

Аналогічні міркування можуть бути взяті до уваги і при прийнятті рішень щодо включення до підсумкового варіанта стратегічного портфеля проектів, які мають середню пріоритетність як щодо стратегічної значущості, так і щодо фінансової ефективності.

**Висновки.** Розроблено модель комплексного обґрунтування пріоритетності проектів стратегічного портфеля систем перевезень в організаціях ТДВАТ, яка передбачає оцінювання проектів за параметрами стратегічної значущості і фінансової ефективності. Стратегічну значущість пропонується оцінювати за значущістю задач, на вирішення яких вони впливають, використовуючи метод аналізу ієрархій. При цьому ієрархічна структура визначення значущості задач формується на основі ієрархічної будови інформаційної моделі реалізації стратегічно орієнтованої ефективної системи перевезень в організаціях ТДВАТ. Для визначення вагових коефіцієнтів в межах цільового рівня пропонується використовувати загальноорганізаційні пріоритети, а функціонального рівня – пріоритети організаційної структури систем перевезень. Значущість проектів щодо рівня забезпечуваної фінансової ефективності оцінюється в рамках методу аналізу ієрархій, за критеріями NPV, IRR, PBP і NPV<sub>S</sub>.

### *Література*

1. Бушуев С.Д. Управление проектами: основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров. – К.: ІРІДУМ, 2006. – 208 с.
2. Бегун А.П. Метод і моделі формування портфеля проектів на основі аналізу стратегій діяльності підприємства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами». – Харків, 2006. – 20 с.
3. Кендалл Дж. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами. – М.: ПМСОФТ, 2004. – 560 с.
4. Коллинз Г. Структурные методы разработки систем: от стратегического планирования до тестирования. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 255 с.
5. Попов О.Ю. Управління інвестиційними проектами модернізації водопровідно-каналізаційного господарства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами». – Київ, 2002. – 21 с.
6. Аналіз вигід і втрат: Практ. посіб. / Секретаріат Ради Скарбниці Канади. – Київ: Основи, 2000. – 175 с.
7. Бушueva Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития. – Київ: Видавництво «Науковий світ», 2007. – 199 с.
8. Нивен П.Р. Диагностика сбалансированной системы показателей. Пер с англ. – Дніпропетровськ: Баланс Бизнес Букс, 2006. – 256 с.
9. Saaty N.T. The analytic hierarchy process. – New York: Mc Graw-Hill, 1984. – 374 p.
10. Бальцер Д. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М.: Мир, 1977.
11. Шишкин Е.В. Математические методы и модели в управлении. – М.: Дело, 2000. – 438 с.
12. Воркут Т.А. Проектний аналіз. – Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямом «Транспортні технології». – Київ: Український центр духовної культури, 2000. – 440 с.
13. Dasgupta P.S. Guidelines for Project Evaluation (UNIDO Guidelines). – New York: United Nations, 1972.
14. Тернер Дж.Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению. Пер.с англ. / Под общ. Ред. В.И. Воропаева. – М.: ИД «Гребенников», 2007. – 552 с.

УДК 629.114

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ**

**Ворона А.В.**

**Постановка проблеми.** Використання гібридних силових установок на автомобілях замість традиційних, у яких двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) самостійно приводить транспортний засіб у рух, з одного боку, призводить до ускладнення конструкції і збільшення

вартості автомобілів як при виробництві, так і для кінцевого споживача. Але, з іншого боку, це дає змогу значно покращити характеристики паливної економічності та токсичності ДВЗ, оскільки двигун у складі гібридної силової установки послідовного та послідовно-паралельного (комбінованого) типу не має жорсткого з'єднання з ведучими колесами, що дозволяє довільно підбирати режими його роботи. Крім того, реалізується можливість рекуперації енергії при гальмуванні, що значно підвищує загальний ККД силової установки.

