

УДК 629.3+504
UDC 629.3+504

ОСОБЛИВОСТІ КОНВЕРСІЇ АВТОМОБІЛЯ З ДВЗ В ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Яновський В.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Руденко Д.Є., Національний транспортний університет, Київ, Україна

PECULIARITIES OF CONVERSION THE AUTOMOBILE WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE TO HYBRID AUTOMOBILE

Mateichyk V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsuman M.P., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yanovskyi V.V., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Rudenko D.Ye., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ КОНВЕРСИИ АВТОМОБИЛЯ С ДВС В ГИБРИДНЫЙ АВТОМОБИЛЬ

Матейчик В. П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цюман Н.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Яновский В.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Руденко Д. Є., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря на вулицях міст та зниження витрат палива на автомобільному транспорті є потреба переходу до принципово нових конструктивних схем і технологій автомобілів. Тому, проекти, що зменшують шкідливі викиди автомобілів, знижують витрату нафтових та газових палив та стимулюють розвиток нетрадиційних автомобілів, зокрема, гібридних та електромобілів, стають актуальними. Енергоустановки нетрадиційних автомобілів мають у своєму складі разом або замість двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) також і альтернативні джерела енергії. Зокрема, у гібридних автомобілях для поліпшення паливної економічності та зниження викидів шкідливих речовин використовуються спеціальні високовольтні акумуляторні батареї (АКБ) та тягові електричні двигуни, які повністю замінюють або частково доповнюють ДВЗ у різних швидкісних і навантажувальних режимах руху автомобіля.

Актуальність проектів конверсії традиційних автомобілів у гібридні пов'язана з вирішенням економічних, екологічних та соціальних проблем, обумовлених негативним впливом автомобільного транспорту, впровадженням технологій підвищення екологічної безпеки транспортних засобів, зокрема, поліпшити їх паливну економічність й зменшити викиди шкідливих речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки з'явилося багато робіт вітчизняних та зарубіжних дослідників, присвячених гібридним автомобілям. Огляд таких публікацій виконано в [1]. В роботі [2] проведено аналіз причин, які не дозволяють гібридним автомобілям і електромобілям зайняти впливову нішу на автомобільному ринку. Однією з основних причин названо високу вартість гібридних автомобілів та електромобілів. В монографії [3] описано: основи гібридної технології; тягово-швидкісні характеристики конверсійного автомобіля; експериментальні дослідження конверсійного автомобіля; практичну значимість конверсії автомобіля.

Метою статті є аналіз особливостей конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль на основі критеріїв паливної економічності та викидів шкідливих речовин.

Основний матеріал. Розвиток екологічно безпечних транспортних засобів (ТЗ) з метою зниження викидів токсичних речовин і поліпшення паливної економічності енергоустановок сьогодні відбувається у таких напрямках:

- удосконалення систем впорскування палива і процесів згорання в традиційних ДВЗ;
- застосування систем каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів;
- розробка новітніх енергозберігаючих технологій та систем на транспорті;
- створення альтернативних екологічно безпечних джерел, накопичувачів енергії та енергоустановок.

Проте заходи щодо вдосконалення традиційних ДВЗ виявилися недостатньо ефективними, особливо при експлуатації автомобілів у великих містах. Відомо, що в межах мегаполісів, потужність ДВЗ використовується в середньому не більше ніж на 20% [3]. Середня швидкість руху в місті для автомобіля, максимальна швидкість якого 150...200 км/год, не перевищує 30 км/год. Крім того, сам характер руху у місті є послідовністю прискорень і гальмувань. В результаті енергія ДВЗ переходить в значній мірі в теплоту, що розсіюється у навколишнє середовище через елементи гальмівних систем та безповоротно втрачається.

Необхідність оптимізації енергоустановки і рекуперації (повернення) енергії в автомобілі виникла вже давно, але була багато в чому обмежена: з одного боку, інертністю виробників ТЗ (як відомо будь-яка модернізація вимагає значних капіталовкладень), а з іншого – недостатнім технологічним рівнем розвитку екологічно безпечних і достатньо емних накопичувачів і рекуператорів енергії. В ідеалі, така установка повинна мати достатню енергоємність і здатність швидко накопичувати та віддавати запас енергії.

