



A XIX-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”,
CLUJ NAPOCA, 2019

CERCETAREA OPACITĂȚII ȘI CONSUMULUI LA DACIA SANDERO 1.5 DCI FĂRĂ UN INJECTOR

Tamás Walter FLESCHE, Liviu-Daniel JOVREA, Septimiu JOVREA

RESEARCH OF OPACITY AND CONSUMPTION AT DACIA SANDERO 1.5 DCI WITHOUT AN INJECTOR

The study of opacity, in particular for Dacia Sandero 1.5 dCi compression ignited engine in two distinctive operating circumstances was developed by monitoring the exhaust emission and fuel flow with and without an injector failure. The first part of the research is focused on Sandero presentation and its relation with environmental pollution. The last improvements and optimizations of the car are conducted toward the increased performance and efficiency of the car's operation. The opacity is one of the most important pollution aspects from compression ignited engines. Its effects on the environment are great and significant. It is also analyzed the ecological and dynamic design of the studied car. The present study makes a brief analyze of the available literature on the problem of emissions and consumption. The engine's improvement and the optimization process should take into account the pollutant emissions and the real source. Last but not least there is a study of vehicle structure, of the common-rail injection system with specific devices for the pollutant emissions control on the investigated car. The paper also presents the applied or the practical part of the research work. In this part the most interesting aspect are the experimental data acquired during the practical measurements in operation, when it is managed the data package and the graphical representation of the results from Dacia Sandero 1.5 dCi engine. This was achieved by monitoring the variation of the exhaust opacity and the fuel consumption level in operating conditions. The study ends with conclusions, observations and predefined development directions.

Keywords: carbon deposits, engine, injection, opacity, pollution
Cuvinte cheie: depozite de carbon, motor, injecție, opacitate, poluare

1. Introducere

Performanțele motorului cu aprindere prin comprimare sunt relativ strâns raportate la nivelul emisiilor de pe tubulatura de evacuare, în special atunci când vine vorba de modificarea rețetelor de combustibili din sistemul de alimentare [1]. Prin modelarea procesului de ardere în interiorul cilindrilor motorului cu aprindere prin comprimare se pot obține soluții practice pentru determinările de ordin probabilistic cu privire la regimurile de performanțe dinamice la niveluri de poluare admisibile [2]. Prin reconfigurarea traseului de evacuare a gazelor în structura căruia să fie prevăzut filtrul de particule funcțional se pot reduce substanțial emisiile în condiții specifice de funcționare [3]. În timpul integrării tuturor acestor soluții tehnologice se optimizează și managementul injecției și consumul de combustibil [4]. În procesul de optimizare a injecției de combustibil se pot considera tehnologii alternative de îmbunătățire a pulverizării, omogenizării, amestecării combustibilului cu aerul în vederea controlului optim asupra arderii [5]. Sistemul de injecție al motorului cu aprindere prin comprimare este riguros dependent de procesul de lubrifiere astfel încât să fie realmente îmbunătățite performanțele motorului și diminuate emisiile poluante [6].

Figura 1 prezintă modelul de autovehicul Dacia Sandero [19].



Fig. 1 Dacia Sandero modelul nou, vedere isometrică dreapta-față [19]
1-compartiment motor; 2-punte motoare față; 3-roți conduse, puntea spate nemotoare; 4-compartiment bagaje, haion spate; 5-compartiment pasageri

Obținerea unor soluții prietenoase cu mediul, "alternative verzi" prin intermediul cărora se poate diminua amprenta de carbon asupra mediului înconjurător se bazează pe studiul clasei mici și a celei compacte de autovehicule urbane [7]. Poluarea în zona urbană se datorează în bună parte traficului auto, care contribuie la creșterea valorilor de benzen, CO₂, oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO), acid formic și alte componente chimice toxice [8, 9, 10, 11, 12].

Prin analiza parametrilor operativi ai motorului în condiții reale și aplicarea noilor tehnologii de testare [13] se poate determina nivelul emisiilor în condiții concrete [15] în vederea evaluării, optimizării și redefinirii capacității de lucru a dispozitivelor de depoluare [14].

