

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ЛЕГКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Гуцько А.В., кандидат технічних наук

Славін В.В.

Манько І.В.

В статті охарактеризовано стан автомобільного транспорту в Україні, наведено фактичні дані щодо забруднення навколишнього середовища країни. Розглянуто основні чинники підвищення викидів шкідливих речовин та існуючі методи зменшення їх, зокрема на легкових автомобілях з тривалим часом перебування в експлуатації.

This article examines position of motor transport in Ukraine, actual datum about environmental pollution of the country were also analyzed. The main factors of increasing pollutant emission and existing methods of their decreasing during the long exploitation of motor cars were researched.

В світі налічується більше 700 млн одиниць автомобілів, з них 86% припадає на легкові автомобілі, 13 % на вантажні автомобілі й тільки 1 % на автобуси [1].

Автомобільний транспорт в Україні, у 2009 р. нараховував більше 8420,5 тис. од. Структура автомобільного парку така: вантажних автомобілів 11,1% (935,3 тис. од), автобусів 2,2% (180,0 тис. од), легкових автомобілів 77,4% (6518,7 тис. од), інші автомобілі 2,8 % (231,6 тис. од), мототранспорт 6,5% (554,5 тис. од), приріст парку в основному відбувається за рахунок легкових автомобілів, що відповідає загальносвітовим тенденціям [2].

Зростання автомобільного парку спричинює негативний вплив на оточуюче середовище, забруднюючи його шкідливими викидами (ШВ) відпрацьованих газів автомобілів. Забруднення в основному спостерігається в місцях найбільшого їх скупчення [3].

Постановою Верховної Ради України за № 188/98-ВР ще у 1998 році "Про основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки", екологічну ситуацію в Україні було визнано кризовою [1].

ШВ автотранспорту в Україні щороку підвищуються, у багатьох містах викиди складають 90...95% від загальної кількості викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. Серед пересувних джерел викиди оцінюються таким

чином: автомобільний транспорт – 86,5%, літаки і залізничний транспорт – по 1,6%, морський – 2,8% [1].

Викиди шкідливих речовин (ШР) у 2008 р. в повітря атмосфери становили 7210,3 тис. т, із них викиди ШР автомобільним транспортом в атмосферу становили 2420,3 тис. т, що більше ніж за 2007 на 8% [3,1]. Викиди основних шкідливих речовин в атмосферне повітря наведено в табл.1[2].

Таблиця 1

Викиди ШР в атмосферне повітря автомобільним транспортом в Україні
(тис. т)

Викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря	Рік				
	2004	2005	2006	2007	2008
Автомобільним транспортом всього	2076,9	2056,0	2097,0	2254,4	2420,3
Діоксид сірки SO ₂	10,3	10,5	11,0	19,5	20,1
Діоксид азоту NO ₂	135,1	136,2	141,3	202,7	211,6
Оксид азоту NO _x	“...“	“...“	“...“	1,2	1,3
Оксид вуглецю CO	1642,8	1625,8	1657,8	1775,3	1870,5
Діоксид вуглецю CO ₂	“...“	“...“	“...“	25671,7	26719,2
Сажа S	9,7	10,0	10,7	23,4	23,8

За деякими оцінками, на ліквідацію наслідків забруднення повітря в Україні витрачається щорічно близько 10,1 млрд грн [1]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 80% зазначених збитків пов'язано безпосередньо з погіршенням здоров'я людей, хворобами та втратою працездатності [4].

В Європі автотранспорт посідає друге місце у збільшенні викидів CO₂, що призводить до парникового ефекту в навколишньому середовищі. В 2008 р. середня величина викидів CO₂ новими автомобілями становила 154 г/км, що значно вище, раніше встановленої вимоги зі зниження викидів CO₂ новими автомобілями до 140 г/км пробігу в 2008 році. Згідно планів Європейської комісії до 2012 року необхідно знизити викиди CO₂ новими автомобілями до 120 г/км пробігу, тобто практично на 20%. Вимоги будуть зростати й досягнуть норм викидів CO₂ в кількості 95 г/км до 2020 року [5].

