

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1127357

**Emisná kontrola cestných vozidiel
so zážihovým motorom**

2010

Martin Jamrich

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

Emisná kontrola cestných vozidiel
so zážihovým motorom

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program:

Doprava a manipulácia

Pracovisko (katedra/ústav):

Katedra dopravy a manipulácie

Vedúci diplomovej práce:

Juraj Jablonický, Ing., PhD.

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Martin Jamrich týmto prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému
„Emisná kontrola cestných vozidiel so zážihovým motorom“ vypracoval samostatne
s použitím literatúry a s pomocou vedúceho diplomovej práce.
Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 26 apríla 2010

Martin Jamrich

Pod'akovanie

Touto cestou by som chcel poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jurajovi Jablonickému, PhD., za odborné rady a pripomienky pri vypracovaní bakalárskej práce.

Abstrakt

Témou mojej bakalárskej práce je uskutočniť meranie emisného stavu zážihového motora s použitím alternatívneho paliva ako nositeľa energie. Na základe navrhutej metódy vykonať komparačne merania na zážihových motoroch.

Práca je rozdelená do troch častí. V prvej časti som spracoval teóriu zaoberajúcu sa problematikou merania emisii. V druhej časti vysvetľujem základné pojmy a princípy merania emisií cestných vozidiel. V tretej časti uskutočňujem meranie a porovnávanie na jednotlivých zážihových typoch motorov.

Kľúčové slová: emisie, zážihový motor, LPG, oxid uhoľnatý, alternatívne palivá

Abstract

The topic of my bachelor work is done measuring the emission state gasoline engine using an alternative fuel as the carrier of energy. Based on the proposed methods make comparison measurements of spark ignition engines.

The work is divided into three parts. In the first part, I elaborated a theory dealing with the measurement issue. The second part explains the basic concepts and principles for measuring emissions of road vehicles. In the third part carried out by measuring and comparing the different types of gasoline engines.

Key words: emissions, petrol engine, LPG, carbon monooxide, alternative fuels,

Obsah

1	Prehľad súčasného stavu riešenej problematiky.....	11
1.1.1	Palivo a spaľovanie	11
1.1.2	Stechiometrický zmiešavací pomer, spotreba paliva a výkon	13
1.1.3	Príprava zmesi.....	15
1.1.4	Zapaľovanie	17
1.2	Emisie výfukových plynov.....	19
1.2.1	CO - oxid uhoľnatý	19
1.2.2	HC - uhľovodíky	19
1.2.3	NOx - oxidy dusíku.....	20
1.2.4	CO ₂ - oxid uhličitý	20
1.2.5	O ₂ - kyslík	21
1.3	Meranie škodlivých plynných emisií.....	21
2	Cieľ práce.....	24
3	Metodika práce.....	25
4	Výsledky práce a diskusia	26
4.1	Požiadavky na kvalitu LPG	27
4.2	Základné rozdelenie LPG systémov	27
5	Záver.....	42
6	Použitá literatúra	43

Zoznam skratiek a značiek

CO	oxid uhoľnatý,
CO₂	oxid uhličitý,
CO_{cor}	korigovaný oxid uhoľnatý,
HC	nespálené uhl'ovodíky,
O₂	kyslík,
B	benzín,
LPG	Liquefied Petroleum Gas - skvapalnený ropný plyn (Propán – Bután),
CNG	Compressed Natural Gas - stlačený zemný plyn,
BEZKAT	nezdokonalený emisný systém bez katalyzátora,
NKAT	nezdokonalený emisný systém s katalyzátorom,
RKAT	zdokonalený emisný systém s katalyzátorom,
OBD	On-Board Diagnostics - systém palubnej diagnostiky,

Slovník termínov

Voľnobežné otáčky - otáčky nezaťaženeho motora, kondicionovaného na prevádzkovú teplotu, pri uvoľnenom pedáli akcelerácie, bez zapnutých prídavných (vypínateľných) spotrebičov a agregátov zaťažujúcich motor alebo palubnú elektrickú sieť odberom výkonu, keď v činnosti nie sú, okrem systému voľnobehu, žiadne iné prídavné zariadenia na obohatenie zmesi, alebo zariadenia pre štart. Prevodovka je v stave neutrál, spojka je zopnutá.

Zvýšené otáčky – otáčky nezaťaženeho motora s mierne stlačeným pedálom akcelera-tora pri stabilizovaných otáčkach zodpovedajúcich výrobcom určenej hodnote, ak ju výrobca neurčil, hodnote ustanovenej touto metodikou.

Emisia - koncentrácia plynných, pevných a kvapalných zložiek výfukových plynov,

Emisným systémom - časti motora a jeho príslušenstva, ktoré sú relevantné pre tvorbu emisií motora,

OBD - On-Board Diagnostics - systém palubnej diagnostiky, na diagnostiku stavu emisne relevantných komponentov motora a jeho príslušenstva, podľa smernice 70/220/EHS v znení smernice 98/69/ES (ISO 9141-2 a SAE J 1850).

Lambdou OBD – λ OBD - súčiniteľ prebytku vzduchu vypočítaný zo signálu lambda sondy riadiacou jednotkou motora, ktorý je získaný prostredníctvom komunikač-ného zariadenia,

Úvod

Medzi závažné problémy súčasného života bezpochyby patri postupujúca devastácia životného prostredia, pričom jedným z činiteľov je aj znečisťovanie ovzdušia. V súčasnosti nejde len o znečisťovanie okolia pri pozemných komunikáciách, ale ide o globálne poškodzovanie životného prostredia. Výrazné poškodzovanie životného prostredia vyžaduje zásahy, ktoré by jeho ďalšie znečisťovania do značnej miery redukovali. Okrem znečisťovania životného prostredia z priemyselnej výroby predstavuje dnes podstatnú záťaž sektor dopravy s emisiami výfukových plynov motorových vozidiel. Doprava a s ňou spojený vysoký stupeň motorizácie sa podieľa na znečistení ovzdušia v rozsahu 13 až 20%

Vo vyspelých krajinách boli zahájene dva smery vedúce k znižovaniu zaťaženia životného prostredia, ktoré spôsobuje neustále sa zvyšujúca hustota dopravy.

Prvým smerom je, že boli stanovené nižšie predpísané hodnoty škodlivých zložiek vo výfukových plynach, z čoho vyplýva, že táto skutočnosť musí byť zohľadňovaná už pri vývoji nových spaľovacích motorov.

Druhým smerom bolo vydanie ustanovenia, ktoré zabezpečuje periodickú kontrolu technického stavu vozidiel, ktoré sú v prevádzke. Pri vykonávaných kontrolách je potom možno zistiť jednak spôsobilosť vozidla na premávku po verejných komunikáciách z pohľadu jeho technického stavu ale aj z hľadiska ekologického. Ekologické hľadisko súvisí z množstvom emisií vo výfukových plynach a samozrejme dodržiavaním ich medzných hodnôt.

Ďalším závažným problémom, ktorý bezprostredne súvisí s odvetným dopravy je aj spotreba energií. Doprava ako celok nemalým podielom prispieva k spotrebe kvapalných pohonných hmôt získavaných z ropy. Práve pre tento dôvod, sa neustále hľadajú cesty ako obmedzovať a postupne nahradiť klasické pohonné hmoty na báze uhlíkovodíkových palív inými alternatívnymi a pre životné prostredie menej zaťažujúcimi zdrojmi energie.

V poslednej dobe sa najviac využívajú skvapalnené uhlíkovodíkové plyny (LPG) napr. propán - bután, alebo stlačený zemný plyn (CNG), prípadne skvapalnený zemný plyn (LNG). Montáž zariadení a prevádzka vozidiel umožňujúca pohon alternatívnymi palivami by nemala byť len otázkou módnosti, či ekonomiky, ale hlavne ekológie.

V hlavnej miere by mal byť dôraz kladený na znižovanie obsahu škodlivých látok v ovzduší, najmä produkcia oxidu uhličitého, ktorý vo svetovom ponímaní vytvára tzv. skleníkový efekt. Vzhľadom na skutočnosť, že vyššie spomenuté palivá sú vyrobené z vyčerpatelných zdrojov energie, výskum a vývoj je orientovaný na výrobu a aplikáciu takých palív, ktoré budú schopné plnohodnotne nahradiť doposiaľ používané uhľovodíkové paliva.

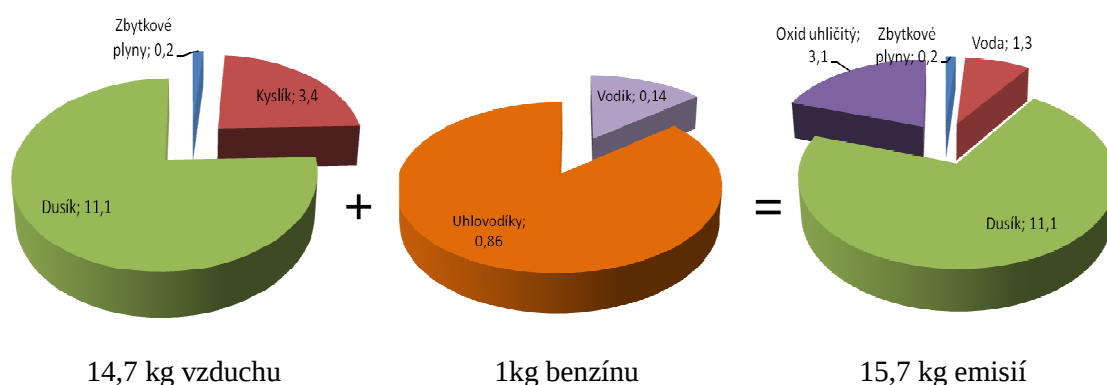
1 Prehľad súčasného stavu riešenej problematiky

1.1 Spaľovanie v zážihovom motore

1.1.1 Palivo a spaľovanie

Palivo pre zážihové spaľovacie motory sa skladá zo zlúčenín uhlíkovodíkov, ktoré obsahujú prísady organických komponentov a aditív, zlepšujúcich vlastnosti paliva. Počas spaľovania dochádza k rozdeleniu uhlíkovodíkov na uhlík a vodík a k ich následnému zlúčeniu s kyslíkom z nasávaného vzduchu. Pri bežných podmienkach obsahuje vzduch 21 % kyslíku, (BOSCH, 1997).

Ak budeme uvažovať s ideálnym spaľovaním, dôjde k zmiešaniu potrebného množstva paliva so vzduchom a to tak, aby došlo k jeho oxidácii s kyslíkom, ktorý je obsiahnutý v nasávanom vzduchu. Pri ideálnom, úplnom spaľovaní by nevznikli žiadne škodlivé látky, ale len oxid uhličitý a vodní páry, tak ako je to znázornené na obr. 1.1.



