

## АЛТЕРНАТИВНИ ГОРИВА ЗА ДВГ – РЕШЕНИЯ И ПРОБЛЕМИ

## ALTERNATIVE FUELS IN ICE – SOLUTIONS AND PROBLEMS

## АЛТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВС – РЕШЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

доц. д-р. инж. Димитров А.Й.<sup>1</sup>  
Технически Университет - Варна<sup>1</sup> България  
E-mail: [an\\_dimitrov@mail.bg](mailto:an_dimitrov@mail.bg)

**Abstract:** The increased fuel consumption for various power needs always has led to the search for alternative fuel sources. For engine work of ICE beside the traditional petrol and diesel fuel in crisis periods alternative options are considered. Gas fuels have long ago been implemented in as ICE fuels and now a new options is much more discussed – the bio fuels in both their consumption as engine fuels and their production as well. The EC 30/2003 directive is analyzed for their spreading in the European countries.

**KEYWORDS:** ICE, FUELS, GAS FUELS, BIO FUELS

Още със създаването на първите двигатели с вътрешно горене /ДВГ/ са заложили и основните проблеми за бъдещата им експлоатация, а именно: непрекъснатата работа по добиване и осигуряване на основния им горивен източник, а по-късно неподозирано в началото, решаването на въпросите със замърсяването на околната среда /ОС/ от отработилите им газове /ОГ/.

Ако на първо време основният проблем е бил осигуряване на ефективно гориво, то днес към това се прибавя опазването на ОС от все по-нарастващите количества токсични и вредни газове, отделяни в атмосферата.

В последните години тези два проблема са решавани винаги заедно на базата на взаимни компромиси.

Основните горива, използвани за работата на ДВГ, могат да се разделят на две основни групи:

- традиционни горива, добивани от преработката на нефта: бензин и дизелово гориво;
- алтернативни: газови горива (пропан-бутанови смеси и природен газ); алкохоли (метанол и етанол – биоетанол); растителни масла (рапично, соево, слънчогледово, палмово и др.); биодизелово гориво (метилово и етилово биодизел); биогаз; водород; синтетичен бензин; водород; диметилов етер и др.

Едновременно с това трябва да се включат при разглеждането на различните горива и въпросите, свързани с използването на електрическите задвижвания при автомобилите: електромобили; хибридни автомобили; горивните клетки; когенераторните установки и др.

Всичко това дава основание да се търси и онова решение, при което ще се получи и най-малкото замърсяване на околната среда. Ясно е, че традиционните и алтернативните горива, използвани за работа на ДВГ, замърсяват в една или друга степен, а при използване на електрозадвижване това замърсяване е значително по-ниско (не бива в тази връзка да се пропуска, че при получаване на електроенергията също се замърсява ОС), дори при ДВГ работещ с водород не е елиминирано замърсяването – то е редуцирано само в по-голяма степен. Общо взето, няма напълно безвредна технология за получаване и използване на гориво за работа на ДВГ.

Кои са основните особености при използване на различните енергийни източници е и обект на настоящата разработка.

#### I. Газови горива

##### 1. Втечен газ пропан-бутан (ВГПБ).

По въпроса за работата на ДВГ с традиционни горива (бензин и дизелово гориво) и ВГПБ има достатъчно разработки, които дават достатъчно пълна картина по въпроса. Получаването на бензин и дизелово гориво е свързано със запасите от нефт, който както е известно е с ограничен добив. Все още не е достатъчно ясно за колко време ще стигне, но за около стотте години на добиването му е преработено около 50 % от разполагаемите на Земята количества, а ръстът на автомобилизация е непрекъснат и то за някои държави (като Китай например) е над 6 %.

Втеченият газ пропан-бутан, който в основата си се получава от преработката на нефта, а част от него и от газовите и нефтените находища, е с ограничен добив – до 10-15 % от нефтените запаси. В повечето държави в света използването му за ДВГ се регламентира от държавните закони, като определени количества се заделят и насочват приоритетно в други области, а не само за работа на ДВГ. Използването на ВГПБ за работа на ДВГ вече е решен, както по отношение на горивните уредби и начините за привеждане на ДВГ за работа с него, така и на свързаните въпроси с транспортирането и продажбата му. Много водещи автомобилни фирми предлагат на пазара модификации автомобили, работещи с двойно гориво (бензин или ВГПБ), като процесът е автоматизиран според зададените условия. Използват се както стандартни изпарително-редуционни горивни системи, така и впръскването му в газова или течна фаза. Финансовата политика на всяка държава определя и икономическата ефективност от използването на ВГПБ като автомобилно гориво.

##### 2. Природен газ (сгъстен природен газ – СПГ; втечен природен газ – ВПГ).

Основен източник на получаване на природния газ са газовите находища, където основен компонент е метанът (от 50 до 95% от общото количество добиван газ) поради което в някои държави (като Италия например) се нарича популярно газ метан. Някои характеристики на основните газови горива са посочени в табл.1.

