



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

CERCETAREA PARAMETRILOR SISTEMULUI DE ALIMENTARE PRIN INECȚIE A MOTORULUI DE LA AUTOMOBILUL BMW 320D

Doru Laurean BĂLDEAN, Levente Botond KOCSIS, Ferenc GASPAR

RESEARCH OF FUEL INJECTION SYSTEM PARAMETERS FOR THE ENGINE OF BMW 320D

The present article makes an analyze through experimental research of the parameters obtained from practical measurements related to fuel injection supply, consumption, operating regime and engine speed, in different situations and accelerator positions, with sport oriented vehicle of the type BMW series 3 during the operating process. There aren't such explicitly developed studies concerning the injection parameters of the E90 engine model of BMW 320d on the national level. It is known that there are many such vehicles registered in our country, there being a strong will to know their performances and operational status. The injection and combustion besides the supercharging have a major influence upon the engine's dynamic performances, fuel economy and pollution. Testing and studying the injection and air-fuel supply systems on BMW diesel engines may offer engineering solutions and optimizing ideas in order to improve their environmental impact and fuel economy, while the engine dynamic behavior will be little affected. In this work it is developed a program for testing such a dynamic engine and for collecting the injection and other systems parameters in order to facilitate their operational understanding. The data is managed and accurately inspected and interpreted.

Keywords: BMW, Consumption, Engine, Injection, Spray

Cuvinte cheie: BMW, consum de combustibil, motor, inecție, pulverizare

1. Introducere

Prin demersul de încercare se evidențiază specificul operațional, termo-hidro-dinamic și economic al motorului cu aprindere prin

comprimare (M.A.C.) de la autovehiculul BMW seria 3 (320d) în contextul modificării turației arborelui cotit. Modificarea poziției pedalei acceleratorului se exprimă în cazul studiului de față prin variația turației. Deoarece aceasta din urmă depinde liniar de poziția pedalei de accelerație, cel puțin în cazul funcționării fără cuplarea transmisiei la motor, se asumă ipoteza că presiunea de injecție și doza de combustibil injectată sunt corelate atât cu turația cât și cu dispozitivul de dozare (acceleratorul).

Elementele semnificative ale cercetării derulate sunt dispuse într-o interdependență reciprocă (figura 1) și constau în vehiculul supus încercărilor experimentale, ansamblul motor în particular, respectiv sistemul de injecție și doza principală injectată pe fiecare cilindru în mod special.

Presiunile de injecție pentru M.A.C. alimentate prin sistem common-rail încep de la valori 200÷300 bar. Procesul de injecție asigură picături/particule cu diametrul de 3÷150 μm a căror viteză este distribuită polinomial pe axa jetului de combustibil 0.



Fig. 1 Vehicul testat în vederea analizei sistemului de injecție
1 – vehicul BMW anul fabricației 2005 0; 2 – ansamblul motor 0 2000 cm^3 ; 3 – ansamblul injector electromagnetic; 4 – proces injecție și ardere

Defecțiunile care apar la instalația de alimentare, cât și simptomele manifestate în funcționarea motorului presupun o aparatură adecvată pentru verificare și reglare 0.

Elementele principale ale sistemului de achiziție și stocare a datelor O legate de funcționarea motorului în regim de mers la ralanti și în alte condiții diferite de funcționare a motorului pot fi conectate în moduri diverse între ele și în cele din urmă la autovehiculul ales pentru studiu. Legăturile fizice, prin cablu sau în mod „wireless” („fără fir”), sunt realizate conform figurii 2.



Fig. 2 Sistemul comunicațional realizat în vederea determinării experimentale a parametrilor injecției

1 – vehicul BMW folosit în cadrul studiului; 2 – interfața de comunicare OBD scan cu transmițător de tip “Bluetooth”; 3 – conexiunea prin unde scurte de tipul tehnologiei „bluetooth”; 4 – panou de bord BMW 320d utilizat în studiu ca interfață de comunicare a informațiilor; 5 – utilizator uman a modulului de comunicare wireless pentru analiza datelor operaționale provenite dinspre autovehicul; 6 – dispozitiv mobil de comunicare cu autovehiculul studiat; 7 – acces la aplicația utilizată în vederea achiziției de date prin conexiunea OBD de la autovehicul; 8 – interfața grafică a modulului de control, achiziție și înregistrare a datelor provenite de la Sistemul Electronic de Control al autovehiculului studiat

În vederea optimizării consumului de combustibil la autovehiculul BMW 320d și a reducerii impactului asupra mediului înconjurător printr-o mai bună adaptare a modului de utilizare a sistemului de alimentare prin injecție a combustibilului la autovehiculul ales în tema de cercetare se dezvoltă studiul aplicativ cu privire la variația unor parametri specifici (presiune de injecție în rampa comună a sistemului de alimentare cu motorină, în valoare nominală și actuală, doza de combustibil injectat pe fiecare ciclu funcțional la un cilindru și masa de aer aspirat).