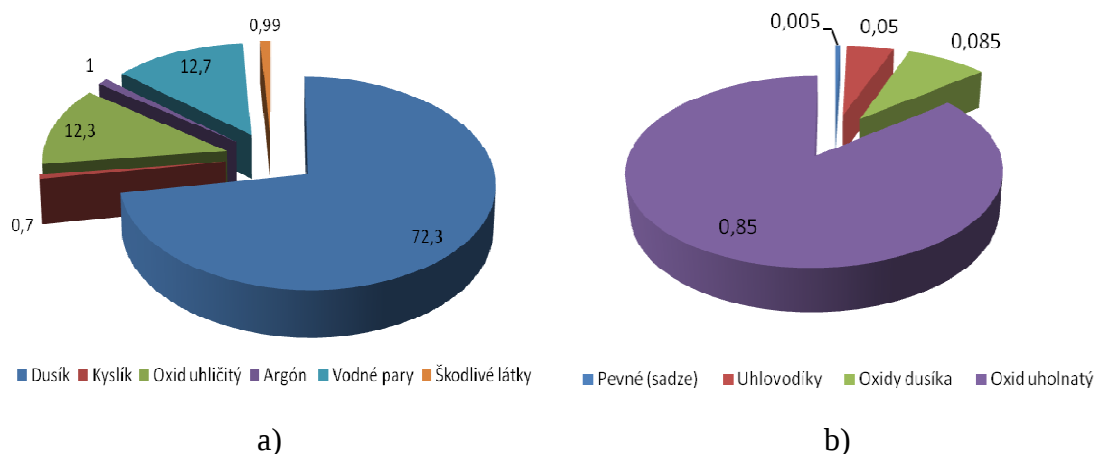
Obr. 1.1

Zlúčeniny vznikajúce pri spaľovaní

V reálnom procese spaľovania však okrem neškodných látok ako sú dusík (N_2), vodné pary (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2), vznikajú produkty nedokonalého spaľovania teda, oxid uhoľnatý (CO), čiastočne nespálené uhlíkovodíky (HC), oxidy dusíku (NO_x), oxid siričitý (SO_2) a sadze. Škodlivé látky tvoria vo výfukových plynach objemovo približne 1%, tak ako je to znázornené na obr.1. 2, (BOSCH, 1997).

Vznik škodlivých látok súvisí výrazne s procesom spaľovania a použitým palivom. Teplota zmesi vzniká pri kompresii nesmie byť tak vysoká, aby došlo k samozapáleniu zmesi. Náklonnosť paliva k samozapáleniu charakterizuje októmové číslo.

Čím vyššie je októmové číslo paliva, tým vyššia je zároveň jeho odolnosť proti klepaniu. Základné charakteristické veličiny a prvky procesu spaľovania zážihového motoru sú uvedené v tab. 1 (BOSCH, 1997).



Obr. 1.2

Výfukové plyny a škodlivé látky u zážihových motorov (objemový pomer)

a) výfukové plyny, b) škodlivé látky

Tab. 1.1

Základné charakteristické veličiny a prvky procesu spaľovania

Príprava zmesi	vonkajšia
Zapaľovanie	cudzie
Spaľovanie	pri konštantnom objeme
Kompresný pomer	7 až 12 : 1
Kompresný tlak	cca 18 bar
Najväčší tlak pri horení	cca 60 bar
Najväčšia teplota pri horení	cca 2 000 °C
Teplota pri kompresii	cca 400 °C
Teplota výfukových plynov	cca 1 000 °C
Odvedená užitočná práca	cca do 25%
Spotreba paliva	300 až 380 g/kW.h
Bod zapálenia paliva	min – 21°C
Teplota samovznietenia	cca 500 °C
Bežné otáčky	4 500 až 6 500 °C

Zdroj: **BOSCH, 1997**

1.1.2 Stechiometrický zmiešavací pomer, spotreba paliva a výkon

U zážihových motorov sa používajú palivá kvapalné (benzín, benzol, metanol) alebo plyné (zemný plyn, propán - bután, bioplyn). Tieto motory pracujú s vonkajším alebo vnútorným tvorením homogénnej zmesi a jej zapálením z cudzieho zdroja.

Homogénna zmes paliva a vzduchu sa v motore pri kompresnom zdvihu zahrieva na teplotu 400 až 500 °C, ktorá je nižšia než teplota samovznietenia. Preto zmes paliva a vzduchu musí byť zapálená iskrou z cudzieho zdroja, (VLK,F.,2003).

Vonkajšia tvorba zmesi: tvorba zmesi paliva a vzduchu sa uskutočňuje v sacom potrubí, tzn. mimo valca (u vozidiel s karburátorom alebo nepriame vstrekovanie benzínu).

Vnútorná tvorba zmesi: tvorba zmesi a vzduchu sa uskutočňuje priamo vo valci (motor s priamym vstrekaním benzínu).

Zážihový motor potrebuje k svojej prevádzke určitý pomer vzduchu a paliva. Ideálne teoretické úplné spaľovanie nastáva pri pomere 14,7 kg vzduchu na 1 kg paliva. Tento pomer je tiež označovaný ako stochiometrický pomer. Určité prevádzkové stavy motora vyžadujú korekciu zloženia zmesi. Merná spotreba paliva zážihového motora je značne závislá na zmiešavačom pomere vzduchu a paliva. Pre reálne úplné spaľovanie a tým tiež pre čo najmenšiu spotrebu je potrebný prebytok vzduchu, ktorého hranica je určená hlavne zápalnosťou zmesi a dobou horenia, (VLK,F.,2003)..

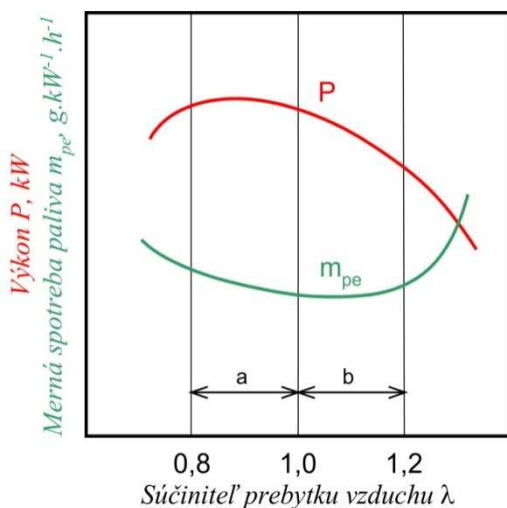
K rozpoznaní toho, do akej miery sa odlišuje skutočný pomer vzduchu a paliva od teoreticky nutného (14,7 : 1) bol zavedený súčiniteľ prebytku vzduchu, prípadne vzdušný súčiniteľ (λ):

$$\lambda = \frac{\text{množstvo vzduchu v kg}}{\text{teoretická spotreba vzduchu v kg}}$$

Súčiniteľ prebytku vzduchu vyjadruje pomer skutočne privedenej hmotnosti vzduchu k hmotnosti vzduchu potrebnej pre stochiometrické spaľovanie. Najväčšieho výkonu sa dosahuje pri $\lambda = 0,85$ až $0,95$, (VLK,F.,2003).

$\lambda > 1$ - prebytok vzduchu, alebo chudobná zmes, nastáva od $\lambda = 1,05$ až $1,3$. Pri tejto hodnote súčiniteľa prebytku vzduchu je možné pozorovať znižujúcu sa spotrebu paliva a znížený výkon.

$\lambda > 1,3$ - zmes už nie je schopná zapálenia. Dochádza k vynechávaniu spaľovania. Chod motora je značne nekludný.

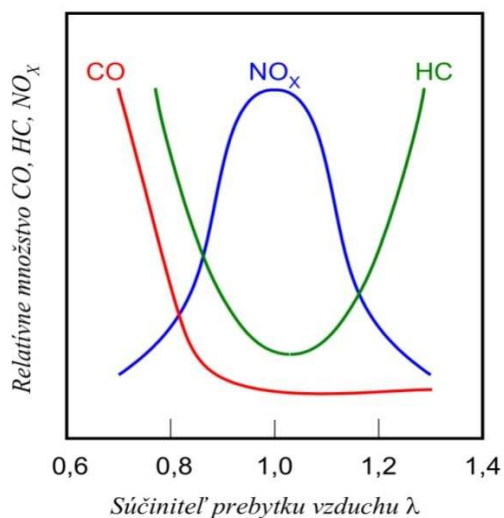


Obr. 1.3

Vplyv súčiniteľa prebytku vzduchu λ
na výkon P a mernú spotrebu paliva m_{pe}

a - bohatá zmes (nedostatok vzduchu);

b - chudobná zmes (prebytok vzduchu)



Obr. 1.4

Vplyv súčiniteľa prebytku vzduchu λ
na zloženie emisií CO, HC, NO_x

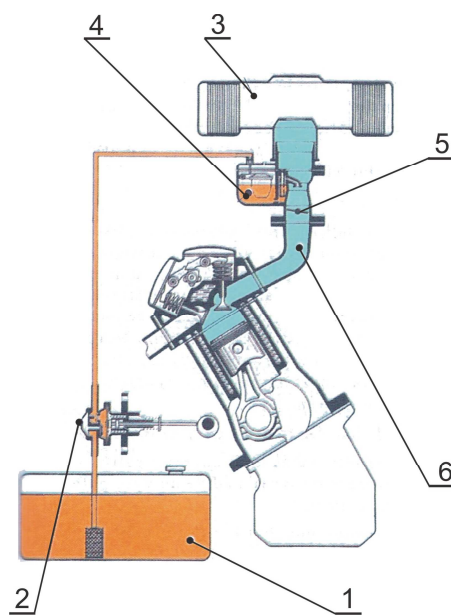
Na obr. 1.3 a 1.4 je znázornená závislosť výkonu a mernej spotreby paliva spolu s vývojom zloženia emisií na súčiniteli prebytku vzduchu λ . Z uvedených charakteristík je zrejmé, že neexistuje ideálna hodnota súčiniteľa prebytku vzduchu, pri ktorej dosahujú všetky faktory najpriaznivejšie hodnoty. V praxi sa ako najvhodnejšie osvedčili hodnoty súčiniteľa prebytku vzduchu $\lambda = 0,9$ až $1,1$, (VLK,F.,2003).

Zážihové spaľovacie motory dosahujú najvyššieho výkonu pri 5 až 15% prebytku paliva ($\lambda=0,95$ až $0,85$), najnižšiu spotrebu paliva pri 10 až 20% prebytku vzduchu ($\lambda = 1,1$ až $1,2$) a bezproblémový voľnobeh pri $\lambda=1$.

Spaľovanie paliva v piestovom spaľovacom motore je zložitý fyzikálno - chemický dej prebiehajúci pri každom obehu vo veľmi krátkom čase. Rýchlosť horenia zmesi paliva so vzduchom závisí na tlaku, teplote, zložení zmesi, okamihu zapálenia, na spôsobe a intenzite pohybu náplne vo valci. Benzín, ktorý je do valca dopravený v priebehu plniaceho zdvihu je na konci kompresie už tak odparený, že vzniknutú zmes je možné považovať za rovnorodú, ktorá sa svojimi vlastnosťami blíži plynnej zmesi. Po zapálení elektrickou iskrou sa vytvorí vrstva v ktorej prebieha horenie. V turbulentnom prúdení je to guľová plocha o priemere 20 až 25 mm, ktorá sa šíri v spaľovacom priestore rýchlosťou 20 až 60 m.s⁻¹, (VLK,F.,2003).

1.1.3 Príprava zmesi

Motor vozidla pracuje väčšinu času v oblasti čiastočného zaťaženia a preto sú motory konštruované tak, aby v tejto oblasti dosiahli najmenej spotreby paliva. Pre ďalšie prevádzkové oblasti, ako voľnobeh alebo plné zaťaženie, je priaznivejšia bohatšia zmes. Systém prípravy zmesi musí byť schopný spĺňať tieto variabilné požiadavky. Pre priebeh spaľovania je rovnako dôležitá homogenita zmesi a aby táto homogenita bola dosiahnutá, musí prísť k dobrému rozprášeniu paliva s čo možno najmenšími čiastočkami paliva. S prípravou zmesi je taktiež úzko spojené jej rozdelenie.