Prin studiul sistemului de injecție [16] și analiza aspectelor practice referitoare la managementul energetic în cazul unor simptome specifice [17] se poate pune baza pentru o strategie avansată de investigare a proceselor care au loc în interiorul motoarelor cu ardere internă [18] de pe automobile, precum Dacia Sandero, în vederea îmbunătățirii performanțelor acestora și optimizarea noilor modele [19].

Figura 2 prezintă componentele solicitărilor dinamice care conduc la influențele asupra performanțelor și la creșterea poluării.



Fig. 2 Aplicarea componentelor dinamice cu influență asupra performanțelor F_{aer} este rezistența aerodinamică; F_m -forța de rezistență la rulare în cazul roții motoare; F_d -forța de rezistență la rulare în cazul roții conduse; F_g -forța de greutate; Z_d -reacțiunea căii de rulare în cazul roților conduse; Z_m -reacțiunea căii de rulare în cazul roților motoare; C_g -centrul de greutate al autovehiculului Dacia Sandero; M_m -momentul motor aplicat pe puntea față a autovehiculului Sandero; M_d -momentul roți conduse, manifestat pe puntea spate nemotoare

Figura 3 prezintă componentele solicitărilor dinamice care conduc la influențele asupra performanțelor și la creșterea poluării.

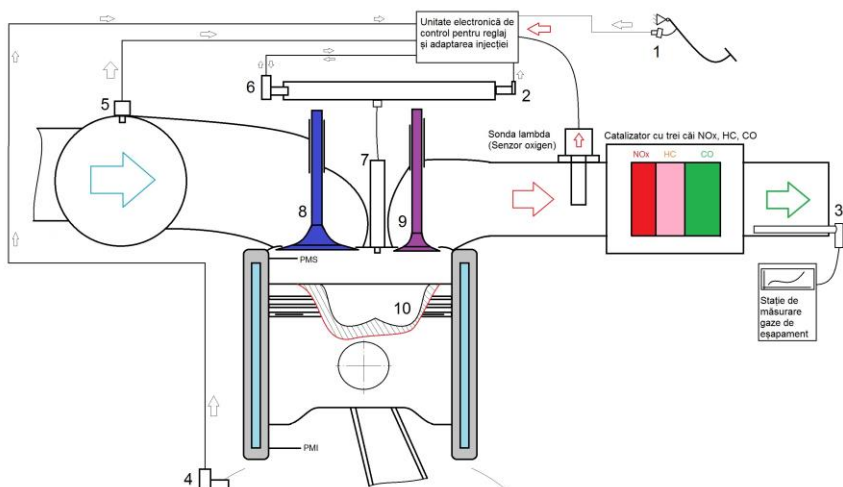


Fig. 3 Aplicarea componentelor dinamice cu influență asupra performanțelor
 1-senzor pedală accelerație; 2-senzor presiune în rampa comună de combustibil; 3-sondă opacitate gaze; 4-senzor de turație; 5-senzor temperatură / presiune aer admis; 6-reacțiunea căii de rulare în cazul roților motoare; 7-injector Delphi; 8-supapă de admisie; 9-supapă de evacuare; 10-cameră de ardere în piston; PMS-punct mort superior; PMI-punct mort inferior; NOx-oxizi de azot; HC-hidrocarburi; CO-monoxid de carbon

Studiul de față aduce un bagaj suplimentar de date aplicative prin aplicarea unei metode experimentale de investigație a opacității și consumului.

2. Metoda și materialul cercetării

Metoda de investigație prezentată simplificat, parcurge etapele:

- studiul aspectelor de influență asupra autovehiculului Dacia Sandero;
- prezentarea structurii (figura 1) și dinamicii (figura 2) autovehiculului;
- analiza caracteristicilor structurale ale motorului (Tabelul 1);
- investigația de bază și centralizarea datelor;
- analiza grafică a consumului de combustibil la bordul autovehiculului Dacia Sandero și a opacității în condițiile standard de funcționare și a nefuncționării unui injector;
- interpretarea datelor prelucrate și formularea concluziilor.

