



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

CERCETAREA TURBO-SUFLANTEI CU AJUTORUL TESTĂRII ASISTATE DE CALCULATOR ÎN VEDEREA EVIDENȚIERII PERFORMANȚELOR

Emilian-Vasile BORZA, Doru-Laurean BĂLDEAN

RESEARCHING THE TURBO-CHARGER WITH THE OF COMPUTER AIDED TESTING IN ORDER TO OUTLINE ITS PERFORMANCES

The present paper shows in specific technical concepts and methods from engineering perspective the problematic aspects concerning the turbocharger construction, problems and operation. After presenting the schematic construction and operation a testing sequence it's considered. Analyzing the boost-pressure in relation with driving speed, engine temperature, engine speed and other parameters it allows the observer to gain the mathematical correlation between different working conditions. The development of present study aims to the stage of understanding and proper interpretation of the symptoms and problematic aspects related to the turbocharger and gas dynamics on Dacia Logan k9k792 Diesel engine.

Keywords: automotive, consumption, hydrocarbons, energy, on-board
Cuvinte cheie: automobilism, consum, hidrocarburi, energie, la bord

1. Introducere

În ultimii 20 de ani autovehiculele comercializate și exploatate în România au fost echipate din faza de producție sau ulterior cu echipamente de supraalimentare pentru îmbunătățirea performanțelor de putere și moment 0. Pe lângă creșterea presiunii medii efective și optimizarea randamentului termic al motorului turbosuflyantele creează

și probleme în cazul în care apar defecțiuni din cauza exploatării greșite.

În figura 1 se prezintă schematic construcția și funcționarea echipamentului de supraalimentare.

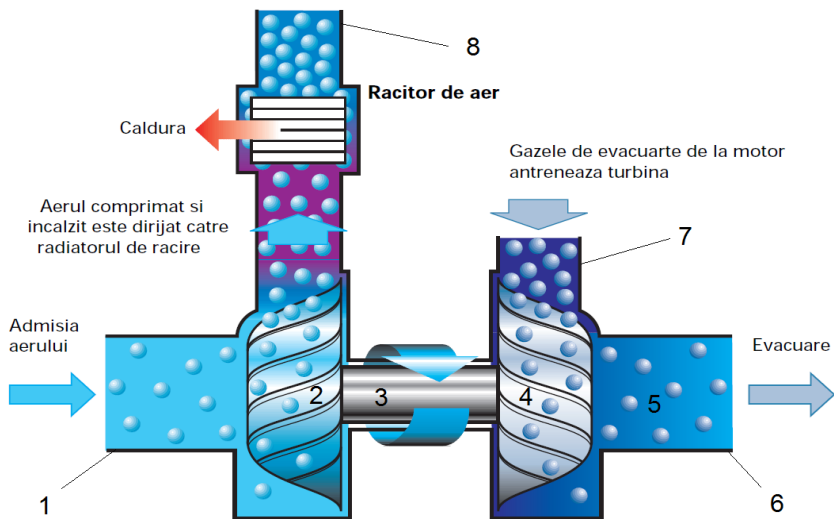


Fig. 1 Schema constructiv-funcțională simplificată a echipamentului de supraalimentare 0. 1-racordul de alimentare cu aer; 2-rotorul suflantei; 3-axul turbosuflantei; 4-rotorul turbinei; 5-evacuarea turbinei; 6-racordul tubulaturii de evacuare; 7-intrarea gazelor în turbină

Figura 2 prezintă funcționarea geometriei variabile în două situații.

