

Stredná priemyselná škola dopravná, Hlavná 113, Košice

STROJÁR INOVÁTOR
14 Učebné pomôcky a didaktická technika

VÝFUKOVÁ SÚSTAVA-MODEL

2022
Košice

KSK

riešiteľ
Štefan Kušnír
4.ročník

Stredná priemyselná škola dopravná, Hlavná
113, Košice

STROJÁR INOVÁTOR

14 Učebné pomôcky a didaktická technika

VÝFUKOVÁ SÚSTAVA-MODEL

2022
Košice

KSK

riešiteľ
Štefan Kušnir
4.ročník

Konzultant:
Konzultant: Štefan HAJDU

Pod'akovanie

Na záver chcem pod'akovať všetkým ktorí mi pri tejto komplexnej odbornej práci preukázali pomoc a spoluprácu. Hlavne ďakujem p. profesorovi Štefanovi Hajduovi, ktorý bol mojim konzultantom a úspešne ma doviedol až k obhajobe mojej práce.

Čestné vyhlásenie

Dolu podpísaný, Štefan Kušnir, narodený 24.06.2003 v Prešove týmto čestne prehlasujem, že som prácu s názvom Výfukový systém automobilu vypracoval sám a že literatúru ktorú som pri tvorbe čerpal, som uviedol v bibliografii tejto práce.

V Košiciach.....

podpis.....

OBSAH

2	ÚVOD.....	6
3	Cieľ práce.....	7
4	Prehľad literatúry.....	7
4.1	História automobilov.....	7
4.2	Výfukové potrubie.....	9
4.2.1	Princíp výfuku.....	9
5	Materiál a metodika.....	10
5.1	Výfukové zvody.....	11
5.2	Pružné členy.....	12
5.3	Pletenec (flexibilná rúrka tlmiča výfuku).....	12
5.4	Katalyzátor.....	14
5.5	LAMBDA SONTA.....	18
6	Výsledky práce.....	23
7	Záver.....	24
8	Bibliografické údaje.....	25

1 ÚVOD

Študujem odbor Technika a prevádzka automobilov na Strednej priemyselnej škole dopravnej v Košiciach. Nie vždy, ale u mňa určite platí, že odbor ktorý som si vybral je aj mojou záľubou. Môžem povedať, že mám k autám blízky vzťah.

Napriek dobe, ktorá začala preferovať alternatívne pohony automobilov, je mne stále blízky, a myslím že nie len mne práve spaľovací motor. Zvuk spaľovacieho motora má fascinuje. A ten je veľmi úzko prepojený s výfukovou sústavou.

Pri výbere témy komplexnej práce v štvrtom ročníku bola možnosť vybrať si tému práve s týmto spojenú, a preto bola moja voľba jasná. Po konzultácií s pánom učiteľom praxe Štefanom Hajdu, sme sa dohodli, že na tejto téme budem pracovať. Výhodou bolo, že som mohol použiť starú výfukovú sústavu z dielne, v ktorej opravujem autá. Mal som teda základný materiál na vytvorenie učebnej pomôcky pre našu školu.

Ako študent som mal prístup do dielne, kde som sa od základnej školy mohol „vrátať“ v autách. Takúto možnosť ale zďaleka nemá každý študent na našej škole. Mnohí moji spolužiaci si nevedeli predstaviť, ako jednotlivé časti automobilov spolupracujú, ako sú pospájané, ako navzájom súvisia. Na praxi máme auto a súčiastky na ktorých sa učíme, ale mnohokrát by sa pri teoretickom vyučovaní zišlo vidieť pri vysvetľovaní model danej časti.

Práve túto názornosť, ktorá mi na hodinách chýbala by som rád vyriešil mojou učebnou pomôckou.

2 Cieľ práce

Na škole je neustála potreba pri vyučovaní používať názorné učebné pomôcky. V automobilovej technike je neustály vývoj, novinky sa na trhu objavujú dá sa povedať aj každý deň. Pri vyučovaní len z výkresov, alebo fotografií si žiaci mnohokrát nevedia predstaviť veľkosť a 3d spojenie častí zložitejších systémov. Každý spaľovací automobil napriek novinkám musí obsahovať výfukový systém. Je to jedna z najťažšie skontrolovaných častí, nakoľko sa nachádza v spodnej časti automobilu. Ako model na vyučovanie som sa preto rozhodol zostrojiť práve túto podstatnú časť automobilu. V práci je rozpísaný vždy samotný čiastkový systém, s jeho úlohou a možnosťou diagnostiky poruchy. Rovnako som pripravil panel so všetkými časťami tohto systému s popisom, ktorý sa na vyučovaní na našej škole dá použiť v predmetoch: **mjsdfnvjrhdbhvf**

Mojím cieľom bolo vysvetliť celú výfukovú sústavu, ktorá je zložená z výfukových zvodov, katalyzátora, lambda sondy, tlmiča výfuku, koncovky výfuku a sprostredkovať študentom našej školy nové poznatky o jednotlivých častiach.

Táto sústava preto bude slúžiť ako učebná pomôcka na vizualizáciu výfukovej sústavy žiakom študijného odboru Technika a prevádzka dopravy na Strednej priemyselnej škole dopravnej.

