

Сравняване екологичните характеристики на двигател с външно смесобразуване работещ с обогатен биогаз и бензин

Радостин Димитров, Ангел Димитров, Красимир Богданов, Росен Христов

***A comparing of the environmental characteristics of a engine with external mixture formation running with upgraded biogas and gasoline:** The paper presents a study of the environmental performance of a gasoline engine running on upgraded biogas. The parameters obtained are compared with those of the test running of the same engine on gasoline. During the study made multiple tests including recording and processing of collected information for variation the environmental characteristics of the engine running on upgraded biogas fuel and gasoline. Displayed results were obtained when testing the engine on wide-open-throttle operating characteristics with optimal air-fuel ratios and ignition timing.*

Key words: Upgraded biogas, bio fuels, ecology, air-fuel ratio, ignition timing.

ВЪВЕДЕНИЕ

При все по-строгите екологични стандарти които се налагат от европейското законодателство за отработилите газове, нараства и използването на алтернативни горивни източници [3,4,5]. Вид алтернативно гориво е и биогазът, който по своята същност представлява основно смес от метан (около 60%), въглероден двуокис (около 35%) и 5% други газове. За да бъде ефективен горивният процес, биогазът трябва да премине през процес на обогатяване, чрез който да се премахнат въглеродния двуокис и вредните за двигателя газове от състава на биогаза. Биогаз преминал през процес на обогатяване или пречистване се нарича обогатен биогаз или биометан.

Има няколко причини поради които се използва биогаз, като алтернативно гориво за ДВГ. Например: горивният процес е по-безшумен, емисиите в отработилите газове са по-малко дори и по време на студен старт, емисиите на CO₂ са значително по-малки (около 30%), има високо октаново число, което позволява да се използва и при бензинови двигатели със свръхпълнене. В сравнение с бензина метановите горива имат и следните недостатъци: по-ниска плътност, изразходва се допълнителна енергия за тяхното съгъстяване, загуби на газ при производството и транспортирането и сравнително малкото зарядни станции към момента. По-голямата част от всички газови двигатели са ДВГ с принудително възпламеняване и впръскване на гориво в пълнителния колектор. В сравнение с бензина, биогаза заема значителна част от свежия заряд.

ИЗЛОЖЕНИЕ

- *Описание на експерименталното изследване*

Изследванията са направени върху бензинов двигател като са снети и анализирани множество характеристики [1]. Направените експерименти представляват снемане на външни честотни характеристики при състав на гориво-въздушната смес за бензин $\alpha=0,9$ и за обогатен биогаз $\alpha=1,05$ (това са оптималните стойности на въздушното отношение за двата вида гориво) и при оптимален ъгъл на подаване на електрическата искра за всеки вид гориво. Характеристиките са снети при честоти на въртене на колянвия вал - 2000 min⁻¹, 2500 min⁻¹, 3000 min⁻¹, 3500 min⁻¹, 4000 min⁻¹, и 4500 min⁻¹, при 100% отворена дроселна клапа.

Измерването на количеството на компонентите на отработилите газове на ДВГ е извършено с помощта на газов анализатор Applus на фирмата AutoLogic. Газ анализатора използва NDIR метод за измерване. Чрез този метод се измерва концентрацията на HC, CO и CO₂ компонентите, използвайки поглъщането от газовете на постоянна инфрачервена светлина за определяне на концентрацията в газовете. Концентрацията на елементите в обема на газа е функция на количеството на газовите молекули в една проба. Поглъщането на инфрачервената светлина

нараства с броя на газовите молекули преминаващи през светлината. Методът за измерване концентрацията на NO_x и O_2 използва химически клетки, които генерират напрежение, пропорционално на газа от пробна (тариреща) клетка.

Технически характеристики и обхвата на измерване на газ анализатора са показани в таблици 1 и 2.

