието на тази система, позволява, всяко колело да се следи, дали има сцепление, и спирачното усилие, да се регулира с помощта на помощна система EBD – Electronic brake-force distribution която подава на всяка спирачка нужното усилие, което е преценено от водача, като решението се взема според скоростта, в каква посока и до колко е завъртян волана, и дали сигнала за спирачката идва от педала в купето или друга стабилизираща система - ABS или друга основна система ESP - electronic stability program. При наличието на ABS и EBD едновременно, всяко колело, получава това спирачно усилие, което е необходимо, хем колата да спира, хем колелото да не губи сцепление, което ще позволи на шофьора да коригира посоката, и колата ще остане стабилна.

9.3.4. Brake assist/Brake assist plus

Система която общо взето прилича на EBD с тази разлика че ако сте натиснали педала на спирачката, но за момента не можете да го задържите натиснат, а ситуацията изисква, системата ще се опита да направи, така че въпреки отпускането на спирачката (натиска върху педала е отслабнал) спирачното усилие остава оптимално. При напълно отпуснат педал на спирачката, системата решава че няма нужда от спирачка и позволява на спирачките да отпуснат колелото. Варианта „плюс“ реагира по-бързо, по-прецизно и отговаря за всяко колело поотделно. Системата може да се използва и от круиз контрола на колата за аварийно спиране, новите модели на Мерцедес Бенц могат сами да спрат безопасно ако е необходимо, благодарение на brake assist plus и Intelligent cruise control.

9.3.5. DBS - dry brakes system

Тази система, се задейства автоматично при дъжд, или локви, или преодоляване на водно препятствие. Действието на системата е просто. Леко притиска накладките към диска, колкото да оберат и изхвърлят водата, за да може и диска и накладките да са сухи, и в състояние за оптимална работа. При повторно мокрене, процедурата се повтаря. Като карате през порой или по сняг, системата автоматично избира оптимален интервал от време, през който да “изсушава” дисковете и накладките, автоматично без вие да знаете или да бъдете известяван.

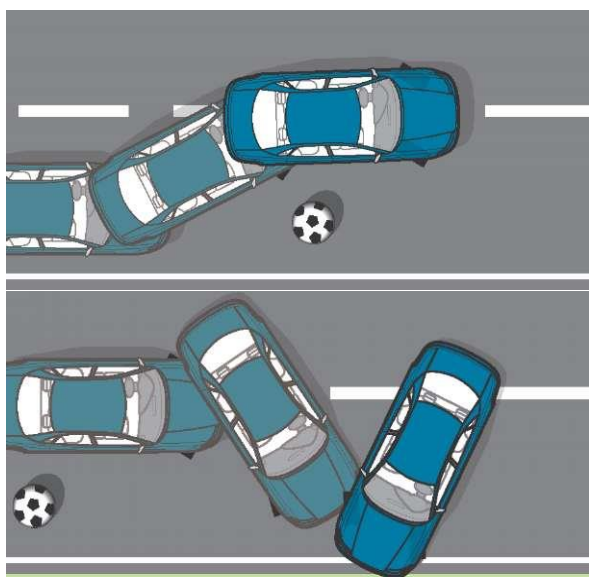
Тази система освен своите действия, може да извиква и някоя (една или повече) от по-горе споменатите системи, за да увеличи и подобри своята прецизност и ефективност. Общо взето всички други системи, описани по-горе, играят ролята на помощни системи на тази система. Различните производители на автомобили я наричат с различни имена, и са с различна степен на

бързина, прецизност и ефективност, но като цяло работят по един и същи начин, и на един и същи принцип. Тази технология има за цел да предпази автомобила от поднасяне или недозавиване, или друга загуба на контрол, при завой, ускорение, спиране както и да ви помогне в опитите ви да си върнете контрола над автомобила. Общо взето системата поема почти цялостен контрол върху автомобила – газ, спирачки и съобразявайки се с вашите команди към автомобила, се опитва с прилагане на спирачки на едно, или повече колелета, да накара автомобила да се подчини на вашата команда. Тази система и останалите системи, независимо от своята бързина, ефективност и прецизност, не могат да ви опазят, ако притискате колата прекалено много. Системата не може да се бори със законите на физиката, и ако прекалите с притискането на автомобила си, системата колкото и да се старее, ще се окаже недостатъчно ефективна, и може да има неприятни последици и дори фатален край!

Предимствата на електронната система могат да се обобщят най – общо в следния порядък: Спасява човешки животи; Намалява човешките наранявания и излишно загубеното време в резултат на пътнотранспортни произшествия; Спестява изгубено време по ремонт на автомобила; Предотвратява разходи за ремонти; Намалява значително застрахователните разходи; Увеличава стойността на автомобила при препродажба.

Критична ситуация може да възникне по два различни начина на поведение на автомобила:

1. Автомобилът е застрашен от недозавиване. Чрез подходящо активиране



Фиг. 9.6 Пътна ситуация без ESP

не на задните спирачки на колелото от вътрешната страна на завоя и въздействие върху системите за управление на двигателя и предавателната кутия, ESP системата предотвратява изхвърчането на автомобила от завоя.

2. Автомобилът е застрашен от свръхзавиване. Чрез подходящо активиране на предните спирачки на колелото от външната страна на завоя и въздействие върху системите за управление на двигателя и предавателната кутия, ESP системата предотвратява завъртането на автомобила.

ESP системата може да се противопостави на недозавиването и свръхзавиването на автомобила. За тази цел е необходима промяна в направлението на автомобила без директна въздействие върху волана.

Пример за пътна ситуация, в която попада автомобил без ESP система.

Автомобилът трябва да може да избягва препятствия, които внезапно се появяват на пътното платно. В първия момент шофьорът завива волана много бързо наляво и след това незабавно на дясно.

Автомобилът се отклонява докато продължава въртенето на волана и задната част на автомобила се занася. Шофьорът няма възможност да конт-

ролира настъпилото завъртане около вертикалната ос на автомобила.

Пример за пътна ситуация, в която попада автомобил с ESP система.

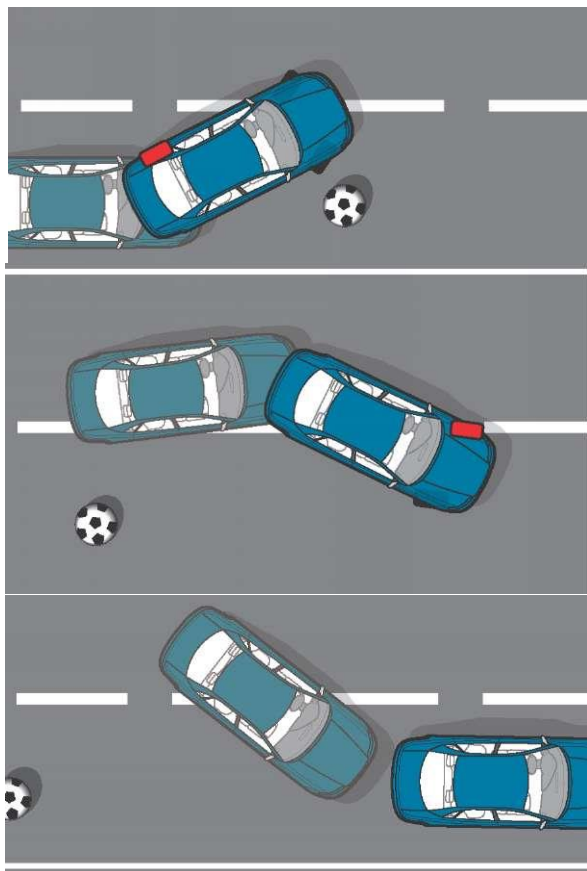
Автомобилът се опитва да избегне препятствието. От информацията получена от сензорите, ESP системата разбира, че автомобилът губи стабилност. Системата изчислява необходимите коригиращи действия, като спира задно

ляво колело.

Това повишава завиващото движение на автомобила. Страничната сила, действаща на предните колела се запазва.

Докато автомобилът се отклонява наляво водачът завива волана надясно. За да помогне за завиването на водача, системата спира предно дясно колело. Задните колела се въртят свободно за да осигурят оптимално увеличаване на страничните сили, действащи на задната ос.

Бързата смяна на пътните ленти може да предизвика търкаляне на автомобила около неговата вертикална ос. За да се избегне занасяне на задницата ESP системата спира предно ляво колело. В много критична ситуация колелото може да бъде спряно много бързо, за да се увеличи страничната сила на предната ос.



Фиг.9.7. Пътна ситуация с ESP

Нестабилното поведение на автомобила е коригирано и ESP системата предотвратява намесата си.

9.4. Устройство и функции на системата

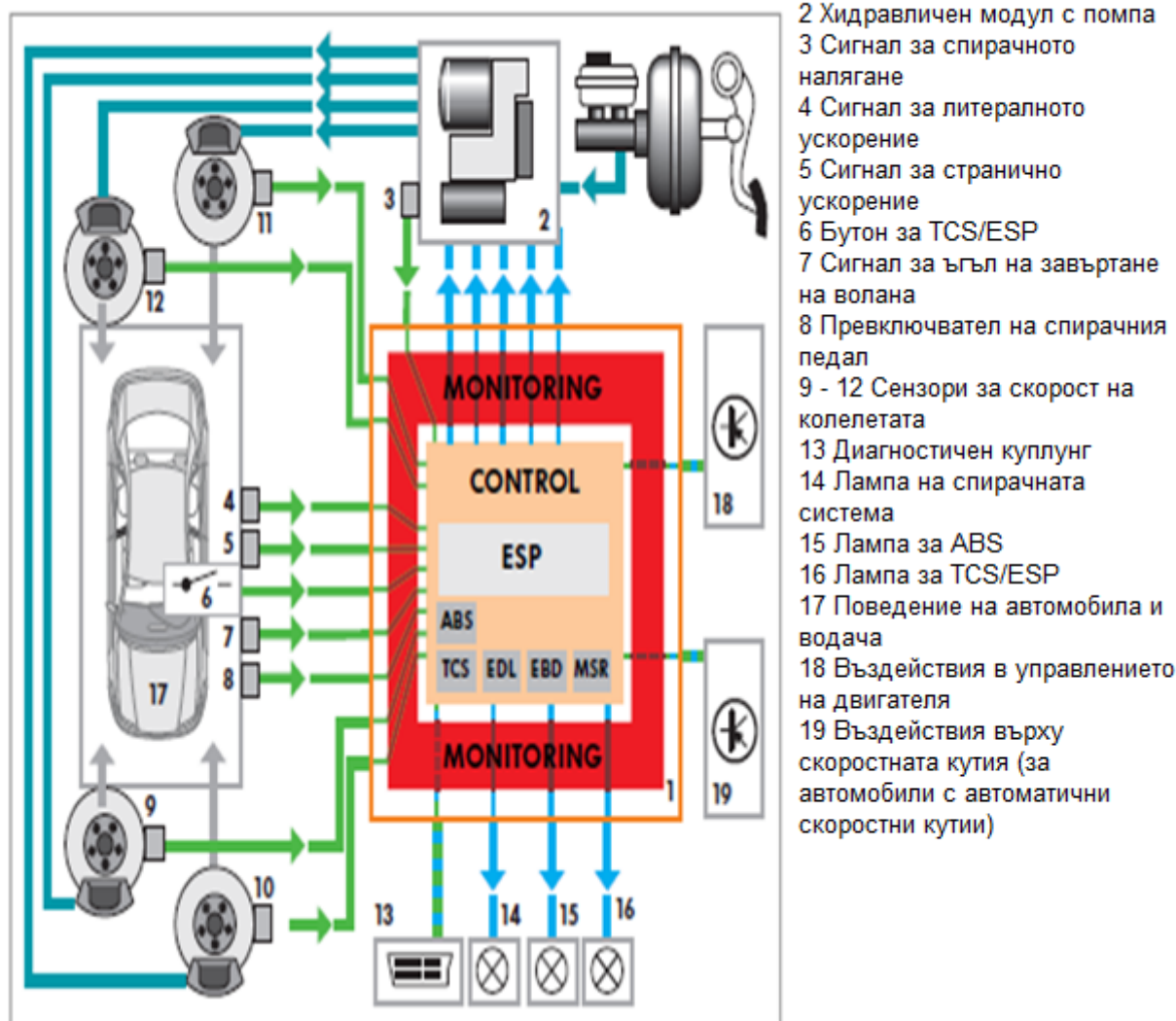
Сензорите за скорост на колелата осигуряват непрекъснат поток от информация за скоростта на всяко колело. Сензорът за ъгъла на завъртане на волана е единствения сензор, който предава информацията на електронния блок чрез КАН шина. Контролният блок изчислява желаното направление на волана и необходимите действия върху автомобила от два източника на информация.

Сензорът за странично ускорение подава сигнал към електронния блок когато автомобилът се движи настрани, а сензорът за завъртане на автомобила подава сигнал когато автомобилът започне да се занася. Въз основа на тази информация електронния блок определя актуалното състояние на автомобила.

Ако номиналната и актуалните стойности не съвпадат, ESP системата изпълнява калкулации за коригиращи действия на системата. ESP системата решава: кое колело да спре или ускори и с каква продължителност; дали да се намали въртящия момент на двигателя; дали да се активира електронния блок на автоматичната предавателна кутия. Системата самоконтролира пред-

приетите корективни действия чрез информацията получена от сензорите.

Цикъл на управлението



Фиг.9.8 Устройство и функции на системата ESP.

Ако корективните действия са успешни ESP системата ги прекратява и продължава да следи поведението на автомобила, а ако не са ги повтаря отново. Когато ESP системата изпълнява коригиращи действия започва да мига лампа на амбурното табло.

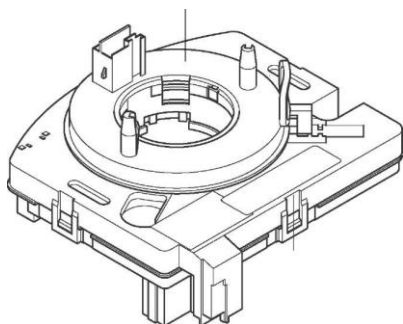
9.5. Основни компоненти и особености на самодиагностиката.

На самодиагностика са подложени електрическите и електронни елементи на ABS и EDS. Авторегулатора разпознава и записва в паметта си неизправности и аварии, възникнали по време на работа и в процеса на самата диагностика. Спорадично възникващи отклонения се записват в паметта с последващо разпадане на информацията, а всички останали - в постоянната памет. Дефекти в електромагнитните хидроклапани са приоритетни по отношение на спорадично възникващите отклонения. Дешифриране на кода за неизправностите от серията примигвания на контролната лампа се осъществява с помощта на дефекточетящия тестер. Контактът за неговото включване при диагностика се намира под декоративния капак в основата на лоста за управление на скоростите. Информацията на записаните в паметта неизправности автоматически се изтрива след пълното им отстраняване и първото превишаване на 30 км/ч от автомобила.

Системата е пригодена към самодиагностика чрез използване на специализирана диагностична апаратура.

9.5.1. Сензор за ъгъла на завиване на волана.

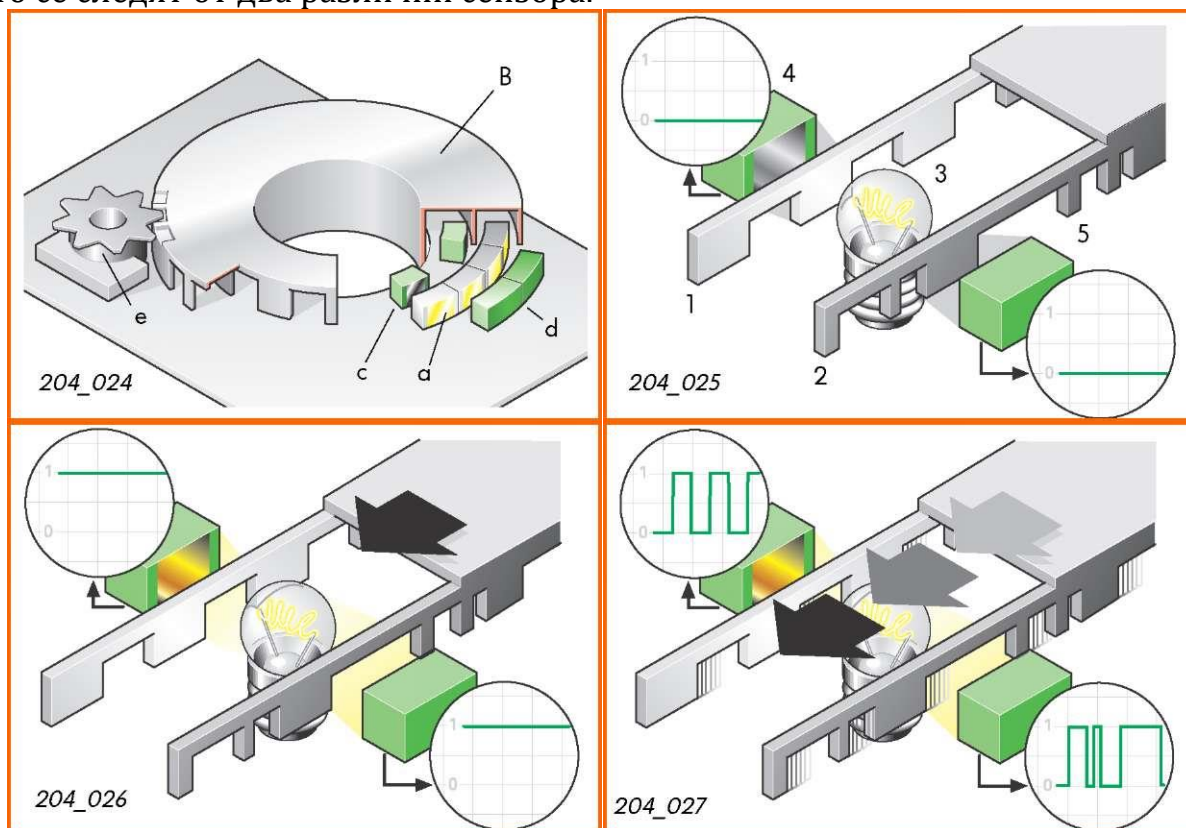
Подава информация за положението на волана посредством шина за бърз пренос на данни (CAN) към ABS електронния блок с EDL/TCS/ESP. Ъгъл от 720 градуса отговаря на четири пълни завъртания на волана. Ефекти при повреда - без информацията предоставена от сензор за ъгъла за завиване на волана ESP системата не може да определи желаното направление на движение на автомобила. ESP функцията не работи. След смяна на електронен блок или сензор е необходимо калибриране на нулевото положение на волана.



Фиг.9.9 Сензор за ъгъла за завиване на волана.

Ъгъла на завъртане на волана се измерва посредством принципа на преграждане на светлината. Основните компоненти са: източник на светлина – а; шифрован диск – в; оптичен сензор – с+д; брояч на въртене.

Шифрованият диск съдържа два пръстена-абсолютен и инкрементен, които се следят от два различни сензора.

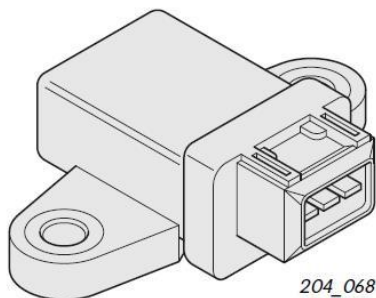


Фиг.9.10. Сензор за ъгъла за завиване на волана – устройство и действие.

Абсолютният(2) и инкрементният(1) диск имат отвори с различни шаблони, като източникът на светлина(3) е разположен между тях. От външната страна са разположени два оптични сензора(4+5).

Под въздействие на светлината попаднала през прорезите върху сензора се генерира сигнално напрежение. След като премине прорезът източникът на светлина се закрива и сигналното напрежение пада.

Движението на шаблонните отвори води до генериране на различни по честота напрежения. Инкрементният сензор получава еднакви по дължина сигнали поради еднаквата големина на шаблонните отвори, а абсолютният сензор получава различни по дължина сигнали поради различните интервали между шаблонните отвори.



Фиг. 9.11. Сензор за странично ускорение - външен вид.

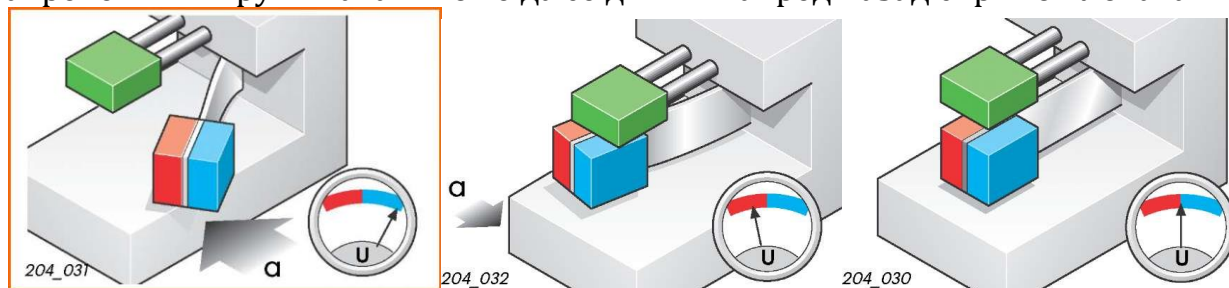
Чрез сравняване на двата сигнала системата може да изчисли движението на шаблонните отвори, респективно това на волана.

9.5.2. Сензор за странично ускорение.

Поради физически причини този сензор трябва да бъде разположен възможно в най-ниската точка в автомобила. Най често този сензор се разполага на пода на автомобила и определя дали и с колко се увеличават страничните сили, водещи до загуба на устойчивост.

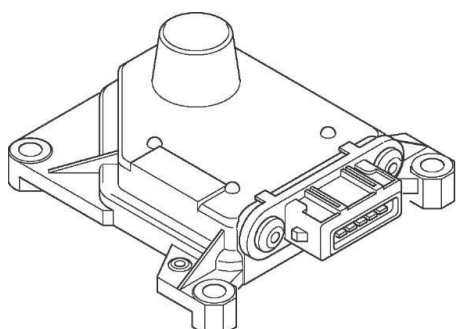
Ефекти при повреда: без информацията получена от сензора за странично ускорение не може да се определи действителното състояние на автомобила от електронният блок и ESP системата не функционира.

Устройство: Сензор за странично ускорение съдържа постоянен магнит(1), пружина(2), плоча(3) и Хол сензор(4). Постоянният магнит(1), пружината(2) и плочата(3) формират магнитна система. Магнитът е неподвижно закрепен към пружината и може да се движи напред назад спрямо плочата.



Фиг. 9.12 Сензор за странично ускорение – действие.

Действие: когато страничното ускорение въздейства на автомобила, постоянния магнит следва това движение, което генерира вихрови токове в плочата. Тези вихрови токове въздействат противоположно на магнитната сила от постоянния магнит, което води до нейното намаляване. Това е причина за промяна на напрежението на Хол сензора, пропорционално на страничното ускорение.



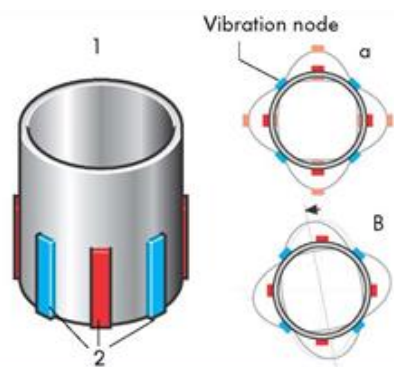
Фиг. 9.13. Сензор за странично завъртане

Това означава, че при голямо движение между плочата и магнита ще възникне слаба магнитна сила и напрежението на Хол сензора ще се промени. Напрежението на Хол сензора остава постоянно когато няма наличие

на странично ускорение.

9.5.3. Сензор за странично завъртане

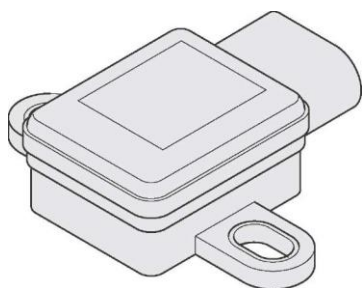
Този сензор работи на жирокопичен принцип и също трябва да бъде разположен възможно в най-ниската точка в автомобила.



Фиг. 9.14. Работа на сензор за странично завъртане.

пиезо-електрични елементи(2). Четири от тези елемента предизвикват резонансна вибрация (а) в кухия цилиндър. Другите четири елемента следят дали се променят вибриращите възли. Това показва какво точно се случва когато въздейства въртящ момент върху кухия цилиндър. Изместването на вибриращите възли (в) се измерва с пиезо елементи, подаващи сигнали към електронният блок, който изчислява завъртането на автомобила. С течение на времето този сензор се замества с комбиниран сензор за ускорение и завъртане на автомобила, който работи на различен принцип.

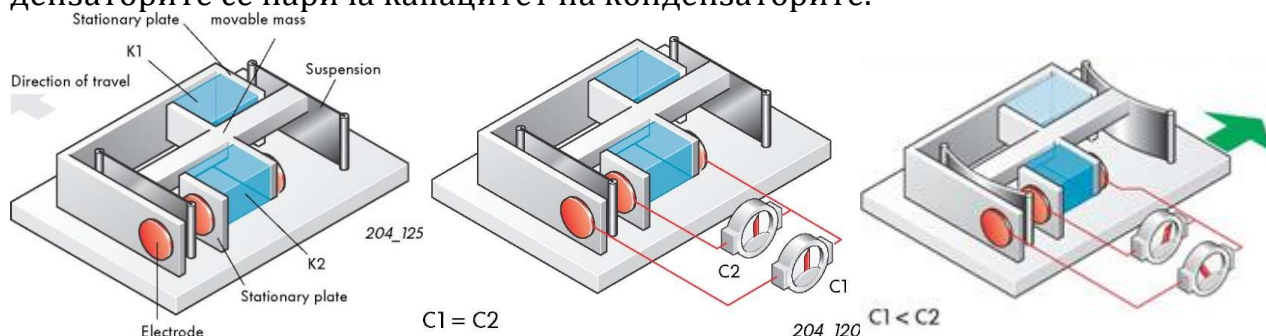
9.5.4. Комбиниран сензор за странично ускорение и завъртане.



Фиг.9.15. Комбиниран сензор за странично ускорение и завъртане

Предимства: Малки размери; Точно позициониране на двата сензора; Здрава конструкция.

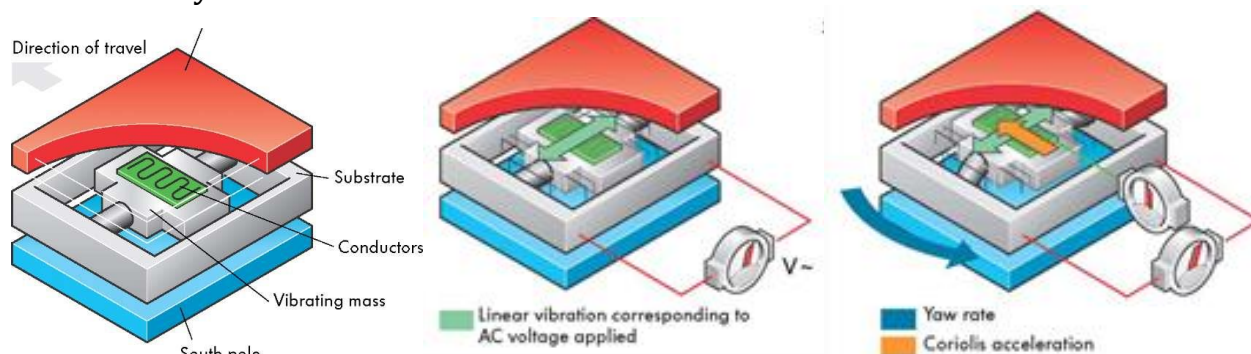
Компонентите са монтирани на платка и работят на микромеханичен принцип. Страничното ускорение се измерва на капацитивен принцип. Страничното завъртане се определя с измерване на Кориолисовото ускорение, което възниква. Устройство на сензора за странично ускорение: Сензорът за странично ускорение представлява капацитивна пластина с движеща се маса, която може да се движи напред-назад. Две допълнителни неподвижни капацитивни пластини ограждат подвижната такава, като по този начин се формират два кондензатора(K1,K2). Количеството електричество, което могат да погълнат кондензаторите се нарича капацитет на кондензаторите.



Фиг.9.16. Устройство на сензора за странично ускорение

Действие: Когато на автомобила не действа странична сила капацитетите (C1, C2) на двата кондензатора са еднакви. При въздействие на странично ускорение подвижната пластина се премества в противоположна му посока., при което се променят капацитетите на кондензаторите. Кондензатор(K1) се

увеличава, а капацитетът $C1$ намалява. Кондензатор($K2$) намалява, а капацитетът $C2$ се увеличава.