Чинниками, що погіршують екологічну ситуацію в автомобільному секторі, є: збільшення загальної кількості колісних транспортних засобів (КТЗ); старіння парку КТЗ у зв'язку з відсутністю інвестицій у його відновлення; масове ввезення екологічно небезпечних КТЗ застарілої конструкції, що перебу-

вали в експлуатації в інших країнах (екологічний рівень 90-х років минулого століття); затримка з введенням сучасних екологічних вимог до КТЗ і використуваних палив; відсутність заходів державного регулювання, спрямованих на економічне заохочення впровадження нової техніки та технологій; відсутність ефективного контролю за технічним станом КТЗ, що перебувають в експлуатації [1].

В Україні автомобільний парк індивідуального користування за часом перебування в експлуатації значно зношений, 60% автомобілів перевищує 10 - річний термін експлуатації.

Вікова структура парку автотранспортних засобів в Україні, станом на 08.01.2006 р., за видами, наведена в табл. 2. З цієї таблиці видно, що загальна кількість автотранспортних засобів віком до 10 років становить лише 16,3%, легкових автомобілів становить 17%, вантажних автомобілів 15%, автобусів 20% [1, 2].

Частка автомобілів модельного ряду ВАЗ з числа зареєстрованих у 2004 р. складала 41,3% всіх легкових автомобілів [4]. Саме цей факт змушує звернути особливу увагу на застарілі автотранспортні засоби терміном експлуатації більше 10 років [1,2]. Екологічні вимоги на час їх випуску були менш жорсткими у порівнянні з сучасними, тому двигуни цих автомобілів не відповідають жодним Європейським нормам викидів ШР [4].

Таблиця 2

Автотранспортні засоби залежно від часу перебування в експлуатації станом у 2006 р.

Автотранспортні засоби	Всього	У тому числі які перебували в експлуатації з моменту випуску заводом виготовлювачем			
		до 3 років включно	від 3,1 до 5 років включно	Від 5,1 до 10 років включно	більше 10 років
всього	6861350	897132	709082	1115770	4097436
Легкові автомобілі	5603629	790981	612984	947511	3251753
Вантажні бортові	302439	22005	22592	45314	212528
Самоскиди	207900	5146	6384	20770	175600
Сідельні тягачі	79030	4873	6823	17652	49682
Спец. вантажні	320794	21650	21826	53457	223861
Пасажи́рські автобуси	180010	27133	20727	35819	96331
Інші транспортні засоби	167548	25344	17746	36777	87681

В зв'язку з цим, для поліпшення екологічних показників та паливної економичності легкових автомобілів зі значним пробігом, в роботі [4] розглянуто та досліджено метод заміни застарілої системи живлення автомобіля марки ВАЗ на електронну розподілену систему впорскування палива (ЕРСВБ). Для заміни карбюратора в умовах експлуатації була обрана ЕРСВБ одночасного впорскування палива "LE-Jetronic" (Bosch), яка налічує у собі мінімальну кількість додаткових пристроїв. Застосування системи впорскування дозволило при стабільній роботі двигуна, що підтверджується однаковими, а для малих навантажень нижчими концентраціями вуглеводнів у відпрацьованих газах, значно збіднити паливоповітряну суміш (λ зросло з 1,0 до 1,2). Таке збіднення суміші призвело до зниження питомої витрати палива при використанні системи впорскування в середньому по навантажувальній характеристиці на 8,7%. При повному навантаженні і незначному збагаченні суміші внаслідок збільшення наповнення циліндрів повітрям (з 110,3 до 121,7 кг/год.), потужність двигуна з системою впорскування зросла на 7,2%. Значне збіднення суміші в основних режимах роботи призвело до зниження концентрацій оксиду та діоксиду вуглецю CO , CO_2 та оксидів азоту NO_x . В процесі розрахунків на математичних моделях отримані показники роботи двигуна і автомобіля в кожній точці циклу. Результати розрахунків показників автомобіля наведені в табл. 3[4].

