

СРАВНИТЕЛНО ПЪТНО ИЗСЛЕДВАНЕ ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ЛЕК АВТОМОБИЛ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА МЕТАНОВОДОРОДНИ СМЕСИ

COMPARATIVE TESTING OF CAR PERFORMANCE USING CNG-HYDROGEN MIXTURES

СРАВНИТЕЛНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТАНОВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИИ

Доц. д-р Станков Е.П., Проф. д-р Бързев К.Н.
Русенски университет- България

Abstract: Comparative study results of economical and ecological car performance, using three types of fuels, are presented. The car is with spark-ignition engine, using carburetor mixture system. The three fuels are: gasoline, natural gas and mixture of natural gas and hydrogen. The hydrogen addition to the natural gas reduces energy consumption and significantly reduces toxic gas emissions in the exhaust gases.

KEYWORDS: ALTERNATIVE FUELS, HYDROGEN, NATURAL GAS, METHANE, AUTOMOTIVE FUELS

1. Въведение

Използването на смеси от водород и природен газ се разглежда като алтернативен вариант на горивно захранване през годините предхождащи прехода към т.н. водородна икономика, която и в частта си за автомобилния транспорт ще използва основно водородно гориво. Увеличаването на отношението водород/въглерод в газовата горивна смес, което следва от допълненото водородно съдържание, води до по ниска емисия на въглеродни компоненти в отработените газове [1] – неизгорели въглеводороди (СН), въглероден оксид (СО) и въглероден диоксид (СО₂). Водородната компонента позволява двигателят да работи устойчиво при значително по-бедни газо-въздушни смеси.

Първата част от изследването е проведена с изпитване на автомобил в лабораторни условия на специализиран стенд за определяне на мощностни, икономични и екологични характеристики по изпитвателен цикъл [2]. Резултатите от това изследване показват, че при 15% водородна добавка, сравнено спрямо метановия вариант, емисиите на неизгорели неметанови въглеводороди намаляват с 44%, на въглероден оксид намаляват с 82%, на въглероден диоксид намаляват с 4%, а азотният оксид нараства с 87%. Получено е намаление с 2-12% и на разхода на енергия при различно качество на горивовъздушната смес. В този материал докладваме втората част, включваща резултатите от проведените пътни изследвания.

2. Изложение

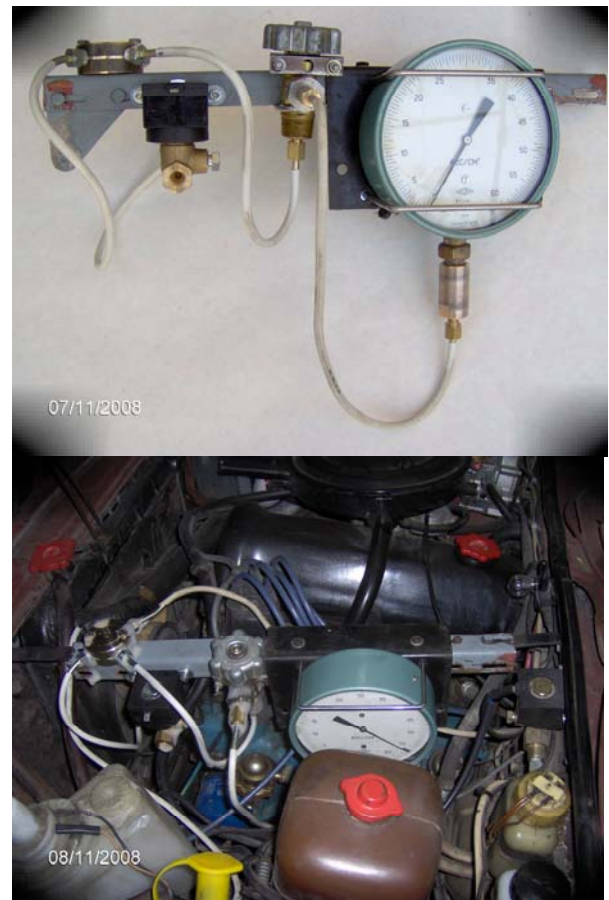
2.1. Цел, обект и подготовка на изследването.

Чрез провеждане на пътно изследване на варианта за комбинирано захранване с водород и природен газ на автомобилни двигатели с принудително възпламеняване се цели: да се получи потвърждение на информацията за по-икономична работа на двигателя; да се направи оценка на динамичните качества на автомобила; да се направи опит за икономически анализ на експлоатационните разходи.

