

МЕТОДИКА ПІДБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Захарчук В.І., кандидат технічних наук

Постановка проблеми. Підвищення цін на нафту у зв'язку з виснаженням нафтових родовищ та постійне посилення вимог до екологічних показників двигунів змушують шукати заміну нафтовому паливу. Більшість альтернативних моторних палив відрізняються від традиційних нафтових палив фізико-хімічними та експлуатаційними властивостями, що призводить при їх використанні до суттєвої зміни характеристик енергетичної установки та експлуатаційних властивостей самого транспортного засобу.

Аналіз останніх досліджень. Численними дослідженнями, проведеними в останні роки різними авторами, виявлені такі особливості роботи двигунів та транспортних засобів на альтернативних паливах, як зменшення потужності двигунів у порівнянні з базовими, зменшення вантажопідйомності та запасу ходу, збільшення витрати палива та ін.[1, 2, 3]. Не дивлячись на накопичений численний матеріал по застосуванню альтернативних палив на автомобільному та інших видах транспорту, використання цього матеріалу для порівняльної оцінки ефективності транспортного процесу утруднено. Це обумовлено неоднаковими умовами проведення експериментів і практичної експлуатації транспортних засобів, а часто і суперечливими результатами. Тому комплексне та системне вирішення питань, пов'язаних з покращенням експлуатаційних показників транспортних засобів, дозволить виявити раціональні шляхи розширення використання альтернативних моторних палив.

Мета роботи – розробка методики оцінювання показників функціонування транспортних засобів, двигуни яких працюють на альтернативних паливах, та їх підбору для транспортних засобів.

Основна частина. Дослідження процесу експлуатації транспортних засобів (ТЗ), які працюють на альтернативних видах палива, пропонується здійснювати на моделі експлуатаційної системи «паливо-транспортний засіб», що складається з двох підсистем, об'єднаних кінцевою метою - виконання транспортної роботи (рис. 1), причому в комплексний показник цільової функції входять показники екологічної безпеки.

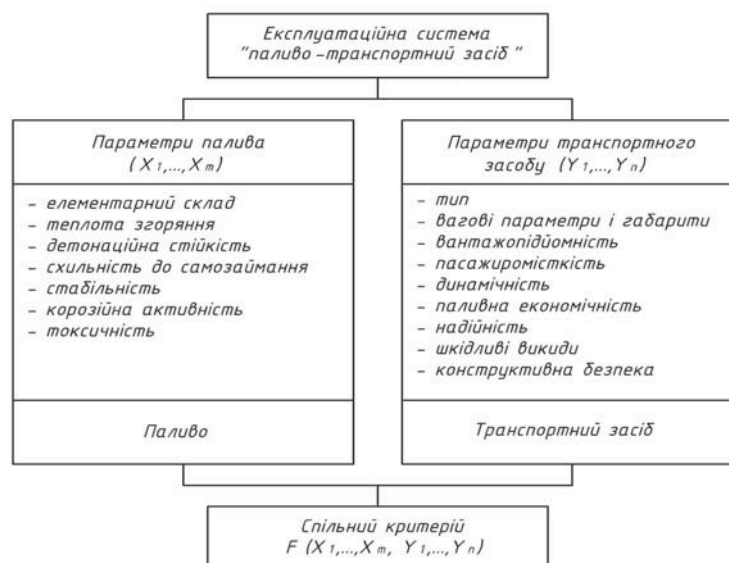


Рисунок 1. – Параметри експлуатаційної системи «паливо - транспортний засіб»

Підсистема «паливо» залежить від m нормованих параметрів, які можна вважати точкою $x_j \in X$ (X – множина параметрів палива) в m – мірному просторі параметрів підсистеми ($j=1, \dots, m$).

Підсистема «транспортний засіб» залежить від n нормованих параметрів, які можна вважати точкою $y_i \in Y$ (Y – множина параметрів транспортного засобу) в n – мірному просторі параметрів підсистеми ($i = 1, \dots, n$).

