



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 EGR

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

RESEARCH OF OPACITY AND CONSUMPTION AT DACIA SANDERO 1.5 DCI WITHOUT EGR

The study of pollutant emissions, especially of the Dacia Sandero 1.5 dCi passenger car at different operating regimes was developed by monitoring the fuel consumption. The introduction of the study is concerned about pollution, the environmental problem which is met every day. Pollution is about emitting in the surrounding environment chemical components which may lead to the structural imbalance between various life forms, which impacts health and comfort at all levels and causes ambient damage by altering natural and life sustaining factors. Different types of pollution do manifest continuously. First of all the air pollution from automobiles is the most important and analyzed in this study. In it is also considered the ecological design approach of most cars. Another section of the study makes a brief history of the internal combustion engines and their improvement process taking into account the pollutant emissions. Further in the study a comprehensive step is about the evolution of the chemical pollution. Last but not least is a description of the devices for measuring the pollutant emissions of cars. Another chapter enumerates and defines the filters, equipment and systems applied in engine development to meet increasingly stringent pollution standards. The study also contains the experimental part of the work. In this part is presented the measuring system used and then the results acquired from the Dacia Sandero 1.5 dCi engine, by monitoring the variation in the opacity of the exhaust smoke and the evolution of fuel consumption in different engine operating regimes. The last part of the study contains the final conclusions and proposed development perspectives.

Keywords: carbon emission, exhaust, gases, pollution, Sandero
Cuvinte cheie: emisii de carbon, eșapament, gaze, poluare, Sandero

1. Introducere

Ecologia este știința care se ocupă cu studiul interacțiunii dintre ființele vii și dintre acestea și mediul în care trăiesc. Denumirea a fost dată de biologul german Ernest Haeckel, în 1866, în lucrarea „Morfologia generală a organismului“, denumirea avându-și originea din limba greacă (oikos – casă; logos – știință). Poluarea constă în introducerea în mediu ale unor substanțe care pot deranja echilibrul ecologic, între ființele vii, care dăunează stării de sănătate și confort al oamenilor și care pot produce pagube economice prin modificarea factorilor naturali sau a celor creați prin activități umane. În esență, poluarea mediului înconjurător reprezintă ansamblul modificărilor defavorabile pe care le suportă calitățile naturale ale acestuia sub influența activităților societății omenești [1, 2, 3, 4]. Poluarea nu poate fi considerată numai ca o caracteristică a societății moderne. Omul a dezvoltat activități cu caracter poluant încă de la descoperirea focului, modul de practicare a agriculturii în antichitate a determinat poluarea treptată a solului, întinse teritorii din Asia și Africa fiind transformate în deșerturi. Răspândirea activităților poluante însă, a făcut ca acestea să nu fie manifeste în primele etape nici regional și nici la scară mondială. Sectoarele de activitate umană generatoare în principal de poluare sunt: industria extractivă; industria chimică și energetică; agricultura; anumite industrii prelucrătoare; transporturile în cadrul cărora o influență consistentă o au motoarele cu ardere internă; marile aglomerări urbane. Emisiile de eșapament sunt toxice și degradează sănătatea și calitatea vieții în general prin intoxicare și moarte după colmatarea sângelui și a celulelor vii, perturbând oxigenarea creierului. Substanțele gazoase emanate sunt CO₂, CO, SO₂, SO₃, NH₃, NO, NO₂, vapori de H₂O, hidrocarburi HC, cloruri, fluoruri, sulfați. Substanțele solide sunt cenușa și zgura, care conțin SO₂, SO₃, CaO, MgO, sulfați, Fe₂O₃ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Poluarea urbană a aerului este cunoscută sub denumirea de smog. Smogul este în general un amestec de monoxid de carbon și compuși organici din combustia incompletă a combustibililor fosili cum ar fi cărbunii și de dioxid de sulf de la impuritățile din combustibili. În timp ce smogul reacționează cu oxigenul, acizii organici și sulfurici se condensează sub formă de picături, înteinind ceața. Smogul care rezultă are un miros neplăcut, provocând lăcrimare [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22].