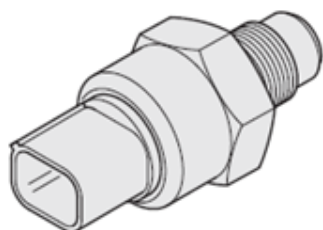


Фиг.9.17. Устройство на сензора за завъртане.

Устройство на сензора за завъртане: Сензорът за завъртане представлява вибрираща маса окачена на основа в постоянен магнит, разположена между северния и южния полюс. При въздействие на ъглово ускорение вибриращата се маса се колебае напред – назад под въздействие на Кориолисовата ускорение. При наличие на магнитна среда това води до промяна на параметрите в проводника. С измерването на тази промяна се определя силата и направлението на Кориолисовото ускорение. Пресмятащата електроника изчислява страничното завъртане на базата на тази информация.

9.5.5. Сензор за спирачно налягане

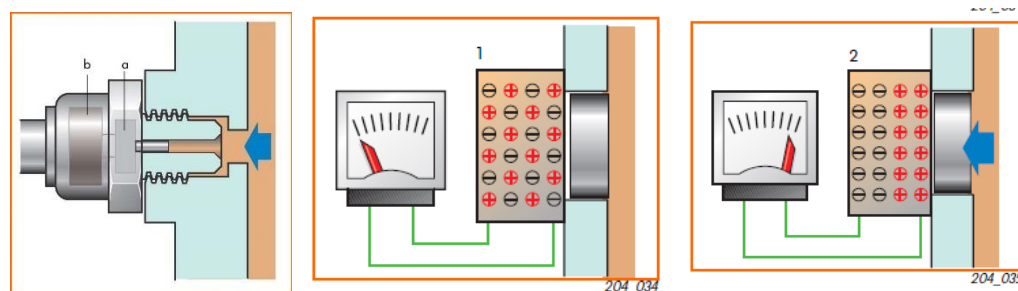
Осигурява информация на електронния блок на управление на ESP системата за големината на моментното налягане на спирачната течност.



Фиг.9.18 Сензор за спирачно налягане

По този начин електронният блок изчислява спирачните сили в колелата и надлъжните сили действащи на автомобила.

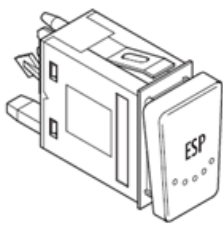
Ефекти при повреда - без да има данни от сензора за спирачно налягане, ESP системата не може да изчисли коректно страничните сили действащи на автомобила. Устройство - сърцевината на сензора е пиезо елемент(а) върху, който въздейства налягането на спирачната течност. В сензора има вградена електроника (в).



Фиг.9.19. Принцип на действие на сензор за спирачно налягане.

Действие - създаденото на налягане в спирачната система въздейства върху пиезо елемента, като променя разпределението на частиците. Когато пиезо елемента не е подложен на налягане електрическите частици са подредени равномерно(1), а когато е положен на налягане, частиците се поляризират(2) и се генерира електрическо напрежение. То се усилва и преобразува от вградената в сензора електроника в сигнал към електронния блок за управление.

9.5.6. Бутон за управление

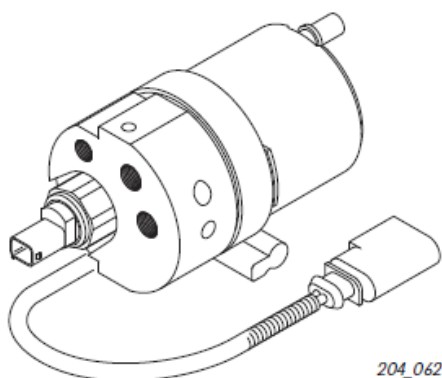


Фиг.9.20 Бутон за управление на ESP.

Позволява деактивирането на ESP системата. При натискане на спирачния педал от страна на шофьора или повторно натискане на спирачния педал ESP системата се активира отново, както и при повторно стартиране на автомобила. Системата не може да бъде деактивирана когато вече действа и когато автомобилът се движи над определена скорост.

Ефекти при повреда - при дефектиране на бутона системата не може да бъде деактивирана.

9.5.7. Хидравлична помпа за динамичен контрол при движение.



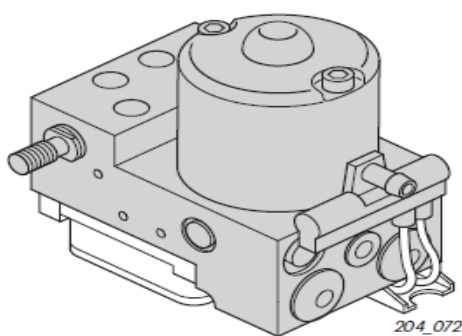
Фиг.9.21 Хидравлична помпа за динамичен контрол при движение

В ABS системата малко количество спирачна течност е необходимо да се изпомпа през спирачния педал под високо налягане. Това се осигурява от помпа за връщащия поток. Обаче, тя не може да осигури голямо количество спирачна течност, защото вискозитет и при ниска температура е твърде висок. Следователно ESP системата има необходимост от допълнителна хидравлична помпа за осигуряване на необходимото предналягане откъм входа на помпата за връщащия поток. Създаденото предварително налягане е ограничено чрез дюза в главния спирачен цилиндър.

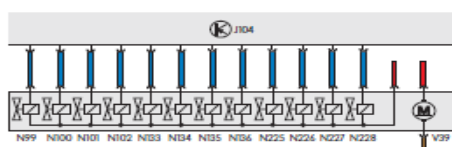
9.5.8. Хидравличен блок.

Хидравличният блок има два диагонално разделени спирачни кръга.

Той е снабден с превключващ клапан (1) и с входящ клапан (2) за всеки спирачен кръг.



Electric circuit



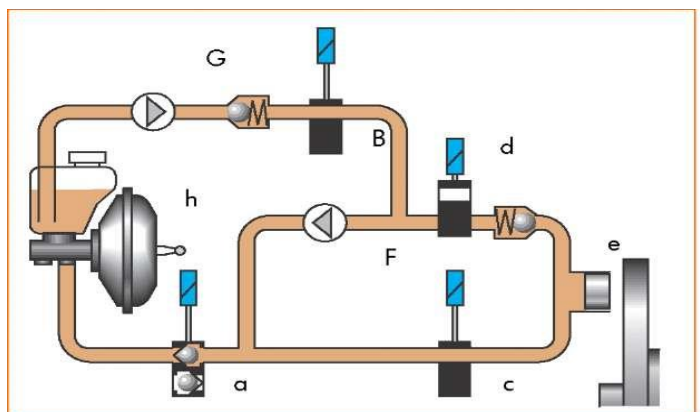
Фиг.9.22 Хидравличен блок

Отделните спирачни цилиндри се управляват от клапани в хидравличния блок. Три състояния са възможни при активирането на всмукателните и изпускателните клапани на главния цилиндър в хидравличния блок: повишено налягане; задържащо налягане; понижено налягане.

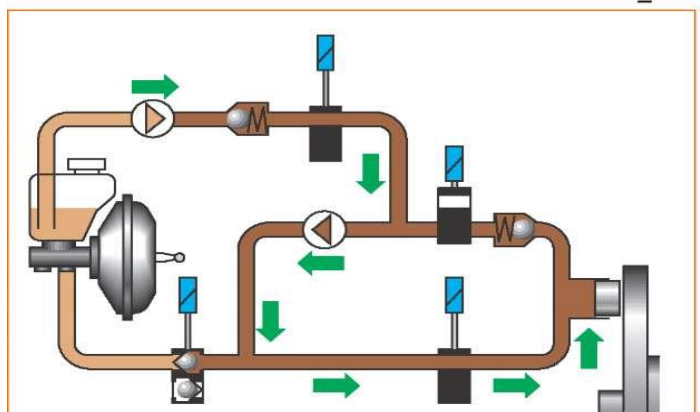
Ефекти при повреда - при повреда във функционирането на клапаните цялата система се деактивира.

Функционална диаграма

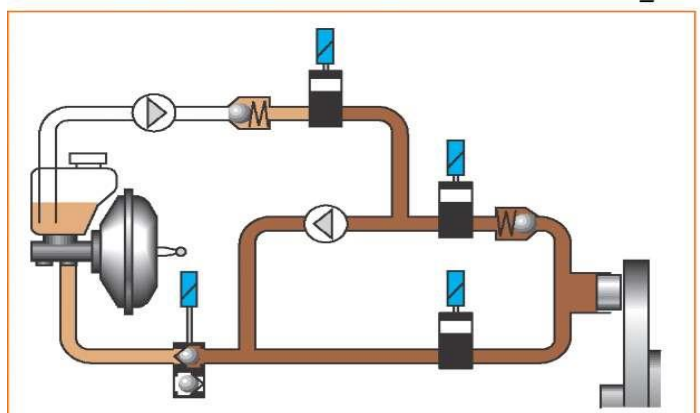
Като пример се разглежда спирачен поток за едно колело, който съдържа:



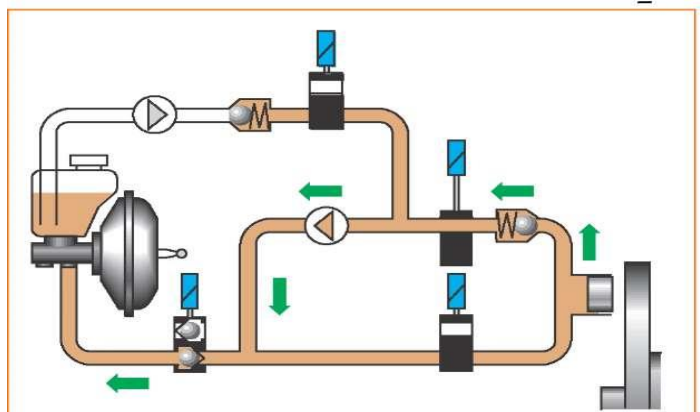
204_036



204_037



204_038



Фиг.9.23. Функционална диаграма

жа: контролен клапан (а); клапан за високо налягане(в); всмукателен клапан(с); изпускателен клапан(д); колесен спирачен цилиндър(е); помпа за връщащия поток(ф); хидравлична помпа за динамичен контрол на движение(г); пневмо усилвател(н).

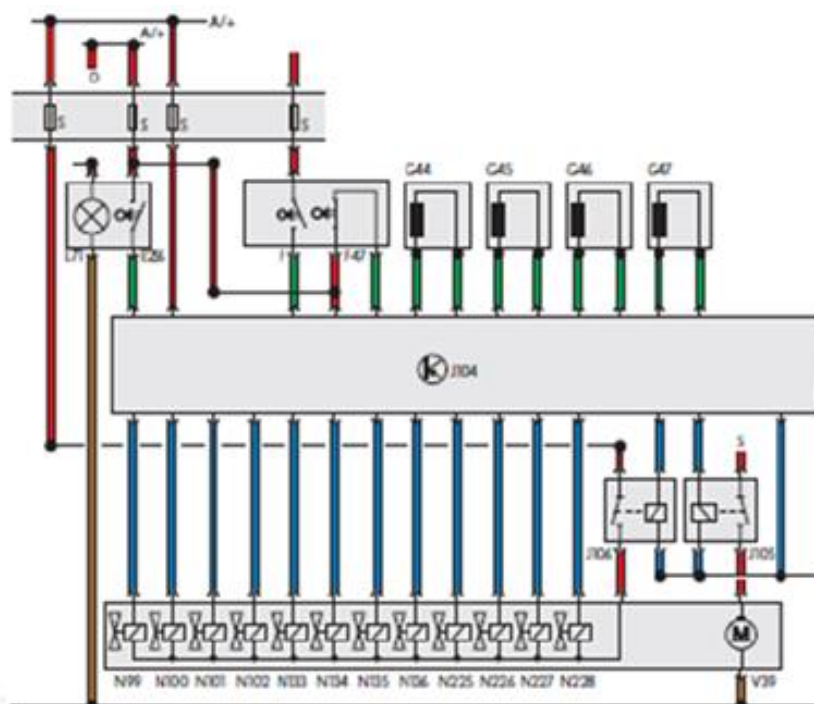
Повишаване на налягането - когато ESP системата извършва коригиращи действия хидравличната помпа за динамичния контрол при движение започва да прехвърля спирачна течност от резервоара към спирачната верига. В резултат на това бързо се осигурява спирачно налягане към колесните спирачни цилиндри и помпата за връщащия поток, която от своя страна продължава да повишава налягането на спирачната течност.

Задържане на налягането.

Всмукателния клапан е затворен. Изпускателния клапан остава все още затворен. Налягането в колесните спирачни цилиндри се запазва. Помпата за връщащия поток спира и клапана за високо налягане се затваря.

Понижаване на налягането. Контролният клапан превключва в обратна посока. Всмукателния клапан остава затворен докато изпускателният се отваря. Спирачната течност може да се

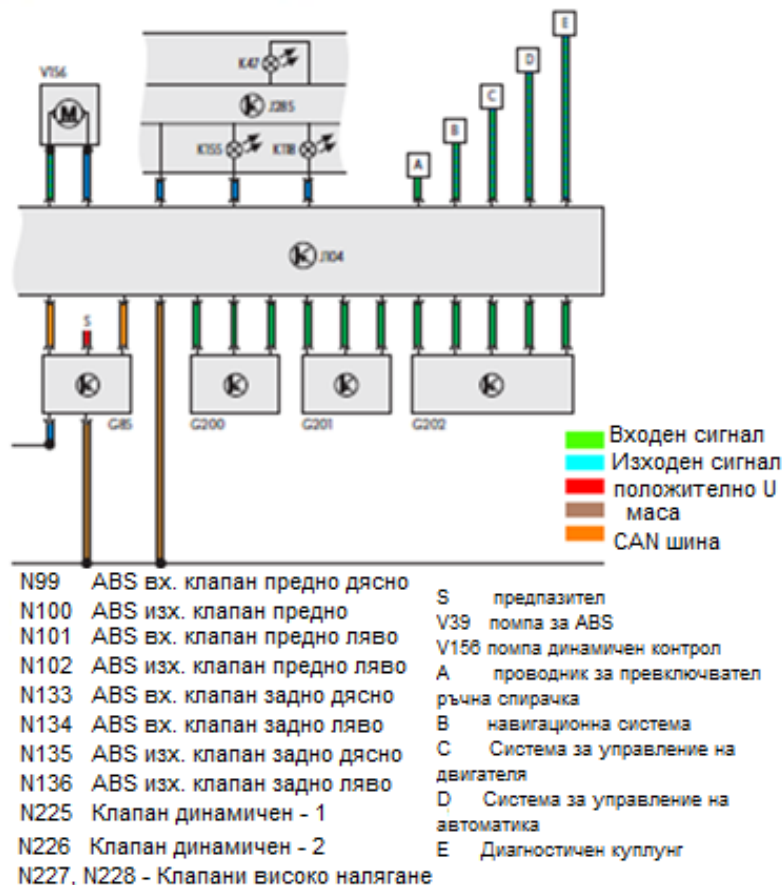
върне през главния спирачен цилиндър в резервоара.



Компоненти:

A/+ Плюс на захранването
 D Ключ за запалването
 E256 Бутон за TCS/ESP
 F Ключ за лампата на спирачките
 F47 Ключ на педала на спирачките
 G44 Сензор на задно дясно колело
 G45 Сензор на предно дясно колело
 G46 Сензор на задно ляво колело
 G47 Сензор на предно ляво колело
 G85 Сензор на волана
 G200 Сензор за дитерално ускорение
 G201 Сензор за спирачното усилие

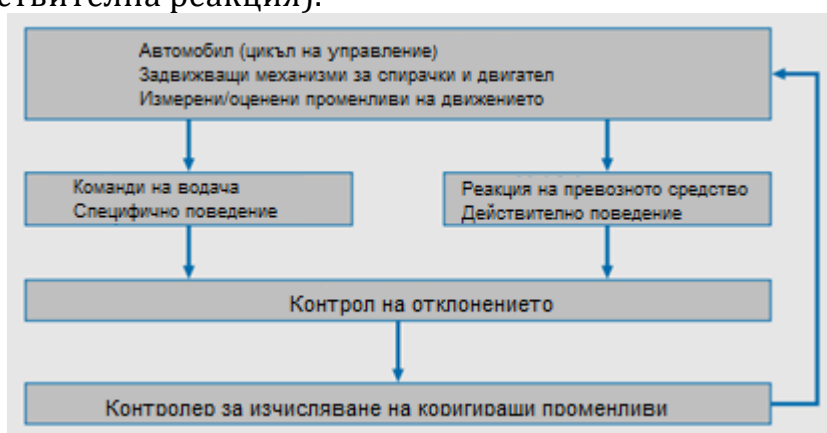
G202 Сензор за странично ускорение
 J104 ABS контролен модул с EDL/TCS/ESP
 J105 Реле на помпата за обратната течност
 J106 Реле за соленидните клапани
 J285 Управляващ модул за дисплея на арматурното табло
 K47 Предупреждаваща лампа на ABS
 K118 Предупреждаваща лампа на спирачната система
 K155 Предупреждаваща лампа на TCS/ESP



Фиг.9.24. Схема на хидравличния блок на ABS, ESP, TCS

9.6. Концепция за управление на ESP.

Системата за контрол със затворен контур и контролирани променливи представлява концепцията на електронната програма за стабилност. Прилагането на системата за стабилност ESP в затворен контур в гранична ситуация на автомобила се определя от динамиката на движение и има за цел да предотврати линейната (надлъжната) скорост, страничната скорост и скоростта на въртене около вертикалната ос (скорост на отклонение), като не се превишават крайните граници за управление. При условие, че са налице подходящи входни данни, изискванията на водача се превръщат в динамична реакция на превозното средство, която е адаптирана към характеристиките на пътя в процеса на оптимизация, проектирана да осигури максимална безопасност. Както е показано на фиг. 9.26., първата стъпка е да се определи как превозното средство трябва да реагира на изискванията на водача по време на работа в граничния диапазон (идеална реакция), а също и как то реално реагира (действителна реакция).



Фиг.9.26. Блок схема на електронната програма за стабилност ESP.

След това се въздейства върху изпълнителните механизми, за да се минимизира разликата между идеалната и действителната реакция (отклонение на управлението) чрез непряко въздействие върху сили, действащи върху гумите. Структурата на системата и управлението на ESP обхваща възможности, които се простират далеч отвъд тези на ABS или на ABS и TCS взети заедно. Базирана на усъвършенствани версии на ABS и компонентите на системата ABS/TCS, тя позволява активно спиране на четирите колела с високо ниво на динамична чувствителност. Реакцията на автомобила е елемент на контура за управление. Системата контролира спирането, задвижването и страничните сили, така че действителната реакция се доближава до идеалната реакция при дадени обстоятелства. Системата за управление на двигателя с CAN интерфейс може да променя изходния въртящ момент на двигателя, за да регулира степента на приплъзване на задвижваните колела. Усъвършенстваната система ESP осигурява висока прецизност и ефективност за селективно регулиране на динамичните надлъжни и странични сили, действащи върху върху всяко отделно колело.

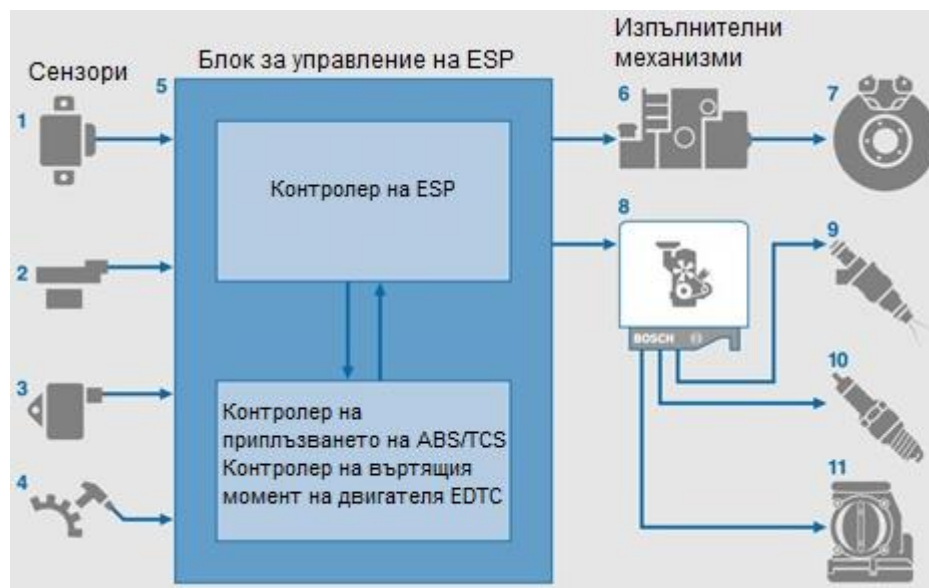
На фиг. 9.27 е показано схематично управлението на ESP със сензорите, които определят входните параметри на контролера, блокът за управление на ESP с йерархично структуриран контролер, включващ контролер от по-високо ниво на ESP и подчинени контролери за приплъзване, изпълнителните механизми, използвани за крайното управление на спирачните, задвижва-

щите и страничните сили.

Йерархия на контролерите. Ниво 1 ESP контролер.

Контролера на ESP отговаря за определяне на текущото състояние на превозното средство въз основа на сигнала за скоростта на отклонение и ъгъла на странично приплъзване, оценен от "монитора" и след това постигане на максимална възможна конвергенция между реакцията на автомобила в граничния диапазон и характеристиките му в нормалния работен диапазон (идеална реакция).

Следните компоненти регистрират изискванията на водача и системата обработва техните сигнали като основа за определяне на идеалната реакция: система за управление на двигателя (напр. налягане върху педала на газта),

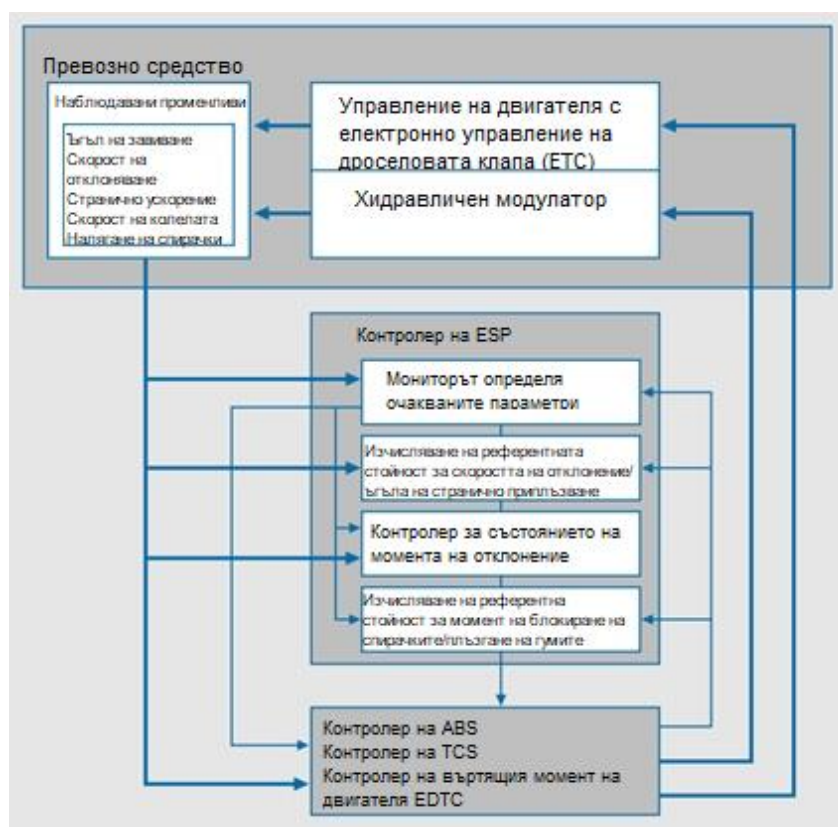


Фиг.9.27. Контур за управление на ESP в превозното средство. 1 Сензор за отклонение от курса с датчик за странично ускорение; 2 Сензор за ъгъла на завъртане на колелата; 3 Сензор за първично налягане; 4 Сензори за скоростта на колелата; 5 Блок за управление на ESP; 6 Хидравличен модулатор; 7 Спирачки на колелата; 8 ECU за управление на двигателя; 9 Впръскване на гориво; само за бензинови двигатели; 10 Намеса по отношение на времето на запалване; 11 Намеса по отношение на дроселовата клапа (ETC).

сензор за първично налягане (напр. активиране на спирачки), или сензор на волана (ъгъл на завъртане). В този момент се определя специфичната реакция като искане на водача. Коефициентът на триене и скоростта на превозното средство също се включват в изчисленията за обработка като допълнителни

както допълнителни параметри. "Мониторът" изчислява тези параметри въз основа на сигналите, предавани от сензорите за скорост на колелата, странично ускорение, спирачното налягане и скоростта на отклоняване. Желаната реакция на автомобила се постига чрез генериране на момент на отклонение, действащ върху превозното средство. За да се генерира желаният момент на отклонение се въздейства в управлението на гумите, за да повлияе косвено на надлъжните и страничните сили. Системата влияе върху приплъзването на гумите чрез промяна на спецификациите за скоростта на приплъзване, която след това трябва да се изпълни от подчинените ABS и TCS контролери. Процесът на намеса е проектиран така, че да поддържа характеристиките на управление, които производителят е предвидил, така че превозното средство да служи като основа за осигуряване на постоянно надеждно управление. Контролерът на ESP генерира момента на отклонение чрез предаване на съответните команди за модулация на приплъзване към избраното колело. Контролерите от подчинено ниво ABS и TCS задействат изпълнителните механизми, управля-

ващи хидравличната система на спирачките и системата за управление на двигателя, използвайки данните, генерирани от контролера на ESP. На фиг. 9.28 е представена опростена блокова схема, която показва структурата на конструкцията на контролера на ESP. Тя изобразява пътищата на сигналите за входните и изходните параметри. Въз основа на скоростта на отклонение (измерван параметър), ъгъла на завъртане на кормилното колело (измерен параметър), странично ускорение (измерен параметър), линейната скорост на превозното средство (оценен параметър) и надлъжни сили на гумите и скорост на приплъзване (оценени параметри), програмата „монитор“ определя следното: страничните сили, действащи върху колелото, ъгъл на приплъзване, ъгъл на странично приплъзване и страничната скорост на превозното средство.



Фиг.9.28. Опростена блокова схема, показваща ESP контролер с входни и изходни променливи.

Спецификациите за ъгъла на странично приплъзване и отклонението се определят въз основа на следните параметри, които могат да бъдат директно или индиректно определени от данните на водача: ъгъл на завъртане на волана, очаквана скорост на превозното средство, коефициент на триене, който се определя въз основа на надлъжното ускорение (оценен параметър) и страничното ускорение (измерен параметър) и ход на педала на газта (въртящ момент на двигателя) или налягането в спирачната верига (сила върху спирачката). Тези процеси също така отчитат специалните характеристики, свързани с динамиката на превозното средство, както и необичайни ситуации, като например път с неравности или μ -разделена повърхност (напр. висока сцепление в лявата част на платното, а дясната страна е хлъзгава).

Контролерът на ESP управлява двата параметъра на състоянието "скорост на отклонение" и "ъгъл на странично приплъзване" докато изчислява момента на отклонение, необходим за да се сближат действителните и желаните параметри на състоянието. С увеличаване на ъгъла на странично приплъзване

лъзване, нараства и значението му за контролера. Програмата за управление се основава на данни относно динамичните реакции на превозното средство. Те се определят за всяко превозно средство в изпитването на занасяне в стационарно състояние. В последствие при работа на превозното средство в стационарно състояние, както и при спиране и ускоряване, тези данни, определящи как ъгълът на завъртане на волана и превозното средство и скоростта на движение към скоростта на отклонение - служат като основа за определяне на желаното движение. Необходимите данни (номинална скорост на отклонение) се съхраняват в програмата под формата на модел. Номиналната скорост на отклонение трябва да бъде ограничена в съответствие с коефициента на триене, така че да поддържа превозното средство на предварително определената физическа линия.

Контролерът на ESP функционира по време на ABS и TCS. Целият спектър от наблюдавани и изчислени данни се предава на подчинените контролери за непрекъсната обработка. Този подход гарантира максимално използване на наличното сцепление между гумата и пътната настилка за основните функции на ABS и TCS при всички условия на работа. По време на активна работа на ABS (с колела

с тенденция към блокиране) контролерът на ESP осигурява подчиненият контролер на ABS със следните данни: странична скорост на превозното средство, скорост на отклонение, ъгъл на завъртане на волана и скорости на колелата като основа за осигуряване на желаното приплъзване на ABS.

Когато TCS е активна (колелата заплашват да изпаднат в неконтролируемо въртене при движение или по време на ускорение при движение по наклон), ESP предава следното на подчинения контролер на TCS: промяна на определената стойност за приплъзване на задвижването, промяна на допустимия диапазон на приплъзване и промяна на стойността, която влияе на въртящия момент намаляване на въртящия момент.

