

SISTEMUL DUAL DE ALIMENTARE A MOTOARELOR DIESEL

Autor: doctorand Ilie BEIU
Conducător științific: conf. univ. dr. Ilie MANOLI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Principiul numit DUAL FUEL adică utilizează simultan două tipuri de carburant: diesel și gaz aditivi. Principiile prevăzute în combustibil DUAL au fost folosite pentru a optimiza performanța motorului chiar de creatorul de motoare diesel Rudolf Diesel. Datorită posibilităților electronice de control, sistemul poate fi instalat pe diferite tipuri de motoare diesel. Precum și vehiculele cu motor turbo și natural aspirat, cu sisteme Common rail, vehiculele cu pedala de accelerație electronică și diesel versiunile anterioare.*

Cuvinte cheie: *sistem de alimentare, motorină, GPL,.*

1. Introducere.

Sistemul utilizat de noi folosește un amestec de motorină cu GPL. Dezvoltarea acestui sistem dual, motorină + GPL (DFD =dual fuel diesel), a fost motivată de obținerea unor cheltuieli mai reduse pentru combustibil, obținerea unor emisii poluante mult mai mici, precum și a unei fiabilități mai mari a motoarelor diesel. Motorina, care are o ardere de 82%, amestecată cu propanul dezvoltă o ardere aproape completă de 97,5%, asemănătoare cu a benzinei. Trebuie specificat faptul că, instalația GPL pentru diesel are o justificare importantă numai pentru mașinile care circulă mult în afara localităților. Funcționând în sistem dual, senzorul de poziție al pedalei de accelerație, transmite calculatorului creșterea debitului de combustibil pe măsură ce pedala este apăsată. În acest moment, se schimbă procentul de amestec motorină/gpl în favoarea GPL-ului. Adică, în momentul creșterii turației, se modifică procentul de amestec: cel de motorină scade și cel de GPL crește. Astfel se obține și arderea completă și creșterea puterii motorului. Proiectul vizează ecologizarea transportului de suprafață prin utilizarea unor combustibili alternativi. Înăsprirea continuă a legislației interne și internaționale privind normele de emisii poluante la motoarele diesel, în special emisia de NO_x și conținutul de particule, a impus efectuarea unor studii privind utilizarea unor combustibili alternativi. Dintre combustibilii alternativi gazoși, Gazul Petrolier Lichefiat – GPL, are cele mai promițătoare perspective de utilizare datorită în primul rând existenței infrastructurii de distribuție creată pentru alimentarea automobilelor echipate cu motoare cu aprindere prin scînteie și în al doilea rând datorită masei sale moleculare mici și presiunii înalte de vaporizare, ceea ce asigură omogenitatea amestecurilor aer-combustibil în faza arderii. Astfel se poate asigura funcționarea motorului diesel de automobil cu emisii joase de funingine și CO₂, la aceleași performanțe energetice cu ale motorului standard. GPL este pe locul al treilea între combustibilii folosiți de motorul cu ardere internă. Procedeu propus pentru alimentarea motorului cu aprindere prin comprimare cu GPL este procedeu diesel-gaz. Prin acest procedeu, se prognozează ca emisiile de oxizi de azot NO_x scad cu 15-40%, cele de hidrocarburi nearse HC cu 30-60%, iar emisiile de particule aproape dacă sunt sesizabile, în timp ce emisia de CO₂ se situează la nivelul celei rezultate în urma alimentării motorului diesel cu motorină. Neconținând sulf, GPL este un combustibil care protejează filtrul de particule și, implicit, mediul inconjurător.

2. Injectarea gazului în motor.

Gazul este injectat de către injectoare în galeria de admisie. Ștuțurile din galeria de admisie se vor monta după unitatea turbo-intercooler. Unitatea de control electronic (ECU) a sistemului de alimentare dual diesel-gaz are rolul de a controla injecția de gaz. În acord cu parametrii prezenți (temperatura reductorului, temperatura gazului, presiune vaccum, rpm) și parametrii setați, cu ajutorul softwarelui calculează timpul de injecție necesar funcționării motorului.

- 1) unitatea electronică verifică toate componentele sistemului.
- 2) unitatea electronică trebuie montată departe de sursele de caldură și lichid (tubulatura evacuare gaze și radiator).
- 3) unitatea de control poate fi montată în orice poziție, neinfluențând funcționarea acesteia.

