

## Използване на комплексен подход при определяне на качествата на биогорива при работа с дизелов ДВГ

Атанас Илиев, Мая Иванова, Емил Маринов

*Using a integrated approach in determining the quality of biofuels in working with diesel engine: An essential condition for the use of esters of different raw materials is their minimum deviation from the average of the physical and chemical properties. It is necessary to make periodic measurements of their parameters. This can be done in the presence of a common approach to study the fundamental quality of biofuels produced from our plants.*

**Key words:** *Integrated approach, biofuels, esters, diesel engine.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Още от първата петролна криза през 1973+1974 година на човечеството става ясно, че не може да се разчита само на петрола като източник на горива за транспортния сектор. Макар на биогоривата все още да се гледа като на алтернатива, тяхната употреба се налага от постоянно нарастващите цени на изкопаемите горива и скоростното им изчерпване, както и от глобалните цели за намаляване на емисиите на парникови газове и опазване на околната среда [1, 2].

Биогоривата се получават чрез обработка на биомаса, която от своя страна е възобновяем източник. Те могат да заместят директно изкопаемите горива в транспортния сектор и да се интегрират в системата за снабдяване с горива. Нарастването на търсенето на петрол, най-вече за транспортния сектор, и намаляването на залежите му в световен мащаб водят до формиране на стратегическите цели на Зелената книга на Европейската комисия "Към европейска стратегия за сигурност на енергийните доставки" и Бялата книга "Енергия за бъдещето – възобновяеми енергийни източници". Зелената книга поставя като основна цел до 2020г. 20% от конвенционалните горива в сектор транспорт да бъдат заменени с нови енергийни източници - биогорива, природен газ, водород или други алтернативни горива, получени по екологично чист начин [3, 4].

В днешно време вече не стои въпросът дали биогоривата трябва да се използват в двигателите с вътрешно горене, а какви конструктивни промени да се направят в двигателите, така че при работа с тях да се постигнат възможно най-добри мощностни, икономически и екологични показатели. В тази насока голям опит има натрупан в държави като Япония, Германия, Австрия, Полша и др.

Транспортните биогорива, произведени от зърнени култури и друг органичен материал, предлагат няколко предимства. Те могат да спомогнат за понижаване в световен мащаб на ръста на емисиите от въглероден двуокис (CO<sub>2</sub>) от транспорта, като принос за изпълнението на ангажиментите на Европейския съюз по протокола от Киото [5]. Чрез намаляването на зависимостта на транспорта от нефт, те могат също така да подпомогнат за разнообразяване на видовете горива и подобряване на сигурността на доставките. Освен това, те могат да бъдат алтернативни източници на доходи в селските райони на ЕС.

Биогоривото подобрява качеството на живот. При изгарянето му се отделят по-малко вредни емисии:

- въглероден окис (CO) – 10-30% по-малко;
- въглеводороди (CH) – 30% по-малко;
- сажди (RU) – 40% по-малко;
- дисперсни частици (Partikel) – до 40% по-малко.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

За да може един автомобил да се движи с биогориво, се налага да се направят някои конструктивни промени – по резервоара, горивопроводите, филтрите, горивните помпи и горивните камери. Това се дължи на различния произход на този вид гориво, а оттам и различните му физико-химични свойства; необходимо е да се подобрят нискотемпературните свойства на биогоривата чрез различни добавки; подобряването на стартирането на двигателя при работа с биогорива при ниски температури се постига чрез използване на различни подгреватели. От разгледаните видове топлообменници, най-ефективен е пластинчатият, който осигурява максимално топлопредаване при минимални размери и просто устройство.

Произведените естери е необходимо да бъдат подлагани на тест, който да потвърди качеството на получените горива при работа в дизеловите двигатели.

Биогоривата се произвеждат от различни маслосъдържащи култури:

- маслодайни – слънчоглед, рапица, царевича и др.;

- от биомаса – дървесина и дървесни отпадъци, растителни и хранителни отпадъци и др.;

- животински маслени отпадъци.