Функції існування $f(x)$, $f(y)$ можуть бути записані для кожної підсистеми, так як вони володіють певною автономністю.

Для підсистеми «паливо» функціями існування будуть взаємозв'язки між фізико-хімічними і теплоенергетичними параметрами, перелік яких встановлений стандартами. Для підсистеми «транспортний засіб» – взаємозв'язки між основними техніко-економічними і експлуатаційними параметрами, що включають екологічні характеристики.

Експлуатаційна система «паливо-транспортний засіб» в цілому залежить від $m \cdot n$ параметрів. В її підсистемах, в $m \cdot n$ -мірному просторі параметрів системи виділяють деяку множину допустимих параметрів $X \cup Y$ (область визначення параметрів системи «паливо-транспортний засіб»).

Завдання підбору палива для ДВЗ зведена до задачі оптимізації параметрів експлуатаційної системи «паливо-транспортний засіб», тобто до відшукування таких значень $x_1^*, \dots, x_m^*, y_1^*, \dots, y_n^*$, при яких виконується умова

$$F(x_1^*, \dots, x_m^*, y_1^*, \dots, y_n^*) = \min F(x_1, \dots, x_m, y_1, \dots, y_n),$$

де $x_j^* \in X$ – множина параметрів палива, $y_i^* \in Y$ – множина параметрів транспортного засобу.

Спеціалізація всієї системи за цільовою ознакою – призначенням, вносить елементи взаємодії і взаємовпливу між x , y , тобто матимемо взаємозалежні параметри в просторі $m \cdot n$.

Особливості вибору оптимальних параметрів системи наступні:

- немає можливості виразити цільову функцію через змінні в явному вигляді, оскільки параметри підсистем тісно взаємозв'язані між собою трансцендентними рівняннями відносно векторів x , y ;

- висока розмірність задачі, оскільки пошук оптимального варіанта системи ведеться в $m \cdot n$ -мірному просторі параметрів;

- є як неперервні змінні (параметри), так і дискретні змінні, зокрема цілочисельні;

- цільова функція не завжди має гладкість і унімодалність.

Ці особливості і аналіз методів пошуку оптимальних параметрів сприяють застосуванню такого методу оптимізації, як сканування, при якому здійснюється повний перебір для чисельних змінних і цілеспрямований для безперервних [4].

Пропонована функціональна схема (рис. 2, 3, 4) з розділенням завдання на три етапи (декомпозиція значно знижує розмірність задачі) дозволила отримати повне вирішення поставлених завдань дослідження.

Попередньо оцінюються експлуатаційні показники базових та альтернативних палив. Цю оцінку можна виконати з використанням методу аналізу ієрархій [5]. Далі оцінюються енергетичні та паливо-економічні показники двигуна при його роботі на базовому та альтернативних паливах (ефективна потужність двигуна, ефективний крутний момент та питома ефективна витрата палива) за зовнішньою швидкісною характеристикою, отриманою розрахунковим шляхом за удосконаленою методикою. Також оцінюються тягово-швидкісні властивості транспортного засобу за діаграмами потужнісного балансу.

I етап дослідження (рис. 2). Вирішується завдання, де з m можливих альтернативних видів палива формується безліч з n , а, потім, з t альтернативних видів палива. Після ухвалення рішення про дослідження в процесі формування завдання створюються банки даних по підсистемах «паливо» і «транспортний засіб». Визначаються функціональні зв'язки у вигляді емпіричних і фізичних залежностей параметрів і характеристик двох

функціональних підсистем. Далі проводиться порівняльна оцінка експлуатаційних властивостей ТЗ, що працюють на альтернативних і базових видах палив за критерієм Т технічної пристосованості ДВЗ до альтернативних видів палив. За критерієм Т виявляється переважне паливо і формується множина з t альтернативних видів палива.