Таблиця 3

Показники роботи автомобіля ВАЗ–2106 з різними типами системи живлення двигуна при русі за режимами Європейського міського їздового циклу (г/км)

Показник роботи автомобіля	Тип системи живлення		Зміна показників, %
	карбюратор	ЕРСВБ	
$G_{\text{пал}}$	82,7	74,7	9,67
G_{CO}	12,5	4,56	63,5
$G_{\text{C}_m\text{H}_n}$	1,12	0,522	53,3
G_{NO_x}	1,41	0,545	61,3
G_{CO_2}	227	197	13,2
Сумарні викиди ШР, зведені до рівня агресивності CO	74	28,7	61,2

Отримана при випробуваннях витрата палива, складала для автомобіля з карбюраторною системою 109,5 мл/км, з системою впорскування 99,7 мл/км, тобто система живлення із впорскуванням палива покращує паливну економічність автомобіля в режимах Європейського їздового циклу на 8,95%. З табл. 3 видно, що заміна карбюратора на ЕРСВБ призводить до значного зниження викидів всіх ШР. Сумарні викиди ШР зведені до рівня агресивності CO зменшились на 61,2%. Система впорскування для даного автомобіля зменшує час розгону від 40 до 80 км/год з 10,41 до 9,31 с. тобто на 10,6%. При цьому витрата палива за розгін залишається практично незмінною (зменшується на 0,8%) [4].

Наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання і споживчої політики від 01.02.2005 р. № 28, для досягнення сучасного рівня екологічних вимог та виконання міжнародних зобов'язань України за Женевською Угодою 1958 року, затверджено нову редакцію Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні. Згідно з цим переліком вимоги рівня "Євро-2" введені в Україні з 01.01.2006 р. [1].

За ініціативою ДП «ДержавтотрансНДІпроект» відбувся круглий стіл, на якому обговорювались забруднення ШВ довкілля, терміни щодо запровадження міжнародних екологічних вимог до дорожніх транспортних засобів та їх двигунів: з 2009 – 2010 рр. на рівні Європейських стандартів 2000 р. «Євро-3»; з 2011 – 2012 рр. на рівні Європейських стандартів 2005 р. «Євро-4»; з 2013 – 2014 рр. на рівні Європейських стандартів «Євро-5» [6].

Нові екологічні норми [1] вимагають жорсткіші вимоги щодо вмісту ШР у відпрацьованих газах, для досягнення яких розглянута вище ЕРСВБ без додаткових пристроїв, систем і нових функцій не зможе їх повністю задовольнити.

На сьогодні існує безліч сучасних систем впорскування палива, але найбільш прийнятною з точки зору витрат на її придбання та без значних доробок і заміни основних агрегатів двигуна, є "LN-Motronic" з електронним блоком управління (ЕБУ) - GM. Дана система впорскування палива, може використовуватися для заміни застарілих систем живлення, що не відповідають сучасним екологічним вимогам. Електронна система розподіленого впорскування палива та управління двигуном LN-Motronic, обладнана системою нейтралізації відпрацьованих газів та системою вловлювання випарів бензину, що може повністю задовольнити сучасні вимоги Євро 3 [7, 9].

ЕРСВБ LN-Motronic, є інтеграцією двох систем LE – Jetronic і LN – Jetronic в одну. Зміна кута випередженням запалювання механічним способом в

системі LE – Jetronic, змінено в системі LH-Motronic електронною мікропроцесорною системою, сучасна система об'єднує систему управління двигуном з одним блоком управління кутом випередження запалювання і системою впорскування палива. На підставі отриманих даних від датчика частоти обертання, витратоміра повітря, та датчика верхньої мертвої точки, блок управління обирає час та керує імпульсом струму високої напруги котушки запалювання. Для розрахунку кута випередження запалювання для усіх режимів роботи двигуна використовують таблицю випередження. Мета таблиці - пошук оптимального моменту запалювання, для отримання більшої потужності та кращої паливної економічності двигуна [7].

