



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

CONTRIBUȚII LA CERCETAREA EXPERIMENTALĂ A INFLUENȚEI SISTEMULUI DE EVACUARE ASUPRA PERFORMANȚELOR ÎN CAZUL AUTOTURISMULUI DAEWOO MATIZ

Lucian CRIȘAN-LUPA, Doru-Laurean BĂLDEAN,
Dan MOLDOVANU, Ioan Aurel CHERECHEȘ

CONTRIBUTIONS TO THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF EXHAUST SYSTEM INFLUENCE UPON PERFORMANCES IN THE CASE OF DAEWOO MATIZ VEHICLE

The present experimental research points out a complete work of testing the exhaust pipe and after-treatment systems for a modern spark engines with different components, by evaluating the phenomenology and few parameters. There is a fact that the gas exhaust system construction and operation has an influence upon the gas flow and also on the engine behaviour. Testing the exhaust after-treatment systems may generate engineering improvement solutions in order to optimize the engine performance and hydrocarbon economy.

Nowadays in Europe the environmental issues and energy independence are very often priorities on the public and private agenda. The present paper research the issue of practical testing exhaust gas pipe-line and advances the solution of repair and evaluate existing components, with significant changes in dynamic performance and engine environmental impact. By restoring the after-treatment components in their original state the emissions are lowered.

Keywords: After-treatment, Daewoo, Exhaust, Pollutant, Matiz
Cuvinte cheie: Depoluare, Daewoo, Evacuare, Poluant, Matiz

1. Introducere

Studiul în cazul lucrării de față se canalizează pe analiza constructiv funcțională a sistemului de evacuare al autovehiculului de clasă mică Daewoo Matiz 2004-2005 (figura 1) și asupra performanțelor în regim funcțional.



Fig. 1 Autovehiculul și elementele principale studiate

1-autovehiculul Daewoo Matiz cu motor de 0,8 l; 2-eticheta cu datele principale numărul de identificare, codul motor și masele pe cele două punți ale autoturismului; 2a-codul MF484 (Matiz, tipul de caroserie: hatchback cu 5 portiere, modelul ș.a.); 2b-masa totală 1210 kg; 2c-masa punții față 630 kg; 2d-masa punții spate 610 kg; 3-compartimentul motor; 4-conexiunea sistemului de evacuare la ansamblul motor izolat de un ecran de protecție termică; 5-ansamblul motor cu trei cilindri în linie; 6-planșa de bord a autovehiculului; 7-indicator analogic al regimului termic al motorului; 8-indicator la bord al nivelului combustibilului în rezervor; 9-sectiune cu martori luminoși la bord pentru indicarea defecțiunilor la motor ș.a.; 10-vitezometru; 11-traseu evacuare amonte catalizator; 11a-colector de evacuare; 11b-cuplaj flexibil; 11c-țeavă de eșapament de conexiune la catalizator; 12-traseu median al tubulaturii de evacuare; 12a-țeava de eșapament amonte de catalizator; 12b-zona de perforare a tubulaturii de evacuare, cu defecțiunea apărută în mers; 12c-catalizator (one way); 12d-traseu eșapament în aval față de catalizator; 13-traseu final evacuare; 13a-toba finală; 13b-grinda punții spate

Datorită faptului că la un moment dat a apărut o defecțiune care este destul de frecventă la autovehiculele care se apropie sau depășesc durata de funcționare de zece ani, prin perforarea și apoi dislocarea tubulaturii de evacuare a gazelor cu 10÷15 mm amonte în raport cu toba catalitică, conform indicațiilor din figura 2.