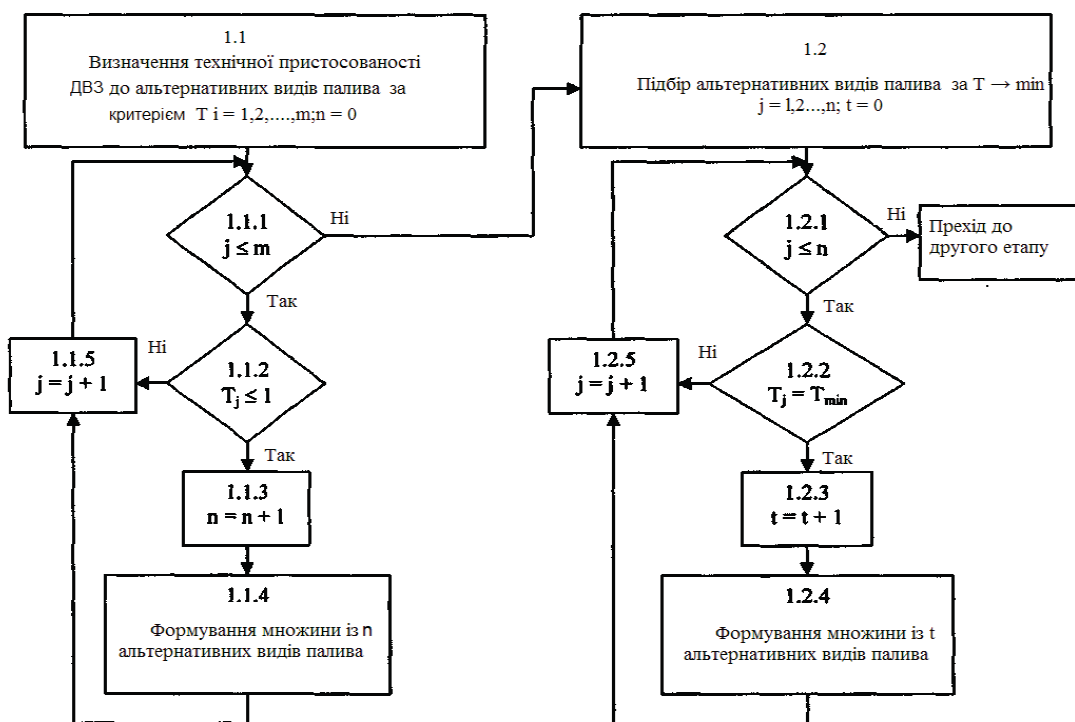


Рисунок 2. – Функціональна схема I етапу дослідження системи «паливо-транспортний засіб»

