

УДК 629.08

А.В. Ільченко, ст. викл.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ЗМІНА ПАЛИВНО ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЯ З БЕНЗИНОВИМ ДВИГУНОМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЕТАНОЛ-БЕНЗИНОВИХ СУМІШЕЙ В ЯКОСТІ ПАЛИВА

(Представлено д.т.н., проф. І.Г. Грабаром)

Наведено результати випробувань автомобіля з бензиновим двигуном на паливну економічність для режимів руху з постійною швидкістю, за міським циклом, а також на стенді з біговими барабанами при використанні етанол-бензинових сумішей концентрацій 10 і 20 відсотків у порівнянні з низькооктановим бензином А-76. Зроблено непряму оцінку зміни токсичності двигуна при переході на використання етанол-бензинових сумішей. Показано, що застосування домішок етилового спирту до бензину дозволяє значно покращити екологічні показники автомобіля.

Автомобілі сьогодні стали основним джерелом викидів токсичних компонентів у повітряний басейн [1]. На думку спеціалістів НАН України [2], застосування етанол-бензинових сумішей (ЕБС) у якості палива для автомобільних двигунів потребує обґрунтування, оскільки в науково-технічній літературі воно розглядається тільки на рівні констатації загальновідомих фактів такого використання в Бразилії, США та ряді інших країн.

В Житомирському інженерно-технологічному інституті в лабораторії “Екології автотранспорту” кафедри “Автомобілів і механіки технічних систем” протягом останніх років проводяться роботи з обґрунтування покращення екологічного стану автомобіля з бензиновим двигуном через використання ЕБС різних концентрацій в якості палива. Отримано математичні моделі зміни токсичності двигуна, розроблено методику і відповідне обладнання контролю якості ЕБС, проведено дослідження їх сталості в часі, розроблено заходи щодо виготовлення якісних ЕБС різної концентрації, різних разових порцій на установках різної продуктивності та принципу дії.

Все це дозволило приступити до оцінки паливної економічності автомобіля, що працює на ЕБС з метою непрямої оцінки його екологічних показників.

Автори [3] справедливо стверджують, що паливна економічність автомобіля є комплексним параметром його технічного стану і залежить від стану всіх систем. Оскільки масові викиди токсичних компонентів пов'язані з паливною економічністю, можна стверджувати, що вони також характеризують технічний стан автомобіля. Таким чином, екологічна безпека автомобіля пов'язана з його паливною економічністю і питання зниження витрати палива автомобілем – це питання його екологічної безпеки.

Спочатку для оцінки паливної економічності автомобіля при переході на використання ЕБС були проведені натурні випробування автомобіля, що рухається на режимах із постійною швидкістю. Для цього була вибрана рівна суха асфальтована ділянка дороги, протяжність якої дорівнювала 3,6 км. Заїзди здійснювалися в прямому й зворотному напрямках на прямій передачі для швидкостей 40, 60, 80, 90 км/год. Усього було проведено 10 заїздів для кожного значення швидкості, під час яких за допомогою витратоміра палива з комп'ютерним спряженням [4] у режимі реального часу реєструвалася витрата палива і час проходження мірної ділянки. Швидкість руху підтримувалася водієм за штатним спідометром автомобіля, точне значення швидкості визначалося розрахунком за часом проходження мірної ділянки. Дані всіх заїздів для відомої швидкості усереднювалися і визначалася відносна економія палива:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^{10} Q_{i_{100}}}{\sum_{i=1}^{10} Q_{i_{A-76}}}, \quad (1)$$

де i – номер заїзду в прямому та зворотному напрямку;

$Q_{i_{A-76}}$ – витрата палива А-76 за заїзд i ;

Q_i 10 % – витрата ЕБС на основі бензину А-76 з 10-відсотковою домішкою етилового спирту на заїзді i .

Аналогічно за допомогою (1) можна визначити відносну паливну економічність для ЕБС із 20-відсотковим вмістом етилового спирту.

