

Оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив является одним из эффективных путей снижения токсичности отработавших газов и улучшения топливной экономичности. Это достигается как обеспечением необходимых физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив, так и сужением их границ изменения, т.е. адаптацией этих топлив к дизелям, находящимся в эксплуатации.

Таким образом, оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив позволяет повысить эффективность их использования в современных дизелях, а также уменьшить выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Результаты статьи могут быть использованы как рекомендации при подготовке и применении смесевых биодизельных топлив для автомобильного транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, МЕТИЛОВЫЙ ЭФИР РАПСОВОГО МАСЛА, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

УДК 629.43

МЕТОДИКА ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ «ДВИГУН-ТРАНСМІСІЯ» АВТОБУСІВ МАЛОГО КЛАСУ

Гришук О.К., кандидат технічних наук
Рубан Д.П.

Постановка проблеми. Більшість сучасних автобусобудівних заводів використовують агрегатне складання. Тобто закуповуються окремі агрегати, наприклад від вантажних автомобілів, і встановлюються на автобуси. Але режими роботи вантажного автомобіля і автобуса значно відрізняються. Виникає необхідність вибору із ряду двигунів, які розглядаються заводом в якості кандидатів для даного автобуса. Необхідно вибрати той, який кращий як за технічними, так і економічними характеристиками. Відповідно до вибраних двигунів необхідно узгодити параметри «двигун-трансмсія». Одним із шляхів поліпшення тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та екологічних показників автобусів є реалізація в їх конструкціях раціональних параметрів трансмісії (кількості ступенів і передаточних чисел).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті аналізу існуючих законів та методик встановлено, що вони забезпечують окремі високі показники техніко-експлуатаційних властивостей у конкретних умовах експлуатації, причому жоден з законів та жодна з методик не забезпечують одночасно кращі показники як тягово-швидкісних властивостей, так і паливної економічності. Наприклад, за критеріями максимального прискорення на обраних передачах кращими є методики, запропоновані Токаревим А.О. [1] та Даценко І.К. [2], максимального підйому – відповідно методики Шепеленка І.Г. [3] та Токарева А.О., середньої швидкості руху – Токарева А.О., контрольної витрати палива – Шепеленка І.Г., середньої витрати палива – Аніскіна Л.Г. [4], витрати палива при швидкості 60 км/год – також методика Аніскіна Л.Г., при швидкості 90 км/год – закон геометричної прогресії [5]. Тому приймати будь-який закон за основу вибору передаточних чисел коробки передач недоречно.

Постановка цілей статті. Проаналізувавши вітчизняне автобусобудування встановлено, що автобуси малого класу «Богдан» на українському ринку займають близько 40 %. Оскільки автобуси, в основному, експлуатуються в містах, то вони складають значний відсоток забруднювачів довкілля [6]. Враховуючи те, що силовий агрегат автобуса запозичений у вантажного автомобіля, передаточні числа міського автобуса не є оптимальними.

Виклад основного матеріалу. Для поліпшення тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та екологічних показників автобусів малого класу розроблена методика вибору конструктивних параметрів системи «двигун-трансмсія» на основі порівняльної оцінки цих показників у міському їздовому циклі. Дана методика в повній мірі дозволяє вибрати найкращий варіант системи «двигун-трансмсія» згідно умов експлуатації автобуса, особливо коли є готові окремі агрегати.

Для реалізації методики необхідно виконати всі етапи.

1. Обґрунтування вибору конструктивних схем системи «двигун-трансмсія» автобуса. Проводиться аналіз існуючих автобусів та силових установок, які можна на них встановити.

2. Вибір варіантів двигунів і трансмісій автобуса:

а) вибір пропонованих заводом-виробником двигунів і трансмісії.

Необхідно вибрати варіанти двигунів, коробок передач та головних передач, які поставляються на автобусобудівний завод.

б) вибір передаточних чисел трансмісії, розрахованих за існуючими методиками.

Проводиться тяговий розрахунок, виходячи з характеристик автобуса. В результаті якого визначаються максимальне та мінімальне передаточне відношення трансмісії. Обираються (якщо це можливо) стандартні головні передачі для всіх варіантів двигунів. При відсутності необхідних головних передач їх розраховують таким чином, щоб для всіх варіантів двигунів крайні передаточні числа коробки передач були однакові. Потім за існуючими методиками визначаються проміжні передаточні числа коробки передач.

3. Проведення моторних та безмоторних досліджень для отримання характеристик паливоподачі та вмісту забруднюючих викидів у відпрацьованих газах.

