

УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОМОБІЛЕМ

Горбик Ю.В. к.т.н., доцент

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна*

Діагностування систем автомобіля по техніко-економічними показниками - невід'ємна складова ефективного його використання [1].

Аналіз впливу різних експлуатаційних факторів на величину викиду шкідливих речовин показав, що викид шкідливих речовин може служити характеристикою технічного стану транспортних машин. Таким чином, результати контролю токсичності одночасно можуть виступати як параметр загального діагностування автомобілів.

При розробці розрахунково-експериментальних методів використовуються різні види моделювання умов функціонування автомобілів.

У науці відомі такі види моделювання, як фізичне, математичне, імітаційне і модульне. Фізичне моделювання базується на теорії подібності та розмірностей [2]. В основі цієї теорії лежить твердження про те, що якщо всі відповідні безрозмірні характеристики (критерії) подібності для двох явищ однакові, то вони фізично подібні. Такі моделі являють одну з підгруп моделей, у яких фізична природа досліджуваних явищ зберігається повністю або частково, як і в натурному зразку. Стосовно до автомобілів може здійснюватися фізичне моделювання при визначенні (нормуванні) витрати палива, токсичності ВГ, ККД автомобіля, коефіцієнта опору коченню і зчеплення з дорогою, ефективності гальмівних систем, плавності ходу і ін.

З використанням моделювання можна вирішити такі завдання діагностики:

- оцінити якість функціонування автомобіля;
- видати рекомендації по видам і обсягами профілактичного обслуговування і ремонту для даного автомобіля;
- розробити раціональні варіанти застосування діагностичних процедур і обладнання для різних вузлів і систем автомобіля, при моделюванні його функціонування.

Екологічними проблемами автомобільного транспорту займаються багато вчених, які запропонували математичні моделі для визначення токсичності ОГ автомобілів. Серед них можна виділити дослідження Говорущенко Н.Я., Гутаревич Ю.Ф., Філіпова А.З., Звонова В.А., Каніло П.М. і ін.

У багатьох країнах світу при випробуванні автомобілів на токсичність застосовують їздові цикли для оцінки кількості шкідливих речовин, що

викидаються двигуном з відпрацьованими газами. Для цієї мети використовуються дорогі автоматизовані стенди з біговими барабанами, на яких швидкість змінюється в інтервалі 0 ... 50 км / год.

Викид шкідливих речовин в грамах розраховується за формулою

$$m_{\text{вв}} = 10^{-6} \cdot V_0 \cdot \rho_{\text{вв}} \cdot C_{\text{вв}} \quad (1)$$

де V_0 - об'єм розбавлених відпрацьованих газів,

$\rho_{\text{вв}}$ - щільність токсичної речовини,

$C_{\text{вв}}$ - концентрація шкідливої речовини у відпрацьованій пробі.

Серйозним недоліком всіх відомих зарубіжних циклів є те, що при випробуваннях строго регламентуються тільки швидкості і передачі, а навантаження на колесах не нормується. Це призводить до серйозних погрешностей у визначенні токсичних речовин. Особливо це стосується дуже шкідливих оксидів азоту, які при малих навантаженнях практично відсутні, а при середніх і великих різко зростають.

Методика розрахунку викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами істотно спрощується, якщо прийняти коефіцієнт надлишку повітря, що дорівнює одиниці, а витрата палива визначити за формулою з чотирма ККД автомобіля [3].

При діагностуванні токсичності на стендах з біговими барабанами 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 $\sim 30\%$)

Загальна формула для визначення токсичності записується так:

$$Q^l = 0,548 \cdot M_{\text{вв}} \cdot X_{\text{вв}} \cdot \rho_m \cdot \alpha \cdot Q = K_2 \cdot \frac{100 \cdot P_d}{H_u \cdot \rho_m \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_k} \text{ г/км}, \quad (2)$$

де $M_{\text{вв}}$ - молекулярна маса даної шкідливої речовини,

$X_{\text{вв}}$ - концентрація шкідливої речовини в% за обсягом,

Q - витрата палива в л/100 км.

Викид шкідливих речовин Q в г/км при русі автомобілів з різними навантаженнями і швидкостями можна розрахувати, якщо буде відома молекулярна маса $M_{\text{вв}}$ шкідливої речовини, його концентрація у відсотках за обсягом $X_{\text{вв}}$ і загальна витрата суміші в м³/км.

Викид токсичних компонентів двигуном залежить від способу керування автомобілем і умов руху. Тому для перевірки токсичності відпрацьованих газів автомобілів були розроблені моделі замінують циклів випробувань, так званих випробувальних циклів, що відтворюють середні режими руху автомобіля. Тільки таким способом можна контролювати і зіставляти викид ВГ різних типів автомобілів. Маса компонентів, що викидаються двигуном в період випробувального циклу, співвідноситься з роботою, виконаною двигуном, з

пробігом автомобіля або з циклом в цілому. В даний час використовуються три основні методи оцінки токсичності двигунів по випробувальним циклам: американському, японському і європейському.