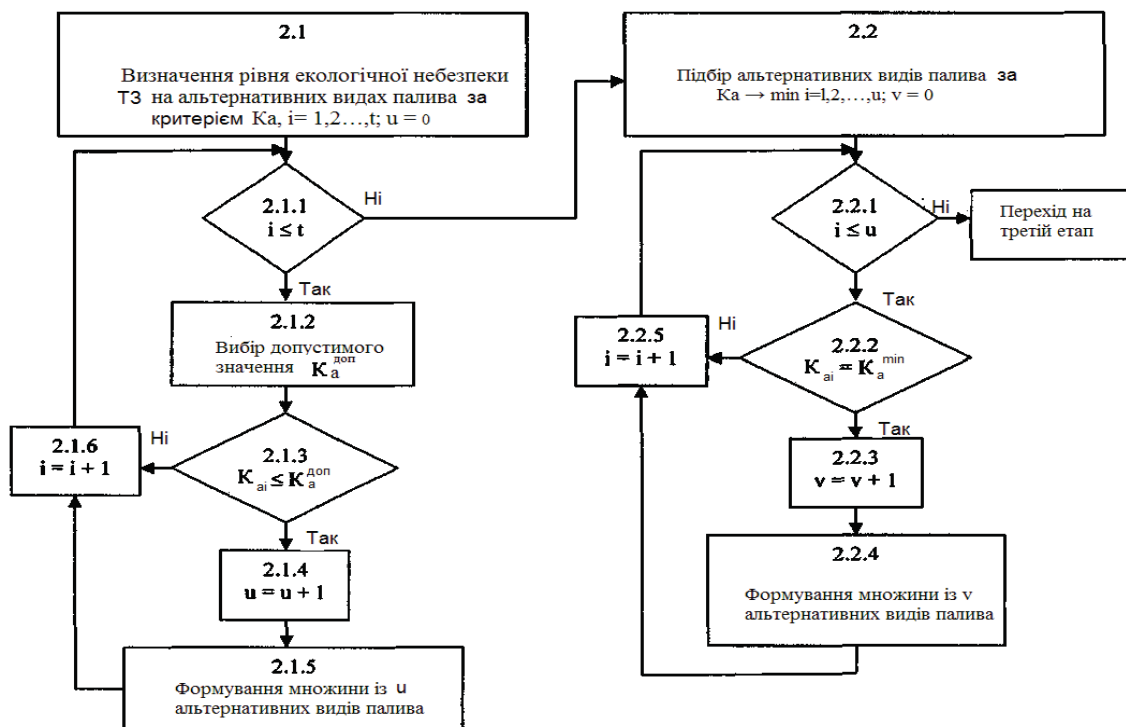


Рисунок 3. – Функціональна схема II етапу дослідження системи «паливо-транспортний засіб»

II етап (рис. 3). Подальше дослідження включає розв'язок задачі, в якій система «паливо-транспортний засіб» оптимізується за критерієм екологічної безпеки і технічної досконалості K_a . Ітераційний процес при цьому збігається, і кількість ітерацій визначається за результатами порівняльної оцінки, проведеної на I етапі. За показником K_a формується множина із v альтернативних видів палива, при експлуатації на якому ТЗ спричиняють мінімальну дію на довкілля.