Проведени са експерименти със стандартната бензинова хранителна система и със системата за метано-водородно захранване в същите варианти на обемните съотношения метан/ водород, както при лабораторните изпитвания: 100/0, 92/8, 85/15 и 78/22.

Окомплектоването на системата на автомобил ЛАДА 1500 SL е извършено на два етапа. Първо в специализиран сервиз е направен монтажа на стандартната уредба за работа на природен газ. Това се налага поради факта, че газовите уредби са поднадзорни съоръжения и за тяхната експлоатация се изисква разрешение от специализиран

орган. Във втория етап са монтирани допълнителните елементи, които дават възможност за зареждане на бутилката с водород и за измерване разхода на газ по време на експериментите. Моменти от подготовката на допълнителните елементи и вграждането им в автомобила са показани на фиг. 1. По специално разработена методика, за да се осигури достатъчно количество газова смес за провеждане на изпитването, при всеки от вариантите първо автомобилната бутилка е зареждана частично с водород, а след това е допълвана с необходимото количество метан за достигане на желаното съотношение.



Фиг. 1. Допълнителни елементи за зареждане с водород и измерване разхода на газово гориво при изследването

2.2. Методика на изследването

Използваната методика за провеждане на пътно експлоатационно изпитване на леки автомобили е съобразена със спецификата на движение в градски условия.

Определен е маршрут в гр. Русе с дължина 5,3 km, характерен за централната градска част, включващ пътни участъци с различна натовареност, различна скорост на движение, два светофара и добра пътна настилка. Изпитванията са сравнителни и са провеждани с различните варианти горивно хранване. С оглед за коректност и предствителност при сравняване на резултатите, в максимална степен е осигурена еднаквост или поне максимална близост на следните фактори: състояние на пътното платно (добро), метеорологични условия (сухо време, толеранс на изменение на температурите 8-15°C, толеранс на изменение на барометричното налягане 102,2-103,3 kPa), общо техническо състояние на автомобила (добро), натовареност на автомобила (водач и един пътник), натовареност на уличната мрежа (средна) и др.

На фиг. 2 е показан използваният маршрут за провеждане на пътни изпитвания, който включва седем кръстовища, от тях две със светофарно регулиране.

По време на пътните изпитвания са измервани пробегът на автомобила и разхода на гориво. Регулировката на дозиращата система е правена в лабораторни условия при изпитването върху мощностния стенд, като чрез четирикомпонентен газоанализатор е правено измерване и на качествения състав на горивовъздушните смеси. Това ни дава основание да включим в таблицата и съответни данни за средното въздушно отношение, с което работи двигателят.

2.3. Резултати от изследването

В таблица 1 са представени осреднените резултати от проведените експерименти за всички варианти на хранване. Резултатите показват, че при прехода от природен газ към 8% добавка на водород със запазена регулировка (сравни №2 и 3) се получава леко увеличаване на разхода вследствие преобедняването на горивовъздушната смес. Потвърждение на това е и факта, че при 8% добавка на водород (сравни №3 и 4) след обогатяване, разходът се намалява. При увеличаване на водородната добавка на 22%, дори при обедняване (сравни №5 и 6) разходът продължава да намалява поради разширяване на границите за устойчиво протичане на работния процес и стабилната работа на двигателя.

Нарочното пререгулиране на системата за празен ход показва, че с добавка на водород двигателят продължава да работи устойчиво дори при честота на въртене под 400 min⁻¹, което е характерно и за чисто водородно хранване.



Фиг. 2. Маршрут на проведените градски пътни изпитвания

Тези резултати потвърждават възможността при добавка на водород към природния газ да се работи с по-бедни горивовъздушни смеси и с по-ниска токсичност на отработените газове.

Не е провеждано специално изследване за динамичните качества на автомобила, но за условията на градска експлоатация, при които са проведени пътните изпитвания не е констатирано влошаване ускоремостта на автомобила при работа с водородна добавка. За коректност трябва да отбележим, че при подобно изследване при проведен тест за ускоремост с по-голям автомобил (двигател 5,6 л.) [1] се отбелязва влошаване на динамиката на автомобила, пропорционално на увеличената водородна добавка. В този случай обаче не е правена мощностна корекция на горивоподаването.