**Аналіз попередніх досліджень.** Схеми конструкції гібридних автомобілів досліджували Я. Гао, А. Емаді, С. Чан, М. Ехсані та інші вітчизняні і закордонні вчені. У роботах цих дослідників досить глибоко вивчені питання щодо класифікації, вибору та обґрунтування конструкцій гібридних транспортних засобів.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Конструкція гібридних силових установок залежить від зв'язків між компонентами, які визначають напрями потоку енергії і розташування елементів контролю [1, 2]. Традиційно гібридні системи були розділені на два основних типи: послідовний і паралельний. Слід відзначити, що деякі сучасні системи не можуть бути так класифіковані. Тому гібридні силові установки сьогодні поділяються на чотири типи: послідовні, паралельні, послідовно-паралельні та комбіновані, як схематично показано на рис. 1. На цьому рисунку ДВЗ і паливний бак та електродвигун і батарея прийняті, відповідно, як приклади первинного джерела живлення (постійне) та вторинного джерела живлення (динамічне). ДВЗ може бути замінений іншими типами джерел потужності. Крім того, батарея може бути замінена суперконденсатором або маховиком чи їх комбінацією [1, 3].

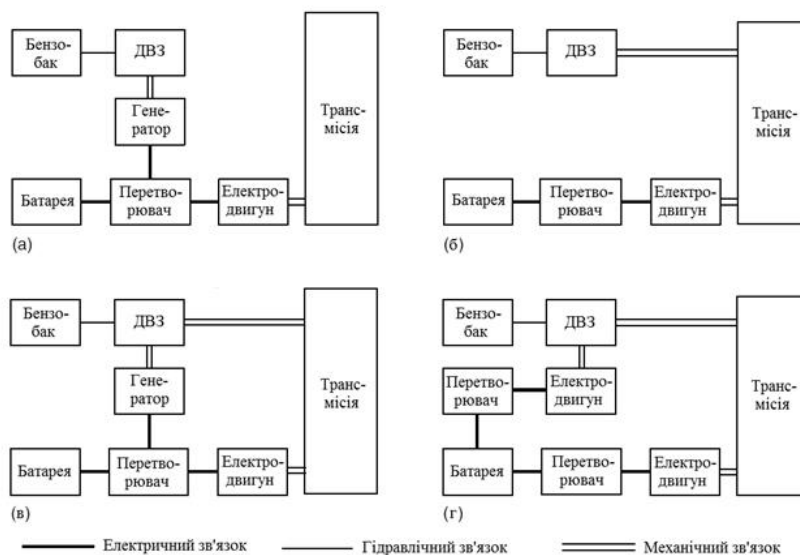


Рис. 1. Класифікація гібридних силових установок залежно від зв'язків між компонентами:  
а) – послідовна; б) – паралельна; в) – послідовно-паралельна; г) – комбінована

**Послідовні гібридні силові установки** – системи, в яких два джерела енергії живлять один тяговий електродвигун, що приводить автомобіль у рух. Найбільш розповсюджена схема такого приводу показана на рис. 2. Односпрямоване джерело енергії – паливний бак, односпрямований перетворювач енергії – ДВЗ, з'єднаний з електричним генератором. Вихід з електричного генератора підключено до шини електроживлення через електронний перетворювач (випрямляч). Двонаправлене джерело енергії – батарея електрохімічних акумуляторів – підключена до шини за допомогою перетворювача постійного струму (ПС/ПС- перетворювача). Шина електроживлення також пов'язана з регулятором тягового електродвигуна. Тяговий електродвигун може бути задіяний як двигун або як генератор, у прямому або зворотному напрямі обертання [2, 4]. Ця силова установка, може потребувати встановлення зарядного пристрою для зарядки батарей від електричної мережі.

До послідовних також відносяться силові установки, у яких ДВЗ та електродвигун поєднані за допомогою механічного зв'язку у вигляді планетарної передачі, оскільки взаємодія між двигунами у них описується такими ж математичними залежностями [1].

Послідовні гібридні силові установки потенційно можуть працювати в наступних режимах:

1. Чистий електричний режим: ДВЗ вимкнений, електродвигун живиться тільки від акумуляторів.

2. Чистий режим роботи від ДВЗ: тягове зусилля надходить тільки від двигуна-генератора, а батареї не надають і не отримують енергію. Електродвигун служить електричною муфтою між ДВЗ та ведучими колесами.

3. Гібридний режим: тягове зусилля надходить з обох джерел.

4. Режим передачі тяги від ДВЗ і зарядки акумуляторів: двигун-генератор надає потужність для зарядки батареї і для приведення в рух транспортного засобу.