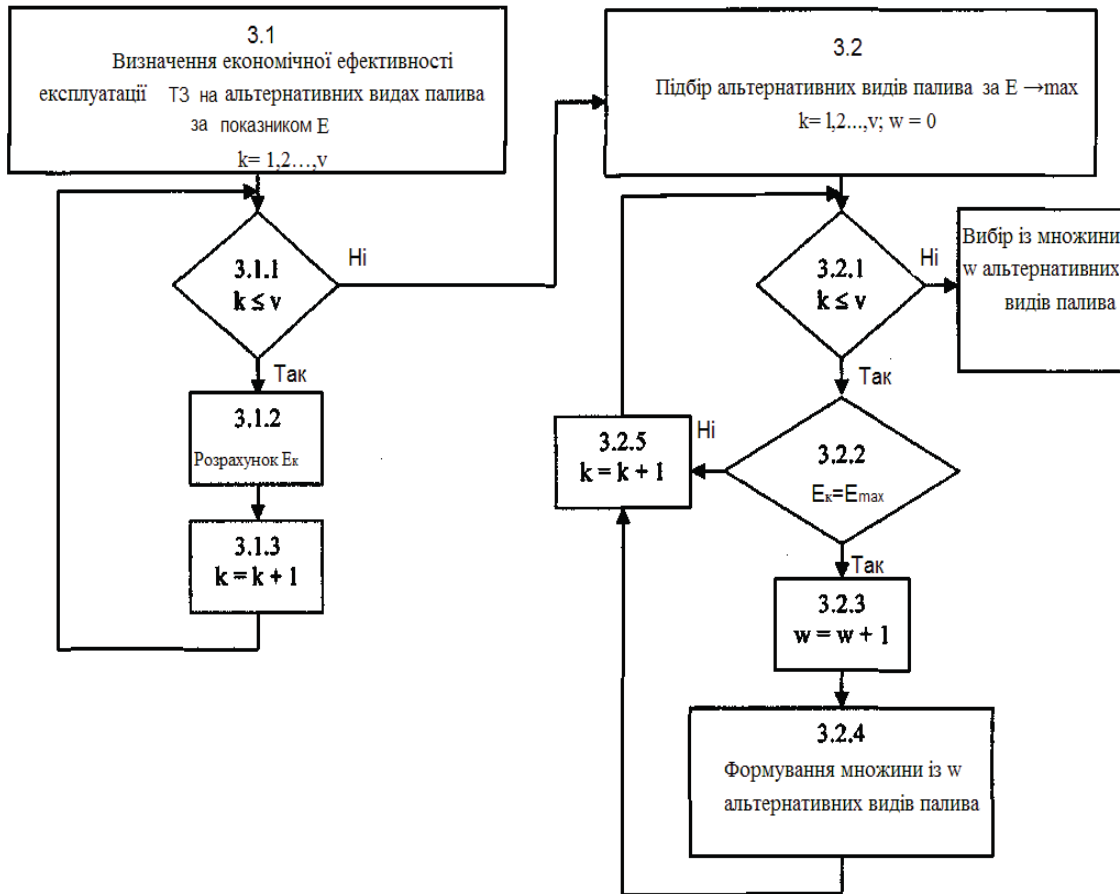


Рисунок 4. – Функціональна схема III етапу дослідження системи «паливо-транспортний засіб»

III етап (рис. 4). На завершальному етапі вирішується завдання, де порівнюються показники економічної ефективності експлуатації ТЗ, пристосованих до альтернативних видів палива.

За показниками економічної ефективності E здійснюється порівняльна оцінка використання альтернативних і базових видів палива. Вибираються ТЗ, пристосовані до альтернативних видів палива, рівень екологічної небезпеки яких лежить в межах найменших значень. Число ітерацій залежить від кількості поєднань, що залишилися після реалізації перших двох етапів (формується множини із w альтернативних видів палива).

Далі з множини w альтернативних видів палива формується комплекс альтернативних видів палива на основі вибору оптимальних поєднань видів палива і типів конструкції транспортних засобів.

Прийняту побудову моделі спрощує обчислювальний процес дослідження, оскільки дозволяє вирішувати задачу оптимізації поетапно, із зменшенням на кожному етапі числа поєднань параметрів системи «паливо-транспортний засіб», завдяки чому знижується загальна розмірність задачі.

Як вже було сказано, завдання підбору палива для ДВЗ зведено до задачі оптимізації параметрів експлуатаційної системи «паливо-транспортний засіб», тобто до відшукування таких значень $x_1, \dots, x_m, y_1, \dots, y_n$, при яких виконується умова $F(x_1, \dots, x_m, y_1, \dots, y_n) \rightarrow \min$ (за умови, що параметри одного напрямку), де $x_j \in X$ - множина параметрів палива, $y_i \in Y$ - множина параметрів транспортного засобу, або до доведення, що таких значень на множині $X \cup Y$ (область визначення параметрів системи «паливо-транспортний засіб») не існує. Відповідно до запропонованих функціональних схем (рис. 2, 3, 4), розіб'ємо завдання на три етапи.

I етап. Мета: визначення технічної пристосованості ДВЗ до альтернативних видів палива і підбір палива згідно з цим критерієм.

Цільова функція: $T(N_e, g_e, \text{КНТ}) \rightarrow \min$ - критерій технічної пристосованості, де КНТ - категорія екологічної небезпеки досліджуваного транспортного засобу, який працює на альтернативному паливі [6]. Категорія екологічної небезпеки транспортного засобу характеризує одночасно кількість шкідливих речовин у ВГ, а також їх клас небезпеки та токсичність з врахуванням гранично допустимих концентрацій.

