

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

І.Г. Грабар, В.П. Захлебний, А.В. Ільченко, Є.Г. Опанасюк, І.Г. Черниш

### ЕТАНОЛ-БЕНЗИНОВА ПАЛИВНА СУМІШ ТА ЕКОЛОГІЯ АВТОТРАНСПОРТУ

*У статті наведений аналіз аспектів використання спиртових домішок до автомобільних бензинів. Показано, що використання 10-відсоткових домішок етилового спирту до бензинів значно впливає на екологічні показники роботи карбюраторного двигуна, зменшуючи в декілька разів викиди токсичних компонентів.*

В 90-і роки бензиновий ринок України періодично (1–2 рази на рік) лихоманить: нестабільне законодавство, непродумана акцизна політика, періодичний переділ сфер впливу, інфляційні кризи в сусідніх державах і т. ін. призводять до ажіотажу, зниження кількості та якості бензину на ринку та різких стрибків цін.

З іншого боку, майже повна залежність від імпорту нафти та нафтопродуктів, з точки зору безпеки України як держави, вимагає рішучих заходів у пошуках альтернативи.

Вимагає цієї ж альтернативи конвеєр (рис. 1).



Рис. 1. Виробництво спиртів в Україні

Збій на будь-якій ланці паралізує роботу всього конвеєра, ускладнює без того складну ситуацію у промисловості держави.

Втрата ринків цукру та спирту поза межами України негативно впливає на роботу конвеєра. І якщо цукор, виготовлений та розфасований у мішки, усе ж таки може чекати на складі (звичайно, це негативно впливає на роботу галузі), то з м'ясою та спиртом все набагато складніше.

В той же час в ряді розвинених країн постійно проводиться робота з пошуку і використання альтернативних нафтовим видів пального.

Використання спиртів (метанолу і етанолу) як автомобільне пальне не викликає значних труднощів для сучасного двигунобудування. Спирти мають високу детонаційну стійкість, що дозволяє підвищити міру стиску двигуна за циклом Отто з 8...10 до 13, що, поряд зі сприятливим для двигуна внутрішнього згоряння характером горіння спиртів, призводить до зростання ККД до 0,42...0,45. Забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та рівень шуму двигуна, який працює на спирту, значно нижчі ніж у сучасних бензинових і дизельних двигунів.

Однак, поширене використання спирту як пального для автомобільних двигунів пов'язано з деякими проблемами. Внаслідок гіршої, ніж у бензинів, випаровуваності спиртів, а також з причини низької пружності насичених парів спиртів утруднений холодний запуск двигунів. Виникає також необхідність використання в паливній системі двигуна спеціальних спиртостійких матеріалів. З причини зниженої у порівнянні з бензином теплоти згоряння спиртів необхідне збільшення в 1,5–2 рази об'ємів паливних баків, а маса запасу спирту для забезпечення одного й того ж пробігу суттєво перевищує масу бензину. Перелічені проблеми поряд з більш високою ніж у бензина вартістю в даний час обмежують використання спиртів як пального в автомобільних двигунах.

Менше проблем з використанням бензинів з 10...15 % домішкою спиртів. Ця суміш дозволяє підвищити міру стиску і ККД двигуна, знизити витрату пального. Газохол (суміш бензину і спирту) як автомобільне пальне використовується в США, де заправка цим видом пального ще на початку 80-х років здійснювалась на 3 000 автозаправочних станціях.

Враховуючи світовий досвід (Германія, США, Італія, Швеція), особливо латиноамериканський (Бразилія), ряд спиртзаводів України, і серед них Андрушівський, протягом останніх років веде активний пошук внутрішніх ринків збуту спирту. Дуже

привабливою є ідея створення на основі технічних етилових спиртів високооктанових домішок до бензину.

Сьогоднішні можливості з виробництва технічного етилового спирту Андрушівського спиртзаводу складають 100 000 л/добу (12 млн. л/рік). Це дає можливість одержати 120 млн. літрів палива в рік.

Пропонується в залежності від октанового числа виготовляти наступні марки бензину з домішками етилового спирту:

БСЕ-76 – з октановим числом за моторним методом не нижче 76;

БСЕ-92 – з октановим числом за дослідницьким методом не нижче 92;

БСЕ-93 – з октановим числом за дослідницьким методом не нижче 93;

БСЕ-95 – з октановим числом за дослідницьким методом не нижче 95.