Основна ідея гібридної технології на автотранспорті полягає у тому, щоб мати не один, а два енергетичних елемента, синергетично оптимізованих як для забезпечення прискорення, так і ефективного руху на високих швидкостях ТЗ. ДВЗ у звичайному легковому або вантажному автомобілі повинен забезпечувати достатню потужність для декількох секунд прискорення та підтримувати крейсерську швидкість на автостраді і при цьому бути економічно ефективним. Тому, ДВЗ великого літражу, необхідний для інтенсивного прискорення, стає певним недоліком ТЗ під час руху трасою, оскільки ДВЗ меншого літражу у цьому випадку є більш економічно ефективним та ідеально підходить для замського циклу. Використання гібридних енергоустановок дозволяє вирішити ці протиріччя (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Гібридна енергоустановка

Ключовими завданнями, які потребують вирішення, при застосуванні гібридних енергетичних установок на ТЗ є:

- загальна економія палива;
- підвищення рівня екологічної безпеки ТЗ;
- потужна віддача енергії при розгоні автомобіля або під час руху на підйом;
- накопичення кінетичної енергії автомобіля при гальмуванні за рахунок використання ефективної системи рекуперації;
- економічне використання енергії в замському режимі руху автомобіля.

Ефективність електрохімічних акумуляторних батарей при рекуперативному гальмуванні автомобіля та подальшому використанні накопиченої енергії пов'язана з неодноразовим перетворенням енергії з однієї форми в іншу:

1. кінетична енергія автомобіля під час гальмування перетворюється в електричну енергію за допомогою тягової електричної машини, яка працює в режимі генератора;
2. електрична енергія через інвертор (перетворювач напруги) перетворюється в хімічну енергію при заряджанні акумуляторної батареї;
3. при розряджанні акумуляторної батареї хімічна енергія перетворюється в електричну;
4. електрична енергія через інвертор знову подається до тягової електричної машини, яка працює в режимі двигуна і знову перетворюється в механічну енергію руху автомобіля.

В результаті перетворень енергії знижується загальний рівень ефективності гібридної енергоустановки автомобіля. Низька ефективність системи рекуперації гібридного автомобіля обумовлена тим, що термін заряджання АКБ при рекуперативному гальмуванні автомобіля на затяжному ухилі складає максимум декілька хвилин, чого недостатньо для накопичення надлишку кінетичної енергії акумуляторними батареями, тому сама будова гібридних енергоустановок з хімічними акумуляторними батареями неминуче призводить до суттєвих втрат кінетичної енергії автомобілів. Тому, виникає необхідність розробки такої гібридної енергоустановки, яка дозволяє усунути, або зменшити недоліки існуючих технологій. При цьому, одним з основних факторів при розробці є вартість гібридного автомобіля, яка не має перевищувати вартість базового автомобіля більше ніж на 30%.

До технологій, які вже втілені в сучасні енергоустановки автомобілів з високим рівнем екологічної безпеки відносяться:

- використання високовольтних акумуляторних батарей (в автомобілі Lexus RX400h напруга акумуляторних батарей складає 228В, в гібридному автомобілі Cadillac Escalade Hybrid використовується нікель-метал-гідридна АКБ Energy Storage System (ESS) напругою 300В);
- значне зростання напруги живлення (наприклад, в гібридному автомобілі Lexus RX400h напруга живлення тягового електричного двигуна зросла до 650В) та впровадження дворівневої напруги живлення електричних систем та комплексів транспортних засобів;
- використання принципово нових інформаційних панелей;
- обладнання автомобілів новітніми більш енергоємними накопичувачами енергії: акумуляторними батареями, а саме нікель-метал-гідридними (Ni-MH), літій-іонними (Li-ion), конденсаторами великої ємності, мехатронними маховичними накопичувачами енергії, паливними елементами на основі використання водню та ін.;
- використання сучасних силових електронних компонентів для керування та розподілу великих енергетичних потоків (напруги, струму);
- використання для приводу автомобіля вентильних електричних машин, які мають високий ККД, високі енергетичні властивості та невеликі масово-габаритні розміри;
- застосування новітніх комп’ютерних технологій для оптимального керування процесами та системами автомобіля, а також сучасних технологій передачі даних, у тому числі бездротових;
- застосування систем штучного інтелекту для керування процесами та системами автомобіля.

Вибір раціональної схеми енергоустановки і постановка задачі моделювання. При побудові автомобіля з високим рівнем екологічної безпеки однією з найбільш ефективних схем трансмісії гібридних енергоустановок є послідовно-паралельна схема, оскільки початок руху і рух на невисоких швидкостях здійснюється або виключно на електричній тязі, або комбіновано за допомогою ДВЗ та електродвигуна, що істотно підвищує екологічну безпеку автомобіля, особливо в міському циклі руху.

При виконанні математичного моделювання тягово-швидкісних характеристик автомобіля з гібридною енергоустановкою у різних режимах руху необхідно вирішити такі задачі:

- розробити математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з існуючим ДВЗ, в яку входять наступні підсистеми: модель ДВЗ, модель трансмісії, модель системи управління, модель факторів зовнішнього впливу на автомобіль, модель визначення необхідної потужності та інші підсистеми;
- скласти математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з тяговим електричним двигуном з урахуванням маси акумуляторних батарей;
- скласти комбіновану математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з гібридною енергоустановкою;
- провести порівняльну оцінку тягово-швидкісних характеристик автомобіля з ДВЗ і автомобіля з гібридною енергоустановкою.

