

ПРО МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ф.В. Козак, В.М. Мельник

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42351,
e-mail: teplo@nuing.edu.ua

У зв'язку із збільшенням кількості автомобільного транспорту за останні роки в Україні зростають об'єми викидів шкідливих компонентів з відхідними газами автомобільних двигунів, що призводить до погіршення екологічної ситуації в довкіллі. Відхідні гази, які утворюються внаслідок спалювання палива у двигунах внутрішнього згорання, є головним складником забруднення довкілля автомобільним транспортом і містять більше 200 найменувань шкідливих речовин, у тому числі канцерогени. Тому проблема зниження рівня викидів шкідливих компонентів автомобільним транспортом на сьогодні є досить актуальною.

Водночас досі не розв'язана проблема дефіциту моторного палива, що в Україні постає особливо гостро через брак власних ресурсів.

Одним з радикальних методів зниження токсичності відхідних газів автомобільних двигунів є використання альтернативних палив.

Перспективними альтернативними паливами є суміші, одержані на основі моторних палив з речовинами, що мають наближені до палив фізико-технічні властивості, достатню сировинну базу та є дешевими. Такими якість володіють сивушні масла, які є шкідливими для довкілля відходами спиртової промисловості. В результаті додавання сивушних масел до моторних палив знижується токсичність відхідних газів автомобільних двигунів та вирішується проблема дефіциту моторних палив.

Використання добавок сивушних масел до моторних палив дасть змогу скоротити сумарні об'єми викидів оксидів вуглецю з відхідними газами двигунів внутрішнього згорання на 15,6%, розширити сировинну базу та здешевити моторні палива за рахунок додавання сивушних масел, що є дешевими.

Ключові слова: викиди, зниження, довкілля, паливо.

В связи с увеличением количества автомобильного транспорта за последние годы в Украине возрастают объемы выбросов вредных компонентов с выхлопными газами автомобильных двигателей, что приводит к ухудшению экологической ситуации в окружающей среде. Выхлопные газы, образующиеся в результате сжигания топлива в двигателях внутреннего сгорания, являются главной составляющей загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом и содержат более 200 наименований вредных веществ, в том числе канцерогены. Поэтому вопрос снижения уровня выбрасывания вредных компонентов автомобильным транспортом является на сегодня достаточно актуальным.

К тому же не решена проблема дефицита моторного топлива, которая в Украине стоит особенно остро из-за недостаточного обеспечения собственными ресурсами.

Одним из радикальных методов снижения токсичности выхлопных газов автомобильных двигателей является использование альтернативных топлив.

Перспективными альтернативными топливами являются смеси, полученные на основе моторных топлив с веществами, обладающими свойствами, приближенными к физико-техническим свойствам топлив, имеют достаточную сырьевую базу и являются дешевыми. Такими качествами обладают сивушные масла – вредные для окружающей среды отходы спиртной промышленности. В результате добавления сивушних масел к моторным топливам снижается токсичность выхлопных газов автомобильных двигателей и решается проблема дефицита моторных топлив.

Использование добавок сивушних масел к моторным топливам позволит сократить суммарные выбросы оксидов углерода с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания на 15,6%, расширит сырьевую базу и удешевит моторные топлива за счет добавления более дешевых сивушних масел.

Ключевые слова: выбросы, снижение, окружающая среда, топливо.

According to the increasing number of motor transport in recent years in Ukraine there are growing emissions of harmful components of waste gases of automobile engines, which lead to the environmental degradation. Waste gases that result from combustion in internal combustion engines are a major component of the environmental pollution by motor transport and contain more than 200 hazardous substances, including carcinogens. Therefore, reducing emissions of harmful components of the road today are quite relevant.

Next to this, today the problem of motor fuel shortage is not solved because of the lack of the resources in Ukraine.

One of the radical methods of reducing the toxicity of waste gases of automobile engines is the use of alternative fuels.

Promising alternative fuels are mixtures derived from motor fuels with substances that are close to the fuels physical and technical properties of sufficient raw materials and are cheap. These are qualities characteristic to fusel oils, which are harmful for the environment by the Waste spirit industry. The addition of fusel oils for motor fuels reduces the toxicity of waste gases of automobile engines, and solves the problem of motor fuel shortage.

The use of additives fusel oils to motor fuels would reduce total emissions of oxides of carbon and waste gases of internal combustion engines by 15,6%, expand the resource base and reduce the cost of motor fuel by adding cheaper fusel oils.

Keywords: the emission, reduction, the environment, fuel.