Particulele reprezintă un amestec de substanțe organice și anorganice prezente în atmosferă atât în formă lichidă, cât și solidă și

care provin din gazele arse. Definirea particulelor se face implicit prin procedeul de măsurare a acestora, fiind în cazul motoarelor cu aprindere prin comprimare (M.A.C.), materia colectată pe un filtru special la trecerea gazelor arse emise de un motor cu aprindere prin comprimare, gaze diluate cu aer curat până la obținerea temperaturii acestora de maximum 52°C. După mărime, se consideră particule mari acele particule care au un diametru mai mare de 2,5μm, iar particule mici cele sub 2,5μm diametru. Emisia de particule a M.A.C. este mult mai mare decât a motoarelor cu aprindere prin scânteie (M.A.S.), chiar utilizând benzine etilate. Particulele de carbon emise de motoarele diesel sunt foarte mici și penetrează adânc în plămâni, unde se acumulează. În timp, acumularea carbonului poate întârzia mecanismul de curățare pulmonară [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

În anul 1867, Nikolaus Otto împreună cu inginerul Eugen Langen, a construit un motor termic cu ardere internă, cu piston în patru timpi, care folosea combustibil gazos. În 1878, Nikolaus Otto, a pus la punct un motor în 4 timpi alimentat cu combustibil lichid (benzină) cu un randament de 22%. O contribuție însemnată la perfecționarea motorului cu ardere internă, cu aprindere prin scânteie electrică, au adus-o inventatorii germani Karl Benz și Gottlieb Daimler, care au realizat primele automobile acționate cu astfel de motoare.

Istoria motorului diesel a început în urmă cu peste 120 de ani. Crearea de patentare a fost depusă de inventatorul său, Rudolf Diesel, încă din 1892, și a fost acceptată de Oficiul german de înregistrare a patentelor la 23 februarie 1893. Intenția lui Diesel era ca motorul să funcționeze cu mai multe tipuri de carburant, inclusiv praf de cărbune. Totuși, motorul nu a mers de la prima încercare. A fost prezentat în stare de funcționare abia în 1900, la Expoziția Universală (World's Fair), și era alimentat cu ulei de alune.

Motoarele diesel erau privite la începutul anilor 1900 ca o alternativă la motoarele cu aburi folosite de nave și chiar de industrie. La sfârșitul secolului XIX și începutul secolului XX, acestea aveau aceeași formă și dispunere ca motoarele industriale cu abur.

Primul camion cu sistem de propulsie diesel a fost lansat în Germania în 1924, iar în 1929 producătorul de motoare american Cummins a reușit să adapteze un motor diesel la un autoturism, în mod experimental. Industria auto a început să vadă în motorul diesel viitorul. Însă tehnologia proiectată de Rudolf Diesel avea să intre în producția de serie abia în 1936. Primul model care a fost echipat cu motor diesel a fost Mercedes 260D.

Inițial, motoarele diesel erau considerate zgomotoase și lente. Industria auto, în special producătorii germani, a pariat pe acest motor. Încă din perioada războiului, industria auto a căutat perfecționarea motorului diesel, care s-a dovedit în timp mai economic decât cel clasic pe benzină. O problemă care i-a măcinat pe constructori până prin anii 1960 a fost puterea și viteza lentă pe care o dezvoltau aceste motoare. După apariția sistemelor de supraalimentare a turbinelor, motoarele diesel au început să fie altfel privite.

La jumătatea anilor 1990, constructorii europeni de automobile au reușit să dezvolte motoare diesel mult mai silențioase, cu consumuri de carburanți din ce în ce mai mici și aproape la fel de puternice ca și cele pe benzină. Rămânea însă mai vechea problemă a poluării. Normele de poluare care au început să fie impuse în Europa i-au forțat pe constructori să monteze pe motoare filtre și echipamente care să scadă emisiile de noxe. Principalii exportatori europeni în Statele Unite, Mercedes și Volkswagen, au început să testeze la sfârșitul anilor 1990 piața de peste ocean cu motoare diesel, în condițiile în care producătorii din Statele Unite produceau doar echipări pe benzină.

