

ETHANOL AS AN ALTERNATIVE FUEL IN A DIRECT INJECTION ENGINES⁷

Slavena Atanasova, PhD Student

Department of Engines and Vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 883 565 006
E-mail: satanasova@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Simeon Iliev, PhD

Department of Engines and Vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 331
E-mail: spi@uni-ruse.bg

Assos. Prof. Kiril Hadzhiev, PhD

Department of Engines and Vehicle,
“Angel Kanchev” University of Ruse
E-mail: khadjiev@uni-ruse.bg

Abstract: *In the energy industry, the need for change is no longer disputed. In addition to the danger of total dependence on foreign fuels at a time when both global politics and gas prices are fiercer than ever, the environmental impact of burning millions of fossil fuels faster than "greenhouse gases" can be said is starting to worry more and more humanity. The search and development of synthetic and natural alternative fuels worldwide has become increasingly large-scale in recent years. Ethanol is currently the most widely used liquid biofuel.*

Keywords: *Ethanol, Alternative fuel, Biofuel.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Алкохолите могат да се използват както самостоятелно, така и смесени с традиционни горива бензини за захранване на двигатели с външно смесообразуване и принудително възпламеняване (например бензинови двигатели с вътрешно горене). Те имат високо октаново число, което варира между 100 и 115, което е полезно, особено когато се комбинират с бензини с ниско октаново число. Другото предимство на алкохолите е, че при изгарянето им не се образуват сажди в отработилите газове на двигателя. В практиката, алкохолите, особено етанолът и биоетанолът (които не са токсични), са предпочитани в САЩ, Бразилия и Аржентина. В Европа, обаче, се използват по-често биодизеловите горива, което е свързано с конкретните условия за експлоатация на автомобилите в региона (Iliev, S., 2018).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Физико-химични свойства на етанола

Етанолът е безцветна и подвижна течност с характерна миризма и леко парлив вкус. Той има относителна плътност от $789,4 \text{ kg/m}^3$, точка на кипене $78,39^\circ\text{C}$ и точка на замръзване $-114,15^\circ\text{C}$. По-високата температура на кипене се дължи на водородните връзки, които са по-силни от обикновените междумолекулни сили на привличане. Основни физико-химични свойства на етанола са представени в Таблица 1. Той е напълно разтворим във вода, като при смесването се отделя топлина и обемът на разтвора намалява. Етанолът е ефективен разтворител за различни органични и неорганични вещества. Спиртните разтвори на

⁷ Докладът е представен на 25 октомври 2024 с оригинално заглавие на български език: ЕТАНОЛЪТ КАТО АЛТЕРНАТИВНО ГОРИВО В ДВИГАТЕЛИТЕ С ДИРЕКТНО ВПРЪСКВАНЕ

лекарства се наричат тинктури, разтворите на етерични масла – есенции, а на смолите – лакове.