Проводяться моторні стендові випробування всіх двигунів, що розглядаються в якості варіантів для даного автобуса. Під час моторних випробувань визначаються навантажувальні характеристики, характеристики активного і примусового холостого ходу. Визначається характеристика моменту механічних втрат.

Безмоторні випробування проводяться, якщо необхідно визначити характеристики паливного насоса високого тиску.

4. Апроксимація характеристик для отримання поліноміальних залежностей паливоподачі та вмісту забруднюючих викидів у відпрацьованих газах.

Проводиться апроксимація всіх отриманих поліноміальних залежностей. Потім перевіряється їх адекватність.

5. Уточнення математичної моделі руху автобуса шляхом внесення коефіцієнтів отриманих поліноміальних залежностей. В результаті апроксимації отримуються коефіцієнти, які вносяться до математичної моделі [7] для її уточнення.

а) уточнення моделі для базового варіанту двигуна;

б) уточнення моделі для інших варіантів двигунів.

6. Моделювання на уточненій математичній моделі автобуса у міському їздовому циклі із базовим двигуном та трансмісією [8].

7. Проведення дорожніх випробувань автобуса у міському циклі з базовою силовою установкою для підтвердження адекватності математичної моделі.

8. Моделювання автобуса з усіма обраними варіантами силових установок для отримання окремих критеріїв: враховує тягово-швидкісні властивості, паливну економічність та екологічні показники [8].

а) моделювання в міському циклі;

б) моделювання в магістральному циклі.

Так як автобуси призначені для перевезення пасажирів, враховуючи особливості руху автобусів, слід обрати критерієм паливної економічності питомі витрати у відношенні до транспортної роботи автобуса в міському і магістральному циклах, г/(пасажиро-км):

$$g_{нал} = \frac{G_n 10^3}{N_{II} \cdot S}, \quad \tilde{g}_{нал} = \frac{\tilde{G}_n 10^3}{N_{II} \cdot S}, \quad (1)$$

де N_{II} – кількість перевезених пасажирів, чол;

S – шлях циклу, м;

G_n – абсолютні витрати палива за цикл, г.

Щоб врахувати викиди одним критерієм для оцінки забруднення автобусів доцільно використовувати критерій забруднення середовища: сумарні (зведені до CO) викиди забруднюючих речовин, ум.г:

$$\sum CO = \sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i \quad (2)$$

де A_i – коефіцієнти агресивності окремих компонентів;

G_i – абсолютні викиди i -ї забруднюючої речовини за цикл г.

Для оцінки сумарної токсичності ВГ транспортних засобів в сучасних дослідженнях [9] приймаються такі значення коефіцієнтів агресивності окремих забруднюючих компонентів A_i : $A_{CO} = 1$, $A_{CmHn} = 3,16$, $A_{NO_x} = 41,1$, $A_C = 200$.

Для оцінки тягово-швидкісних властивостей автобуса критерієм обрано середню швидкість за випробувальний цикл у міському та магістральному циклах відповідно $V_{сер}$ та $\tilde{V}_{сер}$, км/год.

9. Отримання групових критеріїв. Групові критерії паливної економічності об'єднують питомі витрати палива у відношенні до транспортної роботи автобуса в k-х умовах:

$$K_{нал} = \sum_{k=1}^m \xi_k \frac{g_{налBk}}{g_{налk}}, \quad (3)$$

де $g_{налBk}$ – базові питомі витрати палива в k-х умовах, г/(пасажиро-км);

$g_{налk}$ – питомі витрати палива в k-х умовах, г/(пасажиро-км);

ξ_k – коефіцієнти вагомості показників паливної економічності відповідно в міському і магістральному циклах ($\sum \xi_k = 1$).

Як базові питомі витрати можуть виступати кращі питомі витрати палива автобуса відповідного класу у випадку оцінки рівня паливної економічності досліджуваних систем двигун-трансмсія.

Групові критерії екологічних показників автобуса з урахуванням k-х умов мають вигляд:

$$K_{забp} = \sum_{k=1}^m g_k \frac{\sum CO_{Bk}}{\sum CO_k}, \quad (4)$$

де $\sum CO_{Bk}$ – базові сумарні (зведені до CO) викиди забруднюючих речовин в k-х умовах, ум.г;

$\sum CO_k$ – сумарні (зведені до CO) викиди забруднюючих речовин в k-х умовах, ум.г;

g_k – коефіцієнти вагомості екологічних показників автобуса в k-х умовах ($\sum g_k = 1$).

