



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

## **PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNEI SOLUȚII DE MANAGEMENT ȘI MĂSURARE TERMICĂ ÎN PROPULSORUL MAȘINILOR PENTRU TEHNOLOGII INTEGRATE ÎN AGRICULTURA MODERNĂ**

Andrei DOLEAN, Adela-Ioana BORZAN,  
Doru-Laurean BĂLDEAN, Ioan Aurel CHERECHEȘ

### **DESIGNING AND REALIZING A THERMAL MEASUREMENT AND MANAGEMENT SOLUTION IN MACHINES POWER- TRAIN FOR MODERN AGRICULTURE EMBEDDED TECHNOLOGIES**

The present scientific paper develops an experimental research concerning the exhaust system behaviour and temperature analyse as well as a simulation model, fuel consumption, and other parameters in different testing conditions on a laboratory test-bed.

There are highlighted the possibilities of clogging the exhaust system, by introducing a flaps in the exhaust-pipe slot (specially created for this purpose). Importance and opportunity for researching and testing the exhaust system of the Lombardini compression ignited engine comes from the numerous specific applications that manifest the symptoms of clogging, engine-low performance, and other diminished performances in operation.

The main objective of this paper consists in outlining the problem related to the exhaust system clogging and energetic-ecologic-economic performances of the compression ignited engine in laboratory testing situations.

Keywords: diesel, exhaust, Lombardini, pollution, tractor

Cuvinte cheie: diesel, eșapament, Lombardini, poluare, tractor

## 1. Introducere

Datorită normelor de mediu din România și din Uniunea Europeană, sistemele de depoluare care sunt instalate pe traseul de evacuare al motoarelor Diesel impun atât o serie de costuri suplimentare, dificultăți fizice privitoare la evacuarea gazelor și o serie de rezistențe gazodinamice. Arhitectura și gabaritul acestor sisteme de post-tratare a gazelor nu sunt deloc neglijabile. De aceea construcția tractoarelor și autovehiculelor trebuie astfel proiectată încât să armonizeze sau să includă și aceste sisteme. Dacă în urmă cu o jumătate de secol tot sistemul de evacuare consta într-o conductă metalică simplă în capătul căreia se amplasa un atenuator de zgomot, acesta putând lipsi chiar în unele situații, actualmente pe traseul de evacuare există cel puțin un echipament de depoluare cu o secțiune de trecere diferită (de obicei mai mare) decât cea a conductei de evacuare 0.

Obiectivul principal al acestei lucrări este studiul diferitelor aspecte operaționale ale traseului de evacuare în vederea evidențierii influenței arhitecturii acestuia asupra funcționării motorului Diesel. Unul din obiectivele specifice ale demersului este de a studia comportamentul sistemului, începând cu analiza constructiv-funcțională. Un alt obiectiv specific constă în analiza influențelor cauzale ale diferențelor de arhitectură ale traseului de evacuare a gazelor asupra rezistențelor gazodinamice și implicit asupra performanțelor, energetice, economice și ecologice ale motorului. În această privință s-au făcut diferite tipuri de determinări efective.

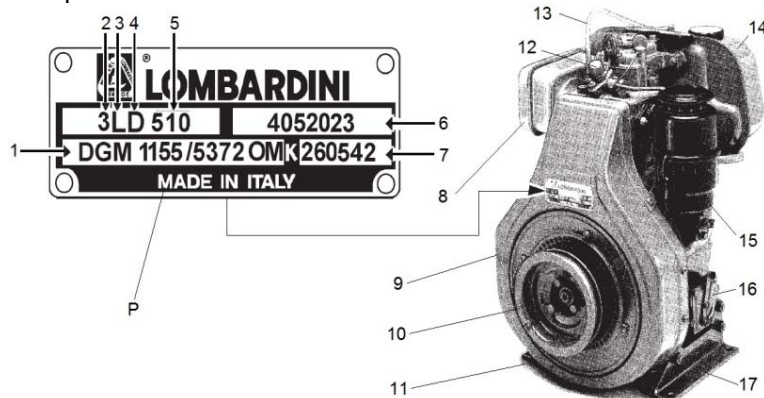
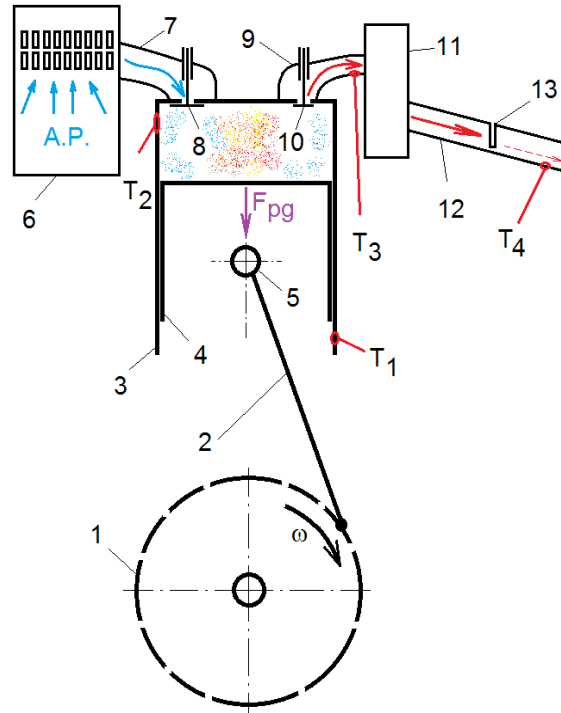


Fig. 1 Modelul de motor și dovada omologării de tip  
1-cod omologare; 2-numărul grupului motor; 3-Lombardini; 4-Diesel; 5-cilindreea; 6-număr de serie al motorului; 7-cod particular/client; 8, 9-injectoare racordate la conductele de înaltă presiune din oțel

Lucrarea de față prezintă sistemul de evacuare a gazelor arse de la motorul Diesel Lombardini pentru tractoare, propunând soluții de reducere a maselor unor componente, respectiv o serie de tendințe în construcția sistemelor de post-tratare. Lucrarea sintetizează atât simulările în care se prezintă influența construcției sistemului de evacuare asupra funcționării motorului dar și unele măsurători practice.

În figura 2 se prezintă schematic elementele constructive din componența unui motor Lombardini cu sisteme de admisie și evacuare specifice.

Fig. 2



Configurația simplificată a motorului diesel Lombardini  
 1-traiectoria axei manetonului arborelui cotit al motorului; 2-axa corpului bielei; 3-cilindrul motorului; 4-pistonul motorului; 5-bolțul (articulația bielei cu pistonul); 6-filtrul de aer al sistemului de alimentare a motorului; 7-galeria de admisie a motorului; 8-talerul supapei de admisie; 9-galeria de evacuare a gazelor arse din motor; 10-talerul supapei de evacuare; 11-atenuator de zgomot a gazelor evacuate din motorul cu aprindere prin comprimare marca Lombardini; 12-țeavă metalică a sistemului

de evacuare a gazelor; 13-zona sertarului pentru clapeta de obturare a fluxului de gaze evacuate în vederea realizării unui nivel de rezistență gazodinamică în timpul încercărilor experimentale; A.P.-aer proaspăt aspirat prin intermediul filtrului în cilindrul motorului;  $F_{pg}$ -forța de presiune a gazelor;  $T_1$ -temperatura motorului în punctul mort inferior (carter);  $T_2$ -temperatura motorului în punctul mort superior (chiulasă);  $T_3$ -temperatura motorului în zona galeriei de evacuare în amonte față de attenuatorul de zgomot;  $T_4$ -temperatura măsurată în aval față de attenuatorul de zgomot

## 2. Metodologia cercetării

Cercetarea constă în identificarea și înregistrarea posibilităților operaționale semnificative, la sarcini și turații diferite, la care motorul consumă diferite încărcături de aer și combustibil în funcționare, iar fluxul de gaze și cantitatea de particule diferă.

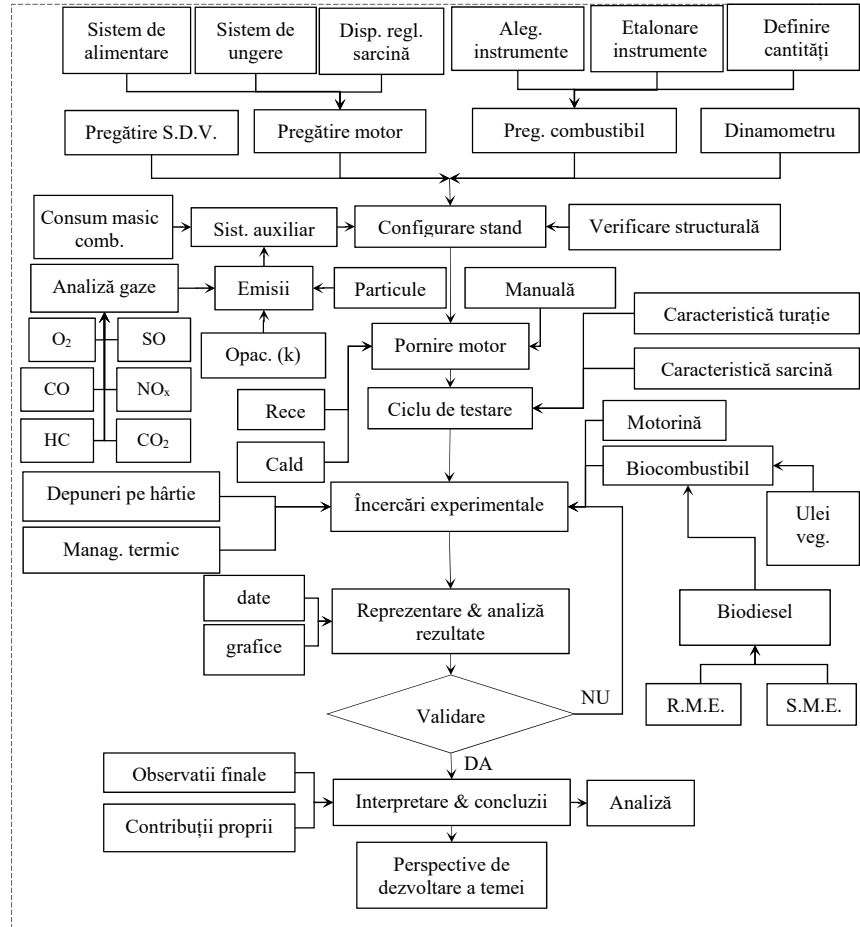


Fig. 3 Schema procedurală a unui test de laborator pe motorul monocilindric de cercetare în vederea analizei amprentei de mediu și a economicității

Metodologia operativă a cercetărilor realizate se structurează după parcurgerea etapelor specifice, după cum urmează:

- alegerea unui motor monocilindric de cercetare echipat cu senzor de presiune în chiulasă;
- identificarea sistemului de alimentare cu aer și combustibil și a echipamentelor folosite în cadrul testelor (pentru măsurarea consumului de combustibil, valoarea temperaturii motorului etc.);
- analiza performanțelor motorului pe standul de laborator (după verificarea structurii acestuia);
- analiza componentelor sistemului de evacuare în vederea determinării cu exactitate a locului sau zonei în care este optimă amplasarea obturatorului fluxului de gaze pentru obținerea rezistenței gazodinamice;
- verificarea funcționalității motorului înainte de inițierea cercetării;
- pornirea motorului și pregătirea condițiilor de regim nominal;
- colectarea, prelucrarea, stocarea și interpretarea datelor experimentale privitoare la încercarea aplicativă pe standul din laborator;
- propunerea perspectivelor de continuare a demersului și a cercetării realizate.

### 3. Sinteza rezultatelor experimentale

Pe durata încercărilor experimentale s-au analizat elementele sistemului de evacuare de pe motorul Diesel Lombardini de 510 cm<sup>3</sup> cu datele oferite de producător în vederea evaluării posibilităților de implementare a unui sistem de post-tratare a gazelor. Aceste specificații tehnice ale motorului sunt centralizate în tabelul 1 (Specificațiile tehnice principale ale motorului studiat [2]).

Tabelul 1

Parametrul	Valori numerice
Cod	3LD510
Număr cilindri	1
Diametru cilindru	85 mm
Cursă	90 mm
Cilindree totală	510 cc
Raport compresie	17,5 : 1
Puterea nominală la 3000 ror/min N DIN 70020 - 80/1269/CEE - iso 1585	9 kW
Cuplul motor la 1800 rot/min	32,8 Nm
Consum orar combustibil	1,9 l/h
Consum de ulei	0,008 kg/h

În figura 4 se prezintă câteva dintre elementele constitutive ale standului de laborator realizat în timpul fazelor aplicative ale cercetării experimentale.



Fig. 4

Standul de laborator cu motor Diesel Lomabrdini, cu injecție directă de combustibil.

1-soluție tehnică de mobilitate;  
2-structură suport; 3- motor; 4-filtru aer; 5- atenuator de zgomot;  
6-balanță electronică pentru măsurarea masică a consumului de combustibil

În figura 5 se prezintă elementele utilizate pentru crearea re-

zistenței gazodinamice pe sistemul de evacuare.

În figura 6 se prezintă elementele utilizate pentru crearea modelului matematic virtual al motorului și a sistemului de evacuare pentru studiul efectelor gazodinamice pe traseul admisie-eșapament.

Temperatura ambientală a fost 18 °C, la o presiune atmosferică de 1019 hPa și 56 % umiditate. Rezultatele măsurătorilor au fost centralizate în tabelul 2 (Măsurători fără obturație).



Fig. 5

Sistemul de evacuare al motorului studiat

- 1-soluție tehnică de obturare și generare de rezistență gazodinamică;
- 2-țeavă de evacuare;
- 3-atenuator de zgomot;
- 4-capac din tablă ambutisată pentru motor;
- 5-tampon din cauciuc, amortizor de vibrații și trepidații;
- 6-structură suport

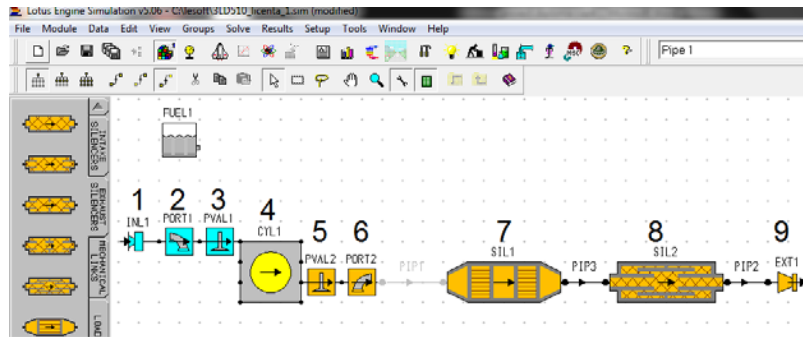


Fig. 6 Modelul virtual pentru simularea motorului studiat. 1-colector admisie; 2-galerie de admisie; 3-supapă de admisie; 4-monocilindru de cercetare; 5-supapă de evacuare; 6-galerie de evacuare; 7-echipament de depoluare; 8-atenuator de zgomot; 9-țeavă de eșapament finală

În figura 7 se reprezintă variația consumului de combustibil pentru diferitele încercări experimentale.

S-au prelevat mostre cu pete de fum la fiecare măsurătoare, iar acestea diferă în funcție de sarcină și obturație. În figura 8 se reprezintă depunerile de particule solide evacuate pe sistemul de eșapament pentru diferitele încercări experimentale. În cazul obturației de 25 % se pot observa nuanțe mai închise ale petei de fum și la sarcini

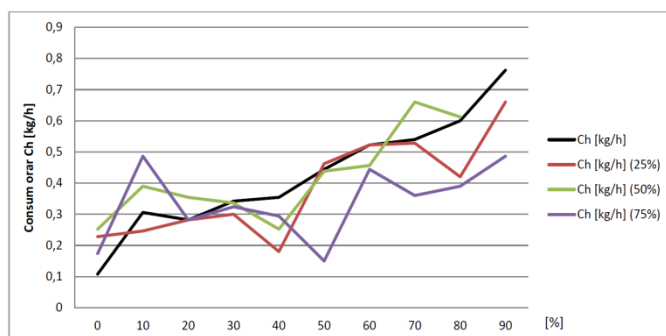
mari, 80-100 % la care corespund turații de aproximativ 2600-3000 rot/min se pot observa ruperi ale hârtiei cauzate de viteza mare de curgere a gazelor.

Tabelul 2

Nr. Crt	Sarcina [%]	Turatia [rpm]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	mg1	mg2	Ch [kg/h]
1	0	1000	41,3	34,551	51	37	4347	-4345,2	0,108
2	10	1200	56,5	42	65	43	4333,5	-4328,4	0,306
3	20	1400	60,5	49,2	68,5	45,5	4326,2	-4321,5	0,282
4	30	1600	63	50	73,5	47,2	4313	-4307,3	0,342
5	40	1800	63,5	52,3	87	51,1	4304	-4298,1	0,354
6	50	2000	71,3	57,6	87,1	56,1	4289	-4281,6	0,444
7	60	2200	74,5	59,7	100,6	59,9	4271,3	-4262,6	0,522
8	70	2400	77,8	62,2	106	73,5	4258	-4249	0,54
9	80	2600	82,6	61	122,6	77,9	4235	-4225	0,6
10	90	2800	86	70	130	79	4210	-4197,3	0,762

mg1-masa de combustibil în grame determinată cu ajutorul balanței electronice la începutul determinării experimentale; mg2-masa de combustibil în grame determinată cu ajutorul balanței electronice la sfârșitul determinării experimentale.

Fig. 7



Variația consumului orar în funcție de sarcină 25 %, 50 %, 75 % - nivel de obturație a fluxului de gaze evacuate

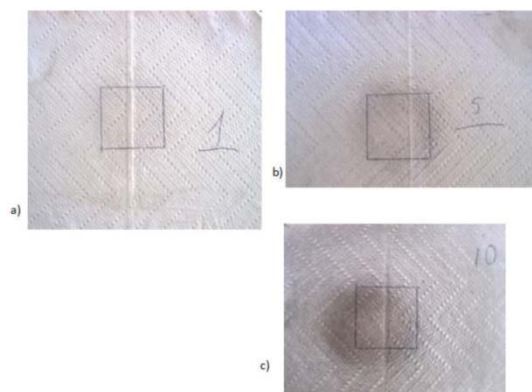


Fig. 8  
Pete de particule materiale pentru evacuare neobturată  
a - Prima măsurătoare; b - Măsurătoarea 5; c - Măsurătoarea 10

Evoluția temperaturilor T1, T2, T3 și T4 este prezentată în figura 9 pentru diferitele încercări experimentale.



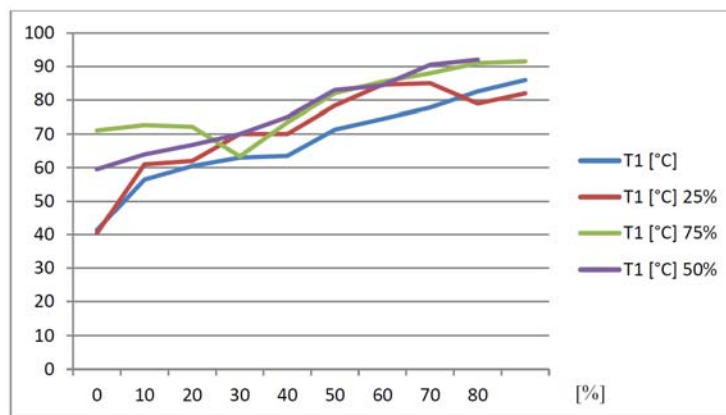


Fig. 9 Evoluția temperaturilor în funcție de sarcină pentru diferitele încercări experimentale. 25 %, 50 %, 75 % - nivel de obturație a fluxului de gaze evacuate

#### 4. Concluzii

Testarea sistemului de evacuare cu diferite grade de obturație a țevii de eșapament de la motorul diesel Lombardini și încercările de economicitate pe standul din Laboratorul de Motoare cu Ardere Internă (Prof. Dr. Ing. Nicolae Bățaș) al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, precum și rezultatele înregistrate prin măsurători experimentale în cadrul cercetării demarate au permis formularea unor concluzii, după cum urmează:

- la testarea pe standul de laborator motorul monocilindric de cercetare a funcționat în condiții optime permițând derularea încercărilor practice pentru determinarea performanțelor în diferite condiții de rezistență gazodinamică a fluxului evacuat;
- modelul virtual a permis studiul elementelor componente principale ale sistemelor motorului luat în studiu;
- rezultatele obținute prin simulare fac obiectul altui demers de cercetare specifică în care se detaliază și se interpretează datele obținute;
- s-au realizat măsurători specifice prin obturarea în diferite proporții a traseului gazelor astfel încât să crească rezistența la curgerea acestora și să fie generate condiții similare situației de

colmatare a elementelor sistemelor de depoluare (de exemplu prezența unui catalizator înfundat sau a unui filtru de particule obturat);

- s-a determinat consumul de combustibil în timpul măsurătorilor obținându-se variația acestui parametru în funcție de poziția acceleratorului în timpul încercării respective;

- consumul crește de fiecare dată proporțional cu sarcina motorului;

- analiza graficelor permite interpretări complexe pe marginea variației consumului orar în cazul fiecărei încercări în particular;

- determinarea inclusiv a depozitelor de natură carbonică prin utilizarea unui suport material din hârtie a facilitat analiza diferențelor substanțiale între diferitele condiții de încercare pe stand în ceea ce privește amprenta de carbon;

- încercările efective și rezultatele obținute susțin și încurajează semnificativ continuarea și chiar dezvoltarea cercetărilor aplicativ-experimentale privitoare la posibilitățile de elaborare și restructurare a sistemului de evacuare a gazelor arse prin introducerea de noi elemente constitutive și prin potențarea și diversificarea funcțiilor operaționale ale acestora, observând în timpul testelor corelarea influenței lor cu performanțele și eco-fenomenologia ciclului de lucru.

## 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] \* \* \* Workshop manual, 3/4 LD, CODE1-5302-556 ENGINE SERIES, 3rd edition, Lombardini intermotor, Slanzi, Service, 30.11.2001.

[3] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Andrei DOLEAN  
Adela-Ioana BORZAN  
Doru-Laurean BĂLDEAN  
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