

УДК 547.262:621.431.7:629.11

ЕТИЛОВИЙ СПИРТ ЯК ЕКОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Гомонай В.І., Богоста А.С., *Лобко В.Ю., Тацькар А.Р.

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
88000, м.Ужгород, вул. Підгірна 46*

**Закарпатський обласний центр з гідрометеорології МНС України,
88018, м. Ужгород, Славянська Набережна, 5*

Ідея використання етанолу в якості палива або добавки до палива відома давно: ще в 1914 році в Росії довели, що перехід від бензину до спирту можливий, а в 1934 р. в Європі вже виробили понад 2650 тисяч м³ спирт-бензинових сумішей. Як відомо з історії, перший автомобіль, здатний їздити на етанолі спроектував у 1920 році Генрі Форд (модель Т-Форд) [1]. Проте, пізніше інтерес до таких сумішей згас. Частково тому, що спирт ректифікат містить приблизно 6% води, яка в бензині не розчиняється, а веде до розшарування складових рідин, при низьких

температурах замерзає, утворюючи крижані «пробки» в трубопроводах і каналах карбюратора. Отримання безводного (абсолютного) спирту в ті часи було дуже дорогим. Однак наприкінці 1970-х - початку 1980-х років зріс інтерес до спирт-бензинових сумішей в зв'язку з різким погіршенням екологічної ситуації і нафтовою кризою і як наслідок, з 1980 року почалося масове виробництво зневодненого спирту та його використання в США, Канаді, Швеції, Франції і Колумбії.

З початку цього століття ціна на нафту

стала кожним роком невинно зростати з

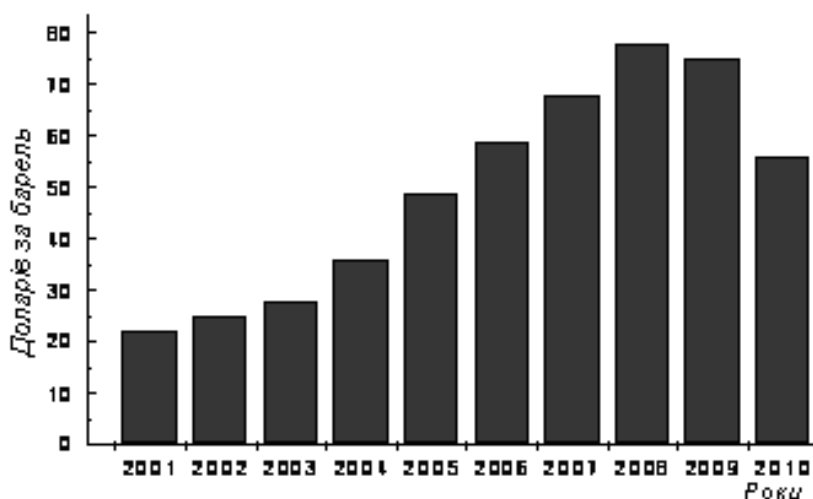


Рис.1. Динаміка зростання цін на нафту.

(рис.1) [2]. Поява альтернативних видів відновлювального палива (біопаливо, спирт-бензинові суміші) та збільшення промислового виробництва електромобілів з початку 2010 року дещо зменшило ціну на нафту.

Типове паливо, що складається з бензину і спирту, яке не потребує переробки деяких вузлів двигуна - газохол Е10. Бразилія та США є доміантними індустріальними країнами у виробництві таких біопалив. Їх сумарна доля на світовому ринку виробництва етанолу – 87%. Бразилія на сьогодні займає друге місце по виробництву етанолу (30 мільярдів літрів) хоча за масштабами експорту їй належить перше місце [3]. У кожній країні є власні законодавчі акти та економічні можливості, що регулюють виробництво та реалізацію біоетанольного палива. Наприклад, в Росії з 1 липня 2004 Держстандарт затвердив «етанольне моторне паливо для автомобільних двигунів з примусовим запалюванням». Цим документом узаконені "бензаноли" - моторні палива, що містять, крім бензину, етиловий спирт в кількості 5-10%. Це аналоги американського «газохолу», у складі якого від 5,59 до 10% етанолу. За останні роки об'єми світового виробництва

етанолу невпинно зростають (рис.2) і це зростання пов'язане з його використанням як палива у двигунах внутрішнього згорання.

