

УДК 629.113

*ІВАНОВ О.С., аспірант; ФАЙЧУК М.І., к.т.н.  
Національний транспортний університет*

## ДО ВИБОРУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ М1

*Представлено основні компоненти системи керування гібридним автомобілем, опис основних функцій компонентів системи керування гібридним автомобілем та стан компонентів автомобіля під час різних режимів роботи.*

**Ключові слова:** *гібридний автомобіль, електронний блок керування, електромотор.*

### Постановка проблеми

Гібридний автомобіль поєднує в собі два джерела енергії (зазвичай це тепловий двигун (ДВЗ) та електричний двигун), а також використовується функція «Старт-стоп» (самостійно вимикає двигун при зупинці автомобіля перед світлофорами або шлагбаумами) та регенеративне гальмування (більша частина кінетичної енергії при гальмуванні регенерується, та у вигляді електричної енергії накопичується у високовольтній батареї). Таке поєднання двох джерел енергії, використання функції «Старт-стоп» та регенеративного гальмування призводить до виникнення декількох режимів роботи гібрида. Саме в багатомодальності роботи гібриду та в організації взаємодії між компонентами полягає складність процесу керування. Система керування повинна забезпечувати плавність та непомітність переходу між режимами роботи гібриду.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемами процесу керування гібридним автомобілем займається значна кількість науковців. В роботі [1] були розглянуті особливості послідовно-паралельної схеми ГСУ і трансмісії гібридного автомобіля як об'єкт керування за швидкістю руху; була поставлена задача вибору оптимального режиму роботи ГСУ та оптимального перерозподілу потоків потужності між силовим агрегатом та контуром рекуперації енергії. В роботі [2] були представлені результати випробувань ефективності рекуперативного гальмування автомобіля «МАМІ-ГСУ», який побудований на базі автомобіля УАЗ-3153. Автор відзначає, що основними задачами при розробці рекуперації енергії є: правильний вибір накопичувача енергії; визначення найкращих параметрів агрегатів ГСУ для збільшення часу використання рекуперативного гальмування, що дозволить автомобілю на деяких режимах гальмувати тільки за рахунок рекуперативного гальмування; підвищення рекуперації шляхом вибору раціональної схеми ГСУ з мінімальними втратами при перетворенні енергії з одного виду в інший.

### Мета роботи

Дана робота має за мету проведення опису: процесу керування гібридним автомобілем, основних компонентів системи керування та стану компонентів автомобіля в різних режимах роботи.

### Матеріали і результати дослідження

Складності процесу керування можуть бути оцінені якщо взяти до уваги різноманітність режимів роботи та взаємодію між різними компонентами табл. 1. Рух тільки на електричній тязі зазвичай відбувається до швидкості 30 км/год за умов достатнього рівня заряду АКБ, при підвищенні швидкості на допомогу електродвигуну приходить ДВЗ. При пониженні рівня заряду АКБ чи рівномірного руху зі швидкістю більше 60 км/год протягом визначеного (заводом-

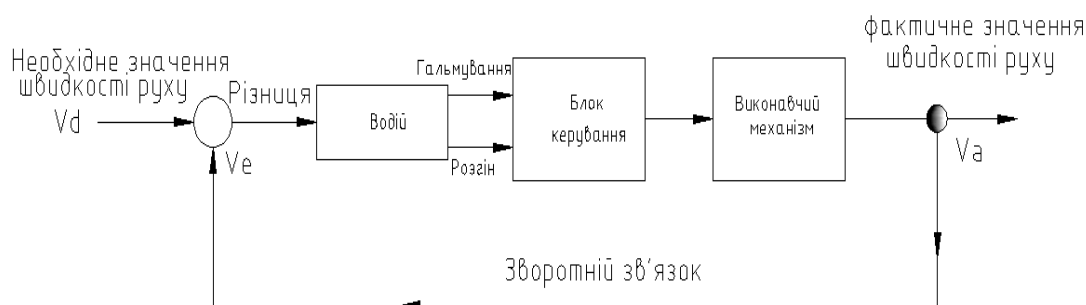
виробником) проміжком часу, наприклад, при русі по автомагістралі з постійною швидкістю, електродвигун вимикається. При розрядці батареї енергія ДВЗ розподіляється на привід коліс та на обертання генератора, який заряджає високовольтну АКБ. При бажанні водія різко розігнатися в роботу одночасно вступають два силових агрегати. При рекуперативному гальмуванні мотор/генератор (М/Г) перебуває в режимі Г. Двигун при цьому може бути вимкнено. Рух автомобіля за інерцією перетворюється колесами в обертальний рух ротора М/Г, який перетворює механічну енергію руху транспортного засобу в електричну, яка накопичується у високовольтній акумуляторній батареї та подалі може використовуватися для живлення електродвигуна, наприклад, при бажанні водія різко розігнатися.