3 Prehľad literatúry

3.1 História automobilov

Prvý benzínový automobil na svete vyrobili na území dnešného Nemecka v roku 1885. Veľký podiel na tom mal Karl Benz, keďže on tento automobil zhotovil. Prvé výfuky pozostávali iba z čistej rúry, ktorá spôsobovala hluk. Riešenie s problémom hluku a výfukovými plynmi sa stala akútnou. Spočiatku mali výfukové systémy primitívnu štruktúru. Postupom času boli pridané rôzne pomocné prvky, ktoré zlepšovali účinnosť systému. V prvej polovici 1900. rokov bola do výfukového systému pridaná malá kovová žiarovka s usmerňovačmi, do ktorej narazili horúce plyny, čo viedlo k zníženiu hlučnosti výfuku. V moderných strojoch majú rezonátory rôzne tvary a vzory. Prvé vozidlá vybavené katalyzátormi prišli na trh až v roku 1975. Automobilka Cadillac ho začala osadzovať do svojich modelov Seville. Tento katalyzátor do určitej miery znížil obsah znečisťujúcich látok vo výfukových plynch, ale

prvý skutočný katalyzátor bol vynájdený tímom vedcov Engelhard vedených Johnom J. Mooneym a Carlom D. Keithom v roku 1979. O rok neskôr bol vylepšený a bol vytvorený takzvaný trojcestný katalyzátor.



Obrázok 1 Cadillac

Ku katalyzátoru patrí nevyhnutne aj lambda sonda. Lambda sonda bola vyvinutá na konci šesťdesiatych rokov firmou Bosch. Prvé použitie pre osobné automobily prišlo v roku 1976 s vozidlom Volvo 240/260. Vývoj však pokračoval ďalej, až v roku 1982 spoločnosť Bosch uviedla na trh prvú vyhrievanú lambda sondu, ktorá začínala fungovať do minúty od naštartovania studeného motora, navyše táto sonda mala dvojnásobne predĺženú životnosť. V roku 1994 sa spoločnosť Bosch stala prvým výrobcom lambda snímačov s keramickou plenárnou technológiou. Tento model je plne funkčný už 10 sekúnd po naštartovaní motora. So širokopásmovým lambda snímačom je možné merať rýchle zmeny v zložení výfukových plynov jednotlivých valcov a regulovať množstvo vstreknutého paliva v každom valci motora zvlášť.



Obrázok 2 Volvo 240

3.2 Výfukové potrubie

Najskôr spomeniem, z čoho sa vlastne výfuková sústava automobilu skladá

- výfukové zvody
- pružné členy (drôtenky, pletence)
- katalyzátor
- lambda sonda
- tlmič výfuku
- výfukové trubky

Výfukovým systémom sa rozumie sadá potrubí rôznych dĺžok a priemerov. Je vždy nainštalovaný pod autom a pripojený k výfukovému potrubiu. Výfukový systém auta odvádza z motora výfukové plyny, ktoré vznikajú pri spaľovaní a stará sa o to, aby neprenikali do kabíny. Ďalšou jeho úlohou je zníženie hluku, ale aj zníženie emisií vypúšťaných do ovzdušia, preto je navrhnutý presne na konkrétny typ motora. Predstavuje systém potrubí, ktoré vedú z priestoru spaľovacieho motora. Má zabudované dva tlmiče znižujúce hlučnosť a katalyzátor, redukujúci obsah nebezpečných látok vo výfukových plynoch. Rúrový systém výfuku môže tvoriť jedno alebo viac potrubí, ktorých upravená koncovka upravuje akustický prejav vozidla. To znamená ak si na aute namontujeme športovú koncovku výfuku, je jasné že nám auta bude vydávať športovejší zvuk.

3.2.1 Princíp výfuku

Keď sa ventil otvorí na výfukovom zdvihu, výfukové plyny sa vypúšťajú do výfukového potrubia. Potom idú k prednému potrubiu a sú spojené s prúdom prichádzajúcim z iných valcov. Ak je spaľovací motor vybavený turbínou (napríklad vo vznetrových motoroch alebo vo verziách s preplňovaným benzínom), potom sa výfuk najskôr zo zberného potrubia privádza do obežného kola kompresora a až potom smeruje k prednému potrubiu. Ďalším bodom je katalyzátor, v ktorom sa neutralizujú škodlivé látky. Táto časť je vždy namontovaná čo najbližšie k motoru, pretože k chemickej reakcii dochádza pri vysokých teplotách. Potom výfuk prechádza rezonátorom a vstupuje do hlavného tlmiča. V dutine tlmiča výfuku je niekoľko priečok s vzájomne odsadenými otvormi. Vďaka tomu je prietok mnohokrát presmerovaný, tlmený hluk a výfukové potrubie čo najhladšie a najtichšie.

Druhy výfukových potrubí:

Výfuky sa delia podľa nutnosti. Sú navrhované na základe hlučnosti a prietoku spalín. Pri nízkych objemoch klasických počtoch valcov postačujú výfukové jednotky s jedným potrubím. Pri väčších objemoch a vyššom počte valcov sa používa viac potrubí podľa potreby.

Výhody výfukového systému:

- zníženie spotreby
- zníženie hluku
- zníženie znečisťovanie životného prostredia
- zvýšenie komfortu jazdy

Nevýhody výfukového systému:

- častá zmena teploty materiálov a následná korózia systému ktorá zavinuje narušenie celistvosti a zapríčiňuje nežiaduci únik spalín z potrubia
- prederavený výfuk spôsobuje následnú nadmernú hlučnosť a zvýšenú spotrebu
- problému sa dá zabrániť osadením kvalitnejších nerezových materiálov, za ktoré si už ale priplatíme o niečo viac

4 Materiál a metodika

Učitelia odborných predmetov nám už v treťom ročníku prízvukovali aby sme uvažovali o komplexnej odbornej práci. Na začiatku štvrtého ročníka nám boli predstavené témy, z ktorých si bolo potrebné jednu vybrať. Bola tu aj možnosť vymyslieť si nejakú vlastnú tému. Moja fantázia nič vymyslieť nedokázala, tak som premýšľal, ktorú tému by som si vybral. Na výber sme mali mnoho veľmi zaujímavých tém, no bolo potrebné si vybrať iba jednu. Spomenul si na starý pohodený výfuk, ktorý ležal na zemi v dielni a zapadol prachom. Medzi tými rôznymi témami bola aj výfuková sústava automobilu. Po tomto rozhodnutí a konzultácií s mojim konzultantom, sme si nastavili plán práce na učebnej pomôcke. Dohodli sme sa, že postupne ako na nej budem pracovať, spracujem aj krátky text o každej časti. Tým si pripomeniem ako daná časť pracuje, budem vedieť ako ju opracovať a sprostredkovať jej rez, alebo časť aj žiakom. Text vždy popisuje danú časť a v modeli je táto časť označená. Každú časť som spracoval do krátkej kapitoly, ktoré je možné aj prípadne samostatne vytlačiť ako učebný text.