3. Sinteza cercetării aplicative

Obiectivul central al cercetării aplicative este să coreleze consumul și opacitatea în două situații funcționale diferite astfel încât să îmbunătățească gradul de aprofundare a sistemului de injecție și influența asupra poluării, respectiv să pună bazele unei proceduri experimentale pentru Dacia Sandero, prin parcurgerea următoarelor:

1. Prezentarea sistemelor motorului (Tabelul 1 - Caracteristicile operaționale ale motorului și sistemelor auxiliare);
2. Achiziția datelor experimentale de la autovehiculul studiat;
3. Analiza și interpretarea datelor reprezentate grafic.

Tabelul 1

Sistem auxiliar	Particularități	Observații
Alimentare cu motorină	Injecție directă și rampă comună de combustibil	Delphi
Filtrare combustibil	1 micron	Element filtrare hârtie
Ungere	Cu filtru de hârtie	10W40
Răcire	Radiator antigel + răcitor de ulei	80 °C

Primul set de măsurători pe autovehiculul ales, Dacia Sandero 1.5 dCi, din 2010, s-a realizat la o turație predefinită de 1000 rot/min. Incrementul de creștere a turației în punctele de măsurare pentru consum și opacitate este de $1 \cdot 10^3$ rot/min.

Figura 4 prezintă buletinul de măsurare pentru regimul de turație tranzitoriu între punctul de 1000 până la punctul 1850 rot/min într-un timp de bază de 2,465 secunde, în care se înregistrează un coeficient de opacitate de $1,95 \text{ m}^{-1}$.

Proba Nr	K (m^{-1})	Turatie minima (rot/min)	Turatie maxima (rot/min)	Timp baza (sec)
1	1.95	1000	1850	2.465
K mediu (m^{-1})				-
Temperatura ulei ($^{\circ}\text{C}$)				80.0
Rezultat				

Fig. 4 Buletinul de măsurare experimentală a opacității la turația de 1850 rot/min

Figura 5 reprezintă buletinul experimental de măsurare pentru determinarea valorilor principale ale injecției de combustibil în timpul

funcționării la turația de 1965. Măsurătorile au fost realizate și la alte patru paliere pentru a evidenția evoluția mărimilor urmărite.

Valorile rezultatelor

Măsurătoare	U.M.	Valoare min	Valoare max	Valoare
Viteză motor	rpm	0	1965	1958
Presiune supra-accelerare	bar	0.9	1.1	1.1
Actual injection quantity	mg/Hub	0.0	18.3	3.6
Accelerator pedal position	%	0	0	0

Fig. 5 Buletin de înregistrare experimentală a parametrilor injecției de motorină

Prin procesul de achiziție a datelor preluate în cadrul determinărilor experimentale s-au creat pachete de mărimi specifice care apoi s-au reprezentat grafic oferind un panou sinoptic cu toate înregistrările realizate în vederea analizei.

În figura 6 sunt prezentate valorile consumului și opacității gazelor de eșapament pe 5 paliere la funcționarea motorului în configurație standard a motorului în regim normal de exploatare/ investigație al autovehiculului testat, Dacia Sandero.