Filtrele de particule dezvoltate până în prezent și-au dovedit eficiența, asigurând reducerea în proporție de 80 - 90% a particulelor. Prin prisma criteriilor de apreciere a filtrelor, cât și a criteriilor impuse de piață, supremația unui anumit tip de filtru nu a fost dovedită, coexistând în exploatare categoriile de bază prezentate în lucrare. Cele mai răspândite tipuri de filtre sunt cele cu monoliți ceramici și regenerare termică, dar și cele cu fibre ceramice și regenerare prin aditivarea combustibilului. Durabilitatea filtrelor ceramice este încă mică în condițiile normale de exploatare, datorită dificultăților legate de încărcarea termică și mecanică mare ceea ce justifică în continuare căutarea de noi soluții constructive.

Figura 1 prezintă componentele sistemului de depoluare.

Cercetarea prezintă îmbogățeste pachetul datelor aplicative printr-o investigație aplicativ-digitală (computer aided research) în vederea îmbunătățirii aparatului public de prevenire a riscurilor și creșterea a calității vieții.

2. Metoda și materialul cercetării

Metoda de cercetare expusă în formă simplificată, realizează:

- studiul soluțiilor de depoluare și a motoarelor existente;
- centralizarea datelor și alegerea prezentarea aparaturii (figura 1);

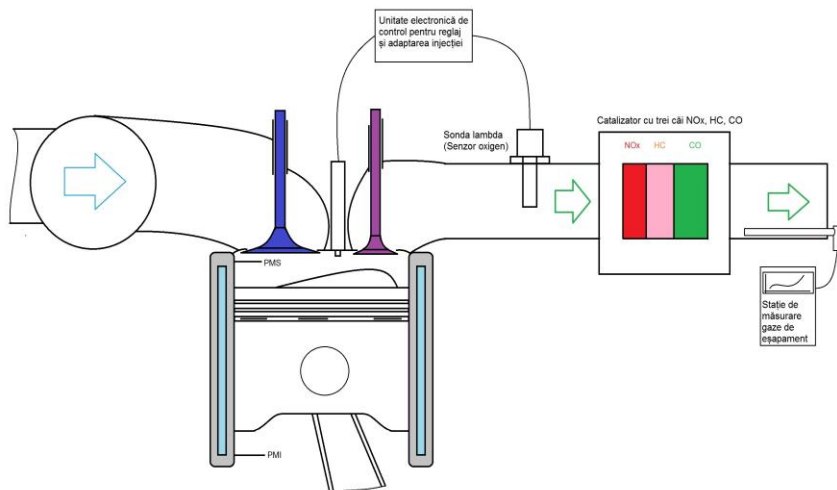


Fig. 1 Schema sistemului de depoluare pentru motoare cu opacimetru atașat

- accesarea bazelor de date cu studii disponibile referitoare la tematica de cercetare;
- analiza caracteristicilor aparatului de măsurare a opacității (Tabelul 1);
- achiziția de bază și prelucrarea datelor (figura 2);
- consultarea concomitentă a consumului de combustibil la bordul autovehiculului studiat pentru potențarea capacității de analiză comparativă;
- observarea datelor înregistrate și formularea interpretărilor.

3. Sinteza cercetării aplicative

Scopul părții aplicative este să îmbunătățească gradul de înțelegere a corelației dintre consum și opacitatea gazelor, respectiv să definească o procedură experimentală pentru Sandero, prin parcurgerea unor faze specifice:

1. Prezentarea parametrilor măsurați (Tabelul 1 - Caracteristicile aparatului de măsurare a opacității);
2. Colectarea datelor experimentale de la autovehiculul Dacia;
3. Interpretarea și reprezentarea grafică a datelor.

