

USING OF ALTERNATIVE BIOFUELS AS A FUEL FOR ICE 6

eng. Nikolay Andonov Andonov,

Department of Transport engineering and technologies,

Technical University of Varna, Bulgaria

E-mail: n.andonov@tu-varna.bg

Abstract: *The paper presents a study of possibilities for using of alternative biofuels as a fuel for internal combustion engines. In the paper are discussed deferent type of alternative biofuels (biogas, upgrading biogas, biomethan and ets.) that can use in engines. The characteristics of the different biofuels are considered and is made comparative analysis of the possibility of their use as a fuel for ICE. Are reported the advantages and disadvantages of biofuels of their use as a fuel.*

Keywords: *Biofuels, engines, biomethane, biogas.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременния 21 Век се наблюдава използването на разнообразни и многобройни горива и източници за задвижване на настоящите транспортни средства. Те варират както от традиционни горива като бензин и дизелово гориво, така и алтернативни - биодизел, газови горива: LPG (liquid petroleum gas) – пропан бутан, CNG (compressed natural gas)– метан, биометан, водород и др. В развитите страни се въвеждат все повече системи работещи с газови горива. Масовото използване на газови горива както за леки автомобили – ярки примери за това са Италия и България, така и за градски транспорт и тежкотоварна техника Австрия, Германия е свидетелство, че този тип горива ще останат и ще бъдат част от автотранспорта в бъдеще. Потвърждение за газово-задвижвания автотранспорт като част от бъдещият транспорт са и мащабните европейски проекти за трансгранични газопроводи увеличаващи доставките на газ. По отношение на биокомпонентите в горивата в Европейският съюз се изграждат все повече нови мощности за производство на биодобавки.

Газовите горива са едно от средствата за намаляване на общото количество CO₂ и вредни емисии, излъчвани от двигателите. Част от най-разпространените алтернативни горива са представени в изложението на настоящата статия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Биогаз

Биогазът се получава посредством биохимичния процес метаногенеза, като органичните вещества се разграждат от различни видове бактерии в среда с отсъствие на кислород до получаване на CH₄. Когато готовата суровина приготвена за производство на метан е смес от два или повече вида изходни суровини, като примерно от разтвори от органични отпадъци от животновъдството и отпадъци от хранителната промишленост, тогава процесът се нарича ко-ферментация. Това е и най-често използваният процес за получаване на биогаз.

Тъй като биогазът в своя състав съдържа и вещества, които не участват в процеса на горене е необходимо отделянето на вредни субстанции, осушаване и отделяне на въглероден диоксид, азот и кислород който водят до повишаване на топлината на изгаряне и калоричният индекс. Този процес се нарича пречистване или обогатяване на биогазовото гориво. Процесът трябва да е евтин, надежден и да има ниска консумация на енергия.

Основните стъпки на процесът които трябва да бъдат извършени за да се достигне качеството на газа към което се стремим, дадени в законодателството са показани на Фиг. 1.

⁶ Докладът е представен на пленарната сесия на 29 октомври 2021 с оригинално заглавие на български език: ИЗПОЛЗВАНЕ НА АЛТЕРНАТИВНИ БИОГОРИВА КАТО ГОРИВО ЗА ДВГ

Независимо от приложената техника централата за подобрене на биогаз трябва да приложи всяка от тези стъпки за да подсури поток от биометан според предписаните граници за качество. Ако някоя технология може да комбинира две или повече стъпки в един процес на сепариране, тази технология най-вероятно ще добие водеща роля пред другите технологии.

Дизайн на процесът за биогаз.

Най-важната задача от подобренieto на биогазът е отделянето на въглероден диоксид от изходният газ понеже CO_2 е основният нежелан замърсител в суровият биогаз и следователно произвежда най-високият отпадъчен газов поток. Няколко класически процеса са предложени за да се изпълни тази задача и някои от тях вече са „конструирани“ и приложени в съществуващи централи за биогаз. Тези процеси се състоят от: Адсорбция с налягане, Температурна Адсорбция, водно обмиване (с температурна регенерация), аминово обмиване и криогенно отделяне. Всички споменати процеси показват различни предимства и недостатъци.



Фиг. 1. Основни стъпки на процеса по подобрене на биогазът необходими да се достигне желаното качество на газовият продукт.