- 4) în cazul în care unitatea este fabricată din aluminiu vom folosi un card pentru a proteja piesele electronice.

3. Avantajele utilizării acestui sistem.

- 1) economie de combustibil între 5%-40%, în funcție de sarcină;
- 2) creșterea puterii motorului pînă la 30%;
- 3) creșterea cuplului motor pînă la 40%;
- 4) uleiul se pastrează mai mult timp curat (schimbul se face la un număr mai mare de kilometri);
- 5) creșterea semnificativă a fiabilității motorului;
- 6) reducerea costurilor pentru întreținerea motorului, datorate arderii complete;
- 7) reducerea emisiilor poluante și automat a mirosului specific al gazelor de evacuare;
- 8) reducerea zgomotului motorului.

4. Modelarea proceselor din cilindrul motorului.

Prin modelarea proceselor care stau la baza funcționării motoarelor cu ardere internă pot fi prestabilite performanțele de putere și economicitate la diferite regimuri de funcționare. Pentru determinarea performanțelor de putere și economicitate ale motorului s-a conceput un model fizico-matematic de simulare a proceselor din cilindrul motorului diesel alimentat cu motorina și GPL prin metoda diesel-gaz. Modelul de simulare ia în considerare și efectul răcirii produs de vaporizarea motorinei, evidențiind influența acestui parametru asupra întârzierii la autoaprindere, în condițiile în care GPL este injectat în timpul admisiei, în cilindrul motorului formîndu-se un amestec omogen aer – GPL. Arderea este tratată diferit pentru cei doi combustibili. Arderea celor doi combustibili este simulată după o lege de ardere de tip Vibe. Acest model de calcul a fost aplicat la un motor cu aprindere prin comprimare cu injecție directă, supraalimentat, cu cilindrul totală $V_t=1,6$ litri, patru cilindri, $(S/D=80,5/76)$ turația de putere maximă $n=5000$ rot/min, raportul de comprimare $\epsilon=18,25$. Avansul de injecție al motorinei a fost menținut constant. Pe măsură ce se mărește doza de GPL pe ciclu, se reduce corespunzător doza de motorină, iar coeficientul de exces de aer s-a micșorat pentru refacerea puterii motorului. Pe baza modelării efectuate a fost determinată variația presiunii din cilindrul cu unghiul α rotație arbore cotit (fig.1), variația vitezei maxime de creștere a presiunii în timpul arderii ($dp/d\alpha$) $\max=f(x_c)$, a presiunii medii indicate p_i (fig.2.2), a temperaturii maxime T_{\max} , a presiunii maxime p_{\max} și a consumului specific indicat c_i cu doza de GPL – x_c .

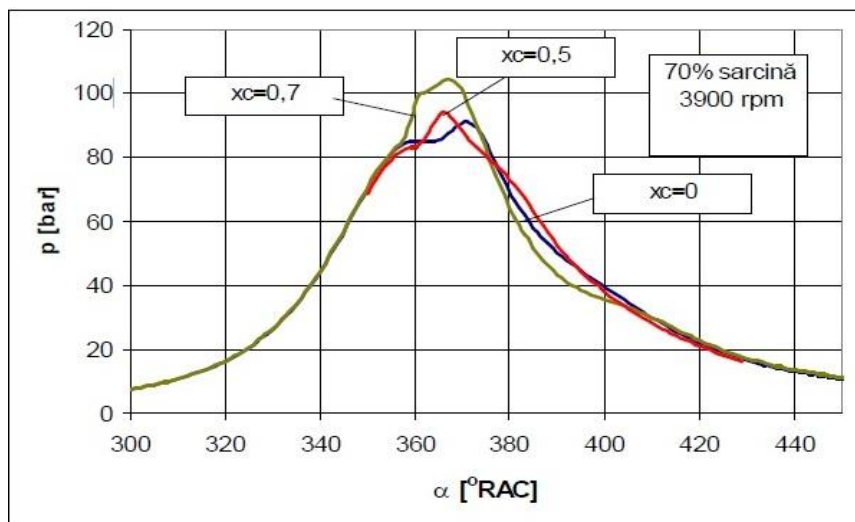


Figura 1- Variația presiunii din cilindrul motorului diesel alimentat cu diferite procente de GPL

