

УДК 629.113

ГОРБІК Ю.В., к.т.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ЗА РІЗНИМИ ЦИКЛАМИ ВИПРОБУВАННЯ

У статті викладені результати оцінки паливної економічності й токсичності відпрацьованих газів легкового автомобіля ВАЗ-21104, обладнаного нейтралізатором і без нейтралізатора з використанням роликів стенду.

Ключові слова: токсичність, відпрацьовані гази, паливо, роликів стенд, нейтралізатор.

Постановка проблеми

Контроль токсичності за допомогою їздових перехідних циклів інформаційно повний, але важкий у виконанні. Серйозним недоліком усіх відомих закордонних циклів є те, що при випробуваннях чітко регламентуються тільки швидкості й передачі, а навантаження на колесах не нормується. Це приводить до серйозних похибок у визначенні вмісту токсичних речовин. Особливо це стосується оксидів азоту, які при малих навантаженнях практично відсутні, а при середніх і більших різко зростають.

У зв'язку з цим на кафедрі ТЕСА ХНАДУ розроблений метод випробувань автомобілів на токсичність при різних швидкостях і навантажувальних режимах, який заміняє їздовий цикл. При діагностуванні токсичності на роликів стендах пропонується два режими випробувань: міський ($V_a=30$ км/год, відсоток використання потужності $\sim 10\%$) і магістральний ($V_a=60$ км/год, відсоток використання потужності $\sim 30\%$).

При виконанні дослідження був використаний автомобіль ВАЗ-21104 з системою нейтралізації та без неї.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Були розглянуті і вивчені можливості і технічні характеристики різних діагностичних роликів стендів. Особлива увага приділялася можливостям стенда імітувати реальні умови руху автомобіля [1].

В остаточному підсумку основним устаткуванням для проведення експериментальних досліджень була прийнята пересувна станція діагностики легкових автомобілів (ПДС-Л) розроблена кафедрою «Технічної експлуатації і сервісу автомобілів» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ТЕСА ХНАДУ). Незважаючи на деякий програш у параметрах точності й вартості в порівнянні зі стаціонарними, пересувні станції застосовуються для екологічного контролю.

При розгляді й вивченні різних методик порівняльних досліджень автомобілів на стенді з біговими барабанами була взята за основу методика, запропонована кафедрою ТЕСА ХНАДУ [3].

Мета статті

Запропонована методика не пов'язана з типом станції й висуває вимоги лише до її навантажувально-швидкісних характеристик.

При використанні запропонованої методики вирішувалися наступні задачі:

- 1) одержання характеристик токсичності та їхніх сімейств на роликовому стенді ПДС-Л на різних навантажувальних режимах по трьох основних компонентах;
- 2) перетворення їх у питомі одиниці й визначення сумарної приведенної токсичності ВГ;
- 3) аналіз впливу експлуатаційних факторів на величину сумарної приведенної токсичності.

Матеріали й результати дослідження

Прямі виміри об'ємних викидів шкідливих речовин (ШР) при дослідженнях токсичності на навантажувальних режимах у цілому аналогічні вимірам на режимі ХХ (певні складності при знятті цих характеристик викликає необхідність створення за допомогою роликового стенда заданого навантажувально-швидкісного режиму й утримання на цьому режимі об'єкта випробувань – автомобіля). Паралельно проводиться побудова економічної характеристики на цих же режимах. Як показала практика, при використанні масового методу контролю витрати палива час на його проведення (1,5...2 хв.) із запасом перевищує рекомендований час для встановлення показників газоаналітичною апаратурою.

Нижче подано результати випробувань легкового автомобіля ВАЗ-21104, обладнаного трикомпонентним нейтралізатором ВГ, який об'єднаний у єдиний блок з випускним колектором, що дозволяє нейтралізатору швидше прогріватися до робочої температури. У нейтралізаторі знаходяться керамічні елементи з мікроканалами, на поверхні яких нанесені каталізатори: два окислювальних (платина і паладій) і один відновлювальний (родій). Електронна система впорскування палива безперервно корегує подачу палива в залежності від умов роботи двигуна і сигналу від датчика концентрації кисню у ВГ, який встановлений перед нейтралізатором.

