
ETHANOL APPLICATIONS IN DIESEL ENGINES¹⁵

Ivailo Ivanov – PhD Student

Department of Engines and Transport Equipment.,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 88 824 6425
E-mail: iventsislavov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Simeon Iliev, PhD

Department of Engines and Transport Equipment.,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 086-821 521
E-mail: spi@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Kiril Hadjiev, PhD

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

Abstract: Gasoline and diesel as fossil fuels are widely used in industry and agricultural field, and have different performance, combustion and vibration characteristics in the internal-combustion engines. The search and development of synthetic and natural alternative fuels worldwide has become increasingly large-scale in recent years. Ethanol is an attractive alternative fuel because it is a renewable bio-based resource. It has lower carbon content than diesel fuel. ethanol is providing remarkable potential to reduce particulate emissions in combustion engines. The largest share is occupied by alcohols and, in particular, ethanol. Ethanol is currently the most widely used liquid biofuel. Added biofuels to fossil fuels effect on the mentioned characteristics. Ethanol is considered as a renewable fuel in different countries, which is produced from plant, sugary and starchy biomass. Ethanol as an important additive to gasoline and diesel fuel can improve the engine performance and reduce emissions. Ethanol is currently the most widely used liquid biofuel. Further work is required in specifying acceptable fuel characteristics, confirming the long-term effects on engine durability, and ensuring safety in handling and storing ethanol–diesel blends. Performance of the tested engine decreased substantially while improvement on smoke and gaseous emissions makes ethanol blend favourable.

Keywords: BioFuel , Ethanol, Diesel engines , Ethanol-diesel blends, Alternative fuels.