Всеки вид биогориво има своите предимства и недостатъци.

Известно е, че смесването на дизеловото гориво на с 5% биодизелово гориво може да се приеме като добавка, не променяща съществено работата на двигателя. С оглед на по-нататъшното използване на смеси с висока концентрация на биогорива, е необходимо да се установи влиянието на по-високото процентно съдържание на биодизеловото гориво върху параметрите на разпръскването и протичането на горивния процес в двигателя, както и върху мощностните и екологически му показатели.

Получените от различните маслодайни култури биогорива (слънчогледово масло – БДГ1, рапично масло – БДГ2; смес от рапично и слънчогледово масло – БДГ3) се различават по своите химико-технологични свойства (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химични свойства на трите вида биогорива

	Индикатор	Резултати			Бележки
		БДГ1	БДГ2	БДГ3	
1	Плътност при 15°C, kg/m <sup>3</sup>	886,1	884,7	883,2	Пробите са работени по методи за анализ, съгласно EN ISO 14214
2	Кинематичен вискозитет при 40°C, mm <sup>2</sup> /s	4,43	4,36	4,16	
3	Пламна температура, °C	180	178	162	
4	Съдържание на кокс, %	0,67	0,53	0,14	
5	Съдържание на вода, %	0,10	0,28	0,09	
6	Цетанов индекс	55	60	59	
7	Гранична температура на филтруемост °C	-7	-9	-12	

Изключително важно условие за използването на естери от различни изходни материали е тяхното минимално отклонение от средните им физико-химични качества. Необходимо е да се прави периодично измерване на техните параметри. Това може да стане при наличието на един общ подход за изследване на основните качества на биогоривата, произвеждани от нашите заводи. Този подход трябва да обхване следните основни етапи:

1. Лабораторна оценка на основните физико-химически параметри на биогоривата.

2. Определяне на параметрите на разпръскване.

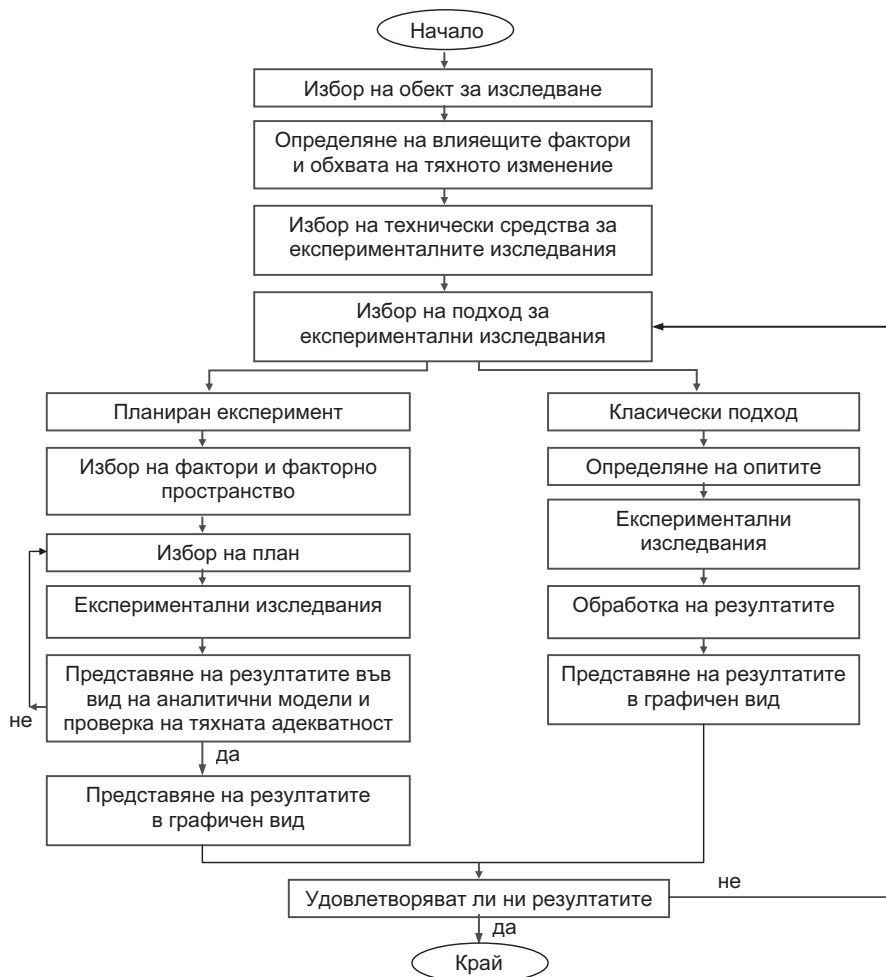
3. Определяне на цетановото число и/или цетановия индекс.