Таблица 1. Резултати от пътни изпитвания

№	Вариант използвано гориво	Про бег, km	Вре-ме, s	Разход на бензин ml/ km	Разход на газово гориво g/km	Средно въздушно отношение	Забележка
1	Бензин А95	5,6	685	105,6	-	0,89	Заводски регулировки
2	Природен газ	5,6	690	-	49,77	1,18	Гранично обедняване при запазена мощност
3	92%ПГ +8%Н ₂	5,3	665	-	50,88	1,25	Регулировка като в опит 2
4	92%ПГ +8%Н ₂	5,3	661	-	48,09	1,05	Обогатяване спрямо опит 3
5	85%ПГ +15%Н ₂	5,3	660	-	54,52	1,06	Регулировка като в опит 4
6	78%ПГ +22%Н ₂	5,3	668	-	47,77	1,27	Обедняване спрямо опит 5

Реална икономическа оценка за вариантите с добавка на водород не може да бъде направена поради липса у нас на специализирани производствени уредби и система за дистрибуция на водород с автомобилно приложение.

Направена е условна оценка само на експлоатационните разходи, която е представена в таблица 2.

Нашето мнение за резултата от условната икономическа оценка е, че увеличаването на експлоатационните разходи до 13%, спрямо тези при метан, при добавка към метана на 22 об. % водород е оправдано в името на получавания екологичен ефект[2].

Таблица 2. Условна оценка на експлоатационните разходи

№	Вариант използвано гориво	Про бег, км	Вре-ме, s	Разход на гориво g/km	Средно въздушно отношение	* Цена на горивото lv/kg	Експлоат. цена на 100 km пробег lv/ 100 km	Изменение на експл.цена спрямо бензин % / пъти	Изменение на експл. цена спрямо природен газ % / пъти
1	Бензин А95	5,6	685	78,14	0,89	2,43	18,98	0	+141,4/+2,41
2	Природен газ	5,6	690	49,77	1,18	1,58	7,86	-58,6/-2,41	0
3	92%ПГ +8%Н ₂	5,3	665	50,88	1,25	1,66	8,45	-55,5/-2,25	+7,5/ +1,08
4	78%ПГ +22%Н ₂	5,3	668	47,77	1,27	1,86	8,88	-53,2/-2,14	+13,0/ +1,13

* Цената на бензина е преизчислена на база 1,80 лв. на литър. Цените на газовите смеси са изчислени при базова цена на водорода 10 лв. на килограм и на метана 1,58 лв. на килограм.

3. Заключение

Според резултатите от проведените пътни изпитвания, добавката на водород в газовата смес за изследвания интервал до 22 обемни % в смес с природен газ не оказва съществено влияние върху абсолютния разход на гориво (сравнено с природен газ). Констатираните тенденции за намаление на разхода с 3-5% при проведените допълнителни регулировки потвърждават резултатите, получени при лабораторните изследвания, но трудно могат да бъдат гарантирани в широката практика поради влияние на субективни и обективни фактори.

Ако не се променя мощностната регулировка на газовата уредба, с увеличаване обемния дял на водорода в газовата смес се намалява обемната калоричност на горивовъздушната смес, постъпваща към двигателя. Това води до намаляване мощността на двигателя и теглителната сила на автомобила до 30% за изследваните от нас обемни съотношения. По тази причина представените резултати са с направени мощностни корекции, което почти напълно отстранява този нежелан ефект.

Използването на горивни смеси от природен газ и водород е целесъобразно от гледна точка на подобрения екологични и икономични характеристики и е приложимо при наши условия за експлоатираните превозни средства с

двигатели с принудително възпламеняване, работещи с природен газ.

Въпрос на фирмена, регионална и национална политика е там където съществуват подходящи условия към метановите газозарядни станции да се изградят допълнителни съоръжения за приготвяне на метановодородни смеси в момента на зареждане на автомобилите. В началото това ще бъде вариант по предпочитание, докато самите водачи се убедят в предимствата на новата технология.

4.ЛИТЕРАТУРА

[1] Karner, D ., Francfort, J., Hydrogen/CNG Blended Fuels Performance Testing in a Ford F-150, U.S. Department of Energy, FreedomCAR & Vehicle Technologies Program, Advanced Vehicle Testing Activity, Contract DE-AC07-99ID13727, January 2003.

[2] Станков Е., Бързев К. Сравнително лабораторно изследване показателите на лек автомобил при използване на метановодородни смеси. Научни трудове на Русенския университет-2009, том48, серия4, стр.8-13, ISSN 1311-3321. <http://conf.ru.acad.bg/bg/docs/cp09/4/4-1.pdf>