Контролер на ниво 2 на ABS. Йерархично подчиненият ABS контролер влиза в действие, когато желаната скорост на приплъзване е превишена по време на спиране и е необходимо ABS да се намеси. Както по време на ABS, така и при "активно" спиране, затвореният контур за контрол на степента на приплъзване на колелата който се прилага за различни динамични интервенции трябва да бъде възможно най-прецизен. Системата се нуждае от точни данни за приплъзването като предварително условие за набиране на определеното приплъзване. Системата не измерва надлъжното приплъзване на превозното средство директно. Вместо това този параметър се определя от скоростта на въртене на колелата.

Чрез краткотрайно "недоспиране" на едното колело, ABS извършва пряко изменение на скоростта на автомобила. Прекъсва се контрола на приплъзването за да се намали текущия спирачен момент с определена стъпка. След това въртящият момент се поддържа на това ниво за определен период от време. Ако се приеме, че колелото се е стабилизирало и се върти свободно и без приплъзване в края на този период, то може да служи като подходящ източник за определяне на скоростта на колелото.

Регулатор на съпротивлението на двигателя от ниво 2 (EDTC).

След понижаване на предавките и при внезапно отпускане на педала на газта, инерцията на движещите се части на двигателя винаги упражнява из-

вестна спирачна сила върху задвижващите колела. След като тази сила и съответният реактивен въртящ момент нарастват над определено ниво, гумите ще загубят своята функция да прехвърлят двигателния въртящ момент върху пътя. Намесва се контролът на съпротивителния момент на двигателя при тези условия чрез "леко" ускоряване на двигателя. Фактори като вариации в характера на пътната настилка могат да доведат до условия, при които спирачния момент на двигателя внезапно се повишава. В резултат на това се появява тенденцията колелата да блокират. Една от наличните мерки за противодействие е разумното подаване на газ. Тук ECU предава сигнали за задействане на съответните изпълнителни механизми в системата за управление на двигателя (с функция ETC) за увеличаване на въртящия момент на задвижването. Намеса на ниво управление на двигателя се използва за регулиране на задвижващото колело в рамките на предписаните граници.

Контролер на ниво 2 на TCS. Йерархично подчиненият контролер на TCS се задейства в случай на прекомерно приплъзване по време на стартиране от място и по време на ускоряване, когато е необходимо TCS да се намеси. TCS функционира чрез ограничаване на въртящия момент на двигателя до ниво, съответстващо на задвижващия въртящ момент, който колелата могат да предадат на пътната повърхност. Интервенцията върху задвижващите колела се извършва чрез задействане на спирачката или чрез включване на системата за управление на двигателя в процеса. При автомобилите с дизелови двигатели електронната система за управление на дизеловите двигатели (EDC) намалява въртящия момент на двигателя чрез промяна на количеството на впръскваното гориво. При бензиновите двигатели въртящият момент на двигателя може да се намали чрез промяна отвората на дроселовата клапа (ETC), модифициране на времето за запалване или потискане на отделни впръсквания. Активното спиране на незадвижваните колела се управлява директно от контролера на ABS. За разлика от ABS, TCS получава стойности от ESP за промяна на определеното приплъзване и допустимата разлика в приплъзването на задвижваните колела. Тези промени влизат в сила под формата на отместване, приложено към основните стойности. Определените данни за скоростта на въртящия се вал и диференциалната скорост на колелата се изчисляват от определените стойности на приплъзване и скорости за колелата, работещи в режим "потегляне". Честотата на въртящия се вал и диференциала на скоростта на колелата са контролирани променливи и се получават от скоростите на задвижваните колела. Модулът TCS изчислява желания спирачен момент за двете задвижващи колела и желаната стойност за намаляване на въртящия момент на двигателя от системата му за управление. Тъй като скоростта на въртящия се вал се влияе от инерционни сили, произтичащи от задвижването като цяло (двигател, трансмисия, задвижваните колела и самия вал), се използва сравнително голямо време за да се опише съответната скорост на динамичното реагиране. За разлика от това, времето за определяне на скоростта на колелата на диференциала е сравнително малко, което отразява факта, че при него собствените инерционни сили на колелата са почти единственият определящ фактор за динамичните реакции. Системата постига определената разлика в спирачния момент между лявото и дясното колело чрез предаване на съответните управляващи сигнали към клапаните в хидравличния модулатор.

ГЛАВА IV - СТЕНДОВЕ И КОДОЧЕТЦИ ЗА КОМПЮТЪРНА ДИАГНОСТИКА НА ЕЛЕКТРОННИТЕ СИСТЕМИ В АВТОМОБИЛА

10. Преглед на системите за диагностика и самодиагностика на автомобила.

10.1. Регламенти от Директивите на Европейския съюз.

Регламентите съдържащи се в Директивите на Европейския съюз се дефинират от Комисията на ЕС. Регламентите свързани с емисиите дефинират емисионните лимити за пътнически автомобили и лекотоварни автомобили (LDT) и те са: EU 1 (в сила от 1 Юли 1992 г.); EU 2 (в сила от 1 Януари 1996 г.); EU 3 (в сила от 1 Януари 2000 г.) ; EU 4 (в сила на 1 Януари 2005 г.); EU 5a (в сила от 1 септември 2009, дизел); EU 5b (в сила от 1 септември 2011, дизел); EU 6 (в сила от 1 септември 2014); EU 7 (планиран да влезе в сила на 1 Януари 2025 г.) Стандартът за емисиите Евро 7 ще бъде въведен от 2025 г. и се очаква да бъде последното издание на този вид законодателство, свързано с емисиите на автомобилите. Все още предстои да бъдат уточнени подробностите, но ЕС разглежда три различни варианта за въвеждането му след няколко години. Принципно, новите емисионни регламенти се въвеждат на два етапа. През първия етап се изисква съответствие с ново-дефинираните емисионни лимити за отделните модели автомобили заявени за първоначални изпитание за сертификационно одобрение (TA, Type Approval, типово одобрение). През втория етап всяко новопроизведено превозно средство трябва да отговаря на новите лимити при първоначалната си регистрация (FR-Firs Registration, първа Регистрация). Властите могат също така да проверяват превозните средства от серийното производство за съответствие с емисионни лимити. Отделните страни в рамките на Европейския съюз могат да приемат регламентите дефинирани в директиви EU 1 и EU 2 под формата на национален закон. В Германия това условия доведе до създаването на емисионни нива D3 и D4. По-ранните D3 стандарти бяха по-строги от регламентите EU 2. В рамките на ЕС, Германия пое ролята на лидер при внедряването на нови стандарти. След влизането в сила - на 1 Януари 2000 г. стандартите EU 3 заменят няколко национални регулаторни инструмента, които са били в сила по това време в отделни държави. Националните регламенти изтичат на тази дата. EU 4 влиза в сила през Януари, 2005. Освен емисионните стандарти, в Германия има и данъчни ставки за автомобили на базата на емисии. EU директивите позволяват "данъчни стимули" за превозните средства, които отговарят на бъдещи стандарти, преди такива да са станали закон.

10.2. Лимити.

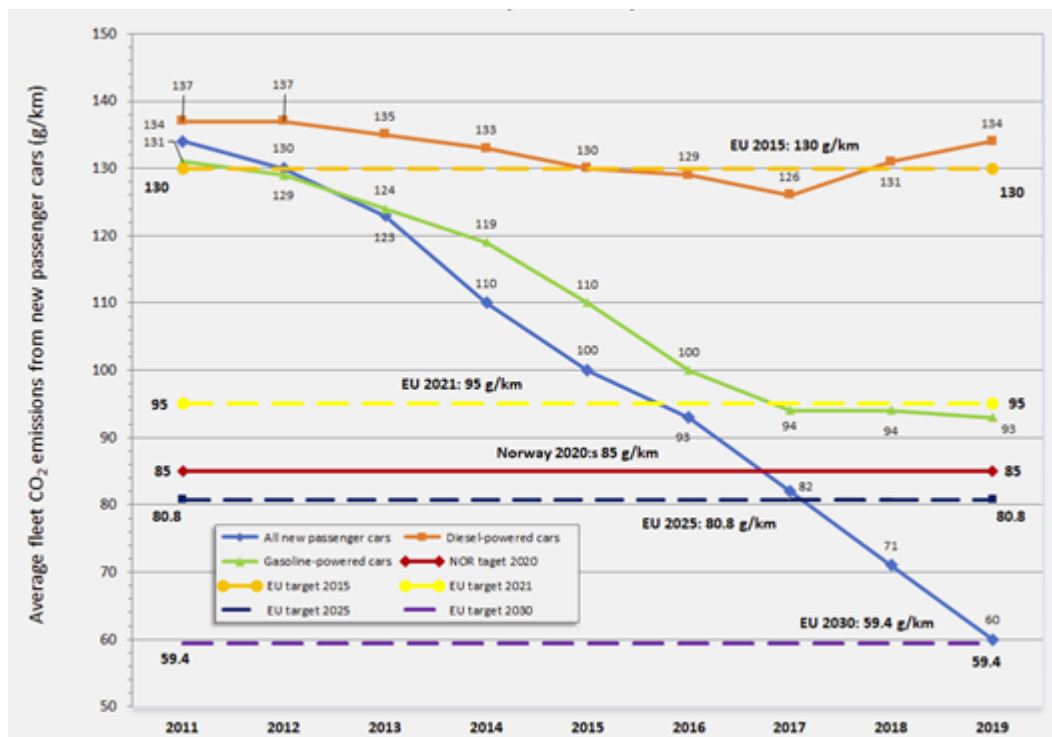
ЕС стандартите определят лимити за следните замърсители: Въглероден окис (CO); Въглеродороди (HC);- Азотни окиси NOx и твърди частици, макар че първоначално тези лимити са ограничени само за дизелови превозни средства. Лимитите се дефинират на базата на пробега и се посочват в грама за километър (гр/км).

Стандарт	Дата	CO	THC	NMHC	NOx	HC+NOx	PM	P [# /km]
Дизел								
Euro 1*	1 юли 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)	-
Euro 2	1 януари 1996	1.0	-	-	-	0.7	0.08	-
Euro 3	1 януари 2000	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05	-
Euro 4	1 януари 2005	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025	-
Euro 5a	1 септември 2009	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	-
Euro 5b	1 септември 2011	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	6.10 ¹¹
Euro 6	1 септември 2014	0.50	-	-	0.080	0.170	0.005	6.10 ¹¹
Бензин								
Euro 1*	1 юли 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	1 януари 1996	2.2	-	-	-	0.5	-	-
Euro 3	1 януари 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-	-
Euro 4	1 януари 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-	-
Euro 5	1 септември 2009	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005**	-
Euro 6	1 септември 2014	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005**	6.10 ¹¹ ***
¹ Преди Euro 5 пътническите автомобили > 2500 kg бяха одобрени като лекотоварни превозни средства N1-I. * Стойността в скоби показва съответствие с производствените лимити. ** Важи само за двигатели с директно впръскване . *** 6.10 ¹² /km през първите три години от влизане на Euro 6 в сила. PM – фини прахови частици; P – брой прахови частици								

MNEDC (Модифициран Европейски цикъл на шофиране при изпитание).

Нива EU 1 и EU 2 използват съставна стойност при оценката на неизгорелите въглеводороди и азотни окиси (HC+ NOx).

Лимитът на CO₂ дефиниран в EU 3 е всъщност малко по-висок от този в EU 2. Този "по-нисък" лимит се обяснява с факта, че EU 3 постановява тестване на емисиите на отработените газове и по време за стартиране на двигателя. По-ранните изпитателни тестове се изключва процеса на запалване на двигателя, като така се отлага действителния мониторинг до 40 секунди след запалването на двигателя. Тъй като CO₂ емисиите са твърде високи през тази фаза, директно сравнение на съответните CO₂ лимити за EU 2 и EU 3 е невъзможно.



Целите на ЕС за периода 2015-2030 г. и историческата тенденция на средните годишни емисии на CO₂ от новите автомобили (2011-2019 г.).

10.3. Мониторинг на автомобила по време на работа (Система за бордова диагностика).

Увеличаването на общото количество електроника в автомобила, използването на софтуер за управление на превозното средство и повишената комплексност в съвременните гориво-впръскващи системи поставят високи изисквания към концепцията за диагностика и мониторинг на автомобила по време на работа. Автосервизната диагностика се базира на процедура с насоки за отстраняване на неизправности, която свързва множеството възможности за бордови и извън-бордови изпитвателни процедури и тестовото оборудване. С нарастването на изискванията на законодателството за контрол върху емисиите вече се изисква и непрекъснат мониторинг, законодателите признават системата за бордова диагностика като помощно средство за мониторинг на емисиите на отработените газове и въвежда стандартизация за всички производители. Тази допълнителна система се нарича с термина бордова система за диагностика.

Блокът електронно управление ECU е основно звено в електрониката на системите за управление на двигателя. Освен самоконтрол и диагностициране на входно-изходните си сигнали, блокът следи и диагностицира всички останали блокове на автомобила. Системата за бордова диагностика в рамките на една електронна система представлява способността на блока за управление да интерпретира и извършва саомониторинг посредством "софтуерна интелигентност", т.е. да прочита, запамятава и интерпретира с цел диагностика грешки и неизправности. Системата за бордова диагностика работи без необходимост от допълнително оборудване.

Алгоритмите за мониторинг проверяват входните и изходни сигнали по време на работа на автомобила и също така и цялата система, всичките ѝ функции за неизправности и нарушения на нормалната работа. Всички открити грешки или неизправности се запамятават в паметта за неизправности

на блока за управление. Запаметената информация за неизправности може да се прочете посредством сериен интерфейс.

10.3.1. Мониторинг на входните сигнали.

Сензори, конектори и комуникационни линии (сигнални пътища) свързани с блока за управление се наблюдават чрез анализиране на входния сигнал. Тази стратегия за мониторинг е способна да открие грешки в сензора, къси съединения в акумулаторната електрическа верига $U_{\text{акум.}}$ и заземителните вериги на автомобила и прекъсвания на линия. Прилагат се следните методи: Мониторинг на захранващото напрежение на сензор (ако е приложимо); Мониторинг на отчетените стойности за допустими диапазони на стойности (напр. 0.5...4.5 V); Ако има допълнителна информация, се извършва проверка на правдоподобността като се използва отчетената стойност (напр. сравнение на оборотите на колянвия вал и оборотите на разпределителния вал); Основни сензори (например сензора за педала на газта) са монтирани в конфигурации, които позволяват техните сигнали да бъдат пряко сравнявани.

10.3.2. Мониторинг на изходни сигнали.

Контролират се изпълняващите устройства, задействани от електронния блок за управление при изходни, крайни състояния на функциониране - фиг.1.1. Откриват се прекъснати линии, къси съединения, при откази в изпълн. устройства. Прилагат се следните методи:

1. Мониторинг на изходен сигнал по изходна степен. Електрическата верига се наблюдава за къси съединения в напрежението на акумулатора $U_{\text{акум.}}$, в заземяването на превозното средство и за отворена верига.

2. Въздействия от системата върху изпълнителния механизъм се откриват пряко или непряко чрез наблюдаване на дадена или чрез проверка за правдоподобност. Системите на изпълнителните механизми, напр. клапани за рециркулация на отработени газове, дроселови клапи или вихрови (колекторни) клапи, се наблюдават непряко посредством регулиране по затворени контури и също така отчасти посредством позиционни сензори.

3. Контрол на вътрешните функции на електронния блок за управление (ECU). Контролните функции се изпълняват от хардуерни контролни блокове (например, от "интелигентни" изходни модули) и софтуер за гарантиране на правилното изпълнение на функциите на блока за управление по всяко време. Функциите за контрол проверяват всеки от компонентите на блока за управление (напр. микроконтролер, флаш EPROM, оперативната памет - RAM). Непосредствено след стартиране се изпълняват множество тестове. Други функции за мониторинг се изпълняват по време на нормалната работа и се повтарят на редовни интервали с цел откриване на неизправности в компоненти по време на работата им. Изпълнението на тестове, които изискват голяма част от капацитета на процесора - CPU, или такива, които не могат да се извършат по време на работа на автомобила по други причини, се изпълняват в режим след-работа, при изгасен двигател. Този метод гарантира ненамеса в работата на другите функции. При системата с общ колектор за гориво-впръскване при дизелови двигатели, функции като проверка на сигналните за прекъсване на инжекторите се тестват през периода за достигане на работни обороти на двигателя или след работата му. При двигатели с принудително запалване, функции като проверка на EPROM паметта се тестват в режим след работа на

двигателя.

10.3.3. Електронен блок за управление ECU.

По принцип, комуникацията с други ECU се извършва по CAN шината (Controller Area Network). CAN протоколът съдържа механизми за управление, които откриват неизправности. В резултат на това, грешки при предаването са откриваеми дори на ниво CAN модул. В ECU се извършват множество други проверки. Тъй като основната част от CAN съобщенията се изпращат на редовни интервали от отделните блокове за управление, неизправността на даден CAN контролер в блока за управление се открива чрез тестване на редовни интервали. В допълнение на това, когато има налична резервирана информация в ECU, получените сигнали се проверяват по същия начин, както всички входни сигнали.

10.3.4. Откриване на неизправности

Сигнал за грешка се категоризира като такава, ако грешката се появява през определен период от време. Докато дефекта не се категоризира и запише, системата използва последната записана открита валидна стойност. Когато дефекта се категоризира, се задейства определена функция (например температурата на двигателя приема нова стойност $T = 90^{\circ}\text{C}$). Повечето грешки могат да бъдат отстранени или открити в движение на превозното средство, при условие, че сигнала за грешка се запази за определен период от време.

10.3.5. Съхранение в база „Неизправности“.

Всяка неизправност се запаметява като код на неизправността в енерго-независимата област на паметта за данни. Кодът на неизправността описва и типа неизправност (напр. късо съединение, прекъсване на линия, правдоподобност, превишен диапазон на стойности). Всеки код за неизправност се придружава от допълнителна информация, напр. работни условия и околни условия (моментна снимка) към часа на настъпване на неизправността (напр. обороти на двигателя, температура на двигателя).

10.3.6. Функция за добирание до база „Неизправности“.

Ако се открие неизправност, стратегии за добирание до базата могат да се задействат в допълнение към заместителните стойности (напр. ограничение на мощността на двигателя или скоростта на движение). Тези стратегии спомагат за: поддържане на безопасност при шофиране; избягване на косвени щети; минимизиране на емисиите на отработените газове.

10.4. Законодателство и нормативни документи за диагностика за пътнически и лекотоварни автомобили

Системата на двигателя и неговите компоненти трябва да се наблюдава непрекъснато с оглед спазване на емисионните лимити за отработените газове определени от закона във всекидневните ситуации при шофиране. По тази причина, влизат в сила регламенти, с които се наблюдават отработените газове от системи и компоненти, напр. в Калифорния. Това налага използване на стандартизирана и специфична за всеки производител система за бордова диагностика, осигуряваща мониторинг на компоненти и системи свързани с емисиите.

Законодателство:

OBD I (CARB)

1988 г. отбеляза влизането в сила на OBD I в Калифорния, тоест първият етап от CARB законодателството. Първият OBD етап постави следните изисквания: Мониторинг на електрически компоненти свързани с емисиите (къси съединения, прекъсвания на линия) и запамятаване на неизправността в памет за неизправности в блока за управление; Индикаторна светлина за неизправност (MIL), която да известява водача за неизправността; Дефектираният компонент трябва да се изобрази посредством бордовото оборудване (напр. мигащ светлинен код на диагностична лампа).

OBD II (CARB)

Вторият етап на законодателството на диагностиката **OBD II**, встъпва в сила в Калифорния в 1994г. OBD II става задължителен за дизеловите двигатели от 1996г. В допълнение на OBD I, сега и системата се контролира (напр. възможност за проверяване на сигналите от сензорите). OBD II постановява, че всички компоненти и системи свързани с емисиите трябва да се , за да не се повишават емисиите на токсичните отработени газове в случай на неизправност (чрез превишаването на OBD лимитите). Освен това, всички компоненти трябва да се наблюдават, ако се използват за мониторинг на компоненти свързани с емисиите или ако последните влияят върху резултатите от диагностиката.

Обикновено, диагностичните функции за всички наблюдавани компоненти и системи трябва да се изпълнят поне веднъж през цикъла за тестване на отработени газове. Допълнително изискване казва, че всички диагностични функции трябва да се изпълняват с достатъчна честота по време на ежедневен режим на шофиране. За много функции за мониторинг, законът определя честотата на мониторинга (Коефициент на ефективност на мониторинга по време на експлоатация) при ежедневна употреба с начало 2005 година на производство.

От въвеждането на OBD II, законът е бил преразглеждан на няколко етапа (обновявания).

3. OBD (HRA)

От 1994 г. законите на EPA (Агенцията за защита на околната среда) са в сила в останалите щати на САЩ. Обхватът на тази диагностика отговаря в голямата си част на CARB законодателството (OBD II). OBD регламентите за CARB и EPA се прилагат за всички пътнически автомобили с до 12 места и за лекотоварни автомобили с тегло до 14,000 либри (6351 kg).

4. EOBD (EU)

Коригираната към Европейските условия OBD се нарича с термина EOBD и се базира на EPA-OBD. EOBD е в сила за всички пътнически автомобили и лекотоварни автомобили оборудвани с бензинови двигатели и с тегло до 3.5 т. до 9 места. От Януари 2003 г. EOBD се прилага и за пътнически автомобили и лекотоварни автомобили с дизелови двигатели.

10.5. Изисквания на OBD системата.

Електронното управление трябва да използва подходящ метод за слеждане на всичките бордови системи и компоненти, чието неправилно функциониране може да причини неточност при тестването на изходните газове. Лампата за неизправности трябва да уведомява водача, че неизправността би могла да причини превишаване на OBD емисионните лимити.

1. Емисионни лимити

OBD II (CARB и EPA) на САЩ предписва прагови стойности, които се дефинират по отношение на емисионните лимити. По подобен начин, има различни допустими OBD емисионни лимити за различните категории отработени газове, които се прилагат при сертифицирането на автомобила (напр. РАЗРЕД, LEV (нискоемисионен), ULEV (ултра-нискоемисионен)). В Европа се прилагат абсолютни лимити - табл. 1.1.

2. Индикаторна светлина за неизправност (MIL)

Индикаторната светлина за неизправност (MIL) известява водача, че даден компонент се е повредил. Когато се открие неизправност, CARB и EPA постановяват, че MIL светлината трябва да светне не по-късно от изтичането на два цикъла на шофиране при изпитване от нейното настъпване. В рамките на обхвата на EOBD, MIL светлината трябва да светне не по-късно от третия цикъл на шофиране при изпитване при открита неизправност.

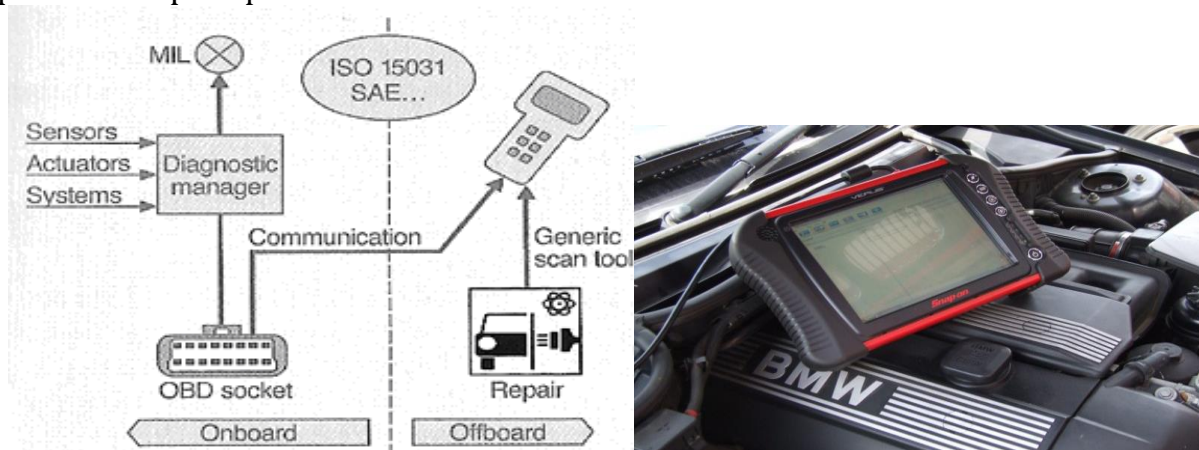
Таблица 10.1

	Бензинови пътнически автомобили	Дизелови пътнически автомобили
CARB	Относителни емисионни лимити В повечето случаи 1.5 пъти повече от лимита за дадена категория отработени газове	Относителни емисионни лимити В повечето случаи 1.5 пъти повече от лимита за дадена категория отработени газове
EPA	Относителни емисионни лимити В повечето случаи 1.5 пъти повече от лимита за дадена категория отработени газове	Относителни емисионни лимити (U.S. Federal) В повечето случаи 1.5 пъти повече от лимита за дадена категория отработени газове

Ако неизправността изчезне (напр. хлабав контакт), тя остава въведена в паметта за неизправности в продължение на 40 пътувания (цикъла на подгряване). Светлината MIL изгасва след три цикъла на шофиране при изпитване без открити неизправности.

3. Комуникация с инструмента за сканиране

OBD законодателството предписва стандартизация на информацията в паметта за неизправности и достъпа до нея (конектор, комуникационен интерфейс) съвместими с ISO 15031 и съответстващите стандарти на SAE (Общност на автомобилните инженери). Това позволява прочитане на паметта за неизправности като се използват стандартизирани, налични в търговската мрежа тестери - фиг. 10.2.



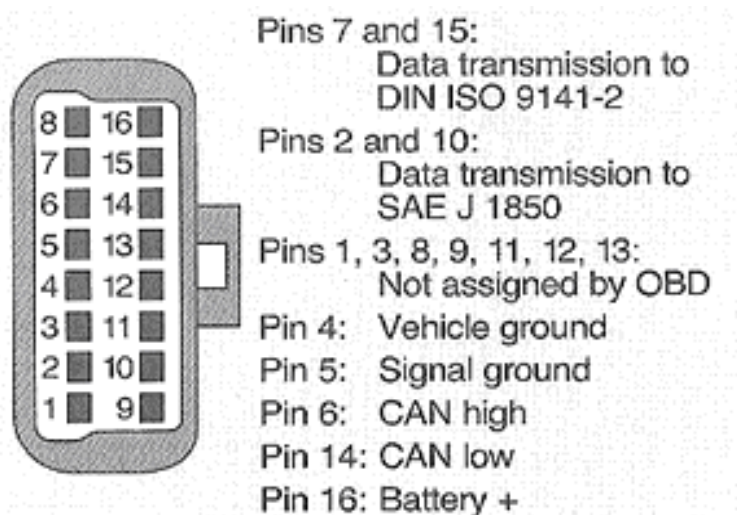
Фиг.10.2. Съвременна диагностика за автомобили и тестер

В зависимост от областта на употреба, се използват различни протоколи за комуникация по света. Най важни са: ISO 9141-2 за Европейски пътнически автомобили; SAEJ 1850 за Американски пътнически автомобили; ISO 14230-4 (KWP2000) Европейски пътнически автомобили и търговски машини; SAEJ 1708 за Американски търговски машини.

Тези серийни интерфейси работят с битова скорост от 5-10 килобайта. Те са проектирани като едножилен интерфейс с общ кабел за предаване и приемане или като двужилен интерфейс с отделна линия за предаване на данни (K-line) и начална линия (L-line). Някои електронни управления ECU (както например, Motronic, ESP или EDC, управление на скоростите, и т.н.) могат да бъдат комбинирани в един конектор за диагностика.

Връзката между диагностичния стенд и ECU е в три фази: 1. Стартиране на ECU; 2. Детектиране и генериране на битова скорост; 3. Четене на ключови байтове, които идентифицират протокола на предаването.

За по-лесно четене на информацията от паметта за грешка, стандартизираните букси за диагностика, се намират на лесно достъпни места във всеки автомобил - фиг.10.3.



Фиг. 10.3. Букса за връзка с OBD – система

4. Прочитане на информацията за неизправността

Във всеки автомобилен сервиз, може да използва диагностичния стенд за четене на информация от ECU за повреда. По този начин, неоторизирани сервизи от автомобилните производители също са способни да отстраняват повреди, като си закупят нужните стендове и достъпна информация (напр. по интернет).

5. Изваждане на превозни средства от употреба.

Ако превозните средства не отговорят на законовите OBD изисквания, властите ще имат правото да поискат от производителя на превозното средство да стартира процедура на изваждане от употреба за негова сметка.

11. Преглед на кодочетци и стендове за диагностика на автомобили.