4.1 Výfukové zvody

Je to skupina potrubí, ktoré odvádzajú plyny z valcov spaľovacieho motora do výfukového potrubia. Výfukové zvody sa skladajú z jednotlivých potrubí smerujúcich z valcov, ktoré sa na konci spájajú do jedného potrubia. Vyrábajú sa z liatiny a patria k základným častiam výfukového systému. Ide o skupinu potrubí, ktoré sú na konci spojené do jedného vývodu. Ich úlohou je odvádzanie výfukových plynov priamo z hlavy valcov do výfukového potrubia. Ich úpravou, alebo teda výmenou za ladené zvody možno dosiahnuť vyšší výkon vďaka efektívnejšiemu odvodu výfukových plynov a často krát sa o nej hovorí, ako o základnej úprave výfukového systému. Veľkú úlohu pri efektívnom odvode plynov zohráva najmä dĺžka a tvarovanie výfukových zvodov, preto si ich mnoho majiteľov športových áut dáva vyrobiť na mieru. Ich úpravou, alebo teda výmenou za ladené zvody možno dosiahnuť vyšší výkon vďaka efektívnejšiemu odvodu výfukových plynov a často krát sa o nej hovorí, ako o základnej úprave výfukového systému. Hoci ide o jeden zo základných úkonov pre kultivovanejší chod vozidla, problémom je vysoká cena tejto úpravy. Ak sú zvody krátke a široké, výfukové plyny strácajú rýchlosť hneď po tom, ako opustia hlavu valcov. Naopak dlhé zvody s užším priemerom potrubí zabezpečujú rýchlejší presun splodín do potrubia. Cena za výfukové zvody sa pohybuje od zhruba 70€ za liatinové zvody až po 6000€ za športové výfukové zvody určené pre upravené autá.



Obrázok 3 Výfukové zvody

4.2 Pružné členy

Pružné členy odstraňujú vibrácie vznikajúce kvôli chodu motora. Nájdeme ich pred katalyzátorom v blízkosti motora. Pružné členy sa vyznačujú vysokou pružnosťou pre čo najväčšiu účinnosť. Nový člen musí byť nasadený na výfukové potrubie a musí mať prevarené všetky 3 vrstvy.

4.3 Pletenec (flexibilná rúrka tlmiča výfuku)

Pletenec je priechodná a pružná súčiastka výfukového potrubia, ktorej úlohou je eliminovať prenos vibrácií z motora na výfukový systém. Neustále tlmenie vibrácií si však žiada svoju daň a poškodenie pružného spoja patrí k najčastejším poruchám výfukového systému. Hlavnou príčinou je korózia, ktorá prispieva k strate funkčnosti pruženia. Strata funkcie pletenca nie je tak nebezpečná, no hlavne nepríjemná. Medzi najčastejšie prejavy poškodenia patrí zvýšená hlučnosť. Za jazdy je to v podobe dunivého zvuku od podlahy, pri státi mimo vozidla zasa od spoja počuť prefukovanie. V prípade zanedbania skorej opravy časom od pletenca vychádza viac dymu a hluku ako zo zadného tlmiča. To neznamená len znečisťovanie životného prostredia, ale aj nepríjemný zápach výfukových plynov v kabíne vozidla. Pri spozorovaní poškodenia výfukového potrubia sa zvykne závada vyhľadať zapchávaním koncovky výfukového systému a sledovaním bodu v ktorom splodiny unikajú. V prípade, že si neviete rady s opravou tohto poškodenia, navštívte v čo najkratšom čase autoservis. Nejde totiž len o nepríjemný hluk, ale tiež o zdravie pasažierov vo vozidle. Jeho cena sa pohybuje okolo 10 €.

Porucha, problém na flexibilnej rúrke tlmiča výfuku sa dá určiť pomocou týchto príznakov:

- v kabíne auta je cítiť zápach výfukových plynov
- spadnutie spojovacej rúrky
- výfukový systém pracuje príliš hlučne
- pri chode motora je počuť klepanie a vo vysokých rýchlostiach aj rachot
- zvýšenie spotreby paliva
- na palubnej doske sa objaví kontrolka „kontrola motora“

Príčiny zlyhania flexibilnej rúrky tlmiča výfuku

Najčastejšie je zlyhanie flexibilnej rúrky tlmiča výfuku spôsobené nesprávnym zložením zmesi paliva a vzduchu. Problémy s funkčnosťou palivového systému, neskorá výmena vzduchového filtra, zlyhanie aktivačného mechanizmu škrtiacej klapky, používanie vysokooktánového paliva spôsobujú, že časť nespáleného paliva sa bude spaľovať vo flexibilnej rúrke. Kvôli vplyvu vysokých teplôt môžu popraskať steny súčiastky alebo sa môžu prepáliť. Rovnako nebezpečné je aj zašpinenie flexibilnej rúrky tlmiča výfuku. Špina nahromadená na povrchu kovového lemovania zabraňuje súčiastke účinné chladenie, čo následne spôsobí jej prepálenie. Upchatý tlmič výfuku podporuje tvorbu príliš silného tlaku vo výfukovom systéme, čo vedie k prasknutiu komponentu. Riziko poškodenia flexibilnej rúrky tlmiča výfuku sa výrazne zvyšuje, ak auto používate na cestách nízkej kvality. Väčšinou sa naruší jej integrita, keď prechádzate často cez prekážky. Rovnako je to aj s vplyvom poklesu teplôt a vniknutím studenej vody z kaluží na horúci povrch súčiastky. Kvôli miestu uloženia je flexibilná rúrka tlmiča výfuku vystavovaná vlhkosti a cestným chemikáliám. Hrdza pôsobí na zvary a rozširuje sa po celom povrchu súčiastky.