Таблица 1

Характеристика	Метан	Пропан	н-Бутан	и-Бутан
- Химична формула	CH <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	H-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	И-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
- Молекулярна маса, kg/Kmol	16,04	44,1	58,12	58,12
- Плътност на газовата фаза, kg/m <sup>3</sup>	0,72	2,019	2,703	2,665
- Плътност на течната фаза, kg/m <sup>3</sup>	-	528	600	582
- Долна топлина на горене, kJ/m <sup>3</sup>	35,76	91,14	118,53	118,23
- Скрита топлина на изпаряване, kJ/m <sup>3</sup>	512,4	428,4	390,6	382,2
- Теоретично необходимо количество въздух за горене, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	9,53	23,8	30,94	30,94
- Температура на самовъзпламеняване, °C	545-800	504-588	430-569	490-510
- Октаново число	120	105	91	99

Основен проблем при използването на природния газ за работа на ДВГ е съхраняването му на автомобила. Най-често това става при съгъстяването му до 20,0 МПа. От приведените данни за СПГ и съществуващите начини за продажбата му може приблизително да се определи, че 1 kg СПГ при 20,0 МПа съдържа 7 l газ, което се равнява на 1,44 m<sup>3</sup> природен газ при нормални условия. Имайки предвид ценовата политика в България може да се пресметне, че експлоатацията на автомобил, двигателят на който е оборудван и за работа със СПГ, е три пъти по-евтина, отколкото с бензин и два пъти отколкото с ВГПБ. При това се отчита значително намаляване количествата на отделяни токсични газове в атмосферата (30% - 60%), а съдържанието на CO<sub>2</sub> се намалява с около 20%, без да се вземат допълнителни мерки.

Друг важен проблем при използването на природен газ за автомобилния транспорт е изграждането на верига от зарядни станции, които да осигурят безпроблемно движение в градските, околградските територии, за цялата държава и между отделните държави. Има места, където все още няма достатъчно газозарядни станции за СПГ, но все пак при определено насочване на маршрутите е възможно автомобил, двигателят на който е оборудван за работа с този вид газ, да се движи из Европа. Фирмата Фолксваген със своя автомобил Caddy EcoFuel организира пробег от 2000 km от Хановър до Москва, преминавайки през Полша, Белорусия и Русия без проблеми.

Разполагаемите количества природен газ в световен мащаб биха осигурили експлоатация на автомобилния транспорт със СПГ поне за 50 години.

Използването на природен газ за работа на ДВГ е многопосочно. Почти няма област от транспорта, където да не може да се използва СПГ като гориво. Най-масово е приложението при леките автомобили (таксите) обслужващи предимно градските зони това се отнася и за автобусния превоз, където основно използването му е при градските автобуси, което ще осигури максимален екологичен ефект. При товарните автомобили и тези, използвани за комунално-битови цели също се препоръчва преминаването от дизелово към газово гориво (СПГ). Предлагат се вече решения и за двигателите за ЖП транспорта и за големите корабни двигатели (особено за тези които транспортират ВПГ).

Основният проблем към настоящия момент е изграждането на необходимата мрежа от зарядни станции, които могат да бъдат базови с компресори и

подвижни бутилкови инсталации. Необходимо е да има изградена газопреносна мрежа, която да осигурява доставката на СПГ. Това именно се оказва и възловият момент за създаване на нужната газозарядна мрежа. В момента природен газ за България се доставя от Русия, което като количество не създава абсолютно никакви проблеми. Според някои източници в Черно море има огромни запаси от природен газ, който се намира на дъното във вид на газохидрати. Това е втвърден метан, получен от разлагането на органичните наноси от реките, вливащи се в него. Под действие на високото налягане полученият метан се втвърдява и се наслоява в придънния слой. От 1 m<sup>3</sup> такъв газохидрид се получават 164 m<sup>3</sup> метан. Твърди се, че запасите от газ могат да покрият нуждите за стотици години напред.

Ясно е, че използването на природен газ за работа на автомобилните двигатели е възможно там, където преминават газовите тръбопроводи и където данъчната политика поощрява това.

Най-голям брой транспортни средства, използващи СПГ, в света има в Аржентина (над 1,5 милиона), след това в Бразилия (1,1 милиона), Пакистан (870000), Италия (382000) и др. В Нова Зеландия например е започнал процесът на газифициране на автомобилите, но данъчната политика е спряла процеса, докато в Аржентина държавата поощрява това.

Това важи и за България. В момента на природния газ няма наложен акциз, което го прави в икономическо отношение ефективно гориво. Изградени са до момента (2006г.) значителен брой газозарядни станции: в София – 6; Пловдив – 3; Варна – 2; по една има в Русе, Бургас, В.Търново, Шумен, Добрич, Калиакра, Севлиево, Враца, Плевен, Н.Загора, Ст.Загора и Сливен. Това дава възможност за организиране на безпроблемно движение на автомобилите със СПГ както в тези градове, така и между тях. Има над 6000 автомобила, приведени за работа с природен газ, като основно това са автомобили – таксите. За развитието на пазара на газовите автомобили оказват влияние следните фактори:

- политиката на правителството;
- развитието на газовия сектор;
- наличието на автомобили работещи със СПГ;
- изграждането на газозарядни станции и сервизи за поддържане на автомобилите;
- създаването на условия за привличането на нови клиенти (икономически и екологични стимули);

- осигуряването на достатъчен брой места за зареждане равномерно разпределени по територията на държавата;
- развитието на технологии за приважане на съществуващите автомобили за работа със СПГ и др.