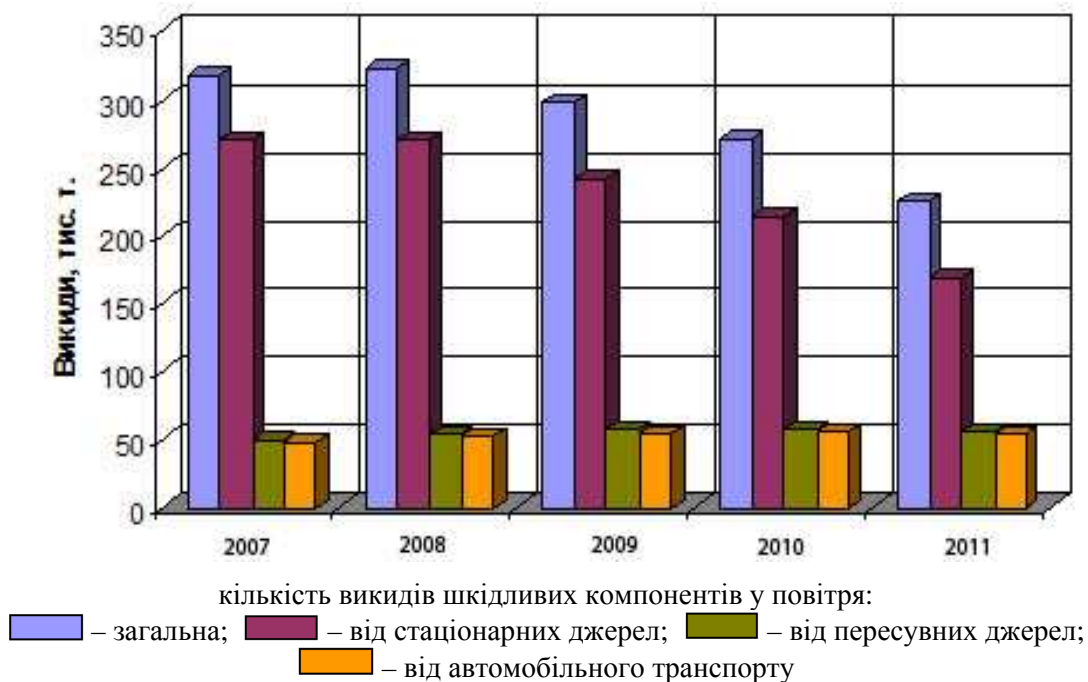


Рисунок 1 – Динаміка викидів шкідливих компонентів у атмосферне повітря в Івано-Франківській області протягом останніх п'яти років

Автомобільний транспорт – одне з найпопулярніших джерел хімічного та теплового забруднення навколишнього середовища та основне джерело шуму у містах.

Відхідні гази, які утворюються внаслідок спалювання палива у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ), є основним складником забруднення довкілля автомобільним транспортом і містять понад 200 найменувань шкідливих речовин, у тому числі канцерогени. На концентрацію шкідливих речовин у відхідних газах ДВЗ впливає низка чинників: вид палива, режим руху транспорту, рельєф дороги, технічний стан автомобіля та ін. Оскільки екологічні вимоги до складу відхідних газів ДВЗ посилюються, то на проблемі зменшення впливу вказаних чинників на склад відхідних газів ДВЗ фахівці скеровують все більше зусиль.

Значущість і гострота цієї проблеми зростають у зв'язку зі щорічним збільшенням викидів автотранспортними засобами речовин, які забруднюють атмосферу (в середньому на 3-5%) [1].

На сьогодні не розв'язаною залишається проблема використання сивушних масел (СМ) – відходів спиртової промисловості які є забрудником довкілля [2]. Оскільки Україна імпортує 75% необхідного обсягу природного газу та 85% сирової нафти та нафтопродуктів і є енергодефіцитною країною, то можливість одержання з відходів спиртової промисловості додаткових джерел енергії без суттєвих ресурсозатрат є актуальною.

СМ – побічний продукт ректифікації етилового спирту, що є сумішшю спиртів (ізоамілового, ізобутилового, н-пропілового, етилового), води та в незначних кількостях інших органічних сполук. СМ відноситься до шкідливих

продуктів третього класу небезпеки, а тому питання зберігання та утилізації СМ для навколишнього середовища є важливими.

На сьогодні відомі такі основні джерела забруднення довкілля автомобільним транспортом:

- 1) відхідні гази ДВЗ;
- 2) відпрацьовані моторні та трансмісійні оливи, охолоджувальні рідини (гліколі), гальмівні рідини, акумуляторні батареї тощо;
- 3) механічні продукти зношення шин та гальмівної системи (накладки);
- 4) шумове, теплове забруднення довкілля.

Порівняно з іншими забрудниками, джерело забруднення "2" не розпоршується в довкіллі і знешкоджується централізовано. З наведеної групи забрудників відхідні гази – основне та найбільш небезпечне джерело забруднення, оскільки ці гази є токсичними, накопичуються в нижніх шарах атмосфери та містять канцерогенні речовини.

На основі аналізу екологічного паспорта Івано-Франківської області авторами побудована гістограма динаміки зміни викидів шкідливих компонентів у атмосферне повітря (рис. 1). З 2007 року спостерігається тенденція до зниження загальних викидів шкідливих компонентів у атмосферу за рахунок зменшення викидів стаціонарними джерелами, що за період з 2007 по 2011 роки становить близько 20% [1].