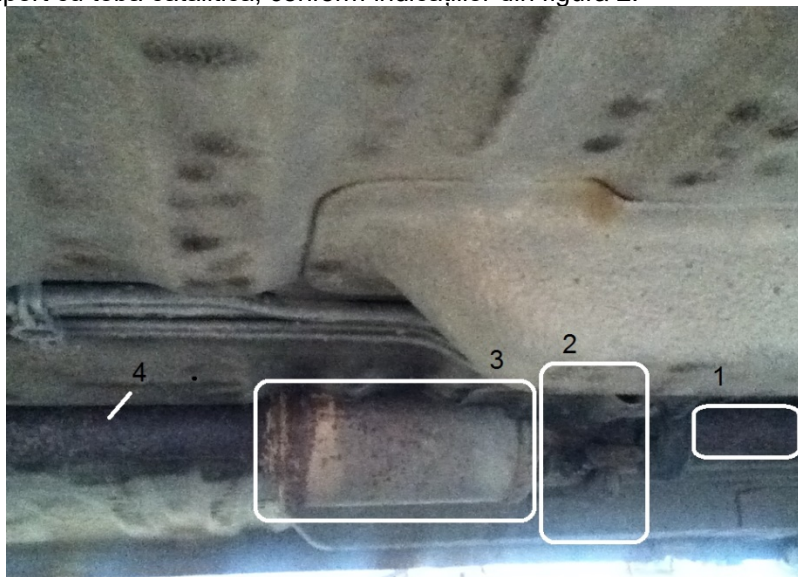


Fig. 2 Configurarea traseului de evacuare a gazelor la autovehiculul studiat
1-traseu tubulatură în amonte față de catalizator; 2-zona de rupere; 3-toba catalitică; 4-țeava de eșapament din aval

Articolul prezintă o serie de date și informații obținute prin cercetarea experimentală în exploatare pe teren și alte măsurători realizate în Laboratorul de Diagnosticare a Autovehiculelor Rutiere al Universității Tehnice din Cluj-Napoca.

Măsurătorile fac parte dintr-un demers mai amplu de cercetare experimentală a efectelor arhitecturii traseului de evacuare a gazelor arse de la ieșirea din motor prin diferitele componente ale sistemelor de depoluare și atenuatoarele de zgomot special prevăzute în configurațiile diverse ale eșapamentului asupra performanțelor și economicității propulsoarelor cu ardere internă. Măsurătorile realizate și observațiile desprinse din multiplele încercări experimentale sunt centralizate și analizate în vederea elaborării unei teze doctorale de către primul autor al acestui articol.

2. Metodologia și materialele cercetării

Pașii, necesari pentru a dezvolta și instrumenta un demers de cercetare pe motor și pe sistemul de eșapament echipat cu dispozitive de depoluare sau post-tratare a gazelor arse evacuate după participarea la ciclul funcțional în interiorul cilindrului, sunt:

Pasul 1 – alegerea autovehiculului Marca Daewoo modelul Matiz care are o arhitectură relativ simplă a sistemului de evacuare a gazelor de eșapament (figura 3), suficient de vechi, cu durată de punere în funcțiune de peste 10 ani, care manifestă probleme de coroziune a tubulaturii de evacuare a gazelor astfel încât să fie perforată și apoi dislocată în întregime.

Pasul 2 – identificarea zonei problematice care creează o serie de efecte în intervalul de punere în funcțiune și exploatare în trafic a autovehiculului.

Pasul 3 – alegerea aparaturii (figura 4) pentru măsurarea parametrilor motorului și sistemelor auxiliare în funcționare și în cadrul măsurătorilor din laborator.

Pasul 4 – prelevarea unor date pe cale experimentală și centralizarea acestora.

Pasul 5 – propunerea soluției de diminuare a simptomelor problematice și implementarea tehnologică a procedurii de reparație.



Fig. 3 Autovehiculul Daewoo Matiz în cadrul Laboratorului de Diagnosticare a Autovehiculelor Rutiere cu defecțiuni la sistemul de depoluare, prin perforare inițială a tubulaturii în amonte de catalizator și ulterior dislocare totală

În figura 4 se prezintă aparatura utilizată pentru citirea semnalelor electrice și electronice de la senzorii și actuatorii instalați pe sistemele auxiliare ale grupului motopropulsor al autovehiculului Daewoo Matiz, ales pentru derularea cercetărilor experimentale.

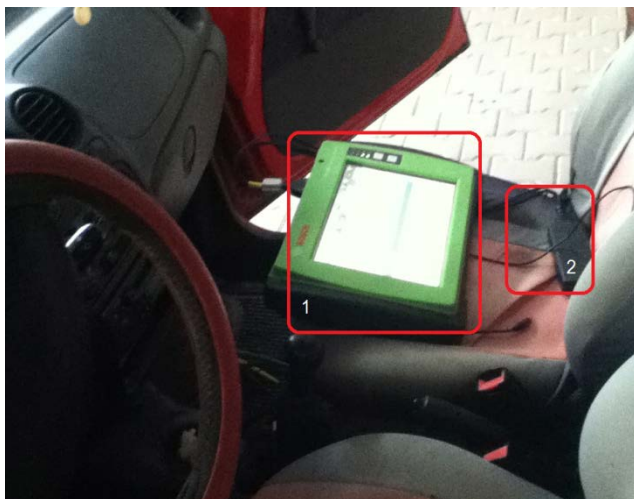


Fig. 4 Modulul de colectare și reprezentare alfa-numerică și grafică a datelor furnizate de senzorii sistemelor auxiliare ale motorului autovehiculului studiat
1-aparat de diagnosticare a defectelor și citire a codurilor de eroare din memoria unității

centrale a autovehiculului studiat; 2-conexiunea la alimentarea cu energie a aparaturii de diagnosticare

3. Sinteza rezultatelor cercetării experimentale

După perforarea tubulaturii de evacuare a gazelor de eșapament înainte de catalizator, așa cum era de așteptat, a crescut zgomotul în funcționare cu minim 20÷30 dB.