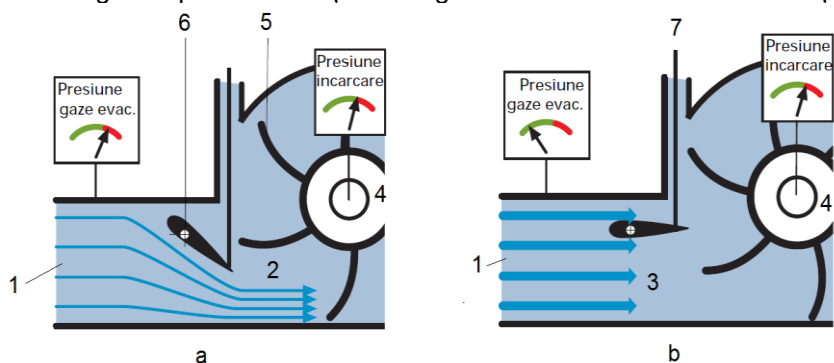


Fig. 2 Schema constructiv funcțională simplificată a geometriei variabile 0. a-regim turajații mici; b-regim turajații mari; 1-fluxul pre-turbină al gazelor arse; 2-fluxul dirijat de geometria variabilă în cazul turajațiilor scăzute; 3-fluxul de gaze nerestricționat la turajații mari; 4-rotorul turbinei; 5-paletele turbinei; 6-voleții geometriei variabile; 7-sistem de acționare al geometriei variabile

În figura 3 se prezintă construcția turbinei cu geometrie variabilă.

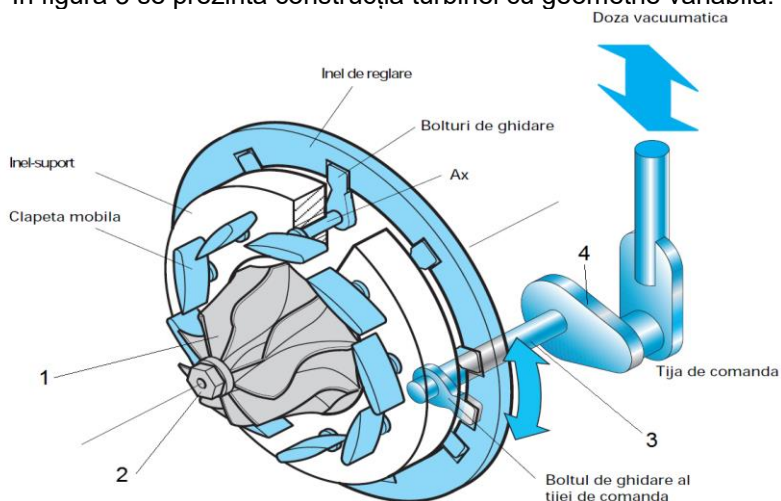


Fig. 3 Reprezentare axonometrică a turbinei cu geometrie variabilă
0-rotorul; 2-asamblare filetată; 3-ax; 4-pârghie de antrenare

Secțiunea și zona de deteriorare sunt prezentate în figura 4.