Бензини автомобільні з добавкою етилового спирту подразділяють на два види:

– літній – для використання в усіх районах України в період з 1 квітня до 1 жовтня, в південних районах можливе використання літнього бензину протягом всіх сезонів;

– зимовий – для використання в усіх районах України в період з 1 жовтня до 1 квітня.

Розглянемо деякі політичні, економічні, хімічні та екологічні аспекти даної проблеми (табл. 1).

Таблиця 1

Аспекти використання високооктанових домішок на основі технічного етилового спирту

Аспекти	Позитивний	Негативний
1. Економічні	1. Зменшить стрибки цін на бензиновому ринку України. 2. Зменшить залежність від імпорту пального. 3. Полішить роботу конвеєра (рис. 1). 4. Зменшить на 10 % залежність від диктату нафтомонополій.	
2. Політичні	1. Зменшить зростаючий борг України за енергоресурси.	1. Не вирішуються питання зменшення акцизних зборів.
3. Соціальні	1. Стабілізація виробництва значно впливає на соціальну обстановку в суспільстві.	1. Можливе нецільове використання спирту (68 коп./літр за ціни 5 пляшок горілки близько 20 грн.).
4. Технологічні (фізико-хімічні)	1. Змішування з бензинами практично в будь-яких співвідношеннях, утворення стійких сумішей. 2. Дегідротація системи живлення.	1. Утворення парових пробок в елементах паливної апаратури при недотриманні технології змішування. 2. Особливості зберігання сумішей.
5. Екологічні	1. Зменшить навантаження на екосистему від автотранспорту на 50–70 %.	

До альтернативного пального висуваються такі загальні вимоги:

- наявність у достатній кількості сировини для його виробництва;
- проста і безпечна технологія їх одержання;
- висока щільність і теплота сгорання;
- нетоксичність в експлуатації;
- невисока вартість;
- придатність для сучасних двигунів без істотної їх переробки.

Усім цим вимогам відповідає етиловий спирт.

Етиловий спирт ( $C_2H_5OH$ ) або етанол – полярне з'єднання, а вуглеводні – неполярні, що потребує додаткових заходів для їх взаємного змішування і створення стабільних змішувань у широких температурних межах експлуатації автомобілів. Необхідні також заходи з контролю однорідності сумішей при зберіганні.

Етанол є прозорою легкорухомою рідиною з алкогольним запахом і особливими показниками електропровідності. На більшість конструкційних матеріалів етанол не діє корозійно, але вступає в реакцію зі свинцем і цинком і в меншій мірі – з алюмінієм.

При додаванні 2–3 % етанолу в бензин не потребується спеціальних регулювань двигуна. Відомо використання чистого етанолу з 5 % домішкою води як пального для бензинових двигунів [1].

На кафедрі «Автомобілів і механіки технічних систем» ЖІТІ проведена оцінка екологічних показників роботи двигуна внутрішнього згорання на бензині, який має 10-відсоткову домішку технічного етилового спирту.

За даними [1] паливна економічність автомобіля, який працює на газохолі, погіршується на 2-4 %. Оскільки двигун здатен стійко працювати на суміші з великим коефіцієнтом надлишку повітря, токсичність відпрацьованих газів значно знижується.

Для досліджу токсичності відпрацьованих газів було взято автомобіль ВАЗ-2107 1992 року випуску з пробігом 89 тисяч кілометрів. Напередодні вимірів ніяких технічних дій з підтримання параметрів токсичності та економічності двигуна не проводилось. Токсичність відпрацьованих газів вимірювалась газоаналізатором 102ФА О1М згідно з методикою [2]. Газохол виготовлявся для двох марок бензинів – А-76 і АИ-92. Бензини спеціально за якістю і властивостями не відбирались. Перехід з одного виду пального до іншого здійснювався після повного випрацювання попереднього пального з магістралей системи живлення, поплавкової камери і каналів насоса-прискорювача карбюратора. Додаткових регулювань системи живлення і запалювання у процесі вимірювань не проводилось. Результати вимірювань наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Середній вміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах для декількох вимірювань	А-76	А-76 + 10 % $C_2H_5OH$	АИ-92	АИ-92 + 10 % $C_2H_5OH$
$CO$ , %	1,67	0,46	0,97	0,41
$CnHm$ , $\times 10$ млн <sup>-1</sup>	200	240	100	370