Основними елементами послідовно-паралельної схеми гібридної енергоустановки автомобіля є (рис. 2):

- електричний генератор;
- тяговий електричний двигун;
- акумуляторна батарея;
- ДВЗ;
- система управління [4].

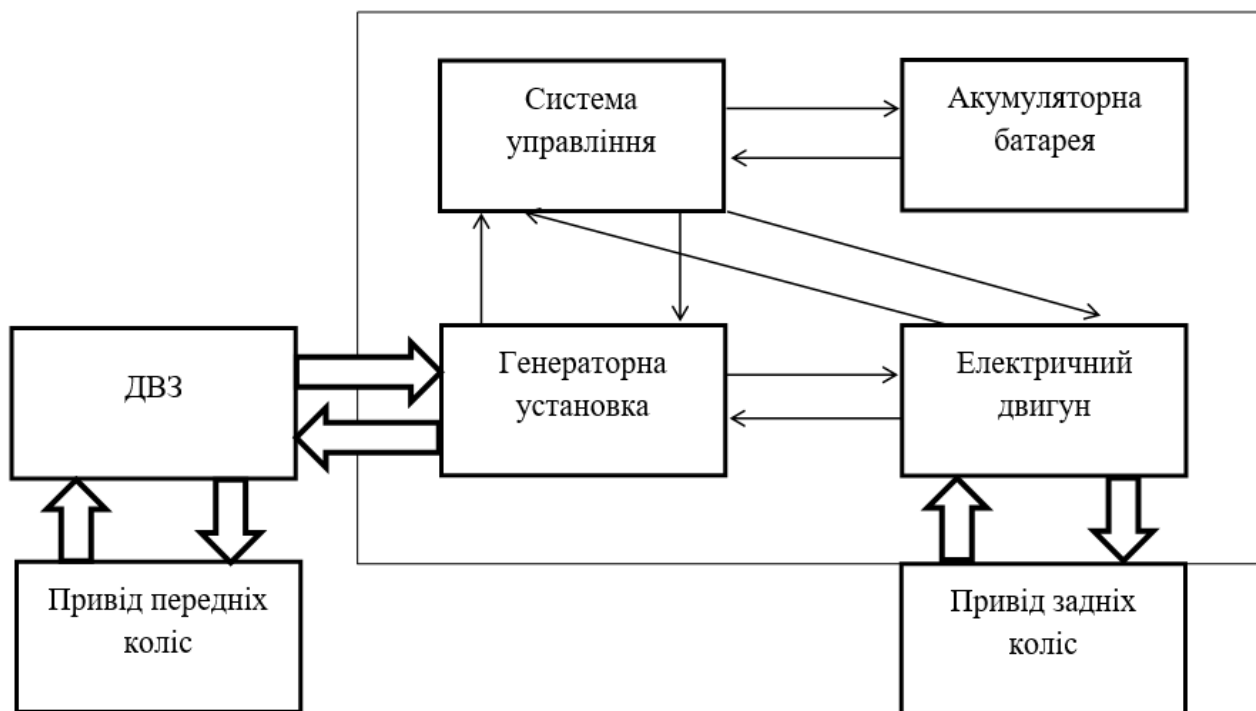


Рисунок 2 – Структурна схема послідовно-паралельної гібридної енергоустановки автомобіля

Економічне обґрунтування доцільності вибору типу гібридної енергоустановки.

Розглядаючи вдалі конструкції електромобілів варто розраховувати термін окупності гібридного автомобіля та електромобіля, оскільки масовий попит на такі ТЗ буде формувати покупець із середнім рівнем достатку.

Розрахуємо ціну гібридизації враховуючи, що гібридний автомобіль не маючи спеціальної конструкції як, наприклад, «Toyota Prius», забезпечить економію у середньому 25% палива за умов руху в європейському міському циклі. При умові, що середньорічний пробіг авто становить 20000 км при ціні бензину 20 грн/л і витратах палива базового автомобіля 10 л/100 км, середньорічні витрати на паливо становитимуть: $20 \text{ грн} \times 20000 \text{ км} \times 0,1 \text{ л/км} = 40000 \text{ грн}$. Тоді, можлива щорічна економія палива становитиме: $40000 \text{ грн} \times 0,25 = 10000 \text{ грн}$.

В середньому вартість конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль становить близько 2700 \$, що забезпечує термін її окупності на даний момент $(2700 \$ \times 26,9 \text{ грн} / \$) / 10000 \text{ грн} = 7,26$ років. В той же час, імпорتنі аналоги гібридних автомобілів коштують на 4000 \$ дорожче прототипів із звичайними двигунами.