Výmena flexibilnej rúrky

Flexibilná rúrka tlmiča výfuku sa nedá opraviť. V prípade poškodenia si vyžaduje výmenu. Inštalácia novej flexibilnej rúrky tlmiča výfuku si vyžaduje zvaraciu techniku, preto je vhodné vykonať tento úkon v servise. Za pomoci špeciálnych nástrojov sa vyreže poškodená časť výfukového systému a na dané miesto sa nainštaluje nová časť. Spoje sa utesnia zváraním.



Obrázok 4 Pletenec

4.4 Katalyzátor

Účel katalyzátora

Katalyzátor je jednou zo súčastí výfukového systému. Jeho hlavnou úlohou je znižovanie množstva škodlivých látok, ktoré vznikajú pri spaľovaní. Výfukové plyny pri vývode musia obsahovať menší podiel škodlivých látok. Čistenie výfukových plynov v katalyzátore sa zakladá na dvoch chemických reakciách a to redukcii a oxidácií. Vedľajším produktom tejto reakcie je voda, ktorá sa kondenzuje vo výfukovej sústave.

Princíp katalyzátora

Pre úspešnú reakciu je nutné, aby bola plocha, kde prebiehajú vyššie zmienené reakcie, čo najväčšia. Preto je vnútro katalyzátora tvorené dutinkami pripomínajúcimi včelí plást s veľmi jemnou štruktúrou, čiže predstavuje akúsi sieť malých komôrok obalených vrstvou vzácnych kovov. Reakcie spojené s katalytickou reakciou prebiehajú najlepšie v teplotách od 300 - 600°C. Pri týchto teplotách dochádza k zníženiu škodlivých spalín vo výfukových plynach. Pri tomto procese dochádza k rapidnému zníženiu emisií.

Prevádzkové podmienky katalyzátora

Optimálna teplota katalyzátora pre palivá s bežným obsahom síry je okolo 400 °C. Pri nízkych teplotách má katalyzátor nízku účinnosť, pri teplotách nad 400 °C sa začínajú tvoriť sulfáty, zvyšujúce emisie. Pri nízko sírových palivách je možné prejsť na vyššie teploty katalyzátorov zaručujúce ich vyššiu účinnosť.

Skrátenie doby nábehu katalyzátora na pracovnú teplotu sa môže dosiahnuť niekoľkými spôsobmi:

- elektrickým ohrievaním katalyzátora
- použitím dvoch katalyzátorov (menšieho - štartovacieho a väčšieho - prevádzkového)

Štartovací katalyzátor je umiestnený blízko pri motore, kde sa rýchlo zohreje od vysokej teploty výfukových plynov, a keď prevádzkový katalyzátor dosiahne potrebnú teplotu, štartovací katalyzátor sa odpojí, aby sa nezničil pri vysokých zaťaženiach.

Výmena katalyzátora

U väčšiny vozidiel je katalyzátor nainštalovaný medzi kyslíkovými senzormi (lambda sonda) a vedením výfuku. Aby bolo možné vymeniť starý katalyzátor je nevyhnutné vymontovať celý výfukový systém. Zvyčajne je na to potrebná karbónová brúska a na montáž nového katalyzátoru je potrebný zvärací agregát.

Dvojcestný katalyzátor

Využívaný je najmä pri dieselových motoroch. Znižuje emisie oxidu uhoľnatého (CO) a nespálených uhlíkovodíkov. Podmienkou pre správnu funkciu je dostatok kyslíka vo výfukových plynoch.

Trojcestný katalyzátor

Trojcestný katalyzátor využíva na svoju činnosť fakt, že spaliny, ktoré sú produktom spaľovania pri stechiometrickom pomere sú len dočasne v nerovnovážnom stave. Pri svojej činnosti využíva prítomnosť látky - katalyzátora, ktorý sa počas chemickej reakcie nemení, ale významne ovplyvňuje jej rýchlosť. Na svojom katalytickom povrchu pri dostatočnej teplote umožní vzájomnú reakciu oxidantov a redukčných činidiel, ktoré sú vo vhodnom pomere, aby vzájomne reagovali za vzniku N_2 , H_2O a CO_2 .

Trojcestný katalyzátor sa používa pre zážihové motory ktoré spĺňajú základné podmienky:

- -regulujú sa množstvom zmesi a teda pracujú so súčiniteľom prebytku vzduchu $\lambda = 1$
- -pracujú s homogénnou zmesou vytvorenou ľahkoodpariteľným palivom a teda potrebný súčiniteľ prebytku vzduchu je možné dodržať aj na mikroúrovni.

Zároveň je nevyhnutnou podmienkou vybavenie motora lambda-sondou. Pri jej nesprávnej funkčnosti, prestáva byť katalyzátor účinný a hrozí jeho úplné zničenie.

