

Влияние на износването в клапанното легло на електромагнитна дюза от системата Common Rail върху нейните хидравлични характеристики

Трифон Узунтонев

In the scientific report is analyzed the behavior of electromagnetic injector of the system Common Rail in the conditions of continuous exploitation. It is carried out a simulation of various wear in the area of the valve seat and the ensuing of this increased move of the ball valve. On the basis of experimental studies is established a quantitative link between increased move of the ball valve and the main hydraulic characteristics of electromagnetic injector, manufacture of Bosch. Conclusions are made concerning the permissible level of wear in the valve seat and the necessity of its replacement.

Key words: Common Rail injectors, test injectors, reliability tests on injectors, valve seat, wear in the electromagnetic injector.

ВЪВЕДЕНИЕ

Цикловата порция гориво, която се впръсква в цилиндъра на двигателя при системата Common Rail е функция на налягането в горивния акумулатор и продължителността на управляващия импулс. Тя се определя от електронния блок за управление въз основа на режима на работа (честотата на въртене и натоварване) и експлоатационните условия (параметри на околната среда, температурно състояние на двигателя и др.). Във всички случаи електромагнитната дюза се разглежда като изпълнително звено с постоянни характеристики, които не се променят във времето. На практика обаче след продължителна експлоатация настъпват износвания в основните ѝ елементи, в резултат на което тя променя своите хидравлични характеристики. В доклада е разгледано износването в клапанното легло на електромагнитна дюза върху нейните хидравлични характеристики. Обект на изследвания е електромагнитна дюза от системата Common Rail, производство на фирмата Bosch 0 445 110 083, предназначена за двигател Fiat 1,3 JTD 16V или Opel 1,3 CDTI ECOTEC.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследването на хидравличните характеристики на електромагнитна дюза Bosch 0 445 110 083 е проведено на стенд за диагностика на елементите от горивна система Common Rail на фирмата Rabotti UNITEC. Той дава възможност за определяне на дебита гориво $Q, \text{cm}^3/\text{min}$, при различни комбинации от налягания в горивния акумулатор $p_{\text{Common Rail}}$, МРа, и продължителност на управляващия импулс $\tau, \mu\text{s}$.

На фиг. 1 е представен общия вид на стенда. В неговата база данни е въведена информация за голямо количество електромагнитни и пиезоелектрични дюзи на основните производители на горивна апаратура. При въвеждането на идентификационния номер на



фиг. 1

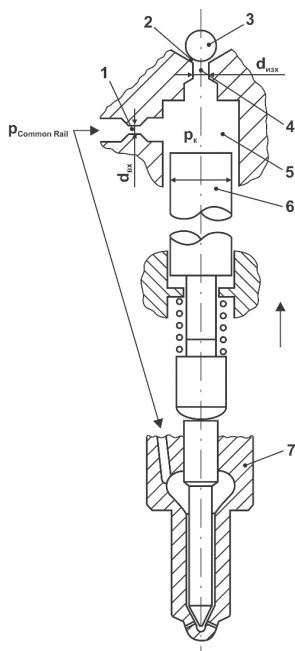
дюзата се извършва тест на основните режими на работа, характеризиращи се с точно определени параметри на процеса на горивоподаване:

BACKFLOW	$p_{\text{Common Rail}} = 135\text{MPa}$	$\tau = 780\mu\text{s}$
BACKFLOW 2	$p_{\text{Common Rail}} = 145\text{MPa}$	$\tau = 0\mu\text{s}$
MAXIMUM VALUE	$p_{\text{Common Rail}} = 135\text{MPa}$	$\tau = 780\mu\text{s}$
MEDIUM VALUE	$p_{\text{Common Rail}} = 80\text{MPa}$	$\tau = 700\mu\text{s}$
LOWSPEED	$p_{\text{Common Rail}} = 30\text{MPa}$	$\tau = 500\mu\text{s}$
PREINJECTION	$p_{\text{Common Rail}} = 80\text{MPa}$	$\tau = 260\mu\text{s}$
PREINJECTION 2	$p_{\text{Common Rail}} = 30\text{MPa}$	$\tau = 420\mu\text{s}$

В табл. 1 са представени резултатите от изпитването на експерименталната дюза, която отговаря на изискванията на теста.