Таким чином, для гібридної енергоустановки доцільно використовувати найдешевші компоненти, зокрема, асинхронні та синхронні електродвигуни, а також свинцево-кислотні акумулятори, для забезпечення найменшого терміну окупності.

Вибір акумулятора. Розглядаючи відомі конструкції електромобілів можна зазначити, що здебільшого вони спочатку комплектувалися свинцево-кислотними акумуляторами і мали досить великий запас ходу більше 100 км.

Основною перевагою свинцево-кислотних акумуляторів є їх відносно невисока ціна, проте значним недоліком є те, що звичайні стартерні акумулятори забезпечують лише близько 250 повних циклів заряджання-розряджання. У стартерному режимі найбільш важливим є не стільки ємність акумулятора, як його здатність забезпечувати великий пусковий струм. Свинцево-кислотний акумулятор при значних струмах не можна розряджати більш ніж на 50% ємності, оскільки при подальшому розряджанні зростає внутрішній опір і акумулятор розігрівається через падіння к.к.д. [5].

Розглянемо дослідження, які проводилися в ХНАДУ та описані в монографії [3]. В цих дослідженнях розглядалися свинцево-кислотні акумулятори при значних розрядних струмах до $3 C_0$ (C_0 – ємність акумулятора зазначена на етикетці А·год) і зарядному струмові $0,5 C_0$, який є максимально дозволеним при аварійному введенні в експлуатацію.

Для експерименту було обрано АКБ 6СТ110А із п'яти поширених на ринку фірм-виробників: Bosch, Delkor Technology (Корея), Jonson Controls «Varta» (Германія), ООО «Аккумуляторные технологии» – «Зверь» (Росія), «А мег» (Україна).

Досліджувався стан акумуляторної батареї в режимі: струм розрядження 250 А на протязі 7 сек, потім зарядження 50 А на протязі 10 сек, цикли розрядження- зарядження виконували до напруги на акумуляторі 10 В під навантаженням. Акумулятор витримував близько 100 таких циклів при чому залишкова ємність при струмі розрядження 25 А становила близько 40...50% від повної. Після декількох сотень циклів акумулятор зарядили і провели контрольне розрядження струмом 25 А і одержали ємність 92 А·год. Цей результат не відрізняється від нової батареї, яка не випробовувалася цикловим навантаженням. На основі цього можна зробити висновок, що для найдешевших гібридних авто типу ДВЗ+електродвигун можна використовувати українські стартерні акумулятори «А mega» ємністю 92 А·год при 20...25% використанні ємності в кількості 5 шт., тобто на 60 В. В такому разі запас енергії, яку можна отримати, становитиме 92 А·год x 0,25 x 60 В 1380 Вт·год., а маса батареї становитиме: 26,15 кг x 5 =130 кг.

Для порівняння, енергоємність акумулятора для «Toyota Prius» при його 50% використанні становить 6,5 А·год x 0,5 x 285 В = 890 Вт·год.

Проте, свинцево-кислотні акумулятори «А mega» мають гарантію 3 роки і термін експлуатації близько 5 років, в той час як акумулятор для «Toyota Prius» має гарантію 8 років і термін експлуатації близько 10...12 років.

Слід враховувати важливий ціновий фактор: акумулятор «А mega» 92 А·год коштує близько 2400 гривень, а батарея з 5 акумуляторів – 2400 x 5 = 12000 грн, тобто при курсі 26,9 грн/у.о. 12000 грн / 26,9 грн/у.о. ≈ 446 у.о. Для порівняння, батарея для «Toyota Prius» коштує близько 1000 у.о.

Прогнозування рівня економії палива та зменшення викидів шкідливих речовин при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль. Порівняння проведемо по усередненим значенням викидів діоксиду вуглецю для чотирьох автомобілів: Honda Civic Hybrid – 109 г/км; Toyota Prius – 104 г/км; Citroen C4 Hybrid – 90 г/км; Honda Insight – 80 г/км. З порівняння можна зробити висновок, що показник викиду діоксиду вуглецю залежить не стільки від конструкції гібридного приводу, як від витрати палива. Отже, доцільно застосовувати концепцію більш дешевої гібридної енергоустановки задля пришвидшення темпів розвитку гібридного автотранспорту.

У зв'язку з тим, що свинцево-кислотні акумулятори мають зарядний струм на порядок менший, ніж розрядний, а конкретно не більше 0,5 від ємності акумуляторної батареї, такі акумулятори не підходять для великих навантажень на протязі великого проміжку часу.

При використанні акумуляторної батареї 60 В · 100 А·год. зарядний струм не повинен перевищувати 50 А, а максимальна потужність генератора становить 3 кВт. Таким чином, доцільно використовувати електротягу тільки при швидкості до 35 км/год. Автомобіль має найгірші економічні параметри саме на малих швидкостях, що відображено на графіках питомих витрат палива для автомобільного двигуна MeM3-307 (рис. 3) [3].