Для випробувань використовувався автомобіль марки ВАЗ-2107 1992 року випуску, ідентифікатор ХТА 210700V1010875 із загальним пробігом з початку експлуатації 123000 км. Автомобілю в 2000 році проводився капітальний ремонт двигуна, а перед випробуваннями йому був проведений повний комплекс робіт ТО-2. Необхідно зазначити, що двигун автомобіля ВАЗ-2107 має ступінь стиску 8,5 і розрахований на використання бензину з октановим числом не нижче 92. При переході з одного палива на друге регулювань системи живлення і запалювання не здійснювалося. Перехід проводився повним виробленням палива з поплавкової камери карбюратора і каналів насоса-прискорювача до повної зупинки двигуна. Випробування проводилися в безвітряну погоду, температура повітря складала +2–4 °С, тиск 730 мм рт. ст.

ЕБС були виготовлені та проконтрольовані за якістю приладом і методиками, що розроблені в ЖІТІ.

Аналіз відносної паливної економічності (рис. 1) дозволяє зробити висновок, що на режимах руху з постійною швидкістю при використанні ЕБС із 10-відсотковим вмістом етилового спирту перевитрата палива щодо бензину А-76 має місце в діапазоні швидкостей 40–73 км/год і складає, наприклад, для швидкості 50 км/год приблизно 12,5 %. При зростанні швидкості витрата знижується і при досягненні 73 км/год спостерігається відносна економія палива, що складає приблизно 3 % при швидкостях руху 84 км/год і вище.

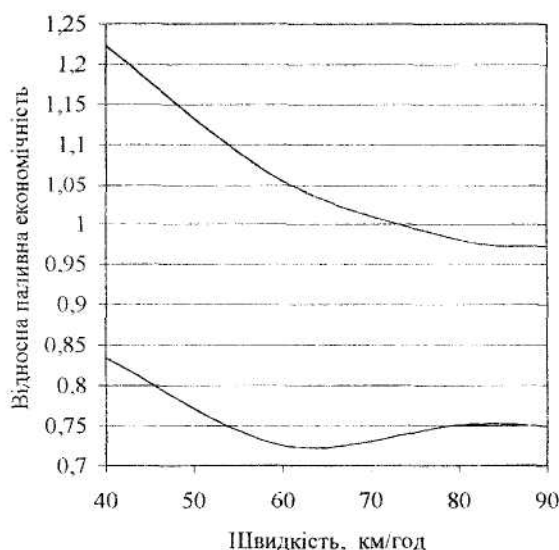


Рис. 1. Відносна паливна економічність автомобіля при використанні ЕБС в якості палива (верхня крива – ЕБС з 10-відсотковим вмістом спирту, нижня – з 20-відсотковим)

При використанні ЕБС із 20-відсотковою домішкою етилового спирту спостерігається економія палива в усьому швидкісному діапазоні, що досліджувався. Вона досягає максимуму при швидкостях приблизно 62–66 км/год. Це пояснюється тим, що двигун із ступенем стиску 8,5 здатний до кращого використання тепла, підведеного до нього з паливом. Відносна економія палива складала 17–27,5 %.

Слід мати на увазі, що в процесі вимірів таймер і витратомір палива включалися при пересіченні автомобілем позначки “початок ділянки” і “кінець ділянки”, тому на абсолютну величину вимірів впливає помилка початку і кінця відліку. Якщо прийняти їх за постійну і врахувати, що необхідно оцінити відносну зміну паливної економічності при роботі на ЕБС різних концентрацій, то впливом цих помилок можна знехтувати.

Також були проведені випробування на паливну економічність вказаного автомобіля для режиму руху за міським циклом.

Як було доведено в [1], найбільш небезпечним, з точки зору токсичних викидів автомобілями із бензиновими двигунами, в Житомирській області є м. Житомир. Тому

порівняльні випробування на паливну економічність автомобіля з карбюраторним двигуном за міським їздовим циклом проводилися в Житомирі.