11.1. AUTOBOSS.

Универсалните кодочетци на фирмата AUTOBOSS поради оптималното съотношение между цена/възможности, станаха едни от най-популярните автомобилни скенери които се предлагат в момента на пазара. С модела AUTOBOSS V30 може да се извършва диагностика, кодиране, програмиране, преглед на живи данни от датчиците, нулиране на сервизни интервали, тест на изпълнителните механизми на автомобилите които са произведени в Европа, Япония, Корея, Китай, Малайзия и Америка. Отлично диагностицира азиатските автомобили.



Фиг. 11.1 – Външен вид на AUTOBOSS V30.

за връзка с компютър чрез USB, COM или LAN; Едногодишно безплатно обновяване на програмите по Интернет; Регулярни допълвания на списъка с поддържани автомобили и контролери.

Възможности на универсалния кодочетец Autoboss V30: Функция «бърз тест» обхожда всички контролери в автомобила за кодове на грешки в автоматичен режим; Четене и изтриване на кодовете на грешки от контролерите; Преглед в реално време на показанията на датчиците в цифров вид и в режим "осцилоскоп" с цел облекчаване на диагностиката; Тестове за активиране на изпълнителните механизми; Кодиране / програмиране на електронните блокове за управление; Адаптация; Нулиране на сервизни интервали.



Фиг. 11.2 – Външен вид на KTS 340/650.

Особенности: Автономен уред, за работата с който няма нужда от компютър; Удароустойчив гумиран корпус; Автоматическа идентификация на системите в автомобила; Възможност

Технически характеристики: Процесор: SAMSUNG ARM 2410A, 200MHz; Операционна система: Windows CE ; Вградена памет: RAM 64MB; Външна памет (FLASH Card): SD Card, 1GB; Захранване: 8 V-12V DC или 110-250V 50Hz AC, 9 W; Работна температура: -10C до +55C; Размери: дължина 630 mm, ширина 200 mm, височина 420 mm; Тегло на комплекта: 9.1 kg.

11.2. KTS 340

KTS 340 е само един от многото уреди за професионална автодиагностика на Bosch. Той е оптималният тестер за независими и експресни сервиси или като втори уред за мобилна употреба.

Професионалист в тестването с пълна програма: диагностика на управляващи блокове, търсене на грешки, ремонт и поддръжка. Притежава нова интуитивна концепция за търсене на информацията. Предлага бързо и лесно обслужване чрез сензорен екран - с единен графичен дизайн. Незабавно превключва от диагностика на управляващи блокове към търсене на грешки (ремонт на компоненти) и обратно. Добър помощник на сервиза - ускорява работните процеси за по-бърза печалба. Уредът е лесен за обслужване и мобилен в целия сервиз, използва се в или извън автомобила. 2-каналният мултиметър: CAS[plus] предоставя функцията мултиметър директно на интерфейса за търсене на грешки: стойностите на съпротивлението, тока и напрежението с автоматично сравнение с контролните данни. Измерените стойности могат да бъдат изобразени и като криви. KTS 340 има вградени измервателна техника и WLAN. Захранва се мобилно с конвенционални батерии. Поддържа се от софтуера на Bosch за автомобилна диагностика ESI[tronic].

11.3. KTS 560/590

Той е уред за професионална автодиагностика и съдържа пълна диагностика на управляващи блокове. Поддържа всички актуални и бъдещи автомобилни интерфейси базирани на Етернет - дори и в паралелен режим на работа на няколко BUS системи. Така данните се пренасят със 100 пъти по-

висока скорост, отколкото с предишната CAN технология.

KTS 560/590 е с усъвършенстван PassThru интерфейс. С него ще се препрограмира управляващите блокове по Евро стандарт 5 и 6 през порталите на производителите на автомобили. Интегрираният мощен Bluetooth интерфейс осигурява стабилна безкабелна връзка с компютърната станция на сервиза. Поради големия обхват е възможна мобилна работа на територията на целия



Фиг.11.3. – Външен вид на KTS 560/590.

сервиз. Печелите от максималната гъвкавост. KTS може се да използва паралелно с до 3 интерфейса за CAN и K-линия за ефективна автомобилна диагностика. KTS 560/590 е ценна инвестиция в бъдещето, не само поради модерната технология, но поради изключително солидния дизайн. Модулите са перфектни за предизвикателните условия в сервиза, тъй като са разработени за продължително безпроблемно ползване.

11.4. MULTISCAN P2.

Особености: Автономен уред, за работата с който няма нужда от компютър; Голям точно кристален дисплей; Здрав удароустойчив корпус; Работи с всички видове CAN протоколи без допълнителни адаптери; Лесно обновяване на софтуера от интернет; Безплатно обновяване в продължение на 2 години; Евтини годишни обновявания след изтичането на безплатния период; Много работни езици (*няма български); Високоскоростен обмен на информацията с управляващите ECU на автомобила; Вградена база данни с местоположенията на диагностичните куплунги, електрически схеми, помощни менюта към ко-

довете на грешките; Връзка в реално време с персонален компютър чрез USB порт; Вграден интерфейс за включване на газ анализатор; Високо качество: официално одобрен по ISO 9001 : 2000; 3 годишна гаранционна поддръжка.

Възможности на универсалния кодочетец Multiscan P2: Идентифика-



Фиг. 11.4 – Външен вид на MULTISCAN P2.

ция на контролерите; Четене на кодовете на грешки; Изтриване на кодовете на грешки; Показване на текущата стойност на датчиците по електрическата система на автомобила както в цифров така и в графичен режим; Възможност за изобразяване на текущите стойности от датчиците в графичен режим; Може да се провеждат тестове на изпълнителните устройства по автомобилите; Стоп кадър на състоянието на системата при появяване на код на грешка; Функция „Черна кутия” - запис на масив от данни по време на движението на автомобила; Функция помощ – показва на екрана електрически схеми, вспомогателна информация за параметрите на сигналите, методи за проверка на датчиците и т.н. Активация

на изпълнителните механизми; Адаптация; Програмиране на ключове; Нулиране на сервисните интервали.

Технически характеристики: Вътрешна памет: 1 MB SRAM; Карта памет: 512 MB NAND Flash Memory; Дисплей: 320x240 точки, графичен LCD с осветяване; Клавиатура: Мембрана, прахо и влагозащитена с бутони; Портове: RS232 , USB; Принтер: Стандартен принтер за компютър; Захранване: DC 12V; Размери: Дължина: 222 мм; Ширина: 187 мм; Височина: 51 мм; Тегло: 0,95 кг; Цвят: тъмно сив; Цвят за защитния кожух: син; Електромагнитна съвместимост: CE / C-tick / FCC.

Поддържани контролери: ABS; Immobilizer; Хидроусилвател на кормилото; Централно заключване; Двигател; Врати; Климатроник; Климатик; Cruise Control; GPS навигация; Парктроник; Пневматично окачване; Табло с инструментите; Въздушна възглавница; Ръчна спирачка; Задвижване; Телевизор; Електроника в салона; Звукова система; Трансмисия; Ogледала; Радио; Колела; Седалки; Купе; Тяга; Сензор за ъгъла на завъртане на волана.

Допълнителни функции: Връзка с персонален компютър (PC): С помощта на програмата HOST-Pro, кодочетеца "Multiscan P2" осъществява връзка с компютър чрез USB порт. Това позволява в реално време да се управлява главното устройство от PC, да се извеждат на монитора на компютъра данни и графики, които след това могат да се отпечатаат на принтер а така също и да се обновяват програмите на Multiscan P2.

11.5. VAS5054A.

Характерни особености: Работи с всички версии на VAS-PC програмата; Не загрява при продължителна работа.

Кодочетеца "VAS5054A" е фирмен кодочетец предназначен за диагностика на всички леки автомобили, джипове и автомобили със специално предназначение на Volkswagen Group. Автодиагностичния скенер "VAS5054A" се свързва посредством безжична връзка с контролерите на колите. Никакви ка-

бели не са необходими при използването му. Разстоянието за безжична комуникация е около 5 до 10 метра, в зависимост от условията и от типа на Bluetooth адаптера който е на компютъра. Комплекта е функционално идентичен с приборите от серията VAS-5051, VAS-5052 и позволява да се изпълняват всички специални функции в пълен обем, освен функциите които изискват свързване със сървър на VAG. Всеки път, когато се изгражда връзката, програмното осигуряване в кодочетеца VAS5054A се синхронизира с версията на програмата която е инсталирана на PC. По този начин интерфейса VAS5054A автоматично се адаптира към всички нови възможности, които се появяват при нова версия на програмата която се намира на компютъра.



Фиг. 11.5 – Външен вид на VAS5054A.

Основни преимущества на комплекта VAS5054A в сравнение с другите кодочетци които работят със автомобилите от VAG групата: режим „висша диагностика“, който значително опростява намирането на дефектите, както и изпълнението на сервизните функции; наличие на пълна вградена справочна база данни за колите производство след 1998 г. по разшифроване на групите параметри съдържащи данни от датчиците в реално време, това не се среща при нито една друга VAG диагностична техника.

Единственият недостатък на този кодочетец е отсъствието на разшифроване на групите с параметри и отсъствие на специални функции на по-старите автомобили, които са произведени преди 1998 г. – за тези коли е нужно да се прави справка в базата с данни “Win ELSA”.

11.6. Кодочетец за Toyota, Lexus и Scion

Toyota кодочетеца работи под управлението на програмата Toyota Techstream и предназначен за диагностика на фирмено ниво на всички електронни системи на автомобилите на концер-



Фиг. 11.6 – Външен вид на кодочетец Toyota.

на Toyota, които се продават на различните пазари под търговските имена Toyota, Lexus и Scion. Кодочетеца за Toyota се свързва към автомобила през OBD2 диагностичната буска и поддържа всички диагностични протоколи на Toyota от 1996г до сега. С него може да се извършва диагностика на автомобили както с ляво така и с дясно разположение на кормилото.

Основното предимство на този кодочетец за Toyota е неговата цена, която е несъизмеримо по-ниска от цената на Toyota DENSO Intelligent Tester II, при практически същите възможности.

Важно е да се отбележи, че този диагностичен кабел така също е и Pass-Thru интерфейс, поддържащ стандарта SAE J2534. Този стандарт се прилага при автомобилите производство от 2004 година (не само Toyota) с цел да се препрограмират техните блокове за управление не само от фирмените серви-

зи на определена марка автомобили.

Поддържани протоколи: ISO 9141; ISO 14230-4; SAE J1850; SAE J1850; ISO 11898; ISO 15765-4; K-Line; KWP 2000; PWM; VPW; CAN 2.0B; CAN.

Технически характеристики: Връзка с PC: USB 2.0; Захранване: DC 5 V ~ 36 V; Консумация: 0.3 W; Тегло на комплекта: 70g.

11.7. ULTRASCAN.

Професионален универсален кодчетец за леки автомобили производство на южнокорейската фирма "Hanatech Co., Ltd." Кодчетеца UltraScan P1 е продукт на Hanatech, който е с най-големи възможности. С него се извършва



Фиг. 11.7 – Външен вид на кодчетец UltraScan P1.

диагностика на Японски, Корейски, Европейски, Американски, Руски и други леки автомобили. Кодчетеца Ultrascan P1 позволява да се отчитат особеностите при диагностиката на автомобилите, които са произведени за вътрешните пазари на Япония, Корея, Америка и Европа. Този комплект за автодиагностика е с безплатно обновяване на софтуера в продължение на 2 години след регистрирането му, както и с 3 годишна поддръжка. По същество 4 прибора в едно устройство. Ultrascan P1 е мощен автомобилен скенер, комплекта на който съдържа всички необходими диагностични уреди. Професионален универсален ко-

дочетец "Ultrascan P1" поддържа диагностика на CAN-протоколите и всички версии на OBD2. Ultrascan P1 има вграден Ultraplexer за работа с всички типове CAN шини. Има вграден 4-канален бързодействащ осцилоскоп. Анализаторът на осцилограмите на запалването позволява да се записват и преглеждат индивидуални осцилограми по един цилиндър, преглед на цилиндрите (в ред) - едновременно по 6 цилиндъра, графично изобразяване с вертикални стълбове (бар-диаграми, до 8 цилиндъра). Така също прибора изобразява и цифровите стойности на времето за натрупване на енергията и времето за горене на искрата на запалителната свещ. С вградения генератор на импулси се извършва имитация на сигналите от сензорите и могат да се задействат изпълнителните механизми по автомобила. Ultrascan P1 има и вграден Цифров волтметър. Поддържа връзка в реално време с персонален компютър чрез USB порт. В комплекта на прибора се съдържа и интерфейс, към който може да се свърже газоанализатор.

Общи характеристики на Ultrascan P1 като кодчетец: Работи с всички видове CAN протоколи без допълнителни адаптери; Вградена база данни с местоположенията на диагностичните съединители, електрически схеми, мощни менюта към кодовете на грешките; Високоскоростен обмен на информацията с управляващите ECU на автомобила; Идентификация на управляващите блокове; Четене на кодовете на грешки; Изтриване на кодовете на грешки; Показване на текущата стойност на сензори по електрическата система на автомобила както в цифров така и в графичен режим; Възможност за изобразяване на текущите стойности от сензорите в графичен режим; Може да се провеждат тестове на изпълнителните устройства по автомобилите; Стоп кадър на състоянието на системата при появяване на код на грешка;

Функция „Черна кутия” - запис на масив от данни по време на движението на автомобила; Функция помощ – показва на екрана електрически схеми, вспомогателна информация за параметрите на сигналите, методи за проверка на датчиците и т.н. Активация на изпълнителните механизми; Адаптация; Програмиране на ключове; Зануляване на сервизните интервали.

Характеристики на Ultrascan P1 като четириканален осцилоскоп: Има 19 предварително зададени менюта за тест на най-често проверяваните датчици и изпълнителни устройства; Изобразява сигналите от първичната и вторичната запалителна верига и прави анализ на запалителната система на автомобила; Диагностика сам може да избере броя на едновременно изобразяваните канали; Режим на фотоснимка за последващ анализ на получените осцилограми; Запис на осцилограмите в паметта с възможност за прехвърляне в РС; Вграден справочник на стандартни осцилограми на някои датчици; Автоматична или ръчна синхронизация – по време (25mS ~ 20 sec) и по напрежение (0,1V ~ 20V); Бързина на цифрово преобразуване: 500 kHz; Измерване на постоянно напрежение: от -150V до +150 V.

Характеристики на Ultrascan P1 като мотортестер - анализатор на запалването: Преглед на осцилограмите от първичната и вторичната запалителна верига; Възможност да се записват и преглеждат индивидуални осцилограми по един цилиндър, преглед на цилиндрите (в ред), графично изобразяване с вертикални стълбове (бар-диаграми, до 8 цилиндъра); Показва цифровите стойности на времето за натрупване на енергията и времето за горене на искрата на запалителната свещ.

Характеристики на Ultrascan P1 като цифров мултиметър: Двуканален волтметър; Измерване на постоянни напрежения: DC 30 V; Измерване на честота: от 1 Hz до 100 kHz; Измерване на коефициент на запълване: 0% до 99.9%; Измерване на силата на тока: 128 Amax; Има вградена помощна функция за всеки измерван параметър.

Характеристики на Ultrascan P1 като генератор на сигнали: Имитация на сигналите от датчиците; Задействане на изпълнителни устройства.

Технически характеристики: Вътрешна памет 1 MB SRAM; Карта памет: 512 MB NAND Flash Memory; Дисплей: 320x240 точки, графичен LCD с осветяване; Клавиатура: Мембрана, прахо и влагозащитена с бутони; Портове: RS232, USB; Принтер: Стандартен принтер за компютър; Захранване: DC 12V; Качество: официално одобрен по ISO 9001 : 2000.

11.8. Диагностичен уред Autocom, Delphi , Wurth.

Диагностичният уред Autocom, Delphi , Wurth представлява три фирмени разновидности на един и същ хардуер с три фирмени софтуера със сходни функции, оформление и начин на работа. Уредът е един от най-гъвкавите и мощни инструменти за диагностика на пазара за всички превозни средства. Той съдържа обширна база данни с много висок обхват. Инструментът използва оригиналните данни от производителите на превозни средства. Това е необходимо условие, за да бъде в състояние да предложи качество и функционалност. За да направи работата по-лесна, инструментът съдържа редица функции, за да помогне на потребителя да направи правилните решения. Един такъв пример е ISI (Интелигентна система за идентификация), в която софтуерът автоматично разпознава системата за конкретен автомобил. Вградената база данни със снимки и илюстрации на диагностичните букси при

всеки един лек автомобил или камион, позволяват бързото локализиране и свързване към превозното средство. В зависимост от операцията, която е необходима в дадена система, има възможността да се получи предварителна информация преди да се извърши дадената процедура.



Фиг. 11.8 Външен вид на кодчетец Delphi DS 150 E.

Уредът се препоръчва, както при изграждане на малък автосервиз, така и при допълнение на големи сервиси. Съдържа т.нар. OKI чип, който се изисква за осъществяване на връзка с марката Ford. Притежава Bluetooth модул. Уредът има Flight Recorder, което е система за запис на данни в движение върху microSD карта. OBD буксата е с LED осветление. Издава се

звуков сигнален индикатор за FlightRecorder и спад/пик в захранването от автомобила. Delphi има 4-цветен индикатор показващ работата на устройството и NEC релета. Поддържа възможност за работа чрез USB кабел и възможност за използване както със софтуер Delphi, така и със Autocom. Използва се на както на 12, така и на 24 волтови системи. Сред предимствата на Autocom/Delphi са: Ниска цена и лесна работа със софтуера; Поддържат се както 12, така и 24 волтови инсталации; Поддържат се над 55+ марки леки



Фиг. 11.9 Външен вид на кодчетец Autocom CDP PRO GOLD BT.

автомобили и още 20+ марки лекотоварни и тежкотоварни автомобили; Софтуерът за леките автомобили е преведен напълно на български език; Възможна е работа от близко разстояние през Bluetooth; Възможност за запис на данни върху microSD карта памет чрез функцията Flight Recorder; Светодиод за лесно откриване на диагностичния извод на автомобила; Лесен за употреба софтуер с подробна информация за автомобила - къде се намира буксата за диагностика

ка, кой преходник да се ползва и т.н. Поддържа следните марки автомобили и камиони: Audi, Australia, Ford, Benz, BMW, Brilliance, Chevrolet, Chevy, Chrysler, Citroen, Dacia, Dadi, Daewoo, Daihatsu, Demo, Fiat, Ford, GM, Holden, Honda, Hyundai, Isuzu, Jaguar, Kia, Lancia, Land Rover, Mahindra, Maruti, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Romeo, Rover, Saab, Seat, Skoda, Smart, Subaru, Suzuki, Tata, Toyota, Volvo, VW, Yamaha.

Софтуера Autocom CDP+ / Delphi new VCI може да прочита и изтрива кодове за грешки и има избираеми и много други функции. Софтуера включва следните основни модули : А: Производствена специфична серийна диагностика; В: Сканираща функция; С: EOBD / OBDII комуникация; D: Сериини системи; Е: Двигател; F: Запалване; G: климатроник; H: ABS; I: нулиране Service; G: SRS; К: Имобилайзер; L: Инструмент; M: Comfort система; D: Скоростна кутия и т.н. Свързва се с компютър посредством USB кабел или Bluetooth. Работи с WINXP, Vista, Win7, Win10.



Фиг. 11.10 Външен вид на кодчетец Wurth WOW Snooper.

Възможности за диагностиране на: Двигател; Обучаване на ключове; Антиблокираща система на спирачките; Въздушни възглавници; Автоматична скоростна кутия; Имобилайзер; Таблото с приборите; Климатик, климатроник; Електрическо кормилно управление; Електрохидравлично кормилно управление; Централно заключване; Мултиинформационният дисплей; Информационният дисплей; Цветен-Информационен дисплей; Радио; Противобуксуваща система; Електронна система при поднасяне; Охлаждаща система; Борд компютър; Кодиране на инжектори; Връща базовите настройки на автомобила; Нулиране на сервизния интервал; Четте текущите кодове на грешки; Изтрива текущите кодове на грешки; Електронен тест на възли и изпълнителни механизми; Адаптация на отделни параметри и изтриване на адаптационните стойности; Показва каталожния идентификационен номер, записан от производителя на тестваното ECU, версията на записаната в него програма, кодировката, датата,

на която е програмиран и други.

11.9. Mercedes-Benz Star Diagnosis

Mercedes-Benz Star Diagnosis (MB Star) е диагностична система на вътрешно фирмено ниво, включваща диагностика, сервизна информация, каталог на частите и др. за всички леки автомобили, микробуси, камиони и автобуси производство на Mercedes Benz, включително Smart, Maybach, индустриални двигатели и машини със специално предназначение.

Уредът е диагностичен комплекс на вътрешно фирмено ниво, включващ диагностика, сервизна информация, каталог на частите и др. Включва системите DAS (Диагностична асистентна система), Xentry (Нова диагностична система), HNTwin (Емулатор на ръчен скенер), EWAnet (WIS-Сервизна информация + EPC-Каталог на частите), SDMedia и др.



Фиг. 11.11 – Външен вид на мултиплексор SDconnect - Mercedes-Benz Star Diagnosis.

Комплекса включва компютърна система (терминал), мултиплексор и комплект кабели. Най-популярните оригинални мултиплексори са два модела Part D и SDconnect. В зависимост от

използваният компютър за терминал, оригиналната диагностична система се означава като Basic, Basic2, Compact2, Compact3, Compact4 и др.

Изцяло е погрешно твърдението за наличието на мултиплексори или системи C3, C4, C5, C6, Compact3, Compact4 и т.н.

11.10. BMW ICOM

BMW ICOM е предназначен за диагностика, кодиране и програмиране на

всички модели автомобили BMW. Той сменя старите интерфейси GT1, OPS/OPPS и е най-новото BMW диагностично оборудване. С него се осъществяват всички диагностични процедури и се изпълняват всички операции по кодирането и програмирането много по-бързо в сравнение с GT1 и OPS/OPPS.



Фиг. 11.12 Външен вид на BMW ICOM.

Съвместим интерфейс за диагностика на BMW, RR и Mini автомобили.

ICOM-A2 – Основен мултиплексор с OBDII конектор, поддържащ комуникационните протоколи MOST, K-CAN, D-CAN, разпознаване и измерване на клемите 15 и 30, ICOM-B – Допълнителен адаптор за свързване към оптичната шина на автомобила. Свързва се чрез USB към основния ICOM-A мултиплексор. ICOM-C – Допълнителен адаптор за свързване на ICOM-A към стари автомобили с кръгъл 20 пинов извод за диагностика.

Интерфейсът се предлага на английски, руски, немски и всички други възможни езици.

11.11. VAG-COM Diagnostic System (VCDS)

Софтуерът VAG-COM е предназначен основно за компютърна авто-диагностика на автомобили от VAG групата – Volkswagen, Audi, Seat, Skoda и др. С помощта на този Windows базиран софтуер, един компютър се превръща в мощен диагностичен инструмент, незаменим помощник за всеки любител или голям автосервиз. Продукта работи на вътрешно фирмено ниво, а някои негови възможности не присъстват и в оригиналното фирмено оборудване.



Фиг. 11.13 - Външен вид на адаптерен кабел за VAG-COM.

От скоро продуктът е преименуван от VAG-COM на VAG-COM Diagnostic System - VCDS. А версията за KKL интерфейси е VCDS-Lite. За да се използва софтуерът VAG-COM е необходим компютър с инсталиран Windows и интерфейс за връзка между компютъра и диагностичния извод на автомобила. В някои случаи за включване на интерфейса в извода на по-стар модел автомобил е необходим и преходник.

С VAG-COM в един автомобил от VAG групата може да се извършват следните групи операции: да се идентифицират всички налични контролери в автомобила; да се чете и трие информацията за възникнали грешки във всички контролери; да се следят и записват параметри и стойности във всички контролери в реален режим на работа - живи данни, в стойности и в графичен вид; да се действат изпълнителни механизми с цел по-бързо установяване на проблеми; да се нулират и задават нови сервизни интервали; да се променят настройките на всеки контролер; да се обучават/изтриват ключове, ако се знае PIN-кода на имобилайзера; да се извършва диагностика на оптичната шина (MOST) и др. При сервизна дейност този продукт ще опрости множество операции, например изтриване и настройка на всички видове сервизни интервали, адаптация на дросел клапа след почистване, ремонт или замяна, промяна езика на дисплея в таблото и др. системи, управление на електро-механични паркинг

спирачки при автомобилите след 2003/4г. за смяна на накладки или ремонт, сервизно регенериране на филтъра за твърди частици (DPF) при съвременните дизелови двигатели. VAG-COM има и възможност за диагностика на автомобили и на други производители по стандарта OBD-II, но не се поддържат всички протоколи. Работи под ОС Windows XP или по-нова, 32 и 64 бит.

11.12. Launch Easydiag X431/ Thinkdiag

Това е оригинален универсален интерфейс за професионална диагностика на всички марки автомобили.



Фиг. 11.14 Външен вид диагностичните устройства Launch Easydiag X431 и Launch Thinkdiag.

Компактен и мобилен, предназначен за използване със смарт устройства базирани на Android. Превръща мобилното устройство в мощен инструмент за диагностика. Връзката с интерфейса е безжична, чрез Bluetooth. Може да се инсталира на телефон или таблет с Android версия 4.xx или по-нова. Необходимо е устройството да има Bluetooth и 3.5-6 GB свободно място във вътрешната flash памет. Уредът се обновява on-line. Поддържат се следните езици - английски, немски, турски и руски. Захранва се с напрежение от 9V до 15V, от диагностичния извод на автомобила. Поддържат се практически всички марки автомобили и използваните в тях контролери. Възможност за работа със всички контролери: управление на двигател, автоматична скоростна кутия, ABS, airbag, табло, климатроник и много други. Поддръжката може да варира според марка и модел.

11.13. ELM327.

Универсален интерфейс за компютърна автомобилна диагностика с вграден мулти-протоколен интерпретатор ELM327. Безжична Bluetooth връзка с компютър или друго устройство. Продукта е подходящ за диагностика на всички автомобили отговарящи на стандарта OBDII/EOBDII. В Европа за пътнически и лекотоварни автомобили, OBDII/EOBDII стандарта е задължителен от 2001 г. за бензинови и от 2004 г. за дизелови автомобили. В САЩ е в сила от 1996г. Някои производители са изпълнили изискванията на стандарта преди посочените дати.



Фиг. 11.15. ELM327 Bluetooth

Възможности на интерфейса са: Прочитане на кодовете за грешки и тяхното описание. Преглед на минимални, максимални и текущи стойности. Изтриване на кодовете за грешки от паметта на контролера. Наблюдаване в реално време на показанията на сензорите - живи данни. Измерване на ускорение, разход и др. подобни параметри. [14]

12. Работа със стенд Bosch KTS 650/590.

12.1. Подготовка за работа.

Преди започване на работа с програмата е необходимо да се извърши присъединяване на диагностичния кабел към OBD буксата на автомобила. Ако буксата не е по стандарта OBD е необходимо да се постави необходимия за модела преходник (фиг.12.1.).

При включване на стенда се зарежда прозореца показан на фиг. 12.2.

12.2. Методология за работа със стенд за диагностика Bosch KTS 650 и софтуер ESI[tronic] при диагностика на лек автомобил Volkswagen Passat, 1,9TDI, модел на двигателя AVF, 96kW.

Стендът за диагностика BOSCH KTS650 е напълно мобилно, диагностично и информационно устройство. Той се съчетава в себе си компютър с твърд диск, 12" TFT сензорен екран, вградена литиево – йонна батерия, измервател-



Фиг.12.1 Стенд за диагностика Bosch KTS 650.

ни модули мултиметър и осцилоскоп. Функциите мултиметър и двуканален осцилоскоп, го правят оптимално пригоден за мобилна и преносима употреба, но може да бъде включен и към компютърна мрежа. KTS650 има сензорен екран, на който може да се работи както с приложената в комплекта писалка (стилус), така и чрез докосване с пръст. Освен това има възможност за свързване към външен екран. В допълнение, той има Superior One цветен екран и

множество нови възможности за контрол и диагностика. На твърдия диск е инсталиран предварително софтуер ESI [TRONIC]. За управление на устройството се използва виртуална клавиатура както и писалка (стилус) за сензорния екран. Също така има възможност за свързване на клавиатура и мишка с интерфейс PS/2. Получените данни и измерените стойности могат да бъдат отпечатани чрез USB интерфейс с помощта на външен принтер. Стенда за диагностика BOSCH KTS 650 в комбинация със специализираният софтуер за диагностика ESI[tronic] са много мощна мобилна информационна система за бързо и лесно диагностициране и отстраняване на проблеми. С помощта на серийния интерфейс е реализиран посредством адаптер към кабела за връзка, който директно се свързва към автомобила. След свързване системата автоматично разпознава контролните звена на автомобила. Посредством мултиплексираният куплунг може да се свързва към автомобили оборудвани с OBD интерфейс за диагностика.