Базовими викидами будуть мінімальні значення, отримані при моделюванні для кожного варіанту «двигун-трансмсія».

Групові критерії тягово-швидкісних властивостей автобуса з урахуванням k-х умов мають вигляд:

$$K_{Va} = \sum_{k=1}^m \chi_k \frac{V_{серk}}{V_{серBk}}, \quad (5)$$

де $V_{серBk}$ – базова середня швидкість автобуса за цикл в k-х умовах, км/год;

$V_{серk}$ – середня швидкість автобуса за цикл в k-х умовах, км/год;

χ_k – коефіцієнти вагомості показників тягово-швидкісних властивостей автобуса відповідно в міському і магістральному циклах ($\sum \chi_k = 1$).

Базовими тягово-швидкісними властивостями будуть максимальні значення середньої швидкості автобуса, отримані при моделюванні для кожного варіанту «двигун-трансмсія».

Значення коефіцієнтів вагомості показників паливної економічності ξ_k , екологічних показників g_k та тягово-швидкісних властивостей χ_k в k-х умовах залежить від призначення ДТЗ та умов його експлуатації. При визначенні групового критерію паливної економічності автобуса, який працює в місті, за значеннями відповідних витрат палива в міському і магістральному циклах коефіцієнт вагомості показника паливної економічності в міському циклі доцільно обрати $\xi_1 = 0,651$, а коефіцієнт вагомості показника паливної економічності в магістральному циклі $\xi_2 = 0,349$. Вагомість екологічних показників складають відповідно $g_1 = 0,752$ і $g_2 = 0,248$, тому що міські автобуси у значній

мірі забруднюють міста. Вагомість показників тягово-швидкісних властивостей складають відповідно $\chi_1 = 0,546$ і $\chi_2 = 0,454$.

10. Отримання інтегральних критеріїв. Об'єднання групових критеріїв в інтегральні критерії, що характеризують автобус здійснюється наступним чином:

$$K_{int} = \psi_1 K_{V_a} + \psi_2 K_{нал} + \psi_3 K_{забр}, \quad (6)$$

де ψ_1, ψ_2, ψ_3 – коефіцієнти вагомості групових критеріїв: тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та екологічних показників ($\sum \psi_i = 1$). Коефіцієнт вагомості тягово-швидкісних властивостей $\psi_1 = 0,232$, паливної економічності $\psi_2 = 0,299$ та коефіцієнт вагомості екологічних показників $\psi_3 = 0,469$ для особливого врахування екологічних показників автобуса.

11. Вибір раціональних параметрів системи «двигун-трансмсія». За допомогою розробленої методики вибору конструктивних параметрів системи «двигун-трансмсія» автобусів малого класу встановлено, що для поліпшення показників тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та екологічних показників міського автобуса «Богдан А09202» з дизелем СУ4102ВZQ необхідно встановити п'ятиступінчасту коробку передач із передаточними числами: $u_1 = 4,929$; $u_2 = 2,604$; $u_3 = 1,613$; $u_4 = 1,0$; $u_5 = 0,782$ та залишити стандартну головну передачу $u_0 = 6,14$.