Функціональні обмеження: $\text{КНТ}/\text{КНТ}_0 \leq 1$, де КНТ_0 - категорія екологічної небезпеки транспортного засобу, працюючого на базовому паливі

Пропонований критерій технічної пристосованості T є мірою екологічної пристосованості ДВЗ до альтернативних видів палива і відображає зміну рівня екологічної небезпеки ВГ при переході ТЗ на альтернативні види палива і впровадженні технічних рішень і заходів, пов'язаних з переведенням. Критерій T сформульований на основі відомої інтегральної оцінки екологічної небезпеки ВГ - категорії небезпеки транспортного засобу.

II етап. Мета: визначення рівня екологічної небезпеки ТЗ, що працюють на альтернативних видах палива, і підбір палива згідно з цим показником.

Цільова функція: $K_a(T, K_{a0}) \rightarrow \min$ - критерій екологічної небезпеки і технічної досконалості транспортного засобу, де K_{a0} - рівень екологічної небезпеки транспортного засобу, працюючого на базовому паливі.

Функціональні обмеження: $\text{КНТ}/\text{КНТ}_{\text{ЄВРО}} \leq 1$.

Для оцінки рівня екологічної небезпеки ТЗ застосований критерій K_a екологічної небезпеки і технічної досконалості транспортного засобу.

Допустимий рівень екологічної небезпеки ТЗ визначається за європейськими нормами, які доповнені рівнями технічної пристосованості ДВЗ до альтернативних видів палива.

III етап. Мета: визначення економічної ефективності експлуатації ТЗ, які працюють на альтернативних видах палива, і підбір палива згідно з цим показником.

Цільова функція: $E(K, \text{ЕЕ.В.}, E_p, O) \rightarrow \max$ - показник економічної ефективності експлуатації, де K - капітальні вкладення в переобладнання транспортного засобу, грн.; ЕЕ.В - економія (зростання) експлуатаційних (поточних) витрат, грн.; E_p - річний економічний ефект, грн.; O - термін окупності капітальних вкладень в переобладнання ТЗ, міс.

Критерії технічної пристосованості, екологічної безпеки і економічної ефективності адекватно описують експлуатаційну систему «паливо-транспортний засіб». Визначення показників економічної ефективності експлуатації здійснюється за однією з відомих методик.

Висновок. Модельні представлення функціонування ТЗ, працюючих на альтернативних паливах, дозволили звести задачу підбору палива до оптимізації параметрів експлуатаційної системи «паливо-транспортний засіб» за критеріями технічної пристосованості, екологічної безпеки та економічної ефективності експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марков В.А., Ефанов А.А., Девянин С.Н. Альтернативные топлива и методика оценки их экологических качеств//Грузовик. - 2007. - №6. - с. 27-34.
2. Патрахальцев Н.Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив. – М.: РУДН, 2008. – 248 с.
3. Использование альтернативных топлив в самоходной технике. Научно-информационный материал//М., Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.Горячкина, 2010. - 95 с.
- 4.Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология.- М., Высшая школа, 2001.- 208 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
6. Цыцура А.А., Дворников Г.П., Бондаренко Е.В. Оценка влияния автомобильного транспорта на качество воздушной среды Оренбуржья//Вестник ОГУ. – 2000. - №1. - с. 47-49.

РЕФЕРАТ

Захарчук В.І. Методика підбору альтернативних моторних палив для транспортних засобів./ Віктор Іванович Захарчук // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27.

В статті запропонована методика комплексного оцінювання перспективності переведення колісних транспортних засобів на альтернативні моторні палива.

Об'єкт дослідження – процес експлуатації транспортних засобів на альтернативних моторних паливах.

Мета роботи – розробка методики оцінювання показників функціонування транспортних засобів, двигуни яких працюють на альтернативних паливах.

Метод дослідження полягає в застосуванні системного аналізу для оцінки показників роботи транспортних засобів на альтернативних паливах.