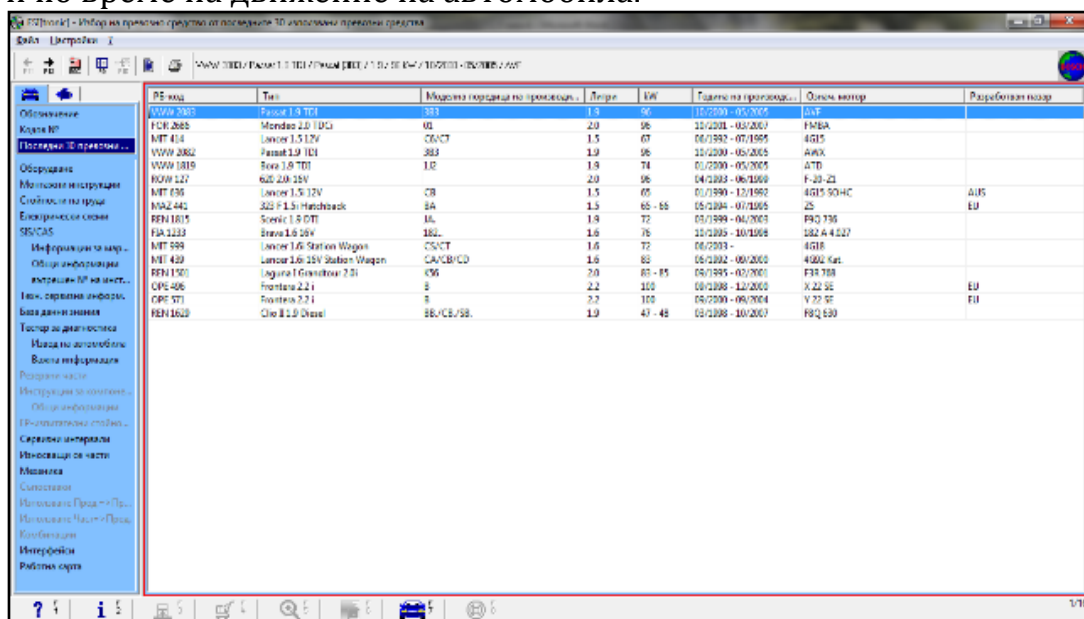
Специализираният софтуер Bosch ESI[tronic] е инсталиран върху твърдият диск на стенда работещ с операционна система Windows ME. Специализираният софтуер предоставя информация за всички етапи на диагностиката,

като представя тона информация за компоненти на автомобила (информация за разположението им, характеристики). Стандартът CAS (Computer Aided Service) създава интелигентна връзка между стенда и автомобила, като дава възможност за бързо и лесно откриване на неизправностите, което характеризира и по – голямата му ефективност. Стендовете за диагностика BOSCH KTS 650/590 са адаптирани за работа с всички системи и диагностични протоколи – ISO – системи за европейските автомобили, SAE – системи за американски и японски автомобили, CAN – протоколи за диагностика.

Стендовете за диагностика BOSCH KTS 650/590 са оборудвани с двуканален мултиметър даващ възможност за измерване на напрежение, съпротивление и ток. Освен това разполагат и с двуканален осцилоскоп с работна честота 100kHz при работа в едноканален режим или 2 x 50 kHz в двуканален режим. Благодарение на това може да се диагностицират електронни компоненти в автомобила. Цветният 12" (30 cm) TFT дисплей при KTS 650 със сензорен екран предлага достатъчна функционалност при провеждане на диагностика. Разделителната способност на екрана е SVGA - 800 × 600 пиксела и широката видимост е напълно достатъчна за нормалното прочитане на кодовете на грешки. Сензорният екран дава възможност за бърз достъп до описание на грешките или други функции на стенда.

Освен за мобилно приложение стендовете BOSCH KTS 650/590 са пригодени и за свързване към компютърни мрежи посредством ASA (AWN) Computer Network, или посредством LAN (10/100 Mbps), също може да бъде свързан с конвенционалния WLAN конектор. Друго с което разполага стенда е вградена мултимедия – високоговорител, изход за слушалки и вход за микрофон. Оборудван е с всички съвременни куплунги като при персоналните компютри - USB, PC Card, VGA, външна клавиатура или мишка.

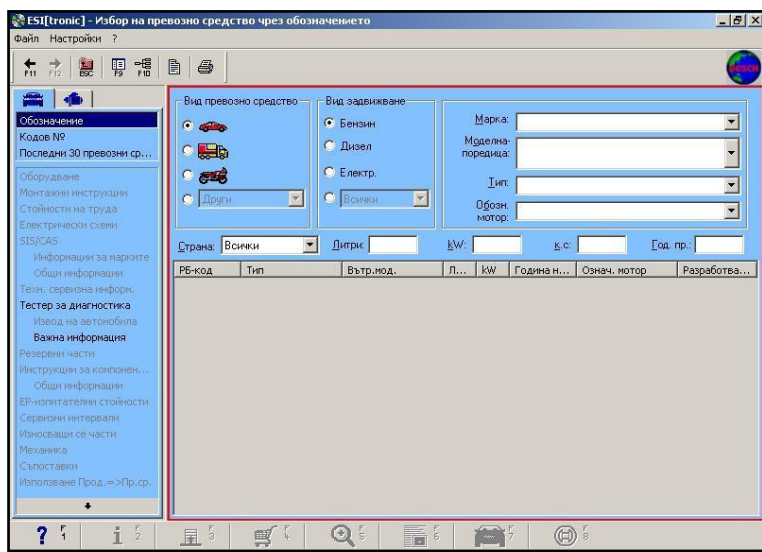
Стенда BOSCH KTS650 е ударо устойчив. С теглото си от 4 кг., малките си размери и дръжката за закачане го прави удобен за извършване на диагностика и по време на движение на автомобила.



Фиг.12.2 Избор на превозно средство от „Последни 30 превозни средства“.

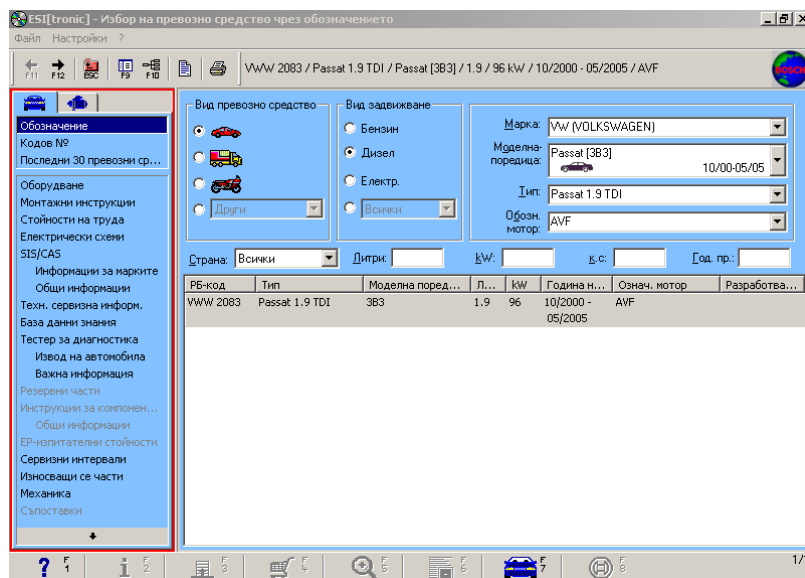
Специализираният софтуер за диагностика ESI[tronic] се предлага в няколко разновидности: ESI[tronic] CD-A: Достъп до комплексното оборудване

на Bosch в автомобила. Предимството е съпоставката на Bosch - номерата с номерата за доставка на автомобилните производители. ESI[tronic] CD-C: Модулна система за автомобилна диагностика и SIS -ръководства за определяне на неизправностите. Предоставя обхватна информация за диагностика и отстраняване на неизправностите на системите за управление на двигателя (бензинов и дизелов), на спирачните уредби и на системите за подобряване на комфорта при леките автомобили.



Фиг.12.3. Избор на ново превозно средство.

пример данни за регулиране на колелата, планове за сервизно обслужване, данни и информация за смяна на зъбни ремъци. ESI[tronic] CD-P: Включва електрически схеми на всички важни области на електрониката, подобряваща комфорта. Този пакет съдържа най - обхватната, разпростряла се извън тази



Фиг.12.4 Избор на системна информация.

на производителите, селекция на електрически схеми на елементи, подобряващи комфорта, съобразена с потребителското търсене.

От менюто в ляво на екрана на софтуера ESI[tronic]2.0 може да се избере превозното средство по няколко начина. Ако сме тества ли автомобила, избираме „Последни 30 превозни средства“ и от там маркираме превоз-

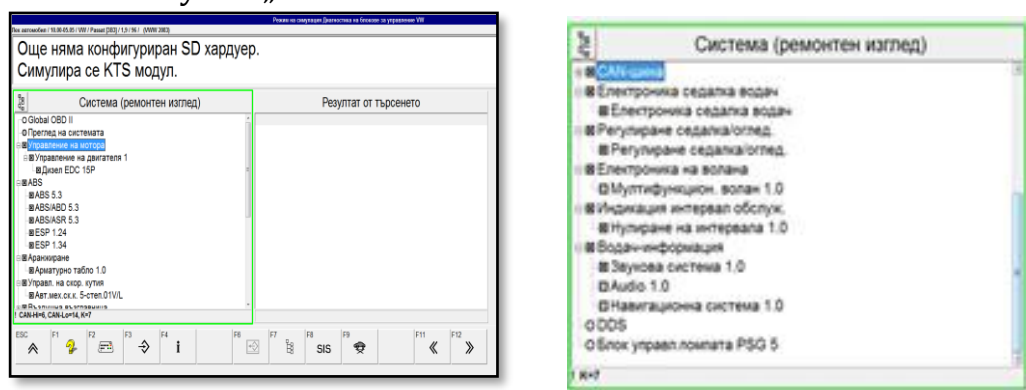
ното средство и натискаме бутона „F12“ (фиг.12.2).

При тестване на нов автомобил избираме „Обозначение“, след което се отваря нов прозорец за избор на превозно средство (фиг. 12.3). Първо избираме „Вид превозно средство“ – лек автомобил, след което избираме „Вид задвижване“ – Дизел. От падащото меню на „Марка“ избираме марката на автомобила, който ще тества – в случая „Volkswagen“. В менюто

на производителите, селекция на електрически схеми на елементи, подобряващи комфорта, съобразена с потребителското търсене.

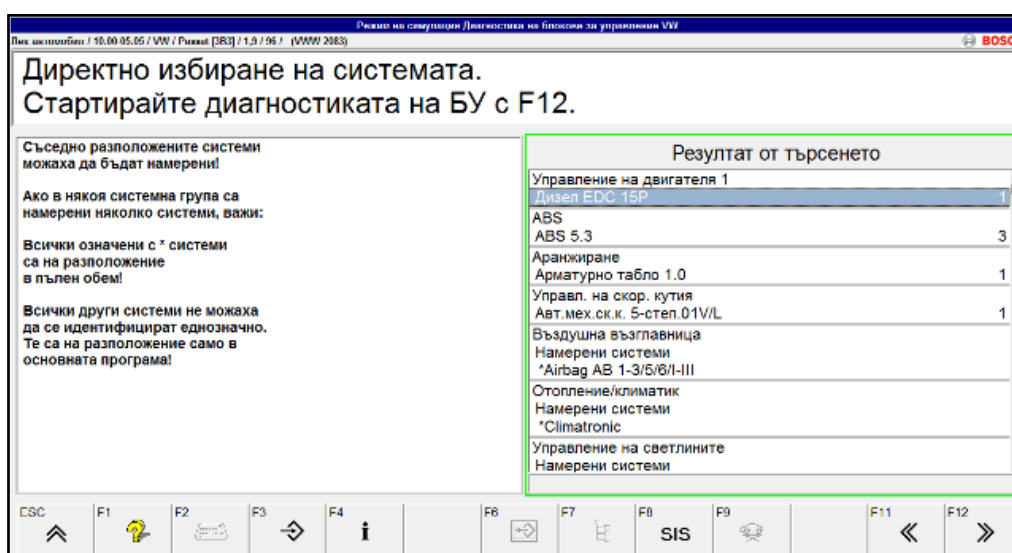
От менюто в ляво на екрана на софтуера ESI[tronic]2.0 може да се избере превозното средство по няколко начина. Ако сме тества ли автомобила, избираме „Последни 30 превозни средства“ и от там маркираме превоз-

„Моделна поредица” избираме модела на автомобила – „Passat [3B3]”. Следва да изберем типа на автомобила – „Passat 1,9TDI” и означението на двигателя – „AVF” и натискаме бутон „F12”.

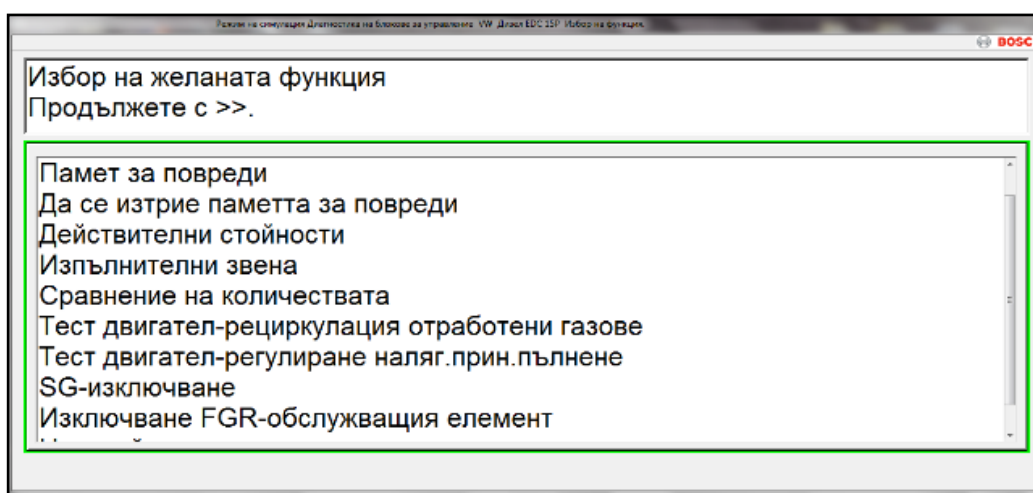


Фиг.12.5 Избор на системи за тестване на автомобила за повреди.

След като сме избрали превозното средство (фиг.4.5), имаме възможност



Фиг.12.6. Резултати след диагностиката на автомобила.



Фиг.12.7. Допълнителни функции за тестване на система „Управление на двигателя”.

диагностика на автомобила трябва да изберем „Тестер за диагностика”. След като сме го избрали, се отваря нов прозорец (фиг. 12.5). На фигурите са пока-

да избираме от менюто в ляво различна информация за автомобила, която софтуера ни предоставя – оборудване,

монтажни инструкции, механика, електрически схеми, сервизни интервали и др.

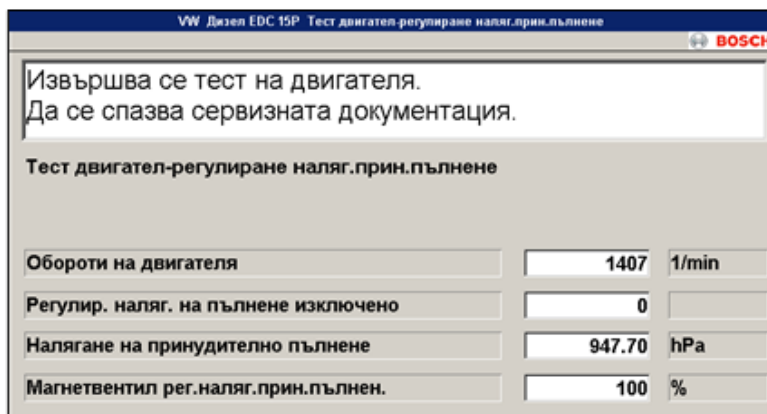
За да направим

зани системите, които можем да тестваме със стенда. Избора на системите за тестване става с еднократно натискане в квадратчето на отделните системи.

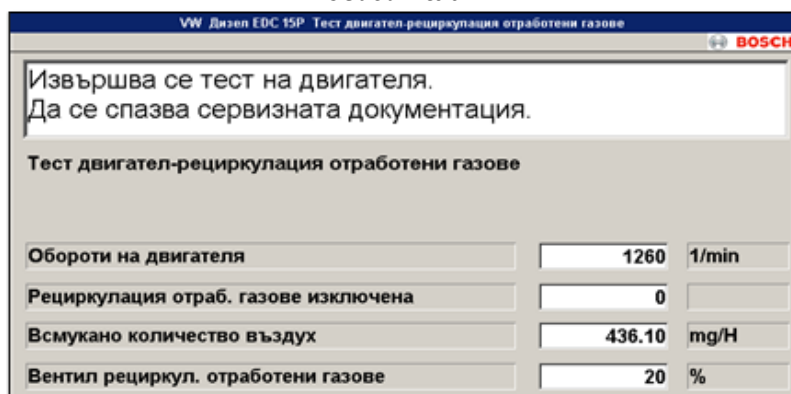
Когато сме избрали системите, които ще тестваме за грешки трябва да натиснем бутона „F12”. За пълната диагностика на автомобила сме избрали всички системи да се тестват за грешки (фиг.12.5).

Когато диагностиката на системите приключи, се отваря нов прозорец, показан на фиг. 12.6.

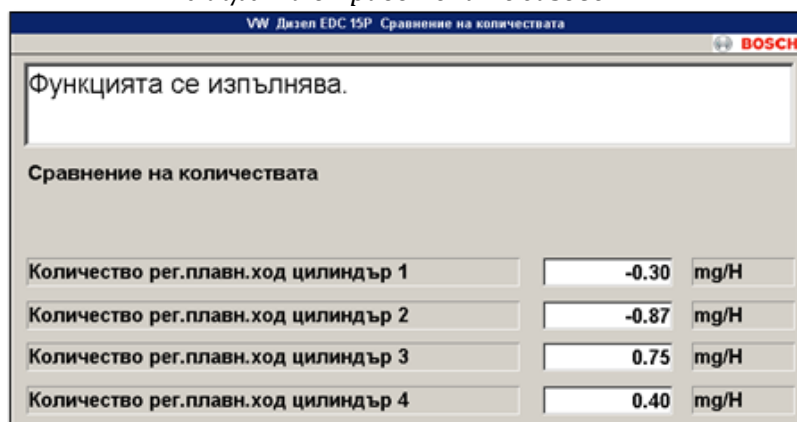
В полето „Резултат от търсенето” са показани системите, които сме тествали за грешки. Числата които се намират в дясно, показват колко са грешките в отделната система.



Фиг.12.8. Резултати от тестването на турбокомпресора на двигателя.



Фиг.12.9. Резултати от тестването на двигателя за рециркуляция на отработените газове.



Фиг.12.10 Резултати от сравнението на количеството впръскано гориво в отделните цилиндри на двигателя.

Софтуера ESI[tronic] ни дава възможност да се запознаем по-подробно с отделните системи и повредите, ако има такива. За да се запознаем със системата за „Управление на двигател”, трябва да я изберем и да натиснем бутона „F12”. Отваря се нов прозорец (фиг. 12.7). При избора на „Памет за повреди” се запознаваме с вида на грешките, ако има такива и се връщаме назад в менюто с бутон „F11”.

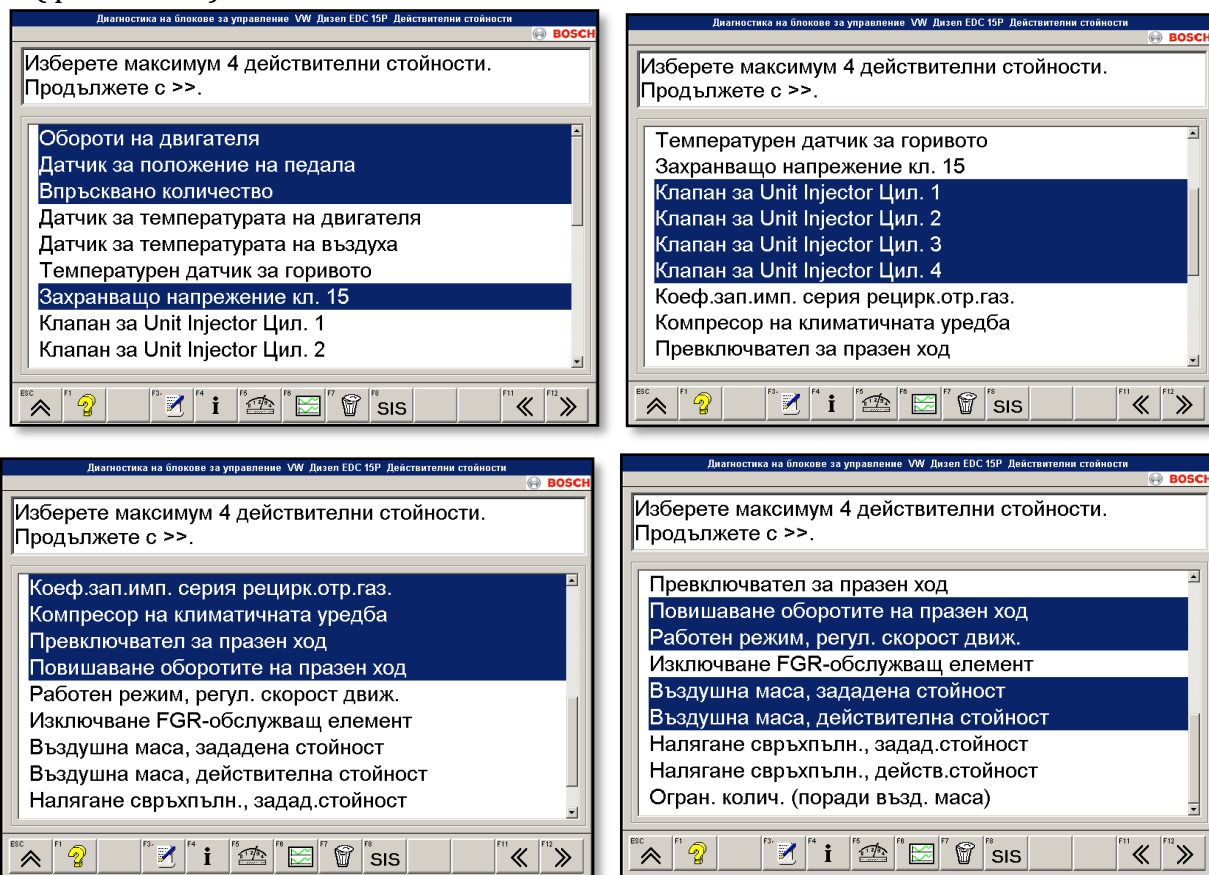
След като сме отстранили повредите по автомобила, зачистваме грешките, като избираме „Да се изтрие паметта за повреди” и натискаме бутон „F12”.

Софтуера ни дава възможност да управляваме изпълнителните звена в автомобила и така да проверим, дали те работят правилно.

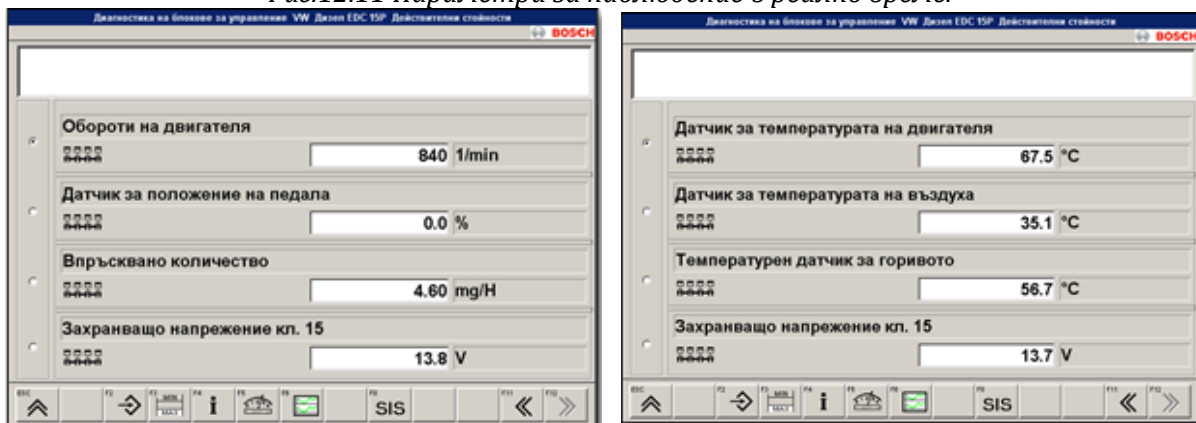
При избора на „Тест двигател – рециркуляция налягане на принудително пълнене” тестваме работата на турбокомпресора (фиг. 12.8). Стенда позволява да тестваме също и рециркуляцията на отработените газове. За целта избираме „Тест двигател – рециркуляция

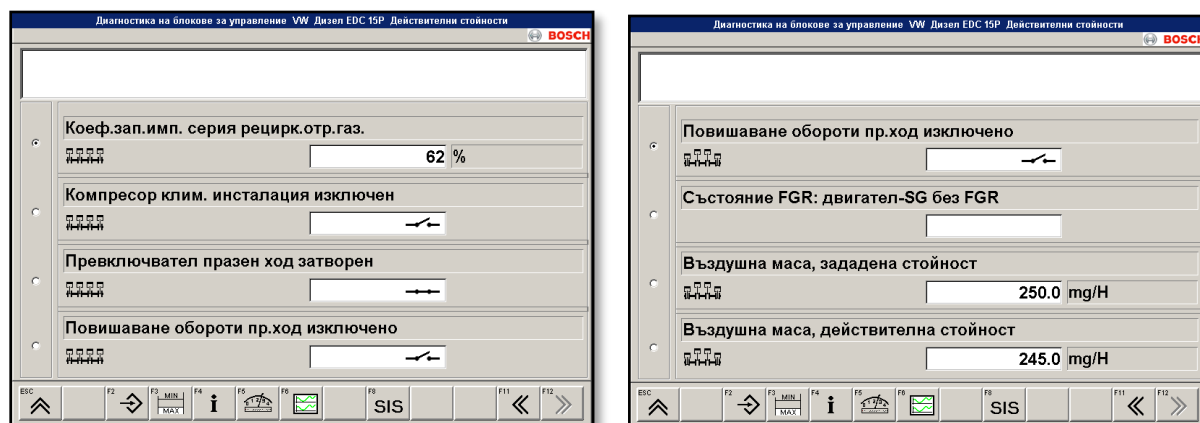
отработени газове” (фиг.12.9.)

На фигура 12.10 са показали резултатите от сравнението на количествата впръсквано гориво за отделните цилиндри. При избора на „Действителни стойности” се отваря нов прозорец (фиг. 12.11). Програмата ESI[tronic] ни позволява да наблюдавам до четири параметъра в реално време графично, чрез времедиаграми с различно време по абцисата или до 8 цифрово измервани параметъра. На фиг. 12.11 са показани някои параметри, които могат да се наблюдават в реално време за тествания автомобил при графичното им изобразяване в течение на времето. Параметрите, които са избрани се маркират в син цвят. След като са избрани параметрите, които ще наблюдаваме в реално време натискаме бутона „F12”. Резултатите могат да се представят в моментни стойности (фиг. 12.11 или в графичен вид при натискане на бутона F6 (фиг. 12.12).