Tabelul 1

Parametrii măsurați	Plaja de măsură	Rezoluție
Coefficient de opacitate	0-9,99m ⁻¹	0,1m ⁻¹
Opacitate	0-100%	0,5%
Regim motor	0-9990rot/min	10rot/min
Temperatură gaz	0-400°C	10°C

Autovehiculul ales este Dacia Sandero 1.5 dCi fabricat în anul 2010. Dacia Sandero este un autoturism de tip hatchback cu 5 uși, fabricat de uzina Dacia la Mioveni începând din octombrie 2007. Sandero a fost lansat oficial pe piața românească pe 3 iunie 2008. Acest autovehicul este de clasă medie-mică, structură compactă, cu aplicabilitate și utilitate ridicată în traficul urban.

Acesta din urmă poate conduce la afectarea supapei EGR prin creșterea depozitului de particule carbonice care produc colmatarea electrovalvei de recirculare.

Figura 2 prezintă buletinele de măsurare pentru două regimuri de turație distincte mici-medii până la 1840 rot/min și turații mari până la 4060 rot/min.

Proba Nr	K (m ⁻¹)	Turație minima (rot/min)	Turație maxima (rot/min)	Timp baza (sec)	Proba Nr	K (m ⁻¹)	Turație minima (rot/min)	Turație maxima (rot/min)	Timp baza (sec)
1	0.17	800	1840	0.000	1	0.31	800	4060	2.106
K mediu (m ⁻¹)				-	K mediu (m ⁻¹)				-
Temperatura ulei (°C)				80.7	Temperatura ulei (°C)				80.4
Rezultat					Rezultat				

a b

Fig. 2 Buletine de măsurare experimentală. a-măsurare la regim de turații mici-medii; b-măsurătoare la regim ridicat de turație

În urma procesului de achiziție a datelor măsurate s-au reprezentat grafic toate înregistrările efectuate în vederea analizei.

În figura 3 sunt reprezentate curbele de variație a consumului și opacității gazelor de eșapament la funcționare în configurație standard și la regim normal a motorului de la autovehiculul testat, Dacia Sandero.

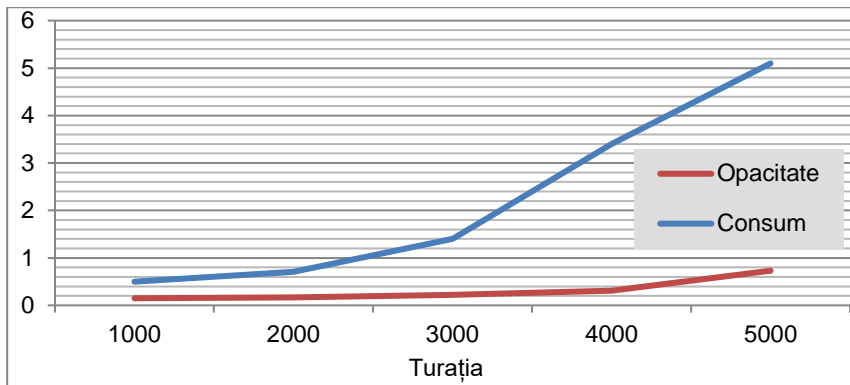


Fig. 3 Valorile înregistrate pe stația de măsurare în regim normal de funcționare a motorului (Turația - rot/min; Opacitate - m^{-1} ; Consum - l/h)

În figura 4 este prezentată grafic variația valorilor de consum și opacitate în funcție de regimul de turație pentru măsurătoarea experimentală în care sistemul EGR este scos din funcțiune.