За някои Европейски държави в момента положението е следното:

Италия – има около 382 000 автомобили, използващи СПГ, и 510 зарядни станции; държавата стимулира използването му; стимулира се закупуването на нови автомобили, работещи със СПГ;

Германия – има около 33 000 газова автомобили и са изградени 647 газозарядни станции за СПГ;

Франция – 7400 автомобили и 105 станции;

Беларус – 5500 автомобили и 24 станции;

Русия – 45 000 автомобили и 213 газозарядни станции, годишният ръст е 20 %, като цената на СПГ е около 40 % от цената на традиционните горива, като основният проблем са зарядните станции.

## II. Алкохоли

Това е горивото, което се явява възобновяем горивен източник и тяхното получаване не е ограничено във времето. Основни източници за получаването им са растителни продукти, което определя и алкохолите като биогорива.

Алкохолите могат да се използват като чисти горива за работа на двигатели с външно смесобразуване и принудително възпламеняване (бензинови ДВГ), а така също и смесени с традиционните бензини. Алкохолите имат високо октаново число (100-115 единици) което е изключително полезно в комбинация с нискооктановите бензини. Освен това трябва да се има предвид и фактът, че при изгарянето на алкохолите не се получават сажди в отработилите газове (ОГ) на ДВГ.

Практиката е показала, че използването на алкохоли (основно етанол и биоетанол – не са токсични) е приоритетно за САЩ, Бразилия, Аржентина и др. В Европа по-често се използват биодизеловите горива, което е свързано с условията за експлоатацията на конкретните автомобили.

Процесът за получаване на етанол е преобразуването на въглехидратите на биомасата в захар, а след това след ферментация се получава етанол. Когато етанолът се произвежда от целулозна биомаса (трева, стебла, дървета и др.) той носи името биоетанол. Понятието биомаса включва всяка органична материя от растителен произход (различни видове селскостопански култури, храни, фуражи, горски продукти и остатъци от обработката им, остатъци от селско – стопански реколти, водни култури, битови отпадъци, животински продукти и отпадъци и др.).

Алкохолите са използвани като гориво за ДВГ отдавна като смес с традиционните горива. Например често се използва смес 15 % етанол и 85 % бензин (Е15); 85 % етанол и 15 % бензин (Е85); 20 % етанол и 80 % бензин – т.нар. смес газохол (за Бразилия) и др.

Използването на метанол е ограничено в широката практика поради това, че е отровен. Но поради това, че има по-високо октаново число се използва при състезателните автомобили в чист вид или смесен (блендиран) с бензин.

Химичните формули на метанола и етанола са съответно  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  / $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ /. Етанолът се изпарява при  $78,5^\circ\text{C}$  и молекулата му съдържа 52,2 % въглерод, 13,1 % водород и 34,7 % кислород в масово отношение.

Етанолът се използва за получаване на етаноло-бензинови смеси (както бе уточнено по-горе); за получаване на биодизел; като материал за горивните клетки.

Етанолът в САЩ се получава от преработката на зърнени култури (царевица, пшеница и др.), основно от скорбяло съдържащи култури. Нишестето съдържащо се в каратофите, царевицата, пшеницата и други растения може да се използва за производство на етанол след съответната обработка (получаване на захари и последваща ферментация).

Общо известно е, че растенията способстват за намаляване на парниковия ефект (намаляват съдържанието на  $\text{CO}_2$  в атмосферата), тъй като абсорбират този газ при своето развитие. По литературни данни използването на етанол, произведен от зърно, като гориво за ДВГ води до намаляване на парниковите газове до 4 %, а получен от целулозна биомаса ги намалява до 8 %, и то при смес с бензин Е10. При използване на смес с бензин Е85 (85 % етанол и 15 % бензин) намаляването на емисиите е до 80 %.

Основните предимства при използване на алкохолни горива за работа на ДВГ са:

- произвеждат се от достъпни суровини (например метанолът се произвежда от въглища, а етанолът от растителна маса, зърнени култури и др);
- съхраняват се както традиционните горива;
- по-добри екологични характеристики, а има вторичен екологичен ефект при отглеждането на растенията, от които се получава. По принцип се счита, че растението разгражда толкова  $\text{CO}_2$  при своя растеж, колкото се получава от газа при изгарянето на алкохола в ДВГ;
- по литературни данни енергийният баланс при използване на етанол е 1,34:1, което значи, че при изгарянето на етанола се отделя 34 % повече енергия, отколкото отива за неговото производство (спрямо бензина тази разлика е 81 % повече енергия);
- алкохолите имат високо октаново число, което позволява ДВГ да имат по-висока степен на сгъстяване;
- алкохолите се използват за подобряване октановото число на бензините (добавка от 10-20 %);
- при изгарянето на алкохолните горива не се отделят сажди в ОГ;
- употребата на алкохолни горива намалява изразходването на бензин;
- етанолът е възобновяем горивен източник, като за производството му не се ангажират големи площи (в момента в Бразилия, където използването му е масово, се използват не повече от 5 % от обработваемите площи);
- смеси от алкохоли и традиционни горива могат да се използват при нормалните ДВГ, без необходимост от модифицирането им;
- вторичните продукти от производството на етанол са и хранителни добавки за домашните животни.