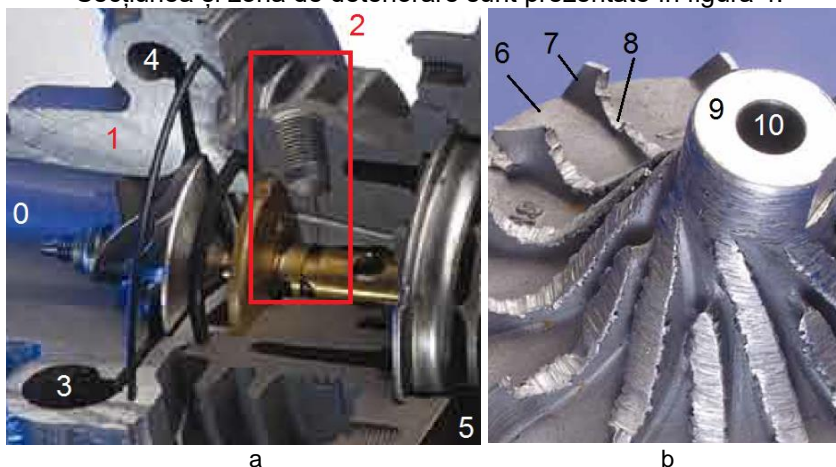


Fig. 4 Structura grupului de supraalimentare. a-secțiune prin ansamblul turbo-suflantei; b-rotorul suflantei; 0-intrarea aerului dinspre filtrul și debitmetrul de aer; 1-corpul carcasei suflantei; 2-racordul pentru alimentarea cu lubrifianț pentru ungere; 3-zona intermediară de comprimare; 4-zona de comprimare finală; 5-turbina; 6-rotorul suflantei; 7-periferia paletelor rotorului suflantei; 8-zona de rupere a paletelor suflantei; 9-zona centrală a rotorului suflantei; 10-alezajul rotorului suflantei

În baza competențelor profesionale și a experienței acumulate în analiza evoluției indicatorilor de calitate a aerului [2], a dinamicii gazelor de evacuare prin eșapament [3, 8, 9], în solicitările echipamentului de supraalimentare [4, 5] și a stării componentelor [6] și sistemelor [7] sunt studiate determinările efectuate pe motorul k9k792 de la Dacia cu echipamente de Laborator la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca [9].

2. Metodologia cercetării

Cercetarea de față este dezvoltată prin înregistrarea și analiza, în timpul funcționării motorului în trafic, a regimului de supraalimentare pentru evidențierea situațiilor cu potențial simptomatic.

Metoda cercetării experimentale derulate (multivariate analysis) plecând de la solicitarea în funcționare a echipamentului de supraalimentare parcurge o serie de etape distincte, după cum urmează:

- pregătirea autovehiculului echipat cu dispozitive de turbo-supraalimentare și punerea lui în exploatare în vederea testării/studierii;
- definirea unui model cauzal pentru corelarea variabilelor în analiză;
- alegerea metodei de analiză a datelor experimentale prin regresie multiplă (liniară și non-liniară);
- definirea soluțiilor și recomandarea unor perspective de cercetare, în vederea continuării cercetărilor în această problematică.

3. Sinteza rezultatelor cercetării experimentale

Aspectele problematice vizate în procesul de analiză a tematicii:

- în funcționarea echipamentului de turbo-supraalimentare pot să apară disfuncționalități legate de variația presiunii în limite neadecvate;
- antrenarea precară datorată uzurii axului de sprijin al rotoarelor;
- ieșirea din funcțiune datorită distrugerii paletelor rotorului;
- disfuncțiuni legate de comanda și operativitatea geometriei variabile;
- ieșirea din funcțiune a sistemului de ungere pentru axul turbo-suflantei;
- influența necorespunzătoare a turației asupra presiunii de supraalimentare.

Pe durata testării asistate de calculator s-au monitorizat turația motorului, temperatura lichidului de răcire, temperatura combustibilului, presiunea de injecție, senzorul de presiune din rampa comună,

presiunea de supraalimentare și viteza de deplasare cu scopul evidențierii și analizei valorilor actuale achiziționate în raport cu funcționarea sistemului de supraalimentare. Datele privitoare la domeniul de variație al parametrilor studiați și limitele sunt redată în tabelul 1 (Domeniul valorilor înregistrate în timpul determinărilor efectuate prin metoda testării asistate de calculator).

Tabelul 1

Parametrul studiat	Valori culese experimental	U.M.
Domeniul de turație	800÷2200	rot/min
Temperatură lichid de răcire	74÷77	°C
Temperatura combustibilului	40÷41.5	°C
Presiunea de injecție	23÷95	MPa
Iterații măsurare	1÷18	-
Viteza de deplasare	0÷70	km/h

În continuare, figura 5 reprezintă valorile de presiune generată de turbo-suflantă în funcție de viteza de deplasare a autovehiculului în trafic, observându-se că între 50 și 60 km/h există 3 puncte de măsurare în care aerul comprimat trece de valoarea de 1100 mbar. Acest fenomen se datorează faptului că în treapta a treia înainte de a schimba în treapta superioară (a patra) motorul a urcat în regim de turație mai mare și astfel dinamica gazelor de eșapament a accelerat mișcarea rotorului echipamentului de supraalimentare.