табл. 1

INJ.	Bosch 0 445 110 083.inj#	S/N			
Old			New		
Test	Nominal Value	Test Values	Coding Value	Ok	
BACKFLOW	18,0 - 56,0 cc/min	32,5 cc/min		T.O.K	
BACKFLOW 2	1,0 - 70,0 cc/min	24,0 cc/min		T.O.K	
MAXIMUM VALUE	34,5 - 49,9 cc/min	34,9 cc/min		T.O.K	
MEDIUM VALUE	18,8 - 28,2 cc/min	20,0 cc/min		T.O.K	
LOWSPEED	1,5 - 5,5 cc/min	2,5 cc/min		T.O.K	
PREINJECTION	0,3 - 4,1 cc/min	2,1 cc/min		T.O.K	
PREINJECTION 2	0,3 - 3,9 cc/min	1,4 cc/min		T.O.K	



фиг. 2

При продължителна експлоатация на електромагнитната дюза настъпват изменения в нейните геометрични размери в резултат на механични износвания и деформации. В случая става въпрос за естествени износвания, а не за такива, предизвикани от използването на качествени или замърсени горива. Една от най-уязвимите части на електромагнитната дюза е уплътнителната част на клапанното легло 2, фиг. 2.

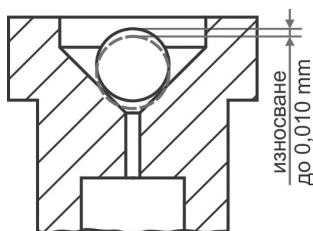
- 1-входящ отвор към управляващата камера;
- 2-клапанно легло;
- 3-сачмен клапан;
- 4-изходящ отвор от управляващата камера;
- 5-управляваща камера;
- 6-управляващо бутало;
- 7-разпръсквач;

$p_{\text{Common Rail}}$ - налягане в горивния акумулатор, МРа;

p_k - налягане в управляващата камера, МРа;

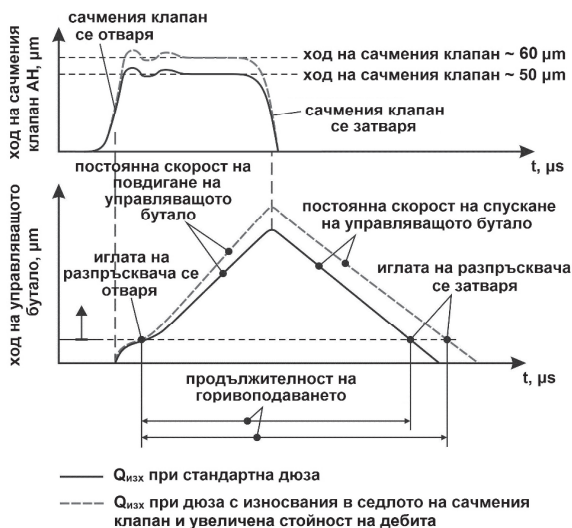
$d_{\text{вх}}$, $d_{\text{изх}}$ - диаметри на входящия и изходящия отвори към управляващата камера

Уплътнението на управляващата камера 5 се осъществява в резултат на специфичното налягане на сачмения клапан 3 върху конусното легло. При подаване на управляващ импулс към дюзата, сачменият клапан се повдига и налягането в управляващата камера 5 рязко спада, защото $d_{изх} > d_{вх}$. При прекратяване на управляващия импулс, сачменият клапан рязко се затваря, като натоварва клапанното легло. Този процес се повтаря няколко пъти в рамките на един работен цикъл при реализирането на предварително основно и последващо впръскване на гориво в цилиндъра на двигателя. В резултат на това натоварване се получава износване в уплътнителната част на клапанното легло, фиг. 3.



фиг.3

Сачмата „потъва“ в конусната част, като по този начин променя своя ход $АН$ (Ankerhub), mm. Това влошава уплътняването на управляващата камера, тъй като контактът със сачмата се осъществява вече по повърхнина, а не по линия. Увеличеният ход на сачмения клапан и влошеното уплътняване в клапанното легло водят до по-рязко намаляване на налягането в управляващата камера. Това от своя страна предизвиква увеличаване на скоростта и хода на управляващото бутало, и съответно на иглата на разпръсквача. Крайният резултат от тези процеси е увеличаване на продължителността на горивоподаването. На фиг. 4 са показани в графичен вид увеличеният ход на сачмения клапан и предизвиканият от това по-голям ход на управляващото бутало.