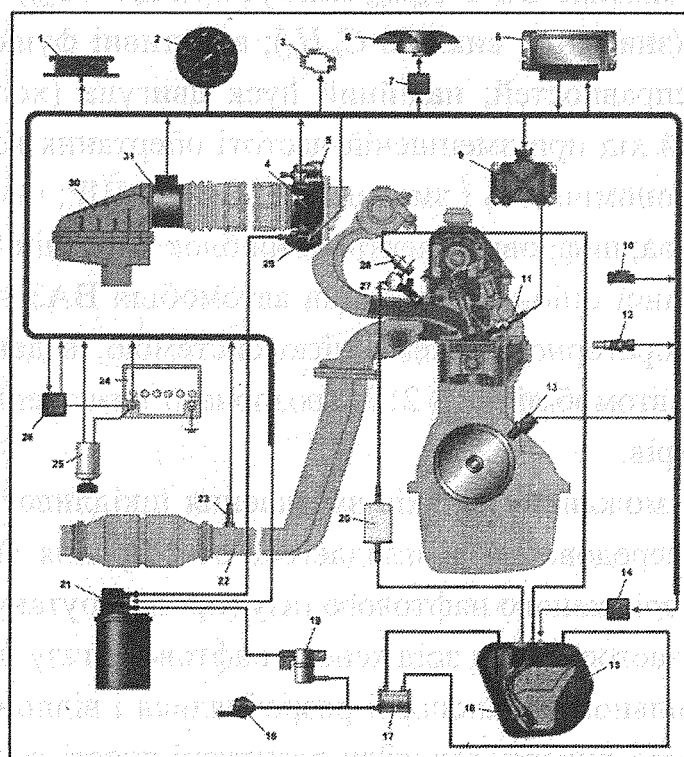


Рис.1. Електронна система розподіленого впорскування палива та управління двигуном

LH-Motronic

- 1 - колодка діагностики двигуна; 2 - тахометр; 3 - контрольна лампа несправності системи управління двигуном; 4 - датчик положення дросельної заслінки; 5 - корпус дросельної заслінки;
- 6 - електровентилятор; 7 - реле електровентилятора; 8 - електронний блок управління; 9 - модуль запалювання; 10 - датчик швидкості автомобіля; 11 -

свічка запалювання; 12 - датчик температури охолоджуючої рідини; 13 - датчик положення колінчастого вала; 14 - реле електробензонасоса; 15 - паливний бак; 16 - електробензонасос; 17 - перепускний клапан; 18 - запобіжний клапан; 19 - гравітаційний клапан; 20 - паливний фільтр; 21 - клапан продувки адсорбера; 22 - прийомна труба глушника; 23 - датчик концентрації кисню; 24 - акумуляторна батарея; 25 - вимикач запалювання; 26 - головне реле; 27 - форсунка; 28 - регулятор тиску палива; 29 - регулятор холостого ходу; 30 - корпус повітряного фільтра; 31 - датчик масової витрати повітря;

Перевагами LH-Motronic, є: інтегроване управління системою впорскування палива і кутом випередження запалювання; система нейтралізації відпрацьованих газів (окисляє CO і C_mH_n , знижує викиди NO_x); система вловлювання випарів палива (зниження викидів C_mH_n); адаптивні функції і самодіагностика для пошуку несправностей; надійний пуск двигуна (холодний або гарячий); стійкий холостий хід при зменшеній частоті обертання колінчастого вала двигуна; паливна економічність і зменшення викидів ШР; можливість використання газового палива; цифровий електронний блок управління [7].

Для всебічної оцінки показників автомобіля ВАЗ в умовах експлуатації при заміні карбюраторної системи цією системою, в даний час така система встановлена на автомобілі ВАЗ 2101, розпочато визначення доцільних регульованих параметрів.

Як один з можливих шляхів зменшення шкідливого впливу автомобілів на навколишнє середовище, розглядається розширення використання газового палива, зокрема зрідженого нафтового газу (пропан-бутану).

З початку застосування зрідженого нафтового газу в якості моторного палива на автомобільному транспорті розроблялися і відповідні системи живлення, які б дозволили використовувати позитивні якості газового палива з найбільшою ефективністю в двигунах внутрішнього згорання з різними типами сумішоутворення, запалювання робочої суміші та організації робочого процесу [8].

