

# UN STUDIU COMPARATIV ASUPRA PERFORMANȚELOR UNUI MOTOR ALIMENTAT CU BENZINĂ ȘI CU GAZ PETROLIER LICHIFIED

Conf. dr. ing. Radu CHIRIAC, S.I. dr. ing. Robert RADU,  
Ing. Dan NICULESCU, Prof. dr. ing. Nicolae APOSTOLESCU

UNIVERSITATEA POLITEHNICA București

*Abstract. This study presents a possibility for alternative fuelling with gasoline and liquefied petroleum gas (LPG) of a DACIA 1400 (102-13) engine.*

*The engine performances, efficiency and pollutants emissions are presented for a simple technical solution of carburetor converted to mixer behavior. It is noticed that the maintaining of the power and torque performances over the entire range of operating regimes is associated with the effective efficiency improvement for normal cyclic variability and low CO and HC emissions when lean mixtures are used.*

## 1. INTRODUCERE

Gazul petrolier lichefiat (GPL) s-a impus în ultimul deceniu ca un combustibil alternativ important pentru motoarele cu ardere internă de autovehicul. Se apreciază că pe plan mondial, parcul de autovehicule alimentate cu GPL a depășit cifra de 6 milioane în anul 2000 și că acesta continuă să crească [1]. Succesul cu care s-a impus a fost determinat de existența unei producții mondiale de GPL care să-i poată asigura o pondere semnificativă în balanța consumului de combustibili auto și, în egală măsură, de unele proprietăți fizico-chimice ale GPL care sunt favorabile pentru arderea în motorul cu aprindere prin scânteie [2]. Prin valorificarea acestor proprietăți specifice se poate obține ridicarea randamentului indicat până la valori de ordinul 0,40 [3] și reducerea sensibilă a emisiilor poluanțe. Înlocuirea motoarelor diesel la autobuzele urbane prin motoare cu aprindere prin scânteie alimentate cu GPL, permite eliminarea practic completă a emisiilor de particule.

Sistemul de alimentare cu GPL a motorului este de o importanță specială pentru performanțele motorului de autovehicul. Cea mai simplă soluție constă în trecerea sa prealabilă printr-un vaporizator și introducerea vaporilor în sistemul de admisie printr-un amestecător, care dozează combustibilul în amestecul cu aerul, într-un sistem de control în buclă deschisă. În prezent, se aplică și soluția de sistem cu injecție de GPL în fază lichidă în coloana de aer la admisie și sistem de control în buclă închisă [4]; ultima soluție este cea mai avansată, oferind posibilitatea unor performanțe superioare de putere și randament și emisii mai reduse comparativ cu soluția cu amestecător [2], [5], [6].

Pentru motorul de autoturism, în condițiile actuale de existență a unei rețele limitate de alimentare cu GPL, asigurarea posibilității de alimentare cu doi combustibili, GPL și benzină apare drept o condiție rațională. În această situație, se procedează de multe ori la soluția aparent cea mai simplă, de adaptare a motorului conceput pentru funcționarea cu benzină, prin montarea amestecătorului în amontele carburatorului standard. Intervine astfel o modificare a caracteristicilor de curge-

re a sistemului de admisie, cu influență negativă asupra umplerii cilindrilor și implicit asupra performanțelor, în primul rând de putere, ale motorului.

Prezentul studiu își propune să evidențieze posibilitatea ca printr-o altă soluție tehnică tot simplă, de adaptare a carburatorului standard, pentru a-i se confei și funcția de amestecător, să se obțină menținerea neschimbătă a performanței de putere, o dată cu asigurarea unor condiții avantajoase de randament și emisii poluanțe.

## 2. DETALII EXPERIMENTALE

### 2.1. Motorul modificat DACIA 1400

Studiul a fost condus pe un motor DACIA 1400, prevăzut cu posibilitatea alimentării alternative cu GPL și cu benzină. În acest sens, s-a procedat la o adaptare a carburatorului standard al motorului. Cealaltă soluție simplă posibilă, de montare a unui amestecător pentru GPL în amontele carburatorului standard, a fost evitată întrucât antrenează o modificare a condițiilor de curgere a aerului în sistemul de admisie și implicit o modificare a caracteristicii de dozaj și a coeficientului de umplere în condițiile alimentării cu benzină.