Висновок. Дослідженнями на математичній моделі [10] встановлено, що узгодженням значень передаточних чисел головної передачі та коробки передач за інтегральним критерієм можна досягнути поліпшення паливної економічності на 3,4 %, зменшення пробігових сумарних викидів (зведені до СО) – на 5,8 %, NO_x – на 1,1 %, твердих часток – на 17 % в порівнянні з базовим варіантом, практично не змінюючи структуру їздового циклу (середня швидкість в циклі відрізнялась від базової не більше 2 %).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Токарев А.А. Гиперболический ряд передаточных чисел трансмиссии / А. А. Токарев // Автомобильная промышленность. – 1975. – № 10. – С. 16 – 18.
2. Даценко И.К. К вопросу определения величины передаточных чисел коробки передач грузового автомобиля / И. К. Даценко // Труды Киевского автодорожного института. Сборник № 2. – Киев: Гос. изд-во технической литературы УССР, 1955.
3. Шепеленко Г.Н. Основы теории самоходных машин / Г. Н. Шепеленко. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1993. – 216 с.
4. Анискин Л.Г. Методика выбора передаточных чисел трансмиссии автомобиля, обеспечивающих его разгон за минимальное время / Л. Г. Анискин, Х. Д. Квитко // Автомобильная промышленность. – 1963. – № 10. – С. 25 – 29.
5. Зимелев Г.В. Теория автомобиля / Г. В. Зимелев. – 2-е изд., перераб. – М.: Воениздат, 1957. – 455 с.
6. Рубан Д.П. Тенденції розвитку автобусобудування України / Д. П. Рубан // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту : наук. – виробн. зб. / АДІ ДонНТУ. – Горлівка, 2008. – № 1(6). – С. 144 – 149.
7. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов и расхода топлива двигателями автомобилей путем оптимизации эксплуатационных факторов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02, 05.22.10 «Тепловые двигатели», «Эксплуатация автомоб. трансп. » / Ю. Ф. Гутаревич. – К., 1986. – 538 с.
8. Сирота В.І. Дослідження впливу типу трансмісії на показники міського автобуса в експлуатаційних умовах / В. І. Сирота, Д. П. Рубан, Г. Я. Гайворонська // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ, 2010. – № 7(149). – С. 28 – 31.
9. Матейчик В.П. Наукові основи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.02 / В. П. Матейчик; Нац. транспорт. ун-т. – К., 2004. – 368 с.
10. Рубан Д.П. Оцінка паливної економічності та екологічних показників міських автобусів малого класу з використанням математичної моделі / Д. П. Рубан, Г. Я. Гайворонська // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – Донецьк, 2009. – С. 40 – 44.

РЕФЕРАТ

Гришук О.К., Рубан Д.П. Методика вибору конструктивних параметрів системи «двигун-трансмсія» автобусів малого класу. / Олександр Казимирович Гришук, Дмитро Петрович Рубан // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

В статті запропоновано методику вибору конструктивних параметрів системи «двигун-трансмсія» міських автобусів малого класу на основі порівняльної оцінки показників тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та викидів шкідливих речовин автобусів у міському їздовому циклі.

Об'єкт дослідження – тягово-швидкісні властивості, паливна економічність та екологічні показники автобусів малого класу з різними системами «двигун-трансмсія» в експлуатаційних умовах.

Мета роботи – за допомогою розробленої методики обрати раціональні варіанти системи «двигун-трансмсія» автобуса малого класу, на якому встановлюються дизелі з наддувом та без наддуву.

Метод дослідження – розрахунковий.

Стаття присвячена поліпшенню показників тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності і екологічних показників автобусів малого класу раціональним вибором параметрів системи «двигун-трансмсія». Розроблено методику вибору конструктивних параметрів системи «двигун-трансмсія» міських автобусів малого класу на основі порівняльної оцінки показників тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності та викидів шкідливих речовин автобусів у міському і магістральному їздових циклах. Уточнивши математичну модель руху автобуса в режимах міського їздового циклу, можна досліджувати вплив особливостей зміни циклової подачі палива дизеля з наддувом і без наддуву та передаточних чисел коробки передач та головної передачі на показники: тягово-швидкісних властивостей, паливну економічність та викиди шкідливих речовин автобуса на міських маршрутах.

Результати статті можуть бути впроваджені при проектуванні нових автобусів малого класу.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – поліпшення показників: тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності і екологічних показників автобусів малого класу раціональним вибором параметрів системи «двигун-трансмсія».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОБУС, СИСТЕМА «ДВИГУН-ТРАНСМІСІЯ», ТЯГОВО-ШВИДКІСНІ ВЛАСТИВОСТІ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

ABSTRACT

Gryshchuk O.K., Ruban D.P. Method of choice of structural parameters of the system «engine-transmission» busses of small class. / Oleksandr Gryshchuk, Dmytro Ruban // Visnyk NTU. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

The technique of the constructional parameters choice of the «engine-transmission» system of the urban small class buses, based on the comparative estimation of the tractive and speed properties and fuel efficiency parameters as well as harmful substances emissions of busses in urban driving cycle, has been developed.

Object of study – the parameters of tractive and speed properties, economy of fuel and the ecological parameters of small class buses by a rational choice of the parameters of the «engine-transmission» system.

Purpose – with the help of the developed technique the rational variants of the «engine-transmission» system of the bus have been chosen, on which the supercharged and unsupercharged diesel engines are set up.

Metod study – calculation.