4. Експлоатационни изследвания на работата на дизелов двигател с биогорива.

5. Моторни изследвания за определяне на мощностните показатели на дизелов двигател при работа с биогорива.

6. Моторни изследвания за определяне на екологичните показатели.

От всичко казано дотук се вижда, че особено значение имат правилният избор на апаратурата, както и подходът при провеждане на изследванията.



Фиг. 1. Методология за експериментални изследвания

Основните етапи при определяне на качеството на биогоривата включват следните мероприятия:

**1. Определяне на цетановото число и цетановия индекс на биогорива и техните смеси с дизелово гориво при различни процентни съдържания.**

Основни качествени показатели на дизеловите горива са цетаново число (ЦЧ) (цетанов индекс ЦИ), фракционен състав, вискозитет и плътност, нискотемпературни свойства – температура на помътняване, температура на замръзване, гранична температура на филтруемост, съдържание на серни съединения и ненаситени въглеродороди.

ЦЧ показва способността за възпламеняване на дизеловото гориво. Колкото по-високо е съдържанието на дълги въглеродни вериги в него, толкова по-лесно става самовъзпламеняването. Цетановото число е делът на цетана (в обемни проценти) в сместа от цетан и  $\alpha$ -метилнафталин, при който при дадени тестови параметри се наблюдава закъснение на запалването, аналогично с това на дизеловия еталон. Според стандарта DIN EN 590, цетановото число трябва да бъде най-малко 51 и може да бъде повишавано допълнително с помощта на добавки.

От табл. 2 се вижда, че смесите показват по-високи плътности в сравнение с чистото дизелово гориво, като с увеличение на процентното съдържание на биогоривата, както и с понижаване на температурата, се увеличава и плътността им.

Таблица 2. Плътности, ЦЧ и ЦИ на дизелово гориво и смесите му с различни биогорива и различно процентно съдържание

Плътност, g/cm <sup>3</sup> ;	Вид гориво						
	ДГ	5% БДГ1	15% БДГ1	5% БДГ2	15% БДГ2	5% БДГ3	15% БДГ3
При 15°C	0,844	0,845	0,854	0,843	0,853	0,842	0,852
При 20°C	0,834	0,839	0,844	0,838	0,843	0,838	0,843
Показатели							
ЦЧ	52	53	54	54	55	54	55
ЦИ	50	51	53	52	55	51	54

- анализът на получените резултати за ЦЧ и ЦИ на смеси на биогорива с дизелово гориво показва, че добавянето на естери към конвенционалното гориво води до увеличаване стойностите на тези показатели. С увеличаване на процентното съдържание на биогоривата ЦЧ и ЦИ се повишават с до 3-4 единици;

- влиянието на различните видове биогорива, в зависимост от различния им физико-химичен състав, върху ЦЧ и ЦИ е минимално, но като цяло най-добри показатели има биогоривото, произведено на базата на смес от рапично и слънчогледово масло, а най-добра самовъзпламенителна способност - това, за чието производство е използвано рапично масло.