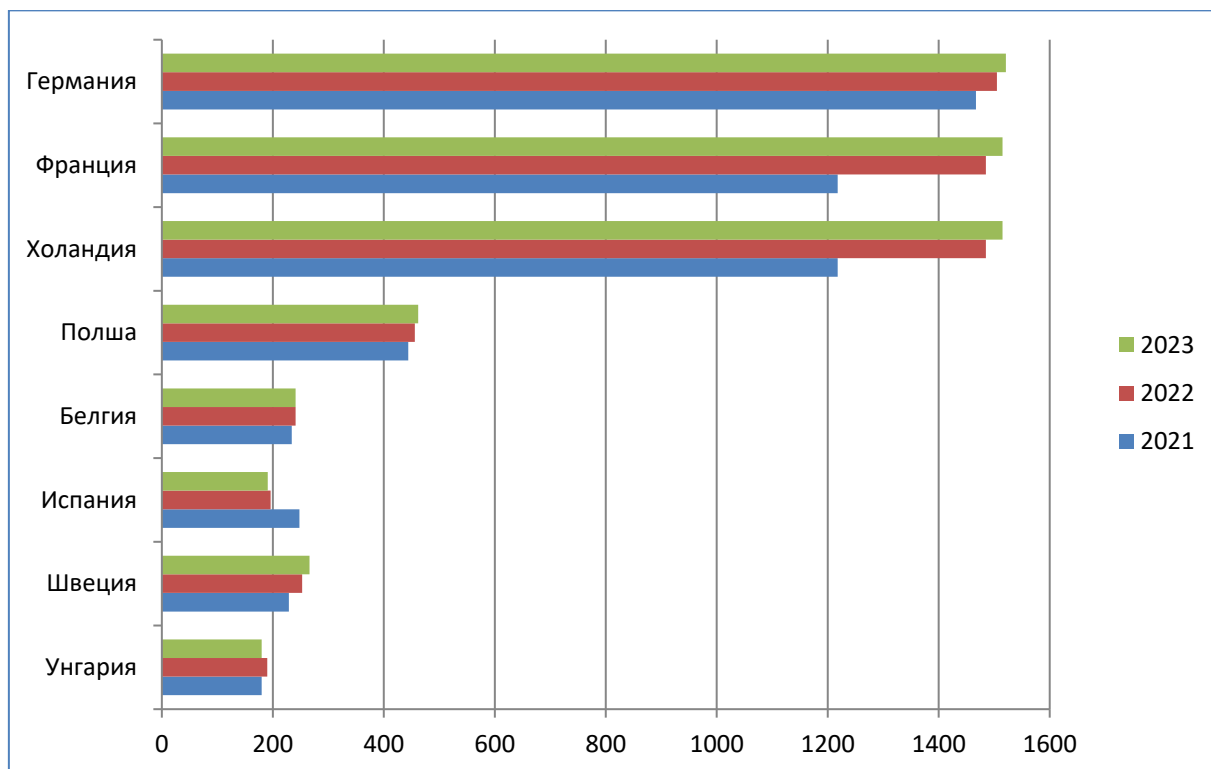
Въведение

В последните години светът е изправен пред два значителни проблема - изчерпването на изкопаемите горива и влошаването на екологичните проблеми - които непрекъснато се изострят поради увеличаване на глобалното енергийно потребление (Iliev S., 2021). Автомобилните производители са ограничени от все по силни и големи регулации на европейско равнище спрямо саждите и твърдите частици при автомобилостроенето. Като заместител на петрола, могат да се използват възобновяемите горива, които получават все по-голямо внимание поради редица екологични, икономически и обществени ползи (Iliev, S. & Mitev, E., 2019).

Цената на петрола продължава да расте и пазарите стават все по трудни за предсказване, въпреки това, анализатори не прогнозират спад в цената на петрола. Нещо повече, очакванията са производството на нефт да достигне скоро своя пик и да се окаже, че търсенето вече не може да бъде задоволено. Това е основната причина да се търсят

¹⁵Докладът е представен научна сесия на 27 октомври 2023 г. с оригинално заглавие на български език: ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЕТАНОЛА В ДИЗЕЛОВИТЕ ДВИГАТЕЛИ

заместители на петрола, главно като гориво за автомобилите. Често се говори за огромните перспективи на водородното гориво, но в същото време се оказва, че едно друго гориво е доста по-напред в приложението си, особено в Южна и в Северна Америка. Става въпрос за етанола, биогоривото, което може да се смесва с бензин и дизел и да се получава екологично гориво. Само допреди 3-4 години етанолът, като добавка към горивото за автомобили, бе разпространен само в десетина страни по света. Сега обаче изглежда, че неговото разпространение ще има много по-широко разпротранение по света. Досега най-много етанол като гориво се използва в Бразилия и САЩ. В скоро време можем да очакваме етанолът да навлезе агресивно и в Европа, Китай, Индия, Япония.



Фиг.1 Потребление на етанол в европейския съюз. Разход в милиони литри за години

Етанолът проявява определени предимства пред класическите горива. При неговото изгаряне се постига по-пълно окисление, а отработените газове са значително по-малко в сравнение с тези, генерирани при изгарянето на класически горива. Това допринася за решаване на проблемите, свързани с вредните емисии в околната среда. От особено значение е фактът, че енергийният изход, получен при изгарянето на определено количество етанол, надминава енергията, необходима за производството му. Така се открива възможност за подобряване на общия енергиен баланс на планетата.

Изложение

Сместа от етанол и дизелово гориво има много съществен ефект върху горенето. Свойствата на етанола, като например ниското му цетаново число, по-ниската топлинна стойност, високата латентна топлина на изпарение и ниският вискозитет, влияят върху генерирането на замърсители от отработените газове. В статията е направено сравнение на характеристиките на етанол и дизелово гориво.

При смесването етанол и дизелово гориво, предотвратяването на разделянето на фазите е изключително важно. Фазовото разделяне на дизелово-етанолова смес не се получава, когато температурата на околния въздух е над 10 °C. Разделението започва когато температурата падне под този температурен диапазон. Показано е как се променят и

характеристиките на вредни емисии , като за целта е направено сравнение на чисто дизелово гориво и към него се добавя съответно 3% , 5% , 10% етанол.