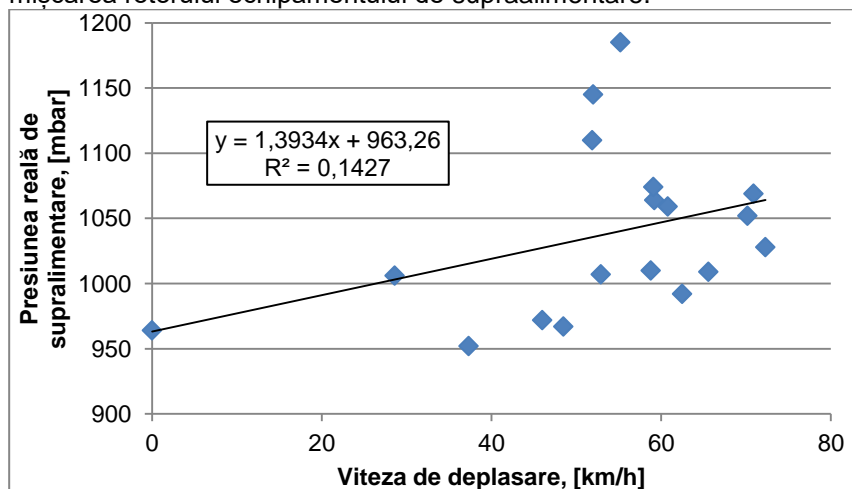


Fig. 5 Determinările presiunii de supraalimentare în funcție de viteza de deplasare

În figura 6 se prezintă determinările privitoare la presiunea (boost) de supraalimentare în funcție de doza injectată pe ciclu motor.

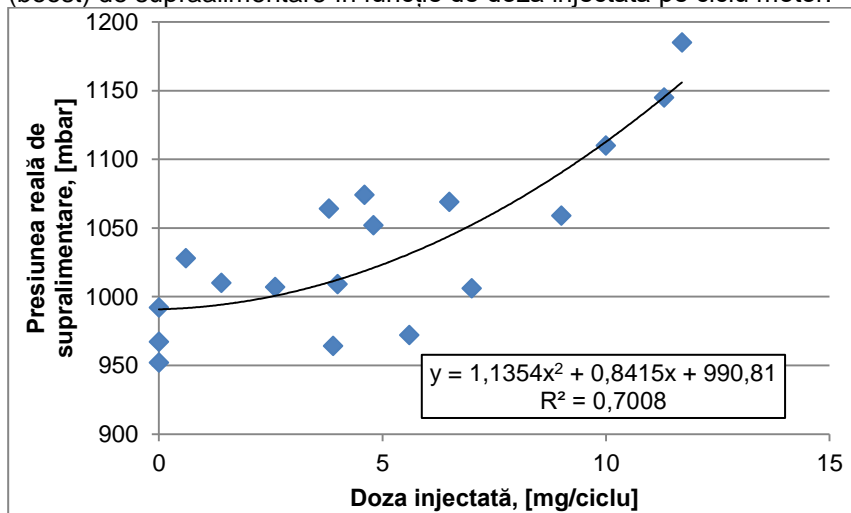


Fig. 6 Valori înregistrate pentru presiunea de supraalimentare în funcție de doza injectată

Figura 7 prezintă determinările presiunii de aer în traseul după suflantă în funcție de temperatura lichidului de răcire a motorului.