Таблица 1 Обхвати на измерване на газ анализатора

	Размерност	Обхват	Разсейване	Точност
HC	[ppm]	0 ÷ 15 000	1	± 4 ppm
CO	[%]	0 ÷ 15	0,001	± 0,02 %
CO ₂	[%]	0 ÷ 20	0,01	± 0,3 %
O ₂	[%]	0 ÷ 25	0,01	± 0,1 %
NO _x	[ppm]	0 ÷ 5 000	1	± 20 ppm

Таблица 2 Технически характеристики на газ анализатора

Параметър	Размерност	Стойност
Работна температура	[°C]	-20 ÷ 70
Надморска височина	[m]	-300 ÷ 3 000
Виброустойчивост	[Hz]	5 ÷ 1 000
Устойчивост на удар	[m]	1,22
Време за отчитане	[sec]	8 за измерване по NDIR
Захранване	[V]	DC 5

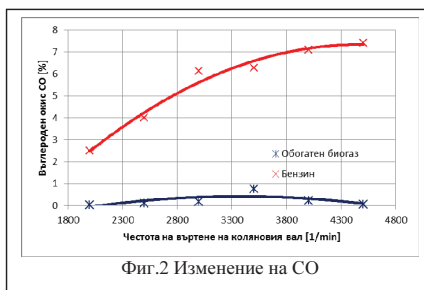
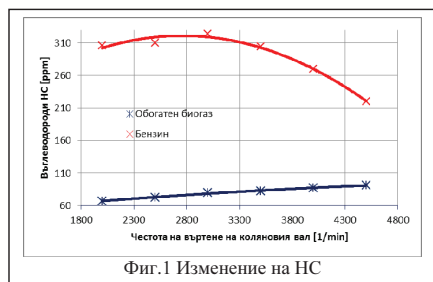
- Резултати от експерименталното изследване

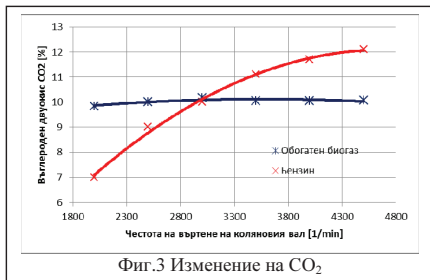
В таблица 3 са показани основните характеристики на двата типа гориво използвани при експерименталното изследване [2].

Таблица 3 Параметри на горивата използвани при експеримента

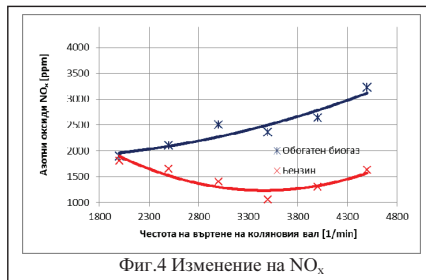
Параметър	Биогаз – обогатен до 95% CH ₄	Бензин А95
Долна топлина на изгаряне на горивото H _u [kJ/ kg]	45 670	44 000
Плътност [kg/m ³], 20°C; 760 mm Hg	0,748	720
Молекулна маса [kg/mol]	16,77	107
Скорост на горене [cm/s]	33	43
Количество въздух необходимо за изгаряне на 1 кг гориво [kg]	16,20	15,0
Октаново число - MM	130	95
Температура на възпламеняване [°C]	540	744
Масов състав H/ C [%]	25/ 75	14,5/ 85,5

На графики показани на фигури от 1 до 5 са дадени резултатите от експерименталните изследвания на екологичните характеристики на изпитвания двигател.

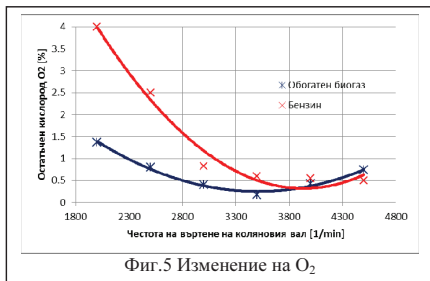




Фиг.3 Изменение на CO₂



Фиг.4 Изменение на NO_x



Фиг.5 Изменение на O₂

- Анализ на резултатите

Диапазона на изменение на концентрациите на въглероддиоксида (CO₂) за бензина е от 220 до 324 ppm, а при обогатения биогаз изменението е от 67 до 91 ppm. Най-голяма разлика в концентрацията на CO₂ (224 ppm) се получава при режим на 3000 min⁻¹ в полза на обогатения биогаз. Причината за това е, че при работа с обогатен биогаз двигателя

работи със стехиометрична смес и по-доброто хомогенизиране на гориво-въздушна смес (ГВС). При ниските честоти на въртене на колянвия вал, стойностите на CO₂ са високи при работа с бензин поради не доброто хомогенизиране на ГВС и малката турбулентност на въздушните течения в пълнителния колектор. При повишаване честотата на въртене на колянвия вал, се подобрява изпаряването на горивото и смесообразуването поради увеличаване турбулентността на теченията в пълнителния колектор.

