

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма:

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Опрема МВМ

Број индекса: 56/2008

Татјана Д. Радовановић

**Утицај опреме на еколошке
карактеристике и потрошњу горива код
возила са ОТО мотором**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Радивоје Пешић, - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да опише и анализира:

- Значај опреме на моторним возилима и њен допринос смањењу емисије, потрошње горива и буке,
- Извођења инсталације за напајање мотора горивом,
- Извођења система паљења,
- Извођења инсталације за накнадну обраду издувних гасова,
- Систем OBD (On Board Diagnostics) на возилу.

Препоручена литература:

[1] Пешић Р., Петковић С. и Веиновић С.: Моторна возила - Опрема, Машински факултет у Крагујевцу и Бања Луци, 2008.

[2] Томић М.: Опрема мотора, Машински факултет у Београду, Београд 2005.

[3] Иван Филиповић: Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006.

Крагујевац, 20.05.2013.

Ментор:

Др Радивоје Пешић, проф.

Садржај

Резиме	3
1. Увод.....	4
2. Значај опреме на моторним возилима и њен допринос смањењу емисије, потрошње горива и буке	6
2.1. Увод	6
2.2. Возила и атмосфера.....	7
2.3. Састав издувних гасова ОТО мотора	8
2.4. Еколошки аспекти возила и редукција емисије	11
2.4.1. Еколошки аспекти	11
2.4.2. Технолошка решења и редукција емисије	14
2.5. Потрошња горива	16
2.6. Ниво буке	18
3. Извођење инсталације за напајање мотора горивом	21
3.1. Увод	21
3.2. Врсте убризгавања	22
3.2.1. Централно убризгавање	22
3.2.2. Појединачно убризгавање	23
3.2.3. Директно убризгавање	24
3.3. Начин убризгавања	25
3.4. Приказ појединих система за напајање мотора.....	26
3.4.1. Систем KE-Jetronic.....	26
3.4.2. Систем Bosch L-Jetronic.....	28
3.4.3. Систем Bosch LH-Jetronic.....	29
3.4.4. Систем Bosch MONO-Jetronic	30
3.4.5. Систем Bosch M-MOTRONIC	31
3.4.6. Систем ME-Motronic	33
3.5. Карактеристични делови инсталације за напајање мотора горивом	35
3.5.1. Електрична пумпа за гориво	35
3.5.2. Регулатор притиска	36

Завршни рад

3.5.3. Протокомер	37
3.5.4. Електронска управљачка јединица	38
3.5.5. Бризгаљка	38
4. Извођења система паљења	39
4.1. Увод	39
4.2. Класични системи паљења	43
4.3. Дигитални системи управљања	46
4.4. Моменат паљења	48
5. Извођења инсталације за накнадну обраду издувних гасова	50
5.1. Увод	50
5.2. Катализатор	52
5.3. Ламбда сонда	55
6. Систем OBD на возилу	57
6.1. Uvod	57
6.2. EOBD	59
6.3. Прва генерација дијагностике у возилу	61
6.3.1. Паљење сигналне лампице – MIL	61
6.3.2. Дијагностички код кvara	62
6.4. Друга генерација дијагностике у возилу	63
6.4.1. Конектор за пренос података	64
7. Закључак	66
8. Литература	68

Резиме

У овом раду је приказан значај опреме на моторним возилима са ОТО мотором и њен допринос смањењу емисије издувних гасова, потрошњи горива, буке и вибрација, у погледу очувања животне средине. Рад, такође, обухвата неколико поглавља у којима је извршен опис кључних елемената инсталације за напајање мотора горивом, инсталације за накнадну обраду издувних гасова, система паљења, као и OBD (On Board Diagnostics) система на возилу. На крају су дата закључна разматрања и тенденције развоја опреме мотора и моторних возила.

Кључне речи: опрема, возило, ОТО мотор, бука, обрада издувних гасова, систем паљења, OBD.

This paper describes the importance of equipment on motor vehicles with spark ignition engine and its contribution to reducing emissions, fuel consumption, noise and vibration, in terms of environmental protection. The paper also includes several chapters that have undergone a description of the key elements of supply for motor fuel, installation of exhaust gas after treatment, ignition systems and OBD (On Board Diagnostics) system on the vehicle. Concluding remarks and tendencies of equipment and motor vehicles are given at the end of this paper.

Keywords: equipment, vehicle, SI engine, noise, exhaust gas treatment, ignition system, the OBD.

1. Увод

Будућност зависи од одлука које донесемо данас. Након деценија важних промена живимо боље, повезанији смо и моћнији него икад. Али никад до сада се нисмо суочавали са већим изазовима. Загађења ваздуха, воде и земљишта су нежељене промене физичких, хемијских и биолошких својстава животне средине, које могу неповољно деловати на жива бића или нарушити њихове екосистеме.

Први погонски системи друмских возила били су коњи и кочије, затим су дошле парне машине и прва возила на електро погон. У двадесетом веку у погону возила доминирали су ото мотори са сталним повећањем удела дизел мотора, гориве ћелије су експеримент, почетком двадесет првог века, без озбиљне перспективе. Данашњи степен развоја моторних возила карактерише се производњом врло широког спектра различитих врста, типова и категорија возила. Савремена возила карактеришу се великом сложености механизма који се налазе на њима. Посебно треба истаћи аутоматизацију и електронску контролу појединих процеса на возилу са циљем задржавања његове конкурентности.

Свеукупна људска активност на Земљи, проток робе и путника неизбежно условљава и убрзава развој саобраћајних средстава од којих друмска моторна возила, свих врста и категорија, имају значајно место у производњи сваке државе. Делује зачуђујуће, али је чињеница да дневна производња путничких возила, већине европских произвођача, износи око 2000 возила, а мотора за возила и радне машине чак и око 7000 дневно. Схватајући да овако велика производња једноставно мора за кратко време и да буде продата, сасвим довољно указује колико се напора и новца улаже у овај један сегмент свеукупне производње. У времену у коме живимо, а посебно у ономе које је пред нама, захтеви тржишта и административни прописи држава условљавају да интеграција мотора и моторних возила са окружењем мора да постигне изузетно високу ефикасност. Да би се то постигло "степен интеграције" мора да буде са што мањим трошковима производње и одржавања и да се при том постигне максимална ефикасност у рециклирању истих [1].

С тим у вези, и мотори са унутрашњим сагоревањем и возила се све више усаглашавају са околином, како са становишта функционалних својстава, безбедности саобраћаја и заштите околине, тако и у односу на рационално коришћење енергије, сировина и других природних извора, као и економично одвијање производних процеса. Овакви захтеви већ сада постају могући, а у будућности су сасвим извесни. Захваљујући, између осталог, великој примени електронике, аутоматизације и специјалних микро процесора, постигнуто је да некада типично машински системи постану сложени и мултидисциплинарни технички системи.

У будућности се очекује даљи интензивни развој моторних возила уз максимално ангажовање стручњака различитог профила (машинци, електроничари, технолози, електричари, дизајнери, економисти, еколози, итд). Борба за опстанак возила на тржишту тражи стално побољшање квалитета истог. Појам “квалитета” возила укључује читав низ карактеристика, које представљају мерило за оцену возила. Најбољу перспективу имају хибридни погонски системи, системи будућности, дизел и ото GDI (Gasoline Direct Injection) мотори који ће објединити и ото и дизел моторе [5].

Да ће се у будућности интензивирати развој моторних возила, говоре чињенице да:

- је индустрија моторних и прикључних возила још увек највећа и најјача индустрија на свету,
- моторно возило служи за задовољење основних потреба човечанства,
- је предмет највеће робне размене аутомобил и
- индустрија аутомобила представља синтезу свих технологија, а са авионима и свемирским летелицама, аутомобил је најкомплекснији производ човечанства.

2. Значај опреме на моторним возилима и њен допринос смањењу емисије, потрошње горива и буке

2.1. Увод

Више од једног века основни принципи ото и дизел мотора су непромењени. Усавршавање тих мотора са циљем остваривања максималне енергетске ефикасности и минималног штетног утицаја на околину остваривано је преко њихове опреме и додатних система (накнадна обрада издувних гасова и слично). Опрема и ото и дизел мотора је претрпела највише измена, од почетних једноставних механичких до савремених електронских система са неуронским мрежама.

Употребом транспортних средстава човек годишње потроши више од једне милијарде тона нафте. Како за сагоревање једног килограма горива, нафтног порекла, треба око 15 килограма ваздуха или 3,5 килограма кисеоника, сам процес сагоревања горива нарушава еколошки биланс у атмосфери. Многим својим активностима, па и употребом возила, човек нарушава еколошку равнотежу на планети Земљи.

То нарушавање се огледа у:

- потрошњи природних извора у току производње возила,
- потрошњи горива и кисеоника из ваздуха у току експлоатације,
- емитовању буке и штетних материја у ваздух, земљу и воде у току производње и експлоатације возила и
- одлагању возила у виду разних отпада на депоније.

Како је аутомобилска индустрија била свесна негативних ефеката друмског саобраћаја на животну средину она је током више деценија интензивно радила на новим технолошким решењима у циљу смањења негативног утицаја возила на животну средину.

Зато су приоритети савременог и будућег развоја возила, мотора и њихове опреме: редукција потрошње горива и смањење емисије са издувним гасовима.

Од еколошке, економске и политичке важности је да саобраћај буде организован на најбољи могући начин, тако да задовољава потребе људи и роба, уз што је могуће мање нежељених пропратних појава, тј. мора се минимализовати негативан утицај на животну средину.

2.2. Возила и атмосфера

Возила, као транспортна средства, вишеструко утичу на развој индустрије и економије једне државе. Због све веће потребе човека за мобилношћу, великосеријска производња возила економски је исплатива и задовољава њихову велику потражњу. Међутим, возила имају и негативан утицај на околину у виду потрошње енергената, емисије штетних гасова, буке, отпада.

Друмски транспорт је врло значајан и неопходан део модерног друштва, али је његово убрзано ширење препознато као главни узрок нежељених пропратних ефеката. Саобраћајна загушеност чини градове мање угоднима за живот те смањује саобраћајну ефикасност, повећавајући време путовања, потрошњу горива и стрес возача. Саобраћајна инфраструктура често је грађена на корисном пољопривредном земљишту. Посебан проблем представља утицај на здравље људи изазване емисијом издувних гасова и буком као и одлагањем отпада возила на крају корисне употребе.

Са порастом броја моторних возила и интензивирањем саобраћаја појачао се и утицај издувних гасова на животну средину. Активности на заштити животне средине посматране из угла емисије штетних састојака издувних гасова огледају се у пооштравању законске регулативе која регулише нормативе издувне емисије, као и у интензивном развоју мотора уз обавезно сталну редукцију издувне емисије и потрошње горива.

Западно индустријско друштво је још од 1968. године почело са ограничавањем емисије штетних гасова моторних возила. У том законском процесу водећу улогу су имале Сједињене Америчке Државе. Развој будуће законске регулативе и обавеза задовољења истих изискује интензиван развој и усавршавање постојећих генерација мотора. Развој и поштравање законске регулативе у новије време обухватио је чак и дизел моторе намењене за уградњу у пољопривредну механизацију. Већина људи није у довољној мери свесна опасности по здравље које долази из издувних система моторних возила.

Сагоревањем бензина и дизела добија се **угљен-диоксид** (CO_2) и **водена пара** (H_2O). У директном контакту CO_2 није штетан, али има негативну улогу у очувању животне средине, спада у гасове који чине ефекат стаклене баште и тако утиче на глобално загревање, истискује кисеоник (O_2) из ваздуха због чега може да доведе до гушења. Његов садржај у издувним гасовима савремених возила, мери се ради дијагностиковања квалитета каталитичког сагоревања у катализатору. Услед непотпуног сагоревања у моторима, заосталих капљица горива и уља, јављају се штетни гасови као што су **угљен моноксид** (CO), **несагорели угљоводоници** (HC), и **оксиди азота** (NO_x). Реакцијом угљен монооксида и несагорелих угљоводоника са азотом, који се такође налази у издувним гасовима мотора, настају оксиди азота.

2.3. Састав издувних гасова ОТО мотора

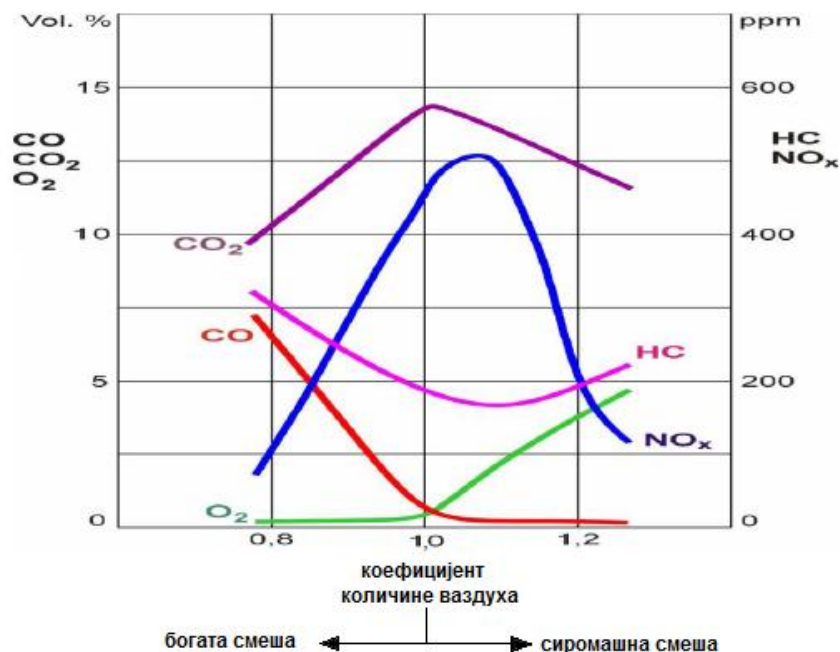
При испитивању састава издувних гасова анализира се садржај следећих гасова:

- $[\text{CO}_2]$ - угљен-диоксид,
- $[\text{CO}]$ - угљен-моноксид,
- $[\text{HC}]$ - несагорели угљоводоници,
- $[\text{NO}_x]$ - оксиди азота,
- $[\text{O}_2]$ - кисеоник.

Завршни рад

Анализа пет претходно набројаних издувних гасова, мерење њиховог запреминског удела у укупној запремини издувног гаса, мерење неких од параметара рада мотора (температуре уља и броја обртаја мотора), као и прорачун коефицијента количине ваздуха (λ - представља однос између стварно усисане количине ваздуха и теоретски потребне - 14,7kg/kg за потпуно сагоревање 1 kg горива), довољни су за процену оптималности сагоревања а самим тим и процену техничке исправности возила.

Угљен-диоксид (CO_2) је атмосферски гас који се састоји од једног атома угљеника и два атома кисеоника. Сагоревањем бензина и дизела добија се угљен-диоксид (CO_2) и водена пара (H_2O). У директном контакту CO_2 није штетан, али има негативну улогу у очувању животне средине, спада у гасове који чине ефекат стаклене баште и тако утичу на глобално загревање, истискује кисеоник (O_2) из ваздуха због чега може да доведе до гушења. Његов садржај у издувним гасовима савремених возила мери се ради дијагностиковања квалитета каталитичког сагоревања у катализатору. Услед непотпуног сагоревања у моторима, заостају капљице горива и уља и јављају се штетни гасови као што су угљен моноксид (CO), несагорели угљоводоници (HC) и оксиди азота (NO_x).



Слика 1.2: Концентрација гасова у зависности од врсте смеше

Угљен-моноксид (CO) је гас без боје и мириса, али је врло отрован. Смањује способност преношења кисеоника у крви, па присуство релативно мале концентрације CO изазива губитак свести, тровање и смрт након неког времена. Настаје као продукт непотпуног сагоревања, па због тога у зони богате смеше (када има вишка горива) постоји зависност CO од коефицијента количине ваздуха λ (што је смеша богатија то је концентрација CO већа). У зони сиромашне смеше не постоји значајан утицај смеше на промену концентрације CO – увек је релативно мала.

Несагорели угљоводоник (HC) је гориво које би у потпуности требало сагорети у цилиндрима али у реалним условима сагоревања то није могуће. У издувним гасовима може настати услед повећане потрошње уља у мотору. Отрован је за биљни свет а у већим концентрацијама штетан је по здравље људи. Увођењем Еуро норми издувни систем и сви његови елементи последњих година су постали важнији него икад захваљујући његовом директном утицају на потрошњу горива и подешавање рада мотора.

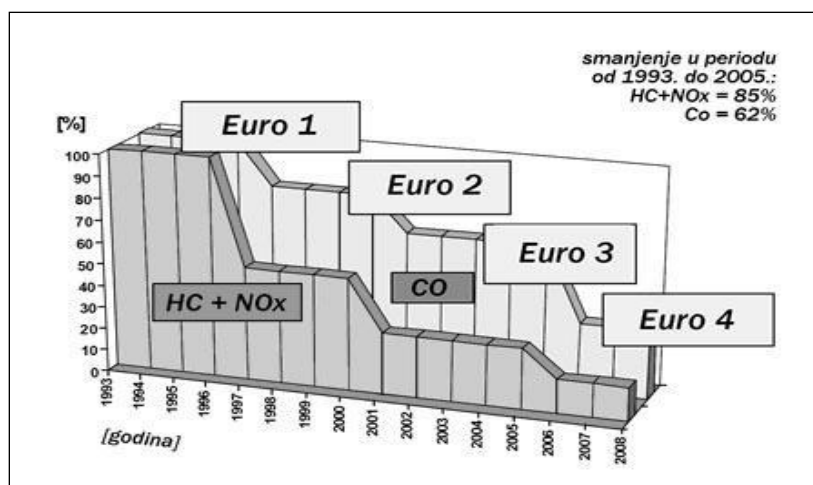
Садржај азотових оксида (NOx), директно је зависан од коефицијента количине ваздуха λ . У подручју богате смеше скоро сав кисеоник из ваздуха учествује у процесу сагоревања па се тек мали део веже уз азот. У подручју сиромашне смеше опада концентрација NOx. Азотни оксиди су такође штетни за људско здравље јер надражују и оштећују дисајне органе. Њихов садржај утиче и на смањење видљивости, стварање фотохемијског смога, разарања озона у вишим слојевима атмосфере, стварање штетног озона у нижим слојевима атмосфере, као и стварање киселих киша.