Але постійно зростають викиди шкідливих компонентів в атмосферне повітря пересувними джерелами. Так, за період з 2007 до 2010 року викиди збільшилися на 14,2% (рис. 1), що обумовлює посилення небезпеки для навколишнього середовища.

Проблемі знешкодження відхідних газів ДВЗ, використання альтернативних палив та утилізації СМ присвячені роботи вчених: Сорокодимова С.Н., Константинова Е.Н., Чича С.К., Гутаревича Ю.Ф., Говоруна А.Г., Корпача А.О., Смаля Ф.В., Артамонова В. В. та ін [2-8].

До заходів ефективної боротьби з токсичністю відхідних газів автомобільних двигунів, що реально застосовуються в практичній діяльності, відносяться:

- пошук нових видів альтернативного палива та використання добавок до існуючих товарних палив;
- удосконалення конструкцій двигунів та підвищення якості їх виготовлення;
- створення енергосилових установок для автомобілів, що викидають у довкілля меншу кількість шкідливих речовин;
- розробка пристроїв, що знижують токсичність відхідних газів.

Для якісної оцінки використання альтернативних видів палив можна виділити такі основні критерії:

- екологічна безпечність;
- відповідність їх властивостей властивостям товарних моторних палив;
- низька собівартість їх виготовлення у порівнянні з традиційними моторними паливами.

Перспективним альтернативним паливом для використання в двигунах є спирти у чистому вигляді та відходи від їх виробництва в сумішах з бензинами і дизельними паливами у певних співвідношеннях [3, 4].

Використання спиртів та сполук на їх основі на серійних бензинових двигунах без суттєвих змін в конструкції можливе лише при обмеженому додаванні їх до основного палива (бензину) [4].

У ряді країн світу вже застосовуються бензини з 10-15% різних паливних домішок. Зокрема суміш бензину з етанолом (10-12%) успішно використовується у США та Канаді, а також у Бразилії, де їх виробництво здійснюється на основі національної програми. У США 80% виробленого етанолу використовується як паливо. У Франції застосовується пальне з вмістом у ньому 5% етанолу [4].

У наш час для зменшення обсягу імпорту нафти та нафтопродуктів доцільно організувати виробництво паливного спирту у випадку додавання якого у кількості 6-12% до бензину не потрібно вносити зміни до конструкції ДВЗ [5].

У 1998-1999 роках ДержавтотрансНДПроектом Мінтрансу України та УкрНДІНП "МАСМА" було проведено випробування високооктанової кисневмісної добавки до бензинів (ВКД) українського виробництва – аналогу паливної етанолової добавки до бензинів, що використовується у світі. Внаслідок цього було затверджено галузевий стандарт ГСТУ 320.00149943.015-2000 "Бензини моторні сумішеві. Технічні умови", згідно з якими суміш бензинів з вмістом ВКД до 6% виробляються і використовуються в Україні як автомобільне паливо. До основних недоліків ВКД належать такі: нижча порівняно з бензином теплота зго-

рання, а також вища собівартість виготовлення у порівнянні з товарними паливами [6].

Біодизельне паливо було відоме з початку минулого століття, але не використовувалося через наявність дешевших на той час нафтових палив. Щоб оцінити, наскільки реальною і масштабною може бути заміна нафтового дизельного палива біологічним паливом на основі, наприклад, ріпакової олії, необхідно проаналізувати два питання:

– якою мірою ріпакова олія або продукти її переробки відповідають вимогам дизельного палива;

– за яких умов можлива заміна дизельного палива ріпаковою олією або її похідними.

Дані аналізу властивостей ріпакової олії свідчать про можливість застосування її як палива для дизелів. Проте деякі властивості ріпакової олії не дозволяють застосовувати її безпосередньо в сучасних дизелях, що призначені для роботи на дизельному паливі. До таких властивостей належать в'язкість та температура спалаху, які у ріпакової олії вищі в 14...25 разів та в 2,8...3,1 рази відповідно. Ці властивості ріпакової олії призводять до погіршення розпилювання, сумішоутворення і згоряння в дизелі, що спричиняє появу відкладів на стінках камери згоряння і пришвидшує вихід з ладу дизеля. Крім того, мають місце жирові відклади в каналах паливної апаратури [6].

За останні роки в Україні та світі спостерігається стійке зростання використання стисненого природного газу в автомобілях. Основною причиною такої уваги до газового моторного палива є його нижча вартість порівняно з бензином і дизельним паливом. Цьому сприяє також і розгалужена мережа автогазонаповнювальних компресорних станцій, яка на сьогодні становить близько 150 одиниць і постійно зростає.

На відміну від бензину і дизельного палива, природний газ не містить отруйних домішок і добавок, має широкі межі запалювання. Відхідні гази двигунів, що працюють на природному газі, містять незначну кількість нормованих шкідливих викидів [7].

Користуючись методиками, наведеними в [7], було одержано показники ефективності роботи двигунів на бензиновому паливі й газі та виявлено недоліки такого виду палива:

- віддаленість підприємств від джерела заправки;
- зменшення пробігу автомобілів на газовому паливі;
- істотна вартість газової системи живлення двигуна;
- втрата потужності двигуна при роботі на газі;
- важкість пуску в зимовий період та ін.