Основни недостатъци на алкохолите са:

- химически активни са към гумените и алуминиеви детайли;
- метанолът е токсичен;
- при добавка към бензините намалява мощността на ДВГ поради по-ниската си топлина на изгаряне;
- имат по-голяма скрита топлина на изпаряване;
- запалителната система на ДВГ трябва да бъде по-високо енергийна при добавка на по-големи количества алкохоли;
- алкохолът като чисто гориво се разтваря много добре с водата, а като смес с бензин това води до разслояването им.

Някои основни характеристики на метанола и етанола са посочени в табл.2

Таблица 2

Свойства	Метилов алкохол CH <sub>3</sub> OH	Етилов алкохол C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Молекулна маса	32,04	46,07
Плътност	0,791	0,794
Топлина на изгаряне kgJ/kg	19900	27000
kgJ/kg	15740	21440
Необходимо количество въздух за изгаряне на 1 kg гориво, kg		
Съдържание на кислород, тегл. %	6,45	9,0
	49,9	34,7

### III. Биодизелови горива

Още при създаването на своя двигател Р.Дизел е предрекъл, че растителните масла са сериозен горивен източник за двигателите с вътрешно смесобразуване и самовъзпламеняване. Днес това е факт. Биодизеловите горива започват все повече да се налагат като екологично възобновяемо гориво, използвано при дизеловите двигатели. По този въпрос в Европа се работи много по-активно, отколкото в други райони на Земята. Има действаща Европейска програма – Директива ЕС 30/2003, която специално се занимава с този въпрос.

Основни източници за получаване на биодизел са растителни и животински мазнини, които се обработват с алкохол в присъствие на катализатор, при което се отделя гориво-биодизел, глицерин и остатъчен продукт, който може да се използва като хранителна добавка за животните. Основните култури, от които се получават масово биодизеловите горива са рапица, соя, палмово масло, слънчоглед и други маслодайни култури, а както бе споменато вече могат да се използват и животински мазнини. В зависимост от използвания алкохол за преработката на маслото, биодизелите могат да се разделят на:

- метилов биодизел;
- етилов биодизел.

Получените при преработката на мазнините крайни продукти се наричат още алкохолни естери, като при осъществяването на преработката, ако се използва излишък на алкохоли и по-високи температури, този процес се нарича преестерификация или трансестерификация на мазнините. Биодизел може да се получи и от дървесен материал, селскостопански отпадъци и др., чрез пиролиза (процес който се осъществява при високи температури – 500-750°С и в отсъствие на кислород).

Използването на растителни масла за работа на ДВГ може да стане в три основни варианта:

- като чисти продукти;
- като преработен (естерифициран) продукт, т.е. като биодизел;

- смеси с традиционни горива /дизелови/.

Основните предимства при използване на биодизеловото гориво за работа на ДВГ са следните:

- биодизелът е възобновяем енергиен източник, получава се от растителни и животински мазнини;
- естерифицираните мазнини са заместител на дизеловото гориво;
- биодизелът се разтваря много добре с дизеловото гориво;
- биодизеловите горива съдържат около 11 % кислород в молекулата си, което благоприятства горенето им;
- при работа на ДВГ с биодизел се намалява замърсяването на околната среда (СО са по-ниски с 10-30 %; НС – 30 %, саждите намаляват с 40 %; частиците до 40 %). Освен това, ако биодизелът попадне в почвата той се разгражда много по-лесно във времето;
- биодизелът, както и всяко биогориво, отделя при изгарянето си толкова СО<sub>2</sub>, колкото разгражда при растението, от което се произвежда (вторичен екологичен ефект);
- количеството на SO<sub>x</sub> е силно редуцирано (сравнено с дизеловото и евродизеловото гориво – последното е със силно намалено съдържание на сяра);
- по-висока пламна температура на биодизела (над 150°С) спрямо дизеловото гориво (64°С), което го прави по-малко пожароопасно гориво;
- биодизелът може да има по-високо цетаново число.

Недостатъците при използване на биодизеловото гориво за работа на ДВГ са:

- чистият биодизел (B100) не може да се използва при отрицателни температури на околната среда;
- отделените NO<sub>x</sub> в ОГ са по-високи;
- използването на биодизелово гориво изисква по-честа замяна на горивните филтри на ДВГ;
- гумените материали, с които е в контакт биодизеловото гориво, трябва да бъдат от силиконов каучук или да се заменят с метални;

- при повишена киселинност на биодизела (това зависи от източника за получаване) се износват по-бързо детайлите на горивната уредба и бутало-цилиндричната група на ДВГ;

- в студено време се увеличава нагарообразуването.