Таб.1- Сравнение между параметрите на дизел и етанол

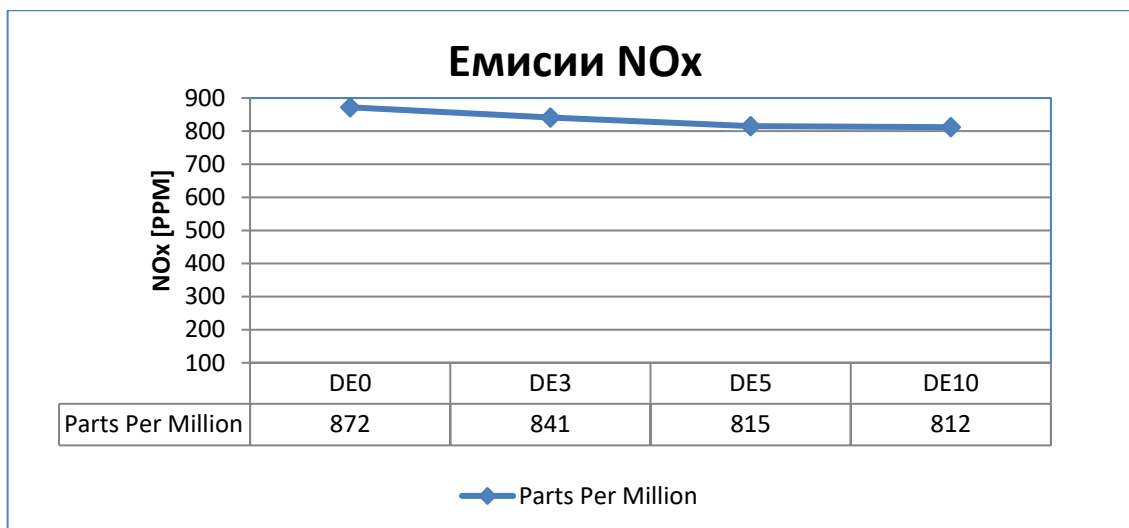
Параметри	Мерна единица	Дизел	Етанол
Плътност при 20 °C	kg/m ³	0,829	0,789
Вискозитет при 40 °C	mm ² /s	2,719	1,10
Точка на кипене °C	(°C)	180-360	78.4
Съдържание на водород	wt. %	13.0	13.1
Съдържание на въглерод	wt. %	85.7	52.2
Цетаново число	-	45-50	5-8
Цвят	-	Златисто кафяво	безцветен

- DE_0 - 100% Diesel + 0% Ethanol, Pure petroleum diesel
- DE_3 - 97% Diesel + 3% Ethanol
- DE_5 - 95% Diesel + 5% Ethanol
- DE_10 - 90% Diesel + 10% Ethanol

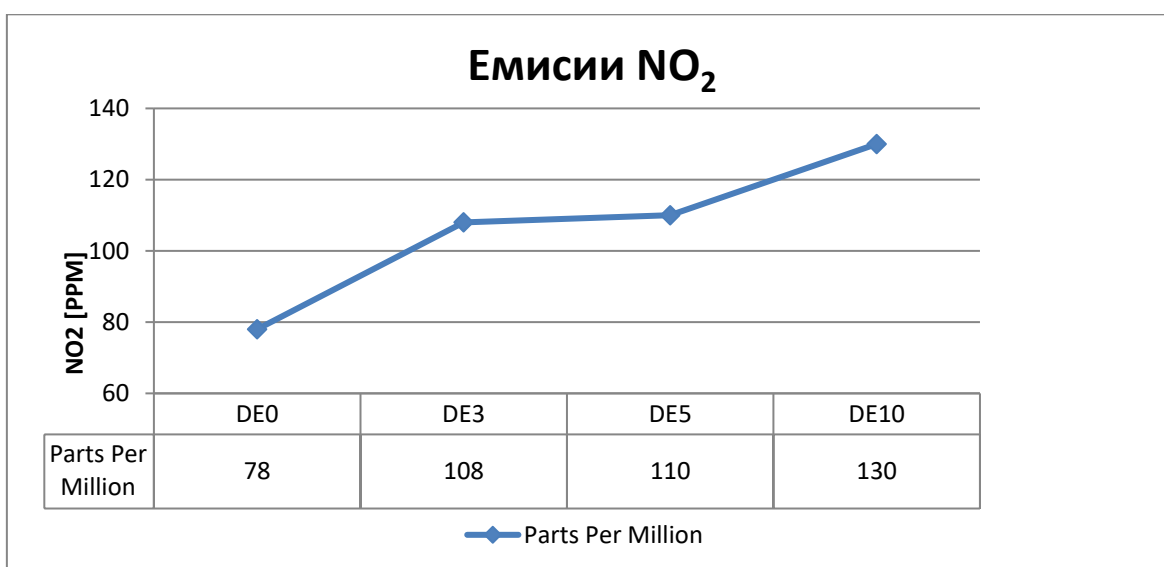
Тъй като концентрацията на етанол в сместта се увеличава, емисиите на NO_x са склонни да намаляват. Намаляването на NO_x се дължи на ниската стойност на долната калоричност (LHV) и високата латентна топлина на изпарение на етанола. Тези свойства намаляват температурата на горене. Друга причина за намаляването на NO_x е, че при впръскване на етанол в цилиндъра намалява температурата на сместта в цилиндъра. Друга причина за образуването на NO_x е високата температура на горене, което води до образуване на топлинен NO_x. Повече NO_x се образува при бързото повишаване на температурата на горене, което е свързано с увеличаването на периода на задържане на възпламеняването, породено от ниското цетаново число на етанола.