Обробка результатів діагностування включає:

- при одиничних вимірах у залежності підставляються безпосередні результати, при множинних – їх середнє арифметичне;
- перерахування результатів випробувань у розмірність г/км виконується на підставі залежності

$$Q_{\text{ШР}} = \frac{1000}{22.4} \cdot M_{\text{ШР}} \cdot 0.01 \cdot X_{\text{ШР}} \cdot 0.01 \cdot \frac{\rho_{\text{п}} \cdot L_{\text{о}}}{\rho_{\text{пов}}} \cdot Q \cdot \alpha, \quad (1)$$

де $Q_{\text{ШР}}$ – молекулярна маса шкідливої речовини (ШР), г/км;

$X_{\text{ШР}}$ – показання газоаналізатора, % (при шкалах, які відградуировані у млн^{-1} , перевідний коефіцієнт 10000);

$\rho_{\text{п}}$ – густина палива, приведена до нормальних умов (НУ), кг/л;

$\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, приведена до НУ, кг/м^3 ;

$L_{\text{о}}$ – стехіометрична кількість повітря;

Q – витрата палива, л/100 км;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Витрата палива при випробуваннях визначається по залежності

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{под.}} - Q_{\text{пов.}}, \text{ л/год} \quad (2)$$

де $Q_{\text{год}}$ – годинна витрата палива автомобілем при заданому русі, л/год;

$Q_{\text{под.}}$ – кількість палива, яке подається до двигуна за годину, приймаємо рівною продуктивності електропаливного насоса, л/год;

$Q_{\text{пов.}}$ – кількість палива, яке повертається назад у бак, л/год.

Годинну витрату палива автомобілем при заданій швидкості руху визначаємо за формулою

$$Q_{год} = (Q_{л/100} \cdot V_a) / 100, \text{ л/год} \quad (3)$$

де $Q_{л/100}$ – кількість палива, що витрачається автомобілем при заданому русі, л/100 км;
 V_a – швидкість автомобіля, км/год.

Формула для переведення л/год у л/100км має вигляд:

$$Q_{год} / 100\text{км} = (Q_{год} / V_a) \cdot 100, \text{ л/100 км} \quad (4)$$

За отриманими результатами робиться висновок щодо впливу експлуатаційних факторів на показники автомобіля, який досліджується.

Результати та аналіз експериментальних досліджень щодо рівнів викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна автомобіля ВАЗ-21104 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Експериментальні значення рівнів викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна автомобіля ВАЗ-21104

| Токсичні речовини | Частота обертання колінчастого вала n, хв. ⁻¹ | | | | | | | |
|--|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | n _{мін} (850±50) | | | | n _{підв.} (3700) | | | |
| | Без нейтралізатора | | 3 нейтралізатором | | Без нейтралізатора | | 3 нейтралізатором | |
| | Отриманий результат | Норма ДСТУ 4277.2004 | Отриманий результат | Норма ДСТУ 4277.2004 | Отриманий результат | Норма ДСТУ 4277.2004 | Отриманий результат | Норма ДСТУ 4277.2004 |
| CO, % | 0,7 | 3,5 | 0,025 | 0,5 | 0,5 | 2,0 | 0,04 | 0,3 |
| C _n H _m , млн. ⁻¹ | 185 | 1200 | 42 | 100 | 67 | 600 | 37 | 100 |

Режим ХХ (табл. 1) має значну інформативність, хоча дати повний адекватний висновок про токсичність автомобіля, який перевіряється, за даними, отриманим на режимі холостого ходу, неможливо, відмовлятися від такої перевірки теж неправильно, тому що цю методику передбачає діючий в Україні ДСТУ 4277-2004: «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині або на газовому паливі» [2].

Контроль на режимі ХХ повинен стати низовим щаблем системи контролю, застосовуватися в умовах експлуатації як елемент діагностики і входити як складова частина у випробування під навантаженням на роликівих стендах.

Аналізуючи отримані експериментальні дані на ХХ (табл. 1) ми бачимо, що застосування нейтралізаторів на серійному автомобілі сімейства ВАЗ-21104 дає значне зниження викидів оксиду вуглецю й вуглеводнів у ВГ.