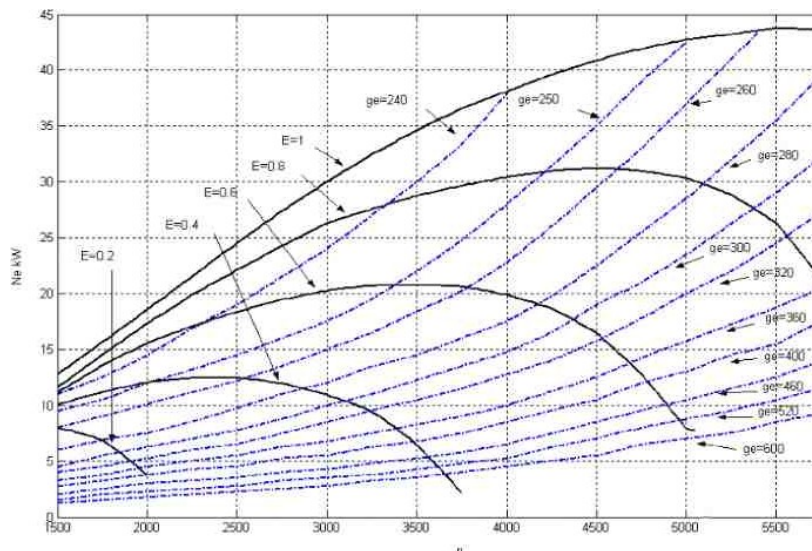


Рисунок 3 – Багатопараметрова характеристика ДВЗ MeM3-307

З використанням наведених вище даних була побудована математична модель, що реалізована за допомогою програмного забезпечення «Matlab Simulink», яка враховує механічну характеристику електродвигуна та ДВЗ при їх послідовній роботі в умовах руху згідно з європейським міським їздовим циклом і з урахуванням сумарного дорожнього опору (рис. 4) [3].

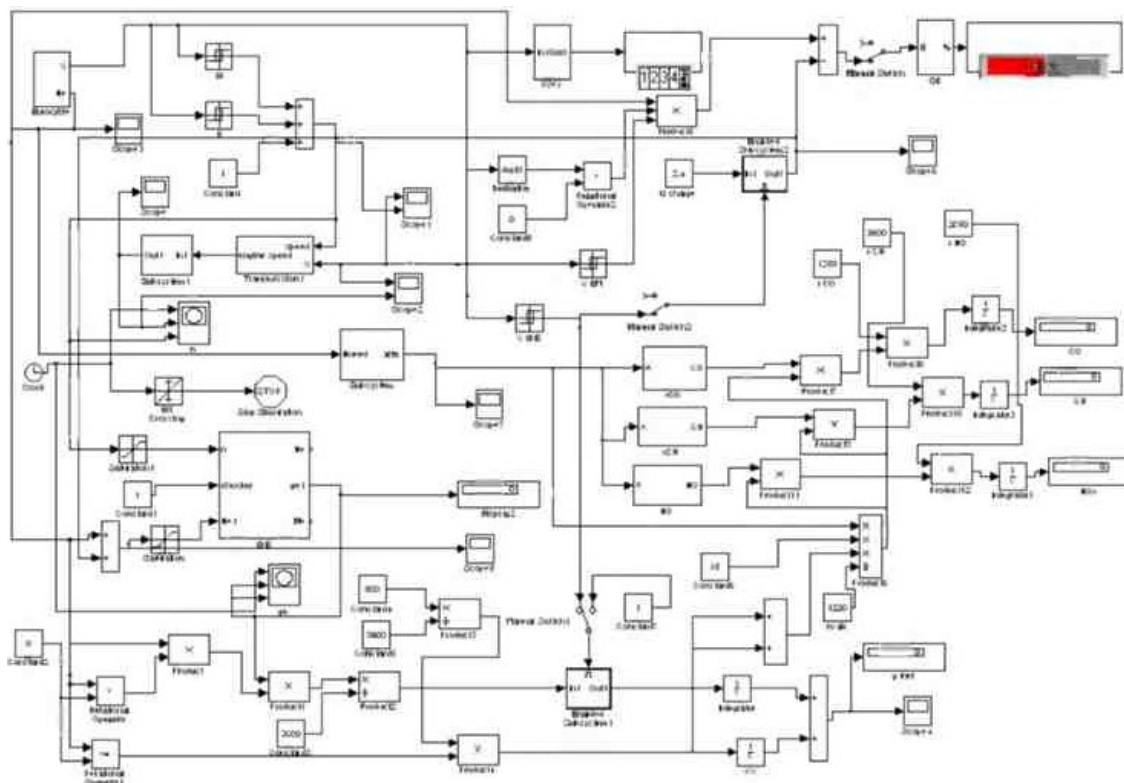


Рисунок 4 – Математична модель гібридного автомобіля

Розрахунок витрат палива і кількості шкідливих речовин був проведений за методикою, яка викладена в роботі [6].