Але попри перелічені недоліки газового палива майже у 20 країнах світу прийняті програми щодо розширення використання природного газу на транспорті, створена міжнародна асоціація з власників автомобілів, що працюють на стисненому природному газі, яка координує роботу у цій галузі [7].

У наш час досить вагомим конкурентом вуглеводневих палив ДВЗ стає водень, в продуктах згоряння якого не міститься токсичних продуктів неповного згоряння вуглеводневих палив (CO , C_nH_m) [8].

Масштабність використання водню як палива для автомобільного транспорту стимулюється наступним:

- відсутністю його масового та дешевого виробництва;

- необхідністю створення ефективних та надійних засобів зберігання запасів водневого палива на борту автомобіля в достатній кількості, для забезпечення потрібної дальності автономного пробігу [8].

У результаті дослідження роботи ДВЗ на водневому паливі було виявлено такий недолік – явище калільного запалювання при подачі в циліндри ДВЗ водню, опис якого наведено в роботах [8].

Нейтралізація відхідних газів у випускній системі автомобіля здійснюється такими методами:

- окислення відхідних газів шляхом подавання до них додаткового повітря в термічних реакторах; реактори особливо ефективні на режимах багатой суміші при великих навантаженнях, не виходять з ладу з часом, проте не дають повного окислення CO і C_nH_m та не відновлюють NO до N_2 , тому застосовуються як додаткові пристрої перед каталітичним нейтралізатором [12];

- поглинання токсичних компонентів рідиною в рідинних нейтралізаторах; цей спосіб не набув широкого поширення через малу ефективність і необхідність частої заміни рідини [12];

- використання каталітичних нейтралізаторів і фільтрів сажі у дизельних двигунах [12].

Сучасні каталітичні нейтралізатори бувають окисні – платинові (Pt) або палладієві (Pd), відновні – родієві (Rh) та трикомпонентні [12].

Окисні каталітичні нейтралізатори забезпечують допалювання або доокиснення вуглеводнів C_nH_m і оксиду вуглецю (II) CO з утворенням води (H_2O) і оксиду вуглецю (IV) (CO_2). Часткове (не повне) окиснення вуглеводнів C_nH_m зумовлює утворення спиртів, альдегідів, кетонів, органічних кислот тощо. Окисні нейтралізатори дозволяють зменшити вміст CO та C_nH_m на 30...95% [18].

Відновні нейтралізатори призначені для зменшення концентрації оксидів азоту NO , що відновлюється з утворенням молекулярного азоту (N_2) і диоксиду вуглецю (IV) (CO_2) [12].

Трикомпонентні (або селективні) каталітичні нейтралізатори забезпечують скорочення вмісту трьох основних компонентів викидів: CO , C_nH_m і NO завдяки одночасному перебігу окисно-відновних реакцій [12].

Щоб знизити шкідливі викиди під час запуску холодного двигуна, іноді застосовують також вбудований в каталізатор адсорбер вуглеводнів. Серед подібних пристроїв можна назвати нейтралізатор "Едкет" фірми "Делфай" або "Пума" фірми "Корнінг" [12].

Сучасні комплексні системи очищення відхідних газів для дизелів складаються з каталітичних і рідинних нейтралізаторів, а також фільтрів сажі [12].

Фірми, що пропагують економічні легкові дизелі, для збереження довкілля пропонують встановлювати додаткові бачки з реактивами, що знижують кількість утворення сажі, яка нагромаджується у спеціальному нейтралізаторі сажі "Пежо" [12].

"Тойота" розробила свою ефективну систему очищення відхідних газів дизеля, названу DPNR [12]. Вона одночасно знешкоджує канцерогенні частинки сажі та оксиди азоту. Основну роль відіграє новий мікропористий керамічний фільтр, покритий шаром, що здатний накопичувати азот і каталізатором на основі платини.

Фахівці "DaimlerChrysler" створили одну з найефективніших систем – SCR (Selective Catalytic Reduction), що у перекладі означає "селективний каталітичний перетворювач" [12]. Принцип дії системи SCR полягає в хімічній реакції аміаку з оксидом азоту відхідних газів ДВЗ, в результаті якого утворюються нешкідливий азот і водяна пара.

Вирішити питання перевезення на автомобілі аміака – досить токсичної речовини – вдалося концерну "Total", що свого часу створив безпечний замінник аміака, розроблений на водній основі і відповідає стандартам DIN 70070. Сьогодні він широко застосовується в сільському господарстві, текстильній промисловості, а також при виготовленні косметики та парфюмерії. Це рідина не токсична, без кольору і запаху, в "автомобільному" виконанні називається Ad Blue [12].

Як впливає з викладеного, у наш час можна досить ефективно боротися з шкідливими викидами бензинових та дизельних двигунів, забезпечуючи їх очищення на 30-95% залежно від режиму роботи двигуна. Така міра очищення відхідних газів ДВЗ та використання на автомобільному транспорті альтернативних палив досить суттєво підвищить екологічну безпечність автомобіля для довкілля.