За результатами вимірювань можна побачити, що токсичність відпрацьованих газів за  $CO$  у випадку використання 10-відсоткової домішки етилового спирту до низькооктанового бензину А-76 у 1,5-2 рази нижче, ніж при використанні бензину АИ-92. Кількість вуглеводнів ( $CnHm$ ) у відпрацьованих газах при цьому вище, але не перевищує вимог [3]. Очевидно, що збільшення вмісту  $CnHm$  у відпрацьованих газах потребує регулювань карбюратора і (або) системи запалювання двигуна.

При аналізуванні одержаних результатів необхідно враховувати, що повного згорання бензину за схемою



не відбувається. У відпрацьованих газах поряд з азотом, діоксидом вуглецю і парів води містяться оксид вуглецю  $CO$ , водень  $H_2$ , сліди альдегідів та інших частково окислених вуглеводнів.

Реакції окислення і згорання вуглеводнів пального складні, протікають за радикальноланцюговим механізмом і у значній мірі залежать від температури. Першим проміжковим продуктом є гідроперекис  $CnHm-1OOH$ , який при підвищенні температури розкладається з утворенням альдегідів:



Розклад перекисного радикала також призводить до утворення альдегіду і гідроксильного радикала:



Радикали, які накопичуються в суміші, дуже активні. Експериментально доведено [8], що присутність молекул води і  $OH^*$ -радикала сприяють окисленням  $CO$  до  $CO_2$ .

Присутність етанолу  $C_2H_5OH$  у бензині буде сприяти окисленню  $CO$  в  $CO_2$ , оскільки розклад і згорання спирту супроводжується утворенням активних центрів. На користь цього засвідчують дані, які одержані при вивченні окислення  $CO$  [10]. Встановлено, що в окисленні  $CO$  не стільки відіграє роль  $O_2$ , як присутність парів  $H_2O$ . За концентрацій  $O_2$  вище 5 % швидкість окислення постійна.

Утворення додаткової кількості води при згоранні етанолу сприяє утворенню концентрації радикалів  $OH^*$ :



Таким чином, присутність етанолу знижує концентрацію шкідливого  $CO$ .

Використання етанол-бензинової паливної суміші, з точки зору екології автотранспорту нашого регіону, тим більш актуальне, що за даними Житомирської міської екологічної інспекції викиди шкідливих речовин в атмосферу від автотранспорту Житомирської області за останній час збільшуються (рис. 2).

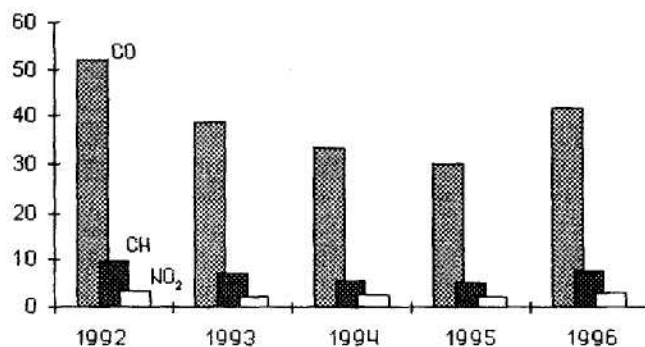


Рис. 2. Викиди шкідливих речовин в атмосферу від автотранспорту Житомирської області, тис. т

Автомобільний транспорт за останні роки виходить на перше місце як джерело токсичних викидів по відношенню до всіх інших джерел. Частково це пов'язано з падінням виробництва в Україні, і це ще більше потребує прийняття негайних заходів для забезпечення екологічної безпеки автомобілів.

Екстраполяція дає підставу припустити, що викиди шкідливих речовин в атмосферу від автотранспорту Житомирської області в теперішній час перебільшують 60 тис. т на рік.

Доля забруднень від автотранспорту відносно всіх джерел викидів у Житомирській області за даними Житомирської міської екологічної інспекції також зростає (рис. 3).