Для отримання характеристик токсичності необхідно апроксимувати криві залежності кількості викидів від коефіцієнта надлишку повітря. Як показують спеціальні дослідження [3], ці криві достатньо точно можна виразити тричленом у вигляді $(A_1 + B_1 \cdot a + C_1 \cdot a^2)$, де A_1, B_1, C_1 – постійні коефіцієнти.

Вміст оксидів вуглецю може бути розрахований по формулі:

$$X_{CO} = (61,3 - 114 \cdot a + 53 \cdot a^2) \quad (1)$$

Вміст вуглеводнів може бути розрахований по формулі:

$$X_{CH} = (0,991 - 1,677 \cdot a + 0,0776 \cdot a^2) \quad (2)$$

Вміст оксидів азоту може бути розрахований по формулі:

$$X_{NO} = (-3,64 + 7,88 \cdot a + 3,88 \cdot a^2) \quad (3)$$

Коефіцієнт надлишку повітря може бути розрахований за рівнянням:

$$a = [a_1 - b_1 / (c_1 + N_1)] \quad (4)$$

де a_1, b_1, c_1 , – постійні коефіцієнти для даного двигуна, N_1 – відсоток використання потужності.

В результаті були одержані показники рівня економії палива та зниження кількості викидів шкідливих речовин при русі за європейським міським їздовим циклом (табл. 1) [3].

Таблиця 1 – Результати моделювання показників витрати палива та викидів шкідливих речовин

Базовий варіант автомобіля	Гібридний варіант	Ефективність впровадження, %
Витрата палива за один елементарний європейський міський цикл, г		
162,4	116,9	28
Викиди шкідливих речовин, г		
CO	0,283	47
CH	0,1919	48
NO _x	4,041	48

При цьому, за один елементарний міський цикл акумулятор втрачає близько 1% своєї енергії. При умові, що акумулятор не можна розряджати більше ніж на 50% його ємності для забезпечення довговічності і незмінності експлуатаційних властивостей, автомобіль з повністю зарядженим акумулятором потенційно зможе подолати відстань до 200 км у режимах руху згідно із європейським міським їздовим циклом.

Висновок. Таким чином, практичне застосування гібридної технології вдосконалення енергетичних установок транспортних засобів є ефективним заходом для підвищення їх екологічної безпеки. Проведений аналіз можливостей конверсії традиційного автомобіля у гібридний свідчить про необхідність пошуку ефективного алгоритму функціонування гібридної енергоустановки для забезпечення її найбільшої паливно-економічної ефективності та мінімального терміну економічної окупності конверсії. Моделювання показників паливної економічності та викидів шкідливих речовин традиційного і гібридного автомобіля при їх русі у режимах їздового циклу показує, що витрата палива гібридного автомобіля менше на 28 %, а викиди нормованих шкідливих речовин на 47-48 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков; під ред. О.В. Бажинова – Харків: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
3. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, М. Хакім. – Х.: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
4. Смирнова А.О. Аналіз розвитку інформаційних панелей електромобілів та гібридних автомобілів / А.О. Смирнова // Вестник ХНАДУ, 2011. – № 55. – С. 126–129.
5. Смирнов О.П. Аналіз схемних рішень побудови автомобіля з гібридною енергетичною установкою. / О.П. Смирнов // Вестник ХНАДУ, 2006. – № 32. – С. 41–43.
6. Смирнов О.П. Теоретические основы повышения топливной экономичности автомобиля за счет использования гибридной энергетической установки. / О.П. Смирнов // Транспорт, екологія – сталий розвиток: XII міжнар. наук.-техн. конф., 18-20 травня 2006 р.: - Варна, Болгарія, 2006. – С. 80–85.
7. Бажинов А.В. Система управления гибридной силовой установки с тяговым электроприводом на базе вентиляного двигателя с электромагнитным возбуждением / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, С.А. Серіков // Вісник СХУ ім. Володимира Даля. – 2010. – №7 (149).
8. Бажинов А.В. Пути снижения стоимости подзаряжаемого гибридного автомобиля / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, С.А. Серіков, Е.А. Серікова, О.П. Смирнов // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – 2012. – №134/2012.