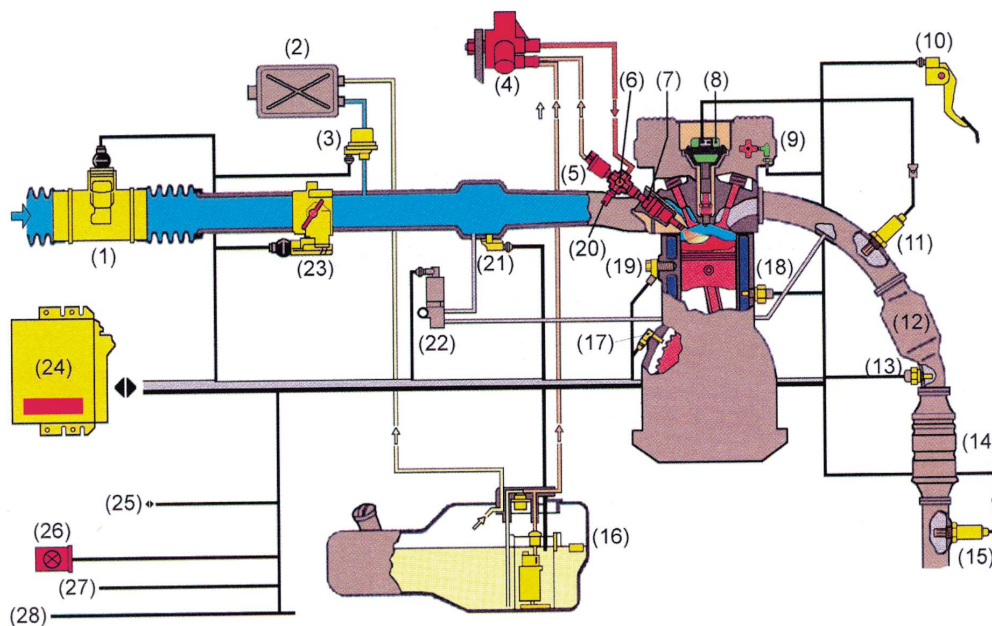


Obr. 1.5

Schéma palivovej sústavy karburátorových motorov

1 - nádrž, 2 – dopravné čerpadlo, 3 - čistič, 4 - karburátor,
5 - škrtiaca klapka, 6 - sacie potrubie

U spaľovacích motorov karburátorových (obr.1.5) dochádza pri plnom zaťažení veľmi často k usadzovaniu väčších čiastočiek paliva na stenách sacieho potrubia a plnenie jednotlivých valcov je potom veľmi náhodné. To má negatívni vplyv na hodnoty škodlivých emisií, stúpa objemový obsah CO a hodnota HC. Okrem toho klesá výkon a zvyšuje sa spotreba paliva (**BOSCH, 1997**).

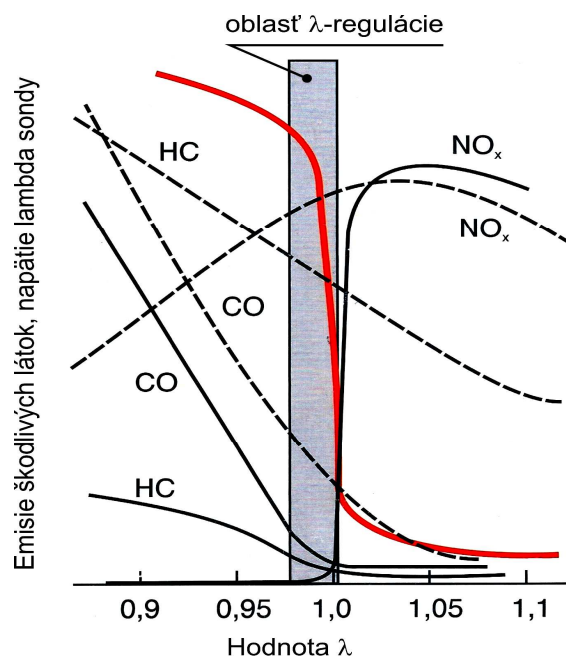


Obr. 1.6

Schéma palivovej sústavy motora s viacbodovým vstrekováním

1- merač množstva nasávaného vzduchu, 2- nádobka s aktívnym uhlím, 3- regeneračný ventil nádobky s aktívnym uhlím, 4- vysokotlakové palivové čerpadlo, 5- riadiaci ventil tlaku paliva, 6- zásobník paliva, 7- vysokotlakový vstrekovací ventil, 8- zapal'ovacia cievka, 9- snímač polohy a otáčok vačkového hriadeľa, 10- akceleračný pedál so snímačom polohy, 11- kyslíková lambda sonda, 12- trojčinný katalyzátor, 13- snímač teploty výfukových plynov, 14- zásobníkový katalyzátor NOx, 15- kyslíková lambda sonda, 16- palivová nádrž s dopravným čerpadlom, 17- snímač otáčok a polohy kľukového hriadeľa, 18- snímač chladiacej kvapaliny, 19- snímač klepania motora, 20- snímač tlaku paliva, 21- snímač podtlaku v sacom potrubí, 22- elektromagnetický ventil recirkulácie výfukových plynov, 23- teleso škrtiacej klapky so snímačom natočenia a nastavovačom škrtiacej klapky, 24- elektronická riadiaca jednotky, 25- diagnostické rozhranie, 26- kontrolka nesprávnej funkcie systému, 27- imobilizér, 28- dátová zbernica CAN

Moderné vstrekovacie systémy, ktoré vstreknú palivo priamo pred vstrekovacie ventily, majú zvlášť priaznivé rovnomerné rozdelenie zmesi. Sacím potrubím je dopravovaný len vzduch a palivo je odmeriavané vstrekovacími ventilmi veľmi presne k jednotlivým valcom. Obsah emisií škodlivých zložiek vo výfukových plynach je veľmi významne závislý na hodnote súčiniteľa prebytku vzduchu lambda (obr. 1.7). Z toho dôvodu je hodnota lambda jednou z najdôležitejších veličín, ktoré sú ovplyvňované riadené systémom management spaľovacieho motora (**BOSCH, 1997**).



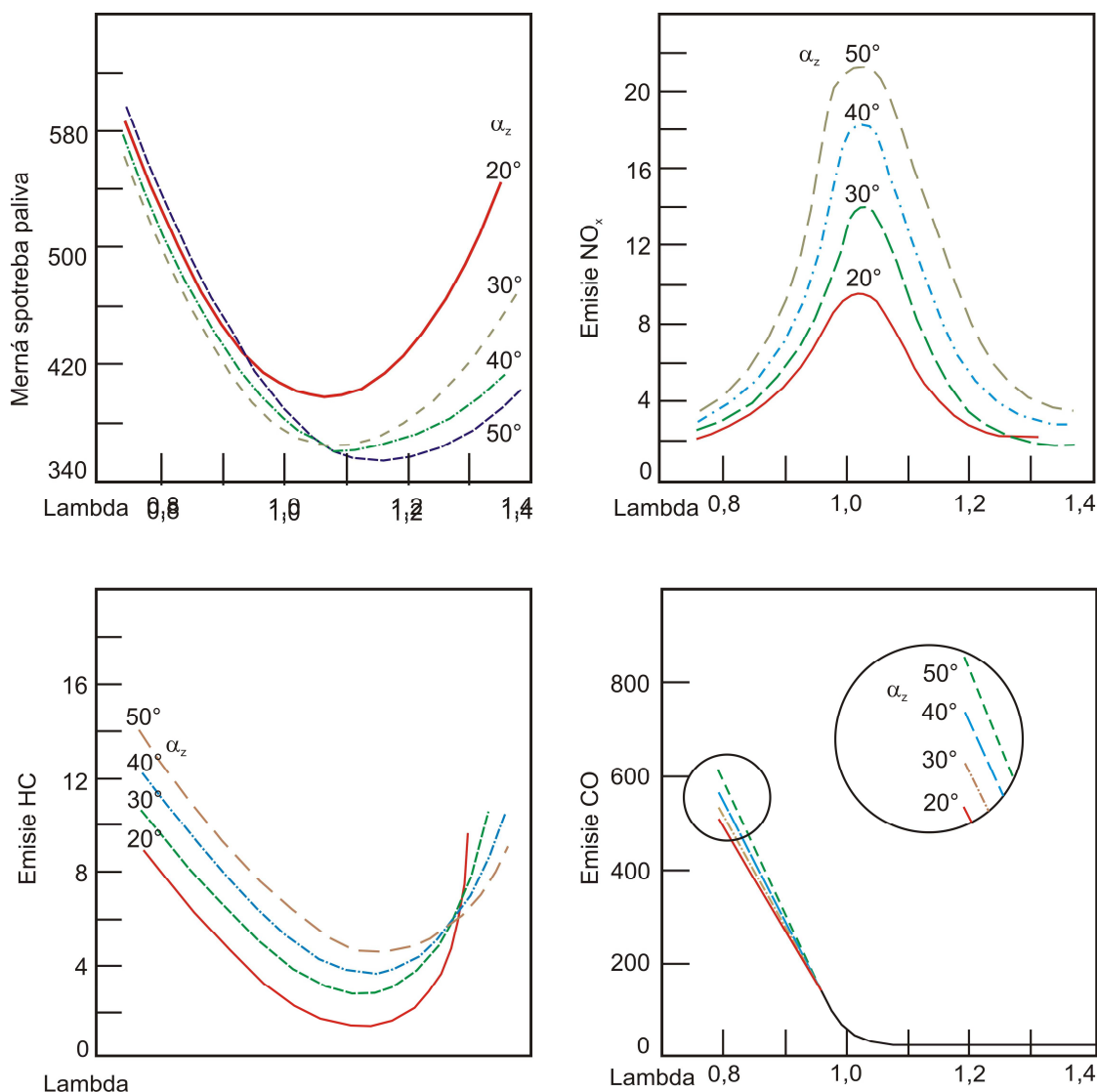
Obr. 1.7

Zloženie emisií v závislosti na λ

1.1.4 Zapalovanie

Okamih zapálenia je závislý hlavne na hodnote otáčok a na zaťažení motora. Závislosť na otáčkach je spôsobená tým, že doba prehorenia zmesi je pri konštantnom plnení a konštantnom pomere vzduch - palivo konštantná a preto musí dôjsť so stúpajúcimi otáčkami ku skoršiemu zapáleniu. Závislosť na zaťažení je ovplyvnená ochudobnením zmesi zostávajúcim množstvom zostatkového plynu pri nízkom zaťažení a menšom naplnení valca (VLK,F.,2003).

Zapálenie zmesi paliva, dané časovou fázou od preskočenia iskry až po vytvorenie stabilného čela plameňa, má výrazný vplyv na priebeh procesu spaľovania. Tento vplyv je spoločne tvorený viacerými faktormi, ku ktorým patrí predovšetkým okamih zapálenia (predstih) a energia zapálenia. Prestup vysokého množstva energie znamená stabilné pomery pre zapálenie zmesi s pozitívnym účinkom na stabilitu procesu spaľovania. Nízke cyklické kolísania vedú ku kludnejšiemu chodu spaľovacieho motora a nižším hodnotám emisií nespálených uhlíkovodíkov, (BOSCH,1997).