Някои от най-често използваните методи за пречистване на биогазовото гориво са:

- Техника на сепарация с помощта на мембрана наречена Газово проникване;
- Химическа адсорбция на H_2S и CO_2 в аминови разтвори с концентрация на метални хелати;
- Обмиването с вода под високо налягане;
- Адсорбцията с разлика в наляганията;
- Криогенна сепарация и др.

При сравнение на методите за пречистване на биогаз с цел използването му за търговски цели се стига до някои заключения. Абсорбцията с разлика в налягането и мембранната сепарация са единствените две техники които имат само един отпаден поток, който ясно може да бъде използван за задвижване на генератор привездан в движение от ДВГ. Другите техники имат отпадни потоци които се нуждаят от обработване, това също трябва да бъде взето напредвид ако се гледа от гледна точка на околната среда и икономиката.

А от гледна точка на леснотата на използването и управлението на всеки процес мембранната сепарация и обмиването с вода под налягане са най-лесни за работа.

Водород

Възможността за използване на водорода като гориво винаги е била разглеждана при възникване на енергийни кризи. На практика водата е неизчерпаем източник за получаването

му. Водородът има голям специфичен топлинен капацитет (14.89 J/g.K за газообразна фаза), токсичността на отработилите газове при използването му като гориво за ДВГ е малка. Всичко това го прави изключително перспективно гориво.

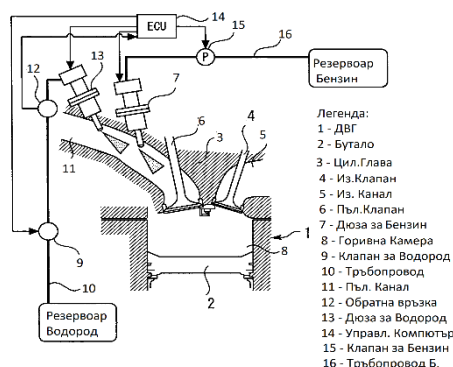
Една от сериозните причини за неизползването му като гориво за ДВГ е високата цена за производството му. Решението на този въпрос зависи от технологията на получаване, която може да бъде атомната енергия или термоядрения синтез.

За възпламеняване на водородовъздушни смеси е необходимо по-малко енергия (0.02 MJ), което гарантира надеждно запалване и при по-маломощен искров разряд. Като се има предвид и много широките граници на възпламеняване (α се изменя от 0.14 до 9.85), може да се каже, че при използването му като гориво за ДВГ се гарантира пълнота на изгарянето. При използването на водород се отчитат се и следните предимства:

- Добро смесване на водорода и въздуха, в следствие на което може да се очаква по-добро разпределение на водородовъздушната смес по цилиндри и по цикли.
- По-широки граници на възпламеняване на сместа, което означава, че е възможно да се приложи качествено регулиране на режима на работа на двигателя.
- По-добри пускови качества на двигателя, тъй като се изисква около 10 пъти по-малко енергия за възпламеняване на водородовъздушната смес.
- Токсичността на отработилите газове е по-малка, като наличието на сажди в тях е напълно изключено.

Поради малката детонационна устойчивост може да се получи самовъзпламеняване в пълнителния колектор на ДВГ. То може да се избегне чрез рециркулация на ОГ, впръскване на вода в цилиндрите или смеси с различен състав.

За сега използването на водорода като гориво за ДВГ е свързано с редица проблеми. Газообразният водород има голяма дифузионна способност и може да прониква през метални прегради. Решаването на тези проблеми води до допълнително оскъпяване на горивната система. Затова се предлага водородът да се използва не като самостоятелно гориво, а като добавка към традиционните горива. В този случай в автомобилът вече може да се съхранява по-малко количество чрез т.нар. метални хидриди (хидридите е съединение на всеки химичен елемент с водорода вкл. и на металите). Обикновено металните хидриди са гранули. При нагряване на металния хидрид той освобождава „погълнатия“ водород. На практика срокът на използване на металния хидрид е неограничен. Обемът на такава система за съхраняване е относително малък (14kg. Водород се съхраняват в обем 150-400l. В зависимост от хидрида). При „зареждането“ с водород е необходимо да се отвежда получената топлина. При всяка една температура хидридите се намират в равновесно положение с водорода. На фиг.2 е показана принципна сема за работа на ДВГ с бензин и водород.



