

ІНТЕГРОВАНІЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА МІСЬКИМ АВТОБУСОМ З СИСТЕМОЮ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

С.П. Чуйко, асп.,

О.П. Кравченко, д-р. техн. наук, проф.,

Державний університет "Житомирська політехніка", м. Житомир, Україна

Досконалість конструкції автомобілів оцінюється комплексом експлуатаційних якостей серед яких одним з найважливіших є паливна економічність. В реальних умовах руху витрата палива визначається конструкцією автомобіля і впливом різних експлуатаційних факторів. Витрати палива призводять до викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газів. Важливий вплив на викид шкідливих речовин надають умови експлуатації автотранспортних засобів: кліматичні, дорожні, сезонні і багато інших. У міських умовах експлуатації переважаючими є несталі режими руху, які характеризуються постійною зміною швидкості.

У загальному випадку рух автомобіля в місті здійснюється з розгону, уповільненнями, роботою двигуна на холостому ході і рухом з відносно сталою швидкістю, причому поєднання цих фаз може бути різним.

Нормування витрати палива стимулює з точки зору екології зниження викидів шкідливих речовин, а з точки зору економіки - зниження витрат на перевезення пасажирів і вантажів.

Паливна економічність та шкідливі викиди різних транспортних засобів набули нового підходу при впровадженні екологічних стандартів Євро-4 і Євро-5. Ситуація в такому підході виробників транспортних засобів має свої конструктивні рішення. Одні виробники використовують технологію рециркуляції вихлопних газів (EGR), інші обрали технологію каталізатора сечовини (SCR).

Система EGR (Exhaust Gas Recirculation - технологія циркуляції вихлопних газів, яка завдяки конструктивному рішенню частково додає відпрацьовані гази з випускного у впускний колектор. Згідно зі стандартами Євро -5, EGR встановлюється на дизельні двигуни сучасних автомобілів, за винятком двигунів на основі турбін. Як відомо, концентрація оксидів азоту у відпрацьованих газах обумовлена високими температурами в камерах згоряння двигунів, де кисень виступає каталізатором горіння. Завдяки додаванню вихлопів у впускний колектор концентрація кисню стає меншою, за рахунок чого температура згоряння палива і рівень токсичності викидів в атмосферу зменшується [1].

Оксид азоту виділяється, коли кисень і азот вступають в реакцію в повітрі під високим тиском і при високій температурі. Дизельні двигуни працюють в умовах високого тиску і бідної паливної суміші. Через це в камері згоряння утворюється атмосфера багата киснем і азотом, що, в свою чергу, веде до утворення оксиду азоту.

Так як основою пристрою EGR є клапан, за допомогою якого регулюється обсяг відпрацьованих газів і тих, що подаються назад на впуск, потребує окремого технічного підходу, має обмежений експлуатаційний ресурс і загалом система дуже вибаглива до якості палива. На нашу думку, така система не знайшла свого впровадження у міських маршрутних автобусах, через особливості експлуатації автобусу з досить низькими швидкостями руху на маршруті та тривалий час роботи на невеликих обертах колінчастого валу двигуна.

Технологія SCR (Selective catalytic reduction) заснована на уприскуванні строго дозованої кількості реагенту AdBlue в потік відпрацьованих газів в присутності каталізатора (пентаоксиду ванадію), в результаті чого відбувається хімічна реакція перетворення оксидів азоту (NO_x) в нешкідливі речовини - азот і воду (рис.1) [2].

Рекомендовано застосувати в системі SCR лише рідину AdBlue, яка затверджена автовиробниками. AdBlue використовується для обмеження викидів від легкових та вантажних автомобілів, автобусів, мікроавтобусів, катерів, екскаваторів та тракторів.

Окремі експлуатаційні дослідження стверджують, що при використанні EGR зростає навантаження на двигун, через збільшення потужності охолодження двигуна, що призводить до підвищення витрат палива [3].