Друг фактор който мож да се отбележи е, че NO_x включва както NO, така и NO₂. NO₂ реагира с летливи органични съединения в атмосферата за да генерира визуален смог, известен като фин прах. Така наречените финни прахови частици които са показани на **фиг. 3**. NO_x намалява, но NO₂ се увеличава с увеличаването на етанол в сместа. Това се дължи на увеличаването на отделянето на NO₂ поради добавката на етанол. Димността намалява при добавяне на етанол в сместта, както е показано на фигура 3. Нивата на дим са намалени от 5,3 % за DE_0 до 3% за DE_10 при добавяне на етанол. Това се дължи на ефекта на кислорода от смесването на етанол което води до по-пълно изгаряне.

Емисиите на въглеродорода, разгледани на **фиг.4**, първоначално намаляват, когато 3% етанол се добави към чисто дизелово гориво. След това се увеличават с повишаването на съотношението на смесване с етанол. Въглеродорода при DE_0 беше 34 ppm, и тези нива намалени с 50% до 17 ppm за DE_3, с 44% до 19 ppm за DE_5 и с 15% до 29 ppm за DE_10. Когато добавим етанол към дизеловото гориво, това намалява количеството вредни въглеродородни емисии. Когато двигателят работи на празен ход или с ниска скорост и налягане на горивната система, смесването на етанол с дизелово гориво помага да се намали количество богати горивни смеси и подобри разпръскването на горивото. Този процес също така води до по-ниски вредни емисии.