Studiul problemei practice s-a derulat pe un interval de mai multe luni, între 12÷19 luni, traversând toate fazele importante ale unei astfel de situații tehnic-problematic, de la starea inițial corect funcțională, prin etapa de 6÷10 luni de funcționare cu o perforare progresivă, până la faza cu dislocarea tronsonului de tubulatură cu catalizatorul și evacuarea liberă a gazelor în atmosferă prin casura creată (aproximativ 9 luni), respectiv faza de recondiționare și/sau reparare.

Nivelul de zgomot s-a determinat utilizând o aplicație specializată în acest sens „dB meter” (figura 5), conectată la un sistem microfon omnidirecțional, cu 24 bits per sample la frecvențe de până la 96 kHz, oferind suficientă acuratețe pentru nivelul cercetării de față.



Fig. 5

Aplicația utilizată pentru determinarea experimentală a nivelului de zgomot produs în funcționarea propulsorului studiat cu probleme la sistemul de evacuare a gazelor arse din motor 1-reprezentare grafică a variației valorilor de zgomot înregistrate cu ajutorul sistemului de măsurare experimentală; 2-afișare prin reprezentare analogică a valorilor de zgomot, 3-reprezentare/afișare alfa-numerică; 4-buton electronic de activare a aplicației; 5-valoarea de vârf înregistrată; 6-valoarea maximă afișată instant

După dislocarea segmentelor tubulaturii de evacuare și scăderea temperaturilor mediului ambiant s-au înregistrat o serie de manifestări fenomenologice specifice, prin mers neregulat la rece, sunet specific, lipsă de performanțe energetice și dinamice (motorul „nu trage” și nu se accelerează liniar-corelat cu apăsarea pedalei de accelerație).

Pentru simptomele manifestate s-au emis o serie de ipoteze:

- datorită intrării aerului pe traseul de evacuare în contra sens față de fluxul normal, sonda lambda măsoară o oarecare diluare a compoziției gazelor de evacuare și transmite către ECU-motor un semnal eronat, astfel încât se modifică într-un mod necorespunzător calitatea amestecului carburant proaspăt pentru noul ciclu motor; (după anumite considerații și analize am demonstrat drept nevalidă această ipoteză, deoarece fluxul și sensul de trecere a coloanei de gaze arse este doar dinspre admisie spre evacuare, neexistând momente în care pe evacuare să se realizeze aspirație sau pauze și lipse de presiune pentru a facilita intrarea unei cantități din oxigenul atmosferic în interiorul tubulaturii de eșapament până la sonda lambda pentru a asigura diluția gazelor și compromiterea valorii semnalului transmis de sonda lambda spre ECU-motor);

- din cauza lipsei unei părți importante a traseului tubulaturii de evacuare și a atenuatoarelor de zgomot din arhitectura întregului sistem, lipsește în acest fel și rezistența gazodinamică inerentă în cazul unei astfel de construcții, afectând, în acest fel, și reglajele sau calibrările inițiale realizate de către constructor.

Acest fapt conduce în funcționare la o evacuare liberă mult facilitată de scurtarea sectorului de tranzit și de lipsa cotiturilor și a rezistențelor/piedicilor pe traseul de evacuare, ceea ce asigură de asemenea un amestec carburant proaspăt cu mai puține gaze reziduale și mai mult aer bogat în oxigen atmosferic aspirat și introdus cu mai multă ușurință în camera de ardere (mai "încăpătoare"/baleată de coloana de încărcătură proaspătă datorită evacuării tuturor gazelor reziduale).

Aerul proaspăt (la temperatură scăzută a mediului ambiant și a pieselor motorului/galeriei de admisie) într-o cantitate mai mare aspirat în camera de ardere a motorului, recent pornit la rece, influențează însă în mod negativ procesul de vaporizare a combustibilului și transferul termic dinspre elementele parțial încălzite spre cele reci.

Vaporizarea moleculelor de combustibil și amestecarea acestora cu aerul este partea cea mai importantă a procesului de inițiere a arderii, astfel încât o vaporizare deficitară conduce la o omogenizare problematică a particulelor de benzină cu moleculele de aer proaspăt aspirat în cilindrul motorului și în final influențează negativ inclusiv procesul de inițiere a arderii și derularea fazelor arderii efective.