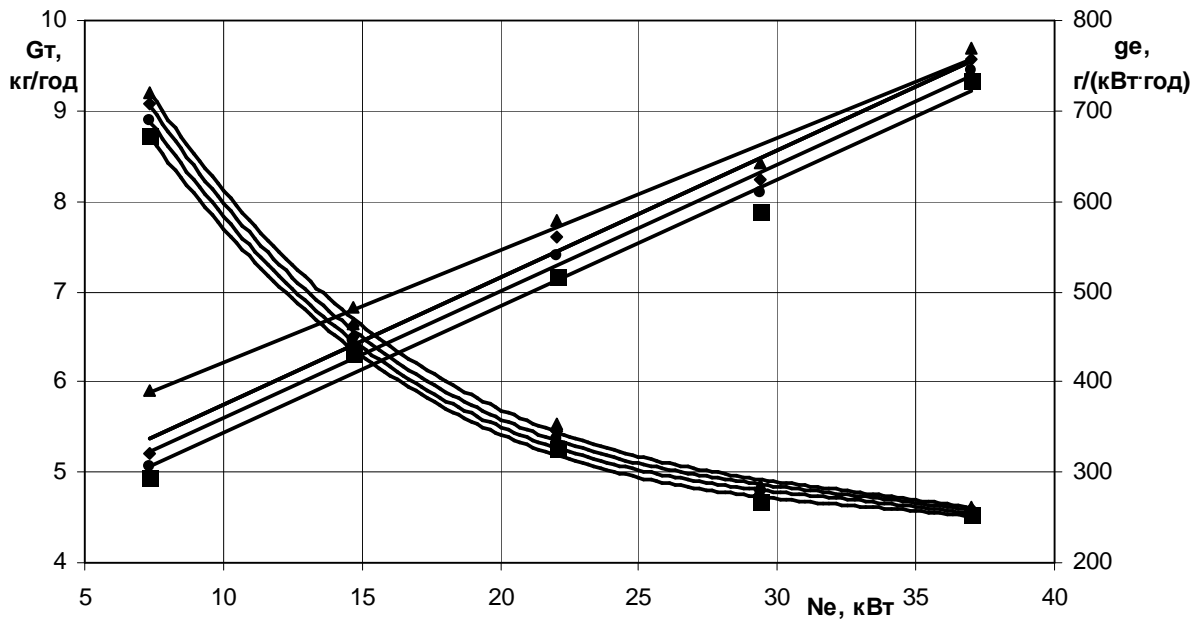
Одним з радикальних методів зниження токсичності відхідних газів автомобільних двигунів є використання альтернативних палив.

Перспективними альтернативними паливами є суміші, одержані на основі товарних палив з речовинами, що мають наближені до товарних палив фізико-технічні властивості, достатню сировинну базу та є дешевими. Такими якостями володіють СМ, які є шкідливими для довкілля відходами спиртової промисловості.

Згідно з проведеними авторами дослідженнями [9] додавання до бензину А-80 у кількості до 10% СМ покращує низку фізико-технічних властивостей:

- зростає октанове число паливної суміші, що дасть можливість використати для паливних сумішей низькооктановий бензин;

- знижується тиск насичених парів, що зменшує ймовірність утворення парових пробок у системі живлення ДВЗ і втрати бензину



вміст СМ (% об.) у бензині А-80 відповідно: ■ - 0; ● - 5; ◆ - 8; ▲ - 10

Рисунок 2 – Залежності годинної G_t та питомої g_e витрат палива двигуна ЗІЛ-130 від потужності N_e під час роботи на сумішах бензину А-80 з СМ

при зберіганні, транспортуванні і заправці автомобілів;

- збільшується густина паливної суміші від 710 до 727 кг/м³, що зменшує втрати палива через ущільнення, покращує сумішоутворення в циліндрах ДВЗ.

Під час додавання СМ до дизельного палива авторами експериментально встановлено покращення таких властивостей [10]:

- зростає цетанове число паливної суміші, що дасть можливість використати утворені суміші на сучасних високофорсованих дизелях;
- знижується рН суміші, що зменшить ймовірність корозії деталей системи живлення;
- незначне зменшення густини паливної суміші, що покращить її розпилювання та змішування з повітрям.

Отже, покращення перелічених вище фізико-технічних властивостей паливних сумішей СМ з товарними паливами робить можливим використання їх як альтернативного палива для ДВЗ, причому без внесення змін до конструкції їх систем живлення.

Такими якостями володіють СМ, які є шкідливими для довкілля відходами спиртової промисловості. На спиртових заводах України за один рік у середньому накопичується 3,5 – 4 тис. м³ СМ. Проблема знешкодження чи використання такої кількості СМ не розв’язана і вимагає розроблення і застосування принципово нових технологій.

Авторами проведено дослідження техніко-експлуатаційних та екологічних показників роботи двигуна ЗІЛ-130 на паливних сумішах бензину А-80 з СМ, результати яких відображені на рис. 2-4.