Oxidačný katalyzátor

Oxidačný katalyzátor sa používa pre vznetové motory, ktoré síce pracujú s vysokým prebytkom vzduchu, ale pri ich mechanizme spaľovania dochádza mikroskopicky k spaľovaniu veľmi bohatej zmesi, pretože kvapôčky rozprášeného paliva môžu byť priveľké. Pri vysokej teplote katalyzátora dochádza k dodatočnému spaľovaniu pevných častíc vo výfukových plynch v prebytkovom kyslíku, ktorý vždy obsahujú. Spaľovaním sa zmenšuje veľkosť častíc, prípadne mikročastice zhoria úplne.

Redukčný katalyzátor

Tento typ katalyzátora sa používa pri vznetových aj pri zážihových motoroch, ktoré sú vybavené priamym vstrekaním paliva.

Vložka katalyzátora

Poznáme dva druhy vložiek katalyzátora. Keramickú a kovovú vložku.

- Katalyzátor s **keramickou vložkou** býva väčšinou lacnejší. Hlavnou nevýhodou keramickej vložky katalyzátora je väčšia náchylnosť k poškodeniu napríklad nárazom (napríklad kameň odrazený kolesom).
- Katalyzátor s **kovovou vložkou** býva nepatrne drahší. Ich výhoda je však vyššia odolnosť voči nárazom a taktiež použiteľnosť s pohonom LPG/CNG.

Poškodenia katalyzátora

- k upchaniu alebo znečisteniu môže dôjsť pri tankovaní nekvalitného bezolovnatého benzínu, pri zle nastavenom alebo pokazenom zapáľovaní motora alebo pri veľkom priesaku oleja do spaľovacieho priestoru motora
- k poškodeniu katalyzátorovej vložky môže dôjsť aj pri roztláčaní vozidla, do katalyzátora sa dostane s výfukovými plynmi aj nespálené palivo, ktoré sa po naštartovaní motora následne môže vznietiť až v katalyzátorovej vložke, vtedy prudko vzrastie teplota a ak teplota presiahne 1400 stupňov Celzia dôjde k zničeniu katalyzátora
- pri opravách sa treba tiež vyvarovať štartovaniu - pretáčaniu motora s vyskrutkovanými zapáľovacími sviečkami

Časté poškodenia katalyzátora

- divný zápach motora aj po zohriatí na pracovnú teplotu
- problémy pri štartovaní motora
- horšia dynamika
- spotreba paliva
- rôzne klepavé zvuky vychádzajúce z pod vozidla pri akcelerácii
- problémy pri zrýchľovaní a zvýšení otáčok motora

- zvýšenie spotreby paliva presahujúce normu o 1,5 – 2 litre na 100 km
- automatické zapínanie kontrolky motora na prístrojovej doske

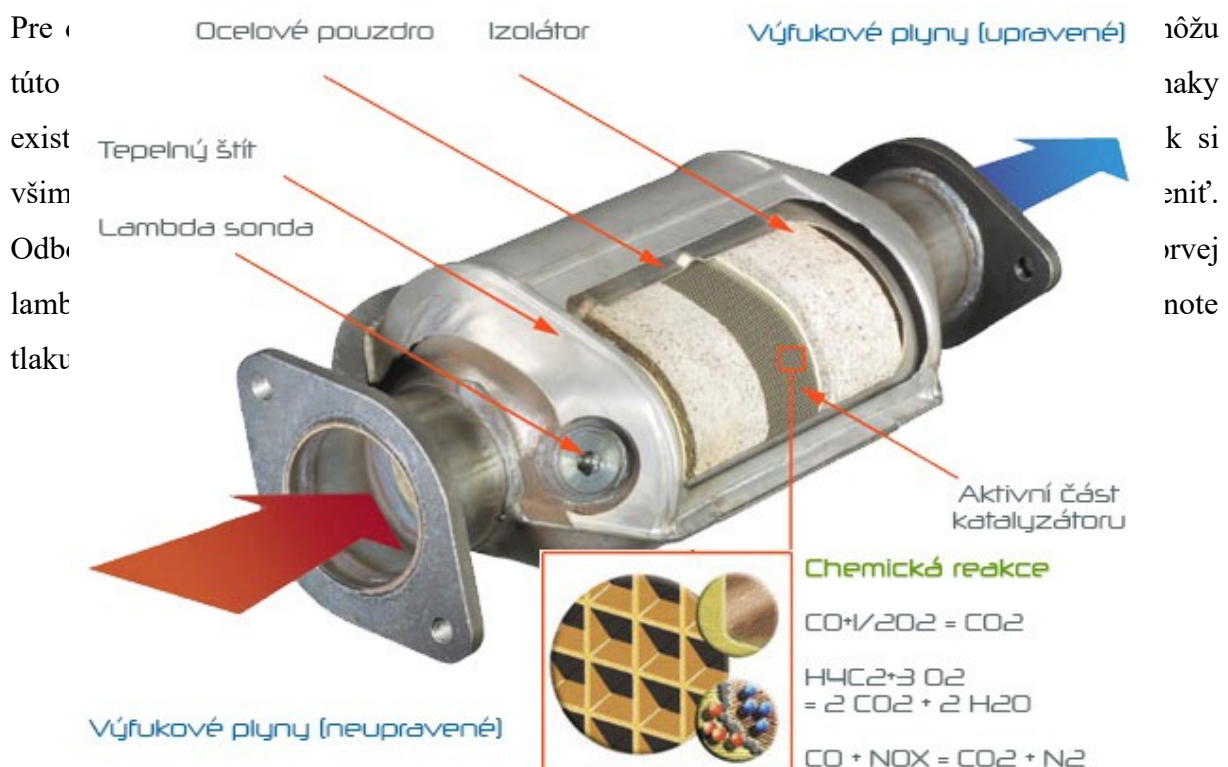
Cena katalyzátora

Ceny katalyzátorov sa pohybujú od zhruba 10€ až po 3000€. Cena závisí od typu autá, typu a kvality katalyzátora. Pre športovú úpravu výfukového systému si za katalyzátor priplátíme.