Din această cauză se presupune că funcționarea motorului este afectată de problemele legate de arderea combustibilului în perioada funcționării la rece.

Faptul că derularea fazelor arderii amestecului de aer-combustibil în cilindrul motorului cu aprindere prin scânteie este cauza care provoacă manifestările de „mers neregulat”, detonații în evacuare, „motorul nu trage”, apăsarea pedalei de accelerație nu conduce la o creștere liniară sau corelată/proporțională a turației arborelui cotit, se explică și prin umezirea parțială a electrozilor bujiei la rece din cauza slabei vaporizări a particulelor de combustibil și o slabă inițiere/manifestare a procesului de aprindere.

În figura 6 sunt redate alfanumeric câteva valori prelevate pe cale experimentală (teste/încercări) din modulul electronic de control al motorului cu două elemente în sistemul de depoluare (senzor de oxigen – lambda; catalizator cu o cale) după efectuarea operațiilor de recondiționare a traseului de evacuare.

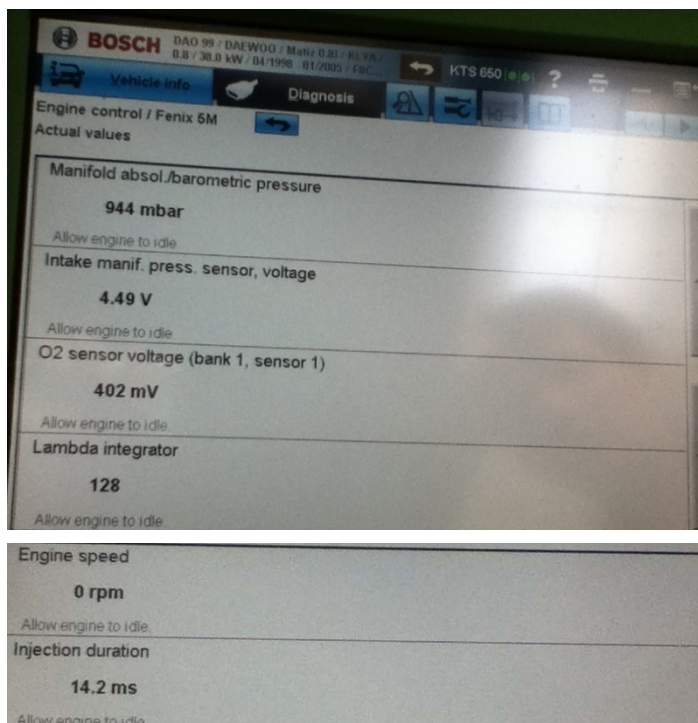


Fig. 6
Date
experimen-
tale
preluate cu
echipamen-
tul de
diagnosti-
care
electronică
a sistemului
de control a
alimentării
și a
echipamen-
telor de
depoluare
(sonda
lamda și
catalizator
„one way”)

Evoluția unor mărimi reprezentative (turația, pedala de accelerație, semnalul sondei Lambda în bucla de reacție a sistemului de management și de control a injecției benzinei) influențează comportamentul atât din punct de vedere dinamic cât și din punct de vedere economic și al ampreței de mediu, conform figurii 7.

Acknowledgement: Articolul a fost realizat în perioada derulării studiilor doctorale și are o contribuție la cercetarea experimentală a influențelor sistemului de evacuare și a arhitecturii acestuia asupra performanțelor motorului în exploatare.

4. Concluzii

Încercarea experimentală a sistemului de eșapament cu elemente de depoluare și/sau post-tratare a gazelor evacuate a condus la o serie de concluzii:

- procesul de evacuare influențează atât compoziția gazelor cât și dinamica curgerii acestora;

- reintroducerea catalizatorului și a atenuatorului de zgomot în circuit conduce la contrapresiuni mai mari la evacuarea gazelor;
- pierderile de putere sunt semnificative fără contrapresiune pe evacuare în condițiile funcționării la rece deoarece se diminuează transferul termic dintre gazele arse și încărcătura proaspătă, ceea ce afectează negativ omogenizarea și aprinderea, respectiv arderea;