Obr. 1.8

Vplyv hodnoty λ a okamihu zážihu α_z na emisie škodlivých látok a spotrebu paliva

Pri kritických podmienkach zapálenia, napríklad pri voľnobehu, môžu byť vďaka väčšej vzdialenosti elektród na zapalovacej sviečke podstatne znížené hodnoty emisií uhlíkovodíkov a zároveň dosiahnutie kludnejšieho chodu spaľovacieho motora. Podobné platí aj pre energiu zápalu. Zapalovacie systémy s dlhšou dobou horenia a tým vyšším prenosom energie, sú vhodnejšie pre zapalovanie chudobných zmesí. Okrem hodnoty pomeru paliva so vzduchom sú škodlivé emisie výfukových plynov výrazne ovplyvnené správnym okamihom zapálenia. Obr. 1.8 znázorňuje vplyv hodnoty súčiniteľa prebytku vzduchu λ a okamihu zapálenia, spotrebu paliva a hodnotu škodlivých emisií, (BOSCH, 1997).

1.2 Emisie výfukových plynov

Obsah jednotlivých škodlivých emisií vo výfukových plynoch závisí od druhu motora (zážihový, vznietový, štvortaktný, dvojtaktný a pod.), od konštrukčných, prevádzkových a iných činiteľov. Najväčší vplyv z nich majú: koncentrácia regentov, teplota v zóne spaľovania a čas, ktorý je k dispozícii pre danú reakciu. Podstatný vplyv na tvorbu škodlivých emisií najmä pri zážihových, ale aj vznietových motoroch má súčiniteľ prebytku vzduchu λ , (ONDŽÍK., J. - PODÓLÁK, A., 2003).

1.2.1 CO - oxid uhoľnatý

Oxid uhoľnatý vzniká predovšetkým pri bohatej zmesi ($\lambda < 1$), v dôsledku nedostatočného obsahu kyslíka, ktorý je potrebný pre oxidáciu uhlíka na neškodný oxid uhličitý (CO_2). V oblasti prebytku paliva stúpa objemový obsah CO s klesajúcou hodnotou λ prakticky lineárne (obr. 1.4, a 1.8 - emisie CO).

V oblasti prebytku vzduchu / (chudobná zmes), je objemový obsah CO nízky a na hodnotu λ prakticky nezávislý, (TKÁČ, Z, a kol., 2008).

V oblasti stechiometrického zloženia zmesi - súčiniteľ prebytku vzduchu $\lambda = 1$ je objemový obsah CO približne 0,3 - 0,5% a je určený predovšetkým nehomogénnosťou rozdeľovania zmesi pre jednotlivé valce a kolísaním zloženia zmesi pri jednotlivých cykloch. Pokiaľ je zmes v niektorých valcoch bohatšia a v niektorých chudobnejšia, je priemerná výsledná hodnota objemového obsahu CO vyššia, ako keby bola vo všetkých valcoch zmes s rovnakou hodnotou λ .

Okamihom zapálenia nie je hodnota CO výrazne ovplyvnená a je možné ju označiť takmer výhradne ako funkciu pomeru paliva a vzduchu.

CO je bezfarebný jedovatý plyn, ktorý je bez zápachu. V krvi na sebe viaže hemoglobín lepšie ako kyslík a už malé koncentrácie môžu byť pri dlhšom vdychovaní smrteľné (TKÁČ, Z, a kol., 2008).

1.2.2 HC - uhlovodíky

Rovnako ako u emisií CO stúpa hodnota HC v oblasti bohatej zmesi s klesajúcou hodnotou λ . Dúvodom je prebytok paliva a neúplné spaľovanie a tým aj zvýšená hodnota emisií nespálených a čiastočne spálených uhľovodíkov. Minimálne hodnoty HC ležia v oblasti $\lambda = 1,1$ až 1,2. Na rozdiel od CO však s vzrastajúcou hodnotou λ obsah HC vplyvom nedokonalého spaľovania naďalej stúpa (obr. 1.4 a obr. 1.8 - emisie HC).

Výrazné zvýšenie hodnoty HC nastáva predovšetkým vplyvom vynechávania zapalovania. Okrem tohto faktoru má na hodnotu HC významný vplyv celkový stav spaľovacieho motora a jeho nastavenie. Mechanické poškodenia a špatné nastavenia bývajú príčinou vysokej hodnoty HC (**BOSCH, 1997**).

Objemový obsah HC vo výfukových plynch je podstatne nižší ako u CO. Jeho hodnota sa udáva v jednotkách ppm (**Parts Per Milion**) a platí:

100 % obj. = 1 000 000 ppm

1 % obj. = 10 000 ppm

Výfukové plyny obsahujú rôzne druhy nespálených uhlíkovodíkov:

- Nasýtené uhlíkovodíky (parafíny) sú takmer bez zápachu, majú narkotický účinok a slabé dráždi pokožku.
- Nenasýtené uhlíkovodíky (olefiny, acetylény) majú ľahko nasladlú vôňu a slabo dráždia pokožku. Významne sa podieľajú na tvorbe smogu a majú vplyv na ozón.
- Aromatické uhlíkovodíky majú charakteristický zápach. Sú to nervové jedy s narkotickým a rakovinotvorným účinkom.

1.2.3 NO_x - oxidy dusíku

Vysoká teplota a tlak v spaľovacom priestore vedú k oxidácii dusíka obsiahnutého v nasávanom vzduchu. Okrem oxidu dusnatého (NO) vznikajú v malých množstvách taktiež oxid dusičitý (NO₂) a oxid dusný (N₂O). Závislosť emisií oxidov dusíku na hodnote súčiniteľa prebytku vzduchu je presne opačná ako u CO a HC. V oblasti prebytku paliva stúpa so stúpajúcou hodnotou λ aj hodnota emisií oxidov dusíka a to predovšetkým vďaka zvyšujúcej sa koncentrácii kyslíka. V oblasti chudobnej zmesi emisie oxidov dusíka klesajú so zvyšujúcou sa hodnotou λ , pretože s chudobnejšou zmesou klesá teplota v spaľovacom priestore a tým sa obmedzujú podmienky pre vznik NO_x. Maximum hodnoty NO_x leží v oblasti mierneho prebytku vzduchu s hodnotou $\lambda = 1,05$ až 1,1 (obr. 1.4 a obr. 1.8 - emisie NO_x). NO je bezfarebný plyn, ktorý na vzduchu oxiduje na NO₂. NO₂ je hnedočervený plyn so silným zápachom, ktorý dráždi pľúca a pokožku, je silno jedovatý a podieľa sa na tvorbe smogu (**TKÁČ, Z, a kol., 2008**).

1.2.4 CO₂ - oxid uhličitý

Oxid uhličitý je nejedovatý produkt spaľovania. Pri stechiometrickom zmiešavaní pomere je hodnota CO₂ maximálna a dosahuje hodnoty cca. 14,7 obj.%. To zodpo-

vedá dokonalému spaľovaniu. Hodnota CO₂ má zároveň veľmi vysokú vypovedajúcu schopnosť o stave spaľovacieho motoru a jeho čistí. Ak je napr. hodnota CO₂ nízka a zároveň sú nízke aj hodnoty CO a HC, svedčí to o netesnosti výfukového systému a tým pádom nariedení výfukových plynov (**BOSCH, 1997**).

Hodnota CO₂ slúži spoločne s CO a HC k posúdeniu funkčnosti katalyzátora. Oxid uhličitý vzniká obdobne oxidačnými procesmi v katalyzátore, pri ktorých redukuje obsah škodlivých zložiek výfukových plynov (CO, HC, NO). V prípade správnej funkcie katalyzátora môže byť hodnota CO₂ dokonca ešte vyššia ako pri dokonalom spaľovaní.

1.2.5 O₂ - kyslík

Kyslík sa vyskytuje vo výfukových plynoch len pri spaľovaní chudobnej zmesi s prebytkom vzduchu. Jeho hodnota je však dôležitá pri meraní emisií 4- zložkovým infraanalyzátorom, pretože sa používa pre výpočet hodnoty λ , ktorá sa kontroluje pri emisnej skúške vozidiel s riadeným katalyzátorom (**BOSCH, 1997**).

1.3 Meranie škodlivých plynných emisií

Meranie plynných škodlivých emisií výfukových plynov spaľovacích motorov dovoľuje získať poznatky o ich pracovnom procese, najmä stanoviť konečné produkty procesu spaľovania, určiť hodnoty charakterizujúce nedokonalosť spaľovania, určiť straty tepla odvádzaného výfukovými plynmi a objasniť vplyv rôznych faktorov na priebeh spaľovania.

Pre meranie plynných škodlivín výfukových plynov u nás sú platné:

- a) pre osobné automobily, predpis EHK 15
- b) pre motory motocyklov, predpis EHK 70
- c) pre naftové motory dopravných prostriedkov, stavebných strojov a stacionárnych jednotiek, predpis EHK 49.02.

Pre marenie emisií výfukových plynov u vozidiel so zážihovými motormi sa používajú 4-složkové infraanalyzátory, umožňujúce legislatívou požadované stanovenie obsahu CO, HC a vyhodnotenie hodnoty lambada. Všetky schválené prístroje umožňujú merať obsah nasledujúcich zložiek výfukových plynov:

- oxid uhoľnatý (CO),
- uhľovodíky (HC),

-
- oxid uhličitý (CO_2),
 - kyslík (O_2).

Okrem vyššie uvedených zložiek výfukových plynov prístroje umožňujú merať alebo vypočítajú nasledovné parametre:

- súčiniteľ prebytku vzduchu (λ),
- otáčky motora,
- teplotu oleja.

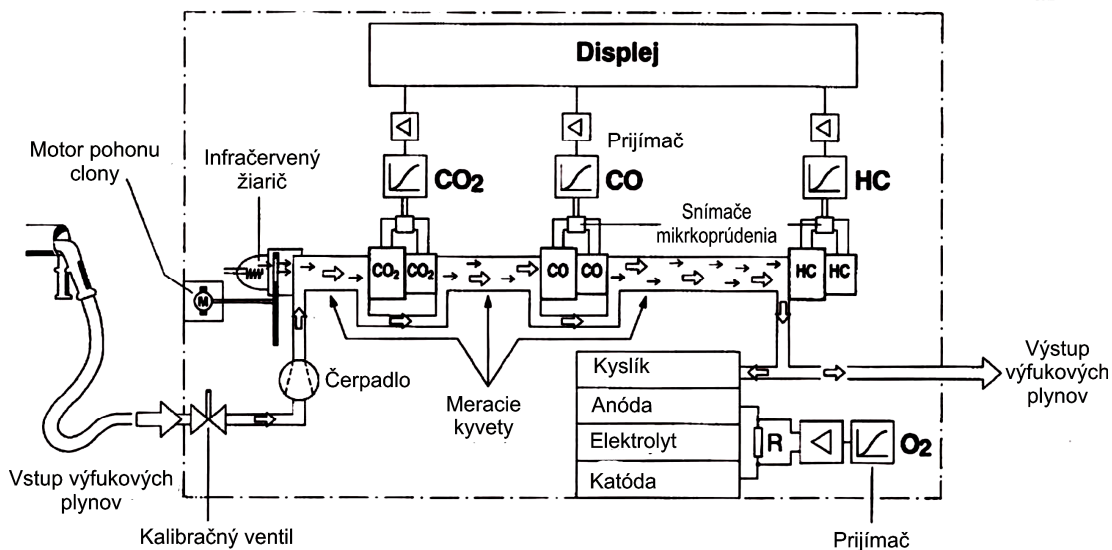
Na meranie obsahu CO , HC a CO_2 sa používa tzv. infračervená metóda (NDIR - nedispersná infračervená spektroskopia). Meranie obsahu kyslíka vo výfukových plynoch sa používa k zisteniu hodnoty λ a určuje sa elektrochemicky pôsobiacim snímačom (sondou). Hodnotu λ vypočítava objemového obsahu 4 plynných zložiek emisií (CO , HC , CO_2 a O_2).