Місто має кільцеву структуру з радіальними дорогами в напрямку на м. Київ (М17), м. Вінницю (А253), м. Новоград-Волинський (Е40), м. Хмельницький (через Чуднів, Любар), м. Коростень (А252). Характерним маршрутом руху транспорту можна вважати маршрут від межі міста траси М17 (м. Київ) до межі міста траси у м. Хмельницький, який пов'язує східну і західну частини країни. Маршрут руху практично радіальний і проходить: вулиця Київська – майдан Соборний – вулиця Черняхівського. Він має протяжність 11,65 км, асфальтове покриття, дві смуги руху практично за всією довжиною, 7 регульованих ділянок (світлофорне регулювання), 21 перехрестя, два мости, одну ділянку з коловим рухом, 20 пішохідних переходів типу “зебра”, в прямому напрямку (за прямий напрямок руху прийнято напрямок від м. Києва), один спуск 12 % довжиною близько 400 м та один підйом до 10 % довжиною приблизно 350 м, три ділянки з обмеженням швидкості до 40 км/год протяжністю не менше 200 м. Одну ділянку з обмеженням швидкості до 50 км/год протяжністю до 400 м.

За результатами зміни паливної економічності (табл. 1) можна зробити висновок, що в міському циклі руху, при практично однакових середніх швидкостях, на маршруті застосування ЕБС дозволяє покращити показники паливної економічності автомобіля. Якщо взяти до уваги, що при цьому знижуються викиди токсичних компонентів [5], то можна вважати, що застосування ЕБС являється ефективним інструментом покращення екологічного стану автомобіля з бензиновим двигуном – очікується зменшення масових викидів, наприклад, СО у декілька разів.

Таблиця 1

Вміст спирту в ЕБС на основі бензину А-76, %	Середня швидкість на маршруті, км/год	Відносна паливна економічність за цикл
0	39,9	–
10	41,9	0,81
20	38,83	0,55

Суб'єктивно за результатами випробувань можна відзначити, що при переході на 10-відсоткову ЕБС стабілізуються оберти холостого ходу колінчастого вала двигуна, покращується динаміка розгону автомобіля, детонація проявляється значно менше. При використанні 20-відсоткової ЕБС динамічні параметри автомобіля погіршуються (відносно до 10-відсоткової ЕБС), детонація цілком відсутня -- ще більше потрібно підбір регульовальних параметрів систем запалювання і живлення.

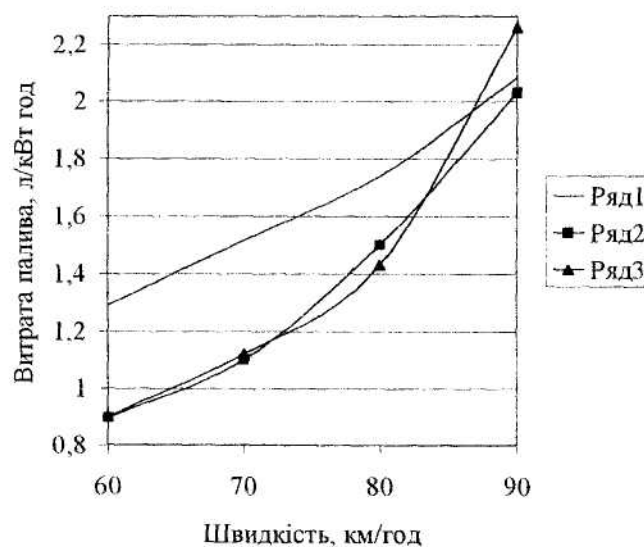


Рис. 2. Зміна питомої витрати палива автомобіля ЗІЛ-431610, при використанні бензину А-76 і ЕБС на його основі (ряд 1 – бензин А-76, ряд 2 – ЕБС з 10-відсотковим вмістом етилового спирту, ряд 3 – з 20-відсотковим)