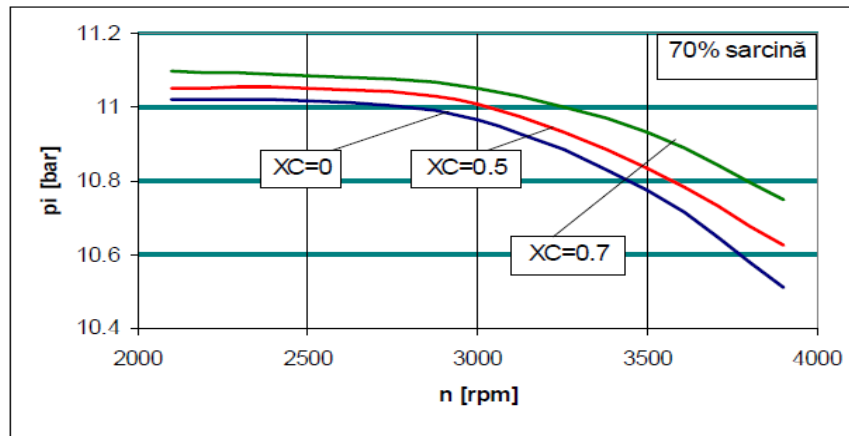


Figura 2 – Variația presiunii medii indicate cu turația și procentul xc de GPL

Prin utilizarea modelului fizico-matematic și a programului de calcul au fost simulate diverse regimuri de funcționare atât la sarcina totală cât și la sarcini parțiale (frecvent utilizate în exploatare – 40% și 70%) și la diverse turații pe tot domeniul de funcționare a motorului. Procentul de înlocuire a motorinei cu GPL este limitat la 70% pentru a limita presiunea maximă a gazelor pe ciclu și viteza de creștere a presiunii în vederea evitării amplificării zgomotului de ardere. La creșterea dozei de GPL se constată creșterea presiunii maxime și a vitezei maxime de creștere a presiunii în timpul arderii, fără ca nivelul lor să atingă valori ce ar periclita securitatea motorului. De asemenea se constată o creștere moderată a presiunii medii indicate, modelarea efectuată confirmând posibilitatea conservării puterii motorului.

Rezultatele modelării proceselor termo-gazodinamice din cilindrul motorului alimentat în sistem dual cu motorină și GPL au permis efectuarea calculului echipamentului de injecție a GPL în poarta supapei de admisie. Dimensiunile fundamentale ale injectorului au fost determinate în două variante constructive definite de diametrul injectorului și înălțimea de ridicare a acului injectorului. Durata injecției GPL este definită de doza ciclică de GPL și presiunea de injecție. Analiza rezultatelor obținute în urma calculului privind transferul de căldură și pierderile de presiune prin vaporizatorul de GPL arată că sunt satisfăcute condițiile optime de asigurare a curgerii GPL în fază gazoasă spre galeria de admisie a motorului cu alimentare duală. Soluția de interfațare a unităților de comandă a motorului alimentat în sistem dual propusă, permite controlul electronic al funcționării.

5. Realizarea echipamentului de injecție GPL pentru motorul Diesel model experimental.

Pentru utilizarea GPL la motorul diesel, soluție considerată o perspectivă imediată, de o mare oportunitate pentru creșterea economicității și reducerea nivelului de emisii poluante, s-a impus reproiectarea instalației de alimentare a motorului, avînd în vedere diferențele dintre proprietățile acestuia și combustibilul clasic-motorina și procedeul de alimentare. În figura 3 este prezentată schema de alimentare a motorului experimental dual diesel-gaz.