5. Регенеративний гальмівний режим: двигун-генератор вимкнений, тяговий двигун працює як генератор. Електроенергія, що виробляється, використовується для зарядки батарей.

6. Режим зарядки акумуляторів: тяговий двигун не отримує енергії, двигун-генератор заряджає акумулятори.

7. Гібридний режим зарядки акумуляторів: двигун-генератор і тяговий електродвигун працюють як генератори для зарядки акумуляторів.

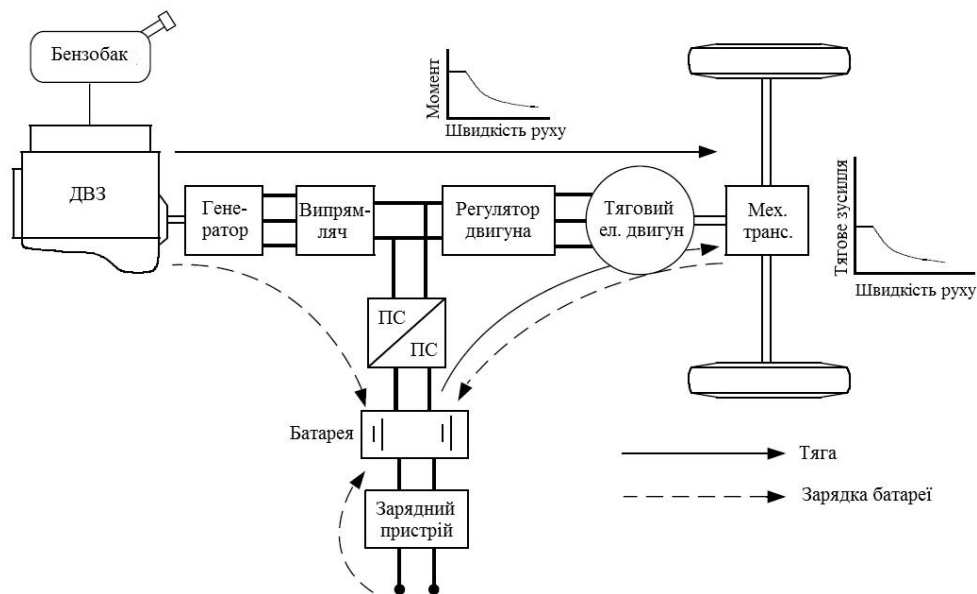


Рис. 2. Схема конструкції послідовної гібридної силовой установки

Послідовні гібридні силові установки мають ряд переваг:

1. Двигун повністю механічно відокремлений від ведучих коліс (або з'єднаний за допомогою механічної передачі з плаваючим передаточним відношенням). Таким чином, він може працювати в будь-якій точці своєї характеристики і потенційно – виключно в діапазоні своєї максимальної ефективності. Ефективність та токсичність двигуна можуть бути покращені шляхом оптимального управління в цій вузькій області. Вузький діапазон робочих режимів дозволяє поліпшити показники роботи ДВЗ більше, ніж оптимізація його роботи у всьому діапазоні. Крім того, механічна відокремленість ДВЗ від ведучих коліс дозволяє використовувати високошвидкісні двигуни (такі, як ГТД) або повільні силові установки (двигуни Стірлінга), що складно реалізувати при жорсткому механічному з'єднанні.

2. Оскільки електродвигуни мають майже ідеальну швидкісну характеристику, вони не потребують багатоступінчатих коробок передач. Тому їх використання значно спрощується, а вартість знижується. Крім того, замість встановлення одного двигуна і диференціала можуть бути використані два двигуни, кожен з яких приводить у рух одне з коліс [1, 4]. Можна також реалізувати повний привід без затрат та ускладнення конструкції диференціалами та привідними валами.

3. Спрощення керування у результаті механічного відокремлення ДВЗ.

Проте послідовні гібридні силові установки мають і деякі недоліки:

1. Енергія від двигуна перетворюється два рази (механічна в електричну у генераторі і

електрична в механічну у електродвигуні). Пов'язані з цим втрати двигуна-генератора і тягового електродвигуна сумуються і можуть бути значними (цю проблему вирішує використання планетарної передачі для реалізації зв'язку між двигунами).

