



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

ANALIZA DETERMINĂRILOR EXPERIMENTALE ALE UZURII PISTOANELOR M.A.S. DE LA FORD FOCUS

Ioan Aurel CHERECHEȘ, Doru-Laurean BĂLDEAN

THE ANALYZE OF THE EXPERIMENTAL DETERMINATIONS OF S.I.E. PISTONS' WEARNESS FROM FORD FOCUS

The scientific paper summarizes an experimental work on the technical task of piston wear-ness determination in the case of spark ignition engine from Ford Focus. Pistons structure and behaviour, as well as its specific configuration, material, dimensions and lubrication, in various working situations, are essential in generating the engine's performances. In this work are highlighted the piston elements and their dimensions analyse for an in-use group of components from the Ford Focus spark ignited engine (1.6 16v Turnier/DNW/74 kW). The importance for measuring the piston diameter at different levels and directions consists in the fact of outlining its wear-ness.

Keywords: Focus, Ford, piston, spark, weariness

Cuvinte cheie: Focus, Ford, piston, scânteie, uzură

1. Introducere

În momentul de față parcul de autovehicule second hand înmatriculate în România este semnificativ, datorită eliminării taxei de poluare din luna februarie 2017 se estimează creșterea numărului de exemplare aduse în țară, iar numărul unităților marca Ford Focus FYDD este de câteva zeci de mii de unități, ținând cont de faptul că în luna decembrie 2016 s-au înregistrat la Direcția Regim Permise și Înmatricularea Vehiculelor 248 exemplare ale acestui model, în vreme ce în luna noiembrie 2016 au fost înmatriculate 394 unități.

Articolul științific de față realizează un studiu experimental al configurației pistoanelor, ca elemente principal solicitate din punct de vedere mecanic și termo-dinamic (figura 1) ale motorului MPI (1.6 FYDD) de la Ford Focus, fabricat în 1998. Fiind un autovehicul atât de răspândit în țara noastră și nu numai, este oportună analiza datelor experimentale accesibile. Astfel, se măsoară dimensiunile diametrale, în principiu după operațiile de diagnosticare și demontare de pe motor.

Forma constructivă și precizia funcțională a pistoanelor (în ansamblul pieselor mobile ale mecanismului motor) influențează în mod direct performanțele dezvoltate de către mecanismul motor 0.



Fig. 1 Configurația principală a mecanismului motorului 1.6 16v de la Ford Focus. 1-autovehicul studiat; 2-carcasa motorului mono-bloc; 3-grupurile pistoane-biele; 4-ansamblul chiulasă+supape (16v); 5-ansamblul pistoane și biele dezasamblate de capurile acestora; 6-ansamblul piston, segmenti, bolț, bielă, cap bielă și șuruburi; 7-vedere frontală a capului pistonului

În figura 2 se prezintă schematizat și real elementele constructive principale din componența unui piston din mecanismul motor al unui Ford Focus 1.6 16v FYDD.