REFERENCES

1. O. V. Bazhynov, O. P. Smyrnov, S. A. Sierikov, A. B. Hnatov, A. B. Koliesnikov. "Hibrydni avtomobili" [Hybrid automobiles]. Kharkiv, 2008, 327 p. (Ukr)
2. O. V. Bazhynov, O. P. Smyrnov, S. A. Sierikov, V. Y. Dvadnenko "Synerhetychnyi avtomobil. Teoriia i praktyka" [Synergetic automobile. Theory and practice]. Kharkiv, 2011, 236 p. (Ukr)
3. O. V. Bazhynov, V. Y. Dvadnenko, M. Khakim, "Konversiia lehkovoho avtomobilia v hibrydnyi" [Hybrid conversion light duty vehicle]. Kharkiv, 2014. (Ukr)
4. A. O. Smyrnova "Analiz rozvytrku informatsiinykh panelei elektromobiliv ta hibrydnykh avtomobiliv" [Improvement analysis of electrical automobiles and hybrid automobiles information panels]. Vestnik KhNADU, issue 55, 2011, pp. 126-129. (Ukr)
5. O. P. Smyrnov "Analiz skhemnykh rishen pobudovy avtomobilia z hibrydnoiu enerhetychnoiu ustanovkoiu" [Analysis of schematics decisions of hybrid power plant automobile constructions]. Vestnik KhNADU, issue 32, 2006, pp. 41-43. (Ukr)
6. O. P. Smyrnov "Teoreticheskie osnovyi povyisheniya toplivnoy ekonomichnosti avtomobilya za schet ispolzovaniya gibridnoy energeticheskoy ustanovki" [Theoretical basis of automobile fuel economy improving by using hybrid power plant]. Transport, ecology – sustainability, XII Int. Sc. Conf., Varna, Bulgaria, 2006, pp. 80-85. (Rus)

7. A. V. Bazhynov, V. Y. Dvadenko, S.A. Serikov "Sistema upravleniya gibridnoy silovoy ustanovki s tyagovym elektroprivodom na baze ventilnogo dvigatelya s elektromagnitnymy vozбуzhdeniem" [Control system of hybrid power plant with electrical powertrain based on electromagnetic excitation valve engine]. Visnyk SNU im. V. Dalia, 2010, issue 7 (149). (Rus)

8. A. V. Bazhynov, V. Y. Dvadenko, S.A. Serikov, E.A. Serikova, O. P. Smyrnov "Puti snizheniya stoimosti podzaryazhaemogo gibridnogo avtomobilya" [Ways of cost decreasing for charging hybrid automobile]. Visnyk SevNTU, 2012, issue 134. (Rus)

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Особливості конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, В.В. Яновский, Д.С. Руденко // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

В статті розглянуто особливості конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль та технології, які вже втілені в сучасні енергоустановки автомобілів з високим рівнем екологічної безпеки. Досліджено вибір раціональної схеми енергоустановки і виконано постановку задачі її моделювання, здійснено економічне обґрунтування доцільності вибору типу гібридної енергоустановки, розглянуто особливості вибору акумуляторної батареї для гібридної енергоустановки, здійснено прогнозування рівня економії палива та зменшення викидів шкідливих речовин при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Об'єкт дослідження – вплив характеристик та параметрів схеми гібридної енергоустановки на вибір раціональної схеми енергоустановки при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Мета роботи – аналіз особливостей конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль на основі критеріїв паливної економічності та викидів шкідливих речовин.

Метод дослідження – експериментальні дослідження, математичне моделювання, розрахунок витрат палива і кількості шкідливих речовин при використанні гібридної енергоустановки за умов руху автомобіля у європейському міському їздовому циклі.

Практичне застосування гібридної технології вдосконалення енергетичних установок транспортних засобів є ефективним заходом для підвищення їх екологічної безпеки. Здійснено визначення необхідного обладнання для гібридної енергоустановки, економічне обґрунтування та встановлено еколого-економічну ефективність конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Проведений аналіз можливостей конверсії традиційного автомобіля у гібридний свідчить про необхідність пошуку ефективного алгоритму функціонування гібридної енергоустановки для забезпечення її найбільшої паливно-економічної ефективності та мінімального терміну економічної окупності конверсії. Моделювання показників паливної економічності та викидів шкідливих речовин традиційного і гібридного автомобіля при їх русі у режимах їздового циклу показує, що витрата палива гібридного автомобіля менше на 28 %, а викиди нормованих шкідливих речовин на 47-48 %.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА, КОНВЕРСІЯ, ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Tsuman M.P., Yanovskyi V.V., Rudenko D.Ye. Peculiarities of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In article the peculiarities of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile are examined. Also, the technologies are examined, which already are implemented to modern power plants for automobiles with high level of environmental safety. The choose of power plant rational scheme is researched. The problem formulation of simulation the power plant is made. The economical reasoning the choose of type the hybrid power plant is done. The peculiarities of choose the accumulator battery for hybrid power plant are examined. The forecasting of fuel economy level and decreasing of harmful emissions for conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile is done.