Възможните начини за използване на растителните масла като гориво за дизеловите ДВГ:

- студено пресованите и филтрирани растителни масла могат да се използват само във вихрокамерните дизелови двигатели без особени мерки;

- рафинираните растителни масла могат да се използват без проблеми при вихрокамерните дизелови двигатели;

- естерите на маслата могат да се използват при всички дизелови ДВГ;

- при дизеловите ДВГ могат да се използват с успех смеси на растителните масла и техните производни с други горива. Използването на тези смеси влияе благоприятно и на моторесурса на двигателя;

- растителните масла могат да се смесват с алкохоли, като добавянето на 5-10 % алкохол, може да подобри смесообразуването и горенето;

- растителните масла могат да се смесват и с нискооктанов бензин – до 5 %, което намалява периода на задръжка на възпламеняването и подобрява горивния процес (особено при ниски температури на ОС). Дори при температури под – 15°C се препоръчва добавянето на 20 % нискооктанов бензин.

Някои основни характеристики на растителни масла са посочени в табл.3.

Таблица 3

Показател	Дизелово гориво	Метилов естер на рапично масло	Рафинирано рапично масло	Рафинирано слънчогледово масло
Плътност при 15оС, г/см <sup>3</sup>	0,82	0,876	0,91	0,92
Топлина на изгаряне, кДж/кг	42500	37020	36000	38000
Цетаново число				
Елементарен състав	45	54-56	44-51	37
С				
Н	87	77	77	77
О	13	12	12	12
Съдържание на сяра, тегл. %	-	11	11	11
Молекулна маса, г/мол	до 0,2	до 0,02	до 0,02	до 0,02
Пламна температура, оС				
	120-320	296	883	890
	64	180	310	320

Както бе споменато вече, в Европейските държави законодателството поощрява използването на биогорива за работа на ДВГ по екологични, икономически и ресурсни съображения. Има 3 документа на Европейския съюз във връзка с биодизеловите горива:

- директива ЕС 30/2003 г. за насърчаване използването на биодизеловите горива и други възобновяеми горива за транспортни цели;

- план за действие с биомасите, публикуван с комюнике на ЕК от 07.12.05;

- стратегия на ЕС за биогоривата.

Директивата за биогоривата предвижда използване на данъчни преференции за да може до 2010 година делът им да бъде 5,75 % спрямо общото количество изразходвани горива. В плана за действие и стратегията се препоръчва въвеждането на задължителни квоти за дела на биогоривата, както и на специални такси, свързани с емисиите при традиционните горива.

Експериментите по трансестерификацията на рапично масло започват през 1982 г. в Института по органична химия в Грац – Австрия. Първата индустриална инсталация за производство на биодизел започва да работи в гр.Ашбах – Австрия през 1991

година; в Германия също през 1991 г.; Чехия – 1992 г.; в Италия – 1992 г.; във Франция 1993 г. и др.

В България първият производител на биодизел е фирмата Сампо АД, която започва работа в Брусарци през 2001. У нас е започнала изследователска работа по използване на растителни масла (слънчогледово) за дизелов двигател Д 3900 /произвеждан от фирма VAMO/ в ТУ - Варна катедра ТТТ от колектив ръководен от доц. д-р А. Димитров, като това е от 1995 година. На Пловдивския панаир през 1996 година е получен златен медал за двигател Д 3900С, а две години по-късно е защитена и докторска дисертация от инж. Д.Димитров – докторант към катедрата.

Днес биодизеловите горива навлизат широко в практиката съгласно данни на European Biodiesel Board. За 2005 г. производството е нарастнало с 65 % спрямо 2004 г.

Най-голям потребител и консуматор на биодизелови горива е Германия (1035 хил.t за 2004 г. и 1669 хил.t за 2005 г.); след това са Франция (348000 t. – 2004 г. и 492000 t. за 2005 г.); Италия (320000 t. – 2004 г., 396000 t. – 2005 г.) Чехия съответно 60000 t. и 133000 t.; в България в момента се произвеждат около 40000 t. по официални данни.

В Германия преобладава използването на чисто биодизелово гориво B100, като то представлява 60 % от общото производство. Биодизеловото гориво се предлага в над 1900 бензиностанции. Останалите 40 % биодизел се смесват с традиционните дизелови горива като биодизелът е 5 % /B5/. Фирмите производители на големи автомобилни двигатели – Deutz, John Deere, Steyr, MAN и др. и на леки автомобили Volkswagen, Audi, Opel, Seat, Skoda и пр. дават гаранции при използване на B100 за самопочистващите филтри за улавяне на частици от ОГ. От друга страна, гаранции за B5 се дава от всички производители на автомобили и гориво-нагнетателни помпи.