În soluția aleasă, GPL este introdus după vaporizare, în două zone ale carburatorului: a) în secțiunea minimă a difuzorului, pentru regimurile de funcționare cu debite mijlocii și mari de aer; b) în zona de sub obturator, pentru regimurile cu debite mici de aer. În zona difuzorului s-a practicat numai un canal de legătură prin peretele difuzorului, la care s-a racordat conducta de legătură. Pentru alimentarea cu combustibil în zona de sub obturator, s-a intercalat între carburator și galeria de admisie un amestecător, cu orificii distribuite la 90°, care favorizează amestecarea combustibilului cu aerul (fig. 1). Soluția asigură alimentarea corespunzătoare cu combustibil gazos la toate regimurile de funcționare și nu are nici o influență în alternativa alimentării cu benzină. Comparativ cu reglajul standard al dozajelor, la funcționarea cu benzină, în cazul alimentării cu combustibil gazos se realizează amestecuri mai sărăce în zona debitelor mari de aer, și mai ales la debite mici de aer (fig. 2).

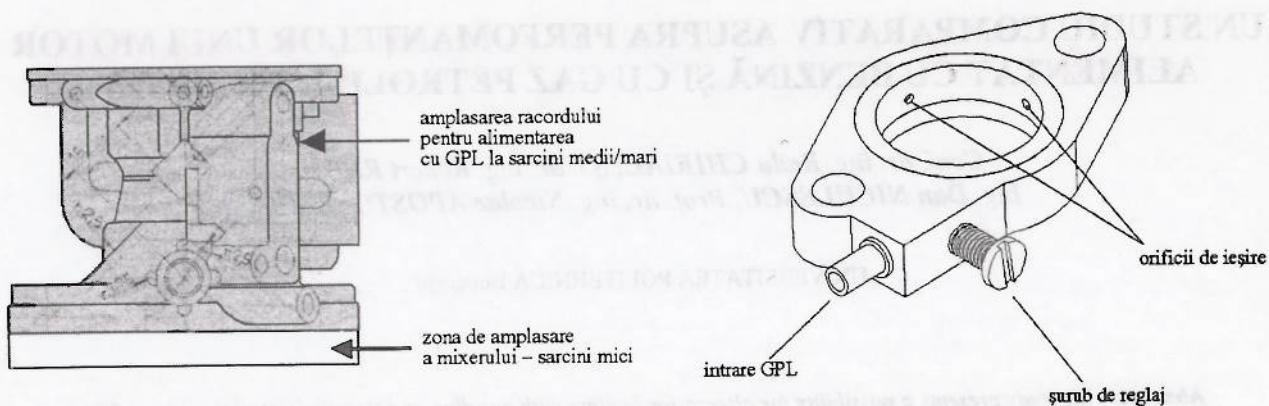


Fig. 1

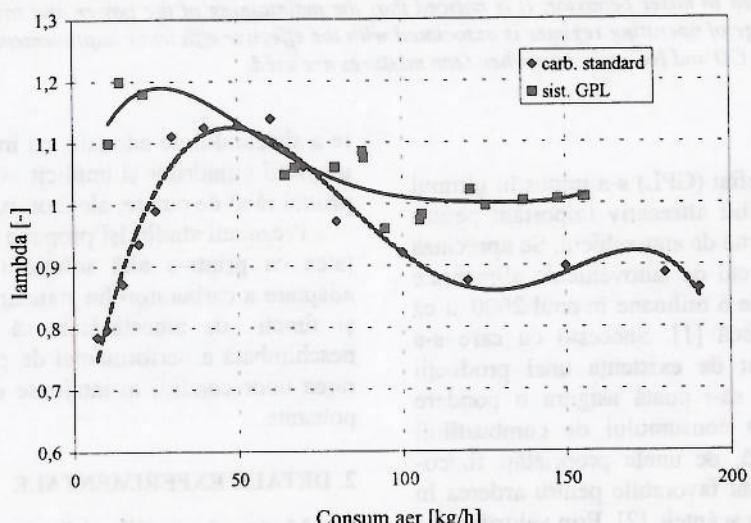


Fig. 2

În alternativa de alimentare cu benzină, motorul a funcționat cu echipamentul electric de aprindere standard stabilindu-se în aceste condiții valorile de referință. În cazul alimentării cu GPL, motorul a fost echipat cu o instalație de aprindere tranzistorizată și cu bobină de inducție modificată [7], care realizează o scânteie de energie și putere mărită (~ 30,2 mJ față de 20,1 mJ și, respectiv, ~12,1 W față de 8,4 W).