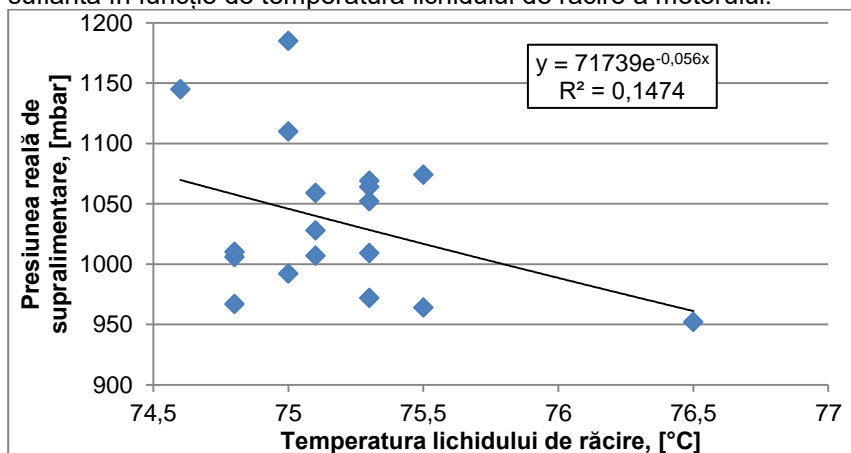


Fig. 7 Determinări prin testare asistată de calculator corelate cu temperatura agentului de răcire

În figura 8 se prezintă înregistrările presiunii de aer prin supraalimentare în raport cu temperatura motorului.

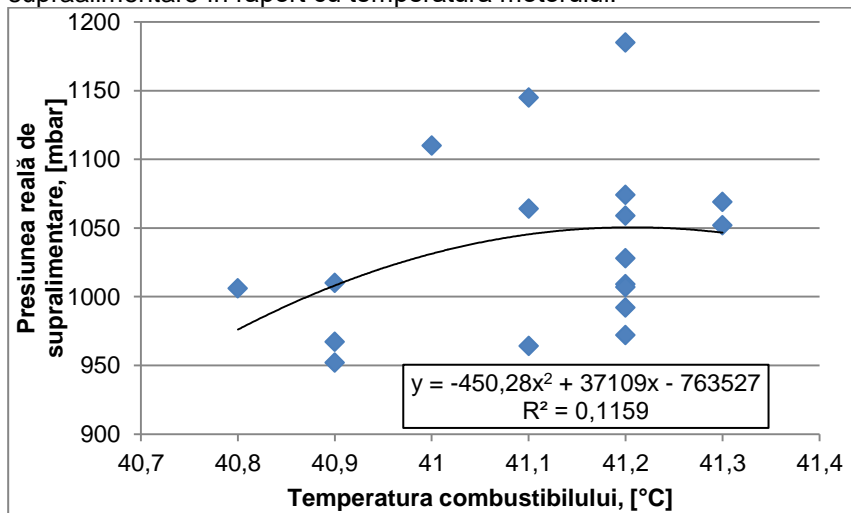


Fig. 8 Valorile de presiune în cazul supraalimentării motorului raportate la temperatura combustibilului

Figura 9 prezintă tendința de variație a presiunii de supraalimentare în punctele de măsurare prin raportare la tensiunea senzorului de presiune a combustibilului din rampa comună.

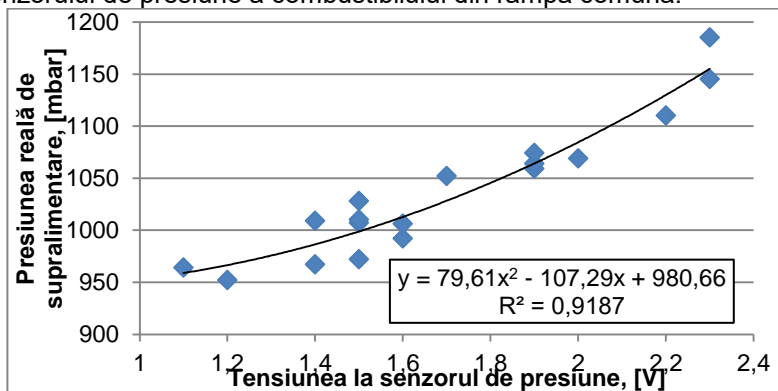


Fig. 9 Presiunea de supraalimentare în raport cu tensiunea pe senzorul de presiune

În figura 10 se prezintă valorile presiunii de supraalimentare în raport cu presiunea din rampa comună.