Пропонований метод моделювання викидів ВГ при роботі автомобіля в різних умовах експлуатації набагато точніше відомих з літератури різних їздових методів (циклів), що передбачаються обертання коліс на бігових барабанах на різних передачах практично при постійних навантаженнях з подальшим складанням хімічних аналізів відпрацьованих газів. Реалізація випробувальних циклів в даний час для України неможлива, оскільки потрібні спеціалізовані стенди і газоаналізуюча апаратура.

Підставивши значення $M_{ВВ}$ для CO , CH і NO_x , отримаємо такі формули:

$$Q_{CO} = 1,53 \rho_T \cdot X_{CO} \cdot Q \cdot \alpha, \quad (3)$$

$$Q_{CH} = 7 \cdot \rho_T \cdot X_{CH} \cdot Q \cdot \alpha, \quad (4)$$

$$Q_{NO_x} = 2,5 \cdot \rho_T \cdot X_{NO_x} \cdot Q \cdot \alpha. \quad (5)$$

Так як $\eta_i \approx 0,32\alpha$, то при $\eta_i \approx 0,3$ $\alpha \approx 0,94$. Прийнявши щільність бензину $\rho_T \approx 0,74$ г/см³, в спрощеному вигляді формули запишуться так:

$$Q_{CO} = 1,43 \cdot X_{CO} \cdot Q \text{ г/км}, \quad (6)$$

$$Q_{CH} = 6,58 \cdot X_{CH} \cdot Q \text{ г/км}, \quad (7)$$

$$Q_{NO_x} = 2,49 \cdot X_{NO_x} \cdot Q \text{ г/км}. \quad (8)$$

На рис. 1 - 3 наведені графіки зміни викидів шкідливих речовин (CO , CH і NO_x) для різних швидкісних і навантажувальних режимів руху автомобіля по дорозі і на стенді з біговими барабанами.

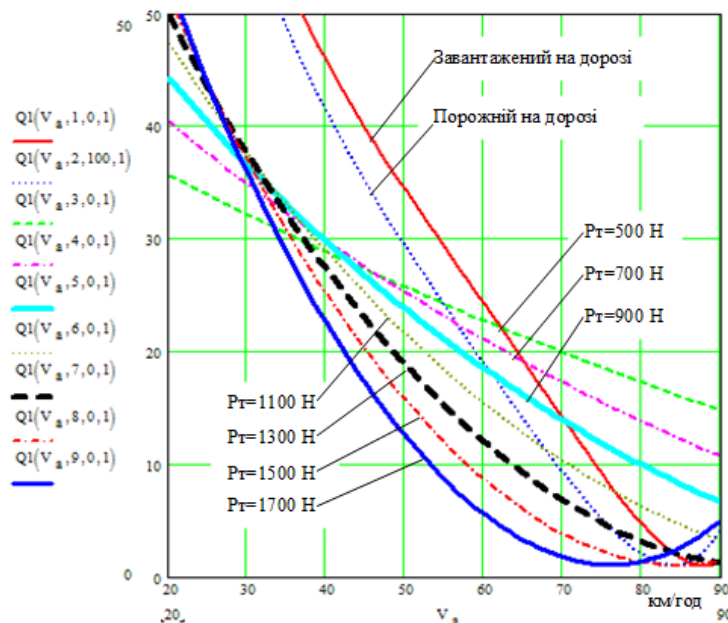


Рисунок 1 – Викиди CO автомобіля ГАЗ-33021 під час руху по дорозі і на імітаційному стенді при різному навантаженні

Значення токсичності автомобіля на стенді з біговими барабанами побудовані при постійному гальмівному зусиллі на навантажувальному пристрої стенду.

Перетину кривих токсичності на дорозі і на стенді показують швидкість, при якій подібні реальні і імітаційні режими руху автомобіля.

Проведені дослідження і апробація запропонованої методики контролю токсичності ВГ показала, що для отримання коректної інформації про токсичність автомобіля необхідний контроль токсичності на всіх режимах, і особливо під навантаженням.