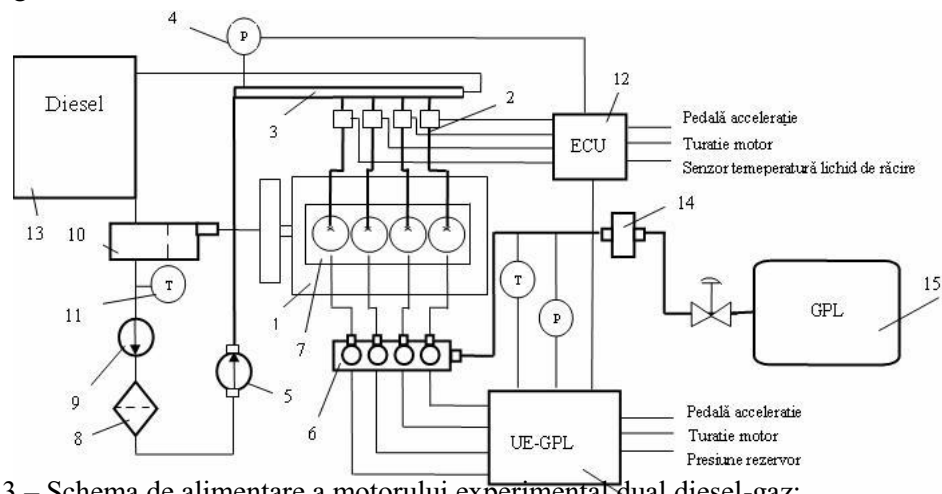


Figura 3 – Schema de alimentare a motorului experimental dual diesel-gaz:

1 - Motor; 2 - Injector comandă electronică; 3 - Rampa de înaltă presiune; 4 - Senzor presiune; 5 - Pompa de înaltă presiune; 6 - Baterie injectoare GPL; 7 - Chiulasa; 8 - Filtru; 9 - Pompa alimentare; 10 - Supapa de

reglare a presiunii; 11 - Senzor de temperatură; 12 - Unitate comandă diesel; 13 - Rezervor combustibil diesel; 14 - Regulator-vaporizator; 15 - Rezervor GPL; 16 - Unitate comandă GPL.

Instalația de alimentare cu GPL a fost testată pe un stand realizat în laboratoarele catedrei. Simularea funcționării echipamentului de alimentare cu GPL pe stand a urmărit stabilirea funcționalității și stabilirea reglajelor necesare modificării debitului de GPL injectat la diferite sarcini ale motorului pe tot domeniul de turații ale acestuia. În acest scop a fost conceput și realizat un stand experimental, la care s-a utilizat ca fluid de lucru aerul furnizat de un compresor. Debitele de aer au fost convertite în debite GPL. Pentru efectuarea simulării echipamentului de alimentare cu GPL s-a utilizat o unitate de control cu ajutorul căreia au fost simulate diferite condiții de lucru reale pentru echipamentul de injecție, la diferite durate de deschidere a supapei injectorului (pana la 50% din durata maximă de deschidere), la diferite regimuri de turații și la diferite presiuni de lucru.

Generatorul de impulsuri utilizat a simulat senzorul de turații montat pe volantul motorului, iar frecvența acestor impulsuri a fost modificată pe un segment de la 25 până la 66 Hz, simulându-se astfel regimurile de turație ale motorului alese între 2100 și 3900 rot/min. Impulsurile produse de generator au fost transmise la unitatea electronică de comandă și control a blocului de injectoare. Frecvența impulsurilor generate a fost modificată cu ajutorul programului de comandă instalat pe un calculator PC, program cu ajutorul căruia a putut fi modificată și durata de deschidere a injectoarelor.

6. Concluzii.

În urma simulării funcționării echipamentului de injecție GPL, se pot trage următoarele concluzii:

1. Investigațiile experimentale efectuate au confirmat funcționalitatea sistemului de alimentare cu GPL a motorului;
2. Echipamentul realizat poate asigura alimentarea cu GPL a motorului în diferite doze cerute de regimul de funcționare a motorului;
3. Utilizarea informațiilor obținute în urma investigațiilor experimentale ale motorului pe stand v-or fi necesare la modelarea proceselor din cilindrul motorului și la simularea funcționării echipamentului de injecție GPL.

Bibliografie

1. <http://www.ingineria-automobilului.ro>
2. www.spms.pub.ro
3. <http://e-automobile.ro>
4. http://www.cm.tuiasi.ro/docs/CM%20fasc%202_2008%20romana.pdf
5. <http://nordservice.ro/instalatii-gpl-diesel/>
6. <http://declarationline.ro/blog/blog/2012/02/25/instalatie-gpl-pt-motoarele-pe-motorina-diesel-/>
7. <http://www.ipa.ro/AMTRANS/ceex2007/simpozion/PARTEA-I/20-Lucrare-X2C10.pdf>