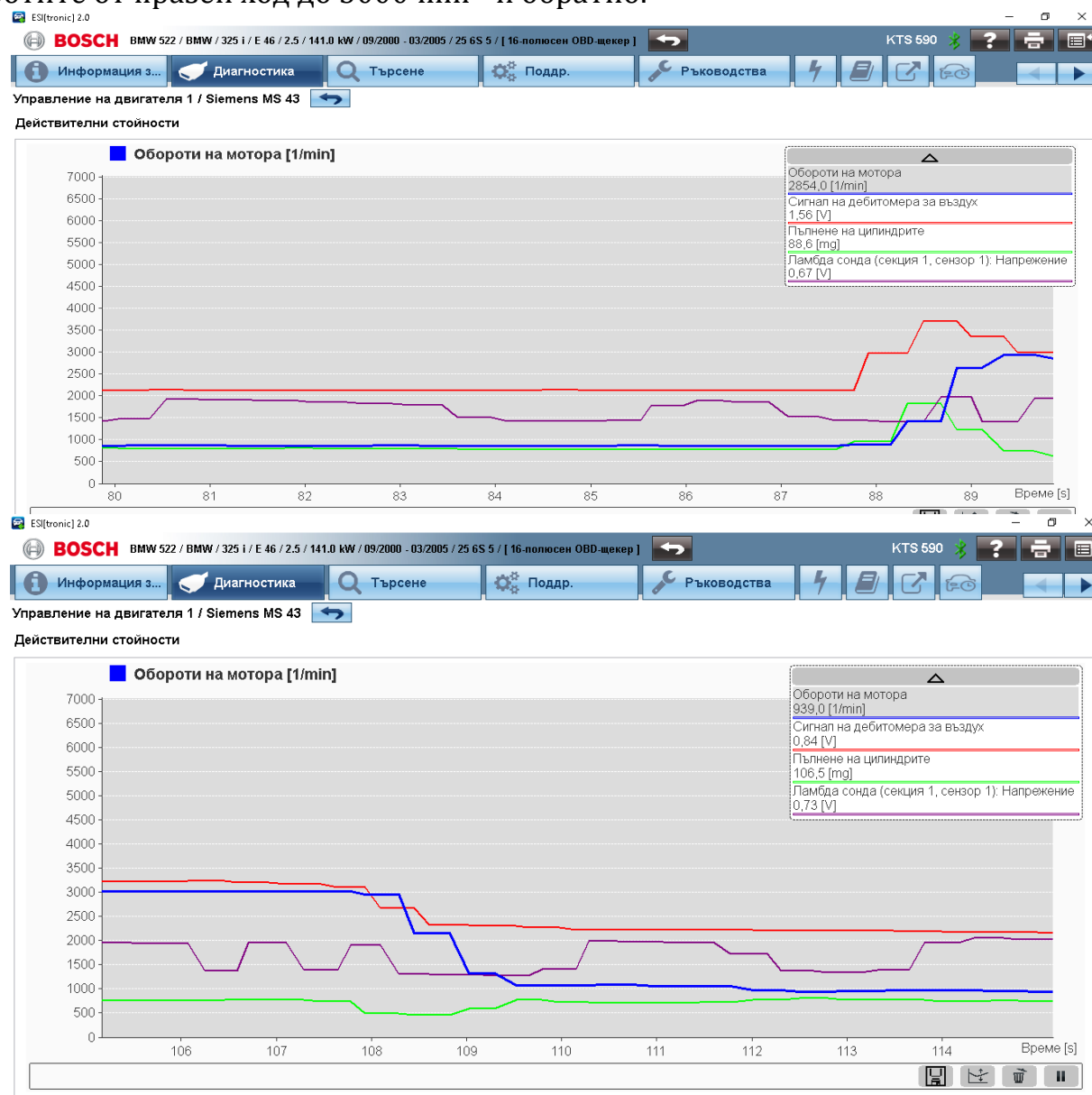
Фиг.12.11 Параметри за наблюдение в реално време.





Фиг.12.12 Резултати от наблюдаваните параметри в реално време и цифров вид.

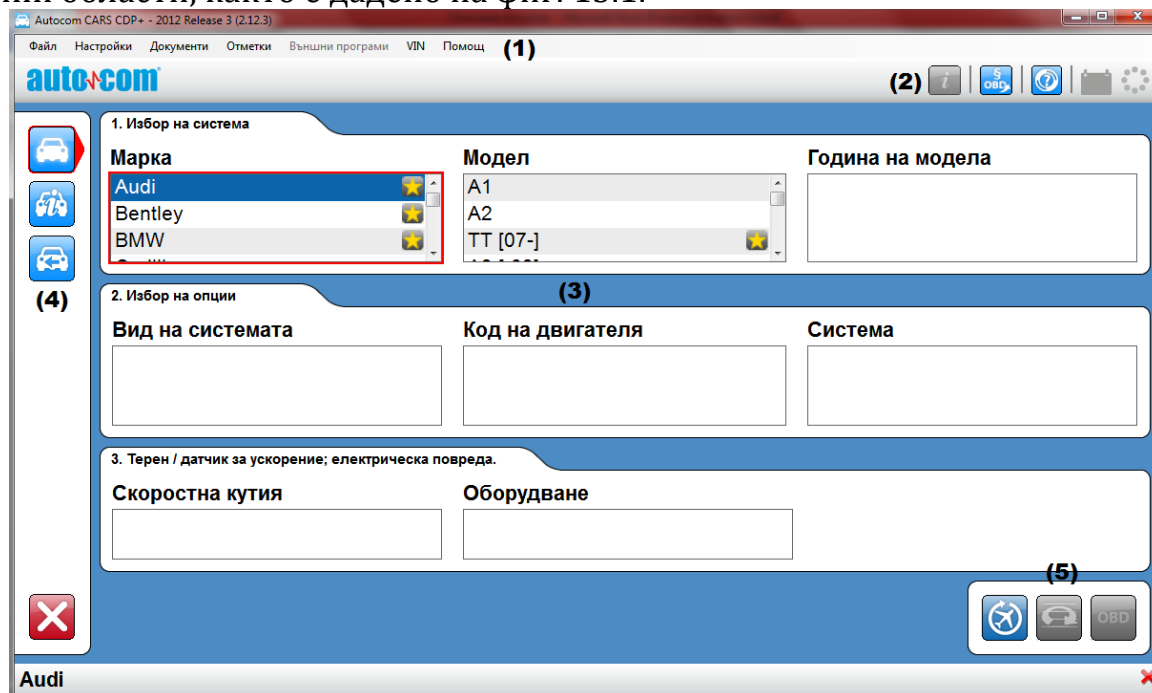
На фигура 4.23 е представено графично как се изменят параметрите на оборотите на двигателя, сигнала от дебитомера, количеството впръсквано гориво и напрежението на ламбда сондата във времето при промяна на оборотите от празен ход до 3000 min^{-1} и обратно.



Фиг.12.13 Резултати от наблюдаваните параметри в реално време в графичен вид.

13. Методология за работа със специализиран софтуер за диагностика AUTOCOM.

Диагностичният софтуер AutoCom може да се раздели на пет функционални области, както е дадено на фиг. 13.1.



Фиг.13.1 Изглед на началната страница на диагностичния софтуер AutoCom.

13.1. Функционални области.

(1) Главно меню: Това меню е разделено на подменюта: файл, настройки, документи, отметки, външни програми, VIN, помощ: файл – в това подменю могат да се отворят и запазват тестове, както и да се излезе от програмата; настройки – могат да се направят настройки за езика на интерфейса. От тук се конфигурира хардуерът, с който работи програмата и има избор за разширен режим на работа; документи – това меню съдържа документи за работа с програмата, информация за поддържаните автомобили, системни изисквания на програмата и др; отметки – дава възможност да се отворят и добавят отметки, чрез които може да се запазват конфигурирани автомобили с цел по-лесна и бърза работа при по-нататъшна повторна диагностика; външни програми - чрез това меню могат да се стартират външни програми, като например Аутодата; VIN – служи за боравене с регистрационния номер на превозното средство (VIN); помощ – съдържа информация за програмата, могат да се правят проверки за актуализация, проверка на лиценз, също така съдържа линк за помощно меню за решаване на възникнали проблеми в процеса на работа.

(2) Меню за главни функции: Менюто е съставено от три бутона и един активен индикатор: бутон  - този бутон извежда информация за избрания автомобил; бутон  - с този бутон може да се стартира диагностика; бутон  - използва се за извикване на помощно меню; активен индикатор  - показва състоянието на акумулаторната батерия на автомобила, който се диагностицира. Има три активни нива: ниско (жълто), Ok (зелено) и критично (червено). При състояние червено диагностиката трябва да се прекрати, а

при жълто да се свърже зарядно устройство. Тази информация се получава от диагностичната апаратура и се обновява постоянно по - време на диагностиката.

(3) Работна област: Тази област е съставена от 8 прозореца, чрез които се избира всичко необходимо за автомобила, който ще се диагностицира. От тези прозорци трябва да се избере: марка, модел, година, вид на системата, код на двигателя, система и скоростна кутия.

(4) Функционално меню 1: В това меню са поместени 3 функционални бутона: бутон  - бутон за визуализация на работната област; бутон  - чрез този бутон се получава информация за вида на кабела за бордова компютърна диагностика и местоположението на клемата за диагностика в избрания автомобил, предоставена е и дървовидна структура на избор на система; бутон  - показва историята на диагностицираните автомобили и възможност за избор, на който и да е от тях за повторна диагностика.

(5) Функционално меню 2: Има 3 функционални бутона: бутон  - извикване на менюто за Flight record function, чрез която функция има възможност да се записват избрани параметри по време на шофиране на автомобила; бутон  - бутон за старт на бордовата компютърна диагностика на избрания автомобил; бутон  - този бутон извиква функцията интелигентна сканираща система, която не е подържана от всички автомобили и бутонът остава неактивен, ако даденият автомобил не я поддържа.

13.2. Работа с Autocom при стартирала диагностика.

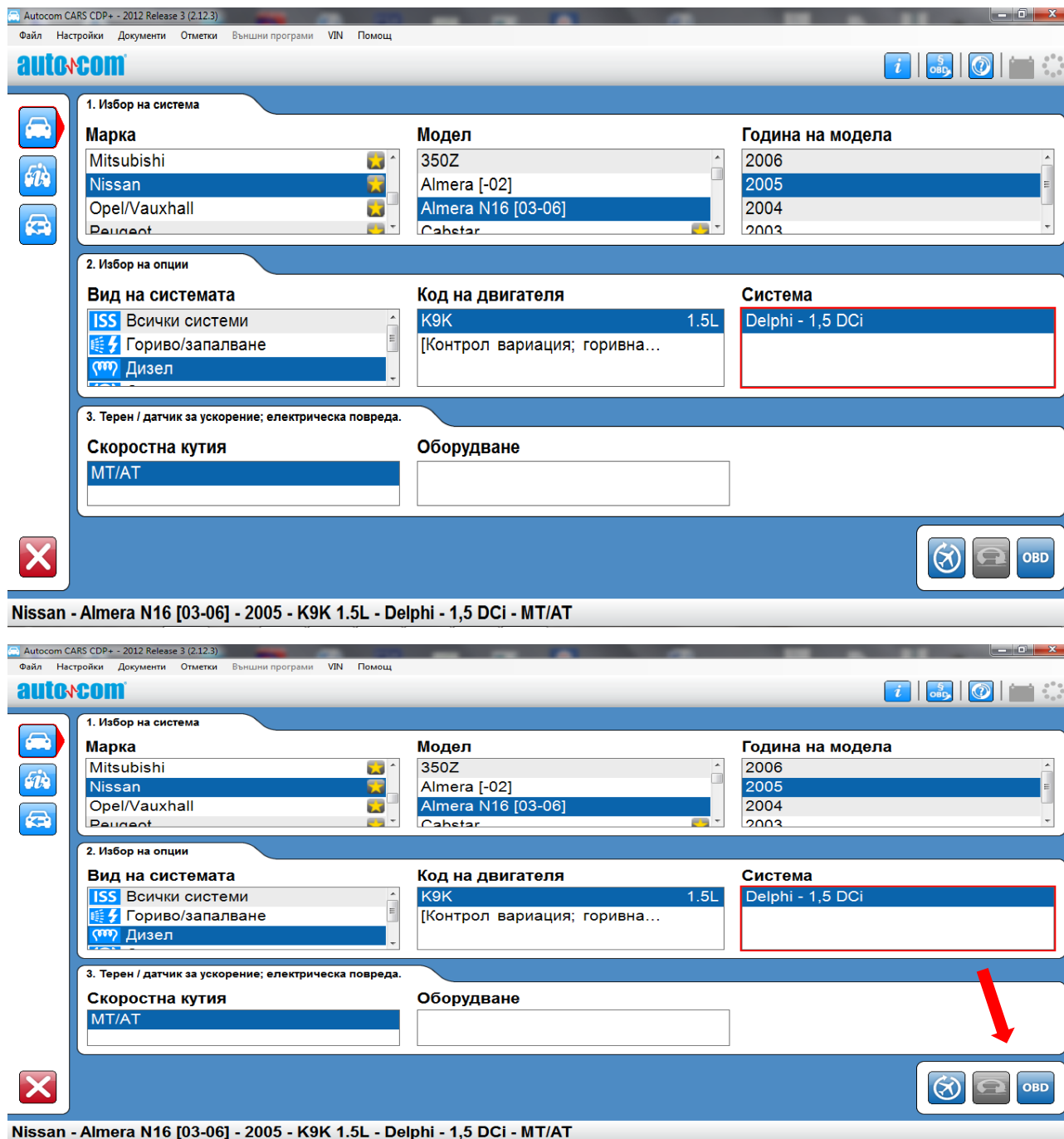
След като диагностиката е стартирала във функционално меню 2 имаме нови 6 функционални бутона: бутон  - чрез този бутон се прочитат запазени кодове за грешки; бутон  - с този бутон се изтриват запазени кодове за грешки; бутон  - бутон за преглеждане на данни в реално време; бутон  - чрез този бутон се извиква меню за активиране или деактивиране на различни компоненти по системата на автомобила; бутон  - извикване на меню за запис в бордовия компютър на автомобила.

13.3. Изследване на системата „COMMON RAIL“ с AUTO - COM.

Изследва се системата „Common rail“ в 1.5 DCI двигател с диагностичния стенд Auto - Com.

По долу е представен направения избор на марка, модел, година, вид система, код на двигателя и система на диагностицирания автомобил.

Стартиране на диагностика: За да се стартира диагностика, автомобилът трябва да е на контакт или със запален двигател. Ако едно от тези условия е изпълнено, диагностика може да стартира чрез натискане на бутон 

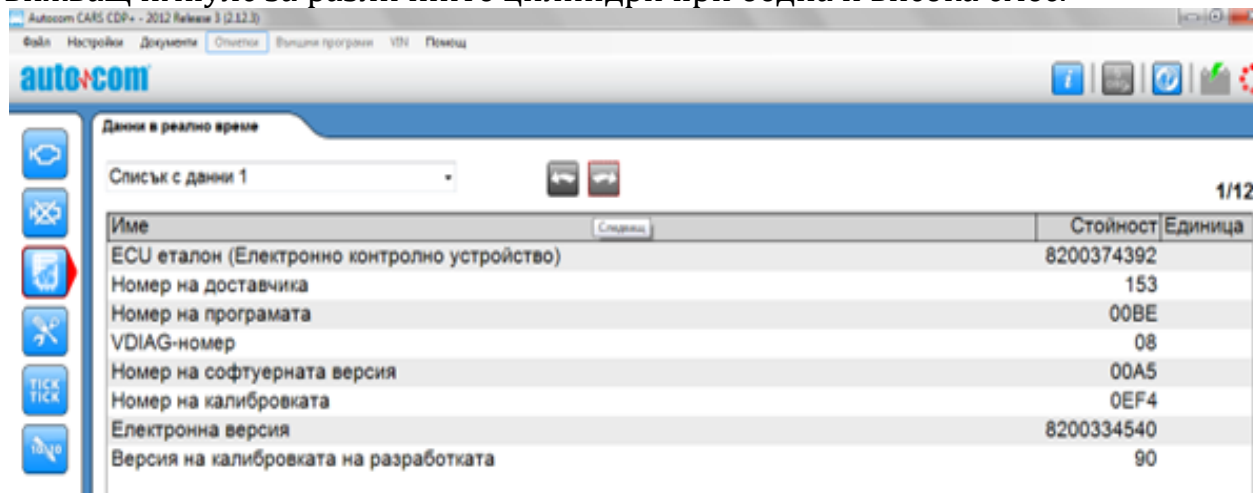


Изследване на системата:

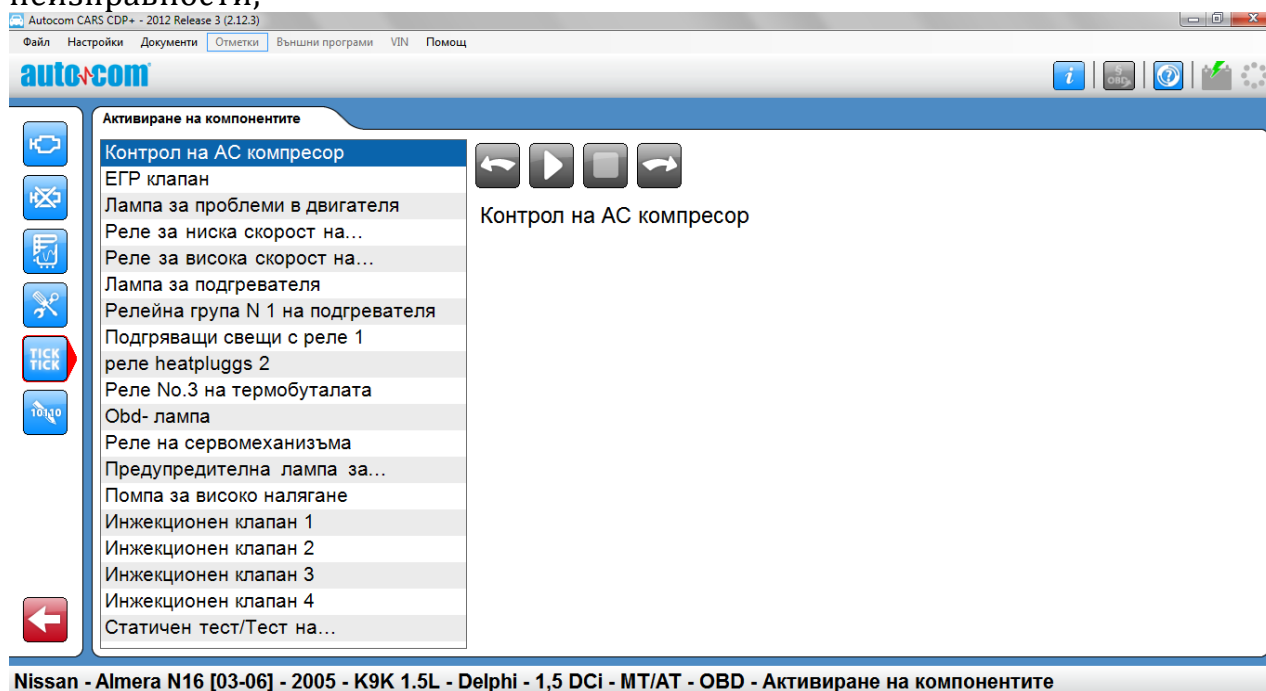
Четене на кодове за грешки - съдържа информация за актуални или за паметени кодове за грешки; Данни в реално време - списък с данни 1: изведени са данни за номер на ЕКМ, номер на програма, номер на калибровка, VDIAG - номер и други.

Списъците с данни могат да съдържат разнообразна информация специфична за отделния модел: актуални кодове за корекция на всеки инжектор за четирите цилиндъра; информация за обороти на двигателя, сензор 1 и 2 на педала на газта, EGR клапана, температура на входящия въздух и налягане на горивото, като стойност е дадено актуалното напрежение във V; обороти на празен ход, температура на охлаждаща течност на двигателя в градуси, напрежение на акумулатора, актуална стойност на магистрално налягане, настройка на целевата стойност; скорост на автомобила, температура на входя-

щия въздух и горивото, актуални стойности на атмосферно налягане и налягане на всмукване, показана е калкулираната стойност на масовия въздушен поток, както и потока на горивото; проценти на отваряне на EGR клапана и неговото потребление, A/ C консумация, ако е заявен климатик; информация за активни или неактивни модули; информация за активни или неактивни модули; информация за статус на двигателя; информация за минимален задвижващ импулс за различните цилиндри при бедна и висока смес.

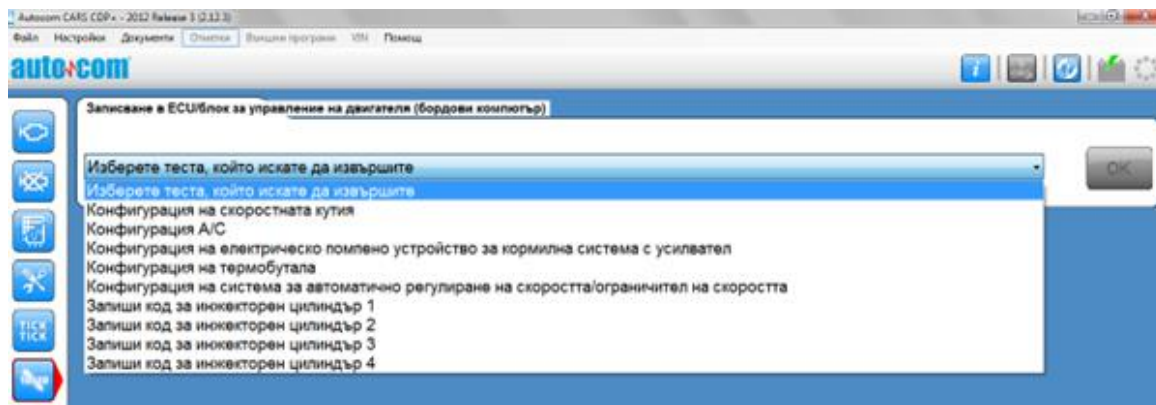


Допълнително могат да се активират компоненти: в това меню могат да се активират или деактивират различни компоненти по системата на автомобила, като по този начин може да се тества изправността им или да се открият неизправности;



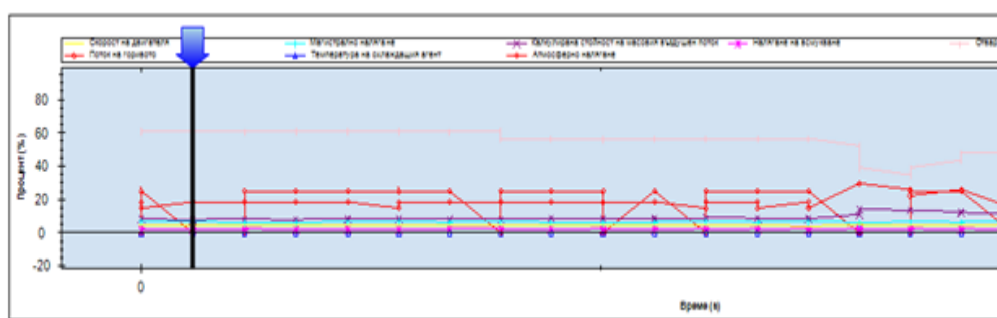
Nissan - Almera N16 [03-06] - 2005 - K9K 1.5L - Delphi - 1,5 DCI - MT/AT - OBD - Активиране на компонентите

Запис в ECU: меню, в което могат да се правят различни конфигурации по системите в автомобила: например конфигураци на скоростна кутия (при наличие на автоматична скоростна кутия), запис на код за инжекторите в ЕКМ на автомобила и други;



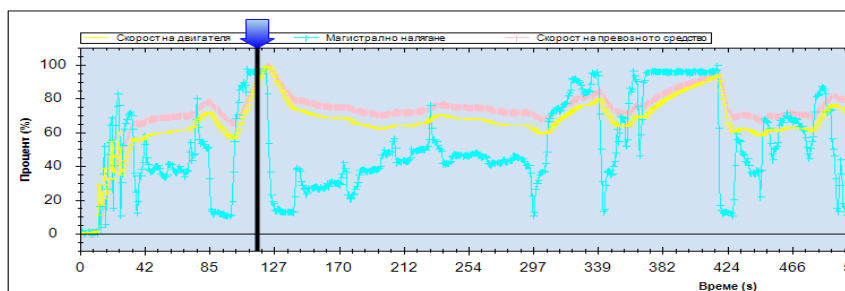
13.4. Преглед на данни с функцията Flight recorder:

Работата на двигателя при празен ход. При работа на празен ход във смукателният колектор съществува вакуум, следователно турбокомпресора не е активен и двигателя работи като атмосферен двигател.

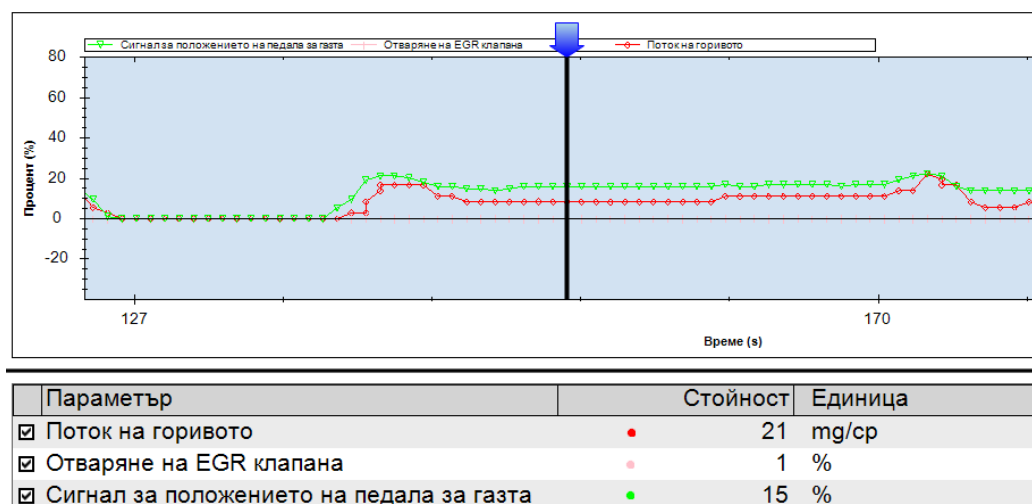


Параметър	Стойност	Единица
☒ Атмосферно налягане	948	милиатмосфери
☒ Температура на охлаждащия агент	64	°C
☒ Поток на горивото	4	mg/cp
☒ Отваряне на EGR клапана	15	%
☒ Налягане на всмукване	939	милиатмосфери
☒ Калкулирана стойност на масовия въздушен поток	270	mg/cp
☒ Магистрално налягане	234	атмосфери
☒ Скорост на двигателя	848	об/мин.

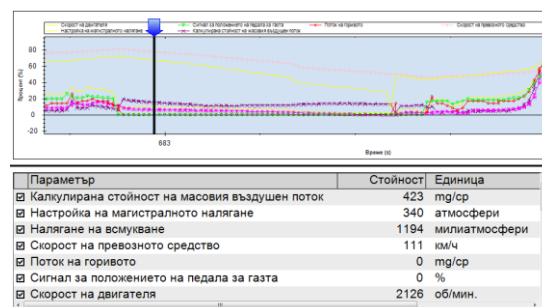
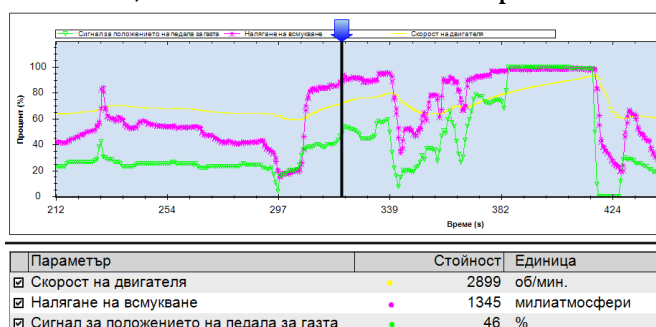
Поддържаното магистрално налягане на горивото е около 234 бара. EGR клапана е отворен на 15%, което е нормално за този режим. Преглед на регулирането на магистралното налягане. Магистралното налягане основно се регулира въз основа от моментната нужда от гориво на двигателя. EGR клапан изследване. Разглеждания режим на работа на EGR клапана е при изкачване на автомобила по нагорнище. Потока на горивото е голям и EGR клапана е почти затворен с цел да се осигури по-голямо количество кислород в цилиндрите.



Параметър	Стойност	...
☒ Скорост на превозното средство	107	км/ч
☒ Магистрално налягане	1403	...
☒ Скорост на двигателя	3408	об/мин.



Работа на турбокомпресора. От графиката може да се проследи работата на турбокомпресора и следователно и налягането което той създава във смукателния колектор. При 2900 оборота на двигателя и 46% натиснат педал на газта, налягането в колектора е около 0.5 бара.



Работа на двигателя при спускане със включена предавка

От графиката може да се направи извода, че импулсите към дюзите се спират и следователно гориво в цилиндрите не постъпва. Турбокомпресорът също се разтоварва и налягането във смукателния колектор намалява. Магистралното налягане също се намалява чрез актуатора на помпата. Режим на работа на двигателя е като компресор в този случай.

13.5. Изводи:

От показаното до тук става ясно, че диагностиката на дизелови двигатели тип "common rail" със диагностичния стенд Auto-COM се осъществява лесно, програмата е удобна за употреба и няма изисквания към компютъра, с който ще работи. С нея може да се извършват всички манипулации като четене на грешки и тяхното изтриване, снемане на данни в реално време, задействане на изпълнителните елементи, преглед на кодовете за готовност за работа на системите, адаптация на някои от параметрите основни настройки на същите и др., които са разрешени от производителя на автомобила.

14. Диагностика с VAG-COM.

Програмната среда VAG-COM версия 5.12.4 притежава следните характеристики: Пълен функционален заместител на тестера VAS-5051/5052 плюс допълнителни други функции, виж в таблицата по долу.