При проведенні порівняльних випробувань автомобіля ВАЗ-21104 з нейтралізатором і без нього, виміряли також витрату палива в міському, магістральному й змішаному циклі. Миттєва витрата палива, середня швидкість руху, середня витрата фіксувалися за штатним бортовим комп'ютером автомобіля. Результати представлені в таблиці 2.

Як видно з отриманих результатів, застосування нейтралізатора дає незначне збільшення витрат у міському (на 2,3%), у позаміському (на 7,5%) і змішаному циклах (на 2,7 %), але при цьому викиди CO знижуються в 3,2 раза, CH – у 3,8 раза, NO_x в 6,08 раза (табл. 3).

Таблиця 2

Результати порівняльних досліджень впливу системи нейтралізації відпрацьованих газів автомобіля ВАЗ-21104 на витрату палива за різними циклами випробування

| Обладнання системи випуску ВГ | Витрати палива автомобіля, л/100 км | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|
| | Міський цикл | Магістральний цикл | Змішаний цикл |
| Без нейтралізатора | 8,4 | 6,2 | 7,2 |
| З нейтралізатором | 8,6 | 6,7 | 7,4 |

Таблиця 3

Дані щодо випробувань автомобіля ВАЗ-21104 на стенді з біговими барабанами за методикою кафедри ТЕСА ХНАДУ

| Обладнання системи випуску ВГ | Токсичні речовини, які викидаються з ВГ автомобіля, г/км | | | | | |
|-------------------------------|--|----------------|-------------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| | CO | | C _n H _m | | NO _x | |
| | Отриманий результат | Норма (Євро 2) | Отриманий результат | Норма (Євро 2) | Отриманий результат | Норма (Євро 2) |
| Без нейтралізатора | 8,32 | – | 1,25 | – | 1,52 | – |
| З нейтралізатором | 2,64 | 2,7 | 0,33 | 0,34 | 0,25 | 0,25 |

Висновки

Отже, автомобіль, обладнаний нейтралізатором, дійсно викидає значно меншу кількість токсичних речовин, ніж без нейтралізатора. Автомобіль ВАЗ-21104 відповідає європейським стандартам Євро 2.

Аналіз діючого в Україні ДСТУ 4277-2004 показав свою недосконалість у порівнянні зі стандартами Євро, і він може бути тільки низовим ступенем системи контролю і застосовуватися в умовах експлуатації як елемент діагностики, а також входити як складова частина у випробуваннях на роликівих стендах.

Однак, треба мати на увазі, що екологічні вимоги в Європі безперервно жорсткішають. Оскільки Україна наближається до вступу в ЄС, європейські стандарти стануть обов'язковими і для неї, що потребує термінових і значних зусиль щодо екологізації вітчизняних двигунів транспортних засобів.

Список літератури

1. Говорушенко Н.Я. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту). В двох частинах / Говорушенко Н.Я., Туренко А.Н. // Харків: РІО ХГАДТУ, 1998. – 219с.
2. ДСТУ 4277: 2004. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі. Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Київ, 2004. – 11 с.
3. Трифонов А.А. Совершенствование диагностирования токсичности отработавших газов транспортных средств в условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Трифонов Андрей Александрович. – Х., 2000. – 150 с.



Горбик Ю.В. Сравнительные исследования влияния системы нейтрализации отработавших газов легкового автомобиля на расход топлива при различных циклах испытаний

Аннотация. В статье изложены результаты оценки топливной экономичности и токсичности отработавших газов легкового автомобиля ВАЗ-21104, оборудованного нейтрализатором и без нейтрализатора с использованием роликового стенда.

Ключевые слова: токсичность, отработанные газы, топливо, роликовый стенд, нейтрализатор

Gorbik Y.V. Comparative researches of influence of system of neutralization of the fulfilled car gases on fuel consumption at various cycles of tests

Abstract. In article, results of an assessment of fuel profitability and toxicity of the fulfilled gases of the car VAZ-21104 equipped with converter and without converter with use of the roller stand are stated.

Keywords: toxicity, the fulfilled gases, fuel, the roller stand, converter

Стаття надійшла до редакції 29.10.2014 р.