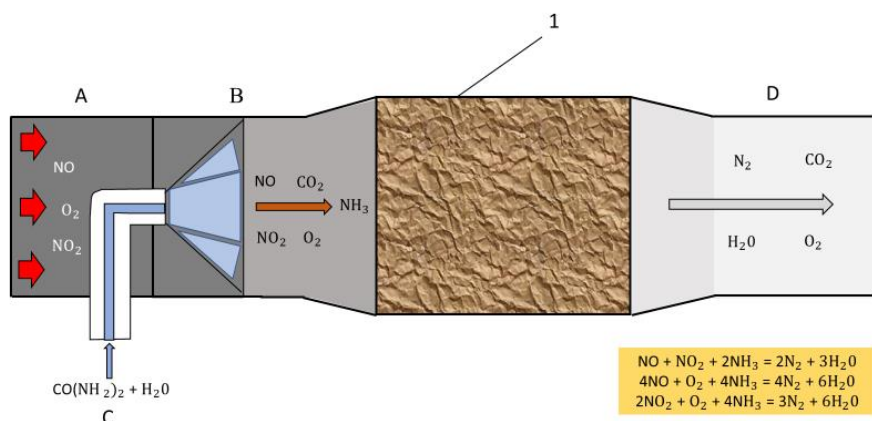


Рисунок 1 - Функціональне зображення роботи системи SCR: 1 - відновлювальний каталізатор, А - потік відпрацьованих газів від двигуна (продукт на вході); В - дільниця для гідролізу, С - реагент AdBlue; D – відпрацьовані гази (кінцевий продукт)

Ще кілька років тому технологію SCR застосовували в основному європейські виробники вантажівок, а EGR - американські.

Дослідження, які проведені Фінською асоціацією громадського транспорту і орієнтовані на витрату палива та викиди міських автобусів, не дають однозначної відповіді на те, чи є технологія EGR або SCR кращою з точки зору економії палива [4].

У практичному застосуванні витрата рідини AdBlue на вантажних автомобілях і міських автобусах має деякі відмінності. Разом з тим, відсоткова її витрата також залежить від екологічного стандарту.

На вантажних автомобілях витрата рідини AdBlue була орієнтовна у 4% від спожитого дизельного палива для Євро-4, 6% - для Євро-5V і приблизно 3% - для Євро-6. Витрата мочовини AdBlue вантажного автомобіля на 100 км - приблизно складає 1,5 - 2 літра.

Реагент AdBlue С впорскується в гарячий потік відпрацьованих газів двигуна (А). Спочатку на першій стадії процесу - дільниця гідролізу В – він перетворюється в аміак (NH₃). Разом з утвореними в процесі згорання палива, молекули оксидів азоту (NO_x); аміак, який утворився (NH₃) проходить далі в напрямленні відновлювального каталізатора 1. В каталізаторі протікає друга стадія процесу відновлення: молекули оксиду азоту зустрічаються з молекулами аміаку (NH₃) і відбувається вивільнення енергії у вигляді тепла. Продуктами даної хімічної реакції азот (N₂) і пари (H₂O) не забруднюють навколишнє середовище.

Для протікання даного процесу, який називається селективним каталітичним відновленням, необхідна відповідна робоча температура відновлювального каталізатора 1. Її значення становить близько 250°C. Датчик температури у впускній камері глушника з відновлювальним каталізатором через задані інтервали передає дані температури на блок управління модуля SCR, звідки вони надходять на блок управління двигуном.

Електронний блок управління двигуном проводить розрахунок оптимальної кількості впорскуваного розчину AdBlue в залежності від поточного навантаження і обертів двигуна. Упорокування сечовини в систему випуску припиняється за умов:

- при малому потоці відпрацьованих газів, наприклад, на холостому ходу;
- коли температура відпрацьованих газів знижується і температура нейтралізатора опускається нижче робочого значення.

На рис. 2 представлені результати експериментального визначення тиску реагенту DeBlue у системі SCR від обертів колінчастого валу двигуна міського автобуса МАЗ-206 при виконанні транспортного процесу. Рисунок показує, що при русі по маршруту, водій збільшує і зменшує оберти двигуна за необхідністю, при цьому є видимі показники коливальності тиску реагенту DeBlue в системі саме при роботі двигуна з підвищеними навантаженнями.