Пълна съвместимост с всички модели VW, Audi, Seat и Skoda от 1991 г до момента, включително и тези които използват CAN връзка за диагностика.

Използва и новите 7-цифрени P1N/SKC кодове за обучаването на нов ключ във всички модели имобилайзери на VW, Audi, Seat и Skoda

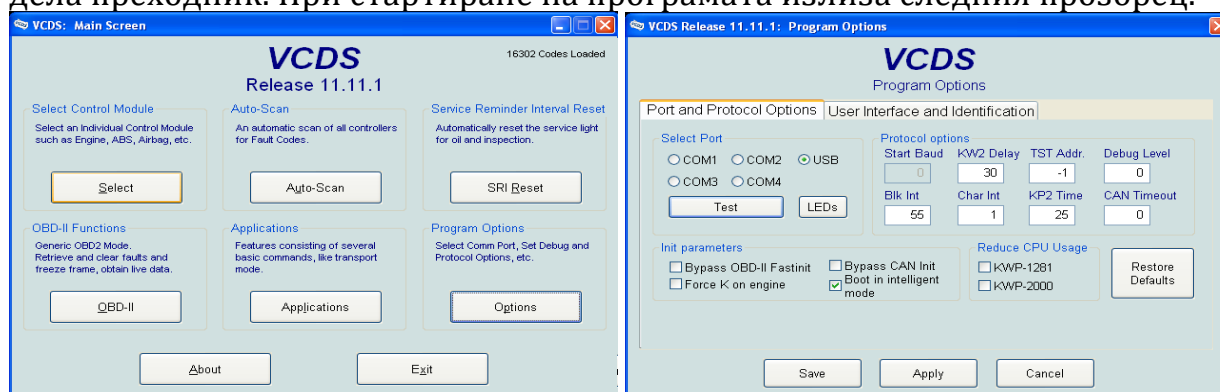
Позволява да се преглеждат реални данни в табличен вид в групи по три и в графичен вид като осцилоскоп.

СРАВНИТЕЛНА ТАБЛИЦА НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ

VAG- 1551/1552 тестер	VAG -COM версия 512	
VAS - 5051/5052 тестер		
Номер на функция / Име	KWP-1281	KWP - 2000
00 Автоматично сканиране	ДА	ДА
01 Информация за управляващите модули	ДА	ДА
02 Четене на кодовете за грешки	ДА	ДА
03 Изходни тестове	ДА	ДА
04 Основни настройки	ДА	ДА
05 Изтриване на кодовете за грешки	ДА	ДА
06 Затваряне на контролерите	ДА	ДА
07 Кодирани модули	ДА	ДА
08 Измервателни блокове	ДА	ДА
09 Единично четене	ДА	Не се ползва
10 Преработки (адаптации)	ДА	ДА
11 Login	ДА	ДА
15 Преглед на състоянията за готовност	ДА	ДА
16 Право на достъп	Не се ползва	ДА
33 Тест по OBD - II (не само за VAG) липсва в тестера	ДА	ДА
Записване на данни- липсва в тестера	ДА	ДА
Високоскоростен запис данни липсва в тестера	Не	ДА

14.1. Подготовка за работа.

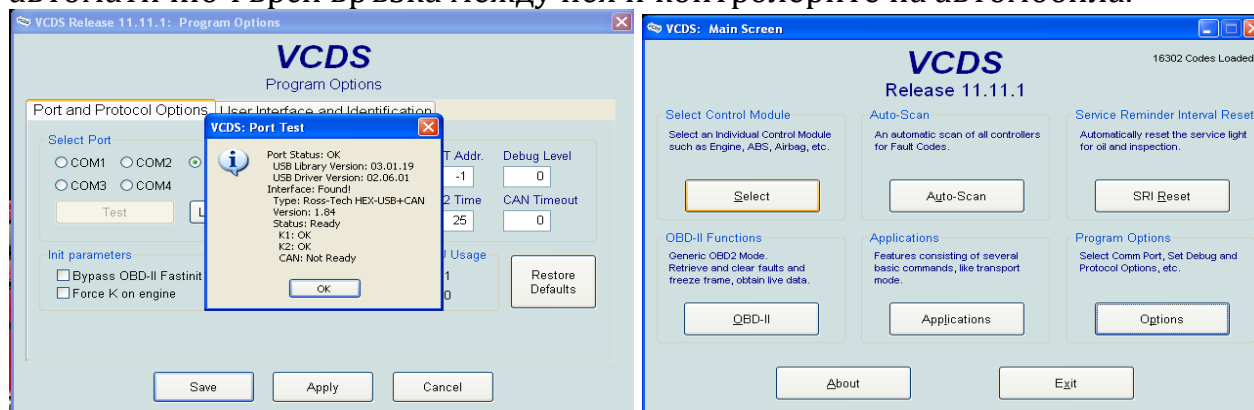
Преди започване на работа с програмата е необходимо да се извърши присъединяване на диагностичния кабел към OBD буксата на автомобила. Ако буксата не е стандартна OBD е необходимо да се постави необходимия за модела преходник. При стартиране на програмата излиза следния прозорец.



При започване на работа с програмата се отваря прозореца на който избираме бутона "options" при което излиза следващия прозорец.

При появата на прозореца се избира бутона "test" при което програмата

автоматично търси връзка между нея и контролерите на автомобила.



След осъществяване на връзка излиза прозорец, на който е показано дали е налична и какъв е нейният вид. Вида на връзката зависи от стандарта за предаване на данни в показания пример това става чрез K-wire. За да продължи програмата с диагностиката е необходимо да натиснем бутона "save" за да може тя автоматично да запамети параметрите

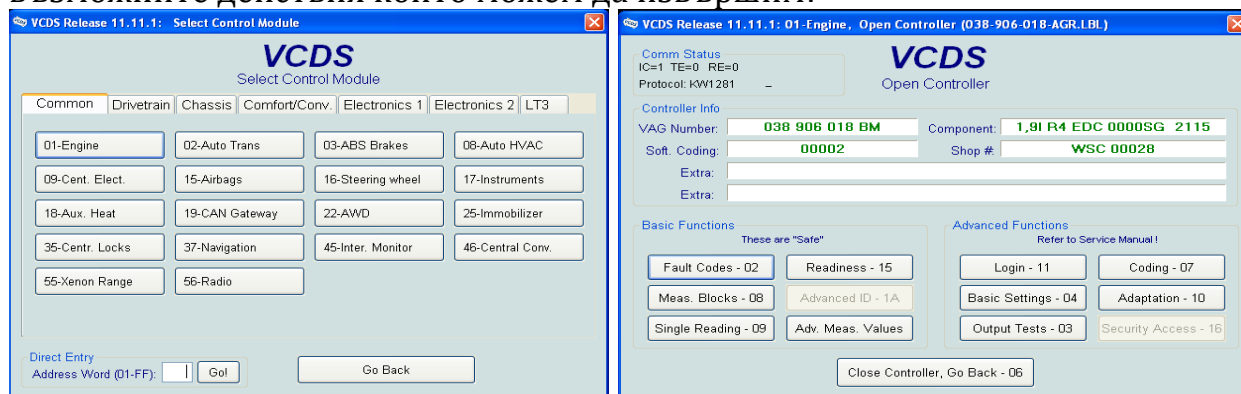
14.2. Избор на желаните функции на програмата.

При завършване на записа програмата автоматично ни препраща към следния прозорец. На този прозорец са показани, бутоните: select – при избиране на този бутон могат да се прочетат по единично всички налични контролери в автомобила; auto-scan – при избиране на този бутон програмата автоматично намира всички налични в автомобила контролери и ги тества за налични грешки в тях; sri reset – този бутон дава възможност за показване на сервизните интервали и техния вид; obd 2 – с него е възможно да се прочетат грешките на двигателя с наличие на стандарта obd 2 ; applications – при него е възможно да се провери реалния пробег на автомобила.

Избираме бутона „select” и пред нас се появява слизващия прозорец.

На него има показани някои от възможните налични контролери във съвременните автомобили.

За да направим диагностика на двигателя избираме „01-engine” при което програмата започва да търси връзка с този контролер. След като установи връзка на екрана се появява прозорец с кратка информация за него, както и възможните действия които можем да извършим.



В тази кратка информация се съдържа: фабричния номер на контролера; софтуерната кодировка; кодировката на двигателя както и неговия вид; кода на предприятието което го е произвело.

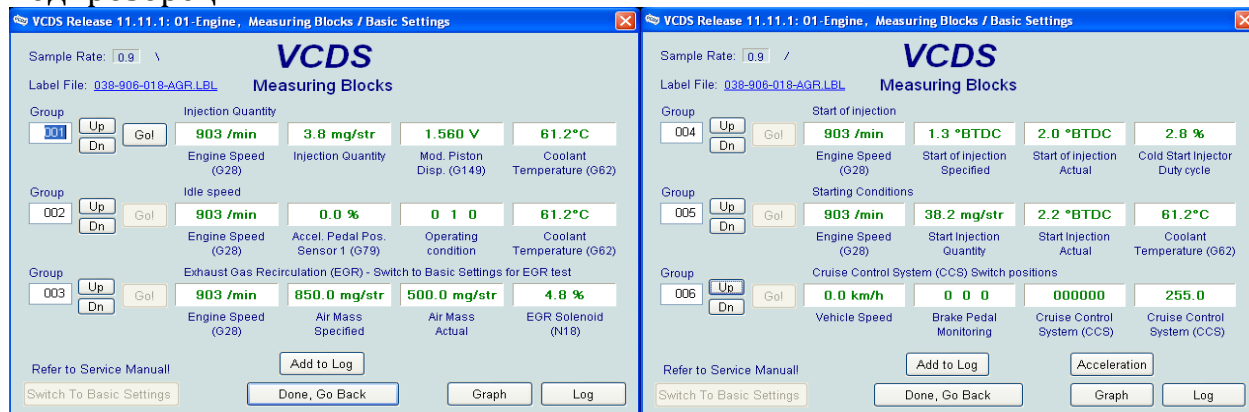
За да прочетем паметта на контролера за наличието на запаметени грешки избираме „fault codes” при което се появява подпрозорец със инфор-

мация за кода и наименованието на запаметената грешка ако има налична такава. Ако има налична грешка тя може да бъде принтирана, копирана, запаметена или изтрита от паметта.

Съществуват два начина за записване на грешки. При единия грешката е „твърда“ и докато не бъде отстранен проблема който е породил проявата и, тя не може да бъде изтрита от паметта.

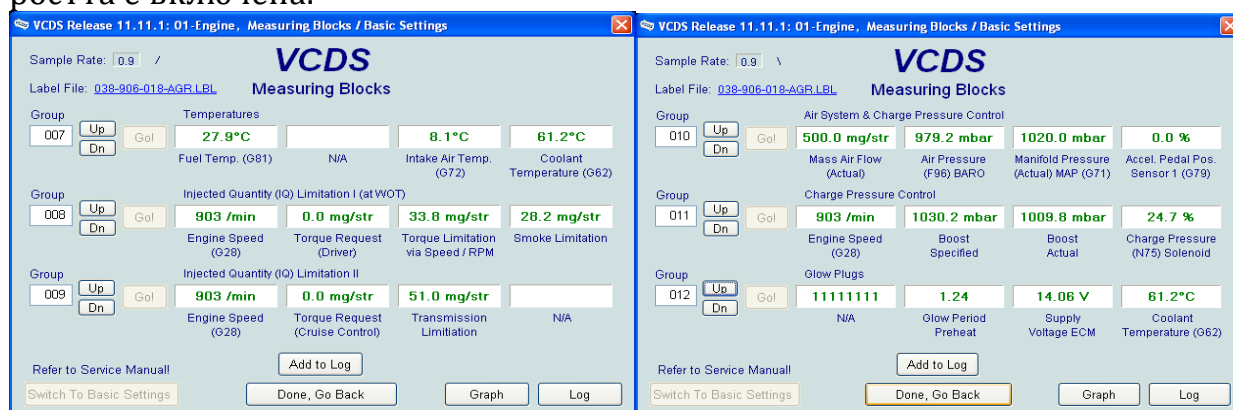
Наблюдаване на параметрите на автомобила в реално време.

Връщаме се обратно в предишното меню чрез „done, go back“ след което в зависимост от това което желаем да извършим може да изберем блока с измервателни величини „measuring blocks“. При избирането му излиза следния подпрозорец



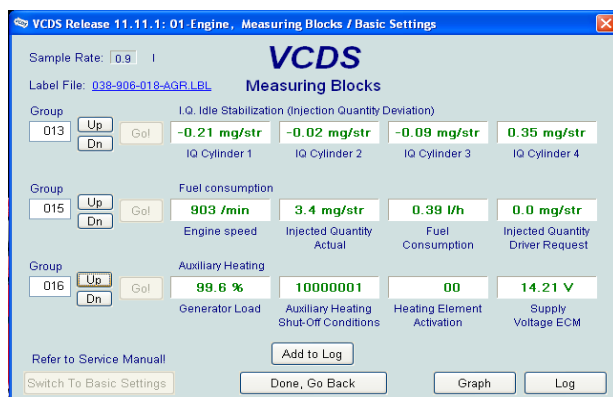
На него са показани измервателните групи които могат да бъдат номерирани от 0-250. Във всеки разлитен номер група са показани 4 полета с различни измерени стойности при работа на двигателя. В случая съм избрал групата „001“ на която са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – впръсквано количество гориво; поле 3 – напрежение на датчика (G149) което се изменя в зависимост от положение на дозатора на гориво; поле 4 – температура на охлаждащата течност отчитана от датчика (G62); В група „002“ са показани следните параметри: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – положение на педала на газта в % отчитано от потенциометъра (G79); поле 3 – готовност за работа на горивната уредба (зависи от температура на охлаждащата течност, на горивото както и от работния режим на двигателя); поле 4 – температура на охлаждащата течност отчитана от датчика (G62). В група „003“ са показани : поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – зададеното от контролера на двигателя необходимо количество въздух за оптимална работа на двигателя; поле 3 – реалното количество въздух което постъпва в двигателя; поле 4 – положение на клапана от системата AGR показана в %. В група „004“ са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – искано предварение на ГНП от контролера на двигателя; поле 3 – актуалното предварение на ГНП; поле 4 – минамалната стойност на предварението в % при студен старт. В група „005“ са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – количество впръскано гориво при старт на двигателя; поле 3 – актуално предварение на ГНП; поле 4 – температура на охлаждащата течност отчитана от датчика (G62).

В група „006” са показани: поле 1 – скорост на автомобила; поле 2 – датчиците отчитащи положенията на педалите на съединителя и спирачката; поле 3 – отчита дали система за автоматично поддържане на скоростта е включена; поле 4 – отчита дали система за автоматично поддържане на скоростта е включена.



В група „007” са показани: поле 1 – температура на горивото отчитана от датчик (G81); поле 2 – неотчитана стойност; поле 3 – температура на входящия въздух отчитана от датчика (G72); поле 4 – температура на охлаждащата течност отчитана от датчика (G62). В група „008” са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – максимално впръскано количество гориво; поле 3 – максимално впръскано количество гориво при максимален въртящ момент; поле 4 – консумация на дюзите при максимално количество въздух. В група „009” са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – консумация на гориво при работещ темпomat; поле 3 – консумация на дюзите при автоматична кутия; поле 4 – неотчитана стойност.

В група „010” са показани: поле 1 – реалното количество въздух което постъпва в двигателя; поле 2 – атмосферно налягане на въздуха; поле 3 – реално налягане в всмукателните колектори създадено от турбокомпресора от-

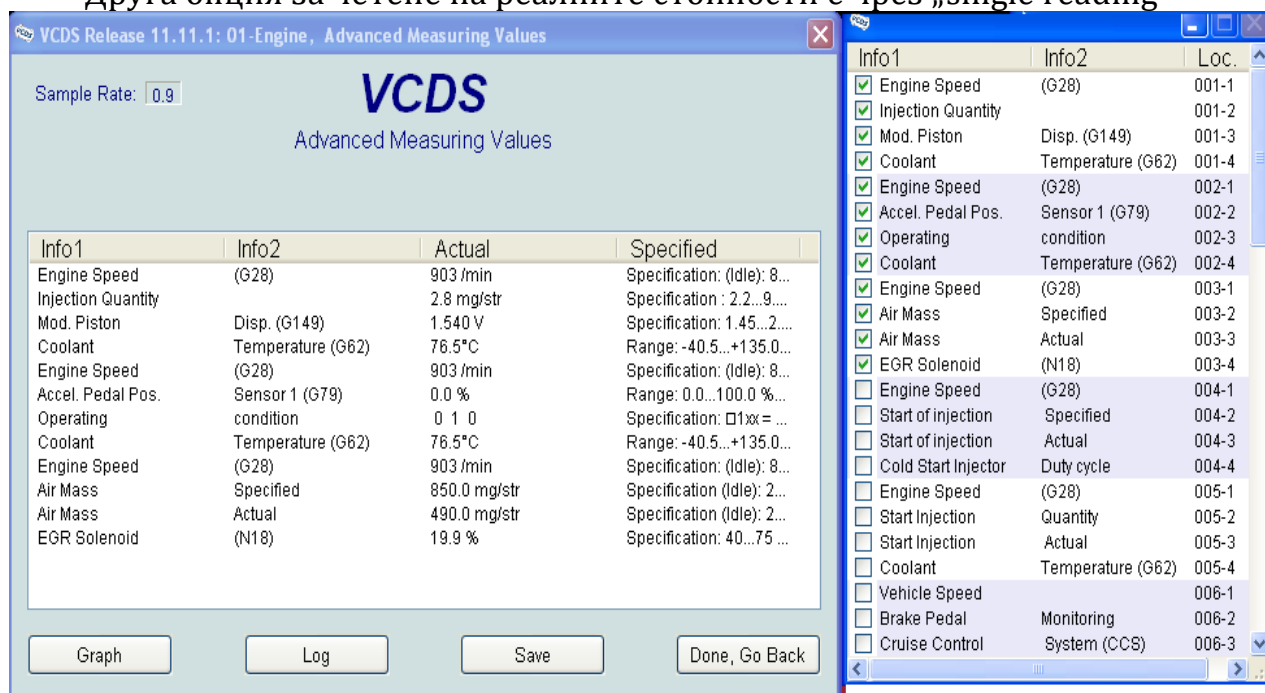


четено от (G71); поле 4 – положение на педала на газта отчетено в % от датчик (G79). В група „011” са показани: поле 1 – обороти на колянния вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – зададено от контролера необходимо налягане което трябва да бъде създадено от турбокомпресора; поле 3 – реалното налягане в смукателните колектори създадено от турбокомпресора; поле 4 – положение на електромагнетния клапан (N75) в % управляващ натоварващия апарат на турбокомпресора. В група „012” са показани: поле 1 – статус на подревните свещи; поле 2 – време на подгриване в секунди; поле 3 – напрежението захранващо контролера; поле 4 – температура на охлаждащата течност отчитана от датчика (G62).

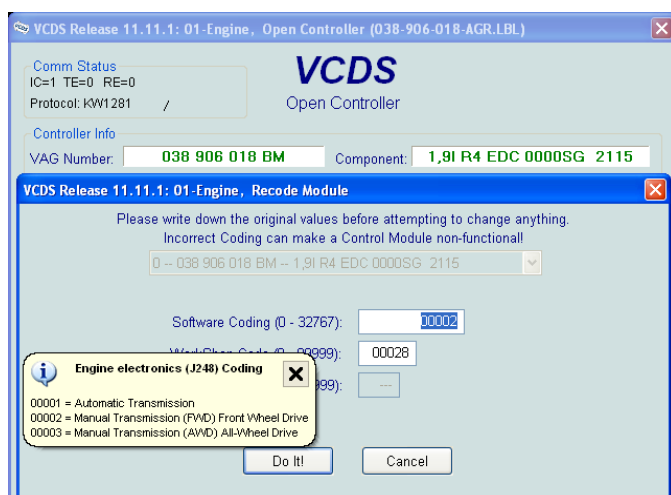
В група „013” са показани: поле 1 – порция впръскано гориво на 1-ви цилиндър; поле 2 – порция впръскано гориво на 2-ри цилиндър; поле 3 – порция впръскано гориво на 3-ти цилиндър; поле 4 – порция впръскано гориво на 4-ти цилиндър.

В група „015” са показани: поле 1 – обороти на колянвия вал на двигателя който се отчитат от датчика (G28); поле 2 – общо количество гориво; поле 3 – моментна консумация на гориво; поле 4 – впръскано гориво според положението на педала на газта. В група „016” са показани: поле 1 – натоварване на генератора в %; поле 2 – статус на допълнително затопляна на охлаждащата течност; поле 3 – статус кръгове на затопляне; поле 4 – напрежение зареж- дано от генератора.

Друга опция за четене на реалните стойности е чрез „single reading”



При това четене имаме възможност да си изберем конкретните величини които искаме да наблюдаваме. Това се извършва чрез поставяне на отметка на дадената величина при което тя се появява в основния прозорец с нейната актуална стойност и спецификация. Тези величини могат да бъдат изоб-



разени като графика при избор на бутона „graph” а също така мога да бъдат записани чрез бутона „log”. Друга опция на програмата е „re-code”. Това е функция на програмата при която се извършва коди- ровка на контролера. Тази функ- ция е необходима да се извърши при подмяна на същия или когато има дооборудване, стига това да бъде позволено от производителя. Чрез тази кодировка контролера разбира какви са наличните из-

пълнителни елементи които той трябва да управлява.

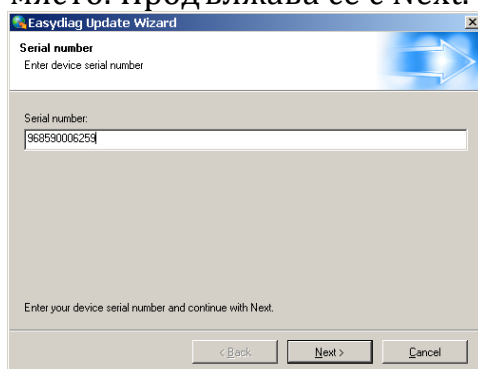
В примера който съм дал имаме възможност да кодираме контролера на двигателя в зависимост от вида на скоростната кутия. За ръчна скоростна ку- тия можем да си изберем дали да е за предно задвижване или за задвижване на 4те колела на автомобила.

15. Диагностична система LAUNCH EASYDIAG X431/THINGDIAG.

15.1. Основна информация.

Инсталира се само на устройства с Android OS. Проверена е съвместимостта с версии 4.xx и по-нови. Архивират се данните, не винаги ще може да се свалят отново от интернет. Не може да се включва устройството към превозни средства с бордна инсталация с напрежение над 15V. Например камиони.

Инсталиране. Изтегляне на софтуерен пакет. Стартира се Easydiag Update-Wizard-Installer.exe. Следват се инструкциите. След приключване на инсталацията на работния плот (desktop) ще се създаде икона Easydiag Update Wizard. Стартира се Easydiag Update Wizard за изтегляне на софтуерен пакет за устройството. Продължава се с Next. Внимателно се въвежда серийният номер на устройството в полето. Serial number. Може да се види на маркираното в червено място. Продължава се с Next.

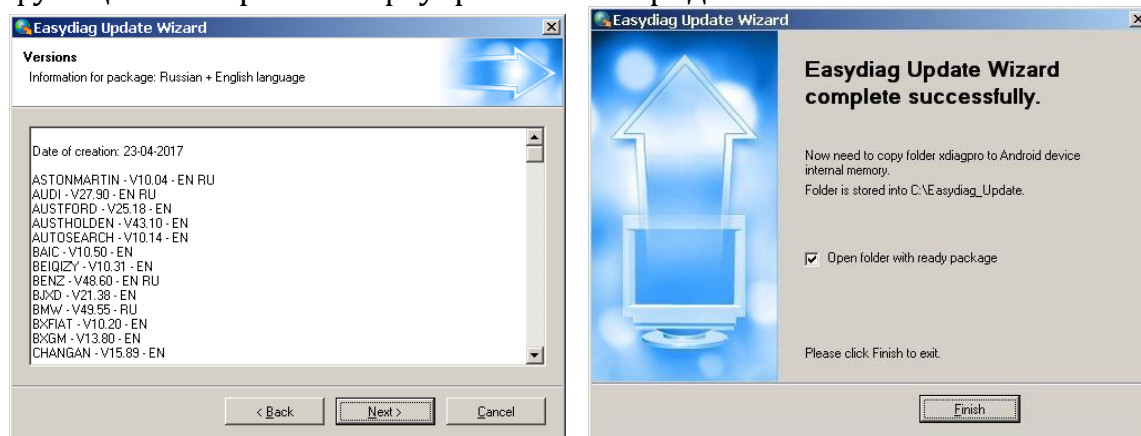


Фиг. 15.1 - Въвеждане на серийния номер на устройството

Ако всичко е наред, ще се появи прозорец за избор на папка.

В нея ще се запише изтегленият софтуерен пакет. Може да се промени при необходимост. Продължава се с Next. Може да се избере типът софтуерен пакет. Избира се желаният от потребителя вариант. Продължава се с Next.

В този прозорец има информация за версиите на всяка една марка или функция в избрания софтуерен пакет. Продължава се с Next.



Фиг. 15.2 - Информация за версиите на всяка марка или функция в избрания софтуерен пакет.

Софтуерният пакет е готов за изтегляне и разархивиране. Стартира се процесът чрез бутона Download. Изтеглянето ще отнеме време в зависимост от скоростта на връзката с интернет. След това ще започне разархивиране. Това ще отнеме време в зависимост от производителността на компютъра. Когато процесът приключи успешно, може да се затвори програмата с Finish. В

посочената папка има готов за копиране в Android устройството софтуерен пакет. Папката ще бъде отворена автоматично.

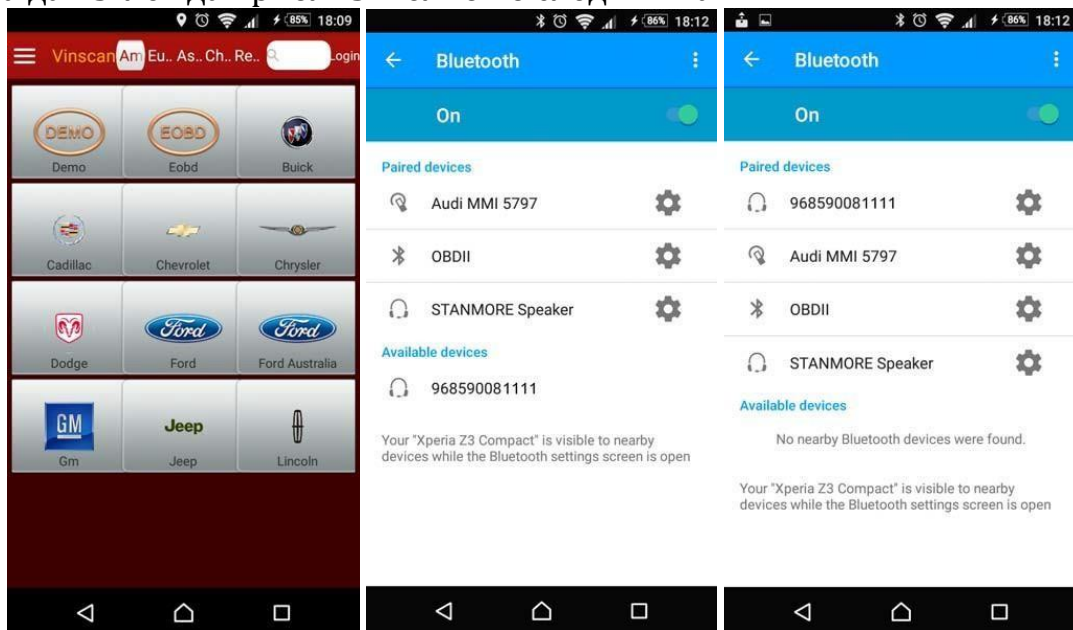
Копиране в Android устройството. Установява се връзка с USB кабел между Android устройството и компютъра. Възможно е да се използва и друг начин за запис на файлове в Android устройство. Папка xdiagpro се намира в избраното в предходната стъпка място. По подразбиране това е C:\Easydiag_Update.

Необходимо е да има достатъчно свободно място в Android устройството за съхранение на папката xdiagpro. Ако няма достатъчно, прехвърлянето няма да бъде успешно. Копира се папката xdiagpro в основната папка на вътрешната памет (Internal storage). Важно е това да не се прави в допълнителната SDCARD. Презаписва се папката, ако вече съществува такава.

Инсталиране в Android устройството. Необходимо е да е позволено инсталирането на приложения от неизвестен източник. Разрешава се:

Settings/Security/Unknown sources (Allow installation of apps from unknown sources). С файлов мениджър се отваря папка xdiagpro, в нея се намират приложения (apk файлове), които трябва да се инсталират. Инсталират се следните файлове: OBD-PRO.apk, DiagBaseService_App.apk. Следват се инструкциите. След успешно инсталиране, ще се появи икона за стартиране: OBD- PRO.