Таблица 1. Физико-химични свойства на етанола

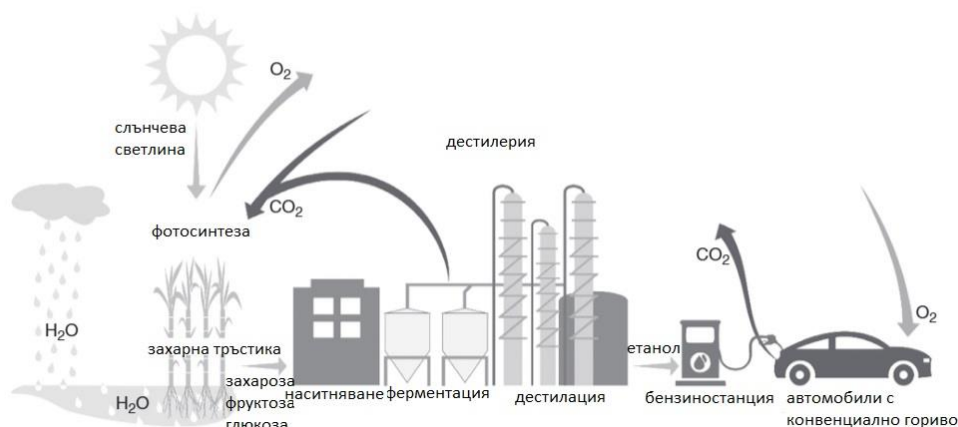
Свойства на етанола	Стойност при 20°C	Мерна единица
Плътност, ρ	789,4	Kg/m^3
Температурен коефициент, $d\rho/dT$	-0,84	$\text{kgm}^{-3} \text{K}^{-1}$
Повърхностно напрежение, σ	22,75	Nm^{-1}
Температурен коефициент, $d\rho/dT$	-0,09	$10^{-3}\text{Nm}^{-1}\text{K}^{-1}$
Специфична топлина, c_p	2414	$\text{Jkg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Топлопроводимост, λ	0,166	$\text{Jm}^{-1}\text{sec}^{-1}\text{K}^{-1}$
Термична дифузия, χ	8,7	$10^{-8}\text{m}^2\text{sec}^{-1}$
Динамичен вискозитет, η	1,2	$10^{-3}\text{kgm}^{-1}\text{sec}^{-1}$
Кинематичен вискозитет, ν	1,52	$10^{-6}\text{m}^2\text{sec}^{-1}$
Парно налягане	5700	Nm^{-1}
Число на Прантъл, Pr	17	
Повърхностно напрежение $S = d\rho\sigma/\mu^2$ при дебелина на слоя $d = 1\text{mm}$	$5,73 \cdot 10^3$	

В природата се среща само като продукт на ферментационни процеси под действието на дрожди. За получаването на абсолютен алкохол (100%) се прилага ацетропна дестилация. Реагира с киселини, при което се образуват естери. Може да се дехидратира.

Етанолът може да се използва като гориво за двигатели с вътрешно горене. В Бразилия и Аржентина се използва широко чист етанол (E100), но за да се използва ефективно, двигателят трябва да бъде модифициран. Освен това, етанолът може да се добавя към обикновено гориво в стандартен двигател. (Pal, A., 2014)

Производство на етанол

Чрез фотосинтеза захарната тръстика усвоява въглероден диоксид (CO_2), вода (H_2O) и светлинна енергия, за да синтезира захари и полизахариди, като в същото време освобождава кислород (O_2) в атмосферата. След като растението бъде прибрано и смачкано, захарите преминават през ферментационен процес, осъществяван от дрожди, който ги преобразува в етанол. Този етанол се извлича чрез дестилация и се използва като биогориво в автомобилите. На фиг.1 е показан процеса при изгарянето на етанол който се връща в атмосферата, създавайки затворен цикъл на въглерод .



Фиг. 1 Производство на етанол

При преобразуването на захарите в етанол, дрождите използват само 7% от енергията на захарите, докато 93% от енергията се запазва в етанола. Етанолът се отделя лесно от водата чрез дестилация, тъй като има по-ниска точка на кипене в сравнение с водата. Тези фактори правят бразилските дестилерии успешен пример за възобновяема и екологична биогоривна индустрия, (Amorim, H., 1999).

Основни стъпки за получаване на етанола:

- Ферментация

За получаването на етанолът се използва микробна ферментация на захарни съединения. Процесът се извършва основно със захари, но нишестето и целулозата са главни съставки на растителните клетки, които също се преобразуват в захари и се използват за ферментация. За момента икономически изгодни са захарните култури като захарна тръстика и нишестето от царевича. Въпреки това, активно се изследват методи за производство на етанол от целулоза, при които целулозната част на растителните материали се разгражда до захари, които впоследствие се ферментират до етанол.