Таблиця 1

**Взаємодія компонентів гібридного автомобіля на різних режимах роботи**

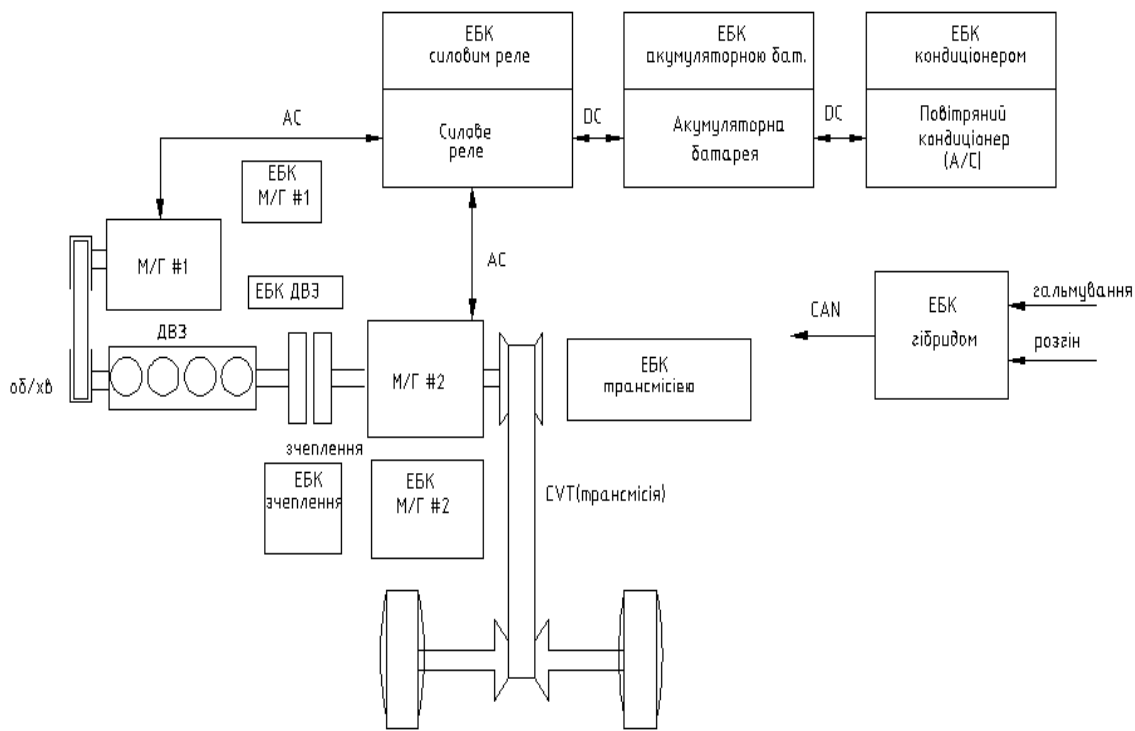
Режими роботи	ДВЗ	Зчеплення двигуна	Електродвигун/ Генератор(М/Г)	Зчеплення (М/Г)	Акумуляторна батарея	Величина ел. струму	Положення автомобіля
Пуск	Викл.- Вкл.	Вкл.	Електродвигун	Вкл.	Розрядка	Малий	Не рухається
Рух за рахунок електричної енергії	Викл.	Розімкнене	Електродвигун	Вкл.	Розрядка	Великий	Рухається
Підключення ДВЗ	Викл.- Вкл.	Вкл.	Електродвигун	Вкл.	Розрядка	Великий	Рухається
Тільки ДВЗ	Вкл.	Вкл.	Викл.	Розімкнене		Відсутній	Рухається
Тільки ДВЗ заряд	Вкл.	Вкл.	Генератор	Вкл.	Зарядка	Середній	Рухається
Режим розгону	Вкл.	Вкл.	Генератор	Вкл.	Розрядка	Великий	Рухається
Гальмування	Викл.	Розімкнене	Генератор	Вкл.	Зарядка	Дуже великий	Рухається

Базовим елементом в системі керування є зворотній зв'язок, метою якого є підтримка тісного взаємозв'язку між бажаними та дійсними параметрами див. рис. 1. На вхід подаються необхідні параметри, а на виході визначаються фактичні значення, при різниці фактичних та необхідних значень останні коректуються поки ця різниця не буде ліквідована.



**Рис. 1. Схема зворотного зв'язку**

На рис. 2 зображено складові компоненти гібридного автомобіля. ЕБК гібридом взаємодіє з усіма блоками керування та отримує інформацію для вибору режиму роботи.



**Рис.2. Складові компоненти автомобіля з ГСУ**

Також він отримує інформацію про бажання водія, наприклад, на скільки сильно водій натискає на педаль акселератора. Гібридний ЕБК відповідає за розподілення енергії по всій системі, він дає команду на вмикання або вимкання ДВЗ та керує величиною крутного моменту та потужністю електричного двигуна та ДВЗ, а також керує кількістю струму та часом зарядки акумулятора. ЕБК М/Г забезпечує безпечність та надійність М/Г, яка залежить від температури та об/хв. Він відповідальний за команду перемикавання з режиму електродвигуна до генератора і навпаки. ЕБК трансмісією забезпечує вибір необхідної передачі для крутного моменту та обертів М/Г та ДВЗ. ЕБК силовим реле контролює перемикавання між режимами М/Г та потік енергії при розрядці та зарядці АКБ. ЕБК акумулятором контролює рівень заряду та температуру АКБ та запобігає перегріву акумулятора. У деяких гібридів насос кондиціонера працює від електричного приводу, в інших від ДВЗ. При змінному режимі руху (зупинка-рух) ЕБК кондиціонером може дати команду блоку керування гібридом здійснити привід компресора кондиціонера від ДВЗ.