Стартира се приложението чрез иконата OBD-PRO. Основният прозорец трябва да изглежда приблизително по следния начин:



Фиг. 15.3 - Основен прозорец на приложението. Включване на Bluetooth. Установяване на връзка на устройството.

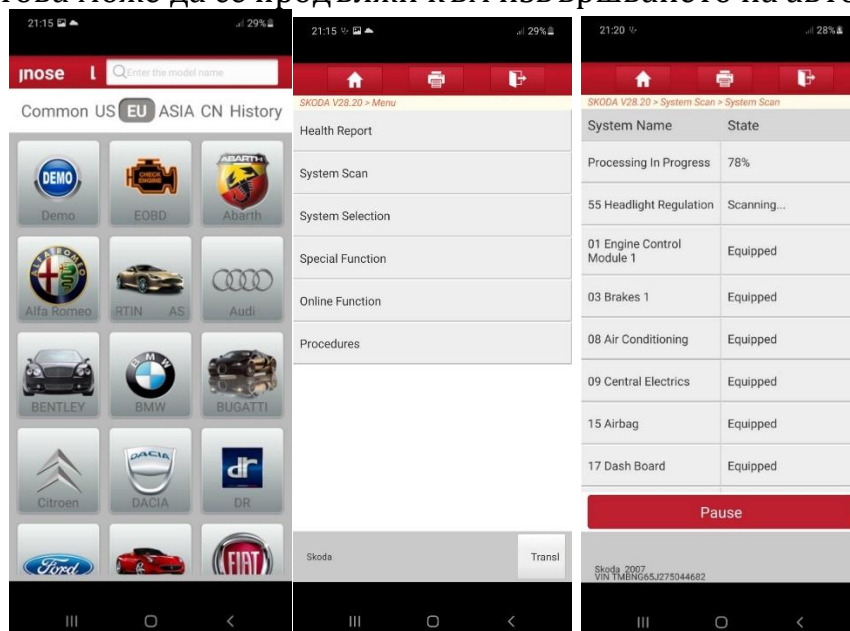
Свързване с Android смарт устройство. Включва се устройството в диагностичния извод на автомобила, за да бъде захранено. Стартира се приложението. Избира се желаната марка автомобил и се потвърждава с бутона **Confirm** (в долния десен ъгъл). Връзката към интерфейса ще се изгради автоматично. Началото на комуникационна сесия се индицира със звуков сигнал от устройството. Ръчно изграждане на връзката (pairing) чрез функциите на Android: Включва се Bluetooth радиото на Android устройството. Отваря се списъкът на околните устройства. В списъка на наличните устройства, интерфейсът ще присъства чрез своя сериен номер. В примера по-горе това е 968590081111. Избира се това устройство. Не е необходима парола.

Обновяване. Изтегля се нов софтуерен пакет, по начина описан в стъпка 1. За намаляване на заетото пространство може да се изтрият старите данни в паметта на Android устройството: Изтрива се папка: DIAGNOSTIC, намираща се в \xdiagpro\xDiagPro3\<Сериен Номер>. Копира се папката xdiagpro с препокриване върху съществуващата в паметта на Android устройството. Изтриват се данните на приложението. От контекстното меню на приложението (отваря се съдържащ таб върху иконата му) се избира: App Info /Storage / бутон Clear Data или се избира чрез конфигурацията на Android: Settings / Apps / OBD-PRO / бутон Clear Data. Ако в папката **xdiagpro** има по-нова версия на приложение (арк файл), се деинсталира наличната и се инсталира новата.

15.2. Използване на LAUNCH EASYDIAG X431 при диагностика.

За да се покажат предимствата и възможностите на устройството бяха направени редица експерименти с разнообразни марки и модели автомобили. В тази глава са разгледани подробно реални казуси, изискващи помощта на диагностичен продукт с голям набор от функции.

Проверка на записаните в паметта на автомобила грешки и тяхното изтриване на Skoda Roomster . Първоначално устройството се включва в диагностичната буска на автомобила. В този случай не е необходим преходник. При установена връзка се чува характерната за Launch звукова индикация. След това може да се продължи към извършването на автодиагностика.

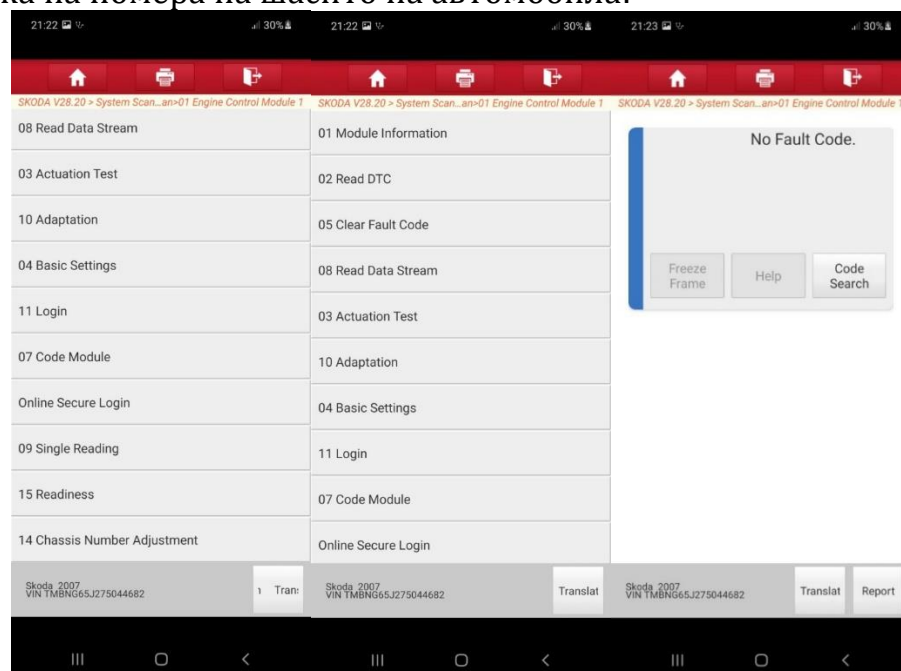


Фиг. 15.4 - Начален екран. Избор на функция за автодиагностика. Сканиране на съществуващите в автомобила системи.

Първо е необходимо да се избере марката на автомобила, с който ще се борава. Те са разделени на американски, европейски, азиатски и китайски. В този случай трябва да се избере менюто с европейски марки и от там конкретната – Skoda. След извършването на избора съществуват няколко варианта, чрез които може да се открият записаните грешки и в последствие да бъдат изтрити: Health Report – дава информация за цялостното състояние на автомобила; SystemScan дава информация за съществуващите в автомобила системи; System Selection – дава възможност за избор на една от групите системи и работа конкретно с нея.

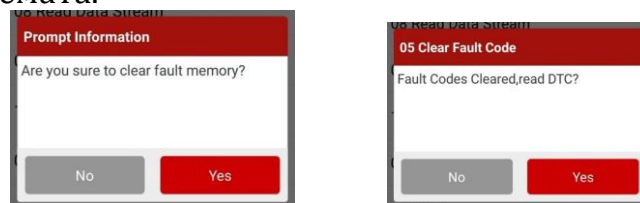
На този етап ще се разгледат и трите начина за откриване и изтриване на

запаметените грешки. Чрез използване на функцията System Scan: Когато се избере тази функция автоматично започва сканиране на всички съществуващи в автомобила системи. Когато сканирането приключи може да се избере всяка една от системите. В случая се избира тази, отговаряща за електрониката, свързана с двигателя. Следва избор на по-нататъшно действие. Съществуват следните опции: Module Information – изписва се цялата налична информация за модула; Read DTC – четене на грешки; Clear Fault Code – изтриване на грешките; Read Data Stream – наблюдаване на данни в реално време; Actuation Test – тест на подмодулите; Adaptation – адаптация на модула; Basic Settings – основни настройки на модула; Login – вписване; Code Module – прекодиране на модула; Single Reading – единично прочитане на данните в модула; Readiness – тест за готовност на модула; Chassis Number Adjustment – функция за настройка на номера на шасито на автомобила.



Фиг. 15.5 - Избор на необходимата функция. Записаните в паметта на автомобила грешки.

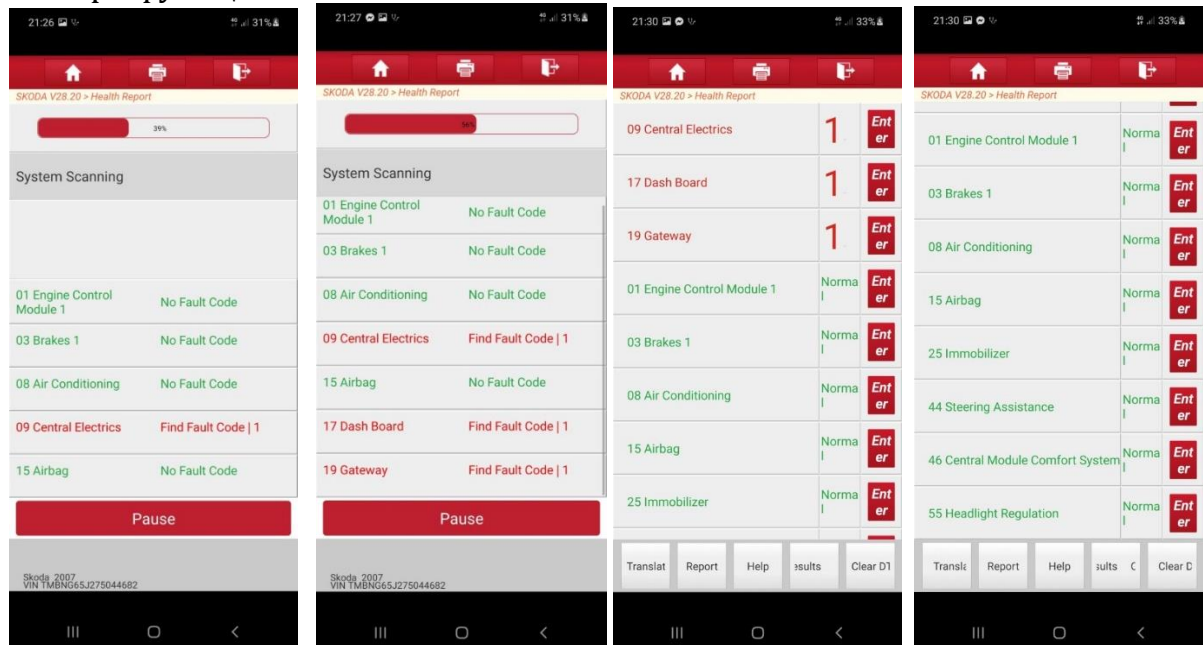
За да се визуализират записаните в паметта на автомобила грешки за съответната система се избира функцията Read DTC. В конкретния случай автомобила няма грешки в моторния компютър, но ако има такива те се изтриват по долу описания начин. След внимателно разглеждане на грешките и установяване на причината за тяхното появяване, се преминава към изчистване на паметта на системата.



Фиг. 15.6 - Изтриване на запаметените грешки

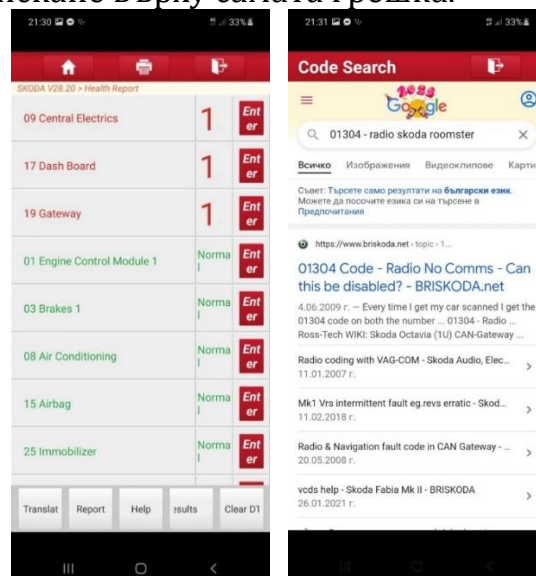
Избира се функцията Clear Fault Code. Програмата отправя запитване дали да продължи с изтриването и след потвърждение, то се осъществява. Автоматично се изписва съобщение при успешно осъществяване на функцията и се отправя запитване за повторно прочитане на паметта на системата за поява на нови грешки. Вторият начин за изчистване на записаните в паметта на системата грешки се осъществява чрез функцията Health Report. В нея се пра-

ви диагностиране на всички системи, с които е оборудван автомобила. Още по време на протичане на процеса, ако в някоя от системите има записана грешка, името ѝ се оцветява в червен цвят. След приключване на диагностирането се визуализират всички налични в автомобила системи. След установяване на модулите, при които има записани грешки, те могат да бъдат изтрети. Това се прави по аналогичен на описания в предната точка начин - избира се модула и се избира функцията Clear DTC.



Фиг. 15.7 - Извършване на функцията Health Report. Визуализиране на всички налични в автомобила системи.

Когато се визуализира грешка, която не е позната на диагностика, софтуерът позволява автоматичното ѝ търсене в интернет пространството. Това се осъществява чрез натискане върху самата грешка.

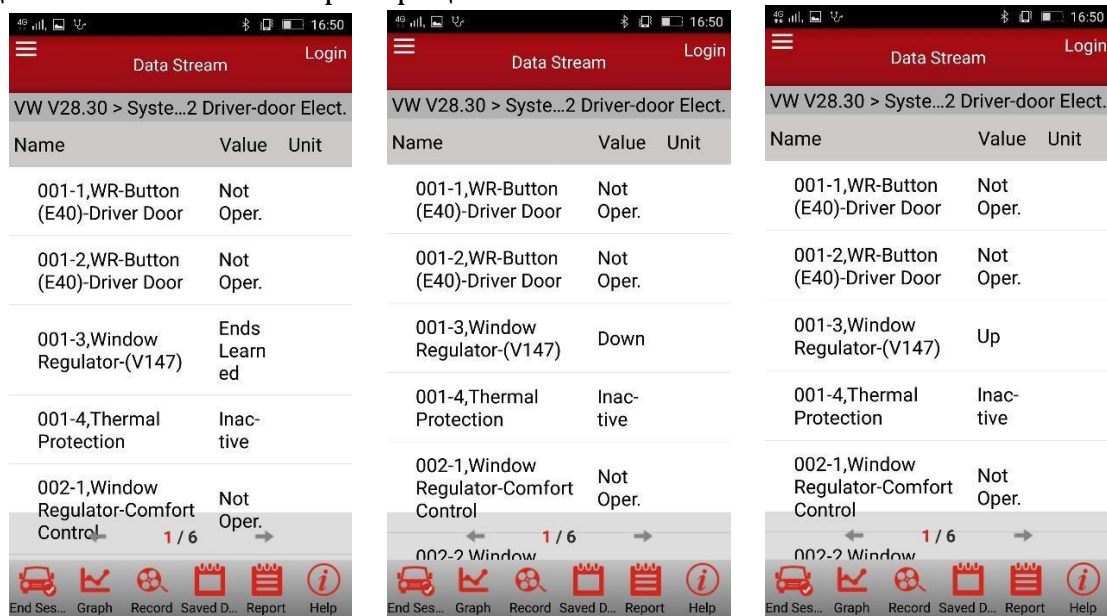


Фиг. 15.8 - Търсене на непозната грешка в интернет пространството

Диагностика на VW Caddy

Извършва се диагностика на VW Caddy с код на двигателя CPWA. Автомобилът се задвижва заводски както на бензин, така и на природен газ, или така наречения метан. Той се смята за най-екологично чистото гориво. Химичният му състав причинява много по-малко отделяне на CO₂ в сравнение с другите

горива, а също предпазва и озоновия слой. Природният газ не съдържа никакви примеси, оловни примеси или въглеродород, което допринася за съвсем ниското ниво на замърсяване при изхвърлянето им. Първоначалното меню е стандартното. Диагностиката се налага поради набор от оплаквания на собственика на автомобила, включващи функционирането на някои от екстрите, интегрирани във вратата, работата на генератора и появила се на таблото индикация за изгоряла крушка. След избор на System Selection се отваря набор от системи, които могат да бъдат тествани. В случая се избира Driver Door Electronics, за да се проследи функционалността на електрониката в лявата предна врата. Следва избор на функцията Data Stream, която служи да следене на данните в реално време. Маркират се полетата, които се отнасят за страничното огледало. Първоначално се проследява функционалността на бутона за вдигане и сваляне на прозореца.

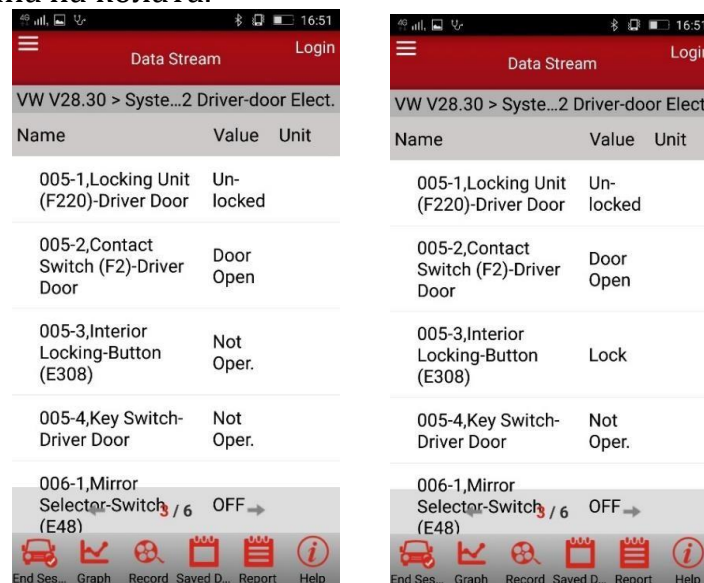


Name	Value	Unit
001-1,WR-Button (E40)-Driver Door	Not Oper.	
001-2,WR-Button (E40)-Driver Door	Not Oper.	
001-3,Window Regulator-(V147)	Ends Learned	
001-4,Thermal Protection	Inactive	
002-1,Window Regulator-Comfort Control	Not Oper.	

Фиг. 15.9 Проследяване на функционалността на регулатора на стъклото.

Вижда се, че диагностиката отчита правилно обучени крайни положения на стъклото и коректно движение нагоре и надолу.

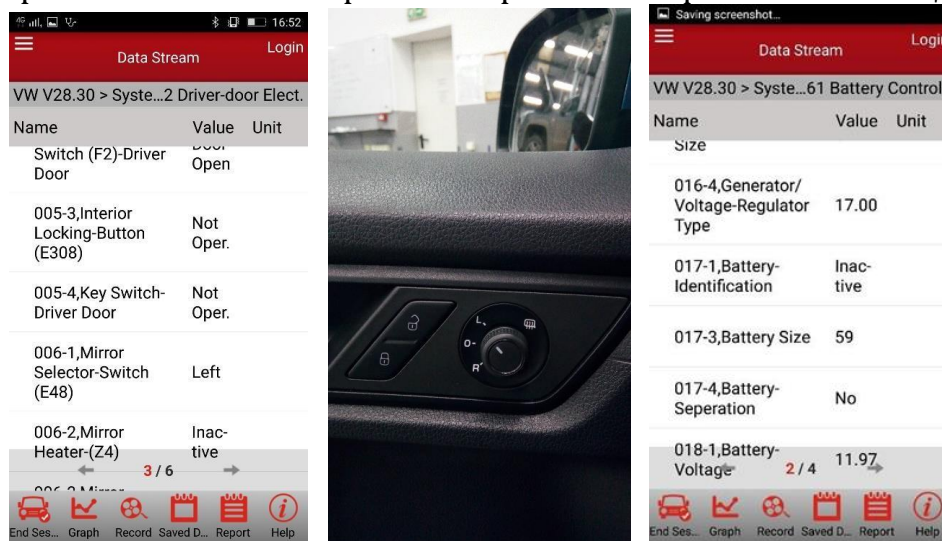
Следва проверка на функционалността на бутона за заключване от вътрешната страна на колата.



Name	Value	Unit
005-1,Locking Unit (F220)-Driver Door	Unlocked	
005-2,Contact Switch (F2)-Driver Door	Door Open	
005-3,Interior Locking-Button (E308)	Not Oper.	
005-4,Key Switch-Driver Door	Not Oper.	
006-1,Mirror Selector-Switch (E48)	OFF	

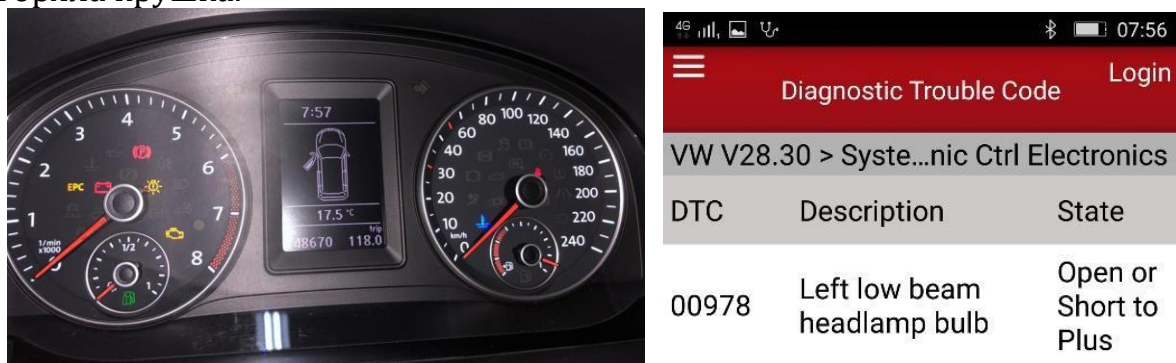
Фиг. 15.10 Функционалност на бутона за заключване.

Отчита се натискането на бутона и автомобилът се заключва, показвайки изправността на функцията. Следващата стъпка разглежда работата на селектора за настройка на страничните огледала.



Фиг. 15.11 - Функционалност на селектора за странични огледала. Параметри на акумулаторната батерия

На фигурата се вижда промяната на състоянието на селектора при физическото му преместване. Следващата диагностична група, която ще бъде разгледана е на генератора. Целта е да се провери степента на зареждане на акумулатора. Отново се разглеждат „живи данни“. Избират се необходимите параметри. На фигурата се наблюдава промяната в напрежението на батерията при угасен (вляво) и запален (вдясно) автомобил. По диагностичните данни съдим, че генераторът на напрежение функционира правилно. При включване на контакт на таблото се забелязва индикация на изгоряла крушка.



Фиг. 15.13 - Табло на Caddy. Грешка, записана в паметта на диагностичната група

За да се провери коя точно е крушката е необходимо да се избере диагностичната група Central Electrics. При прочитане на грешките, записани в паметта се изписва проблем с къса светлина на ляв фар. Трябва да се обърне внимание, обаче, че не винаги когато има индикация за изгоряла крушка, това е така. В случая собственикът на автомобила е заменил оригиналните крушки с такива с LED светлина. Често при такива размени се записва грешка в паметта на диагностичната група. Това се случва поради различното съпротивление на крушките и съответно различаващата се големина на преминаващия през тях ток. Ситуацията е показна, че при диагностициране на определен проблем, диагностика трябва да вземе в предвид множество фактори, а не само записаната грешка.

ИСПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

1. Auto Faber, Електронно оборудване на съвременните автомобили, Техника, С., 2004.
2. Божинов Б. Леки автомобили - инжекционни системи за гориво, Техника, С., 2004.
3. Илиев Л. и др., Електронни системи за автоматично управление на автомобилите и автомобилните двигатели, Техника, С., 1993.
4. Лозанова Н., Системи за управление на двигателя Multec, Motronic и Simtec, Haynes Publishing 2002.
5. Системы управления бензиновыми двигателями, BOSCH, Первое издание, За рулем.
6. Соснин Д., В.Яковлев, Новейшие автомобильные электронные системы, ISBN 5-98003-201-0, М., СОЛОН Пресс, 2005 г.
7. Твег Р., Системы впрыска бензина - Справочное пособие, Москва, изд. "За рулем" 1998г.
8. Трайков Б., Ч.Киров, Електрообзавеждане и електроника на автомобиля, Техника, София, 2015.
9. Тюнин А., Диагностика Электронных систем управления двигателя легковых автомобилей, М., СОЛОН-ПРЕС, 2007, ISBN 978-5-902197-13-3.
10. Уайт Ч., Системи за управление на двигателя и горивни инжекционни. Схеми на свързване на електронния блок и таблици с параметри, Консулт Лозанов, 2003.
11. Automotive Microelectronics. Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-0481-8, ISBN-13: 978-0-8376-0481-7.
12. Bonnick, Allan W.M. Automotive computer controlled systems: diagnostic tools and techniques, Butterworth-Heinemann 2001, ISBN 0 7506 5089 3.
13. Bosch Handbook for Diesel-Engine Management. Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-1353-1, ISBN-13: 978-0-8376-1353-6.
14. Bosch Handbook for Automotive Electrics and Electronics. Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-1050-8, ISBN-13: 978-0-8376-1050-4.
15. Bosch Handbook for Gasoline-Engine Management. Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-1052-4, ISBN-13: 978-0-8376-1052-8.
16. Burkacky O., J. Deichmann, J. P. Stein, Automotive software and electronics 2030, McKinsey & Company, Inc., 2018.
17. Derenda T., M. Zanne, M. Zoldy, A. Torok, Automatization in road transport: a review, Production engineering archives 20 (2018), pp.3-7, DOI: 10.30657/pea.2018.20.01, ISSN2353-7779.
18. EPN, Automotive electronics, 2002-2005.
19. Gasoline-Engine Management: Motronic Systems. Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-1100-8, ISBN-13: 978-0-8376-1100-6.
20. Gerhardt J., W. Gollin, ME-Motronic engine management, Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1999. ISBN 1 987 722 178.
21. Guzzella L., C. H. Onder, Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, e-ISBN 978-3-642-10775-7, DOI 10.1007/978-3-642-10775-7.
22. <http://caralyze.bg/articles/shto-e-to-elektronna-stabilizirashta-sistema->

esp

23. <http://dokkpbdp.mvr.bg/NR/rdonlyres/21BED265-7787-432A-A56E-F455FB35D571/0/ESP.pdf>
24. <http://jivotatdnes.bg/index.php?page=article&id=11025>
25. <http://www.kaminata.net/antiblokirashta-sistema-abs-t15208.html>
26. http://serviz-sofia.com/?page_id=157
27. <http://www.edmunds.com/car-safety/traction-control.html>
28. <http://hyundai-bg.com/forums/viewtopic.php?f=28&t=3092>
29. http://www.cvel.clemson.edu/auto/AuE835_Projects_2011/Tiwari_project.html
30. <http://jalopnik.com/this-is-how-abs-esc-and-traction-control-work-513807036>
31. <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/traction-control4.htm>
32. http://brainonboard.ca/safety_features/active_safety_features_traction_control.php
33. https://en.wikipedia.org/wiki/Traction_control_system
34. Ignition Systems for Gasoline Engines, Robert Bosch GmbH, ISBN-10: 0-8376-1050-8, ISBN-13: 978-0-8376-1050-4.
35. Isermann R., Combustion Engine Diagnosis - Model-based Condition Monitoring of Gasoline and Diesel Engines and their Components, Springer-Verlag GmbH Germany 2017, ISBN 978-3-662-49467-7 (eBook).
36. Meissner F., K. Shirokinskiy, M. Alexander, Computer on wheels / Disruption in automotive electronics and semiconductors, Roland Berger GMBH, 2020.
37. Reif K., Gasoline Engine Management - Systems and Components, Springer Fachmedien Wiesbaden 2015, ISBN 978-3-658-0396 -6 (eBook).
38. Reif K., Automotive Mechatronics - Automotive Networking, Driving Stability Systems, Electronics, Springer Fachmedien Wiesbaden 2015, ISBN 978-3-658-03975-2 .
39. Navet N., F. Simonot-Lion, Automotive Embedded Systems Handbook, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009, ISBN-13: 978-0-8493-8026-6.
40. Kiencke U., L. Nielsen, Automotive Control Systems For Engine, Driveline, and Vehicle, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005, ISBN 3-540-23139-0.
41. Zhang Y., C. Mi, Automotive Power Transmission Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2018, ISBN 9781118964910.
42. Ulsoy A. G., H. Peng, M. Cakmakci, Automotive Control Systems, Cambridge University Press, 2012, ISBN 978-1-107-01011-6.

Доц. д-р инж. Доброслав Данаилов Данков

Автомобилни електронни системи и диагностика
Учебник
Българска
Първо издание

Рецензент: проф. д-р инж. Николай Димитров Маджаров

Формат: 60/84/16

Печатни коли: 14.375

Печат: Университетско издателство „Васил Априлов” – Габрово

ISBN 978-954-683-667-0