Для визначення паливної економічності автомобіля з двигуном, що здатний працювати на паливах з меншим октановим числом, були проведені випробування на стенді з біговими барабанами. Для цього використовувався автомобіль ЗІЛ-431610 1988 року випуску (шасі 2720393, двигун 047214, державний номер 37-71 ЖИО). На момент випробувань його загальний пробіг становить 146790 км. Двигун автомобіля має ступінь стиску 6,5 і розрахований на використання палив з октановим числом 76. Для випробувань використовувався стенд з біговими барабанами моделі СТК-3 1979 року виготовлення і останньою перевіркою у 2000 році.

Випробування проводилися для режимів руху прямої передачі з максимальним відкриттям дросельної засувки під зовнішнім навантаженням з постійною швидкістю у діапазоні швидкостей 60–90 км/год (рис. 2).

Для визначення поведінки кривої паливної економічності при часткових кутах відкриття дросельної засувки, було проведено вимір витрат палива вказаного автомобіля при роботі на ЕБС з 10-відсотковим вмістом спирту і кутом відкриття дросельної засувки карбюратора приблизно 50 % (рис. 3).

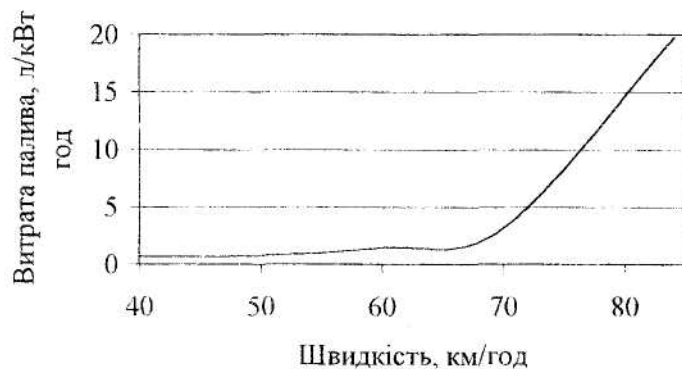


Рис. 3. Паливна характеристика автомобіля ЗІЛ-431610 при роботі на 10-відсотковій ЕБС на основі бензину А-76 і кута відкриття дросельної засувки приблизно 50 %

Таким чином, при часткових кутах відкриття дросельної засувки спостерігається різке зростання питомої витрати палива при досягненні швидкості приблизно 67 км/год.

На основі рис. 2 можна побудувати зміну відносної паливної економічності від швидкості руху автомобіля (рис. 4).