Caracteristica de tensiune a descărcării a fost determinată cu un traductor de înaltă tensiune (Tektronix P6015). Curentul a fost măsurat succesiv cu un traductor transformator (Tektronix P6021, cu banda de 300 Hz ... 7 MHz) și cu un rezistor de  $10 \Omega$ . Caracteristicile de tensiune și de curent au fost înregistrate simultan cu un osciloscop numeric (Tektronix TDS 320) (fig. 3).

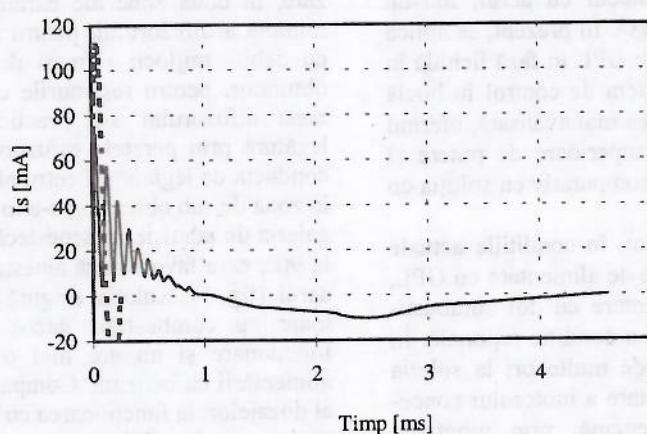


Fig. 3

## 2.2. Condiții experimentale

Standul de probe pentru motor a fost echipat cu frână electrică cu curenți turbionari și cu echipament de măsură pentru turație și moment motor, consumul de aer și combustibil, avansul la declanșarea scânteii și caracteristicile scânteii electrice, emisiile din gazele de evacuare. Fiecare regim stabilizat de funcționare a fost definit prin turația motorului  $n$ , presiunea din sistemul de admisie  $p_{ca}$ , coeficientul de dozaj  $\lambda$ , la fiecare regim s-a asigurat reglajul avansului minim de moment maxim al scânteii (AMM). De asemenea, la fiecare regim de funcționare a fost realizată achiziția datelor presiunii din cilindrul nr. 1 pentru 1000 cicluri succeseive, cu un echipament AVL Indimeter 617; echipamentul asigură calculul presiunii medii indicate PI, presiunii maxime PMAX și caracteristicii degajării căldurii. În consecință, s-a putut urmări variabilitatea ciclică, măsurată prin COVPI, care nu a depășit limita general acceptată COVPI  $\leq 3\%$ .

Probele au urmărit o matrice de regimuri care a inclus sarcini variabile și o gamă de turații: a) sarcina maximă și turația variabilă între 2000 și 5000 rpm, verificându-se dacă în varianta de alimentare cu GPL sunt afectate performanțele standard de putere și moment ale motorului; b) sarcini medii și două turații (2500 și 3500 rpm), alese în zona de maxim al momentului motor; sarcina inferioară, la 1600 rpm, regim considerat specific deplasării în condiții de trafic urban al unui autoturism, cu viteză constantă.

## 3. REZULTATE EXPERIMENTALE

**Regimuri de sarcină maximă.** Datele obținute la regimurile de sarcină maximă au confirmat condiția impusă soluției simple acceptate pentru adaptarea la funcționarea cu GPL: menținerea nivelului standard al performanței de putere și moment maxim (fig. 4). În varianta de alimentare cu GPL, motorul a funcționat pe întreaga gamă de turații cu un amestec sărac,  $\lambda \approx 1,0$ , iar în varianta de funcționare cu benzină, cu un amestec bogat,  $\lambda \approx 0,8$ .

Menținerea cvasiconstanță a presiunii medii indicate (puterii), în condițiile reducerii puterii calorice a volumului de amestec admis în cilindru pretinde o creștere corespunzătoare a randamentului indicat.

Determinările au confirmat creșterea randamentului efectiv cu până la 30% (fig. 5). Îmbunătățirea randamentului indicat se poate atribui mai multor factori: degajarea mai completă a căldurii de reacție, datorită prezenței aerului necesar și a amestecării mai bune cu combustibilul; evoluția ameliorată a aprinderii și a fazei inițiale a arderii, în ansamblu, datorită modificării favorabile a caracteristicilor scânteii electrice, cu influență directă asupra duratei totale a arderii și asupra variabilității ciclice; reducerea căldurii specifice a amestecului de gaze arse care evoluează în cursa de desfășurare; eventuala reducere a căldurii cedate pereților.