У Бразилії етанол отримують з цукрової тростини, в США - переважно з кукурудзи. Займаються його виробництвом Іспанія, Швеція, а в Англії передбачається знизити податки на «спиртоване» паливо, щоб зробити його конкурентоспроможним по відношенню до традиційних бензинів.

По технології так званого зріджування твердого палива (вугілля) у деяких країнах дешевше виготовляти синтетичне пальне. Найближчими заміниками бензинів та дизельних палив вважають низькомолекулярні спирти: метанол, етанол, більш віддаленим – водень [4-9]. Ці палива можна використовувати як добавки до нафтових палив, а також як самостійні палива. Як паливо чи добавку можна використовувати ізоспирти, ефіри та деякі інші сполуки, але вони дорожчі в добуванні. Енергетично спирт менш калорійний ніж бензин, проте цей недолік можна ігнорувати в силу економічності та екологічності його використання. Порівняльна характеристика питомої енергії, в залежності від типу палива, приведена в таблиці 1[10].

Таблиця 1

Енергія різних видів палива

Паливо	Енергія, МДж/л
Е100 (100% C ₂ H ₅ OH)	23.5
Е80 (80% C ₂ H ₅ OH)	25.2
Е10 (10% C ₂ H ₅ OH)	33.7
Бензин (А95)	34.8
Гас	33.5
Дизельне	38.6
Пропан бутан	26.8

Метанол можна одержувати з вугілля, природного газу, вапняку, побутових відходів (міські звалища), відходів лісового господарства та іншої сировини [11]. Етанол одержують з цукрової тростини, буряку, зернових культур, картоплі та інших рослинних продуктів, а також із газу. Щодо

відновлення сировинної бази етанол є більш перспективним паливом, він також менш токсичний порівняно з метанолом [12]. Завдяки великому значенню октанового числа (в чистому вигляді 99) етанол доцільно використовувати в двигунах з високим ступенем стиснення (табл.2).

Таблиця 2

Октанове число деяких спиртів

Спирт	Концентрація спирту для підвищення октанового числа бензину на одиницю, % мас.		
	Еталонне паливо з октановим числом 70 одиниць	Еталонне паливо з октановим числом 92 одиниць	Еталонне паливо з октановим числом 66.7 одиниць
Метанол	1.19	2.00	2.46
Етанол	1.07	1.44	1.64
Пропанол-1	1.25	2.00	2.14
Пропанол-2	1.24	1.88	-
Бутанол	2.00	5.29	4.11
Ізобутанол	1.72	4.11	-
Пентанол	6.77	Знижує октанове число	-

* Еталонне паливо - суміш ізооктану з н-гептаном.

В Європі виробництво біоетанолу знаходиться теж на шляху зростання і основними виробниками є Франція, Німеччина та Іспанія, при цьому основною відновлюваною сировиною виробництва є пшениця та цукрові буряки [13]. В даний час на одному із заводів ВАТ «Біохем» освоєна технологія одержання абсолютного етанолу методом азеотропної перегонки етилового спирту з додаванням деякої кількості головних фракцій етилового спирту і сивушного масла. Одержаний по ній продукт повністю відповідає вимогам до етанолу, який використовується в якості добавки до моторних палив. Даний продукт називається: «спирт етиловий абсолютизований». Крім того, у стадії розробки знаходиться також технологія отримання зневодненого на молекулярних ситах технічного етанолу, який також призначений для добавки до моторних палив [10].

Метою даної роботи було дослідження роботи ДВЗ на біоетанолі, при одночасному визначенні вмісту токсичних речовин у вихлопних.

Заміри проводились на стаціонарному базовому посту спостережень за

забрудненням атмосферного повітря Закарпатського Центру Гідрометеорології, при цьому використовувалися бензин марки А-92 українського НПЗ (концерну «ОККО») і 96 % етиловий спирт. Бензин А-92 з 50% добавкою етилового спирту набуває антидетонаційних властивостей, характерних для А-95. Вміст різних компонентів забруднення у вихлопних газах в залежності від складу палива наведено в табл. 3. З таблиці видно, що концентрація всіх компонентів забруднення (NO_2 , SO_2 , CO і CH_2O) зменшується по мірі збільшення %-ного вмісту етанолу у паливній суміші.