Във Франция биодизелът се предлага смесен (блендиран) с дизеловото гориво като B5 и B30, като производството е осигурено от 7 рафинерии.

В България се предвижда разрастване на производството на биодизел. Интерес проявяват рафинериите за производство на олио; Булмаркет – Русе – с капацитет 60000 t., в Силистра – “Гриин ойл“ ООД с капацитет 15000 t. и др. Произвеждат се и инсталации за промишлено производство на биодизел в гр. В.Търново, Варна и др.

В България е необходимо да се насърчава производството на биогорива по следните причини:

А. От гледна точка на националните интереси:

- присъствие на модерни технологии;
- създаване на допълнителна заетост в селскостопанските райони;
- намаляване зависимостта от вноса на течни горива;
- намалява се вредното въздействие върху ОС;

Б. От гледна точка политиката на ЕС:

- в директива ЕС 30/2006 г. се предвижда до 2010 година в ЕС делът на биогоривата да бъде 5,75 %;
- за България това означава да се произвежда около 1430 х.т. биодизел и 70000 t. биоетанол.

За да се изпълнят тези виждания е необходимо:

- да се насърчава производството на биогорива в България (биодизел, биоетанол, МТБЕ, ЕТБЕ, директно пресовани масла, биогорива от второ поколение получени чрез пиролиза и др.);
- да има данъчни облекчения за производството на биогорива;
- да се изгради система за контрол на качествата на биогоривата, като се изградят съответните акредитирани лаборатории.

#### IV. Биогаз

Съществен момент в селскостопанската дейност е да се отделят вторични продукти от растителен и

Таблица 4

Свойства	Водород газообразен	Водород Течен	Бензин
Молекулна маса, кг/кмол	2,016	2,016	≈ 107
Плътност, г/см <sup>3</sup>	83,8.10 <sup>-6</sup>	0,0708	0,7-0,75
Долна топлина на горене:			
- по маса, кДж/кг	120 000	-	44 000
- по обем, кДж/л	-	8496	32 560
Граници на възпламеняване Във въздуха, % обемни	4-75	-	1,0-7,6
Теоретично необходимо количество въздух, кг	34,3	-	15,1

животински произход, които се изхвърлят, при което те гният и отделят продукти, които замърсяват ОС. Газовите продукти от тези замърсители могат да бъдат уловени и полезно използвани като енергийни източници в това число и като гориво за работа на ДВГ. При това се намаляват разходите по обезвреждането им.

Основният отделян газ при тези естествени ферментационни процеси е метанът (който е и парников газ), той е 7-10 % от общото количество замърсяващо атмосферата на Земята. Известно е, че метанът е екологично гориво, което при изгарянето си минимално замърсява атмосферата. Енергийното съдържание на биогаза е около 22 600 kgJ/kg<sup>3</sup>. Лошото при биогаза е, че количеството метан в общото количество газ е 40-60 %, останалото са негорими газове – CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и др. Получен веднъж метанът от биогаза е ясно как може да се използва като гориво за ДВГ. От един килограм биомаса (отпадък като сухо вещество) се получават от 200 до 1300 литра биогаз.

Трябва да се отбележи, че метанът е десетки пъти по-вреден парников газ, сравнено с CO<sub>2</sub>, което означава, че оползотворяването на биогазовете е абсолютно задължително. По литературни данни 1 kg CH<sub>4</sub> има еквивалентно отрицателно въздействие по ОС равно на 21 kg CO<sub>2</sub>. За получаване на 1 kWh електроенергия произведен от биогаз се спестява 0,743 kg CO<sub>2</sub>.

#### V. Водород

Възможността за използване на водорода, като гориво за работа на ДВГ е бил винаги актуален особено при възникване на енергийни кризи. Като се има предвид, че над 70 % от земната повърхност е покрита с вода, където водородът по тегло е 11,2 %, това определено става от изключителна важност. Като прибавим към това, че основната реакция при изгаряне на водорода е получаване на H<sub>2</sub>O то въпросите с неговото използване като енергиен източник за автомобилните двигатели стават все по-актуални. На практика водородът е неизчерпаем източник на енергия. Друг е въпросът, че той се явява като продукт, който трудно се получава и съхранява, което на практика се явява като трудно преодолимо препятствие. Напоследък се говори и експериментира по-скоро за други варианти на използване на водорода, при получаване на енергия за задвижване на автомобилите (например горивните клетки).

Както бе споменато вече един от проблемите е съхраняването на водорода. От табл.4 се виждат основните характеристики на водорода сравнени с тези на бензина.

Топлината на изгаряне на 1 kg водород е 2,7 пъти повече от тази на 1 kg бензин, но обема на резервоара за водород трябва да е 3,7 пъти по-голям от бензиновия при едно и също съдържание на топлина. Това е така поради факта, че плътността на течния водород е около 10 пъти по-малка от плътността на бензина. Температурата на съхраняване на водорода е – 253°C в термоизолиран съд.