Кисеоник (O₂) добија се као последица непотпуног сагоревања смеше. У зони богате смеше његова концентрација је минимална, али преласком у зону сиромашне смеше његова концентрација расте. Концентрација ових гасова приказана је дијаграмом на слици (1.2).

2.4. Еколошки аспекти возила и редукција емисије

2.4.1. Еколошки аспекти

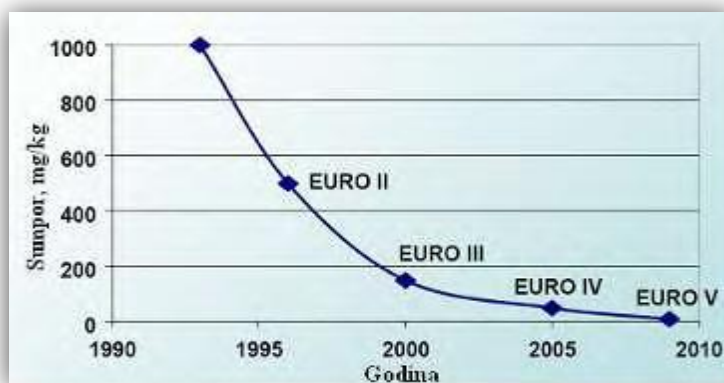
Већи напори да се очува околина, почели су прво у Америци, увођењем такозваног калифорнијског закона о емисији издувних гасова, још крајем седме деценије прошлог века. Европска заједница већу кампању започела је почетком девете деценије, увођењем такозваних Еуро норми, чије су граничне вредности све строжије. Допринос смањењу емисије идувних гасова увођењем ових законских прописа илустрован је на слици 2.2, на којој је јасно уочљиво колико је штетна емисија смањена у временском периоду од 1993. до 2008. године.



Слика 2.2: Смањење емисије издувних гасова

Сходно овим прописима, потребно је да се емисије штетних издувних гасова, пре свега угљен-моноксида (CO), несагорелих угљоводоника (CH), алдехида (HCO), формалдехида (HCHO) и азотних оксида (NOx), код ото мотора, сведу на што ниже вредности.

Поред наведених компоненти, штетним компонентама се сматрају продукти сагоревања сумпора и осталих додатака гориву ради побољшања његових особина. Мада, допринос смањењу емисије не треба да дају само произвођачи возила већ и произвођачи горива. Јер и у савршеном мотору лоше гориво ствара штетну емисију. Тако је усавршавање горива почело са смањењем садржаја сумпора. На слици 3.2, приказан је дијаграм Европских норми за садржај сумпора у бензину, у временском периоду од 1990. до 2010. године.



Слика 3.2: Европски стандард за садржај сумпора у бензину

Концентрација појединих компонената зависи пре свега од врсте горива, облика и величине радне запремине и компресионог простора мотора, тока сагоревања, услова експлоатације и моторног уља.

У Републици Србији емисија издувних гасова, код возила са унутрашњим сагоревањем, регулисана је правилником (члан 82.) у коме се наводи да издувна емисија моторних возила са моторима који раде са унутрашњим сагоревањем, при првој регистрацији, мора одговарати захтевима једнообразних техничких услова. Овим правилником је најпре регулисана емисија угљенмоноксида (CO). На возилима, која испуњавају услове прописане нормом најмање "ЕУРО 3", мора постојати исправан систем за упозоравање на неисправност опреме за регулисање аеро загађења (OBD).

Емисија штетних материја у издувним гасовима моторних возила се може контролисати најчешће на два основна начина:

- побољшање квалитета сагоревања смеше,
- додатно пречишћавање издувних гасова.

Остали начини су на пример:

- обезбеђивање додатног простора за оксидацију који се назива каталитички конвертор (катализатор);
- сакупљање бензинских и дизелских пара и њихово враћање у усисну грану;
- селективна редукција и др.

Мотор се може опремити и додатним уређајима у циљу смањења штетне емисије. Неки од најважнијих додатних уређаја су:

- третирање издувних гасова помоћу катализатора,
- опремање мотора са λ регулацијом састава смеше у затвореној петљи,
- опремање мотора бољим системима паљења смеше,
- опремање мотора бољим системима за напајање горивом,
- обезбеђивање додатног секундарног ваздуха у издувној грани,
- повратак издувних гасова у усисну грану,
- сакупљање пара горива и њихов поврат у усисну грану.

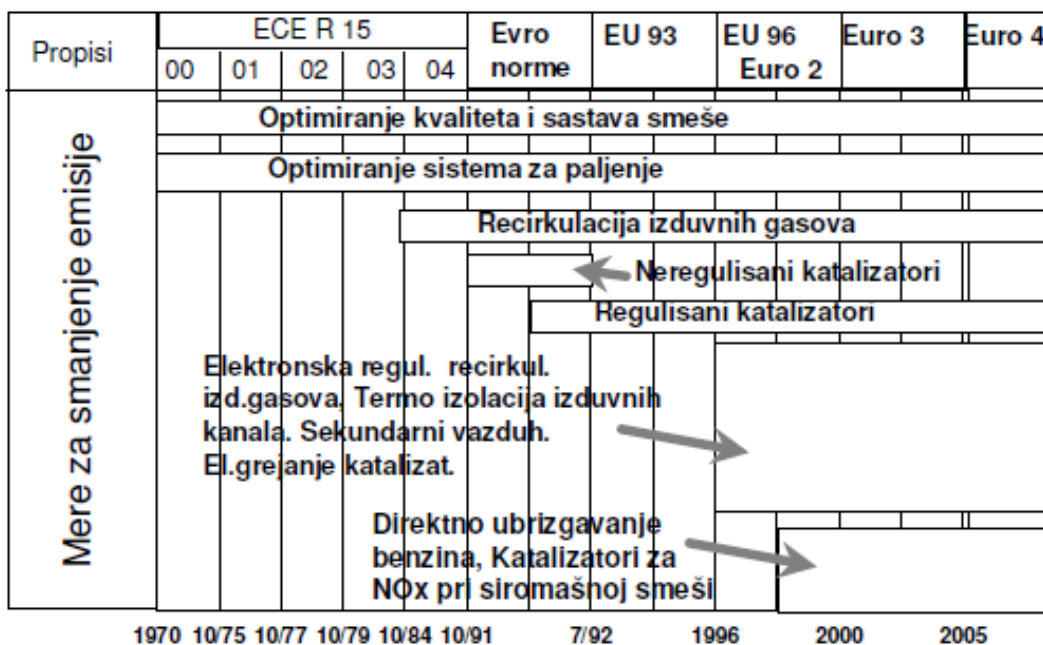
Сходно наведеном можемо закључити да концентрација претходно наведених штетних издувних гасова зависи од читавог низа конструкцијских детаља. Са једне стране морају се задовољити строги хомологацијски захтеви који дефинишу граничне вредности емисије издувних гасова, а са друге стране је захтев за што мањом потрошњом горива, што већом снагом и обртним моментом, одговарајућом трајношћу и гаранцијом.

2.4.2. Технолошка решења и редукција емисије

Све строжији законски прописи могу су се задовољити само:

- конструкционим мерама,
- новим каталитичким технологијама и
- реформулацијом горива и мазива.

Ове мере захтевају нова конструкциона и технолошка решења, чија је динамика увођења приказана на слици 4.2. Конструктори мотора су прве интервенције урадили на систему за припрему смеше и на систему паљења са циљем да се на самом извору смањи настајање отровних продуката.



Слика 4.2: Развој опреме ото мотора

Како је квалитет смеше (удео парних фаза горива у смеси горива и ваздуха) од битног значаја за потпуност сагоревања горива у цилиндру и самим тим за стварање отровних продуката сагоревања, том систему се и данас посвећује посебна пажња.

У систему за напајање горивом ото мотора данас су возила са карбуратором права реткост, практично је појединачно убризгавање у уисни вод постало стандардна варијанта за савремене моторе а онда је уведено директно убризгавање бензина (ДУБ) у цилиндар, слика 4.2. Убризгавање бензина директно у цилиндар први пут је примењено 1938. године у Шпанском грађанском рату на моторима авиона Messerschmit 109. Тај систем за убризгавање бензина развио је Bosch и носио је ознаку Me 109. Данашњи системи Bosch-а имају ознаку Motronic MED7.

Шездесет година касније директно убризгавање бензина-ДУБ (*engl. GDI - Gasoline Direct Injection*) је поново актуелно јер је постало технолошки доступно, а његова примена омогућава смањење потрошње, сагласно емисији CO₂ и токсичној емисији. Наиме мотор са ДУБ емитује исту количину CO₂ као и данас усавршени дизел мотор са директним убризгавањем. Европски (Audi Disi) и Јапански (Toyota D-4, Honda VVTC, Mitsubishi GDI) произвођачи се утркују да конструишу нове моторе са директним убризгавањем бензина.

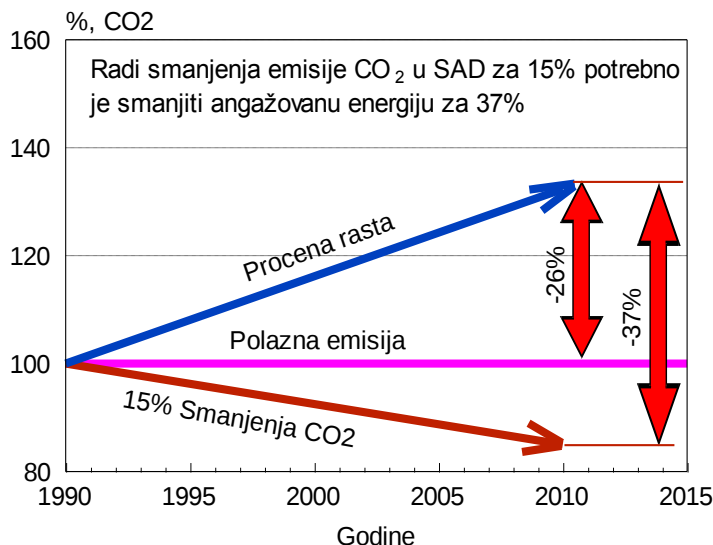
Предности директног убризгавања бензина су евидентни само ако мотор ради са сиромашном смешом. Тада стандардни “тро-компонентни” катализатор не може ефикасно да редукује емисију NO_x. Због тога се данас интензивно ради и на развоју катализатора за редукцију азотних оксида (NO_x) при раду са сиромашним смешама.

Паралелно са интервенцијама на систему за припрему смеше вршено је усавршавање и оптимирање система за паљење у смислу појачања енергије варнице због сигурног упаљења и сиромашне смеше, јер неколико изостајања упаљења смеше у цилиндру може уништити катализатор, као и оптималне промене угла претпаљења у читавом опсегу рада мотора.

2.5. Потрошња горива

Осим гасова који имају директних последица на здравље људи, возила емитују и друге гасове који нису отровни али утичу на промену околине, пре свега угљен-диоксид. Према мерењима Савезног хидрометеоролошког завода у задњих сто година просечна температура у Београду се повећала за 2 °C. Угљен-диоксид је један од гасова који су узрочници повећаног глобалног загревања наше планете. Због тога је неопходно смањити количине емитованог CO₂ из возила, мада је учинак возила у глобалном загревању веома различит у појединим земљама - у САД свега 1,7% емисије CO₂ узрокује транспорт, док у Јапану тај удео износи 19%. Смањење CO₂ је могуће применом горива са смањеним садржајем угљеника и, пре свега, смањењем потрошње горива.

На слици 5.2, приказана је прогноза промене емисије CO₂ у САД-у у случају задржавања истог квалитета трансформације и пораста ангажовања енергије везаног са повећањем стандарда и броја становника. Уколико желимо да емисија 2010-те године остане на нивоу 1990-те потребно је смањити ангажовану енергију за 26%. За смањење емисије CO₂ од 15% до 2010-те, што је пројектовани циљ у САД, неопходно је смањити ангажовану енергију за 37%.



Слика 5.2: Смањење ангажоване енергије и адекватно смањење емисије CO₂

Завршни рад

Смањење ангажоване енергије је могуће само “рационалним и разумним ангажовањем” односно енергију треба ангажовати само у случају стварне потребе у напредним уређајима са максималним степенима корисности. Емисија CO₂ је, код фосилних горива, директно пропорционална потрошњи горива.

За ото моторе са бензином као горивом важи ова релација:

$$\text{CO}_2 = 23.55 \times \text{Б, g/km (Б је потрошња горива у l/100 km)}.$$

За дизел моторе са дизел горивом:

$$\text{CO}_2 = 26.6 \times \text{Б, g/km (Б је потрошња горива у l/100 km)}.$$

Такође, прве прописе о економичности су донеле САД 1973. године, када је потрошња ограничена на 13 mpg (miles per gallon). 1978. год., граница се помера на 18 mpg а 1985 на 27.5 mpg, 1995-те год., граница је 35 mpg уз навођење границе за CO₂=242 g/mi. На иницијативу председника Клинтона 1993. год., основано је удружење за пројектовање возила нове генерације (*PNGV Partnership for a New Generation of Vehicles*). То удружење чине три највећа произвођача возила у САД, влада и самостални институти. Један од основних задатака удружења је да се економичност по америчком стандарду повећа три пута у односу на 1993. годину, односно сведе на 80 миља по галону (2.94 l/100 km) или 106 g/mi CO₂, уз непромењену цену, комфор и безбедност.

Јапан је следећа држава која је 1979. године увела законске прописе о највећој дозвољеној потрошњи горива.

У Европи за сада нема законског ограничења потрошње горива, до сада је постојала обавеза произвођача да само наведе вредности потрошње горива у декларационом листу возила (регулатива европске комисије УН). Европски Парламент је априла 1997. године усвојио препоруке за вредности средње потрошње горива 2005-те године од 5 литара на 100 km за возила са бензинским моторима и 4.5 l/100 km са дизел моторима и 3 l/100 km за сва возила 2010-те године.

Европа је пројекат 3 литра/100 km планирала кроз три фазе: оптимирање постојећих конструкција, радикалне реконструкције и нове конструкције високо економичних еколошких возила.

Директор развоја VW, проф. *Urluh Zajfert* је на конференцији 10. новембра 1994. године у Бону дао изјаву о реалности пројекта *"ауто 3 литра/100 km"*. По њему немачка аутомобилска индустрија може до краја ове декаде да произведе возило које ће да троши мање од 3 литра/100 km. У том смислу је реална одлука Европске уније о глобалном смањењу емисије CO₂ за 30% у периоду од 1987 до 2005-те године и драстичном опорезивању *"великих потрошача горива"*, у које спадају сва данашња возила.

Удружење европских конструктора аутомобила ACEA предлаже да се просечна емисија CO₂ ограничи на 140 g/km до 2008.г. Док савет министара Европске уније предлаже границу од 120 g/km за нова возила од 2005.г. или најкасније 2010.г.

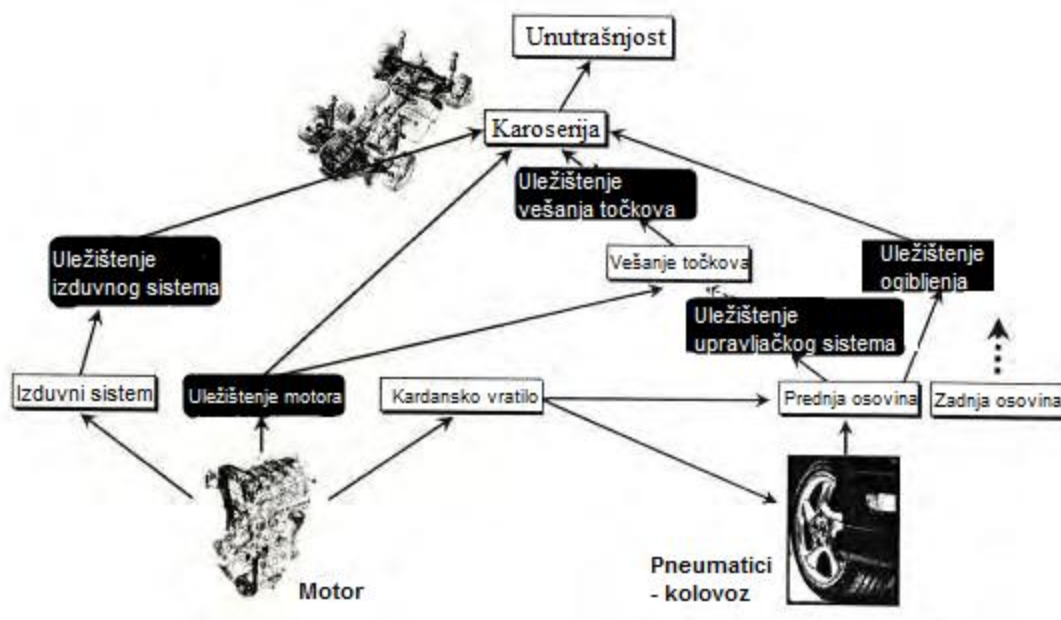
2.6. Ниво буке

Бука возила представља један од посебних проблема директно повезана са комфором вожње, гледано са аспекта путника у возилу, али такође и један од извора проблема са еколошких аспеката.

Порастом еколошке свести људи и свесности значаја буке на човека и уопште сав живи свет, чињеница је да се у последње две декаде ова дисциплина развила у високопрецизни процес, коме се посвећује посебна пажња још у процесу конструкције возила, а потом и приликом производње и склапања склопова. Доказ томе је да се у последњој деценији ниво буке на аутопутевима смањио за око 50% уз истовремено смањење, у истом процентуалном износу, времена развоја.

Завршни рад

Свакако, најзначајнији еколошки утицај моторног возила је у току његове експлоатације, због токсичне издувне емисије и емисије буке. Законски прописи којима се ограничавају нивои ових параметара се из године у годину поштрвају.



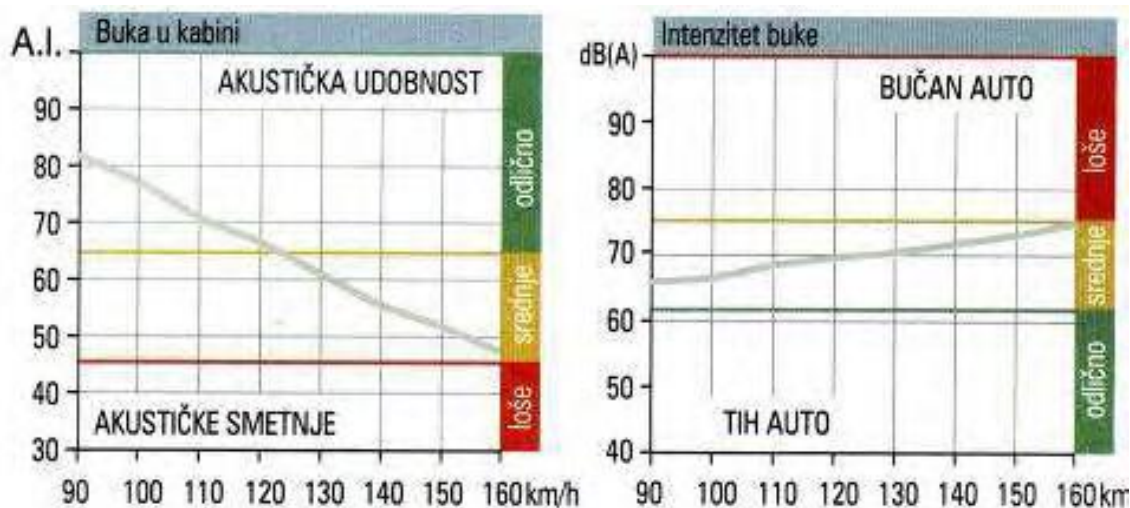
Слика 6.2: Утицајни фактори на буку и осцилације у кабини возила

Фактори који утичу на буку су многобројни и сви међусобно повезани, што је илустровано на слици 6.2. Максимални ниво буке је законска регулатива и у Републици Србији је регулисана ЗОБС-ом, правилником "Технички услови којима морају одговарати поједини уређаји на возилима". Према овом правилнику дозвољени максимални ниво буке зависи од врсте возила и мери се условима који су прописани стандардом.

Насупрот жеље стручњака и стремљењу државе у регулисању прописа из ове области, евидентна је равнодушност купаца на низак ниво буке нових возила и касније, при одржавању возила. Неке званичне и опште признате категоризације возила по принципу буке, односно такозване акустичке удобности, нема, тим пре што је осећај буке и уопште комфора возила и вожње пре свега чисто субјективне природе, те зависи од става човека према том ефекту а пре свега од навика.

Завршни рад

Новопроизведена возила у последње време имају ниво спољне буке до око 70 до 74 dB, мада се све чешће појављују возила високе класе, са нивоом од око 60 dB при константној брзини од 100 km/h, што је за садашње нивое буке, доста ниска вредност, те спадају у такозвана “тиха возила”. На слици 7.2, дат је дијаграм бучности једног испитиваног путничког возила.



Слика 7.2: Званично не прописана категоризација буке возила

С обзиром да бука у друмском саобраћају чини око 50% свих извора буке, одређивање саобраћајних нивоа буке и њених узрока (емисијског нивоа), као и спречавање доласка виших нивоа буке до објеката утицаја односно људи, најважнији су задаци за спречавање негативних утицаја буке на људе уопште.

Из свега наведеног може се уочити величина проблема буке коме је сигурно потребно дати већи значај. Одређена побољшања постигнута су на извору буке-возилу (нова технологија), али универзални начин за решење проблема не постоји. Свака саобраћајна политика која иде за ограничавањем броја путничких возила иде у прилог смањењу буке.

3. Извођење инсталације за напајање мотора горивом

3.1. Увод

Како је напредовало развијање технике и технологије, дошло је до идеје да се направи систем за убризгавање на моторним возилима који би требао да поправи динамичке карактеристике моторног возила и да смањи потрошњу горива.

Први системи за убризгавање су били механички, затим комбинација механичког и електронског, док се данас користи само електронско убризгавање горива. Најпознатији системи за убризгавање горива, који су у исто време и најбољи, су Bosch системи. У наставку ће бити детаљније објашњени.

Системи за убризгавање горива обезбеђују мотору у било ком режиму рада најповољнији састав смеше. До скоро се то успешно радило са карбураторима, међутим, у последње време скоро у сва возила се серијски уграђују системи за убризгавање горива.

У односу на карбураторске системе, убризгавање горива донело је низ предности које се огледају у:

- бољим карактеристикама мотора,
- повољаном току криве обртног момента,
- мањој потрошњи горива и
- побољшању квалитета издувних гасова (катализатор ефикасно ради само ако се састав смеше одржава веома прецизно, око стехиометријског).

3.2. Врсте убризгавања

Системи убризгавања деле се, према месту убризгавања, на:

- системе за централно убризгавање,
- системе за појединачно убризгавање и
- системе за директно убризгавање.

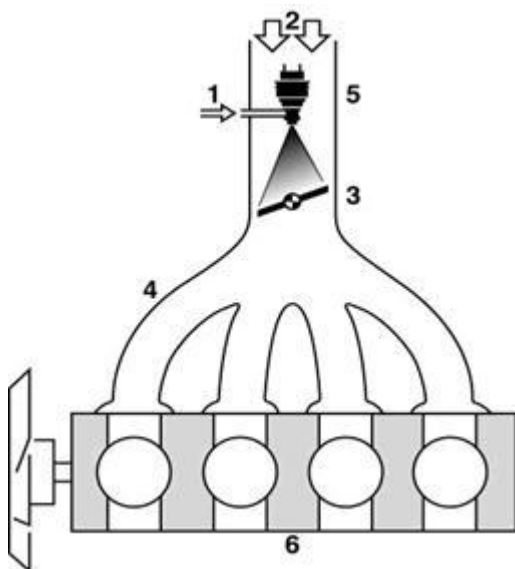
Код прва два индиректна система, гориво се убригава у уисни вод, испред уисног вентила, где се образује и радна смеша. У новије време развио се и систем директног убризгавања у самом цилиндру мотора. Код овог система се, према томе, радна смеша образује у самом цилиндру мотора.

Према начину убризгавања системи се деле на:

- системе за континуално и
- периодично убризгавање.

3.2.1. Централно убризгавање

Код овог, електронског система убризгавања, помоћу једне централне електромагнетне брызгалке, постављене испред пригушног лептира, гориво се убригава под притиском у струју усисаног ваздуха (слика 1.3). Најпознати такав систем је BOSCH-ов “MONO-Jetronic”. Овде се место убризгавања поклапа са местом увођења горива, као и код карбуратора, с тим што је распршивање принудно под притиском. Гориво се дозира у зависности од подпритиска у уисном воду, тј. од одклона пригушног лептира. За овај систем се у стручној литератури користи назив **Single Point Injection**, што значи убризгавање у једној тачки или краће **SPI** систем.



Слика 1.3: Централно убризгавање:

- 1-довод горива,
- 2-довод ваздуха,
- 3-пригушни лептир,
- 4-усисна цев,
- 5-бризгаљка,
- 6-мотор.

3.2.2. Појединачно убризгавање

Овај, веома распрострањен систем пружа најбоље услове за прецизну регулацију мотора. У стручној литератури одомаћен је назив **Multi Point Injection** убризгавање у више тачака, или скраћено **MPI** систем. Усисни канал овог цилиндра снабдевен је посебним вентилом за убризгавање. Њиме се постиже боља расподела смеше по цилиндрима, јер свака брызгаљка даје исту количину горива. Распршивање горива под притиском и при релативно високој температури, омогућава добро мешање, испаравање и хомогенизацију смеше.

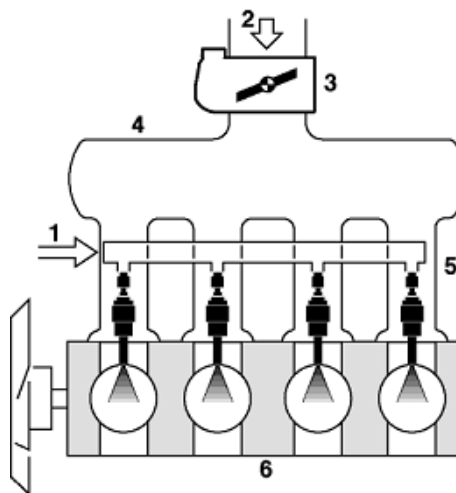
У самом почетку регулација је била чисто механичка (нпр. K-Jetronic), која самостално функционише са континуалним убризгавањем горива. Предности су једноставнија конструкција и нижа цена, а мана је тешко обухватање већег броја утицајних чинилаца за прецизнију регулацију. Касније се јавља комбинација механичко-електронске регулације (нпр. KE-Jetronic), где се електронска регулација дограђује на чисто механичке системе. Тиме се омогућава коришћење више параметара о раду мотора и тачнија регулација убризгане количине горива.

Чисто електронска регулација, осим континуалног, омогућава и периодично убризгавање, помоћу електричних вентила за убризгавање, којима управља електронска управљачка јединица. Она прикупља електричне сигнале појединих сензора и давача, обрађује их и формира електричне импулсе, којима се активирају брызгалке. Тако је обухваћен већи број утицајних чинилаца и прецизна регулација састава смеше у овим условима рада мотора. Најпознати системи са овом регулацијом су *L-Jetronic*, *L3-Jetronic* и *LH-Jetronic*, фирме BOSCH.

3.2.3. Директно убризгавање

Код овог система, слично дизел моторима, гориво се помоћу електромагнетних вентила, директно убризгава у простор за сагоревање. Зато сваки цилиндар има свој вентил за убризгавање (брызгалку), а мешавина се ствара у самом цилиндру. За добро сагоревање неопходно је фино распршивање горива приликом убризгавања. У нормалном режиму рада, мотори са директним убризгавањем (слика 2.3), усисавају само чист ваздух а не мешавину као код свих осталих конвенционалних система убризгавања. У томе и лежи предност овог новог система, јер нема кондензације горива по зидовима усисних цеви и цилиндара.

Слика 2.3: Директно убризгавање:
1-довод горива,
2-довод ваздуха,
3-електронски пригушни лептир,
4-усисна цев,
5-брызгалка,
6-мотор.



Код ранијих конвенционалних система, мешавина се образује споља у усисној цеви, па у простор за сагоревање доспева као хомогена смеша чији састав има приближно стехиометријски однос ваздуха и горива. Образовањем смеше, директно у простору за сагоревање могуће је остварити два потпуно различита начина сагоревања.

При раду са такозваним, слојевитим пуњењем, мешавина има запаљив састав само у простору око свећице. Остали део простора за сагоревање испуњен је свежим ваздухом и остатком сагорелих гасова без горива. На тај начин, у празном ходу и при делимичном оптерећењу, мотор ради са врло сиромашном смешом и штеди гориво. При већем оптерећењу, мотор ради са хомогеним пуњењем, где је цео простор за сагоревање испуњен хомогеном мешавином, као и код мотора са спољашњим образовањем мешавине. У таквом раду, мотор прима више горива али и даје пуну снагу. Најпознатији систем за директно убризгавање је BOSCH-ов MED - Motoric.

3.3. Начин убризгавања

Када се говори о врстама убризгавања оне се разликују не само по месту убризгавања већ и по начину убризгавања. У овим системима користе се два начина убризгавања:

- **континуално и**
- **периодично.**

Код **континуалног** начина убризгавања, бризгалке се отварају под дејством притиска горива и остају непрекидно отворене док мотор ради. Гориво се, према томе, непрекидно убризгава у усисне цеви испред усисних вентила где се меша са ваздухом, па у такту усисавања улази у цилиндри. Колична горива се дозира пригушивањем, односно променом притиска убризгавања.

Добре стране овог начина су: једноставнија конструкција и нижа цена, а недостаци су: мања прецизност регулације и слабије распршивање горива, нарочито при нижим режимима рада мотора. Користи се и код MPI (Multy Point Injection) и код SPI (Single Point Inection) система.

Код **периодичног** начина, убризгавање се обавља помоћу електричних брызгалки, односно електромагнетних брызгалки. Оне се периодично отварају и затварају под утицајем електричних импулса које шаље електронска управљачка јединица. Количина горива дозира се дужином трајања електричног импулса, уз константни притисак. Убризгана количина горива, практично зависи само од времена отварања млазнице.

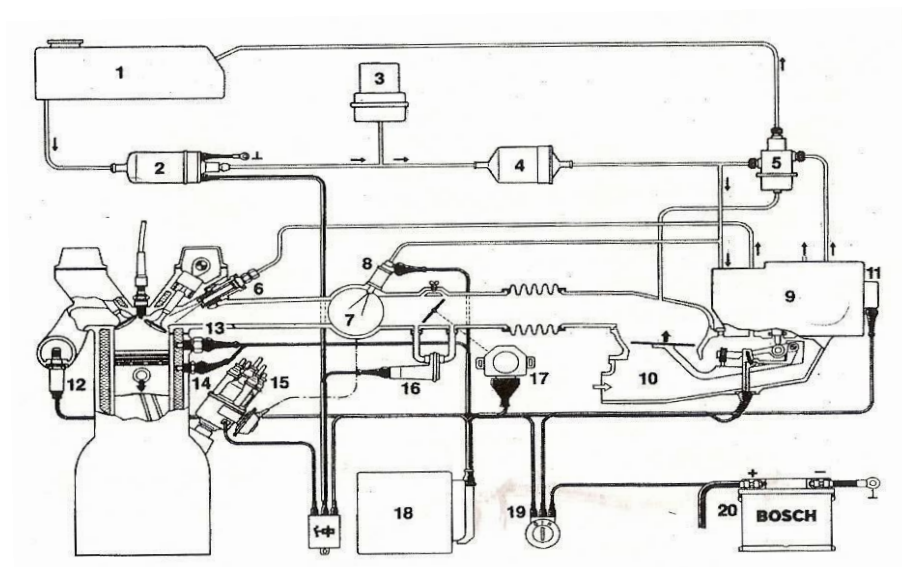
Периодично убризгавање омогућава да се мења тренутак, односно положај убризгавања у односу на угао обртања радилице. Најједноставнији начин је симултано убризгавање, када свака брызгалка убризгава у истом тренутку, и то у циклусима, једном за сваки обртај радилице. Већу флексибилност од симултаног пружа, такозвано, групно убризгавање. Код њега су брызгалке подељене у две групе, тако да свака брызгалка убризгава само једном по циклусу обртања радилице.

3.4. Приказ појединих система за напајање мотора

3.4.1. Систем KE-Jetronic

Ово је систем са континуалним убризгавањем бензина (слика 3.3). Повећану флексибилност и додатне функције обезбеђују електрични сензори и електронска командна јединица. За разлику од чисто механичког K-Jetronic система, KE-Jetronic обухвата више погонских података о мотору. Подаци доспевају преко различитих сензора до електронске командне јединице, која их обрађује и преко електоро-хидрауличног регулатора прецизније прилагођава састав смеше условима рада мотора.

Ако електроника откаже, систем даље функционише као и основни, чисто механички систем.



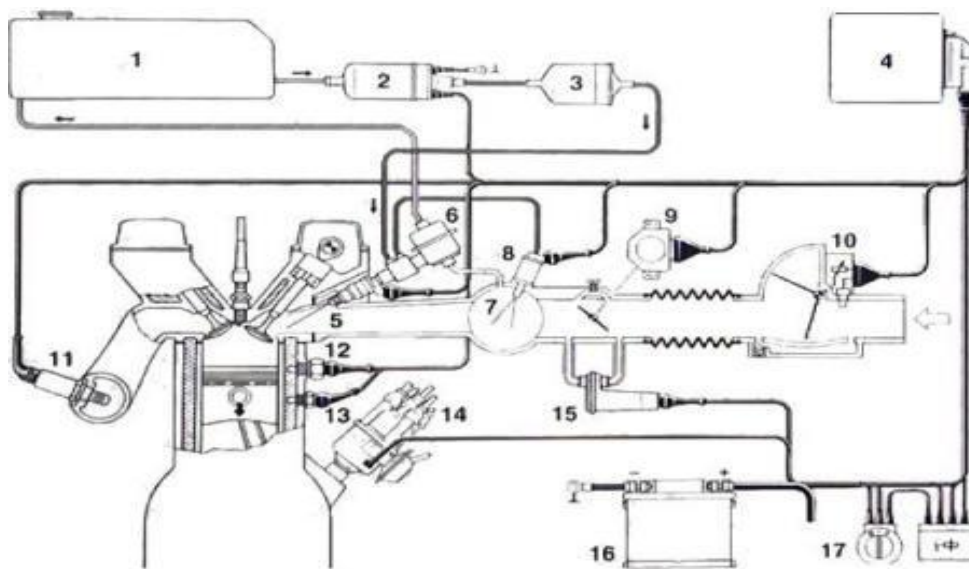
Слика 3.3: Шематски приказ система KE-JETRONIC са ЛАМБДА-регулацијом:

1-резервоар, 2-електрична пумпа за гориво, 3-хидраулична пригушница за гориво, 4-филтер за гориво, 5-регулатор системског притиска, 6-брызгалка, 7-усисни колектор, 8-брызгалка за празан ход, 9-дозер, 10-протокомер, 11-електрично-хидраулични регулатор, 12-ламбда-сонда, 13-временски термо-прекидач, 14-сензор температуре мотора, 15-разводник паљења, 16-регулатор празног хода, 17- потенциометар пригушног лептира, 18-електронска управљачка јединица, 19-контакт кључ, 20-акумулатор.

Ваздух који се усава кроз протокомер (10), преко лептира и усисне гране долази до цилиндра. Са друге стране, електрично погоњена пумпа (2) усава бензин из резервоара (1) и под притиском од око 5 бара шаље кроз хидрауличну пригушницу (3), преко филтера (4) и кроз регулатор притиска (5) у дозер (9), одакле се гориво даље креће до механичких брызгалки (6). Сигнали са сензора и сигнала броја обртаја (са разводника паљења - 15) долазе до електронске управљачке јединице (18), где се обрађују на основу режима рада мотора. Управљачки сигнал шаље се до електро-хидрауличног регулатора притиска (11) који додатно мења количину горива, тако што врши промену притиска горива у систему напајања.

3.4.2. Систем Bosch L-Jetronic

Овај систем је настао усавршавањем старијег D-Jetronic система са перидончним убризгавањем и електронском регулацијом. Убризгавање је појединачно за сваки цилиндар и у усисним цевима мотора. Као и системи K-Jetronic и KE-Jetronic, овај систем обухвата све промене које настају током радног века мотора: истрошеност делова, талог у простору за сагоревање и подешавање вентила, из тих разлога што је садржај штетних састојака у издувним гасовима у дозвољеним границама. Посебна специфичност овог система је директно, електрично мерење протока усисане количине ваздуха. То пружа велике могућности регулације и прилагођавање убризгане количине горива у различитим условима рада мотора. На слици 4.3 шематски је приказан L-Jetronic систем са *ламбда* регулацијом.

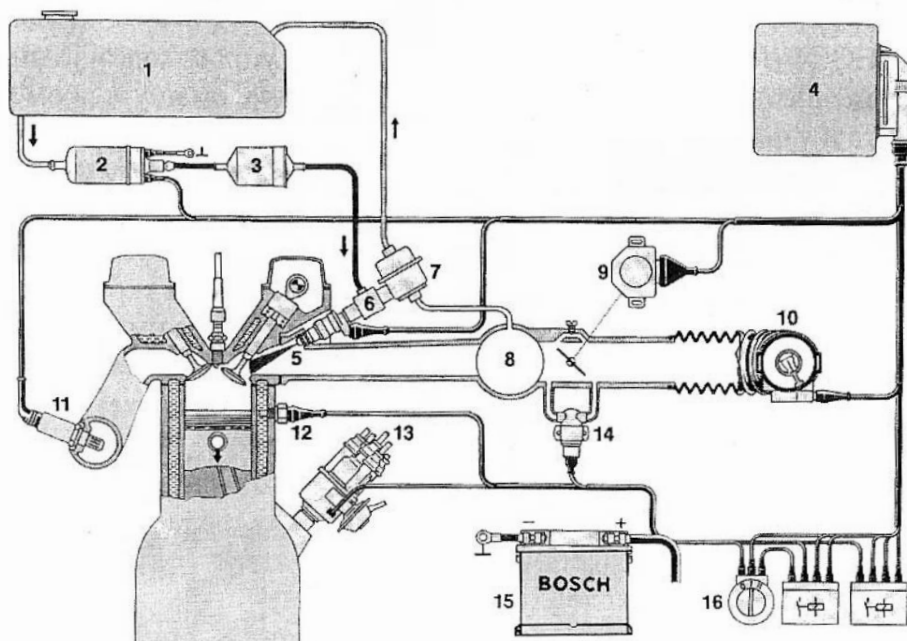


Слика 4.3: Шематски приказ система L-JETRONIC са *ламбда*-регулацијом:

1-резервоар за гориво, 2-елетрична пумпа за гориво, 3-филтер за гориво, 4-ЕУЈ, 5-вентил за убризгавање, 6-разводна цев са регулатором притиска, 7-усисни колектор, 8-бризгаљка хладног старта, 9-прекидач пригусног лептира, 10-протокомер, 11-ЛАМБДА-сонда, 12-временски термо-прекидач, 13-сензор температуре мотора, 14-разводник паљења, 15-вентил за одвођење ваздуха, 16-акумулатор, 17-контакт-кључ.

Електрична пумпа (2) повлачи гориво из резервоара (1) и преко филтера (3) га потискује ка главној разводној цеви (6), под притиском од око 2,5 бара. Од главне разводне цеви гранају се танке цеви према вентилима за убризгавање (5). На крају разводне цеви је регулатор притиска, који одржава константан притисак за убризгавање. Капацитет пумпе је већи и од највеће потрошње мотора, тако да се вишак горива, преко регулатора притиска, враћа у резервоар са нижим притиском у повратном воду. Та циркулација је корисна јер расхлађује гориво и елиминише појављивање мехурића у систему.

3.4.3. Систем Bosch LH-Jetronic



Слика 5.3: Шематски приказ LH-Jetronic система

1-резервоар за гориво, 2-еластична пумпа, 3-филтер за гориво, 4-електронска управљачка јединица, 5-бризгаљка, 6-главна разводна цев, 7-регулатор притиска, 8-усисни колектор, 9-прекидач пригушног лептира, 10-протокомер са ужареним влакном, 11-ламбда сонда, 12-сензор температуре мотора, 13-разводник паљења, 14-биметални шибер-вентил, 15-акумулатор, 16-контакт-кључ.

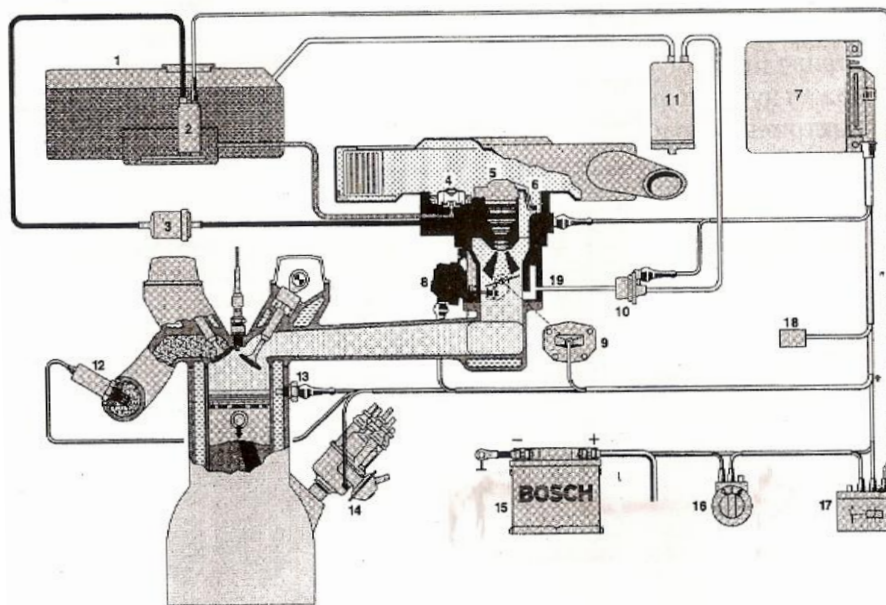
LH-Jetronic систем је веома сличан основном L-Jetronic систему. Разликују се само по мерачу протока ваздуха - протокомеру, са ужареним влакном. Код њега на резултат мерења не утиче густина ваздуха, која зависи од температуре и атмосферског притиска.

На слици 5.3, шематски је приказан LH-Jetronic систем. Комплетна инсталација за напајање горивом као и систем за прикупљање и обраду података са одговарајућим сензорима и давачима, исти су као и код L-Jetronic система. Систем је потпуно електронски контролисан и укључује и један број сензора, чији сигнали се обрађују од стране контролне јединице.

3.4.4. Систем Bosch MONO-Jetronic

За разлику од KE-Jetronic и L-Jetronic система, овај систем (слика 6.3), има централно убризгавање, опремљено заједничком брызгаљком, која убризгава гориво у равномерним интервалима у уисни колектор. Главни део система је уређај за убризгавање с електромагнетним вентилом-брызгаљком који убризгава прорачунату количину горива. Уисни колектор равномерно распоређује гориво према појединим цилиндрима. Зато се овај систем најчешће уграђује у четвороцилиндричне моторе. Потребни подаци о радном стању мотора прикупљају се помоћу разних сензора. Електронска управљачка јединица, на основу ових података, израчунава управљачке сигнале за вентиле убризгавања, корачни мотор пригушног лептира и вентил регенерације.

Електрична пумпа, из резервоара преко филтера трајно напаја горивом уређај за убризгавање. Код ранијих система, пумпа за гориво се поставља у напојном воду између резервоара и филтера а код новијих, па и код Mono-Jetronic система, пумпа се поставља директно у резервоар за гориво. У посебној посуди за резервно гориво налазе се држач пумпе и филтер на уисној страни са два прикључка: гориво и електрично напајање.

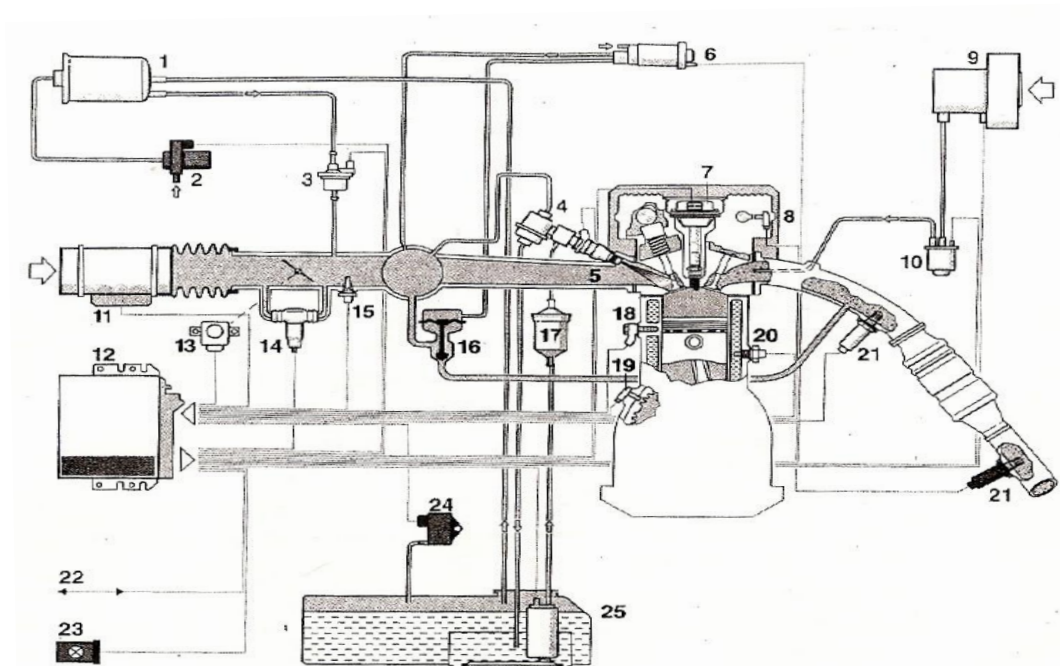


Слика 6.3: Шематски приказ Mono-Jetronic система

1-резервоар, 2-електрична пумпа, 3-филтер за гориво, 4-регулатор притиска, 5-електромагнетна брызгалка, 6-сензор температуре ваздуха, 7-EUJ, 8-степен мотора, 9-потенциометар, 10-вентил за регенерисано гориво, 11-регенератор са активним угљем, 12-ламбда сонда, 13-сензор температуре горива, 14-разводник паљења, 15-акумулатор, 16-контакт-кључ, 17-релеј, 18-прикључак за дијагностику, 19-уређај за убризгавање.

3.4.5. Систем Bosch M-MOTRONIC

Овај систем обједињује електронско паљење и убризгавање. Целокупна електроника којом се регулише рад мотора, са свим регулационим и управљачким функцијама налази се у електронској управљачкој јединици. Потребни подаци и параметри који карактеришу рад мотора прикупљају се помоћу разних давача и сензора. Ту се стичу подаци о систему паљења, положају брегасте осовине, брзини вожње, положају мењача, клима уређаја итд. Посебну групу чине аналогни улазни сигнали: напон акумулатора, температура ваздуха и мотора, количина усисаног ваздуха, угао пригушеног лептира, ламбда-сонда, кликтање мотора, као и број обртаја мотора. Ови сигнали се одмах на улазу, преко улазних струјних кола, припремају за микропроцесор.



Слика 7.3: Шематски приказ свих елемената BOSCH M-MOTRONIC система

1-регенератор са активним угљем, 2-вентил за ваздух, 3-електрични вентил регенератора, 4-регулатор притиска, 5-бризгачка, 6-регулатор притиска, 7-индукциони калем, 8-сензор фазе, 9-пумпа за секундарни ваздух, 10-вентил секундарног ваздуха, 11-протокомер, 13-давач положаја пригушног лептира, 14-регулатор празног хода, 15-сензор температуре ваздуха, 16-вентил за повраћај издувних гасова, 17-филтер за гориво, 18-сензор кликтања, 19-сензор броја обртаја, 20-сензор лампица прикључка, 24-сензор разлике притиска, 25-резервоар за гориво са електричном пумпом.

Обрађујући све сигнале, микропроцесор одређује радно стање мотора и према томе израчунава вредности управљачких сигнала. Затим се управљачки сигнали појачавају у излазном степену и помоћу њих се преко извршних органа управља радом мотора. На овај начин се у свим режимима рада мотора остварује оптимално убризгавање квалитетно припремљене радне смеше, уз најповољнији тренутак паљења. На слици 7.3, дат је шематски приказ једног типичног M-Motronic система. Различити произвођачи мотора и возила, систем прилагођавају прописима тих земаља. Зато постоји неколико варијанти овог система. Без обзира на варијанту, основне функције система су паљење и убризгавање као и прикупљање и обрада основних параметара о раду мотора као и различитих информација и мерних величина. Остале управљачке и регулационе функције, везане су за оптимизацију потрошње горива и квалитета издувних гасова.

То су, пре свега, број обртаја у празном ходу, *ламбда*-регулација, регенерација испареног горива и рециркулација издувних гасова, ради смањења емисије азотних оксида. Повезивањем централне управљачке јединице с управљачким јединицама других система, М-Motronic потпомаже и усклађује рад тих система. На пример, повезивање са управљачком јединицом аутоматског мењача омогућава смањење притиска током преноса, што штити механизам мењача и повећава удобност вожње. Инсталација за напајање горивом код М-Motronic система, мало се разликује од описаних система са појединачним убризгавањем.

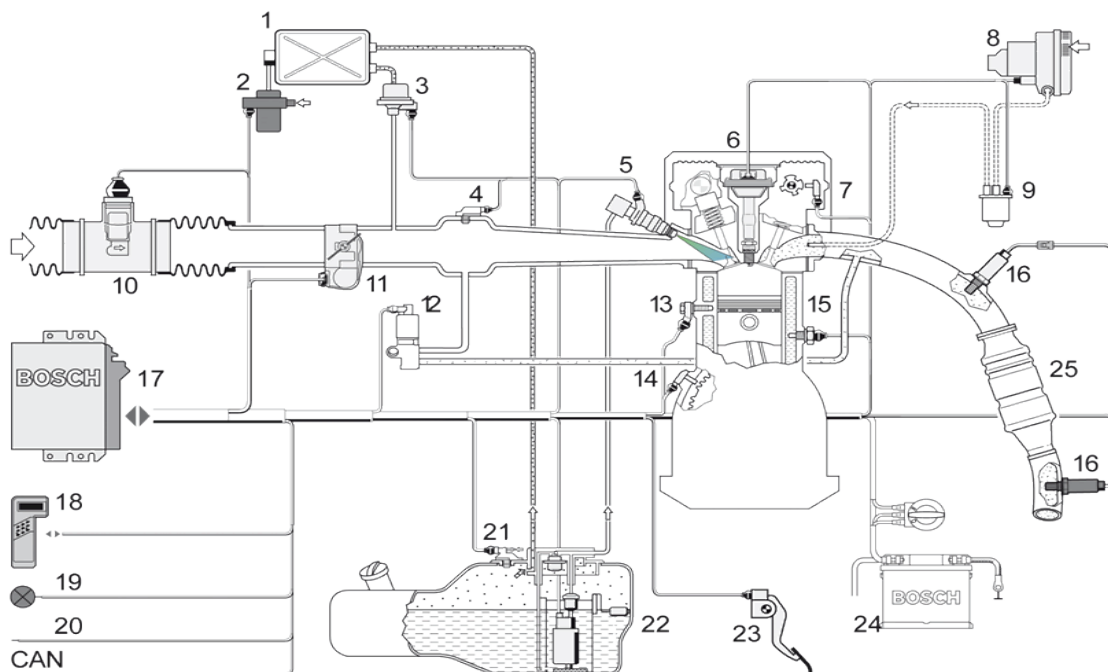
Задатак система је да у свим режимима рада мотору обезбеди довољну количину горива. Има електричну пумпу која преко филтера, гориво из резервоара потискује ка главној разводној цеви на којој се налазе брызгалке и регулатор притиска. Брызгалке убризгавају гориво у простор испред усисних вентила у усисним гранама, а регулатор одржава константан притисак у разводној цеви. Вишак горива се преко регулатора горива враћа у резервоар. Захваљујући непрекидном струјању горива под притиском, које се на тај начин и хлади, избегнуто је и стварање ваздушних мехурића.

3.4.6. Систем ME-Motronic

Главни задатак ME-Motronic система је првенствено да подеси рад мотора према условима вожње, односно захтевима возача. Зато се положај педале за гас у рачунару узима као потребна – захтевна вредност за обртни момент мотора. Према томе, рачунар израчунава и одређује читав низ величина којима се управља радом а то су: пуњење цилиндара ваздухом, убризгана количина горива, угао паљења. Скоро све набројане, основне и додатне функције управљања и регулације битно утичу на обртни момент мотора, при томе се често јављају међусобно противуречни захтеви. У систему са вођеним обртним моментом све те функције се сливају у јединствену целину и одговарају на захтев возача за одговарајућим обртним моментом мотора. ME-Motronic систем у стању је да сортира одређене захтеве и да прво остварује оне наважније.

Завршни рад

Поред основних, ME-Motronic остварује више додатних управљачких и регулационих функција, као што су: регулисање обртаја у празном ходу; *ламбда*-регулација; рецикулација издувних гасова за смањење емисије азотних оксида; управљање системом секундарног ваздуха за смањење емисије несагорелих угљоводоника и регулисање брзине кретања возила. Ове функције су неопходне ради испуњења законских норматива и прописа у вези са квалитетом издувних гасова и потрошње горива, као и све већих захтева за удобнију и сигурнију вожњу. ME-Motronic допуњен је и компонентама “On-Board” контроле с монитором. Стога су испуњени услови за строжу контролу издувних гасова и примену интегралне дијагностике. На слици 8.3, приказана је принципијелна шема ME-Motronic система.



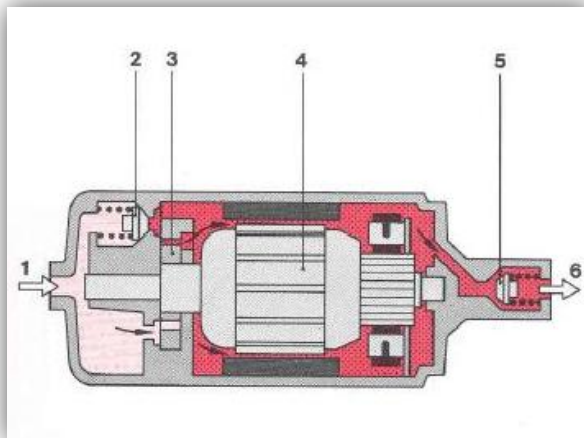
Слика 8.3: Шема ME-Motronic система

1-регенератор с активним угљем, 2-вентил за ваздух, 3-маса усисаног ваздуха, 4-напон акумулатора, 5-температура ваздуха, 6-температура мотора, 7-сензор кликтања, 8-*ламбда*-сонда, 9-положај радилице, 10- брегаста осовина, 11-степен хода мењача, 12-брзина возила, 13-свећице, 14-подешавање ЕГАС-а, 15-бризгаљке, 16-главни релеј, 17-сензор броја обртаја, 18-релеј пумпе за гориво, 19-загревање *ламбда*-сонде, 20-управљање брегастом осовином, 21-сензор притиска у резервоару, 22-пребацивање усисне цеви, 23-секундарни ваздух, 24-рецикулација издувних гасова.

3.5. Карактеристични делови инсталације за напајање мотора горивом

3.5.1. Електрична пумпа за гориво

Пумпу покреће електромотор једносмерне стурје. Ротор пумпе је у облику обртне плоче са жлебовима, у коме су лако покретни ваљци. Када се плоча заврти, ваљци усред центрифугалне силе, излећу из жлебова и котрљају се по унутрашњем обиму цилиндричног кућишта. Ваљци са жлебовима на ширем делу, са усисне стране, захватају гориво и потискују га ка суженој, потисној страни. На слици 9.3, приказан је попречни пресек електричне пумпе за гориво.



Слика 9.3: Електрична пумпа за гориво:

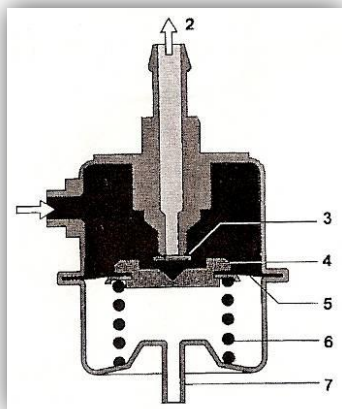
1-усисна страна, 2-повратни вентил за ограничење притиска, 3-пумпа са ваљцима, 4-ротор електромотора, 5-неповратни вентил, 6-потисна страна.

Пумпа и електромотор су у истом, херметички затвореном кућишту, тако да је целокупна унутрашњост пумпе испуњена горивом, без ваздуха и под притиском. На тај начин је избегнута опасност од појаве електричне варнице на четкицама, а гориво се хлади и подмазује мотор пумпе.

Капацитет пумпе је увек већи од потрошње горива, да би се у било ком режиму рада мотора, одржао константан притисак у систему. Електрични прикључак пумпе изведен је од контакт-кључа за мотор, преко посебног електронског заштитног релеја. Пумпа је укључена за све време рада мотора. Само за случај да мотор дуже времена стоји са укљученим контакт-кључем, заштитни релеј искључује пумпу, што је једна врста заштите и у случају саобраћање незгоде. Ове пумпе су најчешће уграђиване у инсталацију близу резервоара.

3.5.2. Регулатор притиска

Регулатор притиска (слика 10.3), одржава константну разлику притиска горива у главној разводној цеви и притиска ваздуха у усисној цеви. Због тога убризгана количина горива искључиво зависи од времена отварања електромагнетних вентила за убризгавање, тј. брызгалки.



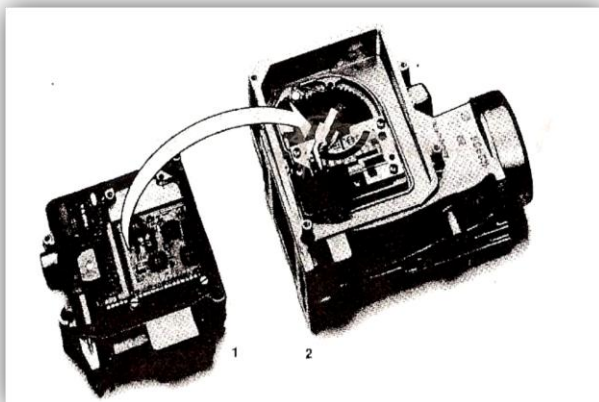
Слика 10.3: Попречни пресек регулатора притиска:

- 1-довод горива од главне разводне цеви,
- 2-повратни вод ка резервоару,
- 3-вентил,
- 4-седиште вентила,
- 5-еластична мембрана,
- 6-регулациона опруга,
- 7-прикључак на усисни колектор.

Доња ваздушна комора са регулационом опругом, спојена је са усисним колектором иза пригушног лептира. Услед тога притисак горива у инсталацији регулише се према апсолутном притиску у усисном колектору, па је пад притиска на брызгалкама увек исти без обзира на положај пригушног лептира.

3.5.3. Протокомер

Податак о броју обртаја мотора управљачка јединица добија од система за паљење, а од сензора податак о температури мотора. Прекидач пригушног лептира даје податке о празном ходу и пуном оптерећењу које прима електронска управљачка јединица за даљу обраду. Осим тога, управљачка јединица региструје и пад напона у електричној инсталацији и према томе такође коригује време убризгавања. Мерач протока ваздуха (слика 11.3), ради на истом принципу као и код L-Jetronic система. Разлика је једино у томе што се управљачка јединица уграђује директно у протокомер



Слика 11.3: Протокомер

1-управљачка јединица, 2-протокомер са потенциометром.

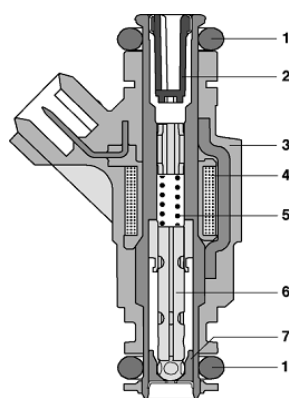
Захваљујући малој димензији електронског дела управљачке јединице и потенциометра, димензије протокомера су практично остале исте. Кућиште је од лаганог алуминијско лива. Јединствена мерно-управљачка јединица омогућава проширење опсега мерења и побољшава пригушење при наглим променама протока ваздуха. Све то повећава компактност и електричних делова.

3.5.4. Електронска управљачка јединица

Електронска управљачка јединица је израђена у дигиталној техници. Састав мешавине одређује се према тродимензијалном дијаграму, зависно од оптерећења и броја обртаја мотора. На основу сигнала приспелих од сензора израчунава се време убризгавања које служи као мера за убризгану количину горива. Захваљујући микро-рачунару, корекција импулса је брза и врло прецизна. Због уградње у протокомер, управљачка јединица мора бити малих димензија, компактне конструкције и са минималним бројем прикључака. Осим тога, мора бити отпорна према повишеној температури, вибрацијама и влажности у ваздуху. Све се то постиже применом хибридне технике и мале штампане плоче. Поред микро-рачунара, ту се налази и 5 интегралних кола, 88 слојних отпорника и 23 кондензатора. Везе, између вишеслојне плоче и интегралних кола, изведене су танким златним нитима од 33 микрона.

3.5.5. Бризгаљка

Положај бризгаљки зависи од система убризгавања. Могу се поставити на усисне цеви појединачних цилиндара, најчешће на самом улазу канала у глави мотора, тако да је млаз горива усмерен према печурки усисног вентила. Бризгачи су, са друге стране, прикључени на главни магистрални вод, одакле се напајају горивом. Код система са директним убризгавањем постављају се тако да убризгавају гориво директно у цилиндаре.



Слика 12.3: Бризгаљка

1. заптивни прстен
2. мрежица
3. тело бризгача са електричним прикључком
4. соленоид
5. опруга
6. иглица бризгача
7. седиште иглице

4. Извођења система паљења

4.1. Увод

Мотори са страним извором паљења, ото мотори, имају историју дужу од једног века. Захваљујући малом габариту, умереној тежини и конструктивној једноставности потпуно су освојили путничка возила.

Nikolaus Otto је за свој први мотор имао готов електрични систем паљења. Најраније идеје о паљења гасних смеша електричном варницом потичу од А. Волте. Патенте за свећице је имао наш Никола Тесла. Лучни уређај за паљење Roberta Bosch-a је владао првим возилима од 1900. до 1925. Године. Од тада америчка фирма Delco-Remі започиње еру батеријског паљења да би задњих година продор електронике окончао ту владавину.

Сви смо сведоци интензивног развоја електронике на моторним возилима последњих година. Данашња возила поседују више десетина електронских система који међусобно размењују податке и не делују самостално. Проналажење неисправности на овим возилима захтева нова знања. Електроника код возила, посебно са ото моторима заузела је стабилну позицију и без ње се више не може замислити модерно возило. У питању су микрорачунари мале меморије, а обрађују се једноставни алгоритми. Оно што се не може порећи јесте велики напредак у поузданости електронских система. Електроника поседује већу моћ вођења мотора и његових система, па тиме компензује истраживачки производне инвестиције. Док је на почетку примене електронике она била главна слабост, савремене системе карактерише висока поузданост. Електроника је практично недостижна у тестирању система и благовременог откривања кварова. Зато су брзе и периодичне дијагнозе незамисливе без електронике. У погледу дијагностике нема разлике између захтева ото и дизел мотора.

И код једних и код других мотора електроника подмирује четири поља:

- управљање мотором,
- повезивање са радном машином,
- информације и дијагностика и
- сервисирање и одржавање.

Данас је на возилима 65% електронских система оријентисано на информационо-дијагностичке и сервисне задатке. На сам мотор отпада око 15%, а остало је у служби возила (ЕСП: вожња, управљање, навигација).

Код светског лидера у производњи система паљења, напајање горивом и управљања возилом Bosch-a, сви системи паљења се сврставају према времену појављивања у четири класе.

- 1. Класични системи паљења** су најједноставнији системи код којих механички прекидач у разводнику прекида коло примарне струје па се моменат прескакања варнице одређује подешавањем положаја разводника, а затим коригује механичким центрифугалним и пнеуматским регулаторима. Ова техника не може да задовољи данашње еколошке норме јер не одржава сталне вредности угла појаве варнице нити гарантује сигурно упаљење смеше како због трошења делова тако и због њихове старости.
- 2. Транзисторски системи паљења** су поуздани што се тиче сталне вредности момента прескакања варнице кроз читав век мотора. Имају управљачки транзистор за јаку струју и бесконтактни давач. Зато је струја у бобини већа и цео систем је са бољим учинком. Одржавање је једноставније а испуњење прописа олакшано јер се гарантује упаљење смеше чак и када је сиромашна. Висока поузданост – сталан угао паљења, дуг век, висок садржај енергије, нема делова изложених трошењу – без опасности од изостајања паљења је предност важна за све варијанте возила са катализаторима.
- 3. Прво електронско паљење** може да се користи као независан или као комплексан систем. Овде се разводник користи само за развод у колу високог напона.

Информације о броју обртаја се узимају од давача са брегастог или коленастог вратила. Трнутак прескакања варнице се може произвољно задавати по целом радном пољу мотора.

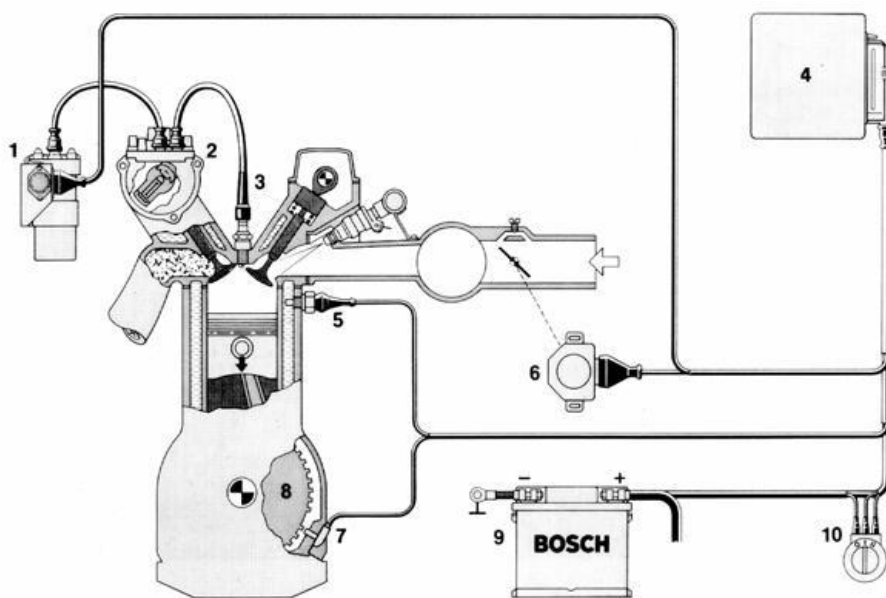
- 4. Потпуно електронизирани систем паљења** са дигиталним управљањем су по Bosch-овој класификацији четврта генерација система за паљење. Механички ротирајући разводник високог напона је замењен електронским компонентама. Зато се говори о мирујућем високонапонском разводнику. Тренутно у возном парку Европе једноставни системи са механичким прекидачима паљења нестају са тржишта. Електроника излази у сусрет увек актуелним задацима у смислу даљег развоја и смањења трошкова без угрожавања функција и поузданости возила и мотора. Када томе додамо функционалне предности електронских система, онда видимо да једино електронски системи имају будућност.

Актуелни ото мотори траже поуздано паљење са високим шпицевима секундарног напона и наглим падом при пражњењу. Максималне енергије варнице морају бити сачуване при свим бројевима обртаја и свим условима у цилиндрима. Код електронског паљења нема механичких регулатора паљења већ се регулација врши преко рачунара, односно модула за паљење, појачавача паљења или, ако је у истом модулу и управљање убризгавањем, електронског контролног модула, односно електронске управљачке јединице. Овај систем се ослања на улазне сигнале од различитих сензора који читавају сигнале са радних тачака.

Рачунар возила или ЕУЈ садржи микропроцесор једноставније конструкције него рачунари које данас обично користимо. Да би могао да обради податке од сензора потребно их је “превести” у рачунару разумљив језик, односно у битове (0 и 1). За то се уграђује претварач сигнала, такозвани А/D (аналогно/дигитални) конвертор. Улазни сигнали од појединих сензора као што су индуктивни сензор на радилици, температурни сензори, сензор потпритиска у усисној грани, садржаја кисеоника у издувној грани итд., дају аналогни сигнал чија је амплитуда променљива у времену. Рачунар препознаје само ON/OFF (укључено/искључено) стање. Зато се ови сигнали морају претворити у серију нула и јединица – дигитални сигнали и као такви представљају информацију за рачунар.

Завршни рад

Пошто постоји одређено време од пријема сигнала, претварања и обраде, па до извршне команде, јавило би се одређено кашњење у извршавању наредби за прекидање струјног круга примарне струје. То се регулише одређеним тајмерима и бројачима, па се у регулацији врши неопходна корекција времена да би се претпаљење извршило у тачно потребном моменту. Постоји још неопходних корекција али то је посебан део који спада у домен програмирања. Шема електронски управљаног паљења представљена је на наредној слици (слика 1.4).



Слика 1.4: Електронски управљано паљење

1-бобина, 2-разводник високог напона, 3-високоталасни кабел са свећом, 4-ЕУЈ, 5-сензор расхладне течности, 6-сензор пригушног лептира, 7-сензор броја обртаја мотора (угао радилице), 8-зупчаник радилице, 9-акумулатор.

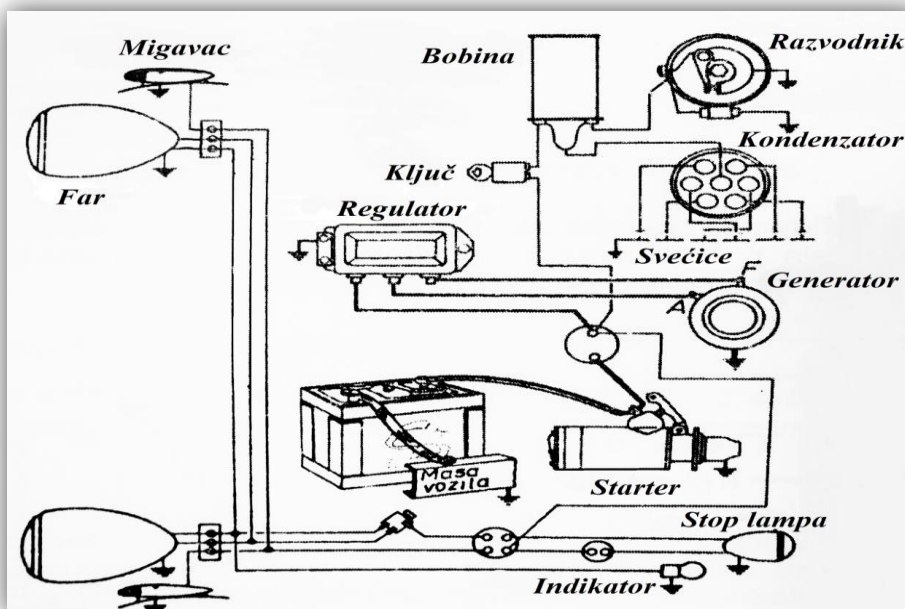
Предности система електронског паљења су:

- боље обједињени захтеви за оптималан рад мотора;
- осим броја обртаја и оптерећења мотора користе се и други параметри који утичу на различите режиме рада мотора;
- бољи услови за старт;
- брза регулација и елиминација детонантног паљења.

4.2. Класични системи паљења

Општу шему електро опреме возила са функционалним везама и класичним системом паљења приказује слика 2.4:

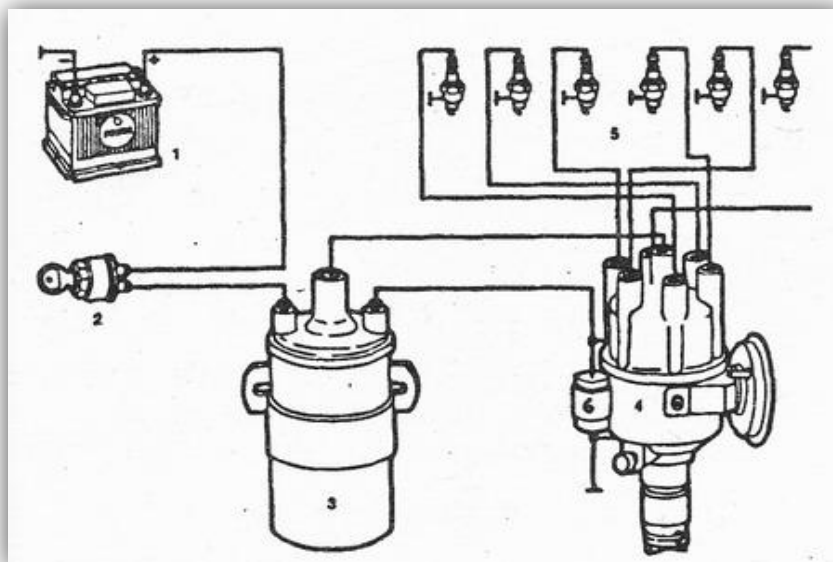
- напајање (акумулатор и генератор),
- стартовање (стартер),
- паљење (бобина, разводник и свећице),
- осветљење и сигнализација (фарови, жмигавци и стоп светла),
- контролна и остала опрема (сирене, брисачи, серво мотори, индикатори, регулатори итд.).



Слика 2.4: Електро опрема на возилу

Основни задатак система паљења је да произведе електричну варницу високе енергије између електрода свећице. Класични системи паљења изводе се у две варијанте **батеријски** или **магнетни**.

Батеријски систем паљења је добио име по батерији или акумулатору који је извор примарне струје, слика 3.4. Предност батеријског система паљења је у лакој стартовању мотора и високом напону при ниским бројевима обртаја. Недостаци су релативна сложеност, непоузданост и гломазност. Од квалитетног система паљења се тражи тачност понављања момента паљења, поузданост, управљање моментом паљења, брза спремност за рад, умерене цене, габарити и тежине. Ширим увођењем електронских компоненти у батеријски и магнетни систем добијамо електронске системе паљења. Заменом најслабијег дела у систему паљења (платине), долазимо до прве степеннице у већој примени електронике. Данас сви модерни системи раде без механичког прекидача у колу паљења.



Слика 3.4: Батеријски систем паљења

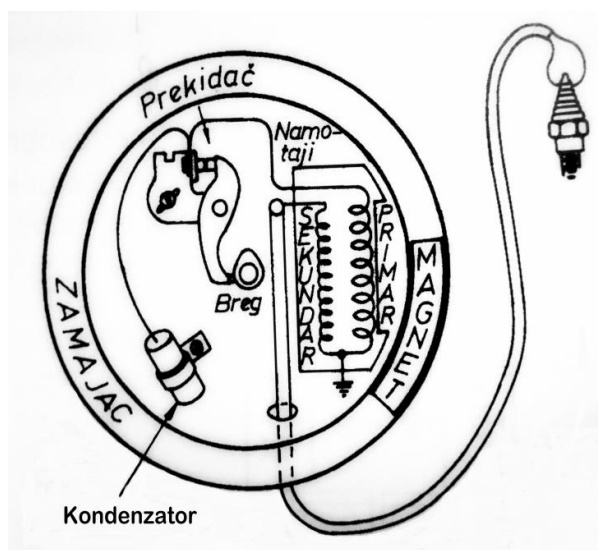
1-батерија, 2-контакт-прекидач, 3-бобина, 4-разводник паљења, 5-свећице, 6-кондензатор.

Примена безконтактног електронског паљења у односу на класично даје:

- лакше одржавање,
- већи напон паљења у целој радној области,
- боље услове за стартовање у свим условима и
- све предуслове за прелазак на потпуно дигитално регулисање.

Примарно и секундарно коло се морају посматрати као јединствен међусобно усклађен систем. Зато нема услова за размену класичних контактних делова са оним са бесконтактног паљења. Овде уместо платине постоји давач импулса, Халов или индуктивни, у колу примара бобине. Тај импулс се предаје електронском модулу који има већу струју примара у односу на класични систем и скоро два пута већи напон паљења у секундару.

Магнетни системи паљења имају већу примену у неким областима као што су: мотоцикли, чамци, авиони и сл. Код магнетног система паљења обртни магнет има улогу магнетно-електричне машине мале снаге.

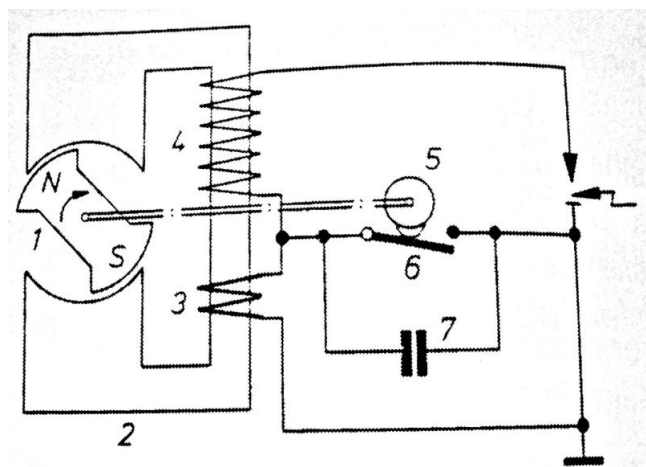


Слика 4.4 а): Магнетни систем паљења

Класичног система су од $1,5\Omega$ до 2Ω , а отпори примара код електронског система $0,5\Omega$ до $0,75\Omega$. Код класичног система паљења кондензатор у колу примара омогућава нагли пад струје, приликом отварања платина и прекидања примарног кола. Тиме се у секундарном колу обезбеђује нагли раст напона а платине штити од нагоревања. У покретни разводник паљења смештају се платине (или бесконтактни давачи: Hall-ов или индуктивни) и регулатори момента паљења. Зато је он сложен и одговоран део мотора чија дијагностика није једноставна.

Кретање магнета у пољу калема индукује струју у примару и тиме замењује батерију. Магнет се најчешће ставља на замајак (слика 4.4 а) и б)). Електрично коло трансформише ниски напон у високи о идентичном поступку као код батеријског паљења. Са порастом броја обртаја напон варничења расте, али опада са повећањем броја цилиндара.

Захваљујући електронској регулацији струја примара може бити далеко већа а отпори мањи. Отпори примара код



Слика 4.4 б): Шема магнетног система паљења

1-магнет, 2-тело, 3 и 4-бобина, 5-прекидач,
6-платине, 7-кондензатор.

Кондензатор и бобина стварају осцилаторне системе. Самоиндукована струја у примару достиже напон од 200 до 300V. Кондензатор преузима струју самоиндукције у примарном колу. Када се поново затворе контакти у секундару се индукују пригушене осцилације.

4.3. Дигитални системи управљања

Једини начин да се оптимира и контролише радни процес у сваком цилиндру је примена спрегнутих система. Код дигиталних система користимо све предности модерне електронике за усавршавање система паљења са бројним захтевима возила. Једноставније варијанте дигиталног паљења су радиле у отвореној петљи, а савршеније оптимирају моменат паљења по снази, економичности, емисији, буци, врсти горива и сл. Како су ти исти критеријуми обавезујући за систем напајања горива, модерни уређаји за контролу рада мотора имају ова два система спрегнута.

Код електронског паљења се између осталог води рачуна о максималном дозвољеном броју обртаја. Рецимо, систем за мотор од 6000 o/min, већ на 6200 прекида рад. Али због заштите катализатора захтева се прекид у систему напајања горивом, а не у систему паљења. Током рада мотора мењају се бројеви обртаја, састави смеше, положај команде гаса, притисци и температуре у цилиндру. Свакој од тих промена одговара другачија вредност коректног угла паљења.

Фабрички угао паљења смеше се бира из услова да мотор ради мирно и поуздано. Пројектант возила се опредељује за минимални број утицаја на основу којих ће формирати закон оптималног паљења смеше. Иначе, та вредност зависи од намене мотора.

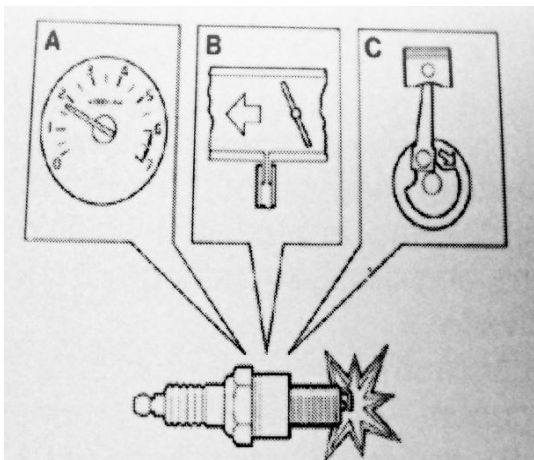
Најважнији радни и дијагностички параметар је угао паљења. Код нормалног одвијања радног процеса варница прескаче пре спољне мртве тачке (СМТ). Фронт пламена се креће кроз комору за сагоревање са равномерним порастом брзине пламена, температуре и притиска. Клип прима силу гасова и предаје је преко клипњаче и коленастог вратила као обртни моменат потрошачу – возилу. Развој брзих чипова је омогућио формирање оптималног угла паљења обрадом сигнала са бројних давача. Овог пута су захтеви према давачима много строжији јер сви сигнали морају бити тачни и међусобно компатибилни.

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) састоји се од великог броја интегралних кола, транзистора, диода, кондензатора и електронских компонената осетљивих на потресе, температуре и влажност. Контролна јединица се брзо одазива на промене режима рада и саопштава нови импулс генератору високог напона. Зато са њом треба опрезно руковати. Пре свега, при уградњи, а посебно при оправци возила водити рачуна да буде даље од мотора и других врелих делова. Затим, да не буде изложена јаком електричном зрачењу због опасности од вируса.

На самој електронској јединици не могу се вршити никакве поправке. Електронско генерисање оптималног угла паљења је на бази информација од више сензора. Алгоритам ради по унутрашњој логици-зависно од режима рада мотора, претварајући сигнале на излазу у вредност угла паљења. У случају било какве унутрашње грешке, управљачка јединица прелази на унапред задане програме паљења. Ако се изгуби сигнал о оптерећењу мотора, контролна јединица узима само податак о броју обртаја мотора. Ако откаже давач детонације, онда постоји програм за рад на почетном углу паљења при коме код стандардног мотора нема детонације и сл. Напајање контролне јединице је са 12V. То је високо за унутрашња кола па се напон посебно стабилизује на радних 5V.

4.4. Моменат паљења

Тренутак паљења, тј. прескакање варнице на свећицама мери се углом коленастог вратила пре СМТ (угао претпаљења). Тим тренутком се управља споља. Наши мотори (радне запремине $900-1300\text{cm}^3$) имају почетне углове претпаљења од $5-10^\circ\text{KV}$ који се подешавају на празном ходу са искљученим аутоматима.



Слика 5.4: Утицаји на угао претпаљења

Са променом броја обртаја и оптерећења ступају у дејство регулатори угла претпаљења (А-у функцији броја обртаја, В-у функцији оптерећења, С-Зависно од типа коморе за сагоревање, радних и термичких стања и других утицаја), слика 5.4.

По ком ће закону ти аутомати одређивати моменат паљења зависи од циља:

- максимална снага (идентичност у једном цилиндру и између цилиндара),
- минимална потрошња горива,
- најмања емисија издувних гасова и буке.

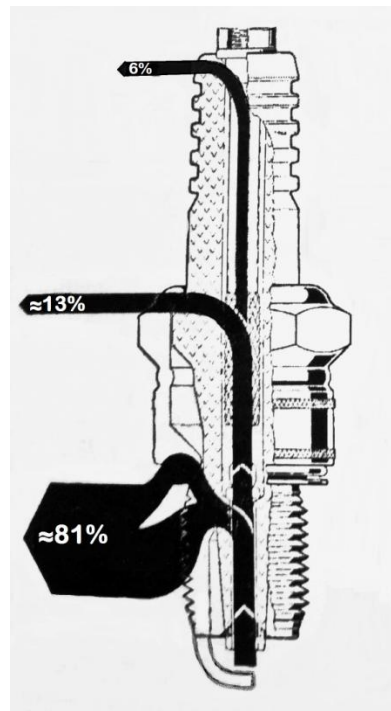
Типична конструкција свећице за паљење смеше код аутомобилских мотора је приказана на слици 6.4. Топлотни биланс свећице показује да глави мотора предаје преко 80% топлоте. Бочна електрода свећице је преко тела у вези са главом мотора и масом. Централна електрода пролази кроз изолатор и налази се под високим напоном.

Ако је свећица тако конструктивно изведена да се топлота краћим и бржим путем одводи са електрода и изолатора онда је то хладна свећица. Када се пут топлотног флукса продужава па се спорије одводи топлота онда је то топла свећица (слика 7.4). Јако оптерећеним моторима подешеним за максималну снагу одговарају хладне свећице. Такви мотори развијају велике количине топлоте по циклусу па се топлота интензивно одводи.

Завршни рад

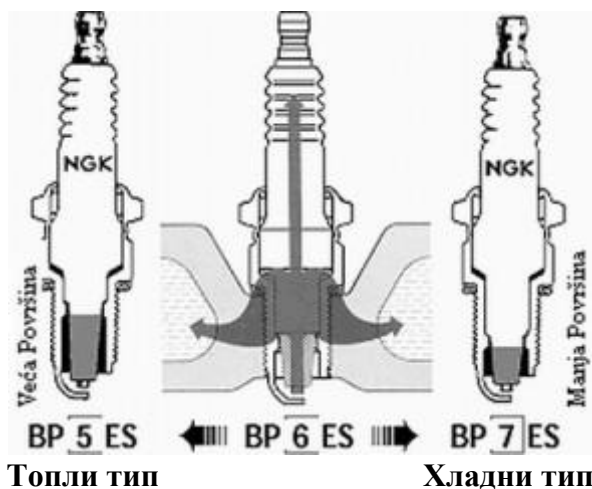
Количина топлоте која се ослобађа у комори за сагоревање зависи од степена компресије, развијене снаге и броја обртаја мотора. За разне моторе, чак и исти мотор у различитим режимима рада имамо променљиво топлотно оптерећење свећице. Час треба одвести већу, а час мању количину топлоте са делова свећице. Код нефорсираних и истрошених мотора свећице морају бити топлије.

Двотактни мотори постављају строжије захтеве према свећицама од четвортактних због двоструко више циклуса и присуства уља у бензину. Температура делова свећица не сме бити ван граница самочишћења $400-600^{\circ}\text{C}$. Свећица која би стално била у тој температурној области могла би се звати *идеалном*. Ако је температура виша постоји опасност од површинског паљења, ако је нижа на деловима свећице остају талози који кваре њене електричне, хемијске и механичке карактеристике.



Слика 6.4: Топлотни биланс свећице

Термичко оптерећење варира од ниских околних температура при стању мотора, преко температуре смеше током компресије до максималних температура од 2500°C .



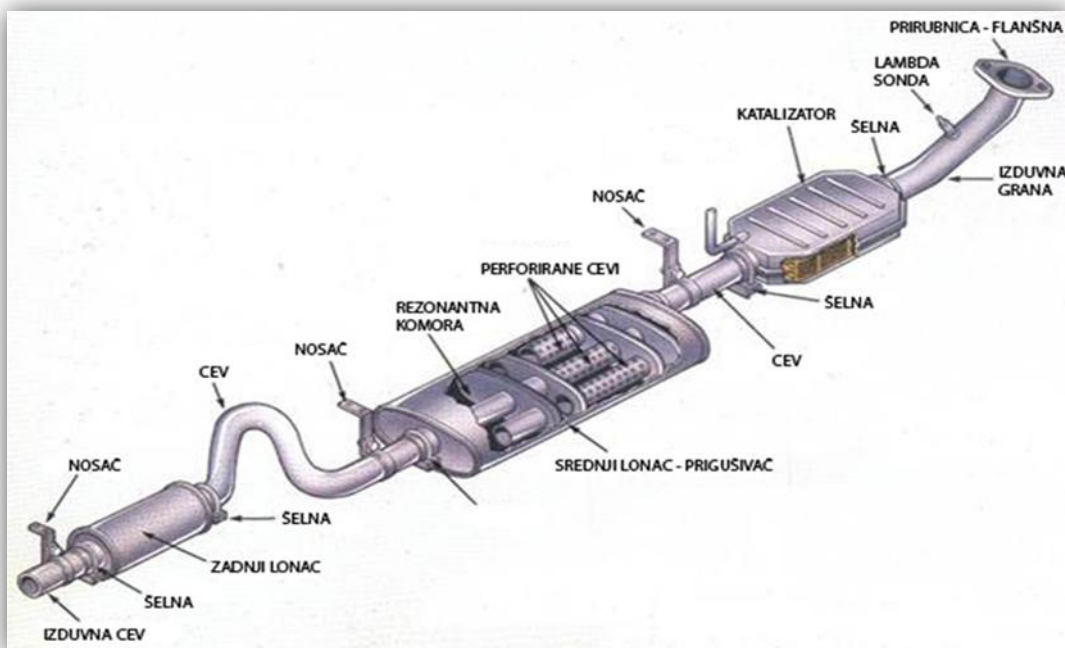
Слика 7.4: Типови свећица

Краткотрајни радни процеси дају брзе промене температура. Неравномерна термичка оптерећења делова свећице производе допунска механичка оптерећења. Услед различитих коефицијената ширења спрегнути делови су у стању механичке пренапегнутости. Зазор између свећица се прописује од стране произвођача возила, али је све чешћа заступљеност свећица са фиксираним, сталним зазором који се фабрички подеси и више се не мења.

5. Извођења инсталације за накнадну обраду издувних гасова

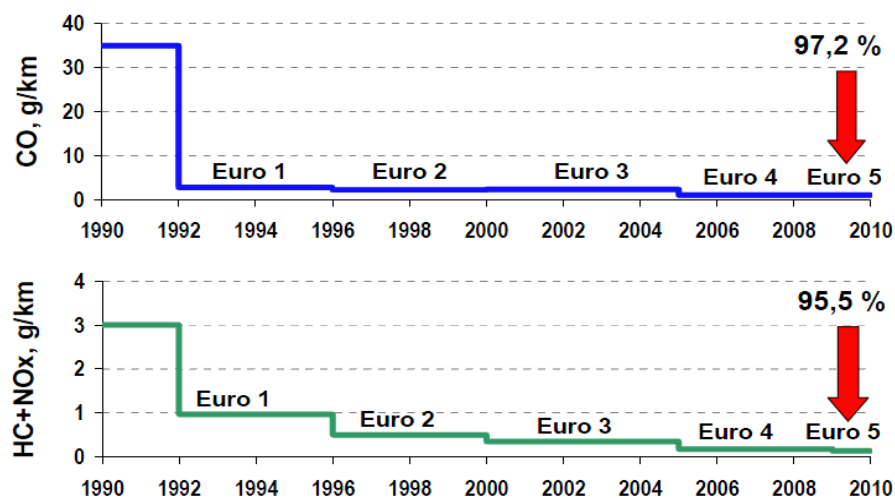
5.1. Увод

Емисија штетних материја у издувним гасовима моторних возила се могу контролисати најчешће на два основна начина: један је побољшање квалитета сагоревања смеше, други је додатно прочишћавање издувних гасова. Остали начини су на пример: обезбеђивање додатног простора за оксидацију који се назива каталитички конвертор (катализатор), сакупљање бензинских и дизелских испарења и њихово враћање у усисну грану, селективна редукција и др., али су то конструкциона решења која служе основним. Издувна грана, предњи, средњи и задњи лонац, издувна цев и катализатор делови су издувног система приказаног на слици 1.5.



Слика 1.5: Делови издувног система

Од увођења ЕУРО 2 емисионих стандарда средином 1990-их, регулисани катализатор је постао стандард за аутомобиле произведене у Европи. Сходно наведеном можемо закључити да концентрација штетних издувних гасова зависи од читавог низа конструкцијских детаља. Са једне стране морају се задовољити строги хомологацијски захтеви који дефинишу граничне вредности емисије издувних гасова, а са друге стране је захтев за што мањом потрошњом горива, што већом снагом и обртним моментом, одговарајућом трајношћу и гаранцијом.



Слика 2.5: Путничка возила са Ото мотором-смањивање допуштених штетних емисија

Катализатор је неизбежан део издувног система сваког новог возила у последњих десетак година. Разлог лежи у прописаним еколошким нормама о саставу издувних гасова које возила морају задовољити. Општа функција катализатора јесте убрзавање процеса, исто тако катализатор на возилу убрзава процесе растављања издувних гасова мотора. Издувни систем, осим стишавања буке, има задатак правилног и максималног одвода издувних гасова из мотора. Далеко најбројнија од свих возила у свету су путничка, а због мање потрошње горива најтраженији је Diesellov мотор. Границе њихових допуштених емисија за ниво Еуро 4 стандарда, који се у ЕУ примјењује од 2005. године, у поређењу са почетним стањем из 1990. године, показују како је угљен-моноксид смањен за **98 %**, угљоводици и азотни оксиди (HC+NOx) за **96 %**, а честице за **91 %**. Пројекције смањења Еуро 5 за Ото моторе приказане су на слици 2.5.

Бензински мотори деле се у две групе, обзиром на то да ли поседују ламбда сонду или не. Главна функција која сврстава возило у једну од група није дакле катализатор, већ ламбда сонда на издувној грани. Прва група мотора назива се **REG-KAT**, где на издувној грани постоје ламбда сонда и катализатор, док се друга група назива **BEZ-KAT** и ту спадају сви они који немају катализатор или га пак имају, али је нерегулиран. Испитивање издувних гасова REG-KAT мотора обавља се у две фазе. Прва фаза обавља се на радној температури мотора, при повећаној брзини обртаја, а друга на радној температури у празном ходу мотора. Код оваквих мотора важно је да се захтеване вредности гасова могу добити само уколико је претходно извршено загревање катализатора. При сагоревању у цилиндру савремених Ото мотора постављају се два циља: штетна емисија мора бити унутар допуштених граница и специфична потрошња горива треба бити што нижа.

Смањење емисије штетних материја може се извршити на следећи начин:

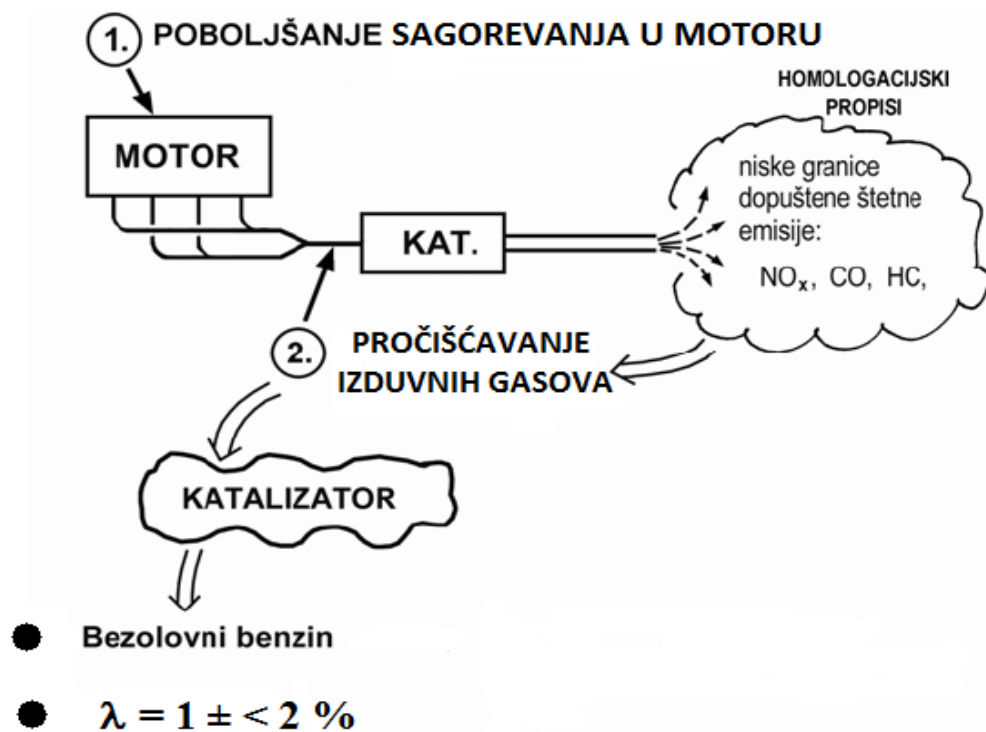
- оптимизацијом процеса сагоревања у цилиндру мотора побољшањима на самом мотору (облик простора сагоревања, струјање у цилиндру, распршивање горива итд.), смањивање такозване сирове емисије,
- прочишћавањем издувних гасова након што су изашли из мотора,
- побољшавањем квалитета и реформулацијом горива (смањењем садржаја сумпора и олова у бензину, применом еколошки погоднијих горива),
- смањивањем отпора вожње (смањивањем отпора ваздуха и масе возила).

5.2. Катализатор

Ото мотори новије генерације опремљени су катализатором (каталитичким конвертором), чија је главна улога еколошка заштита околине. Катализатор је смештен у првом издувном лонцу, што је могуће ближе мотору, како би се што пре загрејао. Тек тада он постаје потпуно ефикасан. Наиме, у катализатору се штетни (отровни) гасови из издува мотора претварају у еколошки прихватљиве гасове.

Завршни рад

Штетни гасови, као што је угљен - моноксид (CO), несагорели угљоводоници (HC) и оксиди азота (NO_x), пролазе кроз катализатор у коме долази до хемијских реакција и оксидације, при чему се токсични угљен - моноксид (CO) претвара у угљен - диоксид (CO₂), несагорели угљоводоник (HC), у водену пару (H₂O), а азотни оксиди (NO_x) у азот (N₂).



Слика 3.5: Мере за смањење штетне емисије Ото мотора

Највећа ефикасност катализатора одвија се при постизању напајања смешом ваздуха и бензина у стехиометријском односу 14,7:1, при чему је однос масени, а не запремински. Дакле, за правилно и потпуно сагоревање 1g горива, потребно је 14,7g ваздуха. Тада је фактор ламбда $\lambda=1$. То се постиже ламбда сендом. Мере за смањење штетне емисије Ото мотора везане за сам мотор и за пречишћавање издувних гасова приказане су на слици 3.5. Ниска емисија захтева катализатор, катализатор захтева безоловни бензин и строго стехиометријску смешу горива и ваздуха.

Завршни рад

Најважнији део катализатора је језгро. То је саћаста конструкција израђена од керамичког материјала пресвученог врло танким слојем каталитички активне материје (слика 4.5). Реч је о изразито скупим материјалима као што су платина и родијум, који убрзавају хемијску разградњу штетних састојака издувних гасова приликом проласка кроз катализатор, не учествујући притом у хемијској реакцији. Издувни гасови приликом проласка кроз саће имају температуру 300 - 350° C, те тако загревају катализатор у коме почиње хемијска реакција загађивача (HC, CO, NOx) у деконтаминирание спојеве (CO₂, H₂O, N₂, O₂).

Како би добро функционисао, катализатор мора бити загрејан на радну температуру која се креће од 400° C до 800° C. Због тога се катализатори постављају што ближе мотору не би ли се катализатор што пре загрејао на радну температуру. Проласком кроз катализатор, штетни отровни гасови претварају се у еколошки прихватљиве. Најважнији захтев за што исправнији рад и ефикасност катализатора је рад мотора са стехиометријским односом $\lambda = 1$.



Слика 4.5: Структура катализатора

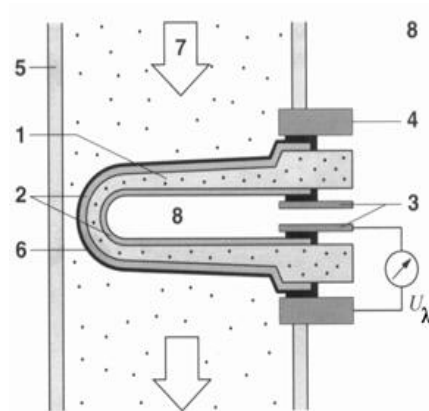
У ту сврху се између мотора и катализатора поставља ламбда сонда. Катализатор опремљен ламбда сондом регулисани је катализатор (РЕГ - КАТ), док су сви други катализатори нерегулисани и за еко - тест се сврставају у групу мотора без катализатора. Притом треба нагласити да се и најкраћом употребом бензина са садржајем олова непоправљиво уништава каталитички конвертор.

Његов се учинак смањује на тако низак ниво да његово постојање постаје практично бескорисно. Учинак катализатора је задовољавајући до 100.000 км или 5 година, након тога треба испитати његово стање и учинак. Осим олова, до брзог уништавања катализатора доводи и присуство несагорелог бензина у катализатору.

5.3. Ламбда сонда

Ламбда сонда неизоставни је елемент издувних система моторних возила покретаних Ото мотором. Ламбда сонда је сензор количине кисеоника у издувним гасовима и учествује као регулациони елемент при припреми гориве смеше. Наиме, како би катализатори деловали са максималном ефикасношћу, потребан је стехиометријски однос горива и ваздуха у смеси. Поједностављено речено, однос горива и ваздуха мора бити идеалан у смислу да након сагоревања у цилиндру не остане несагорелог горива или, обрнуто, да не буде вишка кисеоника односно ваздуха. Функција је ламбда сонде управо детектовање одступања ламбда фактора у издувним гасовима од идеалне вредности, те омогућавања рачунару да, у зависности од тога, регулише количину убризганог горива у усисне цеви. Дакле, у случају горивом засићене смеше, смањује се количина убризганог горива и обрнуто.

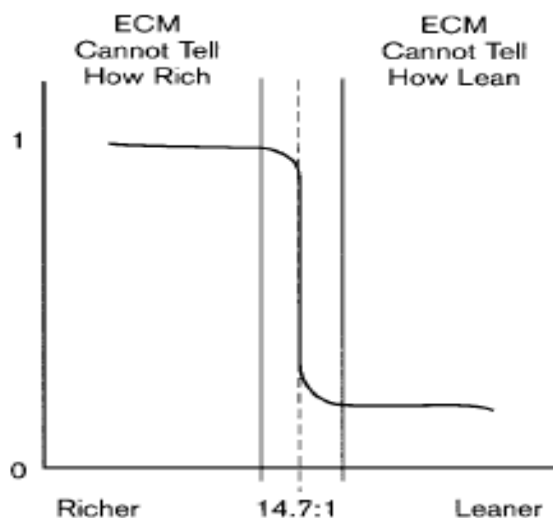
Ламбда сонда уграђена је у издувну цев (5), њена спољна страна изложена је издувним гасовима (7), а унутрашња околном ваздуху (8) који улази у шупљину сонде. Порозно тело од посебне керамике (1) (цирконијев оксид) постаје изнад 350°C водљиво за јоне кисеоника. На његовим спољним странама налазе се електроде (2), док је страна изложена врућим издувним гасовима заштићена порозним керамичким слојем (6). Уколико је садржај кисеоника у издувној цеви и у околном ваздуху различит, између електрода (2) спојених на контакте (3) и (4) почињу тећи јони кисеоника стварајући притом електрични напон (слика 5.5). На пример, код $\lambda = 0.95$, у издувним гасовима има око 0.2 до 0.3% vol кисеоника. Ламбда сонда има у уском подручју (λ - прозор) скачућу напонску карактеристику која се користи као регулациона величина (код $\lambda < 1$ напон износи 800 - 1000 mV, код $\lambda > 1$ напон опадне на приближно 100 mV).



Слика 5.5: Шематски пресек ламбда сонде

Завршни рад

На тај начин сонда сигнализира регулационом уређају је ли у издувним гасовима превише или премало кисеоника, те се сходно томе мења количина убризгаваног горива. На наредној слици 6.5, приказан је дијаграм учинка ламбда сонде при стехиометријском саставу смеше.



Слика 6.5: Дијаграм учинка ламбда сонде

Ламбда сонда има задатак да пошаље одређен напонски сигнал електронској управљачкој јединици која захваљујући њему препознаје тренутни састав смеше ваздуха и горива. Да би правилно функционисала мора се претходно загрејати, енергијом добијеном из струје врелих, сагорелих гасова, до одређене температуре потребне за њено правилно функционисање у комплетном радном опсегу мотора.

Током година разне су мере довеле до позитивних резултата попут исправности возила, њиховог дужег века трајања, ниже потрошње горива и смањења емисије штетних гасова (у складу са еколошким нормама о саставу издувних гасова које возила морају задовољавати). На основу мерења штетних емисија гасова (еко тест), може се успешно одредити исправност возила и утицати на побољшање стања. Катализатор, као једна од мера за остварење позитивних учинака, битан је фактор заштите околине с обзиром да саобраћај има велик удео у загађењу околине због великог броја возила у свету.

6. Систем OBD на возилу

6.1. Uvod

Обавеза да у току читавог животног циклуса возила задовољавају важеће еколошке границе довела је до развоја нових дијагностичких система. Они региструју неисправности свих уређаја одговорних за емисију из возила и омогућавају да се та неисправност запамти у ECU (Електронској управљачкој јединици). И то на такав начин да се може прочитати и адекватно интерпретирати: као експрес дијагностика код возача, као обавезна ставка у бази података, прво у сервису а онда у развоју код произвођача за праћење поузданости.

Крајем 80-тих година прошлог века произвођачи возила започели су са уградњом посебне сијалице у возило, са два основна задатка:

- да обавести возача о појави грешке у возилу,
- да омогући сервисерима да након читавања грешке лакше утврде основни узрок кvara на возилу.

Тако су настали On Board Diagnostic (OBD) системи који су данас присутни у свим савременим аутомобилима. Основни циљ наведеног дијагностичког система био је да се смањи емисија издувних гасова и поједностави оправка возила. Аутомобилска индустрија назвала је тај систем **On Board Diagnostic-OBD**, а Калифорнијска агенција за контролу загађења ваздуха – CARB (The California Air Resources Board) израдила је прву законску регулативу која се односила на произвођаче возила и обавезу уградње OBD-a. OBD дијагностика на возилу је термин који подразумева способност самодијагностике возила и комуницирање возила са спољашњим светом. Модерни OBD стандард омогућава власнику или сервисеру увид у “здравствено” стање возила и омогућено је тренутно праћење параметара у возилу.

Завршни рад

Прва генерација (OBD I) почела се примењивати на сва возила у Калифорнији од моделске 1988. године, а обухватала је следеће:

- уградњу индикаторске сијалице на панелу командне табле у циљу обавештавања возача о насталој грешки у систему управљања радом мотора. Сијалица је добила назив MIL сијалица (Malfunction indicator lamp), често обележена као „CHECK ENGINE“ сијалица.
- систем мора имати могућност снимања и очитавња кода грешке (DTC=Diagnostic Trouble Code) за све компоненте повезане са емисијом издувних гасова возила.
- електронски систем мора надzirати рад ламбда сонде, EGR-вентила и EVAP-вентила.

Када говоримо о OBD-у, можемо да говоримо о OBD-I и OBD-II. Велики недостатак OBD-I је у стандардизацији, тј. сваки произвођач је имао свој прикључак, своје протоколе и код грешке. OBD-II (On-Board Diagnostics II Generation) односно друга генерација дијагностике на возилима дефинише врсту дијагностичког прикључака, протоколе и кодове грешака. Као резултат ове стандардизације један дијагностички уређај може приступити рачунару било ког возила.

Иако је систем OBD и регулисао надзор над каталитичким конвертором (катализатором), системом за регулацију испарења из резервоара и изостанку паљења мотора, није значајније утицао на смањење емисије издувних гасова возила.

Увођењем друге генерације стандарда OBD II од стране CARB и EPA (Environmental Protection Agency), возила су морала бити произведена са опремом која омогућује следеће:

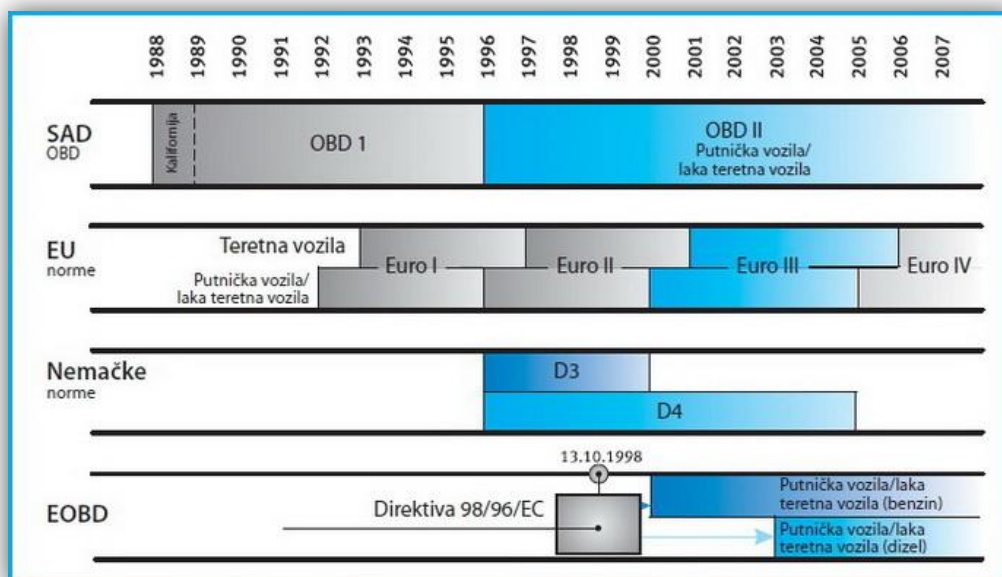
- препознавање компоненте која смањује или потпуно онемогућава ефикасан рад система возила који регулише емисију издувних гасова,
- обавештава возача о потреби сервисирања/оправке возила,
- увођење стандардизованих кодова грешака и употребу читача кодова грешака (Generic Scan Tool).

6.2. EOBD

Европска унија је 13. октобра 1988. године усвојила ЕУ Директиву 98/69/ЕС, којом се у све земље чланице Уније уводи EOBD, а у Немачкој је проглашена за национални закон. Увођење EOBD-а није директно везано за стандарде о издувним гасовима у ЕУ (ЕУ II, ЕУ III, ЕУ IV), због чега се одређени датум увођења стандарда и прелазни период морају проматрати независно од различитих стандарда о издувним гасовима. Од 01.01.2000. године аутоиндустрија је у обавези да примени само један тип теста за нова возила погоњена бензинским мотором која су опремљена EOBD-ом.

Законске регулативе које дефинишу емисију издувних гасова за путничка и лака теретна возила (до 2,5 тоне) уведене су:

- ЕУ I – од 01.06.1992. године,
- ЕУ II – од 01.01.1996. године,
- ЕУ III – од 01.01.2000. године и
- ЕУ IV – од 01.01.2005. године.

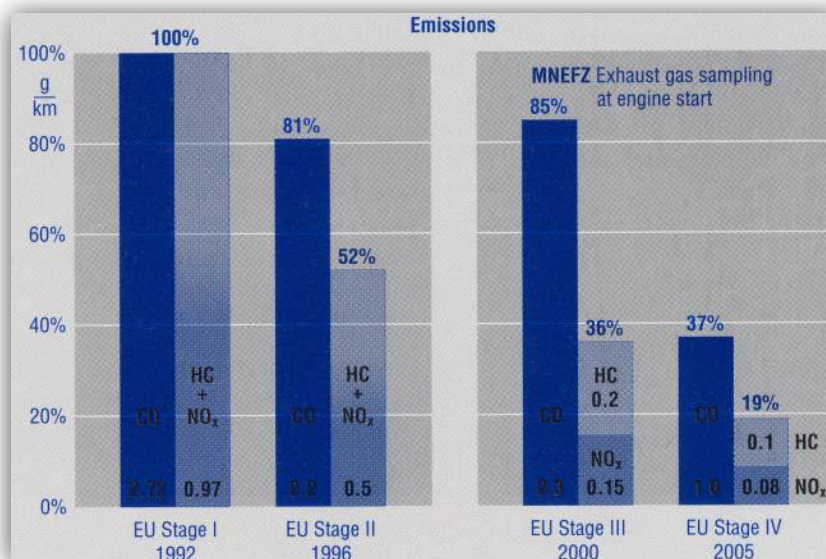


Слика 1.6: Хронолошки преглед стандарда и законских прописа.

Завршни рад

Наведени стандарди (слика 1.6) дефинишу горње границе за следеће компоненте издувних гасова:

- угљен-моноксид – CO,
- угљен-диоксид – CO₂,
- азотне-оксиде – NO_x и
- честице чађи (односе се за дизел моторе).



Слика 2.6: Дозвољене границе појединих компонената емисије издувних гасова за бензинске моторе

Основни циљ EOBD-a је;

- стални надзор свих компоненти у возилу које су везане за ниво емисије издувних гасова,
- заштита угрожених компоненти (катализатора, ламбда сонде),
- оптичко упозорење (MIL-лампица) код сметњи у функционисању компонентни релевантних за издувне гасове,
- меморисање грешака са условима рада при којима је грешка меморисана,
- могућност дијагностике.

Најважније разлике између европског EOBD-а и америчког OBD II су:

- OBD II за разлику од EOBD-а захтева функцију провере заптивености система за снабдевање горивом,
- EOBD препознаје изостанак паљења до 4500 о/мин, док OBD II врши надзор до максималног броја обртаја,
- EOBD активира MIL сијалицу након 2-10 циклуса, док је OBD II активира након деутог циклуса,
- EOBD, за разлику од OBD II, врши регистрацију пређеног пута са активираним MIL сијалицом.

6.3. Прва генерација дијагностике у возилу

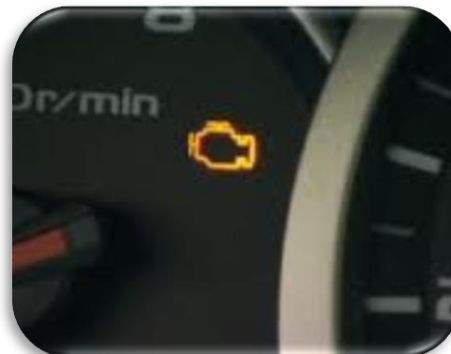
6.3.1. Паљење сигналне лампице – MIL

Када се јави квар на возилу у току рада мотора или неког другог уређаја, рачунар тог возила детектује грешку а возач се обавештава путем MIL лампице док истовремено рачунар меморише грешку. Та грешка се може очитати коришћењем одговарајућег дијагностичког уређаја. Након очитавања квара/грешке следи отклањање истог на возилу.

MIL (Malfunction Indicator Lamp) индикатор квара мотора, на командној табли позната још као "Check Engine" лампица. Систем власнику возила пружа функцију правовремене индикације квара на командној табли лампицом "Check Engine" познатијом као MIL лампица. Када стартујете мотор, "Check Engine" то јесте MIL лампица треба да се укључи на кратко, индицирајући да је OBD систем спреман да изврши дијагностику могућих неисправности. MIL лампица остаје искључена све време вожње, све док се не детектује неки квар/грешка. Када се појави грешка или квар активира се се MIL лампица. Тиме OBD-II систем даје информацију возачу, тј. указује на проблеме док су још увек мали и док нису прерасли у скупе кварове.

EUJ у возилу има могућност да запамти тренутне вредности стања сензора и актуатора (температура мотора, број обртаја мотора, положај лептира, притисак горива, притисак у уисној грани, брзина возила итд.) у тренутку паљења MIL сијалице. На тај начин се омогућава увид у стање које је изазвало паљење сијалице помоћу специјалне дијагностичке опреме. Ти подаци се називају "фиксирани подаци" (*engl. "Freeze frame"*).

Уколико се квар који је изазвао паљење сигналне лампице не појави поново у току три коришћења возила, долази до гашења MIL лампице. После 40 циклуса загревања (промена температуре мотора од хладне – испод 49° C, до радне – изнад 71° C температуре) без појаве квара, следи брисање кода квара и "Freeze frame"-а из меморије компјутера возила.

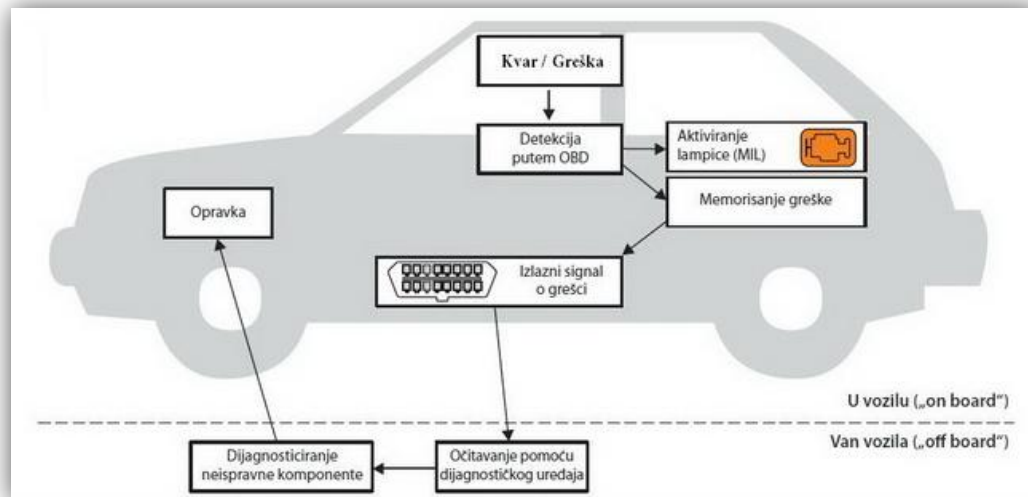


Слика 3.6: Изглед симбола MIL лампице

Изглед симбола за MIL лампицу дефинише се стандардима. Сигнална лампица не сме бити црвене боје (уобичајено је жуте боје ћилибара) и рад ове сијалице се не сме комбиновати за приказивање било које друге грешке на возилу, слика 3.6. Сијалица мора увек засветлети приликом давања контакта на возилу и покретања мотора (како би се проверило да ли иста ради или је у квару и, уколико нема регистрованих кварова, гаси се непосредно након покретања мотора).

6.3.2. Дијагностички код квара

Под DTC (Diagnostic Trouble Code) кодовима грешака се подразумевају грешке које су сачуване у меморији грешака. Приликом читавања меморије грешака, ти кодови се приказују на екрану дијагностичког уређаја. На основу кода грешке се може одредити која компонента је у вези са неком неисправности и која је врста грешке.



Слика 4.6: Концепција OBD система у возилу

Након повезивања дијагностичког уређаја са возилом и рачунаром, путем дијагностичког програма можемо да ишчитамо код грешке а самим тим и да утврдимо да ли постоји квар/грешка на возилу. Кодови грешака имају пет цифара. Постоје две врсте кодова грешака:

- стандардизовани кодови грешака у складу са SAE J 2012/ISO 9141-2 препознају се по цифри „0“ на другој позицији,
- кодови грешака појединих произвођача, означени су цифром „1“ на другој позицији.

6.4. Друга генерација дијагностике у возилу

Иако је OBD обезбеђивао битне информације о већем броју система и компоненти критичних за емисију, постојало је неколико информација које нису уграђене у OBD систем услед техничких ограничења која су постојала у време када је систем уведен у производњу.

Основне компоненте система управљања над којима је вршен надзор су:

- ламбда сонде (испред и иза катализатора),
- катализатор,
- систем за снабдевање горивом,
- систем за препознавање изостанка паљења,
- систем за проветравање резервоара горива (ако је уграђен),
- систем за рецикулацију издувних гасова (ако је уграђен),
- сви давачи и извршни елементи ECU мотора,
- остали системи возила, као на пример, систем за управљање мењачем/аутоматкси мењач.

OBD II је друга генерација самодијагностичког система на возилу илити система за дијагностику квара на возилу помоћу рачунара. Свака компонента се проверава посебно дефинисаним поступком како би се утврдила њена исправност.

Уколико се појави неисправност у раду, OBD II систем ће покренути рад контролне лампице на инструмент табли возача и упозорити га да постоји проблем на возилу. Систем ће у својој меморији сачувати све информације о неисправностима како би сервер могао ефикасно да отклони настале проблеме.

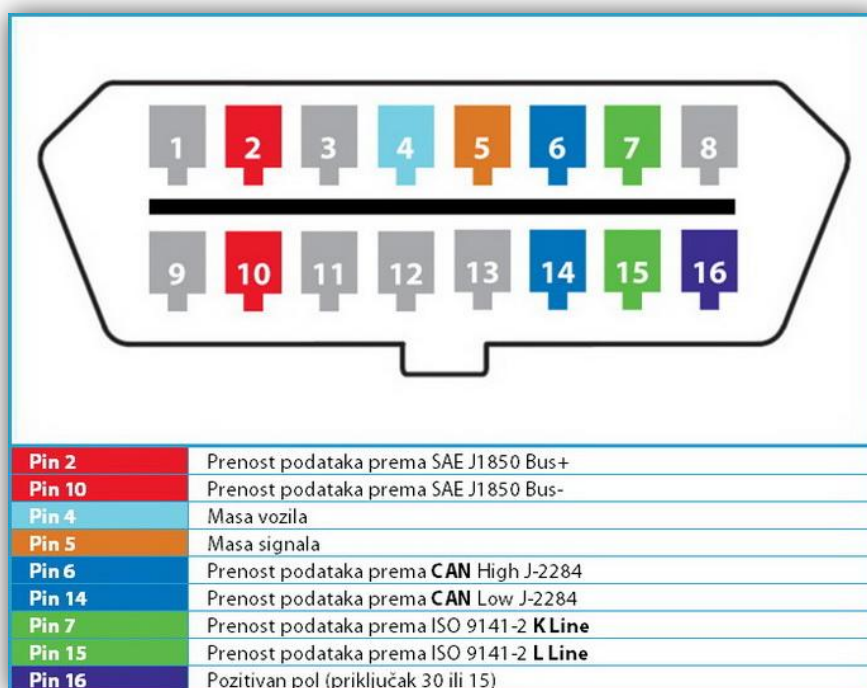
6.4.1. Конектор за пренос података

DLC (Data Link Connector) дијагностички прикључак или OBD прикључак, слика 5.6, је уређај који се налази у возилу, а чија је главна намена повезивање возила са дијагностичким уређајем.

Ако возило има DLC прикључак то је сигуран знак да поседује OBD-II дијагностику, па према томе, јако је важно његово лоцирање.

Завршни рад

За разлику од OBD-I прикључака, који се понекад налази испод хаубе возила, OBD-II дијагностички прикључак је постављен унутар возила на месту које је приступачно, али и заштићено од случајног оштећења. Најчешће се налази близу возачевог седишта или волана, а обично иза пиксле, испод постоља за мењач, кутије осигурача и слично. Програм за аутосервисере *Autodata* има велику базу возила и може пуно да помогне у лоцирању OBD-II прикључка у возилу.



Слика 5.6: OBD дијагностички конектор.

Једном када се успостави стање неисправности (детектује се два пута у току возног циклуса) сигнална лампица ће се упалити и остати упаљена и у случају када то стање није континуално – стално. Тада се у меморију EUJ уписује и код квара. Сијалица ће остати упаљена и након следећег стартовања мотора чак и ако стање неисправности више није присутно. OBD II систем може да угаси сијалицу само ако се неисправност не појави током три следећа возна циклуса. Различити произвођачи користе различите пинове овог конектора. Постоји 5 комбинација предвиђених стандардима и сваки од њих користи специфични протокол.

7. Закључак

Опрема и ото и дизел мотора је претрпела највише измена, од почетних једноставних механичких до савремених електронских система са неуронским мрежама. Како је аутомобилска индустрија била свесна негативних ефеката друмског саобраћаја на животну средину она је током више деценија интензивно радила на новим технолошким решењима у циљу смањења негативног утицаја возила на животну средину.

Од еколошке, економске и политичке важности је да саобраћај буде организован на најбољи могући начин, тако да задовољава потребе људи и роба, уз што је могуће мање нежељених пропратних појава, тј. мора се минимализовати негативан утицај на животну средину. Активности на заштити животне средине посматране из угла емисије штетних састојака издувних гасова огледају се у пооштравању законске регулативе која регулише нормативе издувне емисије, као и у интензивном развоју мотора уз обавезно сталну редукцију издувне емисије и потрошње горива.

Све строжији законски прописи могу су се задовољити само:

- *конструкционим мерама,*
- *новим каталитичким технологијама и*
- *реформулацијом горива и мазива.*

Одређена побољшања постигнута су на извору буке-возилу (нова технологија), али универзални начин за решење проблема не постоји. Свака саобраћајна политика која иде за ограничавањем броја путничких возила иде у прилог смањењу буке.

Паралелно са интервенцијама на систему за припрему смеше вршено је усавршавање и оптимирање система за паљење у смислу појачања енергије варнице због сигурног упаљења и сиромашне смеше, јер неколико изостајања упаљења смеше у цилиндру може уништити катализатор, као и оптималне промене угла претпаљења у читавом опсегу рада мотора.

Како је напредовало развијање технике и технологије, дошло је до идеје да се направи систем за убризгавање на моторним возилима који би требао да поправи динамичке карактеристике моторног возила и да смањи потрошњу горива.

Електроника код возила, посебно са ото моторима заузела је стабилну позицију и без ње се више не може замислити модерно возило. Оно што се не може порећи јесте велики напредак у поузданости електронских система. Електроника поседује већу моћ вођења мотора и његових система, па тиме компензује истраживачки производне инвестиције.

Обавеза да у току читавог животног циклуса возила задовољавају важеће еколошке границе довела је до развоја нових дијагностичких система. Они региструју неисправности свих уређаја одговорних за емисију из возила и омогућавају да се та неисправност запамти у ЕУЈ (Електронској управљачкој јединици). И то на такав начин да се може прочитати и адекватно интерпретирати: као експрес дијагностика код возача, као обавезна ставка у бази података, прво у сервису а онда у развоју код произвођача за праћење поузданости. Дијагностички системи у возилу прерастају у флексибилне сервисне системе који олакшавају експлоатацију, откривање грешака, смањују број и време интервенција, потрошњу резервних делова а пружају дужи век и поузданост возила.

Обавеза инжењера је да возилима и сваком масовном индустријском производу уграде дух птице Феникс: још на конструкцијској табли нови производи морају садржавати решења за читав животно циклус и генетске одреднице за преношење у наредну генерацију. Циљ је да све машине и сва постријења сировински круже (годишње се производи око 70 милиона, а отпише око 20 милиона возила). Природа налаже да сваки индустријски производ буде враћен произвођачу као извор сировина!

8. Литература

- [1] Пешић Р., Петковић С. И Веиновић С.: Моторна возила - Опрема, Машински факултет у Крагујевцу и Бања Луци, 2008.
- [2] Томић М.: Опрема мотора, Машински факултет у Београду, Београд, 2005.
- [3] Филиповић И.: Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006.
- [4] Стефановић А.: Моторна возила – Конструкција, Ниш, 2010.
- [5] Матијевић В.: Лабораторијска вежба бр.4, OBD комуникациона мерења, ВЕТШ, Београд, 2010, Преузето са:
https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.viser.edu.rs%2Fdownload.php%3Fid%3D11079&ei=zD9uUuW4BsnMswbnpIDYBw&usg=AFQjCNGyrWY5Cq_nfczKFdQY0WHQ7dKVuA&sig2=SP42Tn5kEYJWho63IRD8vg&bvm=bv.55123115,d.Yms
- [6] Калауз З., Божић М., Лакић С.: Контрола састава издувних гасова моторних возила на техничком прегледу, Београд, 2011, Преузето са:
<http://www.atpv.rs/files/kontrola%20izduvnih%20gasova%20na%20TP%20radna%20verzija.pdf>