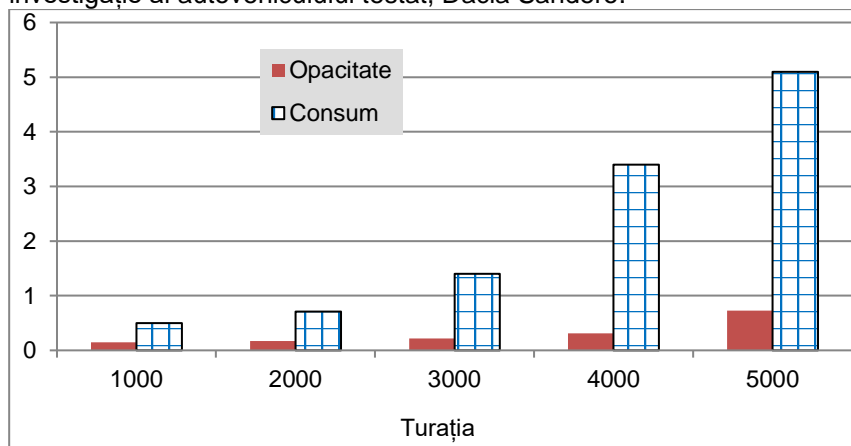


Fig. 6 Valori pentru opacitate și consum măsurate cu opacimetrul și debitmetru digital în regim normal de funcționare a motorului (Turația - rot/min; Opacitate - m⁻¹; Consum - l/h)

Creșterea opacității și a consumului în raport cu gradientul de turație se desfășoară cu o oarecare proporționalitate, dar nivelul opacității are o creștere mult mai redusă comparativ cu creșterea consumului. În figura 7 se prezintă grafic valorile de consum și

opacitate în funcție de regimul de turație pentru determinarea experimentală în care un injector este nefuncțional, cu aport negativ.

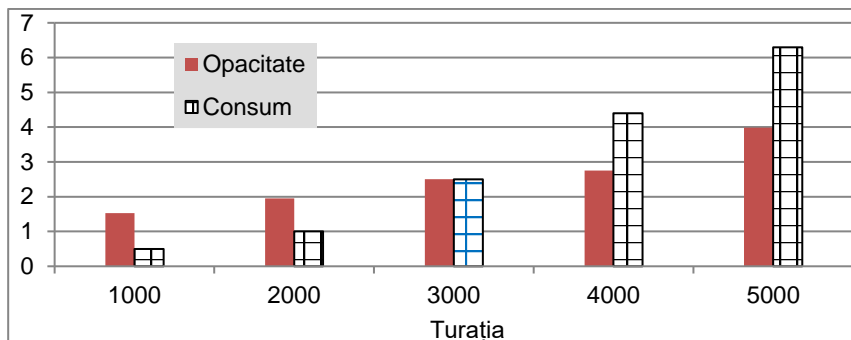


Fig. 7 Evoluția consumului de combustibil și a opacității emisiilor cu turația când un injector e nefuncțional (Turația - rot/min; Opacitate $-m^{-1}$; Consum - l/h)

4. Concluzii și interpretări

Derulând investigația experimentală și achiziționând datele practice de la sistemele de măsurare instalate pe autovehicul, s-a pus baza următoarelor interpretări:

- obiectivul central al studiului este realizat prin investigația în cadrul căreia s-au centralizat valorile măsurătorilor experimentale;
- nefuncționarea injectorului instalat pe rampa influențează semnificativ atât evoluția opacității cât și rata de creștere a consumului de combustibil;
- valoarea cea mai înaltă a opacității este de $4 m^{-1}$, depășind valoarea limită maximă admisă de $1.5 m^{-1}$, ceea ce ne conduce la ideea că autovehiculul studiat cu problema / defectul în sistemul de injecție nu ar trece inspecția tehnică periodică (ITP);
- în acest caz specific pe durata rulării în expoatare acesta ar emite un flux de gaze cu o opacitate mult mai mare decât în cazul în care ar fi în bună stare de funcționare sau ar manifesta alte defecte precum colmatarea EGR de pildă;
- menținerea în stare corectă de funcționare a echipamentului de injecție a combustibilului așa cum este recomandat în documentația tehnică dezvoltată de către constructor contribuie atât la diminuarea emisiilor inutile de gaze cu efect de seră cât și la diminuarea valorii de opacitate a gazelor;