2. Генератор збільшує масу та вартість.

3. Тяговий електродвигун повинен бути достатнього розміру і потужності, щоб самостійно справлятися з навантаженням на ведучих колесах автомобіля.

**Паралельні гібридні силові установки** – системи, в яких ДВЗ надає свою потужність ведучим колесам через жорсткий механічний зв'язок з одним ступенем свободи, як у звичайних транспортних засобах. Йому допомагає електродвигун, який механічно з'єднаний з трансмісією. Крутні моменти ДВЗ та електродвигуна складаються за допомогою механічного з'єднання, як показано на рис. 3. Механічне з'єднання ДВЗ та електричного двигуна робить можливими декілька різних конфігурацій приводу.

Паралельні гібридні силові установки, у порівнянні з послідовними, розширюють діапазон можливих режимів роботи; менше навантаження на електродвигун дозволяє зменшити його розміри та масу, втрати ДВЗ та електродвигуна не сумуються, тому можна підвищити ККД системи в цілому.

Недоліком є те, що ДВЗ, який механічно з'єднаний з трансмісією, працює не тільки на оптимальних режимах, хоча це залежить від алгоритму керування системою в цілому і залежно від її конфігурації – від вибору оптимальних режимів підключення ДВЗ та електродвигуна.

**Послідовно-паралельні гібридні силові установки** можна розглядати як паралельні, у яких ДВЗ, що механічно з'єднаний з трансмісією, також обертає вал генератора, який заряджає батарею та надає енергію тяговому електродвигуну, або ж як послідовні, у яких ДВЗ, що обертає вал генератора, також механічно з'єднаний з трансмісією (див. рис. 1, в). Важливо зазначити, що у даному випадку генератор не виконує функцію двигуна.

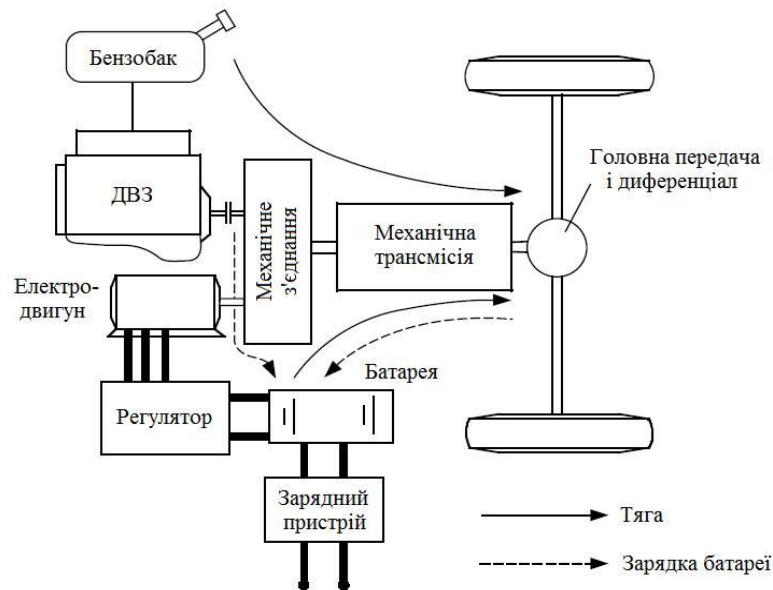


Рис. 3. Схема конструкції паралельної гібридної силової установки

**Комбінована гібридна силова установка** аналогічна послідовно-паралельній. Різниця лише в тому, що електрична функція зв'язку переміщується з перетворювача на акумулятори, і додається ще один перетворювач живлення між двигуном-генератором і батареєю (рис. 1, г). У цьому випадку обидва електродвигуни можуть працювати у режимах і двигуна і генератора.

Залежно від того, на скільки значною є роль допоміжного джерела енергії та перетворювача (тобто батареї та тягового електродвигуна) у приведенні автомобіля в рух, гібридні силові установки поділяються на повні та «м'які».