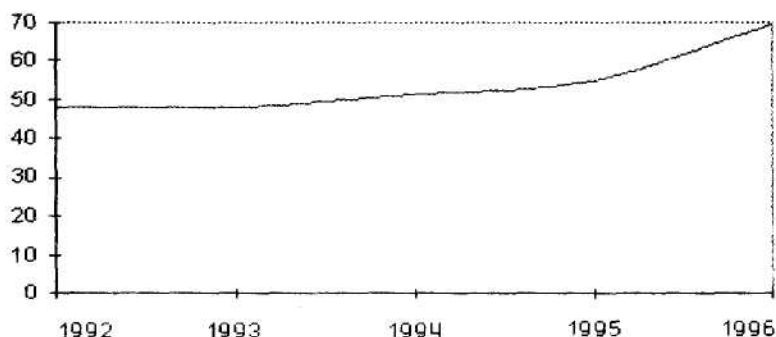


Рис. 3. Доля забруднень від автотранспорту відносно всіх джерел викидів у Житомирській області, %

Прогнозування методом екстраполяції дозволяє зробити висновки про зростання долі забруднень від автотранспорту відносно всіх джерел викидів у Житомирській області за останні роки, яке складає сьогодні близько 85 %.

### Висновки

1. Застосування 10-відсоткових домішок етилового спирту до бензинів поліпшує показники токсичності за  $CO$ .
2. 10-відсоткові домішки етилового спирту до бензинів у випадку збереження (або малого прогіршення) параметрів економічності та надійності автомобіля на теперішньому етапі дозволяють вирішити ряд політико-економічних, технологічних, соціальних та екологічних проблем в Україні.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Чулков А.З. Экономия светлых нефтепродуктов на транспорте. – М.: Транспорт, 1985. – 304 с.
2. Газоанализатор 102ФА О1М. Паспорт и техническое описание. – Киев: НИО «Аналит-прибор», 1992. – 70 с.
3. ГОСТ 17.2.2.03-87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности». – М.: Издательство стандартов, 1987. – 8 с.
4. Технологічний регламент на виготовлення бензинів з добавкою етилового спирту автомобільних. – Житомир: НТК Крона, 1995. – 11 с.
5. Бензини з добавкою етилового спирту автомобільні. Технічні умови У 21555469.002-95. – Житомир: НТК Крона, 1995. – 7 с.
6. Правила проведения государственного технического осмотра механических транспортных средств и прицепов. – М.: Транспорт, 1989. – 23 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – Київ, 1998. – 16 с.
8. Кондратьев В.Н. // Доклады АН СССР, 1946. – Т. 51. – С. 603.
9. Кондратьев В.Н. // Журнал физической химии, 1946. – Т. 20. – С. 1239.
10. Коржакова Н.А. // Журнал физической химии, 1945. – № 19. – С. 551.
11. Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями / Под ред. Д.Хилларда и Дж.С. Скрингера. – М.: Машиностроение, 1988. – 504 с.
12. Грабар І.Г., Ільченко А.В., Опанасюк Є.Г. Шляхи підвищення екологічної безпеки автомобільних бензинових двигунів // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1998. – № 7. – С. 27–31.

ГРАБАР Іван Григорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і механіки технічних систем, проректор з наукової роботи Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- міцність конструкцій;
- нелінійні явища та моделі;
- синергетика;
- нові технології, прискорені сертифікаційні дослідження в умовах складного температурно-силового навантаження.

ЗАХЛЄБНИЙ Валентин Петрович – головний інженер Андрушівського спиртзаводу.

Наукові інтереси:

- використання альтернативного пального на автомобільному транспорті.

ІЛЬЧЕНКО Андрій Володимирович – асистент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- паливна економічність і екологічна безпека автомобільного транспорту;
- мікропроцесорні засоби і комп'ютерні системи в автомобілі;
- діагностика автомобілів.

ОПАНАСЮК Євген Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- екологія автомобільного транспорту;
- теорія і конструкція автомобілів та двигунів;
- прохідність автомобілів.

ЧЕРНИШ Іван Григорович – доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- технологія одержання та модифікування високотемпературних матеріалів аерокосмічного призначення;
- хімічне матеріалознавство;
- екологія;
- хімія та технологія поверхні дисперсних матеріалів.