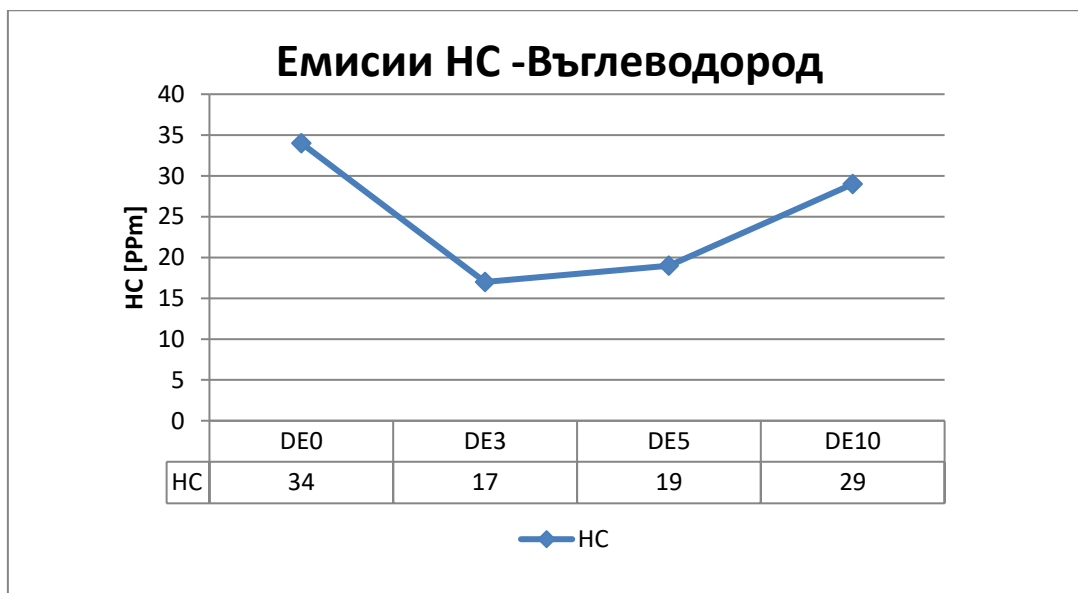


Фиг.2 Изменение на емисиите на азотен оксид NO_x с добавен етанол



Фиг.3 Емисии азотен диоксид NO₂

Също така, според в доклада на (Sayin, 2010) добавянето на алкохол увеличава скоростта на разпространение на пламъка, което намалява температурата на горене, но насърчава окисляването на въглеродорода. В това изследване забелязваме, че нивото на въглеродорода се увеличава при по-голямото добавяне на етанол към горивото. Този ефект се дължи на частичната свръхобогатеност, която възниква от смесването с етанол, и на охлаждането, причинено от високата латентна топлина на изпарението на етанола.



Фиг. 4 – Емисии на въглеродород с етанол

ИЗВОДИ

В зависимост от прилаганите смеси от етанол и дизелово гориво в дизелов двигател, работещ при ниска честота на въртене на празен ход, за изследване на характеристиките на горене, емисиите от отработените газове и морфологията на саждите, може да се извлекат следните заключения:

- Чрез увеличаване на съотношението на етаноловата в горивната смес максималното налягане в цилиндъра намалява а се увеличава максималното топлоотделяне.

Това води до забавяне на процеса на запалване и намаляване на продължителността на горене.

- При добавянето на етанол и увеличаването на съотношението на горивната смес, емисиите на NO_x и непрозрачността на саждите се намаляват.

- Съотношението на емисиите на NO₂ към NO_x също се увеличава с повече етанол.

REFERENCES

Huang, J. (2009) Experimental investigation on the performance and emissions of a diesel engine fuelled with ethanol–diesel blends. ; Wang, Y.; Li, S.; Roskilly, A.P.; Yu, H.; Li, H.J.A.T.E. Appl. Therm. Eng, 29, 2484–2490.

Sayin, (2010) Engine performance and exhaust gas emissions of methanol and ethanol–diesel blends. Fuel, 89, 3410–3415

Hadjiev, K., Iliev, A., (2020), Physicochemical properties of alcohols, as alternative fuels for SI internal combustion engines, PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE -2020, volume 59, book 4.1: 70-74

Iliev S. (2021) A Comparison of Ethanol, Methanol, and Butanol Blending with Gasoline and Its Effect on Engine Performance and Emissions Using Engine Simulation. Processes.; 9(8):1322.

Ho Young Kim, (2020) ,Effects of Ethanol–Diesel on the Combustion and Emissions from a Diesel Engine at a Low Idle Speed Ho Young Kim, Jun Cong Ge and Nag Jung Choi.

Nahid Imtiaz Masuk (2021) Performance and Emission Characteristic Analysis of a Gasoline Engine Utilizing Different Types of Alternative Fuels: A Comprehensive Review -Energy & Fuels 2021 35 (6), 4644-4669.

Iliev, S (2023). An Experimental Comparison of Emissions of a Common-Rail Diesel Engine Fueled with Ethanol and Butanol Additives AIP Conference Proceedings, Transport, Ecology - Sustainable Development, 2868, 1, 020018-1–020018-6, doi: 10.1063/5.0165370

Bang-Quan He (2003) The effect of ethanol blended diesel fuels on emissions from a diesel engine, Atmospheric Environment 37 (2003) 4965–4971