**Procese de testare cu analizoare de gaze**

 **A. Măsurarea concentraţiei de oxid de carbon**

 Măsurarea concentraţiei de CO în gazele de evacuare se poate face cu analizoare de natură electrică sau cu raze infraroşii.

 Majoritatea metodelor de analiză a gazelor se bazează pe termoconductibilitatea amestecului de gaze, iar aparatele utilizate pot fi fără ardere şi cu ardere.

 Deşi mult mai simple, analizoarele fără ardere se utilizează cu o precizie acceptabilă în special la măsurarea concentraţiei gazelor care au o *termoconductibilitate* mult diferită în comparaţie cu alte gaze (H2, CO2, SO2, etc.).

 Senzorii utilizaţi sunt termorezistoare cu fir metalic sau termistoare. Montajul de măsurare este o punte Wheatstone. Două termorezistoare R1 şi R4 sunt spălate de gazul de analizat, iar celelalte, R2 şi R3, se află închise în tuburi ermetice umplute cu amestecul de gazela o anumită concentraţie cunoscută. Tuburile celor patru termorezistoare sunt plasate într-un bloc metalic, asigurându-se astfel uniformitatea temperaturii. Deplasarea cursorului Rp, acţionat de servomotorul M astfel încât puntea să fie în echilibru, este proporţională cu concentraţia gazelor.

 Analizoarele electrice cu ardere permit o determinare mai exactă a concentraţiei gazelor combustibile (CO, CH4,H2, etilenă, vapori de benzină), utilizând căldura de reacţie produsă prin arderea catalitică a acestora.

 Alte analizoare de gaz utilizează *metode spectrometrice*, care se bazează pe proprietatea substanţelor de a absorbi, reflecta, disipa sau refracta selectiv diferite radiaţii. Aceste radiaţii pot să aibă un spectru larg de frecvenţă, de la domeniul undelor audio (10kHz) până la radiaţiile X şi γ. De o largă utilizare se bucură analizoarele de gaz bazate pe *absorbţia radiaţiei infraroşii*. Gazele neelementare se caracterizează prin spectre de absorbţie specifice. De exemplu, în figura alăturată sunt prezentate spectrele de absorbţie pentru metan, etan, CO2 şi CO şi schema de principiu a unui astfel de analizor. Două surse de radiaţii infraroşii (1) şi (2) produc fasciculele a şi b care străbat celulele (5), (6), (7) şi (8) şi ajung la celulele receptoare (9) şi (10). Acestea comunică cu camera detectorului (11) format dintr-o membrană şi un electrod fix perforat care împreună formează un traductor capacitiv. Fasciculele a şi b sunt periodic şi simultan întrerupte de discul obturator (4) acţionat de motoraşul sincron (3). Gazul de analizat este adus la celula (8), în timp ce celula (7) este umplută cu un gaz neabsorbant, de exemplu N2. Celule receptoare (9) şi (10) sunt umplute cu componenta căutată în stare pură. Dacă în gazul de analizat această componentă nu se află, în ambele camere receptoare se absoarbe aceeaşi cantitate de energie, temperatura şi presiunea din aceste camere, deşi oscilează în ritmul obturării produse de discul (4), rămâne identică şi senzorul capacitiv (11) rămâne nemişcat. Dacă în gazul de analizat introdus în celula (8) se găseşte componenta căutată, o parte din radiaţia infraroşie va fi absorbită corespunzător cu concentraţia componentei respective. Ca urmare energia absorbită în camera (10) scade împreună cu presiunea şi senzorul capacitiv (11) este acţionat periodic de diferenţa de presiune creată. Variaţia capacităţii este convertită în semnal electric care, amplificat în blocul electronic (12), se aplică indicatorului (13) gradat în procente de volum.

 *Metodica testării motoarelor* cu analizoare electrice sau cu radiaţii infraroşii presupune îndeplinirea a două condiţii preliminare:

- instalaţia de aprindere a motorului să fie în stare tehnică bună:

- traseul gazelor de la motor până la toba de eşapament să fie etanş.