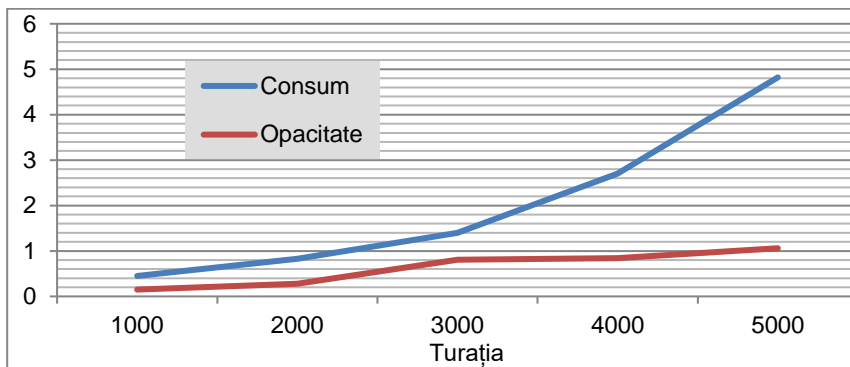


Fig. 4 Variația consumului de combustibil și a opacității gazelor de eșapament în funcție de turație (Turația - rot/min; Opacitate - m^{-1} ; Consum - l/h)

4. Concluzii și interpretări

Prin studiul și achiziția datelor practice, evidențiind aspectele privitoare la consumul de combustibil și opacitatea gazelor, se concluzionează:

- obiectivul principal este îndeplinit prin furnizarea valorilor aplicative reprezentate grafic;

- nefuncționarea supapei EGR are efect sensibil asupra emisiilor poluante, ne-schimbând semnificativ consumul de carburant;
- valoarea cea mai mare de opacitate este de $1,06 \text{ m}^{-1}$, această valoare nu depășește maximul admis de $1,5 \text{ m}^{-1}$, fapt prin care se înțelege că autovehiculul studiat ar trece inspecția tehnică periodică (ITP), doar că în timpul rulării în exploatare acesta ar emite gaze cu o valoare a opacității ceva mai mare decât în cazul în care ar fi echipat cu supapă EGR în bună stare de funcționare;
- menținerea în stare operativă a echipamentului de recirculare a gazelor de evacuare contribuie atât la diminuarea emisiei de oxizi de azot așa cum este prevăzut în documentația oferită de producător, dar contribuie și la estomparea nivelului de opacitate al gazelor;
- analiza determinărilor practice încurajează definirea bazelor de date speciale cu raportare continuă a stării tehnice a autovehiculelor, cu reprezentare și interpretare, respectiv dezvoltarea cercetărilor.

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, Technical 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/mateccconf/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, Braşov, Romania ISSN 2069-0401.

[17] Băldean D., Burnete N., Moldovanu D., Kocsis L.B., Investigarea comparativă a formării fumului în camera de ardere în cazul alimentării 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, Braşov, 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] Băldean D.L., Moldovanu D., Borzan A.I., Contribution to experimental research of alternate fuel fumigation in single cylinder research diesel engine, MATEC Web of Conferences 184, 01017 (2018), Editor EDP Sciences, eISSN: 2261-236X, DOI <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818401017>.

[21] Băldean D.L., Varga B.O., Moldovanu D., Kocsis L., Borzan A., Contributions in developing advanced engineering methods for researching the NVH aspects in Porsche Cayman operation conditions at Technical University from Cluj-Napoca, 2018/6/1, University of Pitesti. Scientific Bulletin - Automotive Series. 28, Jurnal Ing. Automobilului 47 (5-8) Ed. SOC Automotive Engineers Romania, eISSN 2284-5690, DOI 10.26825/bup.ar.2018.002.

[22] Borza E.V., Băldean D.-L., Borzan Adela-I., Research Concerning Fuel Economy Coefficient and Carbon Foot Print in Various Conditions for a City Compact Size Vehicle with Digital Control for a Green Solution and Method at Technical University from Cluj-Napoca, In: Burnete N., Varga B. (eds) Proceedings of the 4th Intern. Congress of Automotive and Transport Engineering (AMMA 2018). Proceedings in Automotive Engineering. Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-319-94409-8_22, eISSN: 978-3-319-94409-8

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

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