Funcționarea cu amestecuri mai sărare, în varianta cu GPL, a antrenat și modificări previzibile ale concentrației emisiilor din gazele de evacuare: monoxidul de carbon, CO, a scăzut până la 50 g/kWh, față de 280 ... 380 g/kWh, în varianta standard, cu benzină; hidrocarburile nearse, HC, s-au redus la 1,3 ... 3,2 g/kWh, față de 4,4 ... 6,2 g/kWh, cu benzină; monoxidul de azot, NO, a crescut până la 9,0 ... 17 g/kWh, față de 1,0 ... 5,0 g/kWh, cu benzină. Aceste modificări reflectă, pe de o parte efectul arderii mai complete, pe de altă parte efectul creșterii concentrațiilor de oxigen care participă la reacțiile de formare de NO.

**Regimuri de sarcină parțială.** Probele efectuate la sarcini parțiale au evidențiat aceleași tendințe generale. În primul rând, s-a înregistrat creșterea sensibilă a randamentului indicat față de varianta cu benzină, ceea ce a făcut posibil ca în condițiile unui volum egal de amestec admis în cilindru (la deschidere egală a obturatorului), având o putere calorică inferioară datorită amestecului mai sărac, să se înregistreze menținerea cvasiconstanță a puterii. În al doilea rând, s-au înregistrat aceleași tendințe generale de reducere a emisiilor de CO și HC, și de creștere a emisiei de NO (fig. 6, 7).