- Дестилация

Етанолът за да бъде използван като гориво, е нужно да се премахнат твърдите вещества на концентрирана маса от дрожди от вида *Saccharomyces cerevisiae* и по-голямата част от водата. След ферментацията кашата се нагрява и етанолът се извлича чрез дестилация, което води до чистота от около 95–96%. Тази смес е известна като хидратен етанол който може да се използва като гориво, но не може да се смесва във всякакви пропорции с дизелово гориво. Затова, за да се използва в двигатели със самовъзпламеняване, водната част трябва да бъде премахвана чрез допълнителна обработка.

- Дехидратация

За да се премахне водата от сместа етанол/вода, се използват три основни метода на дехидратация. Един от тях е азеотропната дестилация, която е често прилагана в заводите за производство на етанол. Този процес включва добавяне на бензен или циклохексан към сместа. Когато тези вещества се добавят, те образуват специална смес, наречена хетерогенен азеотроп, която при дестилация отделя безводен етанол на дъното, а парната фаза съдържа смесица от вода, етанол и добавените вещества. (Mitev E., D. Obretenov, 2020)

Етанола като алтернативно гориво при бензинов двигател

Сред възможните алтернативни горива, етанолът е най-обещаващото в краткосрочен план. В Индия предпочитанието към етанола се дължи на няколко фактора. Първо, етанолът може да бъде произведен от целулозна биомаса, като дървета и треви, или от различни

селскостопански продукти. Това го прави техника с нулеви емисии, тъй като производственият процес абсорбира значителни количества CO₂.

Второ, етанолът (CH₃CH₂OH) се състои от група химични съединения, чиито молекули съдържат ахидроксилна група, OH, свързана с въглероден атом; Така че, съдържанието на кислород в това гориво благоприятства понататъшното изгаряне на бензин. И най-важното е, че те са домашно отгледани; Следователно те не само намаляват тежестта на уреждането на чуждестранната валута, но и създават огромна възможност за създаване на заетост в селските райони.

Етанолът не само че е възобновяемо гориво, произведено от биомаса, но притежава и редица допълнителни свойства, които подобряват производителността на двигателите. Той има по-високо октаново число, което помага за предотвратяване на детонацията и подобрява ефективността на горенето. Високото съдържание на кислород в етанола също допринася за по-добро изгаряне на горивото. Освен това, етанолът има по-висока латентна топлина на , което означава, че може да извлече повече мощност от двигателя. Това е вярно както за двигатели, които са модифицирани да работят с етанол, така и за тези, които не са променени специално.

Етанолът и бензинът имат различни свойства, които са обобщени в таблица 2. Етанолът има по-широк диапазон на запалваемост (3.5-26 обемни %) в сравнение с бензина (1.4-7.6 обемни %), което го прави по-гъвкав за различни условия на работа. Широкият диапазон на възпламеняемост на етанола позволява използването на по-богата смес от гориво и въздух, което може да увеличи мощността на двигателя. От друга страна, той също така осигурява по-широк обхват на работа при бедни смеси, което е полезно за двигатели с бедна горивна смес. Бензинът е съставен от множество въглеводороди с точки на кипене от 30°C до около 200°C, докато етанолът има точка на кипене от 78°C. Алкохолите, включително етанолът, нямат леките фракции, които са важни за лесно стартиране на двигателите в студено време. Етанолът има по-ниска температура на изпаряване, когато се добавя към бензина това намалява температурата на изпаряване на горивна смес, което води до увеличаване на изпарените фракции. (Iliev, S., 2021)

Таблица 2. Свойства на етанол и бензин

Свойства	Етанол	Бензин
Химична формула	C ₂ H ₅ OH	mC _n H _{2n}
Температура на кипене, °C при 1 bar	78	30-225
Долна калоричност (LHV), MJ/kg гориво	26.8	44.5
Октаново число (изследователски метод)	111	90-98
Октаново число (моторен метод)	94	82
Стехиометрично съотношение въздух/гориво, маса	8.94	15.04
Граници на запалимост във въздуха, обем %	3.5-26	1.4-7.6
Адиабатна температура на пламъка, [K]	2197	2266
Температура на samozапалване, [K]	792	753
Молекулна маса	46	112
Скорост на възпламеняване на пламъка 15.5 °C	0.794	0.71-.75
Латентна топлина на изпаряване, kcal/kg	204	70-100
Скорост на възпламеняване на пламъка, cm/sec	48	43
Налягане на парите при 58 °C, bar	0.21	0.8