Залежності на рис. 2 демонструють, що при збільшенні об’ємного вмісту в паливі СМ до 10% об. зростають годинна та питома витра-

ти палива на 4,2 та 7,1% порівняно з бензином А-80, що пов’язано із збільшенням густини утворених паливних сумішей та зменшенні нижчої теплоти згоряння Q_n . Але із збільшенням вмісту СМ досягається зниження вартості палива за рахунок використання в паливних сумішах низькооктанових бензинів. Одержане у такий спосіб альтернативне паливо може використовуватися у високофорсованих ДВЗ з великою мірою стискування, що розраховані на споживання високооктанових бензинів.

Результати дослідження екологічних показників роботи двигуна ЗІЛ-130 під час роботи на чистому бензині А-80 та сумішах цього бензину з СМ відображені графічно на рис. 3-5.

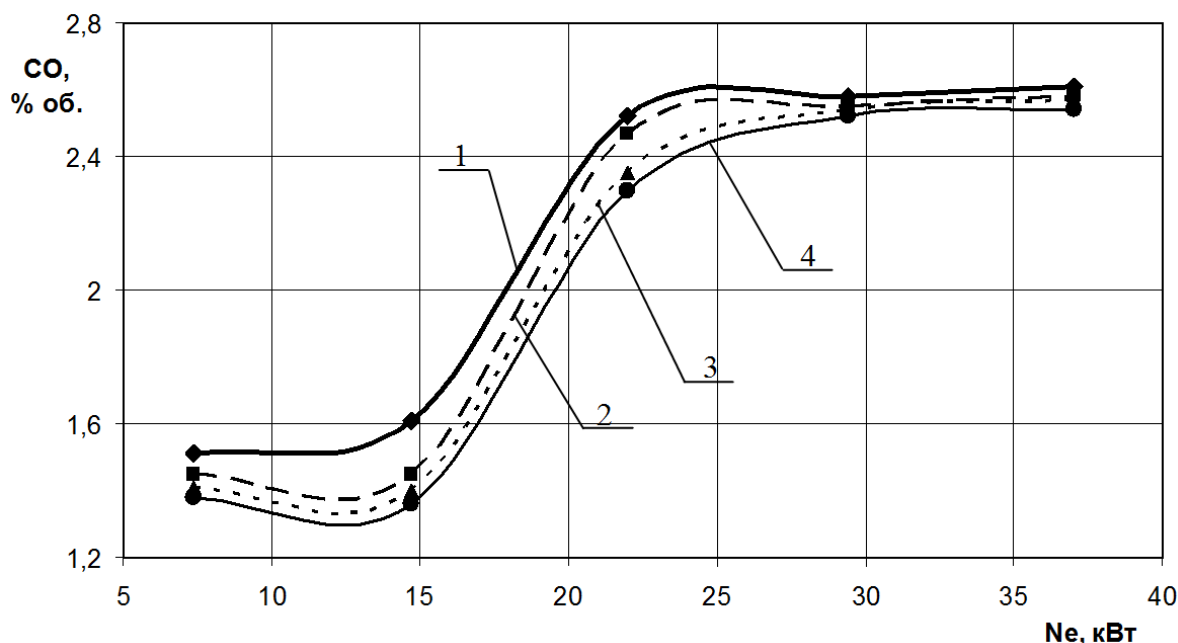
Згідно значень навантаження від 7,35 до 20 кВт у порівнянні з роботою двигуна на чистому бензині при зростанні вмісту СМ у паливних сумішах відбувається зменшення вмісту СО (рис. 3) у відхідних газах двигуна ЗІЛ-130 на 15,6%. Зниження вмісту СО у відхідних газах пояснюється збільшенням кількості кисню в циліндрах двигуна за рахунок його вмісту в СМ.

Отже, використання в товарному бензині добавок СМ як один із методів знешкодження відходів спиртової промисловості покращує екологічні показники роботи двигуна ЗІЛ-130 за вмістом СО у відхідних газах. З метою економії палива та зниження вмісту СО у відхідних газах двигуна доцільно додавати до бензину А-80 до 12% об. СМ, що не вимагає внесення змін конструкції ДВЗ.

Експериментальні залежності рис. 4 і 5 апроксимуються рівняннями:

