

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Жирков Є., ст. гр. А-36т1-19

Науковий консультант: Волков В.П., проф., д.т.н.

Вступ. Транспортні засоби (ТЗ) створюють одну з найважливіших екологічних проблем, яка характеризується значним негативним впливом на екосистеми та здоров'я населення через забруднення атмосфери викидами шкідливих речовин, надмірним споживанням видобувних невідновлюваних палив і, відповідно, зростанням обсягів викидів в атмосферу „парникових” газів (зокрема, двооксиду вуглецю CO_2).

В Україні, в наступний час, в експлуатації знаходяться приблизно 14 млн. одиниць ТЗ, середній вік яких складає 9 – 16 років [1]. Ці негативні аспекти призводять до зростання соціально-економічних витрат від транспортної діяльності.

Основними споживачами палив і джерелами забруднюючих викидів є енергоустановки (ЕУ) транспортних ТЗ, ефективність паливовикористання і величини викидів яких визначають рівень екологічної безпеки як окремого автомобіля чи автобуса, так і парку ТЗ загалом. Аналіз сучасних досягнень в створенні нових ЕУ і тенденцій зміни структури паливних ресурсів показує, що ЕУ, основою яких є поршневий двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), в найближчому майбутньому збережуть своє провідне становище як джерела енергії ТЗ.

Результати дослідження. В роботі [2] для оцінки впливу конструктивних факторів на екологічну безпеку ТЗ запропоновано досліджувати систему «транспортний засіб», представлену в системних об'єктах. Застосування системних принципів дозволило представити ТЗ як систему, показану на рисунку 1.

Для удосконалення методу підвищення екологічної безпеки транспорт ТЗ представляємо ЕУ в наступних системних об'єктах [2] (рівні А і В, рис. 1), що дозволяє виділити її основні функціональні елементи: паливо, повітря, ДВЗ, продукти згоряння. В системі виділено три основних процеси, які послідовно пов'язані між собою: - перетворення хімічної енергії палива E_X в теплову E_T та механічну E_M , тобто робочий процес ДВЗ (рівень А); передача енергії від ДВЗ до коліс з перетворенням параметрів руху, тобто робочий процес трансмісії ДТЗ (рівень С); перетворення обертального руху коліс в поступальний рух ДТЗ, тобто процес взаємодії ходової частини та кузова ДТЗ з середовищем (дорогою та повітрям) (рівень Е).

Входом системи загалом і процесу рівня А служать паливо m_n (зв'язана хімічна енергія) і повітря $m_{нов}$, які поступають в робочий процес ДВЗ.