Най-висока концентрация на изгорени горивни пари се наблюдава при концентрации от около 5-10% етанол и е около 6.5% по-висок от това на чистия бензин. Използването на горивни смеси от бензин с по-високо процентно съдържание на етанол е възпрепятствано от няколко проблема, свързани с характеристиките на етанола. Етанолът има висока точка на кипене (78°C), което затруднява изпаряването му при нормални или студени условия. Това е

основен проблем, особено при ниски температури, когато етанолът не се изпарява ефективно.

Под тези условия, увеличеното образуване на пари в резервоара и в горивопроводите може да доведе до проблеми при стартирането на двигателя при високи температури (горещо стартиране) и до явлението на замръзване на парите, при което горивото не може да достигне до горивната камера ефективно. Тези проблеми са важни за производителите и потребителите на автомобилни горива, когато се използват високи концентрации на етанол.

Етанолът съдържа оцетна киселина, което може да доведе до корозия на алуминиевите компоненти. Освен това, той абсорбира оловото в сплавите, което води до образуването на пукнатини по повърхността на детайлите. Етанолът може химически да атакува някои от смолите, използвани за производството на резервоари от стъклопласт, причинявайки тяхното разтваряне. Това води до течове, образуване на отлагания върху клапаните на двигателя и деформация на управляващите пръчки, буталата и клапаните. Когато етанолът се абсорбира от каучуковите компоненти, кислородът в алкохолните горива разрушава двойните въглерод-въглеродни връзки в каучука, което води до чупливост и подуване на каучуковите компоненти. Проблемът е свързан основно с горивопроводите и гумените уплътнители, включително тези в карбураторната камера. Допълнителен проблем с каучуковите компоненти в горивните системи е свързаността на въглеродородите им към тези на горивото.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Етанолът допринася за увеличаване на мощността и топлинната ефективност на горивните смеси с бензин, благодарение на съдържанието на кислород в етанола. Освен това, по-високата латентна топлина на изпаряване и по-високата скорост на горене също играят важна роля за по-ефективно представяне на двигателя.

Горивните смеси от етанол и бензин водят до намаляване на емисиите на въглероден окис (CO), въглеродороди (HC) и оксиди на азотни оксиди (NOx), благодарение на по-пълното горене на горивната смес. Също така, по-високото налягане и по-високата температура на отработените газове са, отличителен белег за представянето на горивните смеси със съдържание на етанол.

Основният недостатък на етанола е неговата по-ниската калоричност, което води до намаляване на мощностите и икономически фактори в сравнение с други горива.

Поради по-високата точка на кипене и по-широкият диапазон на възпламеняемост на етанола, са разработени специални технологии за „ студен старт“, които са ключови при използването на горивни смеси на етанол.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с No 2024-РУ-02 "Разработване и изследване на системи за оптимизиране на разхода на енергия на електромобил от клас прототипи"

REFERENCES

1. Mitev E., D. Obretenov, (2020). *The ethanol as an additive to diesel fuel*, Proceedings of university of ruse , volume 59, book 4.1.
2. Iliev, S. (2018). *Comparison of Ethanol and Methanol Blending with Gasoline Using Engine Simulation*, *Biofuels - Challenges and opportunities*. Mansour Al Qubeissi, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.81776.
3. Henrique V de Amorim, (December 1999) *Ethanol production* ,Industrial Biotechnology 3:16-17, U.A. Lima, L.C.Basso.
4. Iliev, S., (2021). *A Comparison of Ethanol, Methanol, and Butanol Blending with Gasoline and Its Effect on Engine Performance and Emissions Using Engine Simulation*.
5. Pal A., (March 2014). *Blending of Ethanol in Gasoline: Impact on SI Engine Performance and Emissions*.