Розроблена методика підбору альтернативних моторних палив для транспортних засобів, яка ґрунтується на порівнянні альтернативних палив з базовим одночасно за показниками їх технічної пристосованості до двигуна, екологічної безпеки та економічної ефективності експлуатації. Причому, категорія небезпеки транспортного засобу включає не тільки кількість викидів шкідливих речовин, але і їх токсикологічні характеристики. Основою методики є модель експлуатаційної системи «паливо-транспортний засіб», яка складається з двох підсистем, об'єднаних кінцевою метою їх функціонування – виконання транспортної роботи.

Результати статті можуть бути впроваджені в технологіях використання альтернативних палив в автомобільному транспорті та сільськогосподарському виробництві.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – комплексне та системне вирішення питань, пов'язаних з покращенням експлуатаційних показників транспортних засобів, дозволить виявити раціональні шляхи розширення використання альтернативних моторних палив.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, АЛЬТЕРНАТИВНЕ МОТОРНЕ ПАЛИВО, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ПОКАЗНИКИ.

ABSTRACT

Zakharchuk V.I. The methods of selection of alternative motor fuels for vehicles / Victor Zakharchuk // Herald of the National Transport University. – K.: NTU – 2013. – Issue. 27.

The article offered the methods of complex perspective evaluation of transferring wheeled means of transport on alternative motor fuels.

The object of research is a process of exploitation of vehicles on alternative motor fuels.

The purpose of research is the development of method of evaluation of indexes of functioning of vehicles.

A research method consists in application of analysis of the systems for the estimation of working indexes of vehicles on alternative fuels.

This developed method of selection of alternative motor fuels for transport vehicles is based on comparing of alternative fuels with base simultaneously by indexes of their technical adaptability to the engine, ecological safety and economic efficiency of exploitation. More over the category of danger of vehicle includes not only the amount of harmful emission matters but also their toxicological descriptions. Basis of method is a model of the operating system «fuel- transport vehicle», which consists of two subsystems, unified the ultimate goal of their functioning, – implementation of a transport work.

The results of the article can be inculcated in the technologies of using of alternative fuels inculcated in motor transport and agricultural production.

Prognosis suppositions as to development of research object are the complex and system decision of questions, tied with improvement of operating indexes of vehicles, will allow to find out the rational ways of expansion of the use of alternative motor fuels.

KEYWORDS: VEHICLE, ALTERNATIVE MOTOR FUEL, EXPLOITATION, INDEXES.

РЕФЕРАТ

Захарчук В.И. Методика подбора альтернативных моторных топлив для транспортных средств./ Виктор Иванович Захарчук // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ – 2013. – Вып. 27.

В статье предложена методика комплексной оценки перспективности перевода колесных транспортных средств на альтернативные моторные топлива.

Объект исследования – процесс эксплуатации транспортных средств на альтернативных моторных топливах.

Цель работы – разработка методики оценивания показателей функционирования транспортных средств, двигатели которых работают на альтернативных топливах.

Метод исследования заключается в применении системного анализа для оценки показателей работы транспортных средств на альтернативных топливах.

Разработана методика подбора альтернативных моторных топлив для транспортных средств, которая основана на сравнении альтернативных топлив с базовым одновременно по показателям их технической приспособленности к двигателю, экологической безопасности и экономической эффективности эксплуатации. Причем, категория опасности транспортного средства включает не только количество выбросов вредных веществ, но и их токсикологические характеристики. Основой методики есть модель эксплуатационной системы «топливо-транспортное средство», состоящая из двух подсистем, объединенных конечной целью их функционирования – выполнение транспортной работы.

Результаты статьи могут быть внедрены в технологиях использования альтернативных топлив в автомобильном транспорте и сельскохозяйственном производстве.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – комплексное и системное решение вопросов, связанных с улучшением эксплуатационных показателей транспортных средств, позволит определить рациональные пути расширения использования альтернативных моторных топлив.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, АЛЬТЕРНАТИВНОЕ МОТОРНОЕ ТОПЛИВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ.