

Оценяване на цикловата неравномерност на автомобилни ДВГ работещи с различни горива

Росен Христов, Ангел Димитров, Красимир Богданов

Evaluation of cyclic variability of automobile ICE working with different fuels: The main issues are considered in this topic: cyclic variability of petrol engine Rover 1.3 converted for working with gas fuels. Cyclic variations in the combustion process are caused by variations in the mixture motion within the cylinder each cycle, and variations in the amounts of air and fuel fed to cylinder each cycle, and variations in the mixing of fresh mixture and residual gases within the cylinder each cycle, especially in the vicinity of the spark plug.

Key words: Internal combustion engines; petrol engine; gas fuels; cyclic variability; CNG; LPG

ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че при ДВГ с външно смесобразуване и принудително възпламеняване се регистрира циклова неравномерност по цикли и цилиндри. За двигателите с външно смесобразуване е ясно, че газовото гориво постъпва в скоростния газув регулатор смесител в газова фаза (като прегрята пара) и няма нужда от допълнително подгриване и изпаряване, а за бензинът трябва да се осигурят в карбуратора и пълнителния колектор условия за изпаряване, което не винаги става по най-добрия начин.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Работният процес на газовия двигател по принцип не се различава от този на двигателите с външно смесобразуване и принудително възпламеняване, но има някои по-съществени различия от този на двигателите с вътрешно смесобразуване и самовъзпламеняване. Трябва да се отчетат някои особености на газовите и традиционните горива (бензин и дизелово).

Добре познати са недостатъците на външното смесобразуване при работа с бензин (при карбураторите и системите за впръскване).

Регулирането режима на работа при газовите и бензиновите двигатели е по един и същи начин. Имайки предвид топлотехническите характеристики на различните видове горива е ясно, че при работа с газови горива (метан, пропан и бутан) ще се получи по-малка мощност в сравнение с бензина.

Известно е, че при ДВГ с външно смесобразуване и принудително възпламеняване се регистрира циклова неравномерност по цикли и цилиндри (за много цилиндричните двигатели) дължаща се основно на две причини:

I – лошо смесобразуване и разпределение на горивовъздушната смес (ГВС);

II – различни условия за възпламеняване на ГВС, в това число и пропуски в запалването.

Към първата група причини влияние оказват следните фактори:
хомогенност на ГВС;

разпределение на получената ГВС по цикли (циклова неравномерност);

разпределение на получената ГВС по цилиндри.

Това са основните причини поради които се създават и условията за появата на цикловата неравномерност дължаща се от една страна на нехомогенността на сместа и от друга страна на конструктивните особености на пълнителния тракт на ДВГ. Тук трябва да се отбележи и същественото значение на вида на горивото върху нехомогенността на ГВС (бензин, алкохоли, газови горива). Колкото по-еднакви са масите на участващите компоненти в смесобразуването, толкова по-равномерно ще се разпределят и те помежду си. Значение има и това доколко е успяло да се изпари течното гориво за да се получи нужната хомогенност. Когато се дава стойността на въздушното отношение α се има предвид само количествената страна на въпроса, но не и качествената. Това от своя страна повлиява на съвършенството

на горивния процес, а като начало на този процес влиянието е най-напред върху качеството на възпламеняване. Тук се стига до една много важна зависимост, а именно това, че не е важно само да осигурим необходимото количество ГВС, а трябва това да бъде и качествено (т.е. сместа да бъде хомогенна) което гарантира достатъчно добри условия за възпламеняване и пълно изгаряне в цилиндъра на двигателя. По този начин се получава максимална ефективност на работа на ДВГ.

Газовите горива и традиционните течни горива (бензин и дизелово) се различават по своята топлина на изгаряне и други физико-химични свойства (табл.1)

Таблица 1

Вид гориво	Плътност ρ – kg/m ³	Топлина на изгаряне Q_d			Теоретично необходимо количество въздух L_0		
		MJ/kg	MJ/m ³	MJ / l	kg/kg	m ³ /m ³	m ³ /kg
Бензин А93	710÷760	44	-	-	15	-	-
Дизелово	820÷870	43	-	-	14,2	-	-
Метан	0,7(416)*	49÷50	33,8	20,65	17	9,52	14,2
Пропан	1867** (509)*	45,86	85,67	23,24	15,7	23,80	12,81
Бутан	2460** (582)*	45,33	111,52	26,42	15,35	30,95	12,64

* - стойност за течна фаза

** - стойност за газова фаза

Цикловата неравномерност в работата на ДВГ може да се дължи на конструктивни фактори (газови смесители, дроселна клапа, пълнителни колектори и др.), също така и неравномерността при възпламеняване на ГВС (мощност на заряда, предварение на възпламеняване, температурно състояние на детайлите на горивната камера, състояние на елементите от запалителната система и др.).

Сравнявайки различните цикли има голяма разлика в максималното налягане в цилиндъра и неговото положение по отношение на ГМТ. Неравномерността има отрицателни последици за специфичния разход на гориво и токсичните компоненти в отработилите газове.

Неравномерността на работа може да бъде представена от коефициент на неравномерност на средното индикаторно налягане ($K_{H_{pi}}$) или от коефициент на неравномерност на максималното налягане на цикъла ($K_{H_{P_{max}}}$).

Те се изчислява на базата на снети индикаторни диаграми (не по-малко от 150) с прости статистически методи.

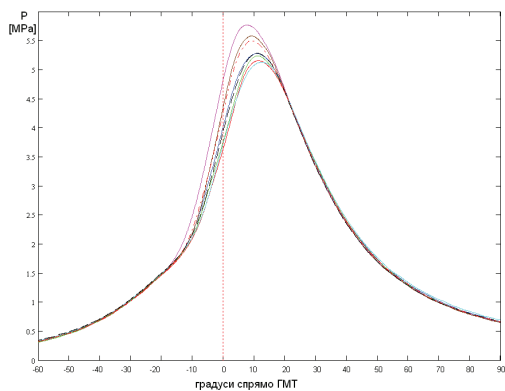
$$(1) \quad K_{H_{pi}} = \frac{\overline{\sigma_{pi}}}{\overline{p_i}} \times 100, [\%]$$

където $\overline{p_i}$ е средната стойност на средното индикаторно налягане

$\overline{\sigma_{pi}}$ е стандартното отклонение на средното индикаторно налягане.

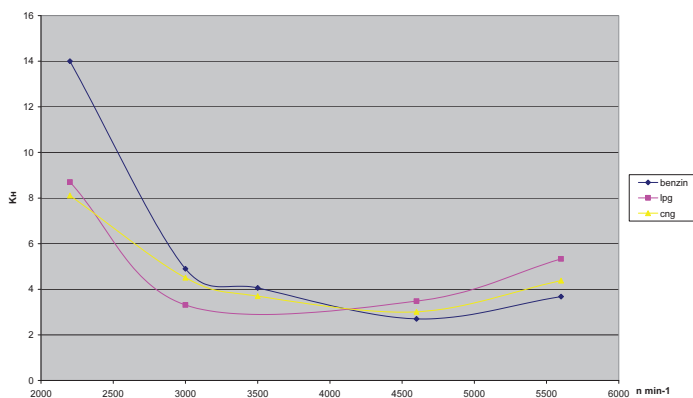
За получаване на конкретни резултати за цикловата неравномерност според вида на горивото на двигател Rover Maestro1,3 са проведени в ТУ Варна, катедра ТТТ сравнителни стендови изпитвания при използване на състен природен газ (СПГ) (98,7% метан), пропан-бутан (ВГПБ) марка Б и бензин А95-Н. Използвана е универсална схема на подаване на газовото гориво със СГРС, оптимизиран предварително за всеки вид гориво, а показателите на бензин са получени при базово оборудване.

Неравномерността на работа по цикли най-добре се илюстрира от сметените индикаторни диаграми за двигател Ровър Мастро 1,3, примерни диаграми с гориво СПГ са показани на фиг.1.



Фиг.1 Индикаторно налягане, гориво СПГ, $n = 3500 \text{ min}^{-1}$

Обобщени резултати за влиянието на честотата на въртене на коляновия вал по ВЧХ и трите вида горива: СПГ, пропан-бутан и бензин върху коефициента на неравномерност K_n са дадени на фиг.2. От посочената фигура се вижда, че при честоти на въртене до 3000 min^{-1} неравномерността е висока, поради влошено смесобразуване. То е по-силно изразено при работа с бензин, поради по-лошо смесобразуване. Неравномерността е минимална в обхвата $3500\text{--}4500 \text{ min}^{-1}$, където най-често работи автомобилния двигател и е оптимизиран пълнителния тракт и запалването. След тази честота неравномерността нараства и не зависи съществено от вида на горивото.



Фиг.2 Коефициент на неравномерност на P_{max} в зависимост от оборотите по ВЧХ, горива Бензин, ВГПБ и СПГ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направените изследвания може да се направят следните изводи:

1. Оптималният режим на работа при пълно натоварване (ВЧХ) на този двигател е в диапазон $3500 \div 4500 \text{ min}^{-1}$, независимо от вида на горивото, с оглед минимална неравномерност на работа.
2. Неравномерността е твърде висока при работа на честоти под 3000 min^{-1} , особено с бензин, което налага вземането на мерки за намаляването ѝ. Това може да стане за сметка промяната на пълнителния колектор, горивната камера, състава на сместа, и др.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Димитров А. Й., К. Ц. Богданов, Р. П. Христов, Оценка на цикловата неравномерност на автотракторни дизелови ДВГ приведени за работа с газови горива, *trans&MOTAUTO 08 volume 1, sept. 18-20 2008*, ISSN 1313-5031, стр. 54-58

[2] Богданов К. Ц., Р. П. Христов, А. Й. Димитров, Неравномерност на работния процес от цикъл в цикъл при работа на автомобилни дизелови двигатели с добавка на ВГПБ, *trans&MOTAUTO 08 volume 1, sept. 18-20 2008*, ISSN 1313-5031, стр.59-61

[3] Bogdanov K., "Study of variation in combustion on high-speed diesel engine with DI "rover maestro 2.0d" when added CNG", *International Congress Motor Vehicles & Motors 2008, Kragujevac, 2008*

[4] Heywood J. "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGraw-Hill, Inc, USA, 1988

За контакти:

Гл.ас. д-р инж. Росен Христов, Катедра "Транспортна техника и технологии", Технически университет - Варна тел.: 052-383 321, e-mail: rosen.hristov@tu-varna.bg

Проф. д-р инж. Ангел Димитров, Катедра "Транспортна техника и технологии", Технически университет - Варна тел.: 052-383 211, e-mail: an_dimitrov@tu-varna.bg

Доц. д-р инж. Красимир Богданов, Колеж в структурата на Технически университет - Варна тел.: 052-383 321, e-mail: kbog@abv.bg

Докладът е рецензиран.