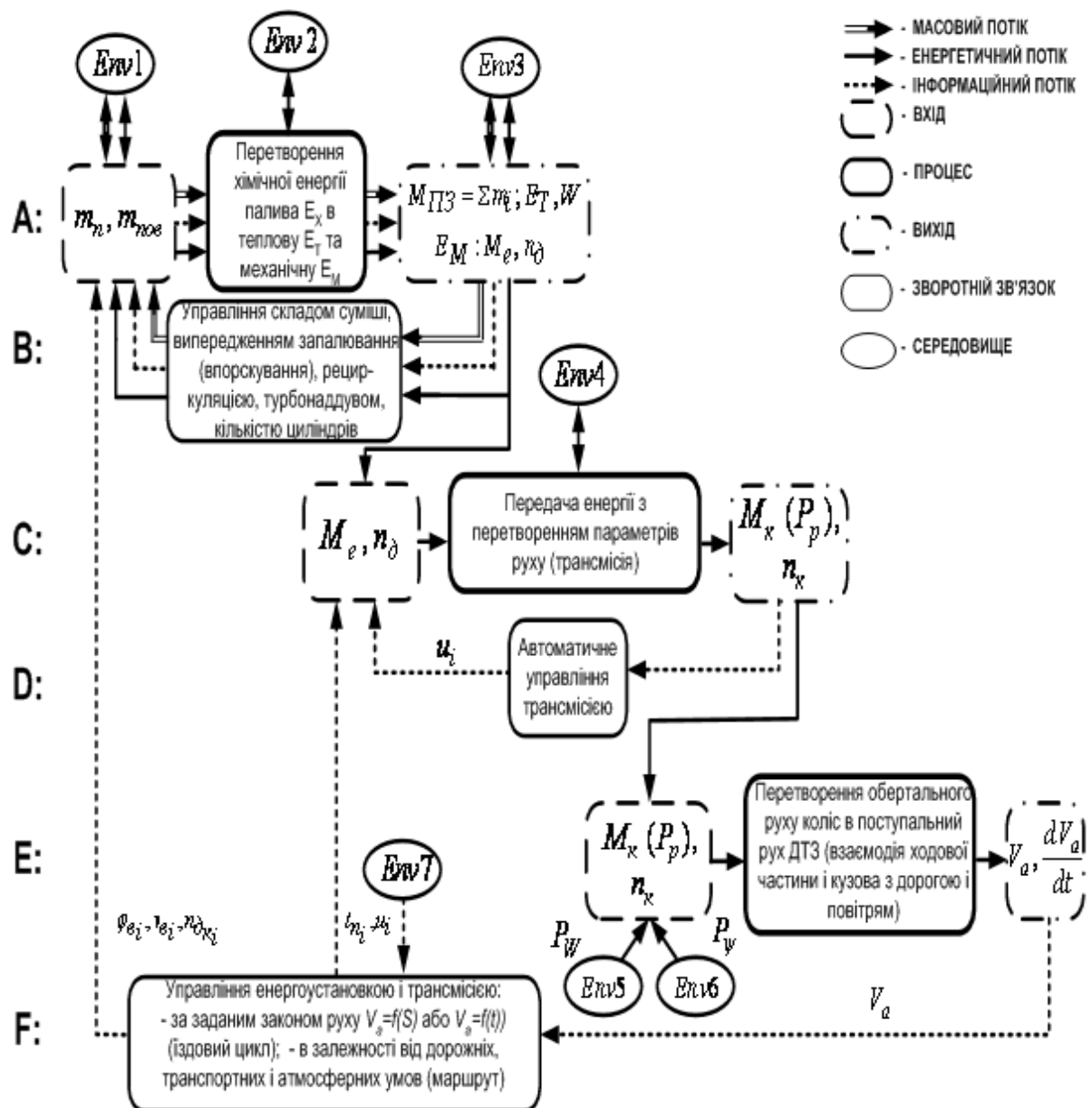


Рисунок 1 - Система «транспортний засіб»

Представлення ЕУ в системних об'єктах (рівні А і В, рис. 1) дозволяє виділити її основні функціональні елементи: паливо, повітря, ДВЗ, продукти згоряння.

Використовуючи метод морфологічного аналізу [3], сформуємо можливі схеми ЕУ за вказаними функціональними елементами.

Суть методу полягає в тому, що в даній технічній системі виділяють декілька характерних для її основних функціональних елементів морфологічних ознак, за кожною з яких складають максимально повний перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираження цих ознак. Кожна ознака характеризує конструктивний вузол, функцію, режим роботи технічної системи, форму взаємодії елементів і т.інш., від

яких залежить вирішення проблеми і досягнення основної мети функціонування системи.

Перший етап морфологічного аналізу передбачає точне формулювання цілей функціонування системи. Для ЕУ ТЗ такими ціллю є визначений рівень екологічної безпеки за показниками ефективності паливовикористання (питома витрата палива) та забруднення середовища (питомі викиди забруднюючих речовин). Для кожного з функціональних елементів ЕУ виділено основні морфологічні ознаки.

Для функціонального елемента „паливо” виділено 4 основних ознаки, від яких суттєво залежать економічні і екологічні, а також габаритні, масові показники ЕУ: 1 - вид палива; 2 - агрегатний стан; 3 - спосіб зберігання на ТЗ; 4 - спосіб подавання в ЕУ.

Для функціонального елемента „повітря” виділено 2 морфологічних ознаки: 5 - спосіб подавання в двигун; 6 - наявність термopідготовки.