Такий контроль може бути проведений лише на стендах з біговими барабанами і навантажувально-приводним пристроєм

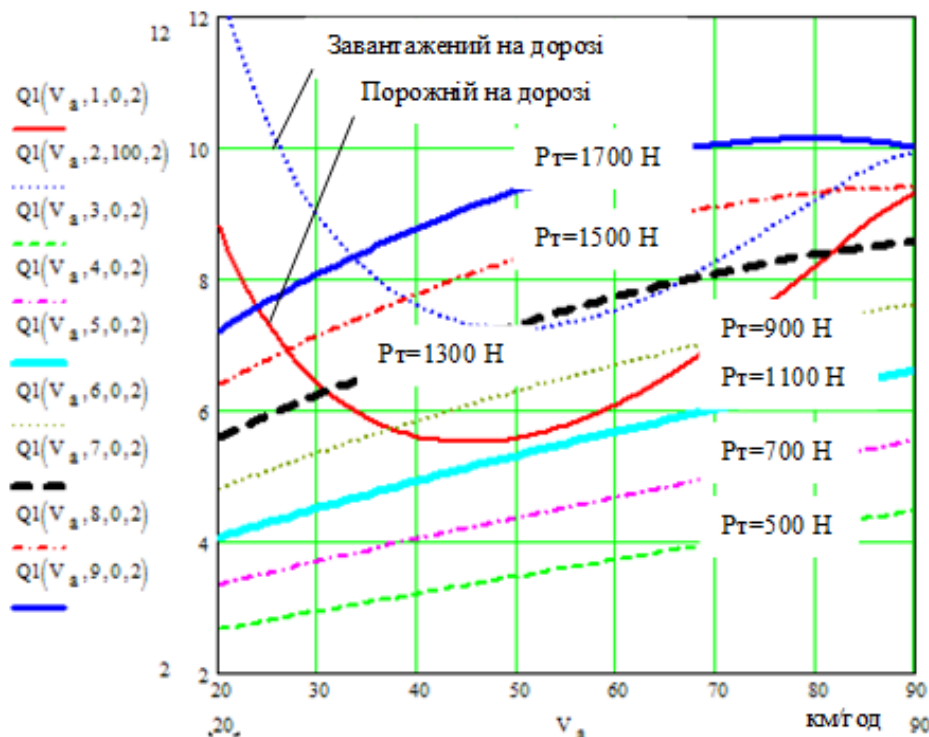


Рисунок 2 – Викиди NO автомобіля ГАЗ-33021 під час руху по дорозі і на імітаційному стенді при різному навантаженні

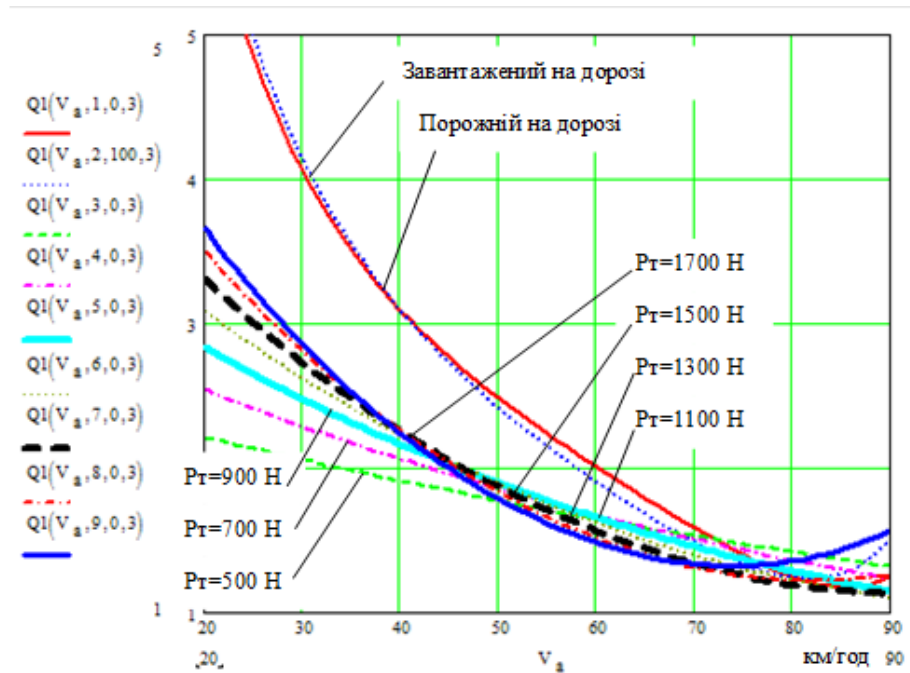


Рисунок 3 – Викиди СН автомобіля ГАЗ-33021 під час руху по дорозі і на імітаційному стенді при різному навантаженні

Список літератури

- 1 Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
2. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов; [10-е изд., доп.]. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1987. – 432 с.
3. Говорущенко Н.Я. Методы системного расчетно-аналитического и стендового диагностирования легковых автомобилей / Н.Я. Говорущенко, Ю.В. Горбик // Автомобильный транспорт: Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2009. - № 25. – С. 58-61.