 Înainte de începerea probelor, motorul se încălzeşte până la temperatura normală de regim (uleiul să se afle la minim 60oC), iar analizorul se etalonează pentru aducerea acului indicator la zero. Se introduce apoi sonda de prelevare în ţeava de evacuare a vehiculului, pe o adâncime de minim 30 cm, pentru a preveni eventualele imixtiuni de aer produse de pulsaţia gazelor, după care se face legătura dintre sondă şi aparat şi se pune analizorul în funcţiune.

 Analizoarele permit verificarea calităţii amestecului şi a concentraţiei de CO la ralanti, la turaţii mijlocii şi în regim de accelerare. La ralanti testările se efectuează pornind motorul cald şi lăsându-l să funcţioneze la turaţia prescrisă de constructor, până când indicaţiile analizorului se stabilizează (90 – 120 s). La acest regim, concentraţia de CO nu trebuie să depăşească fie limita indicată de constructor, fie limita legală admisă de 4,5%.

 Concentraţiile superioare sunt indiciile:

- amestecului prea bogat în benzină, datorită reglajului defectuos al amestecului la ralanti

- uzurii jicloarelor

- înfundării canalelor de aer ale circuitului de mers în gol

- nivelului prea ridicat al benzinei în camera de nivel constant

- presiunii prea mari a benzinei refulate de pompă

- filtrului de aer extrem de murdar

 Se creşte apoi progresiv turaţia la 2000 – 3000 rpm, observând dacă indicaţiile analizorului se îndreaptă spre zona amestecurilor sărace în raport cu valoarea citită la ralanti, respectiv spre reducerea concentraţiei de CO. Stabilizarea indicaţiilor la valori ale dozajului mai mici de 12, indică un amestec bogat livrat motorului la regimuri mijlocii de turaţie, iar dacă indicaţiile analizorului se stabilizează la valori mai mari de 14, aceasta înseamnă că amestecul este prea sărac.

 După această verificare, se reduce turaţia motorului la 1000-1400 rpm şi se accelerează brusc. Procentul de CO trebuie să crească rapid, iar indicaţia aparatului se va produce în zona amestecurilor bogate la un motor care funcţionează corect. După încetarea regimului de accelerare, indicaţiile analizorului trebuie să revine la valorile normale pentru regimul de ralanti.

 **B. Măsurarea concentraţiei de hidrocarburi**

 Metodele folosite în pentru măsurarea concentraţiilor de hidrocarburi din gazele de evacuare se bazează pe analiza în infraroşu şi ionizarea în flacără. O sensibilitate deosebită se obţine la *analiza substanţelor cu flacără de hidrogen*. Prin ardere în aer, hidrogenul curat nu produce practic ioni şi de aceea rezistenţa flăcării hidrogenului este foarte mare (1012...1014Ω). Dacă împreună cu hidrogenul se aduce şi gazul de analizat, se produce ionizarea moleculelor acestuia şi rezistenţa dintre electrozii (1) şi (2) ai traductorului se micşorează cu atât mai mult cu cât concentraţia gazului analizat este mai mare. Ca urmare creşte curentul şi căderea de tensiune pe rezistenţa R care se aplică prin amplificatorul (3) la înregistratorul (4).

 Deoarece analizoarele cu ionizare au costuri ridicate, ele sunt folosite doar în cercetare, în practica curentă fiind preferate analizele cu infraroşii.

 **C. Măsurarea concentraţiei oxizilor de azot**

 Se pot folosi analizoare cu raze infraroşii sau cu chemiluminiscenţă, primele fiind preferate în pofida unor performanţe mai scăzute în ceea ce priveşte sensibilitatea, precizia şi domeniul de măsurare, datorită preţului mult mai accesibil.

 **D. Măsurarea concentraţiei de bioxid de carbon**

 Operaţia devine utilă atunci când se analizează calitatea arderii în motor. De regulă se folosesc analizoare cu infraroşii.

 **E. Măsurarea concentraţiei de oxigen**

 Unele gaze, ca oxigenul şi bioxidul de azot, au *proprietăţi paramagnetice* (se magnetizează în prezenţa câmpurilor magnetice). La aceste materiale permeabilitatea relativă este supraunitară, iar susceptibilitatea magnetică este pozitivă. Susceptibilitatea specifică χm/ρ, ρ fiind densitatea, scade mult cu creşterea temperaturii.

 Un analizor de oxigen bazat pe varierea susceptibilităţii magnetice este prezentat în figura următoare. Gazul analizat circulă în direcţia săgeţilor printr-un tub de formă inelară (1). O conductă transversală din sticlă cu pereţi subţiri (2) are dispusă pe ea o înfăşurare rezistivă cu priză mediană care formează două braţe ale unui punţi Wheatstone. O jumătate din înfăşurare este plasată între polii unui magnet permanent (3) cu o inducţie puternică. Un gaz care conţine numai componente diamagnetice trece prin conducta inelară fără să traverseze şi conducta transversală, iar puntea se află în stare de echilibru. Dacă gazul conţine molecule de oxigen, acestea vor fi atrase de magnetul permanent şi vor intra în tubul transversal. Aici susceptibilitatea lor scade datorită încălzirii şi alte molecule mai reci, din partea stângă, cu susceptibilitate mai mare, tind să le ia locul, determinând astfel un curent de molecule a cărui viteză depinde de concentraţia de oxigen în gazul analizat. Acest curent va produce o încălzire suplimentară a jumătăţii de dreapta a tubului transversal şi astfel puntea se dezechilibrează. Indicatorul de pe diagonala punţii va sesiza acest dezechilibru, fiind gradat direct în procente de volum de oxigen.

 Măsurarea concentraţiei oxigenului se poate face şi cu ajutorul *senzorilor de oxigen cu electrolit solid*. La temperaturi mai mari de 350oC, o ceramică din oxid de zirconiu (ZrO2) şi oxid yttriu (Y2O3) sunt bune conducătoare ionice de oxigen.

 Conductibilitatea electrică la o asemenea ceramică se realizează prin ioni de oxigen (O- -) cu transport de materie, ca la electroliţi. Un asemenea senzor este realizat din doi electrozi de platină poroasă plasaţi pe ceramică din oxizii numiţi mai sus. Dacă aceşti electrozi sunt supuşi la o diferenţă de presiuni parţiale de oxigen, atunci ansamblul formează un element galvanic. Electrodul care se află la o presiune parţială a oxigenului p2 mai mare devine catod, unde are loc reacţia O2 + 4e- → 2O - -. Celălalt electrod, aflat la o presiune mai mică p1 devine anod, unde se produce reacţia 2O - -→ O2 + 4e-. Dacă circuitul exterior este închis, prin acest circuit circulă un curent de la anod la catod, în timp ce prin electrolitul solid trec ionii de oxigen de la catod la anod. Dacă circuitul este deschis, se generează o tensiune care depinde presiuni. Dacă se cunoaşte o presiune parţială a oxigenului, se poate determina cealaltă presiune.

 Pe baza senzorilor de oxigen cu electrolit solid s-a construit *sonda lambda*, care serveşte la reglarea optimă a amestecului aer – carburant la motoarele cu ardere internă. Denumirea provine de la coeficientul λ ce caracterizează gradul de combustie al carburantului. La o ardere completă, λ=1, la amestec bogat λ<1, la amestec sărac λ>1. În ultimele două situaţii în gazele eşapate apar componente poluante.

 **Măsurarea gradului de fum**

 Culoarea şi nuanţa fumului emis de motorul Diesel sunt criterii utilizate în aprecierea existenţei unor defecţiuni care deteriorează procesul normal de ardere în cilindrii motorului sau mijlocesc pătrunderea lubrifiantului în camera de ardere.

 Gradul de fum din gazele de evacuare reprezintă un parametru de diagnosticare cu informativitate relativ redusă, deoarece depinde de mai mulţi parametrii de stare ce se pot localiza la instalaţia de alimentare, la mecanismul motor, la mecanismul de distribuţie sau la mecanismul de răcire. De aceea investigaţia trebuie continuată printr-o diagnosticare pe elemente, pentru a se localiza defecţiunea la unul din subansamblurile motorului.

 Cauzele producerii fumului în gazele de evacuare pot fi urmărite în tabelul următor:

| **Culoarea fumului** | **Regimul motorului** | **Defectul probabil** | **Observaţii** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Negru sau gri închis** | La orice turaţie şi la sarcină plină, precum şi la accelerare. | Debitul maxim al pompei prea ridicat |  |
| La sarcină plină şi turaţii medii sau mijlocii; motorul este mai silenţios decât normal. | Avans la injecţie mic |  |
| Sarcină plină, turaţii mici şi mijlocii; motorul este mai zgomotos decât în mod normal. | Avans la injecţie mare | Se manifestă la motoarele diesel cu injecţie directă |
| Sarcină plină şi turaţii înalte. | Filtru de aer îmbâcsit |  |
| Fum intermitent, în valuri, însoţit de zgomote explozive. | Ac de injector blocat în poziţia deschis |  |
| Sarcină plină şi turaţie înaltă; tendinţă de supraturare. | Regulatorul este reglat la o turaţie maximă prea ridicată |  |
| La toate sarcinile şi turaţiile. | Jetul loveşte capul pistonului datorită montării greşite a injectorului |  |
| Sarcini şi turaţii ridicate, dar nu maxime. | Cursa acului injector prea mare | Depăşirea cursei maxime admisibilă cu 0,1mm la pulverizatoarele conice şi 0,06 mm la cele cu ştift |
| Sarcină plină şi turaţii nedefinite. | Echiparea cu injectoare de tip diferit de cel prescris |  |
| Sarcină plină, turaţii medii şi înalte; putere redusă a motorului. | Conducte de înaltă presiune deformate sau diametrul interior mai mic decât cel norma | Diametrul liber al conductei nu trebuie să fie mai mic de 0,5 mm faţă de cel normal |
| Idem | Segmenţi blocaţi sau sparţi; supape blocate sau neetanşe; injectoare sau bujii de pornire fixate neetanş; jocul distribuţiei incorect; arc supapă rupt; ordine de injecţie incorectă, supape de refulare uzate, presiune de injecţie mică; injector cocsat; vârful pulverizatorului spart; galerie de admisiune ancrasată; arbore cu came montat greşit, arcul sau tija injectorului rupte; uzura orificiilor pulverizatorului |  |
| **Albăstrui** | Sarcini parţiale şi în regim de frână de motor | Ruperea pragurilor segmenţilor; griparea pistonului; segmenţi blocaţi sau rupţi; spargerea sau uzura ghidului de supapă |  |
| **Alb** | Sarcini parţiale, mers în gol, turaţii mici | Deteriorarea garniturii de chiulasă; apă în motorină, sistem de răcire defect (termostat blocat în poziţia deschis), motor prea rece |  |

 Există trei procedee de măsurare a densităţii fumului în gazele de evacuare ale motoarelor:

 **A.** **Prin filtrare**

Gazele evacuate sunt forţate străbată un filtru care reţine funinginea, aprecierea cantităţii de funingine reţinute făcându-se pe cale vizuală, prin fotometrie, prin cântărire sau prin ardere

 **B. Prin absorbţie**

 Gazele evacuate circulă în flux continuu printr-un tub deschis la ambele capete şi încadrat de un bec şi o celulă fotoelectrică. Gradul de fum este apreciat prin absorbţia luminii în gaz.

 **C. Prin reflexie**

 Un jet de gaze evacuate traversează un fascicul de lumină. Intensitatea luminii reflectate este proporţională cu conţinutul de funingine şi se măsoară pe cale fotometrică.

 Pe baza acestor trei principii au fost construite aparate de măsură numite opacimetre sau fummetre.