Articolul prezintă o serie de date obținute prin cercetare experimentală realizat în Laboratorul de Încercare a Autovehiculelor din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca.

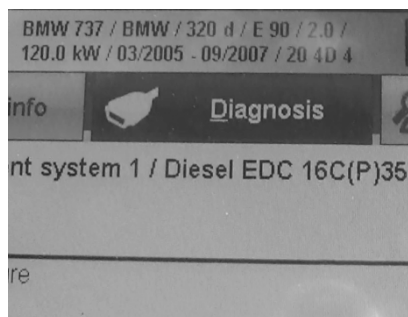
2. Metodologia cercetării experimentale

Etapele necesare pentru a configura și implementa un sistem modular pentru testarea practică a unui autovehicul BMW 320d sunt:

Etapele necesare pentru a configura și implementa un sistem modular pentru testarea practică a unui autovehicul BMW 320d sunt:

Etapele necesare pentru a configura și implementa un sistem modular pentru testarea practică a unui autovehicul BMW 320d sunt:

Etapele necesare pentru a configura și implementa un sistem modular pentru testarea practică a unui autovehicul BMW 320d sunt:



Etapele necesare pentru a configura și implementa un sistem modular pentru testarea practică a unui autovehicul BMW 320d sunt:

Fig. 3 Modulul de configurare virtuală a caracteristicilor vehiculului în aplicația de scanare a sistemelor electronice ale autovehiculului

În figura 4 se prezintă modulul de detaliere a valorilor reale citite prin intermediul interfeței grafice.

Datele principale cu interes specific în cadrul cercetării aplicative derulate în lucrarea de față sunt legate de temperatura motorului, turația arborelui cotit, presiunile de alimentare și doza/cantitatea de combustibil pulverizată în timpul injecției principale.

Coolant temperature	65.9 °C
Air mass	51 kg/h
Engine speed	832 rpm
Boost pressure, actual	1021 mbar
Boost pressure, nominal	977 mbar
Rail pressure, actual	34.94 MPa
Rail pressure, nominal	34.34 MPa
Injection quantity, main-injection	8.4 mg

Fig. 4 Modulul software de citire în timp real a datelor disponibile în funcționare

3. Sinteza rezultatelor cercetării pe autovehiculul 320d

Se definește turația și în acest fel regimul de lucru în fiecare punct dintre cele urmărite în studiu. S-au centralizat în tabelul 1 (Centralizatorul datelor colectate din măsurătorile experimentale) valorile referitoare la temperatura motorului, turația arborelui cotit, presiunea de injecție actuală și cea nominală, respectiv doza injectată. Regimurile de funcționare pot fi reconfigurate prin modificarea poziției acceleratorului.

Tabelul 1

Temperatură motor	Turație motor	Presiune injecție, actuală	Presiune injecție, nominală	Doza injectată, principală
[°C]	[rot/min]	[bar]	[bar]	[mg]
64.9	830	340.6	343	8.6
65.9	913	358.2	352.5	8.6
65.9	986	362.6	361.6	8.2
65.9	1000	358.2	362.2	8.2
66.9	1136	384.6	377.6	8.1
66.9	1214	393.4	391.7	7.7
66.9	1303	402.1	403.3	7.4
67.9	1403	432.9	429.9	8
68.9	1510	472.5	468.9	9.6
69.9	1619	498.9	492.6	9.8
70.9	1741	529.6	594.8	10.2
70.9	2036	580.2	548.3	10
70.9	2209	595.6	599.8	9.7
70.9	2352	606.5	604.4	9.5
71.9	2731	619.7	628.1	9.5
71.9	3308	661.5	660.9	9.6
71.9	3623	712	716.2	10.2
72.9	4006	734	726	9.8
73.9	4025	723	732.9	9.5

Datele privitoare la masa de aer aspirat în motor prin circuitul de alimentare cu aer în funcție de turație sunt reprezentate în figura 5.