- investigația practică desfășurată susține crearea unor baze de centralizare a datelor tehnice operaționale ale autovehiculelor, cu prezentare digitală și dezvoltarea cercetării de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Barabas I., Todoruț A., Băldean D., Performance and emission characteristics of an CI engine fueled with diesel–biodiesel–bioethanol blends, Fuel, Vol. 89, Issue 12, Dec. 2010, Pag. 3827-3832, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.07.011>, Ed. Elsevier, ISSN: 0016-2361.
- [2] Barabas I., Todoruț A.I., Kocsis L.B., Băldean D., Automated test bench for study of the fuel injection process, Robotics, International conference of mechanical engineering, 21-24 September, 2010, Cluj-Napoca, Romania, Ed. Elsevier, ISBN-13-978-3-908451-88-4, Solid State Phenomena, 2010, <http://www.scientific.net>.
- [3] Barabas I., Todoruț A.I., Băldean D., Suci F., Key fuel properties of biodiesel-diesel-bioethanol blends which influence the spray process, EUROPE IN THE SECOND CENTURY OF AUTOMOBILITY, 12th EAEC 2009 European Automotive Congress, Jun 29 to July 1, 2009 Bratislava, Slovakia, ISBN 978–80–969243–8–7.
- [4] Barabas I., Todoruț A.I., Băldean D., Suci F., Experimental study on the spray characteristics for diesel fuel and biodiesel-diesel fuel-bioethanol blends, EUROPE IN THE SECOND CENTURY OF AUTOMOBILITY, 12th EAEC 2009 European Automotive Congress, Jun 29 to July 1, 2009 Bratislava, Slovakia, ISBN 978–80–969243–8–7.
- [5] Băldean D.L., Cercetarea aspectelor disfuncționale legate de filtrul de particule diesel (DPF) în cazul motorului Dacia Logan E5 1.5 dCI, Revista "Știință și Inginerie", eISSN 2359-828X, <http://stiintasiinginerie.ro/31-79-cercetarea-aspectelor-disfunctionale-legate-de-filtrul-de-particule-diesel-dpf-in-cazul-motorului-dacia-logan-e5-1-5dci/>
- [6] Băldean D.L., Motoare în doi timpi. Suport curs, Editura UT PRESS 1, 117, ISBN 973-606-737-021-8, Cluj-Napoca, 2014
- [7] Băldean D.L., Software pentru studiul unor parametri ai procesului de injecție a benzinei în motoarele cu aprindere prin scânteie Software for the study of some parameters of gasoline injection process in Otto engines, Jurnal ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Applied, UTPress, ISSN 1221-5872
- [8] Băldean D.L., Studii și cercetări privind modelarea procesului de ardere în motorul cu aprindere prin comprimare în condițiile utilizării biodieselului pentru îmbunătățirea performanțelor motorului, Univ. Teh. Cluj-N. 2011, Ed. UT; http://old.utcluj.ro/download/doctorat/Rezumat_Doru_Baldean.pdf
- [9] Băldean D.L., Studii și cercetări ale aspectelor NVH legate de modul de exploatare al autovehiculelor rutiere, Revista "Știință și Inginerie", eISSN 2359-828X, <http://stiintasiinginerie.ro/31-60-studii-si-cercetari-ale-aspectelor-n-v-h-legate-de-modul-de-exploatare-al-autovehiculelor-rutiere/>