При обсъждане на перспективата за използване на водорода като гориво за ДВГ на преден план се поставят суровинните и екологичните фактори. Водородът като енергоносител няма конкурент. Суровината за неговото получаване е неограничена, а разходите на енергия за неговото получаване могат да бъдат осигурени от атомната енергетика, а в по-далечно бъдеще от термомодерния синтез.

Детонационната устойчивост на водорода е лоша (октановото число е в границите 45-70) но при работа на бедни смеси и качествено регулиране на ДВГ това не е проблем.

За възпламеняване на водородо-въздушната смес е необходимо по-малко енергия, което гарантира надеждно запалване и при по-маломощен искров разряд. Като се имат предвид и много широките граници на възпламеняване на водородо-въздушната смес ( $\alpha$  се изменя в границите от 0,14 до 9,85). Може да се каже, че при използването на водорода като гориво за работа на ДВГ се гарантират добри условия за пълнота на изгаряне.

Основните предимства при използване на водорода, като гориво за ДВГ са:

- много добро хомогенизиране на водородо-въздушната смес;
- широки граници на възпламеняване на водородо-въздушната смес, което създава възможност за качествено регулиране;
- по-добри пускови качества на ДВГ при работа с водород (необходима е 10 пъти по-малко енергия);
- ТОГ е по-ниска, като е изключено образуването на сажди.

Освен това са налице всички предимства на газовите двигатели.

При работа с водород трябва да се избягва състав на сместа  $\alpha = 1,4$ , тъй като тогава гориво въздушната смес се самовъзпламенява.

Максимален к.п.д. се получава при  $\alpha \approx 2,5-2,7$ .

Съществен проблем при използване на водорода като гориво за работа на автомобилните ДВГ е съхраняването му на автомобила. Това може да стане в газова фаза при налягане 20,0 МПа, при което плътността му е 5 пъти по-малка от тази ако е в течна фаза. Ако трябва да се осигури същия пробег с водород както с бензин, водородният резервоар трябва да бъде с 30 пъти с по-голяма маса и 24 пъти по-голям по обем от бензиновия.

Друг вариант за използване на водорода е в течна фаза в термично изолиран резервоар. За 15 kg водород е необходим резервоар с обем около 150 l и в него да се поддържа температура от 20К. При 14К водородът преминава в твърдо състояние.

Третият вариант за съхраняване на водорода са метални хидриди, като от тях най-перспективен е

феротитанът. При зареждането на хидридни резервоар с водород се отвежда топлина, а за отделянето му се подвежда топлина.

От казаното до тук може да се обобщи, че засега използването на водорода като гориво за работа на ДВГ е свързано с редица проблеми, които трудно позволяват широкото му внедряване.

На този етап по-реално е използването на водорода за работа на горивните клетки при получаване на електричество.

## VI. Диметилов етер, синтетични горива

Това гориво е разработено от научни работници в Института за нефтохимичен синтез на Руската академия на науките под ръководството на проф. А. Я. Розовски. Диметиловият етер може напълно да замени дизеловото гориво. Отработилите газове получени при работа на ДВГ с диметилов етер (ДМЕ) са с 6 пъти ниско съдържание на СО от изискванията на Евро - 4, четири пъти е по-ниско съдържанието на НС и твърди частици; с 20 % е по-ниско съдържанието на  $\text{NO}_x$ .

Второто предимство от използването на ДМЕ е, че се решава въпросът със студеното пускане на дизеловите двигатели. Двигателят свободно се пуска и при температура - 50°C.

Третото предимство на ДМЕ е, че всеки дизелов двигател може да работи с него без проблеми.

Производството на ДМЕ е икономически конкурентно на производството на традиционното дизелово гориво. Като химически продукт ДМЕ е побезвреден от дизеловото гориво и бензина той се използва, като пълнител в аерозолните опаковки от битовата химия.

По същата технология за производство на ДМЕ е произведен и синтетичен бензин, който е с по-добри качества от традиционния произведен от нефт. Този бензин има октаново число 90-93 единици. Основно този синтетичен бензин се състои от циклични и разклонени въглеводородни структури и няма ароматни въглеводороди. ТОГ при работа на ДВГ с този бензин е по-ниска, отколкото с традиционния бензин.

Този бензин може да се произвежда от модулни установки, което облекчава транспортните разходи.

Като суровина за получаване на ДМЕ и синтетичния бензин се посочва генераторният газ – смес от въглерод и водород, която може да се получи от природен газ, въглища, дървесина и отпадъци, биогаз и др. Има разработена и оригинална технология на база на ракетните технологии за производство на генераторен газ. По принцип има разработени технологии за производство на синтетични течни горива от въглища, запасите от които са няколко пъти повече от нефтените запаси. Началото на тези разработки по втечняване на нефта е през 40-те години на XX век по време на Втората световна война. Тогава са произведени 4 млн. t. синтетичен бензин. Нов етап в тези технологии е отбелязан през 70-те години на XX век, когато се създават системи за производство на синтетични горива с капацитет 200-600 t. за денонощие. В Япония са създадени установки с производителност дори от 1000

kg/денонощие, а по-късно в Русия се преработва от една система 5 t гориво за денонощие.