Infračervená metóda pre meranie CO , HC a CO_2 :

Infračervená metóda je založená na vlastnosti uvedených zložiek emisií výfukových plynov, ktoré absorbujú (pohlčujú) infračervené žiarenie, a síce žiarenie z cele určitou, pre príslušný plyn charakteristickou, vlnovou dĺžkou (viditeľné svetlo: cca 400 až 800 nm, infračervené väčšie než 800 nm).

Existujú rôzne metódy, akým spôsobom zmerať zoslabnúcich vlnových dĺžok charakteristických pre tieto tri plyny. Vlnová dĺžka pre HC leží medzi 3 a 3,5 μm , pre CO_2 asi 4,2 a pre CO niečo nad 4,5 μm .

Princíp merania je vysvetlený na zložke CO_2 a je rovnaký aj pre zložky CO a HC . Zdroj infračerveného žiarenia, zahriaty asi na 700°C, vysiela žiarenie. To prežiarí merné kyvety, cez ktoré prúdia výfukové plyny. Percentuálna hodnota obsahu CO_2 vo výfukových plynoch má vplyv na veľkosť oslabenia vlnového rozsahu 4,25 μm . Zostatok žiarenia dopadá na prijímač CO_2 . Ten je naplnený plynom CO_2 a hermeticky uzatvorený. Čím menej žiarenia sa absorbovalo v mernej kyvete, tým viac sa môže absorbovať v prijímači. Absorpcia v bunke prijímača vedie k zvýšeniu jeho teploty. Prijímač sa skladá z dvoch buniek, ktoré sú prepojené kanálom. Zvýšenie teploty v bunke vedie k rozpínaniu plynu a tým ku vzniku prúdenia z jednej bunky do druhej. Toto prúdenie sa pomocou snímače mikroprúdenia mení na elektrický výstupný signál. Snímač mikroprúdenia sa skladá z najjemnejších niklových drôtov, ktoré pri prúdení mení svoju teplotu a tým aj odpor.



Obr. 1.9

Princíp činnosti 4-zložkového analyzátora

Signály snímača sa zosilňujú a analógovo - digitálnym prevodníkom premenujú na digitálne hodnoty, ktoré sú spracovávané mikroprocesorom. Korigované výstupné hodnoty sa prenášajú na displej a môžu sa cez sériové rozhranie vytlačiť na tlačiarňu.

Pre lepšiu merateľnosť signálov sa infračervené žiarenie rytmicky prerušuje s pomocou rotujúcej clonky s otvormi. Tým vzniká striedavý prúd a na výstupných obvodoch prijímača striedavé napätie. Na vstupe 1, meracej kyvety sa nachádza filter, ktorý slúži k tomu, aby sa do meracích kyviet nedostalo rušivé žiarenie. Pretože výstupné napätie je na prijímačoch najväčšie vtedy, keď vo výfukových plynoch nie je meraný plyn obsiahnutý, musí v určitých časových odstupoch prebehnúť automatická kalibrácia.

2 Cieľ práce

Emisie vznikajúce pri práci zážihového spaľovacieho motora majú negatívny vplyv na životné prostredie a samozrejme aj na človeka. Pri kontrole emisného stavu zážihového motora je potrebné zisťovať produkciu emisií. Vznik škodlivých látok výrazne súvisí s procesom spaľovania a samozrejme s použitým palivom.

Cieľom bakalárskej práce je realizovať merania emisného stavu zážihového motora s použitím štandardného uhl'ovodíkového paliva, automobilového benzínu s oktanovým číslom 95 a alternatívnym palivom LPG. Na základe navrhutej metódy budú uskutočnené komparačné merania na vybranej vzorke zážihových motoroch s cieľom overenia emisného stavu zážihového motora v súlade s platnou legislatívou a zároveň meraniami zistiť rozdiel v hodnotách emisií medzi benzínom a LPG. Výsledky z meraní budú vhodnou formou spracované a následne vyhodnotené.

3 Metodika práce

Predložená bakalárska práca je svojim zameraním orientovaná na oblasť zisťovania emisného stavu zážihového motora. V práci budú podľa platnej metodiky sledované hodnoty emisií vybraných druhov vozidiel, pričom ako zdroje nositeľa energie budú použité dve palivá. Prvé palivo bude automobilový benzín s oktánovým číslom 95, ktorý bude zároveň slúžiť jednak na overenie technického stavu palivového systému konkrétneho vozidla vybaveného zážihovým spaľovacím motorom a súčasne bude slúžiť aj ako porovnávací vzorka. Merania s automobilovým benzínom a následné spracovanie a vyhodnotenie údajov bude slúžiť ako etalón pri skúšaní ďalšieho paliva ktorým bude LPG.

Ako porovnávacie parametre budú slúžiť hodnoty emisných látok obsiahnutých vo výfukových plynach, ktoré sú relevantné k posúdeniu technického stavu zážihového motora vzhľadom k životnému prostrediu.

Pre splnenie vytýčeného cieľa stanoveného pre danú bakalársku prácu budem postupovať podľa nasledovnej metodiky:

- 3.1 Popísať produkciu škodlivých emisií u zážihového motora.
- 3.2 Popísať základné parametre LPG.
- 3.3 Popísať základné požiadavky, ktoré sú kladené na kvalitu LPG.
- 3.3 Základné rozdelenie LPG systémov
- 3.4 Vybrať vhodné meracie prístroje a meradlá používané pre meranie.
- 3.5 Realizácia merania emisného stavu na vybraných vozidlách.

4 Výsledky práce a diskusia

4.1 Základné parametre LPG

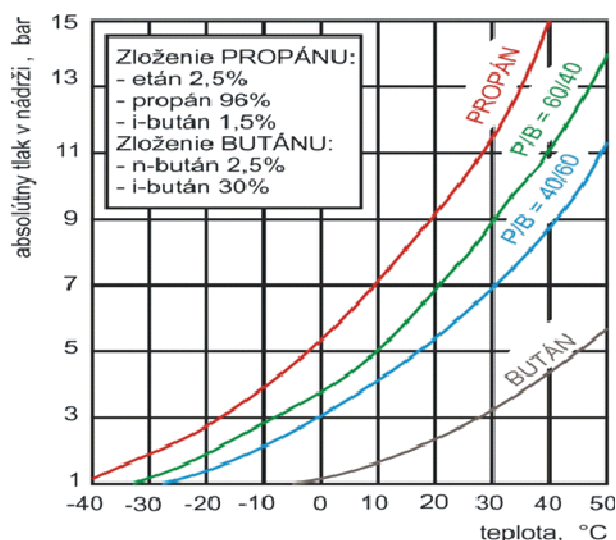
Skvapalnený plyn je palivo pozostávajúce zo zmesi propánu a butánu pričom obsahuje len veľmi malý podiel síry, žiadne olovo a žiadne benzénové uhlíkovodíky.

Propán bután vzniká v rafinériách ako vedľajší produkt pri spracovaní ropy. Je to ľahká plynová frakcia ktorá je skvapalňovaná chladením. Vzniká tzv. LPG (Liquified Petroleum Gas), ktorý je možný využiť ako palivo v motorových vozidlách. LPG je palivo s oktánovým číslom o 5 až 10 % vyšším ako má benzín a je vhodné ako náhrada pre zážihové ale aj vznietové motory. Vyššie oktánové číslo umožňuje vyššiu kompresiu a tým aj väčšiu účinnosť. Automobil s plynným pohonom si navyše uchováva rovnaké jazdné vlastnosti ako pri pohone so štandardným palivom a vďaka moderným technológiám dosahuje približne rovnaký výkon. Dôležité je aj to, že v oblasti nízkych otáčok má motor dokonca väčšiu pružnosť (KAMEŠ, J., 2004).

Ako už bolo vyššie uvedené LPG ako pohonná hmota je zmesou propánu a butánu pričom pri štandardných klimatických podmienkach (teplota a tlak) je táto zmes plyná. Pomerne malým tlakom je však možné zmes propánu a butánu skvapalniť aj za bežných teplôt. Pri procese skvapalňovania sa však značne mení objem (z 1 m³ plynu vzniknú 4 l kvapaliny) a táto vlastnosť propán - butánu umožňuje skladovať v pomerne malom priestore veľké množstvo energie.

LPG ako palivo pre piestové spaľovacie motory má veľmi dobré vlastnosti, hlavne veľmi dobrú odolnosť voči detonačnému spaľovaniu a vysokú výhrevnosť. Ďalšou priaznivou vlastnosťou tohto zdroja energie je menší hmotnostný podiel uhlíka v 1 kg paliva (TKÁČ, Z. a kol., 2008).

Zo zložiek, ktoré majú podstatný podiel v LPG, je najkvalitnejší propán C₃H₈. Jeho vlastnosti ako motorového paliva sú priaznivé aj z hľadiska zabezpečenia potrebného tlaku (pretlaku) paliva v nádrži, ktorým je LPG dopravovaný z nádrže do palivového systému motora. Tlak v nádrži je určený tlakom nasýtených pár LPG a závisí len na zložení a teplote LPG, naplnenie nádrže nemá na tlak žiadny vplyv. Priebehy tlakov LPG v nádrži sú znázornené na obr. 4.1. Na dodržanie potrebného tlaku v nádrži nie je zloženie LPG rovnaké, ale mení sa podľa ročného obdobia (KAMEŠ, J., 2004).



Obr. 4.1

Závislosť tlaku na zložení a teplote LPG

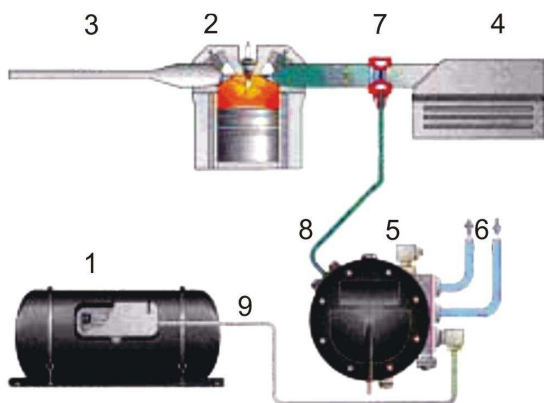
4.1 Požiadavky na kvalitu LPG

Základnou požiadavkou na LPG je, aby toto palivo bolo zložené prevažne z propánu a butánu, t.j. n – butánu a izobutánu, pričom podiel buténov a ďalších uhlíkov s nižším oktanovým číslom by mal byť čo najnižší. Ďalšou požiadavkou je, aby pri všetkých vonkajších teplotách mala zmes týchto plynov dostatočný tlak, pretože skvapalnené palivo je dopravované do spaľovacieho motora len tlakom pár v palivovej nádrži. Bután má bod varu okolo 0 °C a propán -42 °C. V letnej prevádzke môže teda palivo obsahovať menšie množstvo propánu, v zimnom období naopak, musí obsahovať prevažne propán, aby aj za najnižšej vonkajšej teploty bol v nádrži aspoň minimálny potrebný tlak. Dôležité je, aby sa skutočne jednalo o čisté, bez zvyšku úplne odpariteľné zmesi uhlíkov v tom zmysle, aby neobsahovali korozívne zlúčeniny, rozpustenú síru a vysokovriace uhlíkové alebo iné podiely, ktoré sa v redukčnom ventile a odparovači neodparia a zanechávajú tam pevné a viskózne kvapalné zvyšky (KAMEŠ, J., 2004).