## 2. Изследване на влиянието на процентното съдържание на биогориво върху качеството на разпръскване

Смесообразуването в дизеловия двигател протича за време, съответстващо на 20+40° завъртане на колянвия вал. При това смесообразуването съвпада с впръскването на гориво в цилиндъра и с развитието на процеса на горене, затова приготвянето на качествена гориво-въздушна смес с равномерно разпределяне на горивото в горивната камера при тези условия е сложна задача.

За получаване на гориво-въздушна смес с нужния състав е необходимо горивото да се разпръсква на капки с такъв размер, при който да се разпределя равномерно в обема на горивната камера и изпарява достатъчно пълно.

Струята на изтичащото под високо налягане от отвора на разпръсквача гориво се нарича горивен факел и се характеризира с дължината  $L$  и ъгъл на конуса на впръскване  $\varphi$ . Вследствие на аеродинамичното съпротивление на въздуха горивният факел има капковидна форма, като ядрото постепенно се разпада в средната и външната зона на все по-ситни капчици. Качеството на смесообразуването се определя от раздробяването на горивото на възможно най-фини капчици и от тяхното най-добро разпределяне в обема на горивната камера. Раздробяването се подобрява с увеличаване на налягането на впръскване.

Едно от основните качества на дизеловото гориво е неговият вискозитет. От вискозитета на горивото зависят качеството на разпръскването, дължината на горивния факел и качеството на дозиране на горивото в дюзата (Табл. 3).

Таблица 3. Плътност и вискозитет, ъгъл на конуса и дължина на факела на дизеловото гориво (ДГ) и смесите му с различни биогорива и различно процентно съдържание

Вид гориво	Плътност при 20 °С, g/cm <sup>3</sup>	Кинематичен вискозитет при 40 °С, mm <sup>2</sup> /s	Ъгъл на конуса на горивния факел $\varphi_{\text{ф}}$ , °		Дължина на горивния факел L, mm	
			Дюза 1	Дюза 2	Дюза 1	Дюза 2
ДГ	0.834	2.50	14.79	15.35	5179	5258
5% БДГ1	0.839	2.78	14.04	15.21	5184	5292
10% БДГ1	0.843	2.83	13.84	14.16	5239	5352
15% БДГ1	0.844	2.89	13.37	13.42	5307	5417
5% БДГ2	0.838	2.80	14.02	14.53	5243	5301
10% БДГ2	0.840	2.88	12.50	14.22	5305	5368
15% БДГ2	0.843	2.93	11.45	14.06	5358	5372
5% БДГ3	0.838	2.78	14.13	15.11	5228	5296
10% БДГ3	0.841	2.86	14.03	15.00	5283	5325
15% БДГ3	0.843	2.90	13.67	12.88	5290	5394

- анализът на теоретичните и опитни изследвания показват, че добавянето на естери в дизеловото гориво води до намаляване ъгъла на конуса на факела и увеличаване на далекобойността на струята и се влошава качеството на разпръскване, а следователно и горивния процес; с увеличаване на процентното съдържание на биогоривото се увеличават вискозитетът и плътността, което и влошава качеството на разпръскване; при ниско процентно съдържание на биогориво (до 15%), стойностите са много близки до тези на чистото дизелово гориво.

### 3. Изследване на разхода на гориво при различни селскостопански операции и различно процентно съдържание на биодизелово гориво

За експлоатационното изследване на разхода на гориво е избран трактор МТЗ 80 с двигател Д-243. Според техническата характеристика на трактора и целта на задачата, са избрани и машините за обработване на почвата - култиватор и плуг. Транспортът е извършен с натоварване на навесната система. Измерването на разхода на гориво е направено по обменен метод - чрез съд с милиметрова скала

Опитните изследвания са направени на сравнително равен терен, при суха и плътна почва. В табл.4 са показани резултатите за разхода на гориво на декар за различните видове земеделска работа.