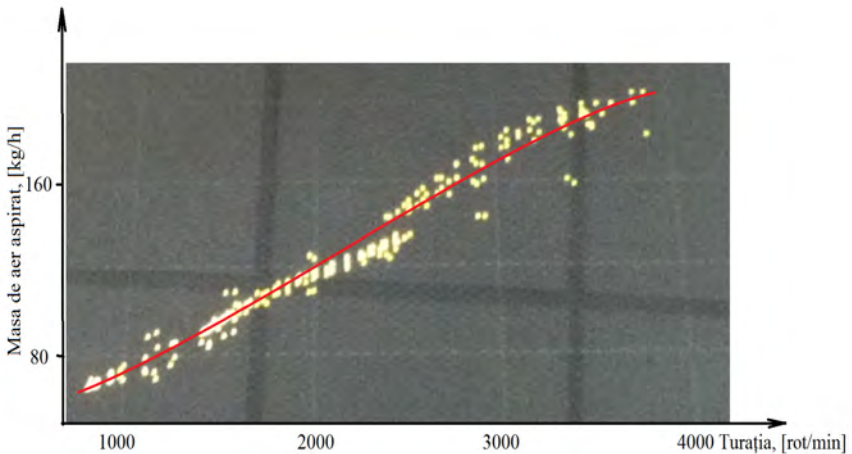


Fig. 5 Datele referitoare la cantitatea de aer aspirată în motor

În figura 6 sunt reprezentate grafic datele experimentale achiziționate cu modul de scanare a Sistemului Electronic de Control.

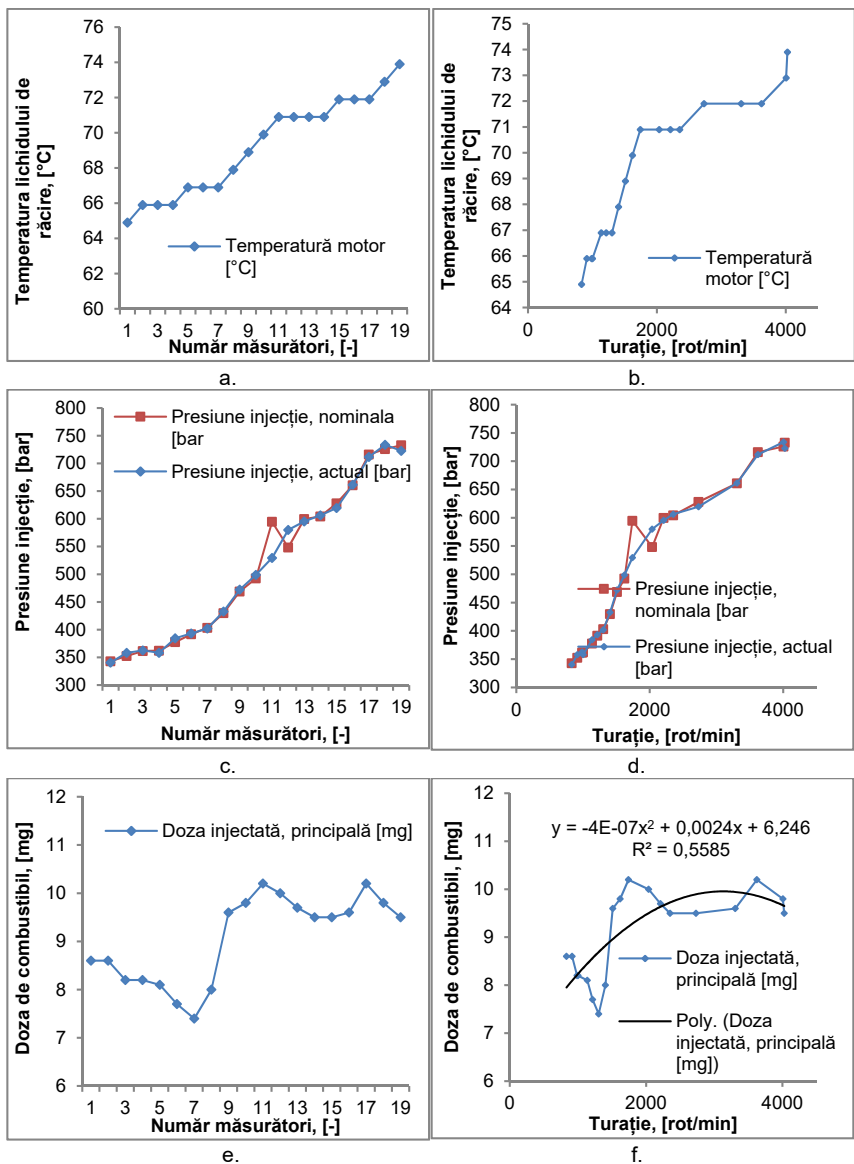


Fig. 6 Variația mărimilor studiate funcție de turație și etapa de măsurare

Acknowledgement: Lucrarea științifică a fost dezvoltată și realizată în perioada derulării contractului de cercetare internă (C.I.) UTCN 11/1.2/2015,

prin care s-au finanțat o serie de activități (studii, cercetări, achiziții, participare conferință, editare s.a.) necesare implementării unor idei inovative în domeniul analizei și optimizării sistemelor de alimentare a combustibilului la motoarele cu ardere internă (din domeniul autovehiculelor rutiere și nu numai) și în vederea reducerii impactului asupra mediului prin emisii și consumuri diminuate la moto-propulsoarele cele mai răspândite și cu notorietate în domeniu.