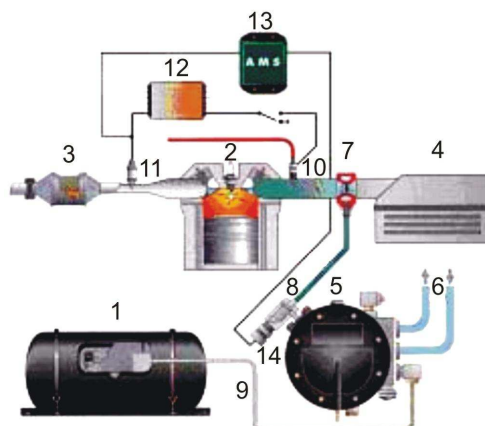
4.2 Základné rozdelenie LPG systémov

Najrozšírenejší a zároveň najstarší systém pracuje na princípe podtlaku v sacom ústrojenstve automobilu. V splynovači dochádza k tomu, že podtlakom sania sa pritiahne membrána, ktorá potom cez pákový prevod pootvorí prívod LPG a to priamo do sacieho potrubia kde sa nachádza zmiešavač. Vplyvom prísnejšej legislatívy v oblasti plnenia emisných limitov prišlo aj u LPG systémov k postupnému pridávaniu elektroniky. Táto prostredníctvom elektronického škrtiaceho servomotora obmedzuje množstvo pa-

liva na základe otáčok, údajov z lambda sondy polôh, škrtiacej klapky tak, aby výfukové plyny neobsahovali nadmerné množstvo škodlivín (TKÁČ, Z. a kol.,2008).



Obr. 4.2



Obr. 4.3

LPG pre automobily s karburátorom LPG pre automobily so vstrekováním

1- tlaková nádrž, 2 - spaľovací priestor, 3 - výfukové potrubie, 4 - filter nasávaného vzduchu, 5 - regulátor tlaku, 6 - teplovodný okruh, 7 - zmiešavač, 8 - hadica LPG, 9 - CU potrubie, 10 - benzínový vstrekovač, 11 - lambda sonda, 12 - benzínová riadiaca jednotka, 13 - plynová riadiaca jednotka, 14 - servomotor

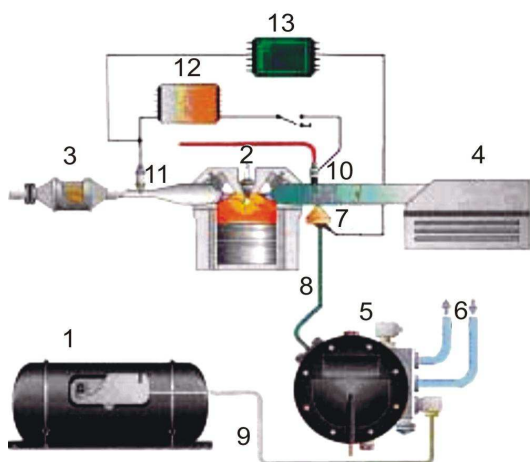
Ďalším zdokonaľovaním elektroniky sa riešia problémy so spätnými zápalmi a u niektorých vozidiel boli vyvinuté systémy kontinuálneho vstrekovania (u benzínových motorov obdoba vstrekovanie K - Jetronic). Systém pracuje tak, že plynová riadiaca jednotka sníma všetky potrebné údaje podobne ako benzínová riadiaca jednotka a z týchto údajov vypočítava množstvo potrebného paliva, ktoré potom dávkuje prostredníctvom regulátora ovládaného servomotorom (TKÁČ, Z. a kol.,2008).

LPG systém s paralelným zapojením (obr.4.3) je určený pre automobily so vstrekováním, ale len tie, ktoré nie sú vybavené palubnou diagnostikou EOBD a OBD II. t.j. do roku výroby 2001.

LPG systém so sériovým zapojením (obr.4.4) je určený pre vozidlá so vstrekováním a so systémom palubnej diagnostiky EOBD a OBD II (TKÁČ, Z. a kol., 2008).

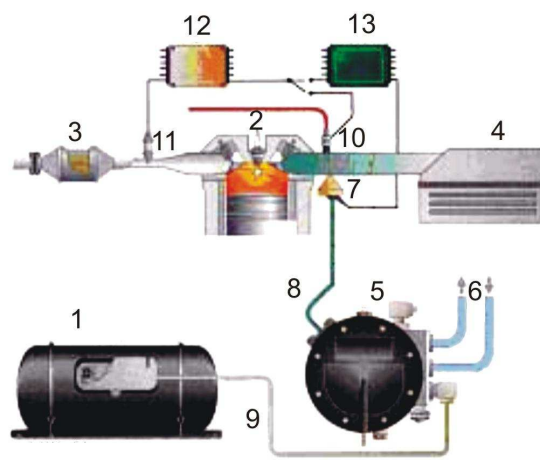
Najnovšiu generáciu LPG techniky predstavuje LPi systém. LPi (Liquid Propane injection) znamená vstrekovanie tekutého plynu do spaľovacieho priestoru a u nás je známejší pod pojmom sekvenčné vstrekovanie. Celé plynové zariadenie ovláda a riadi riadiaca jednotka benzínu, ktorá ani nepozná že auto ide na plyn, dokonca to nesmie poznať, pretože všetky automobily vyrobené po roku 2001 sú vybavené systémom

OBD II a prevádzku automobilu na plyn alebo odpojenie vstrekovačov by signalizovalo chybu a auto by vyžadovalo servisný zásah.



Obr. 4.4

**LPG pre automobily so vstrekováním
paralelný systém**

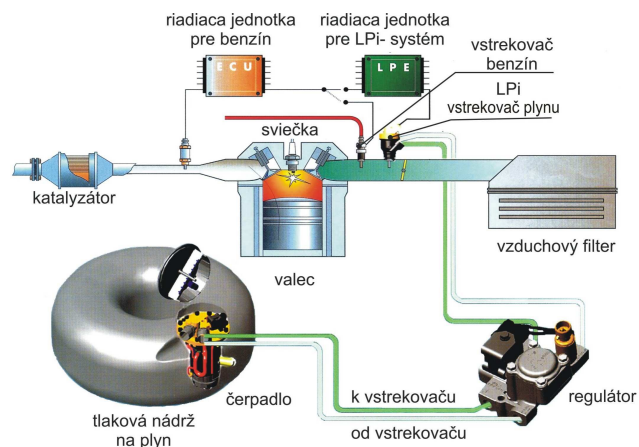


Obr. 4.5

**LPG pre automobily so vstrekováním
sériový systém**

1- tlaková nádrž, 2 - spaľovací motor, 3 - výfukové potrubie, 4 - filter nasávaného vzduchu, 5 - regulátor tlaku, 6- teplovodný okruh, 7- vstrekovač LPG, 8 - hadica LPG, 9 - CU potrubie, 10 - benzínový vstrekovač, 11 - lambda sonda, 12 - riadiaca jednotka benzínu, 13 - riadiaca jednotka plynu

V systéme je umiestnený riadiaca jednotka plynu, ktorá prepočítava dobu vstreku benzínu na dobu vstreku plynu a koriguje rozdiel palív na základe rôznych vstupov. Tlakové čerpadlo udržiava tekutý plyn pod tlakom aby sa zabránilo jeho splyneniu. LPG vstrekovacie dýzy sú osadené priamo pri sacích ventiloch a počas nasávacieho taktu sa vstrekuje tekutý plyn priamo do každého valca samostatne. Po vstreknutí sa palivo stane plynným a následne ochladí nasatý vzduch. Toto ochladenie vzduchu má za následok lepšie naplnenie spaľovacej komory a s tým spojený vyšší výkon. Riadiaca jednotka vozidla dáva signály pre vstrekovanie benzínovým vstrekovacím tryskám. Tieto signály preberá aj riadiaca jednotka LPi sekvenčného systému a riadi vstrekovacie trysky plynu. Pretože riadenie celého systému je prostredníctvom riadiacej jednotky vozidla, charakteristické hodnoty motora zostávajú pri oboch druhoch paliva takmer rovnaké.



Obr. 4.6

Schéma sekvenčného vstrekovania LPi

4.2 Meradlá a meracie zariadenia

Pri meraní v mojej bakalárskej práci som použil nasledovné meracie prístroje.

Modul analyzátora výfukových plynov AMM

Komponent	Rozsah merania	Rozlíšenie
CO	0,000 až 10.00 obj. %	0,001 obj. %
CO ₂	0,000 až 10.00 obj. %	0,001 obj. %
HC	0 až 9 999 obj. %	1 ppm obj.
O ₂	0,00 až 22.000 obj.%	0,01 obj.%
Lambda	0,500 až 9,999	0,001
CO _{var}	0,00 až 10 000 obj. %	0,01 obj. %
NO	0 až 5000 ppm obj.	1 ppm obj.

Modul DTM plus – meranie otáčok a teploty

Meranie teploty		
Snímač	Merací rozsah	Rozlíšenie
Snímač teploty oleja	-20 až +150 °C	0,16°C
Meranie otáčok		
Snímač	Merací rozsah	Rozlíšenie
BDM	600 až 6000/min ⁻¹	10/min ⁻¹
Svorkový spúšťač	100 až 15000/min ⁻¹	10/min ⁻¹
TDC/spúšťačie koliesko optický snímač	100 až 8000/min ⁻¹	10/min ⁻¹
Primárny/pripájací kábel	100 až 15000/min ⁻¹	10/min ⁻¹



Obr. 4.7

Pohľad na merací prístroj BOSH BEA

4.3 Výber a definovanie automobilov

Meranie s cieľom zisťovania emisného stavu s použitím štandardného uhl'ovodíkového paliva ako referenčnej vzorky a alternatívneho paliva LPG som realizoval na osobných automobiloch nasledovných značiek:

- SKODA FELICIA COMBI,
- PEUGEOT 306 COMBI,
- SKODA FELICIA.

4.4 Meranie emisného stavu zážihových motorov u vybraných automobilov

Meranie emisného stavu zážihového motora bolo realizované podľa platnej metodiky, schválenej Ministerstvom dopravy pôšt a telekomunikácií SR.

Pri každom vozidle, bolo ako prvé uskutočnené meranie s palivom benzín 95 a následne po vyhodnotení a zistení technického stavu palivovej sústavy bolo uskutočnené meranie s palivom LPG.

Stanovené hodnoty pri ktorých bolo realizované meranie podľa predpisu, ktorý je daný vyhláškou 578/2006.