При натисканні водієм на педаль гальм до електронного блоку керування (ЕБК) гібридом поступає сигнал. В залежності від величини сигналу, ЕБК гібрида вираховує, яке зусилля необхідно прикласти для сповільнення руху автомобіля. ЕБК гібридом посилає ЕБК ДВЗ сигнал про необхідність припинення подачі палива. ЕБК ДВЗ, для запобігання різких ривків, поступово зменшує подачу палива та оберти двигуна завдяки навантаженню від М/Г. Від ЕБК акумуляторної батареї поступає сигнал щодо ступеня зарядженості і температури батареї, в результаті цього ЕБК гібридом приймає рішення щодо можливості чи неможливості зарядки батареї. Відбувається розімкнення зчеплення в результаті подачі сигналу від ЕБК гібридом до ЕБК зчепленням. ЕБК гібридом в залежності від швидкості руху визначає, який крутний момент та яку величину об/хв. необхідно прикласти до М/Г, щоб плавно зупинити автомобіль, та посилає їх значення на ЕБК трансмісії. ЕБК трансмісією вибирає необхідну передачу та вмикає її. ЕБК М/Г перемикає М/Г в режим генератора. Від ЕБК силовим реле до ЕБК гібридом поступає сигнал щодо допустимої величини сили струму для зарядки батареї. Якщо дана величина струму не може повністю забезпечити бажане сповільнення автомобіля, то це компенсується за допомогою гальмування основною гальмівною системою.

В автомобілі Audi A1 e-tron використовується «система відносин з власником», яка базується на постійному підключенні автомобіля до Інтернету. Перебуваючи на різній відстані від авто за допомогою мобільного телефону можна побачити координати автомобіля, його технічний стан, рівень заряду батареї, запас ходу, при бажанні можна перевірити рівень рідини у бочку омивача скла чи навіть відкрити вікно. Найголовнішою є можливість повідомити автомобіль, коли і куди ви збираєтесь здійснити найближчу подорож. Отримавши заказ, автомобіль розраховує маршрут руху, беручи до уваги наступні моменти: міста та селища на шляху, в яких необхідно рухатись виключно на електротязі; протяжні спуски, на яких буде можливість зарядити батарею за допомогою рекуперації; додання підйомів, що потребує витрати енергії; заправки, де буде можливість поповнити паливний бак. Отримавши всю цю інформацію з карт Google, автомобіль розраховує, як саме йому витратити енергію, щоб подолати дистанцію у максимально економічному режимі [3]. Також більшої ефективності гібридного автомобіля можна досягти за допомогою прив'язки блоку керування гібридного приводу до GPS: при заїзді на гору, наприклад, гібрид буде максимально розряджати батарею, щоб потім при крутому спуску зарядити її.

### Висновок

Гібридний автомобіль має більше режимів роботи та більшу кількість компонентів в порівнянні зі звичайним автомобілем. Ці два фактори ускладнюють систему керування, яка має на меті покращити ефективність роботи автомобіля та забезпечити непомітність переходу між режимами роботи для водія. Більшої ефективності роботи гібридного автомобіля можна досягти за допомогою прив'язки системи керування до світової мережі Інтернету або GPS.

### Список літератури

1. Сериков С.А., Бороденко Ю.Н., Силовая установка гибридного автомобиля как объект управления // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. – №3 – С.45–30.
2. Филонов А.И., Проблемы рекуперации кинетической энергии на автомобиле с гибридной силовой установкой // МГТУ «МАМИ», – С.320–328.
3. С.Апресов, Гибридный ванкель // Популярная механика. – 2011– № 1(99) – 89 с.
4. Allen E.Fuhs Hybrid vehicles and the future of personal transportation // Taylor & Francis Group – 2009. – 480с.

**Иванов А.С., Файчук Н.И. К выбору системы управления гибридной силовой установкой автомобиля категории М1**

*Аннотация.* Представлены основные компоненты системы управления гибридным автомобилем, описание основных функций компонентов системы управления гибридным автомобилем и состояние компонентов автомобиля в различных режимах работы.

*Ключевые слова:* гибридный автомобиль, электронный блок управления, электродвигатель

**Ivanov O.S., Faychuk M.I. Selection of control system hybrid vehicle category M1**

*Abstract.* The author presents the main components of the hybrid vehicle control system, a description of the basic functions of control system components of hybrid vehicle, and the condition of the components in the car in various modes.

*Keywords:* hybrid vehicle, electronic control unit, motor.

Стаття надійшла до редакції 12.03.2014 р.