The article covers the problem of improving the parameters of tractive and speed properties, economy of fuel and the ecological parameters of small class buses by a rational choice of the parameters of the «engine-transmission» system. The technique of the constructional parameters choice of the «engine-transmission» system of the urban small class buses, based on the comparative estimation of the tractive and speed properties and fuel efficiency parameters as well as harmful substances emissions of busses in urban driving cycle, has been developed. The mathematical model of the bus movement in urban driving cycle modes has been specified, that make it possible to investigate the influence of features of the fuel cycle supply change of supercharged and unsupercharged diesel engine as well as the transfer numbers of speed gearboxes and main transfer on the following parameters: tractive and speed properties, economy of fuel and bus harmful substances emissions on urban routes.

The results of the article can be inculcated at planning of new busses of small class.

Prognosis suppositions in relation to development of research object are an improvement of indexes: hauling-speed properties, fuel economy and ecological indexes of busses of small class, by the rational choice of parameters of the system «engine-transmission».

KEY WORDS: BUS, «ENGINE-TRANSMISSION» SYSTEM, TRACTIVE AND SPEED PROPERTIES, MATHEMATICAL MODEL, FUEL EFFICIENCY, ECOLOGICAL RATES.

РЕФЕРАТ

Грищук О.К., Рубан Д.П. Методика выбора конструктивных параметров системы «двигатель-трансмиссия» автобусов малого класса. / Александр Казимирович Грищук, Дмитрий Петрович Рубан // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье предложена методика выбора конструктивных параметров системы «двигатель-трансмиссия» городских автобусов малого класса на основе сравнительной оценки показателей тягово-скоростных свойств, топливной экономичности и выбросов вредных веществ автобусов, в городском ездовом цикле.

Объект исследования – тягово-скоростные свойства, топливная экономичность и экологические показатели автобусов малого класса, с разными системами «двигатель-трансмиссия» в эксплуатационных условиях.

Цель работы – с помощью разработанной методики избрать рациональные варианты системы «двигатель-трансмиссия» автобуса малого класса, на котором устанавливаются дизели с наддувом и без наддува.

Метод исследования – расчетный.

Статья посвящена улучшению показателей тягово-скоростных свойств, топливной экономичности и экологических показателей автобусов малого класса, рациональным выбором параметров системы «двигатель-трансмиссия». Разработана методика выбора конструктивных параметров системы «двигатель-трансмиссия» городских автобусов малого класса на основе сравнительной оценки показателей тягово-скоростных свойств, топливной экономичности и выбросов вредных веществ автобусов, в городском и магистральном ездовых циклах. Уточнив математическую модель движения автобуса в режимах городского ездового цикла, можно исследовать влияние особенностей изменения циклической подачи топлива дизеля с наддувом и без наддува и передаточных чисел коробки передач и главной передачи на показатели: тягово-скоростных свойств, топливную экономичность и выбросы вредных веществ автобуса на городских маршрутах.

Результаты статьи могут быть внедрены при проектировании новых автобусов малого класса.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – улучшение показателей: тягово-скоростных свойств, топливной экономичности и экологических показателей автобусов малого класса, рациональным выбором параметров системы «двигатель-трансмиссия».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОБУС, СИСТЕМА «ДВИГАТЕЛЬ-ТРАНСМИССИЯ», ТЯГОВО-СКОРОСТНЫЕ СВОЙСТВА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

УДК 621.43+621.43.016.4-57+536.421+541.6:541.183

ДО ВИБОРУ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ДВЗ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук
Александров В.Д., доктор хімічних наук
Грищук І.В., кандидат технічних наук
Постніков В.О., кандидат хімічних наук
Добровольський О.С., кандидат технічних наук
Адров Д.С.

Вступ. При експлуатації двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), особливо в умовах низьких температур, виникає проблема їх безаварійного запуску й підготовки до роботи з навантаженням (попередній передпусковий прогрів), що пояснюється порушеннями нормального теплового балансу ДВЗ. Ефективність використання ДВЗ суттєво залежить від часу, що витрачається на допоміжні операції. До таких операцій відноситься передпускова підготовка ДВЗ, яка містить у собі комплекс заходів, що забезпечують впевнений і безаварійний пуск двигуна й прискорену підготовку його до прийняття навантаження. Тепловий стан ДВЗ впливає на процеси утворення різних видів відкладань, міцнісні показники матеріалів деталей, вихідні ефективні показники двигунів, процеси зношування поверхонь деталей. Відомо, що знижена температура стінок циліндра (нижче точки роси відпрацьованих газів (ВГ)) сприяє прискоренню їх корозійно-механічного зношування [1, 2]. При цьому погіршується сумішоутворення й зменшується швидкість згорання паливоповітряної суміші, що знижує