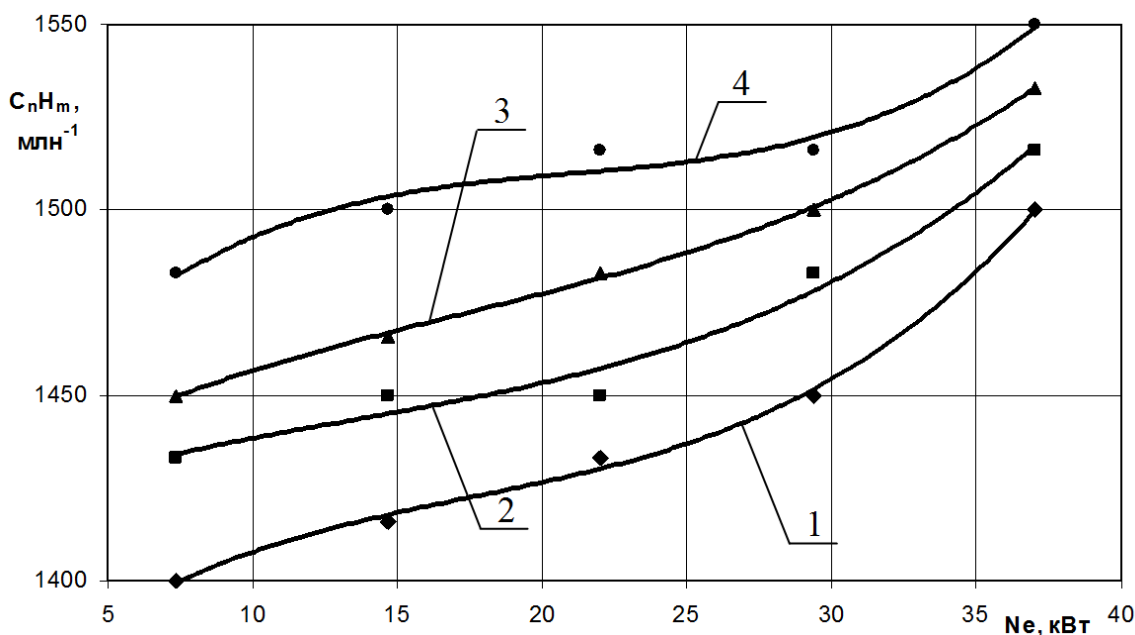
$$C_nH_m = a_1 + b_1Ne - b_2Ne^2 + b_3Ne^3, \quad (1)$$

$$NO = a_2 + b_4Ne - b_5Ne^2 + b_6Ne^3. \quad (2)$$



вміст СМ, % об.: 1 – 0; 2 – 5; 3 – 8; 4 – 10

Рисунок 3 – Експериментальні залежності вмісту CO у відхідних газах двигуна ЗИЛ-130 від потужності Ne



вміст СМ % об.: 1- 0; 2-5; 3- 8; 4 – 10

Рисунок 4 – Експериментальна залежність вмісту C_nH_m у відхідних газах двигуна ЗИЛ-130 від потужності Ne

Дослідні коефіцієнти для рівнянь (1) та (2) наводяться в табл. 1.

Збільшення вмісту СМ у бензині А-80 призводить до зростання вмісту C_nH_m у відхідних газах (рис. 4): додавання до бензину А-80 до 10% об. СМ збільшує вміст C_nH_m на 2,4 – 5,9 % у порівнянні з товарним бензином, що можна пояснити додаванням до палива разом з СМ більшої кількості атомів водню, який міститься у їх складі.

Як видно з експериментальних залежностей (рис. 5), збільшення вмісту СМ у бензині

А-80 призводить до зростання вмісту NO у відхідних газах на 28–86% порівняно з товарним паливом. Це пов'язано з тим, що до палива додається кисень, який міститься у СМ, і при згорянні одержаного альтернативного палива більша кількість азоту окислюється до NO. Але вміст NO у відхідних газах є незначним порівняно з вмістом CO. З врахуванням характеристик сучасних систем очищення відхідних газів (наведені в заданій роботі), які використовуються на бензинових двигунах (забезпечують нейтралізацію шкідливих компонентів на 30-