Днес в ЮАР в заводите на фирма CASOL се преработват 30 млн.т. въглища и се получават 8 млн.т. синтетично гориво и други вторични продукти. Работи се в последните години по хидрогенизирането на въглищата процес, при който нискокалоричните въглища се обогатяват с водород в присъствие на катализатор, температура 430°C и налягане 8-10 МПа/.

Икономически изгодно е да се строят системи за производство на синтетични горива от модулен тип с производителност 135000 t. бензин – с октаново число 93 и 935000 t. дизелово гориво със съдържание на сяра 0,5 %. Разходът на въглища е 1,5 млн. t. каменни въглища или 3 млн.т. лигнитни.

Необходимо е този въпрос внимателно да се оцени от екологична гледна точка, тъй като има и негативни последици за ОС.

#### VII. Хибридни автомобили

Това е вариант за експлоатация на автомобил, при който задвижването на определени етапи става с ДВГ или електродвигатели.

Използването само на електромобили е ограничено поради малкия пробег между две зареждания на акумулаторите им. За облекчаване работата и увеличаване пробега на електромобилите е възможна работата на електродвигателите в режим на спиране като електрогенератори. Ефектът е двустранен. От една страна се регенерира използваната за задвижване електроенергия и, от друга страна в генераторен режим се получава спиращ ефект. Основните насоки за развитието на електромобилите и хибридните автомобили са свързани със създаването на по-съвършени акумулатори с бързо зареждане. При създаването на електромобилите напоследък се обръща внимание на горивните клетки (създадени още през 1839 год. от сър Уилям Гроуз, където съединяването на Н и О по химичен път води до отделяне на електроенергия). В момента в Европа се изпитват автомобили с горивни клетки с мощност до 100 kW. През 2005 г. да се появят първите серийни автомобили, задвижвани с горивни клетки на фирмите, Мерцедес, Фолксваген, Хонда, Форд, Нисан, GM и др. Основният проблем при горивните клетки е необходимостта от голямо количество водород.

От друга страна, хибридните автомобили започват да се предлагат серийно. Основен продавач на американския пазар е Тойота - Приус; Хонда Форд – Ескейп и др. Над 96 % от продадените в САЩ за 2005 год. хибридни автомобили са Японски (над 100 000). Очаква се хибридните автомобили да бъдат 5 % от общия брой автомобили. По принцип съществува значително разнообразие от решения за хибридни автомобили.

#### VIII. Когенераторни установки.

В Закона за енергетиката от 2003 г. е отделен специален раздел за когенерацията. Това е процес на произвеждане на електричество при изгаряне на течни,

твърди или газообразни горива, като отделената топлина се използва като вторичен енергоизточник. Основният тип когенераторна установка е с ДВГ и горивото е природен газ. ДВГ задвижва електрически генератор за производство на електроенергия, а отделената топлина с ОГ, в охладителната система и от охладяне на маслото се “улавя” и използва за полезни нужди. При конвенционалните системи топлината отделена от ДВГ не се улавя, а се отделя в атмосферата, което означава около 40 % загуби на енергия. В когенераторните установки тази енергия, загубена за ДВГ, се оползотворява, като се постига и екологичен ефект. Това води и до икономия на гориво при работа на ДВГ и доставя топлинна енергия за битови нужди.

**На база направените разсъждения до тук могат да се обобщят следните важни изводи.**

**1. В близко бъдеще основни източници на енергия остават въглищата (от които се добива и природен газ и синтетични горива), нефтът и газът. Значението на въглищата в световния горивно-екологичен баланс малко ще нарасне, използването на нефта ще намалее, при газовите горива процесът се стабилизира.**

**2. Постепенно нараства делът на биогоривата и синтетичните горива, използвани за работа на ДВГ. В последните години в много държави по света все по-голямо внимание се отделя на проблема за по-широко използване на алтернативните енергоносители, на базата на нетрадиционните въглеводородни източници.**

**3. При използване на алтернативните енергоносители икономическата ефективност е пониска (изключение правят газовите горива), но с развитието на нови технологични процеси и с изчерпването на нефтените находища ситуацията се променя.**

**4. Отделя се все по-голямо внимание и на въпросите с комплексно използване на енергията получена при работа на ДВГ.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Канило, П.М., И.С. Бей и др. Автомобиль и окружающая среда. Харьков, Прапор, 2000 г.
2. Гольцин, М.В., А.М. Гольцин и др. Альтернативные энергоносители. М., Наука, 2004.
3. Димитров, А.Й., И. Апостолов и др. Горива за ДВГ, Ямбол, 1999.
4. Желязков И. Биодизелът – съществуващ опит и възможности. Международен конгрес – Овъргаз, Варна, 2006.
5. Тончева, М. Екогорива и хибридни автомобили. Ековат технологии, 2005.
6. Маринов, Е., А.Трендафилов. Изследване основните физични параметри на биодизеловото гориво. Trans Motauto 2005. В.Търново, ВНБУ.