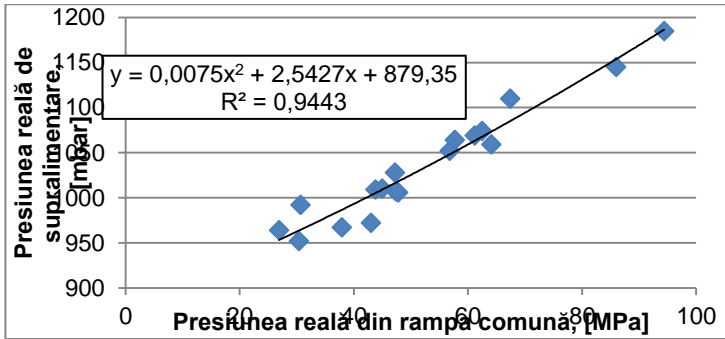


Fig. 10 Determinări experimentale corelate cu presiunea din rampă

Figura 11 reprezintă înregistrările presiunii după suflantă în raport cu turația arborelui cotit al motorului.

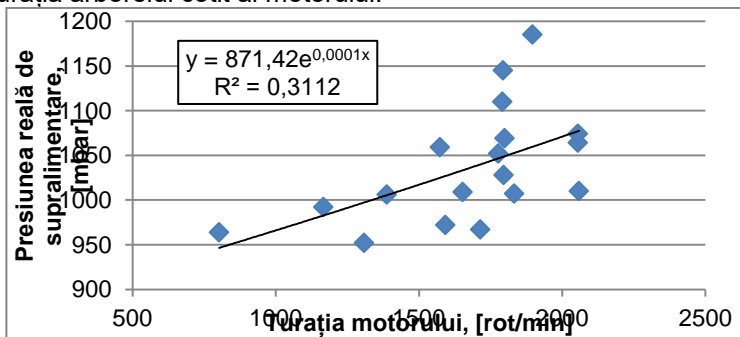


Fig. 11 Valorile presiunii de aer după suflantă în raport cu turația motorului

În figura 12 se prezintă mulțimea valorilor presiunii de supraalimentare în raport cu pasul de iterație al măsurătorilor efectuate.

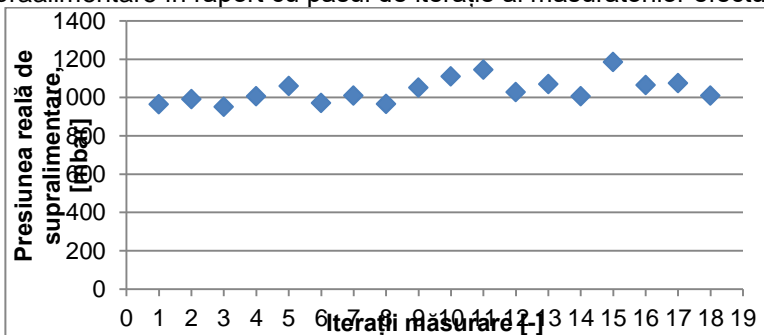


Fig. 12 Presiunea raportată la incrementul iterativ în timpul testării practice

4. Concluzii

Cercetările prin testare asistată de calculator în regim de exploatare privitoare la sistemul de supraalimentare al motorului 1.5 dCi k9k792 și activitățile de prelucrare și analiză statistică a datelor prelevate pe baza încercărilor practice efectuate cu aparatura de măsurare din Laboratorul de Automobile al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, precum și interpretările realizate pe baza mărimilor reale determinate pe autovehiculul studiat în cazul protocolului dezvoltat au facilitat elaborarea concluziilor, după cum urmează:

- testarea practică asistată de calculator a sistemului de supraalimentare de la motorul k9k792 ce echipează moto-propulsoarele Dacia Logan s-a realizat în condiții de exploatare în trafic în timpul schimbării rapoartelor de transmitere în treptele 1÷4 din cutia de viteze;
- dozele injectate cele mai mari s-au înregistrat în faza de demaraj până în treapta a treia, ajungând la 11÷12 mg/ciclu;
- creșterea dozei de combustibil injectat conduce la creșterea presiunii din camera de ardere și apoi influențează proporțional cinetica gazelor evacuate, care apoi sporesc viteza unghiulară a rotorului turbinei și în acest fel presiunea în admisie;
- în frână de motor sau la eliberarea pedalei de accelerație doza de combustibil scade spre zero mg/ciclu, iar asta conduce la influențe cinematico-dinamice ale fluxurilor de gaze și ale maselor de rotație ale echipamentului de supraalimentare;
- valorile mai mici ale presiunii la turații de peste 2000 se datorează creșterii turației dar fără creștere de sarcină, ceea ce coincide cu scăderea dozei injectate;
- datele experimentale impun dezvoltarea studiului sistemului de supraalimentare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Burnete, N., ș.a., *Motoare Diesel și biocombustibili pentru transportul urban*, ISBN 978-973-713-217-8, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2008.
- [2] Cherecheș, I.A., Moldovanu, D., Gaspar, F., *Studii privind evoluția unor indicatori ai calității aerului, afectați de traficul auto în municipiul Cluj-Napoca, Știință și inginerie, An XVII. Vol. 32, Editura AGIR, București, 2017.*
- [3] Crișan-Lupa Lucian-Vasile, Borzan Adela-Ioana, Moldovanu Dan, Kocsis Levente-Botond, *Research Applied to Exhaust Gas After-Treatment Systems in*

1.6 L Zsg 416 Ford Engine, Proceedings of the European Automotive Congress EAEC-ESFA 2015, Springer International Publishing, pp. 475-484. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27276-4_44, accesat 2018.03.14.

[4] Kocsis, L.-B., Balcau Monica, Cazila Aurica, Study of some Tribological Aspects of the Charging System of an IC Engine, Proceedings of CONAT 2016 International Automotive Congress, ISSN: 2069-0401, pp 217-223.

[5] Moldovanu, D., Burnete, N., Computational fluid dynamics simulation of a single cylinder research engine working with biodiesel. Thermal Science, 17(1), 195-203.

[6] Moldovanu, D., Gaspar, F., Beșu, C., Cercetarea influenței rugozității asupra parametrilor de performanță a unui motor cu ardere internă. Știință și inginerie, Vol. 31 (83), <http://stiintasinginerie.ro/wp-content/uploads/2017/05/83.-cercetarea-influenței-rugozității-asupra-parametrilor-de-performanță-a-unui-motor-cu-ardere-internă-dan-moldovanu-ferenc-gaspar-constantin-beșu.pdf>, 2017.05.04.

[7] Toader, G.V., Cherecheș, I.A., Kocsis, L., Gaspar, F., Borzan, A.I., Contributions to the experimental research of injection fuel supply system from 3.0i engine of BMW X5 road vehicles, Știință și inginerie, An XVII. Vol. 31, Editura AGIR, București, 2017.

[8] * * * Manual Turbo. Turbo Hoet. <https://www.turboshoet.ro/files/home/manuale/Manual-turbo-Romana.pdf>, accesat 2018.03.15

[9] * * * Service. Turbosuflanta cu geometrie variabila. Construcție si funcționare. Program de studiu individual, SSP 190 VW.

Emilian-Vasile BORZA
Doru-Laurean BĂLDEAN
Adela-Ioana BORZAN

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
emilian.borza@auto.utcluj.ro;