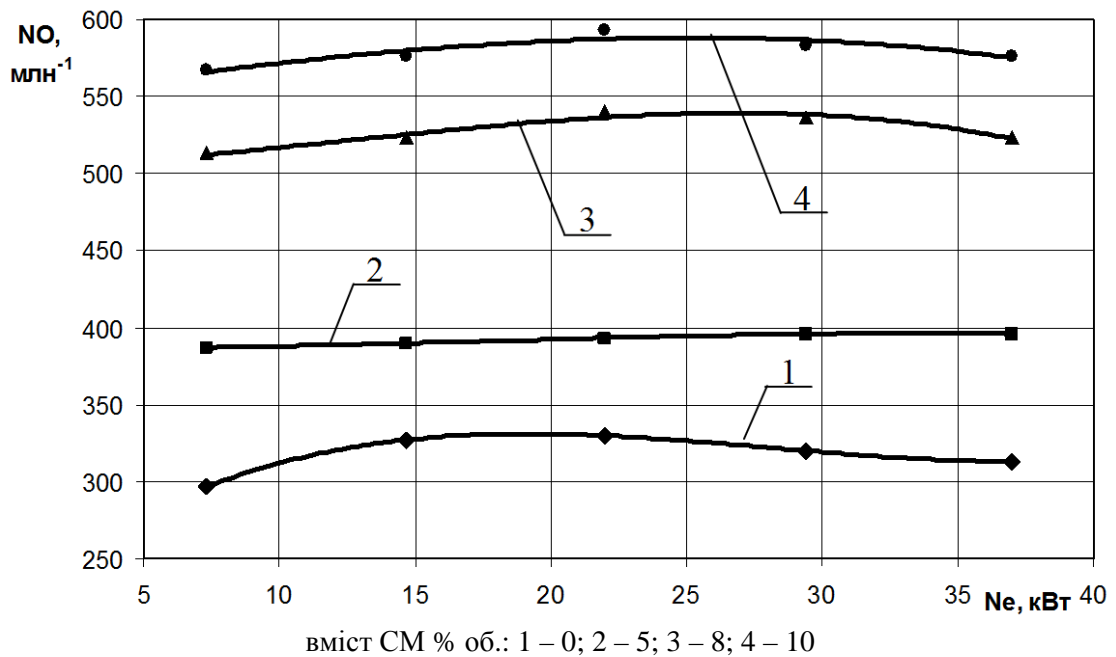


Рисунок 5 – Експериментальні залежності зміни вмісту NO у відхідних газах двигуна ЗИЛ-130 залежно від потужності Ne

Таблиця 1– Дослідні коефіцієнти для рівнянь (1) та (2)

Газ	Коефіцієнти	Значення коефіцієнтів за вмісту СМ, % об.			
		0	5	8	10
C _n H _m	a ₁	1360,2	1417,1	1423,3	1428,8
	b ₁	7,449	3,0822	4,5497	10,173
	b ₂	0,3326	0,1262	0,1498	0,4497
	b ₃	0,0063	0,0031	0,0029	0,0071
NO	a ₂	224,41	13,441	0,5317	0,0063
	b ₄	386,36	-0,1183	-0,0333	-0,0006
	b ₅	504,99	0,2907	-0,1206	-0,0031
	b ₆	548,12	2,6301	0,0196	-0,0009

95% [12]), використання альтернативних палив з вмістом СМ буде безпечним для довкілля.

Авторами також було проведено дослідження техніко-експлуатаційних та екологічних параметрів роботи дизельного двигуна Д21А1, результати яких підтвердили можливість безпечного для довкілля використання СМ як добавки до дизельного палива [10].

Отже, використання СМ як добавок до товарних палив дасть можливість розширити сировинну базу палив для ДВЗ, знизить рівень СО у відхідних газах ДВЗ, знизить вартість товарних палив за рахунок додавання більш дешевих СМ та вирішить проблему утилізації СМ, що на сьогодні є досить актуальною у зв'язку із великими обсягами виробництва спирту в Україні.

Література

1 Екологічний паспорт Івано-Франківської області. Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області. – Івано-Франківськ, 2011. – 163 с.

2 Константинов Е. Н. Разработка технологического режима для переработки сивушно-эфиро-альдегидной фракции на брагоректификационной установке косвенного действия с получением высококачественного спирта / Е. Н. Константинов, Х. Р. Суюхов, Т. Г. Короткова, О. В. Мариненко, С. К. Чич, П. Е. Романишин, Л. М. Бондарь // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2-3. – С.64-66.

3 Гутаревич Ю.Ф. Етиловий спирт як моторне паливо / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун та інші // Автошляховик України. – 1999. – №1. – С. 7-10.

4 Гутаревич Ю.Ф. Використання бензо-спиртових сумішей в двигунах з іскровим запалюванням / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун та інші // Автошляховик України. – 2002. – №2. – С. 8-10.

5 Столяренко Г.С. Екологічні аспекти вирішення проблеми зниження токсичності відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання / Г.С. Столяренко // Екологічний вісник. – 2005. – № 3. – С. 7-10.

6 Устименко В.С. Перспективи і проблеми розширення використання біопалива автомобільним транспортом України / В.С. Устименко, С.О. Ковальов, О.А. Бейко // Автошляховик України. – 2003. – №2. – С. 7-21

7 Редзюк А.М. Комплексний аналіз ефективності використання природного газу на автомобільному транспорті / А.М. Редзюк, В.М. Поліщук, Ю.Ф. Гутаревич та ін. // Автошляховик України. – 2000. – №3. – С. 4-7.

8 Галышев Ю.В. анализ перспективы создания водородных двигателей / Ю.В. Галышев // Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – №2(22). – С.19-23.

9 Мельник В.М. Про альтернативні палива поршневих двигунів нафтогазової галузі / В.М. Мельник, Ф.В. Козак, Л.І. Гаєва // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2005. – №1. – С.137-140.

10 Мельник В.М. Альтернативні палива дизельних двигунів нафтогазової галузі / Василь Мельник // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. - №4(17). – С. 92-94.

11 Мельник В.М. Утилізація сивушних масел у двигунах внутрішнього згоряння / В.М.Мельник, Ф.В.Козак, Л.І.Гаєва // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2009. – №3(32). – С. 93-97.

12 Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей / А.Р. Кульчицкий // Учебное пособие (изд. 2, исправленное и дополненное). – М.: ООО "Академический проект", 2004. – 400 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії

01.06.12

Рекомендована до друку професором

Семчуком Я.М.