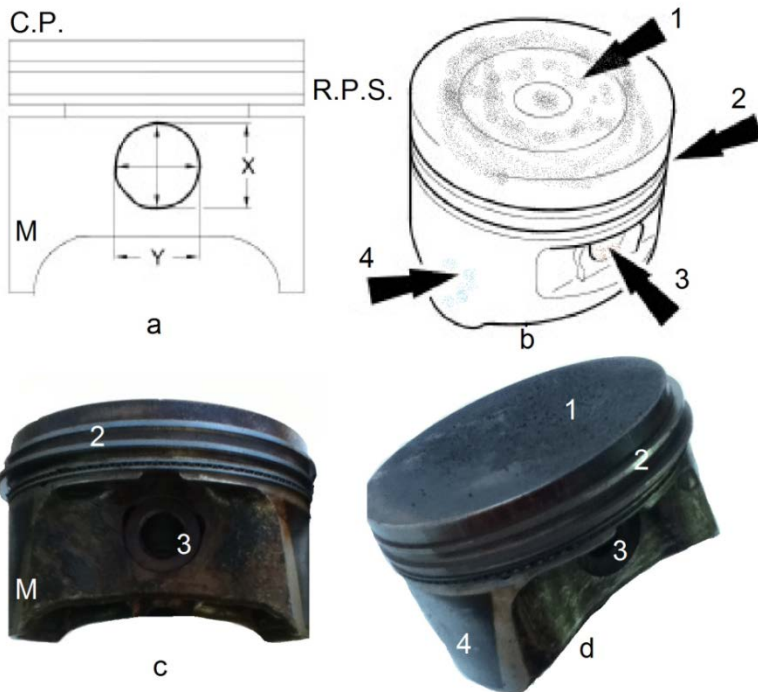


Fig. 2 Configurația pistonului de la motorul 1.6 16v Ford Focus FYDD 74 kW

a-vedere laterală schematică în planul perpendicular pe axa bolțului; b-vedere axonometrică a zonelor de solicitare principale ale pistonului studiat; c-vedere laterală reală în planul perpendicular pe axa bolțului; d-vedere izometrică reală a pistonului de la autoturismul Ford Focus FYDD; x-înălțimea (diametrul pe înălțime 18,07 mm) în locașul pentru bolț din umerii pistonului; y-diametrul pe orizontală (lățimea 18,15 mm) locașului pentru bolț din umerii pistonului studiat; 1-suprafața capului pistonului care delimitează partea inferioară a camerei de ardere (apar depuneri de calamină); 2-segmenții din fontă amplasați în canalele pistonului; 3-bolțul și locașul pentru bolț din umerii pistonului; 4-zona de uzură datorată mișcării de basculare a mantalei pistonului; C.P.-capul pistonului; R.P.S.-regiunea port segmenți; M-mantaua pistonului

Deoarece în cazul de față motorul autovehiculului studiat a ajuns în faza reparației capitale, fiindu-i înlocuite pistoanele, biebele, segmenții și rectificată chiulasa, s-a demarat un demers de analiză experimentală a configurației dimensionale a pistoanelor după 3000 h.

În articolul de față sunt centralizate și sintetizate câteva dintre determinările practice efectuate pe ansamblul piston-segmenți-bolț-bielă în Laboratorul de Motoare cu Ardere Internă al Universității Tehnice din Cluj-Napoca în cadrul unui demers de cercetare direcționat către evidențierea efectelor lubrifierii precare a mecanismului motor și a depunerilor de calamină pe piese.

2. Metodologia și materialele utilizate pe parcursul cercetării

Determinările experimentale constau în trasarea și micrometrarea diametrelor pe mai multe direcții reprezentative, la diferite plane ale pistonului, zone în care pistonul permite evidențierea modificărilor structurale, apariția uzurii prin frecare și apariția zgârieturilor.

Metodologia experimentală a cercetării întreprinse se organizează în funcție de etapele specifice parcurse, după cum urmează:

- decizia privitoare la studiul autovehiculului cu problemele legate de uzura pistoanelor;
- dezasamblarea mecanismului motor și a sistemelor auxiliare ale acestuia în vederea prelevării pieselor de interes pentru studiu;
- gruparea și marcarea pieselor pentru organizarea determinărilor experimentale;
- alegerea aparaturii (micrometru 50÷75 mm; șubler electronic cu precizie $1 \cdot 10^{-2}$ mm, termometru electronic, cameră foto-video) de măsurare și determinare a mărimilor de interes în cadrul cercetării;
- micrometrarea (Fig. 3) și măsurătorile experimentale ale pieselor selectate pentru studiu;
- centralizarea și analiza datelor obținute pe cale experimentală;
- prelevarea de imagini în timpul măsurătorilor experimentale;
- analiza zonelor cu uzurile cele mai accentuate pe suprafața de lucru a pistonului;
- evidențierea zonelor în care apar zgârieturi datorită ungerii precare;
- determinarea uzurii maxime a pistonului;
- evidențierea direcției după care pistonul este cel mai solicitat și planul sau zona în care se înregistrează uzuri semnificative;
- calculul și reprezentarea uzurilor medii;
- propuneri ale unor perspective de dezvoltare a studiului, precum și a măsurătorilor realizate.

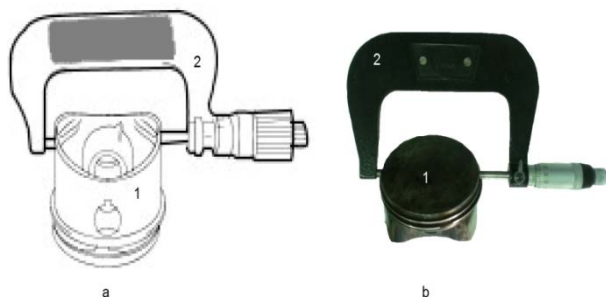


Fig. 3
Determinarea
diametrelor
pistonului de la
motorul M.A.S.
M.P.I. Ford Focus
FYDD
a-măsurarea
mantalei pistonului
cu ajutorul
micrometrului

(schemă); b-micrometrarea reală a capului pistonului la motorul studiat;
1-piston; 2-micrometru (aparat de măsură)

3. Sinteza determinărilor experimentale

În timpul măsurătorilor experimentale s-au înregistrat date efective privitoare la diametrul pistonului (pe diferite direcții și plane de măsurare ≈ 78 mm), la diametrul locașului de bolț ($18,00 \div 18,19$ mm), înălțimea canalelor segmentilor de piston ($1,24 \div 2,38$ mm), adâncimea evazării umerilor pentru bolț ($12,56 \div 12,70$ mm), înălțimea totală a pistonului ($48,00 \div 48,13$ mm), temperatura pieselor pe durata măsurătorilor ($21,8 \div 22,4$ °C), tipul fixării bolțului (fix în bielă și liber în piston) și inclusiv o serie de caracteristici dimensionale privitoare la bielă (lățime 12 mm, diametru maneton 43,98 mm).

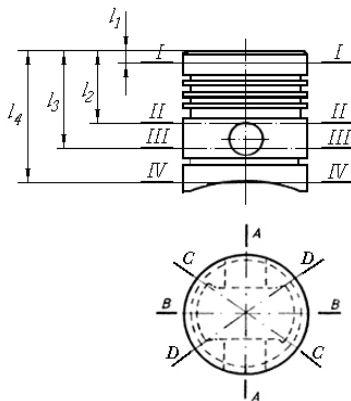
Aspectele simptomatice determinate în faza prealabilă studiului:

- apar manifestări neobișnuite și crește consumul de lubrifianț;
- motorul „nu trage” și implicit nu dezvoltă performanțele indicate de către producător și nici nu satisface expectanța utilizatorului care sesizează diminuarea treptată a capacității de lucru a moto-propulsorului;
- după o primă reparație capitală a motorului, fumul albastru la eșapament crește și performanțele se diminuează sensibil, pe fondul unui consum exagerat de ulei la regimuri de sarcină ridicată, ceea ce impune o nouă intervenție reparatorie consistentă și chiar înlocuirea întregului motor, respectiv inițierea studiului asupra pistoanelor uzate.

Determinările practice au permis achiziția și centralizarea datelor privitoare la configurația dimensională a pistoanelor, redate în tabelul 1 (Centralizarea datelor experimentale ale măsurătorilor realizate prin micrometrarea pistoanelor de la Ford Focus 1.6 /FYDD/DNW/74 kW).

Tabelul 1

Universitatea Tehnică din Cluj- Napoca Facultatea de Mecanică	Fișă de măsurare	Motor- cod... Ford Focus FYDD/DNW/74 kW		
	Departamentul A.R.T.	Model: 16v Turnier	Serie	An fabricație
		Ore de funcționare		
Piesa: Piston		La măsurătoarea I	La măsurătoarea II	
Cota: Diametrul		Cilindree: 1596 cm ³	0 h	3000 h



Condiții de măsurare: Diametrul mantalei pistonului se măsoară în două direcții pe cele trei plane; dispunerea planelor trebuie să se aleagă în funcție de construcția pistonului.

Pistonul	Secțiunea	I			II			III			IV			Uzura	
		Măsurarea I	Măsurarea II	Uzura	Măsurarea I	Măsurarea II	Uzura	Măsurarea I	Măsurarea II	Uzura	Măsurarea I	Măsurarea II	Uzura	Maximă	Medie
1	A-A	78,62	78,26	0,36	78,76	78,39	0,37	57,65	57,65	0,00	55,12	55,12	0,00	0,37	0,18
	B-B	78,90	78,35	0,55	78,89	78,73	0,16	78,98	78,87	0,12	78,96	78,87	0,09	0,55	0,23
	C-C	78,74	78,27	0,47	78,85	78,75	0,10	78,87	78,81	0,06	78,88	78,80	0,08	0,47	0,18
	D-D	78,68	78,21	0,53	78,88	78,79	0,09	78,88	78,80	0,08	78,89	78,84	0,05	0,53	0,19
2	A-A	75,64	78,30	0,34	78,40	78,36	0,04	57,01	57,01	0,05	54,13	54,13	0,06	0,34	0,12
	B-B	78,78	78,26	0,52	78,85	78,76	0,09	78,95	78,87	0,08	78,97	78,88	0,09	0,52	0,20
	C-C	78,67	78,27	0,40	78,74	78,69	0,05	78,89	78,83	0,06	75,88	78,80	0,08	0,40	0,15
	D-D	78,68	78,33	0,35	78,76	78,72	0,04	78,91	78,86	0,05	75,87	78,79	0,08	0,35	0,13
3	A-A	78,64	78,25	0,39	78,63	78,40	0,23	57,29	57,29	0,00	55,16	55,16	0,00	0,39	0,16
	B-B	75,77	78,28	0,49	78,82	78,78	0,04	78,86	78,89	0,07	78,94	78,89	0,05	0,49	0,16
	C-C	75,57	78,26	0,31	78,79	78,72	0,07	78,91	78,85	0,06	78,90	78,86	0,04	0,31	0,12
	D-D	78,58	78,25	0,33	78,80	78,77	0,03	78,89	78,84	0,05	78,89	78,85	0,04	0,33	0,11
4	A-A	78,60	78,32	0,28	78,49	78,37	0,12	57,43	57,43	0,00	54,68	54,68	0,00	0,28	0,10
	B-B	78,90	78,30	0,60	78,94	78,75	0,19	78,99	78,91	0,08	78,98	78,90	0,08	0,60	0,24
	C-C	78,72	78,31	0,41	78,81	78,78	0,13	78,96	78,85	0,11	78,95	78,87	0,08	0,41	0,18
	D-D	78,79	78,27	0,52	78,87	78,73	0,14	78,92	78,80	0,12	78,92	78,85	0,07	0,52	0,21

În figura 4 se prezintă câteva dintre valorile mărimilor efective înregistrate în timpul fazelor aplicative ale studiului experimental al

configurației dimensionale a fiecărui piston al motorului 1.6 16v DNW FYDD studiat.



Fig. 4 Valorile actuale ale determinărilor experimentale înregistrate pe piston
a-micrometrarea capului pistonului deasupra segmentului de foc (78,380 mm);
b-măsurarea cu șublerul a înălțimii canalului segmentului de foc (1,24 mm)

În figura 5 se prezintă înălțimea totală a unui piston și lățimea în zona evazării pistonului în timpul fazelor aplicative ale studiului experimental.



Fig. 5 Valorile efective ale determinărilor experimentale înregistrate pe piston
a-înălțimea totală a pistonului; b-evazarea în zona umerilor bolțului

Figura 6 prezintă zona de uzură prin contact cu oglinda cilindrului pe înălțimea mantalei pistonului și lățimea zonei de ghidaj datorită mișcării suplimentare de basculare a pistonului în proximitatea punctelor moarte (superior și inferior) în timpul ciclului funcțional al motorului.

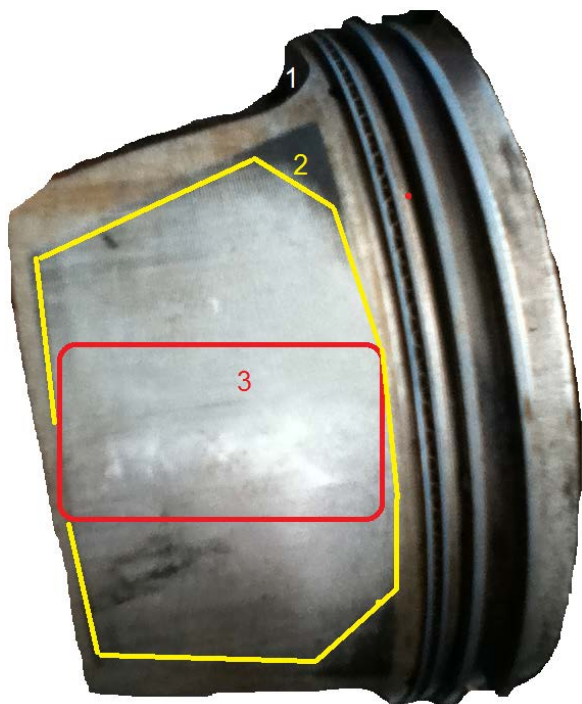


Fig. 6
Detaliu al zonelor de
lucru de pe pistonul
studiat
1-piston; 2-zona de
ghidare în interiorul
cilindrului; 3-zona de
uzură maximă

În continuare se prezintă modul de determinare a diametrului



locașului
de bolt
realizat în
umerii
pistonului,
conform
figurii 7.

Fig. 7
Determi-
narea di-
men-
siunii di-
ame-
trale a
locașului
de bolt

În funcție de amplasarea și dimensiunile acestuia se determină excentricitatea punctului de amplasare a forțelor și dispunerea maselor inerțiale ale pistonului.

4. Concluzii

Determinarea experimentală prin micrometrare a evoluției uzurii pistoanelor motorului cu aprindere prin scânteie 1.6 Ford Focus sau analiza diferențială pe baza dimensiunilor în Laboratorul de Motoare cu Ardere Internă al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, precum și studiul rezultatelor obținute prin evidențierea valorilor maxime și a mediilor în cadrul demersului prezentat au condus la formularea unor concluzii, după cum se arată în continuare:

- motorul cu aprindere prin scânteie luat în studiu a prezentat uzuri care au generat un proces operativ disfuncțional (mers neregulat, consum crescut și apoi ieșirea din funcțiune a cilindrilor);

- pistoanele, ca și restul pieselor principale ale mecanismului motor au fost supuse analizei dimensionale, determinându-se evoluția gradului de uzură prin procedeul convențional de micrometrare;

- dimensiunile cele mai reduse au fost determinate în zona capului de piston, fiind datorate diametrului mai redus al pistonului la rece în această zonă prevăzut astfel pentru dilatări mai mari, dar și datorită lubrifierii deficitare deasupra regiunii port segmenti (RPS);

- pe generatoarele din planul perpendicular pe axa bolțului, datorită mișcării secundare de basculare, solicitările și gradul de deteriorare a suprafeței de lucru a pistonului sunt mai mari, fiind înregistrate în fiecare caz uzurile maxime;

- pentru diminuarea evoluției uzurilor pe suprafața cilindrului se impune monitorizarea și studiul atent al procesului de ungere a suprafețelor de lucru piston-cilindru;

- determinările experimentale și studiul realizat impun dezvoltarea cercetărilor privitoare la defecțiunile motorului cu aprindere prin scânteie de la Ford Focus, în vederea îmbunătățirii cunoștințelor specifice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Burnete, N., *Construcția și calculul motoarelor cu ardere internă (Pistoane)*, ISBN 973-98179-0-4, Editura Virginia Print, Cluj- Napoca, 1998.

[2] * * * *Pagina principală >> Statistici DRPCIV, Vehicule noi si second hand - statistici vehicule lunare detaliate, Autoturism, 31/12/2016, <http://www.drpciv.ro/info-portal/displayStatistics.do>, 01.02.2017.*

[3] * * * *Pagina principală >> Statistici DRPCIV, Vehicule noi si second hand - statistici vehicule lunare detaliate, Autoturism, 30/11/2016, <http://www.drpciv.ro/info-portal/displayStatistics.do>, 01.02.2017.*

[4] * * * *Ford Workshop manual, Focus 2001, http://workshop-manuals.com/ford/mondeo_2001_10.2000-02.2007//diagnosis_and_testing/fuel_charging_and_controls/ 16.01.2017.*

[5] * * * *Ford Workshop manual, Focus 2001, http://workshop-manuals.com/ford/focus_1999_08.1998-12.2004, 16.01.2017.*

Ioan Aurel CHERECHEȘ
Doru-Laurean BĂLDEAN

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,
Facultatea de Mecanică Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: relu_chereches@yahoo.com;
doru.baldean@auto.utcluj.ro; 0752083337