В концентраційних межах від 5 до 25 % $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ відмічено значний вплив домішки етанолу на зменшення викиду NO_2 . Спостерігається кореляція цього параметру із впливом на октанове число вмісту етанолу. Форми графіків залежності – подібні. Пояснити це можна тим, що при вищому октановому числі паливо згоряє більш рівномірно, без локальних детонаційних фронтів та перегрівів. А як відомо [14], підвищення температури та тиску сприяє більшому окисненню атмосферного азоту,

тому вихід NO_2 менший для E25, що зменшує корозію деталей азотною кислотою.

Таблиця 3.

Вміст токсичних речовин у вихлопних газах при використанні бензину А-92 з добавками етанолу

№ п/п	Спирт етиловий, об.%	Бензин А-92, об.%	Концентрація, мг/м ³				Робота двигуна
			NO_2	SO_2	CO	CH_2O	
1	0	100	3.86	0.14	0.46	6.85	стабільна
2	5	95	3.80	0.10	0.80	6.72	стабільна
3	10	90	3.56	0.08	0.22	6.50	стабільна
4	15	85	3.20	0.05	0.18	6.20	стабільна
5	20	80	2.45	0.03	0.17	5.80	стабільна
6	25	75	1.04	0.02	0.19	5.14	стабільна
7	50	50	0.98	0.01	0.10	4.50	нестабільна
8	80	20	0.84	0.01	0.11	4.01	нестабільна

У етиловому спирті домішки сірки практично відсутні (у бензині А-92 – 0,05 % мас.). Як і слід було очікувати, після роботи двигуна на суміші E80, вихлоп практично не містить SO_2 , незначна концентрація якого фіксується із атмосферного повітря (фонова концентрація). Оксид сірки VI при взаємодії з водяною парою (продукт згоряння палива), утворює сірчану кислоту, яка руйнує стінки циліндра, поршні, клапани, головку блока та інші деталі, отруєє платиновий каталізатор. Тому при використанні біопалива, окрім зниження токсичних речовин у вихлопних газах, строк експлуатації ДВЗ та каталізатора збільшуються.

Зменшення вмісту чадного газу (CO) у вихлопі – дуже важливий результат, адже саме цей параметр нормується згідно чинного законодавства і є критерієм придатності до експлуатації транспортного засобу, оснащеного ДВЗ. Останніми роками в Ужгороді, концентрація CO, так само як і

CH_2O , в атмосферному повітрі зростає [15]. Причиною цього є збільшення кількості та зношення наявного автотранспорту в місті. Градієнт температури та тиску, який зменшується обернено-пропорційно октановому числу (менша кількість детонаційних центрів), у камері згоряння, впливає на утворення CO. Добавка $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ підвищує октанове число і тим самим сприяє повноті згоряння суміші, характер розповсюдження полум'я має більш турбулентний характер, ніж у бензині. Зниження концентрації формальдегіду у вихлопних газах – позитивний результат впливу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Процеси та умови у циліндрах двигунів внутрішнього згоряння дуже схожі на ті, що використовуються при синтезі формальдегіду, лише процес здійснюється не каталітично. Але як довели Цикліс та Фурман, каталітичним центром може виступати холодна стінка циліндру, що відбирає

частину енергії радикалів і ланцюги обриваються саме на стадії утворення формальдегіду. В той же час високооктанова добавка C_2H_5OH сприяє рівномірному процесу горіння палива, що відображається на зменшенні концентрації проміжних продуктів окиснення (CH_2O).