Príčiny porúch katalyzátora

- spotreba paliva s prímiesou tetraetylplumbánu
- používanie nekvalitného paliva
- problémy pri tvorbe zmesi plynov a značná zmena jej štandardných znakov
- prienik mazacieho oleja do katalyzátora
- poškodenia interných telies katalyzátora
- znečistenie katalyzátora plynmi tvorenými počas spaľovania paliva
- aktívne používanie komponentu po ukončení jeho životnosti; nesprávne používanie

Diagnostika



Obrázok 5 Katalyzátor

4.5 LAMBDA SONTA

Účel lambda sondy

Lambda sonda sa používa pri všetkých zážihových motoroch s elektronickým vstrekomím benzínu, no používajú ju aj moderné vznetrové motory. Senzor je umiestnený medzi katalyzátorom a výfukovým vedením. Vyzerá ako tuba. Lambda sonda je v podstate senzor vo výfukovom potrubí, ktorý porovnáva vzduch vo výfukovom potrubí so vzduchom v okolí motora a na základe chemickej reakcie vytvára elektrický signál. Tento signál je odoslaný riadiacej jednotke motora, ktorá potom pomocou škrtiacej klapky a vstrekočov upraví

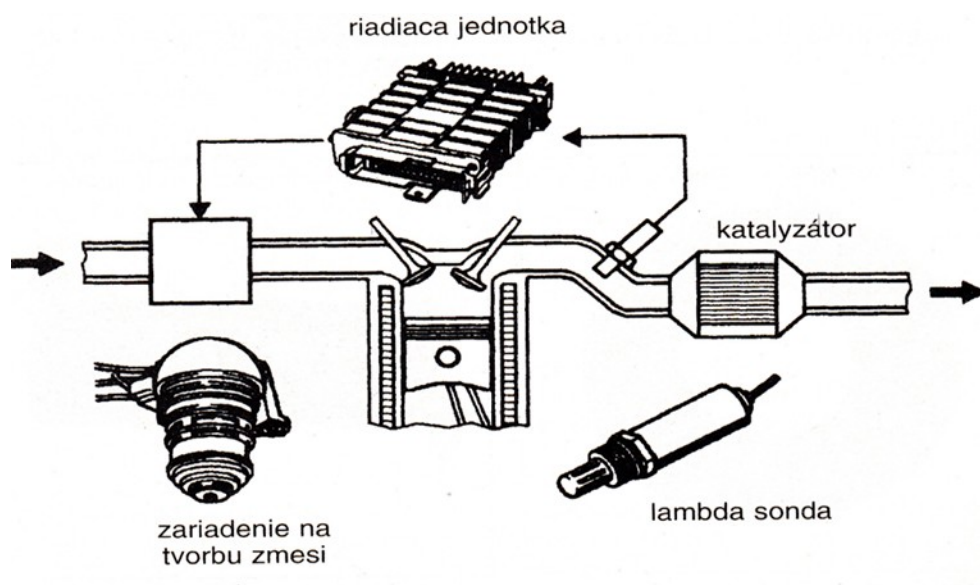
la
re
z
ež
re



Obrázok 6 Lambda sonda

Princíp lambda sondy

Aby sa zloženie zmesi vždy pohybovalo v lambda okne je vo výfuku medzi výfukovým ventilom a katalyzátorom umiestnená lambda sonda. Riadiacej jednotke poskytuje informácie či je súčiniteľ prebytku vzduchu lambda väčší alebo menší ako 1. Riadiaca jednotka ovplyvňuje prostredníctvom zariadenia na tvorbu zmesi jej zloženie a tým aj súčiniteľ prebytku vzduchu lambda.



Obrázok 7 Princíp lambda sondy

Dve lambda sondy

Moderné automobily obsahujú dve lambda sondy vo výfukovom potrubí. Prvá sa nachádza pred katalyzátorom a plní si svoju klasickú funkciu. Druhá lambda sonda sa nachádza za katalyzátorom a jej úlohou je kontrolovať účinnosť katalyzátora. Pokiaľ je katalyzátor nefunkčný, nedochádza v ňom k rozkladu škodlivých látok. Takže pokiaľ druhá lambda sonda namerá rovnaké hodnoty ako tá prvá, znamená to, že je katalyzátor nefunkčný a lambda sonda zareaguje tak, že prepne motor do núdzového režimu alebo zasvieti kontrolku motora.