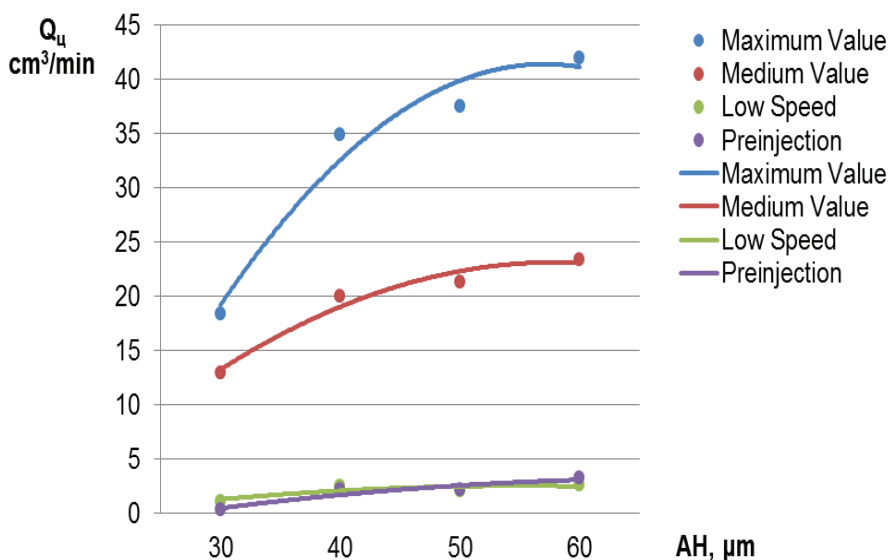


фиг.4

Всички тези негативни явления, предизвикани от износването на клапанното легло на електромагнитна дюза Common Rail водят до това, че при непроменена продължителност на управляващия импулс, подаван към дюзата, се увеличава цикловата порция гориво, подавана в цилиндъра на двигателя. Това променя ефективността на работния процес и топлинното натоварване на двигателя.

За установяване на количествена връзка между степента на износване на клапанното легло и цикловата порция подавано гориво, при различни режими на работа, са проведени стендови изпитания на електромагнитна дюза Bosch 0 445 110 083. Симулирани са различни износвания чрез промяна на хода АН, mm, на сачмения клапан. Това се постига чрез промяна дебелината на регулиращата шайба, която определя стойността на този конструктивен параметър. По този начин са реализирани следните стойности за АН: 0,030; 0,040; 0,050; 0,060 mm. Важно е в случая да се отбележи, че изпитваната дюза е от вида CR1.1 и нейната конструкция позволява параметърът АН да се изменя, без това да влияе върху останалите конструктивни величини.

На фиг.5 са представени резултатите от експерименталните изследвания. В съответствие с направените теоретични разсъждения се установява нарастване на цикловата порция гориво на всички режими, на които се изпитва дюзата. Най-силно това е изразено при режимите Maximum Value и Medium Value. При пределно повишаване на хода на сачмения управляващ клапан е възможно действителните стойности на порциите гориво да прескочат допустимите граници. При това положение, въпреки че към дюзата се подава правилен управляващ импулс, действителната циклова порция гориво се отличава от зададената в базовия алгоритъм за управление.



фиг. 5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на теоретичния анализ и направените експериментални изследвания, могат да бъдат направени следните изводи:

1. При продължителна експлоатация на електромагнитна дюза от горивната система Common Rail настъпват износвания, които влияят върху нейните хидравлични характеристики.
2. Износването на клапанното легло на електро-магнитна дюза Bosch води до промяна (увеличаване) на цикловата порция гориво, което се подава в цилиндъра на двигателя.
3. Чрез симулация на различни износвания е установена количествена връзка между износването в клапанното легло на дюза Bosch 0 445 110 083 и количеството подавано гориво при различни режими на работа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hammer J., Binder A., "Einspritztechnik", Teil 1, Universität Stuttgart 2011;
[2] Dieselmotor – Management, Robert Bosch GmbH, Stuttgart 2004.

За контакти:

Доц. д-р Трифон Узунтонев, Катедра "Транспортна техника и технологии",
ТУ-Варна, тел: 052 383226, e-mail: uzuntonev_trifon@abv.bg

Докладът е рецензиран.