4. Concluzii

Cercetarea pe cale experimentală a sistemului de alimentare prin injecție a motorului de la autovehiculul BMW 320d a permis extragerea unor concluzii:

- procesul de alimentare prin injecție influențează atât performanțele energetico-economice ale motorului cât și compoziția gazelor, respectiv nivelul de poluare;
- folosirea catalizatorului și a „diesel particle filter” asigură o serie de influențe asupra procesului de evacuare a gazelor, respectiv asupra impactului de mediu;
- cantitatea de aer aspirată (consumul orar de aer) în cilindri motorului supus cercetărilor experimentale crește odată cu turația arborelui cotic, fenomen explicabil prin faptul că intră în funcțiune echipamentul de turbosupralimentare, care comprimă particulele aerului și le introduce forțat în camera de ardere chiar dacă cresc rezistențele gazodinamice, acestea fiind învinse de presiunea și caracteristicile dinamice ale suflantei;
- temperatura lichidului de răcire a motorului crește pe parcursul derulării testelor motorului privitoare la funcționarea sistemului de alimentare prin injecție, în special datorită creșterii turației și consumului de aer și combustibil;
- presiunea de injecție nominală reprezintă valoarea corespunzătoare regimului de funcționare momentană a motorului, fiind cea înregistrată în baza de date apelată de Sistemul Electronic de Control al alimentării cu motorină;
- presiunea actuală de injecție este valoarea realizată instantaneu care urmărește tendința de evoluție a presiunii nominale de injecție, dar care este afectată de factori specifici perturbatori (o fluctuație aleatorie a pedalei de accelerație, o șarjă de aer aspirat mai caldă sau mai rece, o neregularitate momentană în funcționare, o trepidație etc.);
- la măsurătoarea 11 și 12 se observă în proximitatea turațiilor de 2000 rot/min o serie de fluctuații și abateri ale presiunii actuale (instantanee) de injecție, respectiv o creștere a dozei de combustibil injectat, datorată unor motive aleatorii specificate mai sus;

- presiunile de injecție cresc odată cu creșterea turației, ceea ce influențează doza de combustibil injectat prin creșterea cantității de motorină pulverizată în unitatea de timp în camera de ardere a motorului;
- prin introducerea unui procedeu inovativ de fumigare a unor fracții de combustibil în traseul de alimentare a motorului se poate reduce doza principală de combustibil injectat și astfel se poate influența favorabil prin scădere impactul asupra mediului înconjurător;
- ca și perspective de dezvoltare se recomandă introducerea unor dispozitive de fumigare în colectorul de admisie al motorului studiat în vederea îmbunătățirii procedurii de formare a amestecului;
- rezultatele obținute impun dezvoltarea cercetărilor pe cale aplicativă privitoare la alimentarea prin injecție și fumigarea combustibililor în camera de ardere a motorului cu aprindere prin comprimare de la BMW, de tipul 320d.

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] Bățaș, N., ș.a., *Combustibili, lubrifianți și materiale speciale pentru automobile. Economicitate și poluare*, ISBN 973-8397-37-5, Editura Alma Mater, Cluj-Napoca, 2003.
- [3] Bățaș, N., ș.a., *Motoare cu ardere internă*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
- [4] * * * *Messen und Ausstellungen. Automobil International (AMI) Leipzig 2007*. BMW 318d Limousine, <http://www.bmwarchiv.de/foto/489-61-bmw-318d-limousine.html>, 2016.03.07.
- [5] * * * *aFe Power 54-31662 Magnum FORCE Stage-2 Pro 5R Intake System BMW M3 E90, E92, E93 2006-2013*, <http://www.tomson.com.pl/product-eng-1834--aFe-Power-54-31662-Magnum-FORCE-Stage-2-Pro-5R-Intake-System-BMW-M3-E90-E92-E93-2006-2013.html>, 2016.03.07.

Dr. Ing. Doru-Laurean BĂLDEAN

Dr. Ing. Levente-Botond KOCIS

Dr. Ing. Ferenc GASPAR

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