Найбільш важливими морфологічними ознаками функціонального елемента „двигун” у випадку поршневого ДВЗ є: 7 - спосіб сумішоутворення; 8 - спосіб запалювання робочої суміші; 9 - ступінь стискання; 10 - тактність двигуна; 11 - спосіб регулювання потужності; 12 - спосіб регулювання частоти; 13 - вид камери згоряння.

Для продуктів згоряння виділено три суттєвих морфологічних ознаки: 14 - наявність контролю складу; 15 - наявність використання; 16 - наявність нейтралізації.

Для кожної з 16 морфологічних ознак ЕУ вибрано основні варіанти їх реалізації (від 2 до 8). Якщо умовно позначити варіант 1.1 через x_{11} , варіант 1.2 через x_{12} і т.д., тоді матрицю можна представити у вигляді морфологічної множини: (2.1). Так схема традиційної бензинової ЕУ буде включати такі сполучення виділених ознак:

$$\left[\begin{array}{l} (x_{11}; x_{21}; x_{31}; x_{41}) + (x_{51}; x_{61}) + \\ + (x_{71}; x_{81}; x_{91}; x_{10\ 1}; x_{11\ 1}; x_{12\ 1}; x_{13\ 1}) + \\ + (x_{14\ 1}; x_{15\ 1}; x_{16\ 1}) \end{array} \right], \quad (2.1)$$

тобто це ЕУ, яка працює на бензині (x_{11}), що зберігається в рідкому стані (x_{21}) при нормальних умовах (x_{31}), з ежекційним способом подавання палива (x_{41}) і повітря (x_{51}) в двигун без підігрівання чи охолодження повітря (x_{61}), із зовнішнім сумішоутворенням (x_{71}) та іскровим запалюванням (x_{81}), з ступенем стискання від 7 до 10 (x_{91}) і чотиритактним робочим процесом ($x_{10\ 1}$), з кількісним регулюванням потужності ($x_{11\ 1}$) та обмеженням максимальної частоти обертання

двигуна ($x_{12\ 1}$), з нерозділеною камерою згоряння ($x_{13\ 1}$) та з відсутністю будь-яких пристроїв щодо контролю складу ($x_{14\ 1}$), використання ($x_{15\ 1}$) і нейтралізації ($x_{16\ 1}$) продуктів згоряння.

Прийняття рішення щодо вибору тих чи інших конструктивних параметрів чи вузлів здійснюється на основі порівняльної оцінки показників різних властивостей ТЗ. Так, в дослідженні [4] для оцінки міри екологічної чистоти автомобіля в життєвому циклі, що включає в себе етапи його виробництва, використання, відновлення роботоздатності та утилізації використовується 1887 (63 в спрощеному варіанті) одиничних показників різних властивостей: безпеки здійснення транспортних послуг, нешкідливості впливу на середовище, транспортного комфорту, збереженості природних ресурсів, транспортної ефективності.

Експлуатаційні режими ТЗ характеризуються явно вираженою циклічністю. В міських умовах необхідність частих зупинок та руху в насиченому транспортному потоці призводить до збільшення частки неусталених режимів (розгін - сповільнення) та обмеження швидкостей сталого руху. Для руху ТЗ за містом також характерна циклічність, але сполучення режимів відрізняється від міських. Циклічність руху використовувалася багатьма дослідниками для спроби узагальнення режимів роботи ТЗ та переставленні їх у вигляді їзових циклів [4, 5]. З результатів цих досліджень слідує, що структура їзових циклів суттєво впливає на показники властивостей ТЗ.

В той же час набір режимів роботи ТЗ на реальному маршруті відрізняється від уже розглянутих стандартизованих циклів для тих чи інших типів ТЗ, що обумовлюється часто змінними дорожніми, транспортними та умовами управління ЕУ і трансмісією зі сторони водія.