Фигура 2. Примерна схема за съвместната работа на ДВГ с бензин и водород

СПГ и ВНГ използвани като газови горива в ДВГ

Прилагането на газово гориво за битови цели датира от XVIII-XIXв., когато във Франция и Англия се използва за осветяване на улиците. От 1861 г. се правят и опити за използване на светлинен газ в ДВГ от французина Леноар за стационарен двигател без

сгъстяване. Днес почти е забравено, че с газовия двигател започва историята на двигателите с вътрешно горене.

Газовите горива много пъти са били забравяни и отново „откривани“ за различни области от практиката поради известни неудобства, свързани със съхраняването им. Природният газ се използва по-широко от 1925г., когато са получени първите положителни резултати от сгъстяването му.

Трябва да се имат предвид и другите, не по-малко важни предимства на газовите горива при използване за работа на ДВГ: повишен моторесурс на ДВГ, увеличен срок на използване на маслата, по-малък експлоатационен разход на 100 km пробег на автомобила (в лв.), подобро смесобразуване и по-малък енергиен разход на гориво (в g/kW.h).

Сравняването на ефективността от използване на различни видове горива за автомобилния транспорт показва (в таблица 1 цифрите са условни единици рзход), че замаяната на бензина получен от преработката на нефта, може да стане с газови горива и алкохоли. Направените пресмятания за възвращаемост на средствата, вложени за газовото оборудване показват, че това става за пробег на автомобила средно около 10 000 km.

Таблица 1. Ефективност от използване на горивата

Вид гориво	Разходи на енергия за производство	Стойност на единица пробег, %
Бензин от нефт	100	100
Синтетичен бензин	160	120
Сгъстен природен газ	130-140	90
Втечен природен газ	125	85
Пропан-бутан	105	70-90
Метанол	160	150
Етанол	170	180

За двигателите с принудително запалване количеството на въглеродния окис при работа с бензин е около 6% за режимите на пълно натоварване, срещу 0,03% при използване на пропан-бутан. Количеството на въглеродородите в отработилите газове се намалява съответно с 50%. Интерес представляват данните по отношение на азотните окиси. Според някои автори количеството им се намалява до 3-4 пъти, при други намалението е с 39 ÷ 60%, а в същото време някъде се отчита, че количеството им не зависи от вида на горивото. По-важно е, че не е регистрирано увеличение на азотните окиси.

Октановото число на природния газ е 110 ÷ 125 единици, а за втечнения газ пропан-бутан (ВГПБ) е 95 ÷ 112. Вижда се, че това е значително над октановото число на бензините (91 ÷ 98 единици). Газовите горива не съдържат тежки въглеродороди и токсични добавки, което за бензините е задължително. По-добрите характеристики на газовите горива позволяват използването им за работа на ДВГ при по-високи степени на сгъстяване и победни смеси, което води до редица екологични и икономически предимства спрямо работата с бензин.

От гледна точка на възпламеняването газовите горива и в частност природният газ имат по-висока температура спрямо бензина, което ги прави значително по-пожаробезопасни.

Най-често газовото гориво съдържа въглеродороди до C4 и много рядко C5, преди всичко от парафиновия ред. Това е съществено, когато се разглежда образуването на канцерогенни вещества в отработилите газове. Известно е, че те се получават от по-тежките въглеродороди. Ако горивовъздушната смес се регулира на границата на ефективното обедняване, получава се минимално количество азотни окиси, при това, ако в състава на

газовото гориво липсват ненаситени въглеводороди, намалява се възможността за образуване на въздушен смог.

Показатели на горивата спрямо традиционното гориво

В следващата таблица са представени показатели на разглежданите горива.