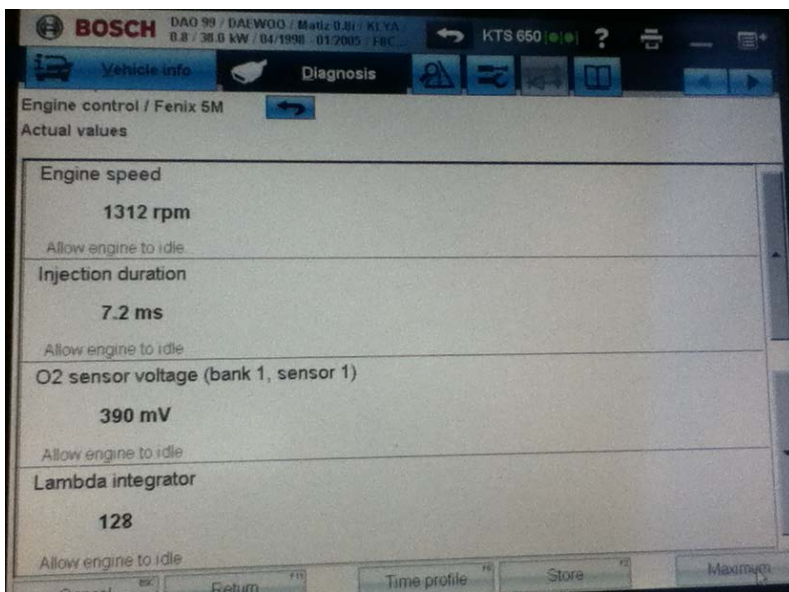


Fig. 7 Valori actuale preluate cu echipamentul de diagnosticare și a echipamentelor de depoluare (senzorul de oxigen)

- introducerea elementelor de depoluare și a contrapresiunii pe evacuare influențează pozitiv dinamica motorului;
- fiecare echipament al sistemului de depoluare (fie sondele de oxigen, fie elementele catalitice) creează o rezistență gazodinamică în tubulatura de evacuare a gazelor arse de la camera de ardere până la ieșirea în mediul înconjurător;
- după recondiționarea tubulaturii de eșapament procesul de accelerare la pornirea de pe loc a devenit liniar, chiar și în timpul funcționării la rece;
- zgomotul în mers a scăzut substanțial cu circa 30 dB;
- au dispărut detonațiile în tubulatura de evacuare;

- nu mai există intervale de turație în care motorul să nu tragă sau să nu dezvolte performanțe aproape liniare/corelate cu apăsarea pedalei de accelerație (așa cum era înainte de recondiționare în intervalul 1250÷1800 rot/min, la rece);
- pornirea a devenit însă mai dificilă;
- zgomotul interior a scăzut substanțial de asemenea;
- rezultatele obținute din cercetarea realizată ne impun continuarea studiilor pe cale aplicativă privitoare la evacuarea și depoluarea/post-tratarea gazelor în tubulatura de eșapament a motorului cu aprindere prin scânteie.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Băldean D., *Software for the study of some parameters of gasoline injection process in Otto engines*, Journal Acta Technica Napocensis, Applied Mathematics and Mechanics, Vol. 6, No. 50, Ed UT Press, ISSN 1221-5872, Cluj-Napoca, Romania, 2007.
- [2] Băldean D., Burnete N., Filip N., *Studies concerning exhaust gases dynamics for an i.c. engine through simulation*, CONAT, International congress on automotive and transport engineering, 27-29 October, Brașov, Romania, Vol. 5, ISSN 2069-0401, 2010.
- [3] Bățașă, N., ș.a., *Combustibili, lubrifianți și materiale speciale pentru automobile. Economicitate și poluare*, ISBN 973-8397-37-5, Editura Alma Mater, Cluj-Napoca, 2003.
- [4] Bățașă, N., ș.a., *Motoare cu ardere internă*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
- [5] Moldovanu, D., Băldean D., *The study of computer modelling possibility for an internal combustion engine equiped with after-treatment and pollution reduction system for exhaust gases in order to ecologize the road transport*, Simpozionul Științifico-Practic Internațional „Realizări și perspective în inginerie agrară și transport auto” dedicat aniversării a 65 ani de la fondarea Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto, R.M., Chișinău, 2015, în Inginerie agrară și transport auto, Vol. 45, ISBN 978-9975-64-276-7, CZU 656.13.065, pp. 158-162.
- [6] * * * *Matiz. Manual de întreținere și reparare*, 2003, http://www.kiwiiev.com/Random/Complete-Service-Manual_Daewoo-Matiz.pdf.

Lucian CRIȘAN-LUPA, Doru-Laurean BĂLDEAN,
Dan MOLDOVANU,
Ioan Aurel CHERECHEȘ

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi, Facultatea de Mecanică
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: dorubaldean@yahoo.com; doru.baldean@auto.utcluj.ro; 0752083337