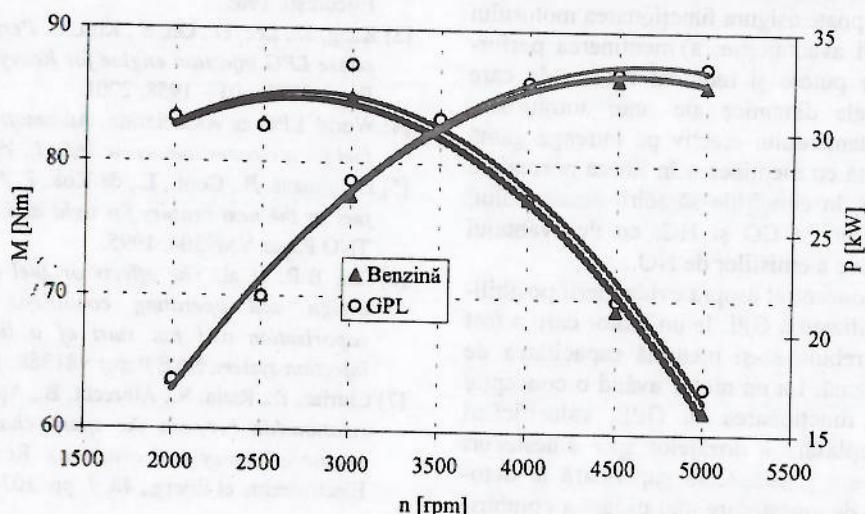


Fig. 4

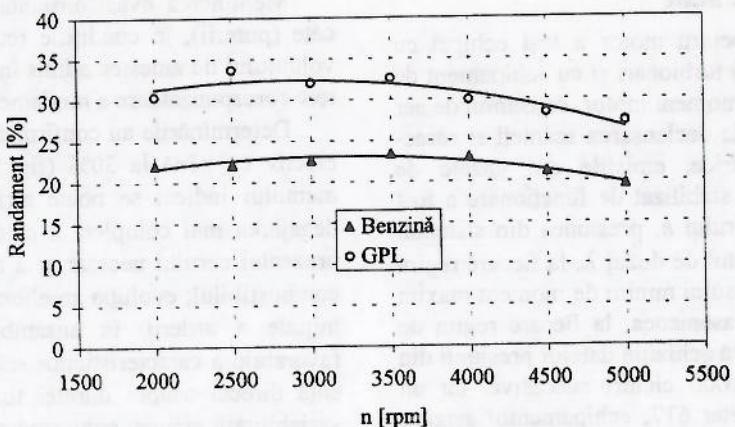


Fig. 5

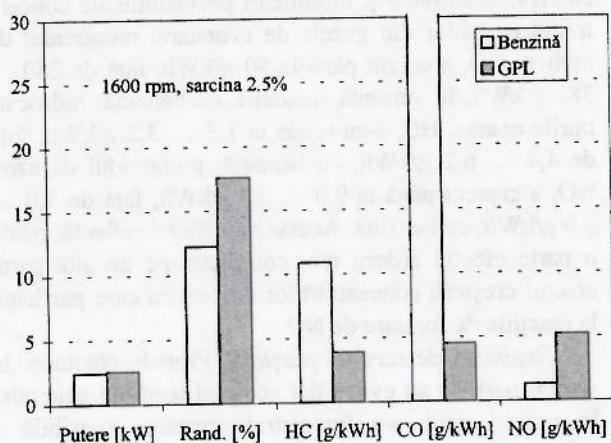


Fig. 6

#### 4. CONCLUZII

1. Studiul experimental a arătat că prin transformarea simplă a unui motor DACIA 1400, constând dintr-o adaptare a carburatorului și montarea unui echipament de aprindere electrică cu caracteristici modificate ale scânteii, se poate asigura funcționarea motorului cu GPL, în condiții avantajoase: a) menținerea performanței standard de putere și moment motor, de care depind performanțele dinamice ale unui autoturism; b) ameliorarea randamentului efectiv pe întreaga gamă de regimuri, asociată cu menținerea în limite normale a variabilității ciclice, în condițiile sărăcirii amestecului; c) reducerea emisiilor de CO și HC, cu dezavantajul creșterii semnificative a emisiilor de NO.

2. Studiul s-a concentrat asupra evidențierii posibilităților oferite de utilizare a GPL la un motor care a fost conceput și care trebuie să-și mențină capacitatea de funcționare cu benzинă. La un motor având o concepție optimizată pentru funcționarea cu GPL, valorificând posibilitățile de deplasare a dozajelor spre amestecuri foarte sărace, precum și rezistența superioară la detonație și capacitatea de amestecare mai ușoară a combustibilului, se pot obține randamente efective superioare, o dată cu reducerea puternică a emisiei de NO.

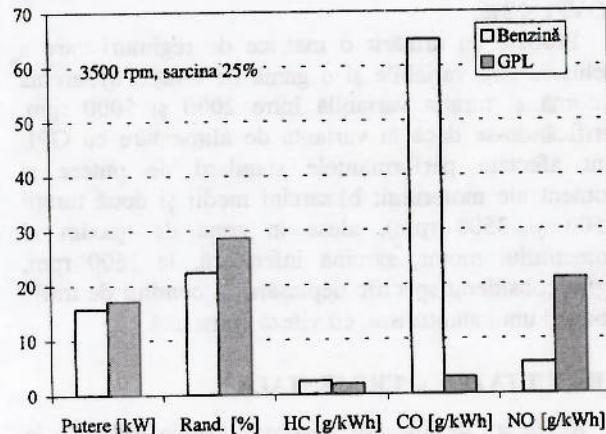


Fig. 7

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] van der Steen, M. *Gaseous fuels: past experience and future expectations*, TNO Paper VM9608, 1996.
- [2] Apostolescu, N., Grünwald, B., Sfințeanu, D. *Automobilul cu combustibili neconvenționali*, Editura Tehnică, București, 1989.
- [3] Kang, K., Lee, D., Oh, S., Kim, C. *Performance of a liquid phase LPG injection engine for heavy duty vehicles*, SAE Paper 2001-01-1958, 2001.
- [4] World LPG-as Association. *Automotive LPgas - today's fuel for a cleaner tomorrow 3rd ed.*, 1998.
- [5] Holleman, B., Conti, L., de Kok, P. *Propane the "clean" fuel as the next century for light and heavy duty vehicles*. TNO Paper VM9504, 1995.
- [6] Lui, B.R. et al. *The effects of fuel composition, system design and operating conditions on in-system vaporisation and hot start of a liquid-phase LPG injection system*, SAE Paper 981388, 1998.
- [7] Chiriac, R., Radu, R., Albrecht, B., Apostolescu, N. *On the relationship between the spark characteristics and the engine efficiency and emissions*. Rev. Roum. Sci. Tech. Electrotehn. et Energ., 43, 1, pp. 107-122, 1998.