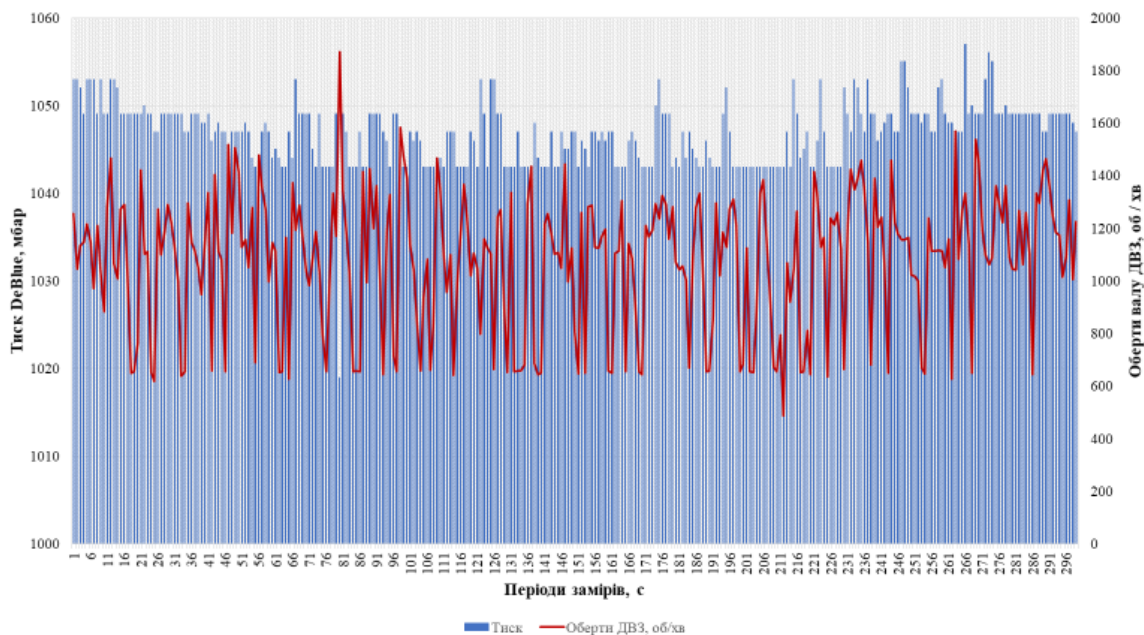


Рисунок 2 - Залежність тиску DeBlue від обертів колінчастого валу ДВЗ.

Згідно з Директивою 2005/55 / ЄС від Комісії ЄС пред'являються вимоги до систем контролю викидів двигунів механічних транспортних засобів.

Система контролю викидів NO_x повинна функціонувати при:

- температурі навколишнього середовища між 266 К і 308 К (-7 ... + 35 °С);
- висоті над рівнем моря менш 1600 м;
- температурі охолоджуючої рідини вище 343 К (+70 °С).

Висновки. Обробка результатів дослідження, за характером роботи двигуна автобуса МАЗ-206, дозволили підтвердити попередній висновок авторів про взаємозв'язок витрати реагенту DeBlue з витратою палива при виконанні транспортного процесу. Встановлено, що нормативи витрати DeBlue не відповідають прийнятим значенням, так як визначені витратні значення зумовлені при швидкостях руху автомобіля, починаючи з 80 км/год і більше, що не властиве міському автобусу.

Вважаємо, що встановлення нормативів витрат реагенту DeBlue для міського автобуса при виконання транспортного процесу у вигляді інтервальних значень, на основі статистичних спостережень, можуть слугувати направленням подальших досліджень.

Список літератури

1. <https://katalizator.in.ua/uk/vidklyuchennya-sistemi-egr-ta-sazhovogo-filtra>
2. Техническая документация Мерседес – Бенц MR2A/MR2B. Инструкция по эксплуатации электронного блока управления двигателем. 12.07.2007. - 107 с.
3. Cho, Y., Won, J., Kim, T., Kang, S., & Lee, D. (2008). The development of SCR system for heavy duty diesel engine in Korean market (SAE Technical Paper No. 2008-01-2490). Warrendale, PA: SAE International.
4. Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä & Tuukka Hartikka Fuel consumption and exhaust emissions of urban buses Performance of the new diesel technology. DEER 2007 Conference, August 12-16, Detroit, Michigan. - 54 p.