Однією з переваг системи впорскування палива LH-Motronic, є можливість шляхом незначних конструктивних змін використовувати зріджений нафтовий газ, що забезпечує значну економію палива та зниження ШВ. Найкраще особливостям інжекторних двигунів відповідають системи розподіленого послідовного впорскування газу з електромагнітними форсунками, якими керує ЕБУ. Відповідно до загальної класифікації газобалонного обладнання (ГБО), ці сучасні системи можна віднести до 4-го покоління.

Газове паливо в цих системах подається через форсунки, встановлені у впускному колекторі безпосередньо перед впускними клапанами. Форсунки обладнані електроклапанами, які відкриваються за командою ЕБУ. Як і в системах впорскування бензину, паливо подається в потрібний момент і в оптимальній кількості. ЕБУ, при визначенні оптимального складу суміші, враховує інформацію від датчика концентрації кисню, датчиків температури і розрідження в системі впуску.

Преваги ГБО 4 -го покоління в порівнянні з традиційними системами:

- мінімальна витрата палива;
- мінімальна втрата потужності двигуна на газовому паливі (1-2%);
- виконання нормативів токсичності ЄВРО -2, ЄВРО -3, ЄВРО -4;
- відсутність зворотного згоряння у впускному трубопроводі двигуна;
- наявність бортової самодіагностики (не потребує додаткових емуляторів);
- мінімізація помилок монтажу та трудомісткості установки (всі електричні з'єднання виконані у вигляді роз'ємів).

Все це робить сучасні системи газового живлення придатними для монтажу із найсучаснішими електронними системами розподіленого впорскування палива і управління двигуном. Це забезпечує можливість їх використання, шляхом переобладнання автомобілів в умовах експлуатації.

Таким чином, з наведених даних видно, що основним чинником забруднення атмосфери є, автомобільний транспорт, в якому присутня значна частина легкових автомобілів з тривалим часом перебування в експлуатації. Екологічні вимоги на час випуску були менш жорсткими у порівнянні з сучасними вимогами. Для поліпшення екологічних показників і паливної економічності легкових автомобілів зі значним пробігом доцільно замінити карбюраторні системи системами впорскування палива. Виконання сучасних екологічних норм можливе використанням сучасних електронних систем розподіленого впорскування палива та управління двигуном. Превагами сучасних систем впорскування палива є встановлення додаткових пристроїв, систем і додаткових функцій для виконання екологічних норм та поліпшення паливної економічності, зокрема такі системи надають можливість використання альтернативних газоподібних палив.

Література

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А.М. Редзюка.

2. Україна у цифрах у 2009 році. Статистичний збірник / Державний комітет статистики України. За ред. Осауленка О. Г. Київ ДП «Інформаційно-аналітичне агентство» 2010 - 258 с.
3. Снижение вредных выбросов автомобилями в эксплуатационных условиях / Ю. Ф. Гутаревич. – К.: Выща шк., 1991. – 179 с.
4. Гунько А. В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників в умовах експлуатації: дисертація на здобуття наукового ступеня к. т. н. - 05.22.20 - Київ., - 2006. -185 с.
5. European Environment Agency. Towards a resource-efficient transport system TERM 2009: indicators tracking transport and environment in the European Union. 2010 — 47 pp.
6. Енергетична та екологічна політика на автомобільному транспорті України: шляхи адаптації до законодавства ЄС // «Автошляховик України». - № 5 (199). 2007. - с. 2 - 5 .
7. Системы впрыска BOSCH. Принцип действия, тестирование, обслуживание, модернизация / РИП «Петит». М.: 2009. 200 с.
8. Гутаревич Ю.Ф. Применение газообразного топлива на автомобильном транспорте / Ю.Ф. Гутаревич, Н.Е. Основенко. – К.: Знание, 1987.
9. Техническое руководство по эксплуатации автомобиля ВАЗ 2107 с двигателями 2103, 2106, 2104і и 21067і карбюратор / инжектор: обслуживание, технические характеристики, схемы, ремонт // www.car-exotic.com - 2010