Таблица 4. Разход на гориво при различни земеделски дейности

Вид гориво	Процентно съдържание		
	Б5	Б10	Б15
Опитни резултати от изпитването на двигателя при култивиране			
ДГ	1602	1602	1602
БДГ1	1754	1950	2120
БДГ2	1782	1985	2146
БДГ3	1760	1962	2132
Опитни резултати от изпитването на двигателя при транспорт			
ДГ	2169	2169	2169
БДГ1	2210	2235	2262
БДГ2	2236	2254	2284
БДГ3	2225	2244	2770
Опитни резултати от изпитването на двигателя при оран			
ДГ	2460	2460	2460
БДГ1	2510	2560	2595
БДГ2	2575	2598	2612
БДГ3	2542	2572	2600

С увеличаване на процентното съдържание на биогоривото разходът се увеличава; разходът на гориво зависи и от произхода на естера (рапица, слънчоглед или смес), който от своя страна оказва влияние върху експлоатационните показатели на биодизеловото гориво; това са резултати, получени за двигател, при който горивната уредба и фазите на газоразпределение са настроени за работа с конвенционално дизелово гориво. За да се получи оптимална работа с различните видове биогорива, трябва да се направят съответните настройки.

#### **4. Лабораторно изследване на работата на двигател с различни видове биогорива и техни смеси с дизелово гориво и определяне на влиянието им показателите на двигателя**

Най-пълно и точно зависимостите на параметрите на двигателя се получават чрез използване на подходящи стендове и апаратура. Опитите са проведени в лабораториите на кат. ДТТ при РУ „Ангел Кънчев“. Като обект на изследване е използван двигател XUD11ATER8A (Пежо 605) с вихрокамерно смесобразуване. Получените резултати са обект на други публикации.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Получените резултати за ЦЧ и ЦИ на смеси на биогорива с дизелово гориво показват, че добавянето на естери към конвенционалното гориво води до увеличаване стойностите на тези показатели. С увеличаване на процентното съдържание на биогоривата ЦЧ и ЦИ се повишават с до 3÷4 единици..

2. С увеличаване на процентното съдържание на биодизеловото гориво в сместа се увеличават кинематичният вискозитет и плътността което се отразява благоприятно на ресурса на горивонагнетателната помпа.

3.Получените резултати от направените експлоатационни изпитвания при някои селскостопански дейности и транспорт показват, че с увеличаване на процентното съдържание на естерите в смесите с дизелово гориво разходът се увеличава.

4. Добавянето на естери в дизеловото гориво води до увеличаване на ефективния специфичен разход на гориво на двигателя с до 9-12% поради по-ниската топлина на изгаряне на биодизеловите горива.

5. Добавянето на естери в дизеловото гориво води до намаляване количеството на токсичните компоненти. Димността при най-големите процентни съдържания намалява с до 17%, а количеството на въглеродния окис – с до 18%.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Димитров А. Й., Алтернативни горива за ДВГ решения и проблеми, НТС по машиностроене, машини, технологии, материали, бр.1 2007г., ISSN 1312-0859, стр.54-62.

[2] Маринов Е., А. Трендафилов. Възможности за подобряване условията на изгаряне на биогорива в дизелови двигатели. МOТAУTО' 2006, Варна, стр. 17-18

[3] Тончева М., Екогорива и хибридни автомобили, 2005, С., Ековат технологии.

[4] [www.mee.government.bg/geoterm/docs/biofuel.pdf](http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/biofuel.pdf). Георгиева Вл., Биогорива – алтернативното гориво или гориво на бъдещето в Обединена Европа.

[5] Кмиецик М. Възможности за възобновяеми енергийни източници на пазара за въглерод. Международен форум за биенергия. София, 2007, стр. 81-82

#### **За контакти:**

Доц. д-р Атанас Илиев, Катедра “Двигатели и Транспортна Техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 272, e-mail: ailiev@uni-ruse.bg

**Докладът е рецензиран.**