- [10] Băldean D., Burnete N., Posibilități de cercetare a arderii biodieselului în motoarele cu aprindere prin comprimare part. I, Jurnal Ingineria Automobilului 6(1), 2012/3, Editor RAR, Bucharest, p. 3, online eISSN 2284-5690, DOI http://www.ingineria-automobilului.ro/reviste/Ingineria_22_en.pdf.
- [11] Băldean D., Burnete N., Posibilități de cercetare a arderii biodieselului în motoarele cu aprindere prin comprimare part. II, Jurnal Ingineria Automobilului 6(2), 2012/6, Editor RAR, Bucharest, p. 3, online eISSN 2284-5690, DOI http://www.ingineria-automobilului.ro/reviste/Ingineria_23.pdf.
- [12] Băldean D., Burnete N., Varga B., Marc C.A. Analysis possibilities through diagnosis of motor vehicles systems using Bosch KTS equipment, Acta Mecanica, 2 (3), 2010, Tehnical University of Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, Romania, p. 15.
- [13] Băldean D., Crișan M.A., Borzan A.I. Contributions in Experimental Research Concerning Diesel Fuel Supply and Lubrication in the Case of Comparative Study Between Euro V and IV Common Rail Engines, In: Chiru A., Ispas N. (eds) CONAT 2016, International Congress of Automotive and Transport Engineering, 2016/10/26, Publisher Springer, Cham, pp. 264-273, online ISBN: 978-3-319-45447-4, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-45447-4_29.
- [14] Băldean D., Burnete N.V., Moldovanu D., Gaspar F., Borzan A. I., Crișan M.A., Experimental Research Regarding the Possibility of Biofuel Fumigation Supply Method on a Single Cylinder Compression Ignited Engine, International Congress of Automotive and Transport Engineering, 2016/10/26, Editor Springer, Cham, pp. 264-273, online ISBN: 978-3-319-45447-4, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-45447-4_30.
- [15] Băldean D.L., Borzan A.I., Contributions on experimental research of fuel consumption and management system in K9K892 Diesel engine from Dacia-Renault, MATEC Web of Conferences 184, 01018 (2018), Editor EDP Sciences, eISSN: 2261-236X, DOI <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818401018>.
- [16] Băldean D., Burnete N., Filip N. Studies concerning exhaust gases dynamics for an i.c. engine through simulation. at: CONAT, International congress on automotive and transport engineering, 27-29 October, 2010, Brașov, Romania ISSN 2069-0401.
- [17] Băldean D., Burnete N., Moldovanu D., Kocsis L.B., Investigarea comparativa a formarii fumului in camera de ardere in cazul alimentarii unui MAC cu motorină și amestec B20, Congresul AMMA 2013, International congress on automotive and transport engineering, October, 2013, Cluj-N., Romania.
- [18] Băldean D., Burnete N., Barabas I., Borza E., Study of diesel fuel combustion process using advanced simulation methods, Data publicării 2010/10/28, Volumul 3, CONAT, International congress on automotive and transport engineering, 27-29 October, 2010, Brașov, Romania, ISSN 2069-0401.
- [19] Băldean D., Kocsis L.B., Gaspar F. Cercetarea parametrilor sistemului de alimentare prin injecție a motorului de la automobilul BMW 320d, In Revista:

"Știință și Inginerie", eISSN 2359-828X, <http://stiintasiinginerie.ro/30-45-cercetarea-parametrilor-sistemului-de-alimentare-prin-injectie-a-motorului-de-la-automobilul-bmw-320d/>

[20] Moldovanu D., Băldean D.-L., Burnete N.-V., Jurchis B.-M., Advanced strategies for investigation of internal combustion engine, Research Papers (Automotive & Transport Engineering), eISSN 2601-582X, <http://hdl.handle.net/123456789/2224> Publisher: Romanian Academy, Ro. J. Techn. Sci. – Appl. Mechanics; Vol. 63, No. 1,

[21] Ștefan D., Dacia Sandero 2019 apare în imagini și va fi mașina pe care ți-o vei dori. Cu ce noutăți ar veni noul model, <https://playtech.ro/stiri/dacia-sandero-2019-foto-3961>, 15.12.2018.

[22] Moldovan A S, Fehete L, Borzan Adela-I, Gaspar Ferenc, Cherecheș A I, Andrei L, Băldean D L, Analiza aspectelor practice privitoare la managementul energetic în cazul unor simptome specifice pentru sistemul de pornire de la Toyota Avensis, Revista "Știință și Inginerie", eISSN 2359-828X, <http://stiintasiinginerie.ro/34-23-analiza-aspectelor-practice-privitoare-la-managementul-energetic-in-cazul-unor-simptome-specifice-pentru-sistemul-de-pornire-de-la-toyota-avensis/>

Tamás Walter FLESCH,
Lucian-Vasile CRIȘAN-LUPA,
Septimiu JOVREA

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transport,
Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: tamas.flesch@yahoo.com; lucianlupa@yahoo.com