Druhy lambda sondy

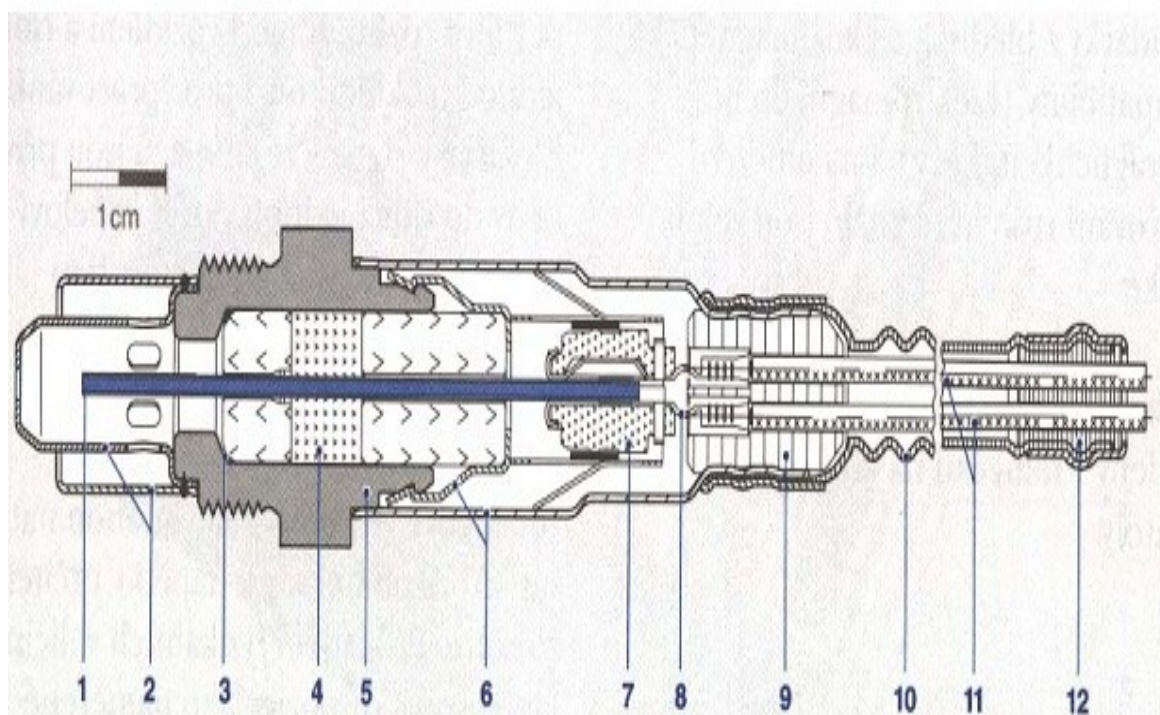
Jednovodičové – Neobsahujú výhrevné teliesko. Obsahujú len elektrochemický člen, z ktorého jeden vodič je ukostený cez výfuk a druhý signálový vodič je vyvedený von, je zvyčajne čiernej farby.

Dvojvodičové – Obsahujú výhrevné teliesko, aj elektrochemický člen. Jeden vodič je signálový (čierny, červený). Druhý vodič je napájanie výhrevného telieska (biely)

Trojvodičové – Obsahujú výhrevné teliesko, aj elektrochemický člen. Jeden vodič je signálový (čierny, červený). Druhý vodič je napájanie výhrevného telieska (biely). Tretí vodič je ukostenie signálu (sivý).

Štvorvodičové – Obsahujú výhrevné teliesko, aj elektrochemický člen. Jeden vodič je signálový (čierny, červený). Druhý vodič je ukostenie signálu (sivý). Tretí vodič je ukostenie vyhrievacieho telieska (biely). Štvrtý vodič je napájanie vyhrievacieho telieska (biely).

Planárna širokopásmová lambda sonda LSU4



1. Meracia komora
2. Dvojitá ochranná trubka
3. Tesniaci krúžok
4. Tesniaca hmota
5. Púzdro sondy
6. Ochranná objímka
7. Držiak kontaktu
8. Prepojovacia spona
9. Teflonová priechodka PTFE
10. Tvarová hadica PTFE
11. Päť prívodných vodičov
12. Tesnenie

Obrázok 8 Hlavné časti lambda sondy

Rozdelenie lambda sondy podľa teploty prevádzky:

1. Jednoduchá lambda sonda

Je najstarším vyrábaným typom, aby však snímala neskreslené dáta, musí sa zohriať na prevádzkovú teplotu pomocou výfukových plynov, čo môže trvať aj niekoľko minút.

2. Vyhrievaná lambda sonda

Má elektrické vyhrievanie, takže sa dostane na prevádzkovú teplotu za niekoľko sekúnd.

3. Planárna lambda sonda

Skladá sa z keramických fólií, v ktorých je zabudované vyhrievanie. Táto sonda sa zohreje na prevádzkovú teplotu behom 10 sekúnd. Ak má sonda jeden alebo dva drôty, je nevyhrievaná, pokiaľ má však tri alebo štyri drôty, táto sonda je vyhrievaná. Podľa farby drôtov je možné určiť o akú sondu sa jedná. Ak je fialový, čierny, šedý alebo biely jedná sa o sondu s oxidom zirkoničitým, ak je červený tak s oxidom titaničitým.

Životnosť lambda sondy:

Životnosť lambda sondy je ovplyvnená okrem iného aj jej konštrukciou. Zatiaľ čo nevyhrievané lambda sondy obvykle vypovedajú svoju životnosť približne po 50 000 až 80 000 kilometrov, vyhrievané lambda sondy vydržia podstatne dlhšie a bez problémov zvládajú najazd 150 000 až 200 000 kilometrov. Životnosť lambda sondy sa však výrazne znižuje v prípade, ak motor spaľuje nekvalitné palivo alebo ak spaľuje motorový olej.

Poruchy lambda sondy:

Typickým prejavom poškodenej či nefunkčnej lambda sondy sú zlé štarty a zápach benzínu výfuku, respektíve pre pravých autíčkarov sa môže jednať skôr o vôňu. Porucha sa však môže prejavovať aj zvýšenou spotrebou paliva, rozsvietenou kontrolkou motora či kolísaním otáčok. Na pamäti treba mať aj to, že pri nefunkčnej lambda sonde sa životnosť katalyzátora výrazne znižuje.