Тому для системного оцінювання вибраних схем ЕУ в роботах [4, 5] пропонується проводити оцінку екологічної безпеки окремо двигуна, ЕУ з тим чи іншим двигуном і ТЗ з тією чи іншою схемою ЕУ на основі визначених витрат палива та викидів забруднюючих речовин в циклах усталених режимів для двигунів, в окремих режимах руху (розгін, усталений рух, сповільнення) і їзових циклах та на маршрутах з детермінованим і стохастичним завданням параметрів маршруту.

Тоді окремі критерії ефективності паливовикористання поділяються на: абсолютні витрати палив G_n за цикл (маршрут), г; еквівалентні витрати палив за цикл (маршрут), МДж:

$$G_{ne} = H_u \cdot G_n, \quad (1)$$

де H_u - нижча теплота згоряння палива, МДж/г;

- питомі еквівалентні витрати в циклі усталених режимів g_{FD} (МДж/(кВт год));

- питомі еквівалентні витрати у відношенні до «загальної» роботи, МДж/(т км):

- в окремому режимі: $g_{FEV}^0 = \frac{G_{ne}^0 10^6}{M_a S};$ (2)

- в міському циклі: $g'_{FEV} = \frac{G'_{ne} 10^6}{M_a S};$ (3)

- в магістральному циклі: $g''_{FEV} = \frac{G''_{ne} 10^6}{M_a S};$ (4)

- на міському маршруті з оптимальними параметрами управління і детермінованим заданням параметрів маршруту:

$$g'''_{FEV} = \frac{G'''_{ne} 10^6}{M_a S};$$
 (5)

- на заміському маршруті з стохастичним заданням параметрів маршруту:

$$g''''_{FEV} = \frac{G''''_{ne} 10^6}{M_a S},$$
 (6)

де M_a - повна маса ТЗ, кг;

S - шлях циклу чи маршруту, м;

Для оцінки рівня забруднення середовища окремими двигунами, ЕУ, а також ТЗ з цими ЕУ враховуються викиди нормуємих (CO , $C_m H_n$, NO_x і PM), умовно (через нормування вмісту сірки, в паливах нормуємих (SO_2 і сполуки Pb) шкідливих речовин, а також викиди CO_2 як речовини, що сприяє негативному явищу парникового ефекту.

Для прийняття оптимального рішення необхідно встановити „шкалу значущості” всіх вимірювачів властивостей ТЗ, що розглядаються. З використанням цієї шкали формуються одномірні функції якості (цільові функції) для оцінки та вибору того чи іншого способу підвищення екологічної безпеки, які мають вигляд [5]:

- для двигуна: $F(K_{ESD}) \Rightarrow \max;$

- для ЕУ: $F(K_{ESEV}) \Rightarrow \max;$

- для ДТЗ: $F(K_{ESTZ}) \Rightarrow \max.$

Висновки. Удосконалено метод визначення показників ефективності паливовикористання і рівня забруднення середовища транспортними засобами з удосконаленими схемами енергетичних установок в окремих режимах. Корегування методу проведено за морфологічними ознаками основних функціональних елементів, що дозволяє проводити синтез і аналіз існуючих і перспективних схем енергетичних установок, які розглядаються як способи підвищення екологічної безпеки транспортних засобів.

Література

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.:ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 400 с.
2. Методика розрахунку маси шкідливих викидів пересувними транспортними засобами різних галузей. – Київ: Мінекоресурсів України. –1998.
3. Матейчик В.П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів// Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ“ХПІ”. – 2002. – С. 162-167.
4. Gutarevych Y., Mateychyk V., Kowbasenko S. Simulation of the vehicle movement in driving cycle for effectiveness estimation of a petrol engine power regulation by cut – off of a part cylinders // Automotive and internal combustion engines construction and technology, Vol. 14. – Krakow: Polish Academy of Sciences, Krakowbranch. – 1999. - P. 43 – 52.
5. Гутаревич Ю.Ф., Матейчик В.П. Математична модель розрахунку показників автомобільного бензинового двигуна за різних способів регулювання потужності // Праці Західного наукового центру ТАУ “Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів”, Т. 4. – Львів. – 1997. - С. 22 – 25.