**Повні гібридні силові установки** характеризуються тим, що обидва джерела енергії у них є невід'ємними і рівнозначними. Як правило, у них використовуються ДВЗ та електродвигуни, спеціально розроблені для спільної роботи у складі таких установок. Повна гібридна силова установка з паралельною, послідовною, або послідовно-паралельною конфігурацією може значно

скоротити витрату палива при роботі двигуна на оптимальних режимах і з використанням ефективного рекуперативного гальмування. Тим не менше висока електрична потужність вимагає громіздких і важких батарей для зберігання енергії. Це спричиняє труднощі при установці системи і знижує навантажувальний потенціал. Повний гібридний привід має структуру, абсолютно відмінну від конструкції звичайних транспортних засобів. Це, в свою чергу, призводить до величезних затрат часу і грошей на розробку і виробництво повних гібридів.

«М'які» гібриду (англ. *mildhybrid*) можна, в цілому, вважати дещо спрощеними варіантами повних гібридних силових установок. Одним з варіантів реалізації гібриду за такою схемою є розміщення невеликого електричного двигуна позаду ДВЗ. Така конструкція і являє собою «м'який» гібридний привід. Цей невеликий електричний двигун може працювати як стартер ДВЗ, а також як генератор. Він може також надавати додаткову потужність, коли виникає така потреба, і здатен перетворювати частину енергії гальмування в електричну. Він може потенційно замінити традиційне зчеплення, у якому відбуваються втрати енергії при пробуксовуванні фрикційних дисків. Система «м'якого» гібридного приводу не вимагає потужних батарей для зберігання енергії завдяки малій потужності електродвигуна [1-3]. Інші підсистеми звичайних транспортних засобів, такі, як двигун, трансмісія (коробка передач) і гальма, не потребують суттєвих змін.

**Висновки.** Гібридна силова установка повинна бути скомпонована за такою схемою, яка б дозволяла, перш за все, забезпечити найкращі показники паливної економічності, а також токсичності. Виходячи з цього, послідовна та паралельна конструкція силової установки, а також «м'які» гібриди, розглянуті раніше, не задовольняють у повній мірі висунуті вимоги, оскільки ДВЗ у їх складі не може завжди працювати у оптимальному швидкісному режимі (паралельна схема), або ж має місце подвійне перетворення енергії і пов'язані з цим втрати (послідовна схема). «М'які» гібриди, у свою чергу, є спрощеними варіантами повних гібридних силових установок, їх ефективність у порівнянні з повними гібридами значно нижча.

Таким чином, необхідно реалізувати таку схему конструкції силової установки, яка б поєднувала в собі переваги послідовних та паралельних гібридів і, якщо це можливо, не мала їх недоліків. На мою думку, найкращим рішенням є застосування комбінованої конструкції з планетарною передачею.

Головною особливістю даної конструкції є те, що вона дозволяє організувати тягово-швидкісний зв'язок між ДВЗ та двома електродвигунами-генераторами у її складі. Більш правильно називати таку схему гібридною силовою установкою з тягово-швидкісним зв'язком, оскільки вона фактично являє собою послідовну силову установку з механічним швидкісним зв'язком між ДВЗ та електродвигуном, до якої додано ще один електродвигун для забезпечення тягового зв'язку одночасно з швидкісним.

#### *Література*

1. *M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi*, "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition", US, 2010.
2. *M. Ehsani, Y. Gao, and J. M. Miller*, "Hybrid electric vehicles: Architecture and motor drives," Proceedings of the IEEE, Special issue on Electric, Hybrid Electric and Fuel Cells Vehicle, Vol. 95, No. 4, April 2007.
3. *C. C. Chan and K. T. Chau*, Modern Electric Vehicle Technology, Oxford University Press, New York, 2001.
4. *Y. Gao and M. Ehsani*, New Type of Transmission for Hybrid Vehicle with Speed and Torque Summation, US Patent pending.

УДК 656.025:629.4.067

## **ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ОЦІНКИ АДЕКВАТНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ СИТУАЦІЙНОГО СТАНУ**

*Галак І.І., кандидат технічних наук*

**Вступ.** В сучасних умовах дорожнього руху до рівня безпеки перевезень пасажирів пред'являються високі вимоги направлені на підвищення дорожньої дисципліни водіїв, але, не зважаючи на постійний контроль з боку органів управління, рівень аварійності майже не