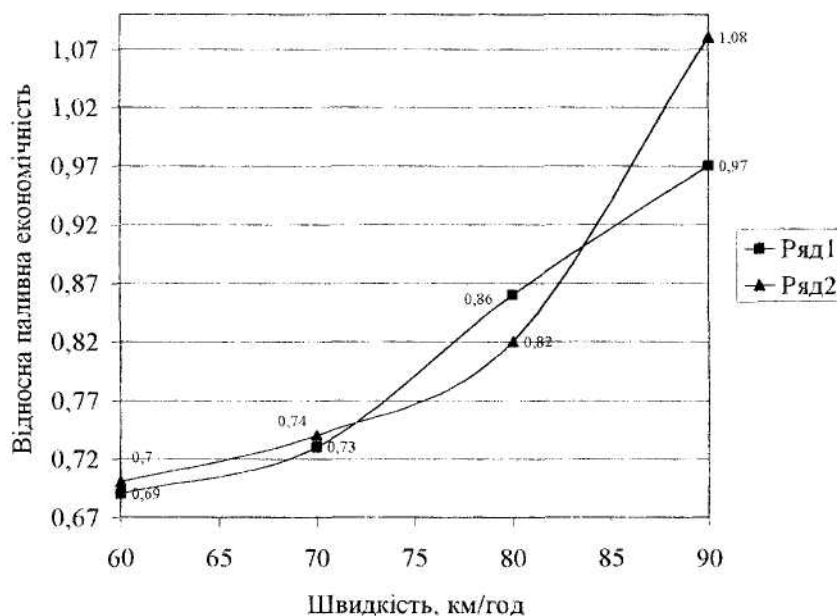


Рис. 4. Відносна паливна економічність автомобіля ЗІЛ-431610 при використанні ЕБС на основі бензину А-76 (ряд 1 – ЕБС з 10-відсотковим вмістом етилового спирту, ряд 2 – з 20-відсотковим)

Аналіз рис. 4 показує, що для двигуна зі ступенем стиску 6,5 практично не існує різниці у паливній економічності для ЕБС із вмістом спирту 10 і 20 відсотків. Велика різниця спостерігається у зоні швидкостей більших за 83 км/год.

Висновки:

1. Для двигуна зі ступенем стиску 8,5 при використанні ЕБС на основі бензину А-76 із концентрацією спирту 10 відсотків, масові викиди СО не збільшуються навіть при збільшенні витрати палива на 22,4 % (при 40 км/год), оскільки, токсичність за СО знижується в декілька разів [5]. При використанні ЕБС із вмістом спирту 20 % витрата палива нижче на всіх режимах руху з постійною швидкістю. Таким чином, очікується, що масові викиди токсичних компонентів також знижуються.

2. При використанні ЕБС концентрацій 10 і 20 відсотків для двигуна зі ступенем стиску 6,5 не спостерігається принципової різниці між витратою палива для цих сумішей, тому можна вважати, що для двигунів, які розраховані на низькооктанові бензини, існує гранична концентрація спирту в ЕБС з точки зору управління його токсичністю.

3. Використання ЕБС у якості інструмента управління екологічними параметрами автомобіля потребує додаткових регулювань систем живлення і запалювання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Возний Ю.В., Грабар І.Г., Ільченко А.В., Опанасюк Є.Г., Степаницький Д.М. Тенденції зміни парку автомобілів житомирщини як основного джерела викидів токсичних компонентів // Вісник ЖІТІ. – 1999. – № 9. – С. 328–332.
2. Бьков Г. А. Спирт вместо бензина или вместе с бензином. // Автошляховик України, 1995. – № 4. – С. 21–23.
3. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
4. Ільченко А.В. Витратомір палива з комп'ютерним спряженням для оцінки параметрів автомобіля з карбюраторним двигуном. // Матеріали науково-технічної конференції "Автомобільний транспорт: прогрес, технології, кадри", 16–20 вересня 1999 року. РВВ СДТУ, 1999. – С. 98–100.
5. Грабар І.Г., Захлебний В.П., Ільченко А.В., Опанасюк Є.Г., Черниш І.Г. Етанол-бензинова паливна суміш та екологія автотранспорту // Вісник ЖІТІ. – 1999. – № 8. – С. 63–67.
6. Грабар І.Г., Ільченко А.В., Опанасюк Є.Г. Шляхи підвищення екологічної безпеки автомобільних бензинових двигунів // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 7. – С. 27–31.
7. Ільченко А.В. Обґрунтування зниження токсичності бензинового двигуна при використанні етанол – бензинових сумішей в якості палива // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 14.
8. Ільченко А.В., Запольський В.Ф. Програмно – апаратний комплекс для дослідження перехідних процесів провідності етанол-бензинових сумішей // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в природничих науках: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2000. – С. 104–113.
9. Каніло П.М., Бей І.С., Ровенський О.І. Автомобіль та навколишнє середовище. – Харків: Прапор, 2000. – 304 с.

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

Наукові інтереси:

- екологічна безпека автомобільного транспорту;
- мікропроцесорні засоби і комп'ютерні системи в автомобілі;
- створення автомобільних мікропроцесорних діагностичних систем.

Подано 4.09.2000