Диапазона на изменение на концентрациите на въглеродния окис (CO) за бензина е от 2,49 до 7,41 %, а при обогатения биогаз изменението е от 0,03 до 0,76 %. Най-голяма разлика в концентрацията на CO (7,35 %) се получава при режим на високи честоти на въртене на колянвия вал в полза на обогатения биогаз. С повишаване честотата на въртене на колянвия вал, времето за окисляване и изгаряне на бензина намалява. Като резултат се влошава горивния процес и CO нараства в пъти. При обогатения биогаз честотата на въртене на колянвия вал не влияе върху концентрацията на CO, тъй като изгаря хомогенна ГВС.

Стойностите на въглеродния двуокис (CO₂) при обогатения биогаз са почти постоянни около 10%, което показва пълно окисляване на изгорялото гориво. Тъй като изгаря хомогенна ГВС в целия честотен диапазон, горивния процес не оказва влияние върху концентрацията на CO₂ в отработилите газове на двигателя. При използването на бензин при ниски честоти на въртене на колянвия вал, CO₂ има ниски стойности около 7%, тъй като смесообразуването е влошено за сметка на високото съдържание на HC. Това показва влошен горивен процес, водородните атоми не са изгорели напълно.

По високото съдържание на азотни окиси (NO_x) при работа на двигателя с обогатен биогаз се дължи на забавения горивен процес и по-високите стойности на работната температура по време на процеса горене.

Остатъчния кислород (O₂) има по-ниски стойности при използването на обогатен биогаз, поради по-добрия горивен процес. При ниските честоти на въртене на колянвия вал стойностите на O₂ при бензина са високи, поради непълното

изгаряне на ГВС и лошото смесообразуване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Използването на обогатен биогаз позволява ДВГ да работи с хомогенна ГВС в целия честотен диапазон спрямо бензина и горивния процес е по-добър което се доказва и с по-ниските концентрации на вредни емисии в отработилите газове: HC - от 67 до 91 ppm и от 220 до 324 ppm; CO - от 0,03 до 0,76 % и от 2,49 до 7,41 %; CO₂ - от 9,84 до 10,18 % и от 7 до 12, 1 %; NO_x - от 1900 до 3225 ppm и от 1050 до 1800 ppm; O₂ - от 0,17 до 1,37 % и от 0,5 до 4 % съответно за обогатен биогаз и бензин.

- С увеличаване честотата на въртене на колянвия вал, смесообразуването и горивния процес в двигателя се подобряват като при бензин при честоти на въртене на колянвия вал над 3000 min⁻¹ количеството на остатъчен кислород намалява а количеството на CO₂ се увеличава като достига максимални стойности от 12,1% .

- Използването на обогатен биогаз като гориво за ДВГ води до по-ниски максимални стойности на парниковия газ CO₂ - 10%. При ниски честоти на въртене на колянвия вал на двигателя CO₂ на бензин има по-ниски стойности поради влошения работен процес, но HC са до три пъти повече спрямо обогатения биогаз.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Димитров Р. Изследване влиянието на обогатен биогаз върху горивния процес на двигателите с външно смесообразуване – дисертация за присъждане на образователна и научна степен Доктор, Варна, 2015 г.,

[2] Димитров А., К. Богданов. Експлоатационни материали в транспортната техника, Варна, изд. ТУ-Вн, 2010 г.,

[3] Сеади Т., Д. Димитрова, И. Черийска. Биогаз – наръчник, София, 2009г.,

[4] Pädam S., D. Waluszewski. Biomethane vehicles in five european cities, Publisher: biogasmax.eu, 2010,

[5] Rutz D. Biofuel technology handbook, Germany, Publisher: WIP Renewable energies, 2008,

За контакти:

Ас. д-р инж. Радостин Димитров, Катедра “Транспортна Техника и Технологии”, Технически университет - Варна, тел.: 052-383 464, e-mail: r_dimitrov@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@mail.bg

Доц. д-р инж. Красимир Богданов, Катедра “Транспортна Техника и Технологии”, Технически университет - Варна, тел.: 052-383 321, e-mail: kbog@abv.bg

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

Докладът е рецензиран.