Таблица 2. Сравнителни показатели

Характеристика	Метан	Етан	Пропан	Бутан	Пентан	Водород	Бензин	Дизел	Биогаз
Молекулна маса, μ	16,04	30,07	44,09	58,12	72,14	42,08	107,0	170-220	27,20
Елементен състав, % :									
въглерод	75,0	80,0	81,8	82,7	83,3	-	85	87,5	46,3
водород	25,0	20,0	18,2	17,3	16,7	-	15	12,5	0,8
Газова константа R, J/(kg.K)	517,0	273,0	185,0	138,0	108,8	197,8			
Моларен обем v , $m^3/kmol$	22,36	22,16	22,00	21,50	20,87	21,96			
kg/m^3	0,717	1,356	2,004	2,703	3,457	0,090		6,320	0,940
Температура на кипене $t^{\circ}C$ при $p = 101,3$ Мра	-161,5	-88,5	-42,1	-0,5	+36,1		>35	160-360	- 82,5
Специфичен топлинен капацитет c , $kJ/(m^3.K)$:									
при постоянно налягане c_p	1,550	2,212	3,050	4,130	5,133	1,277	2,2		
при постоянен обем, c_v	1,177	1,838	2,675	3,758	4,760	0,923			
Показател на адиабатата, k	1,31	1,20	1,14	1,10	1,08	1,383			
Топлопроводност при $t^{\circ}C$ и $p = 101,3$ Мра, $\lambda \cdot 10^3$ W/(m.K)	30,7	19,0	15,2	13,3	12,3	0,172	0,131	0,118	
Вискозитет при $t = 0^{\circ}C$ и $p = 101,3$ Мра									
динамичен, $\eta \cdot 10^6$ Pa.s	10,38	8,60	7,50	6,83	6,37	8,34	2,00		
кинематичен, $\nu \cdot 10^6$ m^2/s	14,50	6,41	3,81	2,63	-	93,8			
Топлина на изгаряне, MJ/ m^3 :									
горна, Q^f	39,8	69,5	99,2	128,8	158,3	12,77		290,72	20,35
долна, Q_d	35,8	63,6	96,0	118,7	146,2	10,76		271,76	21,5-20,64
количество въздух за изгаряне V_0 , m^3/m^3	9,52	16,66	23,80	30,94	38,20	2,38			5,71
количество въздух за изгаряне на единица гориво V_1 m^3/kg	14,2	12,1	12,81	12,64		27,7	14,7	14,5	6,07
горене $t^{\circ}C$	2040	2090	2105	2118	2119	2230	2197	2025	1699
Температура на самовъзпламеняване %: $t^{\circ}C$ при $p = 101,3$ Мра	645	530	510	490	446	530-590	228-471	210-256	650-750
Граници на възпламеняване %:									
долна	5,3	3,1	2,4	1,7	1,4	4,1	1	0,6	
горна	13,9	12,5	9,5	8,4	7,8	74	7,6	5,5	
Скорост на разпространение на пламъка u_n , m/s	0,36	-	0,32	-	0,34	1,60-1,80	0,37-0,43	0,38	0,25
Обем на продуктите на горене при $\alpha = 1,0$ V , m^3/m^3	10,5	18,1	25,7	33,3	40,9	2,88			

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Газовите алтернативни горива имат по-ниски концентрации на вредни емисии излъчвани в атмосферата, поради по-ниското % съдържание на въглерод в молекулите им.

Въпреки това при преоборудване на двигател с външно смесобразуване се наблюдава по-ниска мощност поради ниската обемна плътност на газовите горива.

Биогазът спада към групата на горивата произведени от ВЕИ. Превозните средства на биометан имат значителни предимства спрямо тези с бензинови или дизелови двигатели. Общите емисии CO_2 са драстично редуцирани в следствие на обогатяването на газа и компресирането му. Емисиите от прах и сажди също са намалени драстично, дори в

сравнение с новите дизелови двигатели, които използват съответните филтри. Емисиите на азотните оксиди и неметановите въглеводороди също са значително намалени. Доказано е, че обогатеният биогаз (биометан) има най-голям потенциал като гориво, в сравнение с останалите биогорива.

REFERENCES

Ministry of Environment and Water, Republic of Bulgaria (2014) *National strategic plan for management of sludge from urban wastewater treatment plants leads on the territory of Bulgaria for the period 2014-2020*, Sofia, Bulgaria.

Pacesila M, Burcea S G and Colesca S E (2015) *Analysis of renewable energies in EU Renewable and Sustainable Energy Reviews* 56С, 156-170.

IRENA (2020) *Scenarios for the Energy Transition: Global experiences and best practices* (International Renewable Energy Agency Abu Dhabi).

Двугоривна система Бензин-Водород. <https://patentswarm.com/patents/US7316218B2>

доц. д-р.инж. Димитров А., гл. ас. д-р. инж. Богданов К. (2010). *Експлоатационни материали в транспортната техника*. Варна.