Object of the study – is influence of characteristics and parameters of hybrid power plant scheme on

choose of power plant rational scheme for conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile.

Purpose of the study – is analysis of peculiarities the conversion of automobile with internal combustion engine to hybrid automobile using the fuel economy and harmful emissions criterias.

Method of the study – experimental studies, mathematical simulation, the calculating of fuel consumption and harmful emissions when using the hybrid power plant during the automobile motion in European driving city cycle.

The practical using of hybrid technology for improvement the vehicle power plants is effective activity for increasing the environmental safety of vehicles. The determination of necessary equipment for hybrid power plant and economical reasoning of conversion are made. The environmental and economical efficiency of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile are found.

The analysis of possibilities the conversion of conventional automobile to hybrid shows that finding the effective algorithm of hybrid power plant functioning is necessary for providing of most fuel efficiency and minimal payback period of conversion. Simulation of fuel economy and harmful emissions for the conventional and hybrid automobiles during their motion under the modes of driving cycle shows, that fuel consumption of hybrid automobile is less on 28 % and certified harmful emissions is less on 47-48 %.

KEY WORDS: POWER PLANT, CONVERSION, HYBRID AUTOMOBILE, ENVIRONMENTAL SAFETY, ACCUMULATOR BATTERY, ELECTRICAL ENGINE, ECONOMICAL EFFICIENCY.

РЕФЕРАТ

Матейчик В. П. Особенности конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль / В.П. Матейчик, Н.П. Цюман, В.В. Яновский, Д.Е. Руденко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье рассмотрены особенности конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль и технологии, которые уже воплощены в современные энергоустановки автомобилей с высоким уровнем экологической безопасности. Исследован выбор рациональной схемы энергоустановки и выполнена постановка задачи ее моделирования, осуществлено экономическое обоснование целесообразности выбора типа гибридной энергоустановки, рассмотрены особенности выбора аккумуляторной батареи для гибридной энергоустановки, осуществлено прогнозирование уровня экономии топлива и уменьшения выбросов вредных веществ при конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Объект исследования – влияние характеристик и параметров схемы гибридной энергоустановки на выбор рациональной схемы энергоустановки при конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Цель работы – анализ особенностей конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль на основе критериев топливной экономичности и выбросов вредных веществ.

Метод исследования – экспериментальные исследования, математическое моделирование, расчет расхода топлива и количества вредных веществ при использовании гибридной энергоустановки в условиях движения автомобиля в европейском городском ездовом цикле.

Практическое применение гибридной технологии совершенствования энергетических установок транспортных средств является эффективной мерой для повышения их экологической безопасности. Осуществлено определение необходимого оборудования для гибридной энергоустановки, экономическое обоснование и установлено эколого-экономическую эффективность конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Проведенный анализ возможностей конверсии традиционного автомобиля в гибридный свидетельствует о необходимости поиска эффективного алгоритма функционирования гибридной энергоустановки для обеспечения ее наибольшей топливно-экономической эффективности и минимального срока экономической окупаемости конверсии. Моделирование показателей топливной экономичности и выбросов вредных веществ традиционного и гибридного автомобиля при их движении в режимах ездового цикла показывает, что расход топлива гибридного автомобиля меньше на 28%, а выбросы нормируемых вредных веществ на 47-48%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, КОНВЕРСИЯ, ГИБРИДНЫЙ АВТОМОБИЛЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38044-280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Цюман Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Яновський Василь Васильович, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, тел. +38097282-41-12, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Руденко Денис Євгенович, Національний транспортний університет, магістрант спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища», e-mail: deoniska93@gmail.com, тел. +38 093 709 95 71, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

AUTHORS:

Mateichyk Vasyl P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Dean of the Automobile Mechanic Faculty, e-mail: wmate@ukr.net, tel. +38044-280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Tsiuman Mykola P., Ph.D in Technical Science, Associate professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Engines and Heating Engineering, e-mail: tsuman@ukr.net, tel. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str., 1.

Yanovskyi Vasyl V., Ph.D in Technical Science, National Transport University, associated professor of the Department of Vehicles, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, tel. +38097282-41-12, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Rudenko. Denys Ye., National Transport University, magistrant of Ecology and Environmental Protection major, e-mail: deoniska93@gmail.com, tel. +38 093 709 95 71, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str., 1.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан автомеханического факультета, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044-280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Цюман Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, м. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1.

Яновский Василь Васильович, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, тел. +38 097 282-41-12, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Руденко Денис Евгеньевич, Национальный транспортный университет, магистрант специальности «Экология и охрана окружающей среды», e-mail: deoniska93@gmail.com, тел. +38 093 709 95 71, Украина, 01010, м. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О.І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets A.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Director of Institute for Environmental Safety, Department of Life Safety, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.