4.4.1 Automobil Škoda Felicia combi

Základná charakteristika vozidla

Druh vozidla/kategória: Osobné vozidlo/M1

Rok výroby: 29.07.1996

Typ paliva: B/LPG

Emisný systém: RKAT

Značka: ŠKODA

Obchodný názov vozidla: FELICIA

Typ motora: AEE

Špecifikácia motora: 55/4500

Tab.4.1

Predpísané parametre pre meranie – voľnobežné otáčky

Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	590	840	590	840
Obsah CO, %	-	0,5	-	0,5
Obsah HC, ppm	-	100	-	-

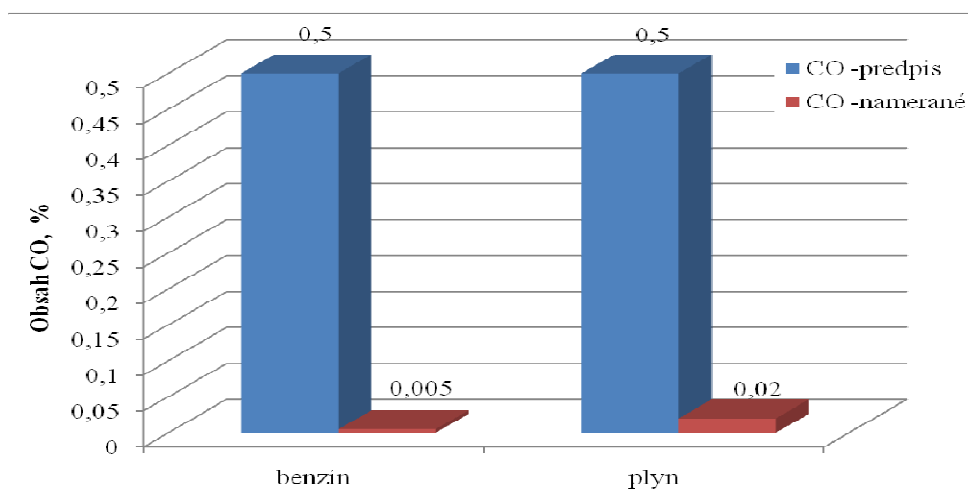
Tab.4.2

Predpísané parametre pre meranie – zvýšené otáčky

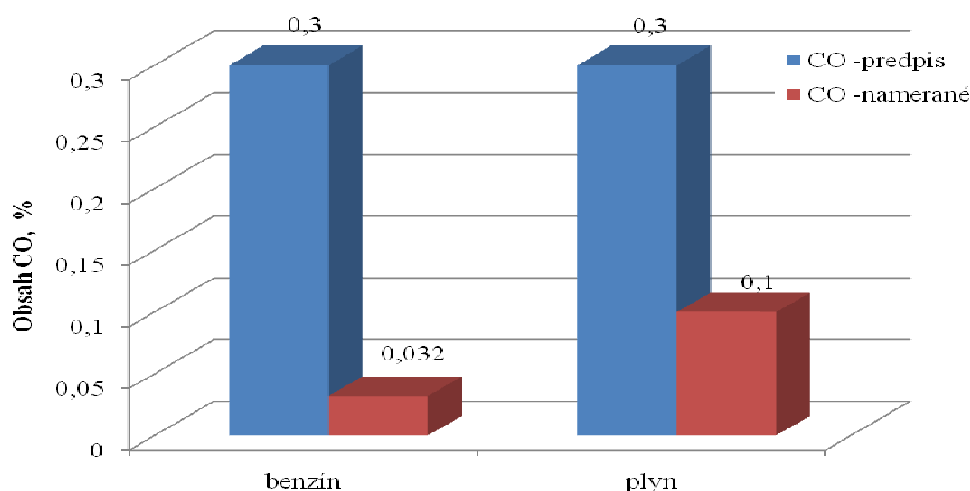
Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	2500	2800	2500	2800
Obsah CO, %	-	0,3	-	0,3
Hodnota lambda	0,97	1,03	0,97	1,03

Tab. 4.3**Namerané hodnoty - voľnobežné otáčky**

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	87	
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	620	620
Obsah CO, %	0,005	0,002
Obsah HC, ppm	15	-

**Obr. 4.8****Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Škoda Felícia – voľnobežné otáčky****Tab.4.4****Namerané hodnoty - zvýšené otáčky**

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	87	
Zvýšené otáčky, min ⁻¹	2520	2570
Obsah CO, %	0,032	0,1
Hodnota lambda	1,008	-



Obr. 4.9

Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Škoda Felícia – zvýšené otáčky

Namerané hodnoty:

Pri meraní emisného stavu motorového vozidla Škoda Felícia s palivom benzín, ktorého oktánové číslo malo hodnotu 95 bola nameraná hodnota CO pri voľnobežných otáčkach 0,005%, čo predstavuje oproti metodikou stanovenej hodnote pokles o 99%. Taktiež aj u hodnoty HC, ktorých maximálna hodnota predstavuje 100 ppm bol zaznamenaný pokles o 85%.

Podľa metodiky platnej pre skúšanie emisného stavu cestných vozidiel so zážihovým motorom bolo realizované meranie pri zvýšených otáčkach, kde bola nameraná najvyššia hodnota oxidu uhoľnatého 0,032 čo je približne o 89% menej ako udáva predpis. Pri zvýšených otáčkach bol sledovaný aj parameter λ , ktorého výsledná hodnota je 1,008 čo je taktiež v požadovanom rozsahu.

Z vyššie uvedeného merania vyplýva, že meraný spaľovací motor osadený vo vozidle Škoda Felícia je spôsobilý na prevádzku po pozemných komunikáciách z pohľadu jeho ekologických vlastností. Následne po takto otestovanom motore bolo uskutočnené merania s alternatívnym palivom LPG.

Z výsledkov meraní vyplýva, že pri meraní emisií CO pri voľnobežných otáčkach tieto dosiahli hodnotu 0,002%, čo je o 99,6% menej ako udáva predpis. Druhé merania bolo uskutočnené pri zvýšených otáčkach, kde bol zaznamenaný taktiež pokles v hodnote CO oproti legislatívou stanovenej hodnote o 80%.



Obr. 4.10

Meranie emisného stavu na automobile ŠKODA FELICIA

4.4.2 Automobil Peugeot 306 combi

Základná charakteristika vozidla

Druh vozidla/kategória: Osobné vozidlo/M1

Rok výroby 09.07.1997

Typ paliva: B/LPG

Emisný systém: RKAT

Značka: PEUGEOT

Obchodný názov vozidla: 306

Typ motora: KFX

Špecifikácia motora: 55/5800

Tab. 4.5

Predpísané parametre pre meranie – voľnobežné otáčky:

Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	750	950	750	950
Obsah CO, %	-	0,5	-	0,5
Obsah HC, ppm	-	100	-	-

Tab. 4.5

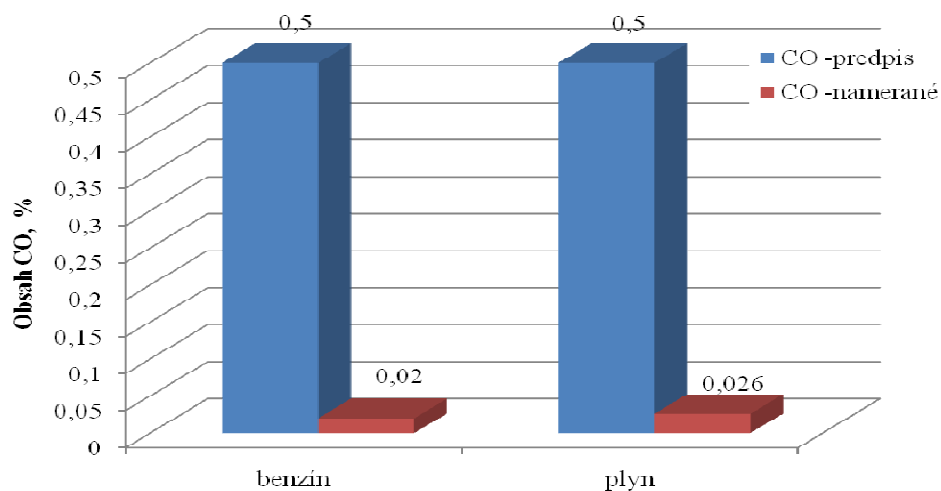
Predpísané parametre pre meranie – zvýšené otáčky

Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	2800	3000	2800	3000
Obsah CO, %	-	0,3	-	0,3
Hodnota lambda	0,97	1,03	0,97	1,03

Tab. 4.6

Namerané hodnoty - voľnobežné otáčky

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	81	
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	770	780
Obsah CO, %	0,02	0,026
Obsah HC, ppm	17	-

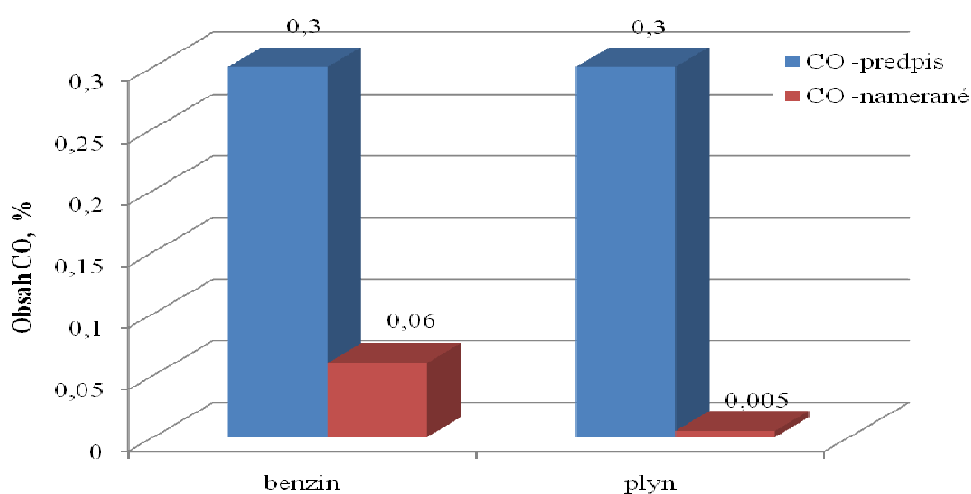


Obr. 4.11

Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Peugeot 306 – voľnobežné otáčky

Tab. 4.7**Namerané hodnoty - zvýšené otáčky**

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	81	
Zvýšené otáčky, min ⁻¹	2730	2670
Obsah CO, %	0,06	0,005
Hodnota lambda	1,0	-

**Obr. 4.12****Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Peugeot 306 – zvýšené otáčky****Namerané hodnoty:**

Pri meraní emisného stavu motorového vozidla Peugeot 306 s palivom benzín, ktorého oktánové číslo malo hodnotu 95 bola nameraná hodnota CO pri voľnobežných otáčkach 0,02%, čo predstavuje oproti metodikou stanovenej hodnote pokles o 96%. Taktiež aj u hodnoty HC, ktorých maximálna hodnota predstavuje 100 ppm bol zaznamenaný pokles o 83%.

Podľa metodiky platnej pre skúšanie emisného stavu cestných vozidiel so zážihovým motorom bolo realizované meranie pri zvýšených otáčkach, kde bola nameraná najvyššia hodnota oxidu uhoľnatého 0,06 čo je približne o 80% menej ako udáva predpis. Pri zvýšených otáčkach bol sledovaný aj parameter λ , ktorého výsledná hodnota je 1,00 čo je taktiež v požadovanom rozsahu.

Z vyššie uvedeného merania vyplýva, že meraný spaľovací motor osadený vo vozidle Peugeot 306 je spôsobilý na prevádzku po pozemných komunikáciách z pohľadu jeho ekologických vlastností. Následne po takto otestovanom motore bolo uskutočnené merania s alternatívnym palivom LPG.

Z výsledkov meraní vyplýva, že pri meraní emisií CO pri voľnobežných otáčkach tieto dosiahli hodnotu 0,026%, čo je o 91,3% menej ako udáva predpis. Druhé merania bolo uskutočnené pri zvýšených otáčkach, kde bol zaznamenaný taktiež pokles v hodnote CO oproti legislatívou stanovenej hodnote približne o 98%.

4.4.3 Automobil Škoda Fabia

Základná charakteristika vozidla

Druh vozidla/kategória: Osobné vozidlo/M1

Rok výroby 05.03.2001

Typ paliva: B/LPG

Emisný systém: RKAT

Značka: ŠKODA

Obchodný názov vozidla: FABIA

Typ motora: 781.136 M

Špecifikácia motora: 50/5000

Tab. 4.8

Predpísané parametre pre meranie – voľnobežné otáčky

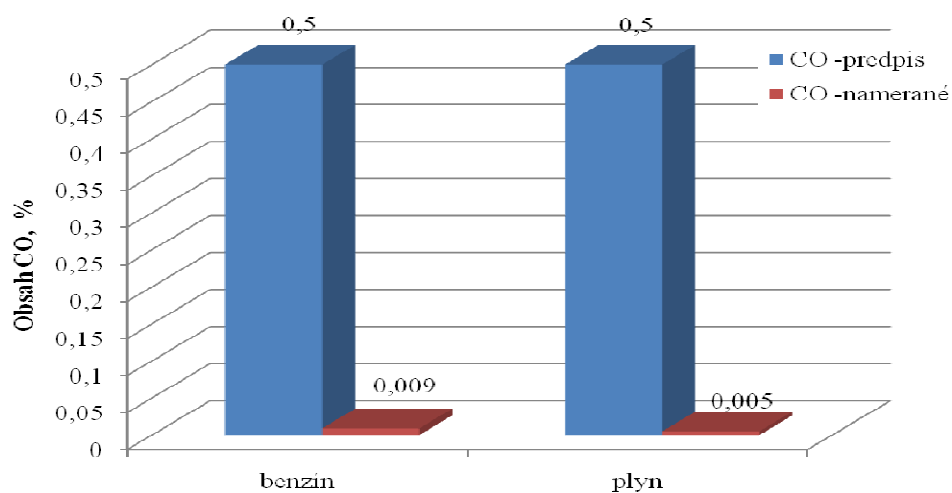
Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	715	865	715	865
Obsah CO, %	-	0,5	-	0,5
Obsah HC, ppm	-	100	-	-

Tab. 4.9**Predpísané parametre pre meranie – zvýšené otáčky**

Parameter	benzín		plyn	
	min	max	min	max
Teplota motora, °C	80	-	80	-
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	2500	2800	2500	3000
Obsah CO, %	-	0,3	-	0,3
Hodnota lambda	0,97	1,03	0,97	1,03

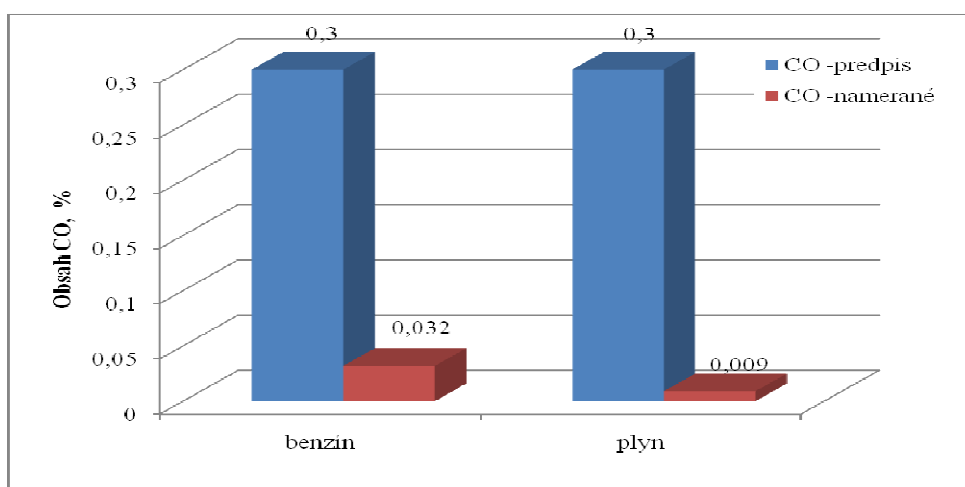
Tab. 4.10**Namerané hodnoty - voľnobežné otáčky**

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	89	
Voľnobežné otáčky, min ⁻¹	800	810
Obsah CO, %	0,009	0,005
Obsah HC, ppm	9,0	-

**Obr. 4.13****Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Škoda Fabia – voľnobežné otáčky**

Tab. 4.11**Namerané hodnoty - zvýšené otáčky**

Kontrolovaný parameter	benzín	plyn
Teplota motora, °C	89	
Zvýšené otáčky, min ⁻¹	2510	2550
Obsah CO, %	0,032	0,009
Hodnota lambda	1,02	-

**Obr. 4.14****Namerané hodnoty obsahu CO u vozidla Škoda Fabia – zvýšené otáčky****Namerané hodnoty:**

Pri meraní emisného stavu motorového vozidla Škoda Fabia s palivom benzín ktorého oktánové číslo malo hodnotu 95 bola nameraná hodnota CO pri voľnobežných otáčkach 0,009%, čo predstavuje oproti metodikou stanovenej hodnote pokles o 98,2%. Taktiež aj u hodnoty HC, ktorých maximálna hodnota predstavuje 100 ppm bol zaznamenaný pokles o 91%.

Podľa metodiky platnej pre skúšanie emisného stavu cestných vozidiel so zážihovým motorom bolo realizované meranie pri zvýšených otáčkach, kde bola nameraná najvyššia hodnota oxidu uhoľnatého 0,032 čo je približne o 89% menej ako udáva predpis. Pri zvýšených otáčkach bol sledovaný aj parameter λ , ktorého výsledná hodnota je 1,02 čo je taktiež v požadovanom rozsahu.

Z vyššie uvedeného merania vyplýva, že meraný spaľovací motor osadený vo vozidle Škoda Fabia je spôsobilý na prevádzku po pozemných komunikáciách z pohľadu jeho ekologických vlastností. Následne po takto otestovanom motore bolo uskutočnené merania s alternatívnym palivom LPG.

Z výsledkov meraní vyplýva, že pri meraní emisií CO pri voľnobežných otáčkach tieto dosiahli hodnotu 0,005%, čo je o 98,3% menej ako udáva predpis. Druhé merania bolo uskutočnené pri zvýšených otáčkach, kde bol zaznamenaný taktiež pokles v hodnote CO oproti legislatívou stanovenej hodnote o 97%.

5 Záver

Agregácia alternatívnych pohonov do motorových vozidiel nie je len otázkou módnosti, či ekonomiky, ale hlavne ekológie. V hlavnej miere by malo byť zavádzanie alternatívnych palív zamerané na znižovanie obsahu škodlivých látok v ovzduší a najmä produkciu oxidu uhličitého, ktorý vo svetovom ponímaní vytvára tzv. skleníkový efekt. Vzhľadom na skutočnosť, že palivá ako LPG, CNG poprípadne LNG, zaradujeme síce medzi alternatívne, ale sú vyrábané z vyčerpatelných zdrojov energie a preto ďalší výskum a vývoj by mal byť orientovaný na výrobu a aplikáciu takých palív, ktoré budú schopné plnohodnotne nahradiť doposiaľ používané uhl'ovodíkové palivá. Medzi hlavné príčiny pre ktoré bude potrebné vo väčšom meradle zavádzať alternatívne palivá ako zdroj energie pre piestové spaľovacie motory je možno rozdeliť do niekoľkých skupín.

Do prvej skupiny bezpochyby môžeme zaradiť cenu ropy, jej dostupnosť a spoľahlivosť dodávok ako aj jej obmedzené zásoby. Do druhej skupiny by patrilo hľadisko zamerané na čistotu životného prostredia a posledná skupina by mohla byť zameraná na pokrok v technológiách, ktorý umožňuje zavádzanie alternatívnych palív ako pohonnej jednotky do vozidlových spaľovacích motorov.

S aplikáciou alternatívnych palív ako zdroja energie pre piestové spaľovacie motory súvisia určité výhody medzi ktoré bezpochyby patria ich vysoké antidetonačné schopnosti a lepšie vytvorenie homogénnej zmesi paliva so vzduchom, rovnomernejšie spaľovanie a plnenie pracovného priestoru. Ako ďalšia výhoda sa javí možnosť práce spaľovacieho motora aj s chudobnejšou zmesou so súčiniteľom prebytku vzduchu 1,5, zníženie koncentrácie škodlivých emisií vo výfukových plynách, hlavne CO, NO_x ako aj HC. Používanie a aplikácia alternatívnych palív v piestových spaľovacích motoroch nesie okrem výhoda aj určité nevýhody medzi ktoré môžeme zaradiť zníženie komfortu s pohľadu zníženia batožinového priestoru, zníženie výkonu približne o 10%, dodržiavanie bezpečnostných predpisov súvisiacich s používaním alternatívnych palív v prevádzke a v niektorých prípadoch náročná úprava spaľovacieho motora.

Predložená bakalárska práca je svojim zameraním orientovaná na sledovanie emisného stavu zážihového motora so štandardným uhl'ovodíkovým palivom, benzín s oktánovým číslom 95 a alternatívnym palivom LPG. Merania boli realizované na automobiloch ŠKODA FELICIA COMBI, PEUGEOT 306 a ŠKODA FABIA. Výsledky z meraní sú popísané v kapitole 4 s názvom „Výsledky práce a diskusia“

6 Použitá literatúra

1. **BEROUN, S.:** Vozidlové motory. <http://www.ksd.tul.cz/studenti/skripta.htm>
2. **ONDZIK, J., PODOLÁK, A.:** Motorové vozidlá 1 – Návod na cvičenia, SPU v Nitre 2003
3. **PODOLÁK, A., LENĎÁK, P.:** Motorové vozidlá 1, SPU v Nitre, 2003
4. **PETRÁŠ, Z., RUŽIČKA, A.:** Měření emisí, MCH – TECH, Praha, 1997
5. **TAKÁTS, M.:** Měření emisí spalovacích motorů, ČVUT Praha, 1997
6. **SLOBODA, A. - BUGÁR, T. - TOMKOVÁ, M. - SLOBODA, A. ml. - PILA, J.:** Konštrukcia automobilov I. (motory), Teória, konštrukcia, riziká. Technická univerzita Košice 2004, Strojnícka fakulta. ISBN 80 - 88922 - 83 - 6, EAN 9788088922834.
7. **TKÁČ, Z., GADUŠ, J., JABLONICKÝ, J., ABRAHÁM, R., BOHÁT, M.:** Alternatívne palivá pre motory, SPU v Nitre, 2008
8. **TRNKA, J. – URBAN, J.** 1992. Spaľovacie motory. Bratislava: Alfa, 1992, 568 s. ISBN 80-05-01081-8
9. **BOBÁK, M.:** Plynové motory. Energia. 2002, 4.
10. **VLK, F.:** Vozidlové spalovací motory. Nakladatelství a vydavatelství VLK, 1 vydání, Brno, 2003. ISBN 80 - 238 - 8756 - 4.
11. **S-EKA. 2006.** Príručka technika emisnej kontroly na vykonávanie emisných kontrol cestných motorových vozidiel so zážihovým motorom a s nezdokonaleným emisným systémom, so zážihovým motorom a s zdokonaleným emisným systémom, so vznetovým motorom. Nitra: S-EKA, 2006.
12. <http://www.seka.sk/>
13. **STN EN 15058** – Meranie hmotnostnej koncentrácie oxidu uhoľnatého (CO). Referenčná metóda – nedisperzívna infračervená spektrometria.

Príloha

Príloha A: CD nosič s nahranou bakalárskou prácou vo formátoch RTF a PDF