Príznaky porúch lambda sondy

- vysoké percento toxických látok vo výfukových plynoch

- dostatočná spotreba paliva; pokles dynamiky
- nestála činnosť katalyzátora
- viditeľné trhanie pri zohriatom motore

7.10 Príčiny porúch lambda sondy

- - ochladenie alebo vniknutie kvapaliny do dielu
- opotrebenie piestových krúžkov; použitie povrchovo aktívnych látok pre čistenie telesa lambda sondy
- vplyv nasýtenej zmesi benzínu a vzduchu na diel
- vysoké percento olovnatých zlúčenín v palive
- upchatie palivového filtra
- strata tesnosti v telese lambda sondy
- vniknutie plynov alebo vzduchu
- prerušenia v dodávke elektrickej energie v primárnom napájaní
- zvýšenie teploty lambda sondy v dôsledku používania nekvalitného paliva
- zhoršenie funkčných vlastností prvkov

Diagnostika lambda sondy

Pre diagnostiku lambda sondy je potrebné vykonať nasledovné kroky:

- je potrebné naštartovať a zahriať motor
- správne určenie zvyškového obsahu kyslíka vo výfukových plynoch je možné pri teplote 300-400 °C
- zhodnotenie frekvencie a formy signálu sa určí osciloskopom
- ďalej sa oplatí zistiť presné hodnoty odporu ohrievača pri izbovej teplote

- ukazovateľ sa bežne rovná 2-14 Ohmov
- je potrebné určiť napätie ohrievača pri prevádzke zapalovacej sústavy (požadovaný koeficient je 10,5 V)

Odporúčaná frekvencia diagnostiky lambda sondy je každých 30 000 najazdených kilometrov.

Oprava a výmena lambda sondy

Pre lambda sondu je aktuálny iba jeden typ odstraňovania závady. Ide o čistenie pri zašpinení smogom a plynmi. Demontáž dielu sa vykonáva pri teplote 50 °C, preto je nevyhnutné ju najskôr zahriať. Čistenie sa realizuje umiestnením sondy do kyseliny na 15-20 minút. Následne by sa mal prvok prepláchnuť v čistej vode a osušiť. Je tiež potrebné skontrolovať závit komponentu a aplikovať naň montážnu pastu. Je dôležité rozložiť pastu rovnomerne, bez toho aby sa dostala na ochrannú trubicu lambda sondy. Tiež by ste nemali čistiť prípojný nadstavec pre prívod kyslíka. Ak čistenie komponentu neprinieslo žiadany účinok, diel je potrebné vymeniť. Výmenu poškodeného dielu je možné realizovať samostatne alebo prostredníctvom skúseného technika.

Cena lambda sondy

Cena sa pohybuje v rozpätí cca 30 - 100 € pre autá bez športovej úpravy. Medzi kvalitných výrobcov lambda sondy patria značky Bosch, Denso, Vemo, Stark Automotive.

5 Výsledky práce

Pred demontážou si musíme pri naštartovanom motore zistiť ktoré časti systému sú poškodené koróziou (diery, rezonácia tlmičov hluku).

Po objavení chýb výfukového systému postupujeme takto:

- najprv demontujeme (ak to je nutné odbrúsime) skrutky ktoré spájajú výfukové potrubie s výfukovými zvodmi
- výfukové potrubia sú ku karosérii vozidla pripevnené pomocou gumených silentblokov, demontujeme ich jednoducho za pomoci kladiva alebo páčidla
- nasleduje zvesenie výfukového systému
- ak po očistení poškodeného miesta poškodenie nie je závažné (malé trhlinky a dierky) na opravu použijeme zvaračku a diery zacelíme a natrieme proti korózií
- ak je nutná výmena výfukovej rúry tak pomocou brúsky oddelíme poškodenú rúru a nahradíme ju novou
- privaríme ju zvaračkou
- rovnako postupujeme ak je poškodený tlmič hluku
- katalyzátor je k výfukovému systému pripevnený skrutkami tak že ak je to potrebné tak ho jednoducho demontujeme a oddelíme od systému

V dnešnej dobe nám stačí zájsť aj do autoservisu, kde nám vedú celú výfukovú sústavu mechanici skontrolovať a v prípade nájdenej chyby poškodenú časť vymeniť za novú.

6 Záver

História vzniku výfukového systému siaha až do 18. storočia. Prvé výfuky pozostávali iba z čistej rúry, ktorá spôsobovala hluk. Postupom času boli pridané rôzne pomocné prvky, ktoré zlepšovali účinnosť výfukového systému. Svojou prácou som zistil že je nutné sa starať o svoje výfukové potrubie v automobile ak chceme mať zaručený správny komfort, výkon vozidla a spôsobilosť jazdy. Pravidelnou starostlivosťou si vieme ušetriť čas ale hlavne kopu peňazí. Naučil som sa ako správne fungujú jednotlivé časti výfukového potrubia a na akú činnosť slúžia. To bolo mojím cieľom naučiť sa nejaké nové poznatky. Taktiež som sa naučil funkciu lambda sondy, spracovávať dokumenty na úrovni po teoretickej a praktickej časti. Táto práca môže kľudne slúžiť aj ako učebná pomôcka pre žiakov. Táto práca pomôže učiteľom a žiakom SPŠD pri výučbe odborného predmetu praxe. Na realizáciu tejto práce boli použité nevyžité súčiastky starého výfukového systému z nepojazdného vozidla.

7 Bibliografické údaje

<https://www.autodielyonline24.sk/nahradne-diely/katalyzator.html>

<https://www.autodielyonline24.sk/nahradne-diely/katalyzator-montazna-sada.html>

Jak funguje automobilový katalyzátor? - EnviWeb.cz

<https://avtotachki.com/sk/chtotakoevyhlopnaya-sistema-avtomobilya/>

<https://avtotachki.com/sk/rezonator-glushitelya-hto-eto-takoe-dlya-chego-ustanavlivaetsya-podrobnaya-informacziya/>

<https://autoride.sk/vedel-vsetko-vyfukovom-systeme-auta>

<https://www.pdmauto.sk/nahradne-diely/100004>

<https://www.autolexicon.net/cs/articles/lambda-sonda/>

<https://www.autodielygafa.sk/blogs/vyfukove-zvody---na-co-sluzi-tento-komponent-428>

Cestné vozidlá (CEV) – výfukový systém