Максимальна ефективність добавки етанолу спостерігається в концентраційних межах від 5 до 25 % об. Тому, припускаючи конкурентоспроможність виробництва етанолу по відношенню до бензину, біопаливо E25 є найбільш оптимальним для використання за всіма критеріями (екологічним, економічним та іншими). Ідеальним паливом з точки зору екологічності є суміш водню з киснем (суміш водню з киснем, одержана при електролітичному розкладі води називається "газом Брауна"), яка практично не дає ніяких шкідливих викидів в атмосферу. При додаванні такої суміші в циліндри двигуна разом з парою бензину і етанолу дає значне зниження токсичних викидів (табл. 3). З наведеної таблиці видно, що біопаливо E25 володіє рядом переваг перед бензинами, перш за все, за токсичністю: навіть добавка 20% етанолу до бензину знижує викиди таких токсичних речовин як NO_2 і SO_2 на 73-86 %. В значній мірі зменшується концентрація і формальдегіду, CO та вуглеводнів у вихлопних газах

Альтернативні палива можуть стати повноцінними заміниками паливам нафтового походження. При цьому енергетичні показники двигунів можуть залишатися на рівні традиційних палив або змінюватись незначно, а екологічні - покращуватись.

Висновки

Використання біопалива веде до покращення екологічних характеристик двигунах внутрішнього згорання: із збільшенням вмісту етанолу у паливі знижується концентрація токсичних речовин (CO , NO_2 , SO_2 , CH_2O) у вихлопних газах.

Результати свідчать, що 25 % концентрація C_2H_5OH є оптимальною для використання у двигунах внутрішнього згорання.

Встановлено, що із збільшенням октанового числа концентрація токсичних газів у вихлопі зменшується.

Показано можливість роботи на біопаливі чотиритактних та двотактних двигунів внутрішнього згорання.

Література

1. Двигуни внутрішнього згорання. Екологізація ДВЗ. Марченко А.П., Парсаданов І.В., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., ШЕХОВЦОВ А.Ф. – 2007. 256 с.
2. Reuter R.M. Effects of Oxygenated Fuels and RVP on Automotive Emissions. PGM. – 2007. 34p.
3. Graeme M. Science and technology of fuel alcohol. Walker & Ventus publishing ApS 2010. 114 p.
4. World energy, technology and climate policy outlook, Community research, European Commission, Directorate-General for Research Energy. – 2003.
5. Сахно В. П., Корпач А. А. Аналіз показників двигунів автомобілів при роботі на альтернативних паливах. //Вісник СХУ ім. Володимира Даля – 2010 – № 7 (149)
6. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: МАДИ(ТУ), 2000. – 311 с.
7. Ассад М.С. Альтернативные моторные топлива: тенденции развития, феноменологические аспекты горения: монография / М. С. Ассад. - Барановичи: РИО БарГУ, 2008. – 328 с.
8. Говорун А.Г., Корпач А.О., О.М. Захарченко. До використання спиртових сполук як палива для двигунів внутрішнього згорання дорожніх транспортних засобів// Вісник північного наукового центру Транспортної академії України. "Автошляховик України", окремий випуск № 8, травень 2005, с.31-33.
9. <http://bolidos.com.ua/art021.php>. Этанол и бензино-этанольные топлива. Биотоплива
10. Charles E. Wyman B. Bioethanol: Production and Utilization. В 02409 Biofuels information center. – 1992. 60 p.
11. Мхітарян Н.М. Стан та перспективи біоенергетики в Україні // Енергоінформ. – 2003. №29 (211).

12. Сергеева И.С. Дудкин Б.Н. Биотанол – перспективы использования // Журнал автомобильная промышленность. – 2005. №8, 18с.

13. Міхненко Є., Високооктанова кисневмісна добавка до бензинів // Харчова і переробна промисловість. – 2000. №6.

14. Постников А.М. Снижение оксидов азота в выхлопных газах. Самара. 2002, 286 с.

15. Гомонай В.І. Лобко В.Ю. Формальдегід – основний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом у містах України // Екологічний Вісник. січень-лютий. – 2007.

ETHANOL AS ECOLOGICAL FUEL FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Gomonay V.I., Bogosta A.S., Lobko V.Yu., Tackar A.R.

The problem of use alternative fuel, in particular biological ethyl alcohol is considered. Ecological indexes of spent gases of cars are investigated at use as fuel alcohol-petrol of mixes of different concentration. In gait of experiment the total spectrum of indexes of engine run, including stability, noise, capacity and other is studied. Conclusions and assumptions concerning reorientation of fuel and energy system of Ukraine to iterated resources of combustible materials are drawn.