

УДК 629.113

*ТИМКОВ О.М., доцент; ГРИГОРАШЕНКО О.В., доцент  
Національний транспортний університет*

## **ПОЯВА ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВОК НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ**

*В статті наведено огляд літературних джерел, присвячений появі та розвитку гібридних силових установок на транспортних засобах. Запропоновано виділяти шість основних етапів розвитку. Ключовими моментами, що розділяють часовий період, є випадки стрімкої зміни вартості палива та розвиток екологічних вимог.*

**Ключові слова:** *гібрид, пальне, екологія, криза, нафта, електродвигун, двигун внутрішнього згоряння*

### **Постановка проблеми**

Років тридцять тому перед американською автопромисловістю постало два завдання. По-перше, створити автомобіль зі значно меншим рівнем токсичності вихлопних газів. А по-друге, підвищити економічність машин, довівши її до галону пального на 80 миль пробігу, що приблизно вчетверо економічніше від нашої «Волги».

Тут треба нагадати, що навіть хороші двигуни внутрішнього згоряння мають не вельми високий коефіцієнт корисної дії — порядку 40 відсотків. Іншими словами, 60 відсотків енергії вилітає в трубу. Крім того, є додаткові втрати в трансмісії, шинах, при гальмуванні, а також аеродинамічні втрати. У результаті, на корисну силу тяги перетворюється лише 15 відсотків енергії пального.

Поліпшення умов згоряння пального, впровадження електронних систем запалювання і деяких інших удосконалень не дають істотної економії. З цієї причини погляди конструкторів звернулися до гібридних автомобілів, оскільки ККД електродвигуна приблизно вдвічі вищий, ніж у бензинового. Крім того, використання електродвигуна відразу ж вирішує і перше завдання — зробити автомобіль екологічно чистим.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

На початку 20 століття електромобілі складали серйозну конкуренцію автомобілям з двигуном внутрішнього згоряння. Але громіздка і нерентабельна система акумуляторів витіснила електричні автомобілі з ринку.

Ідея гібрида – це зовсім не осяяння ХХІ століття. Такий принцип використовувався ще в 30-х роках минулого століття, правда називався він не гібридом, а електромеханічною трансмісією, і застосовувався не в автомобілях, а на залізниці (гібрид дизеля і електровоза) і у важкій автотранспортній техніці. В кінці 60-х років ХХ століття електромеханічна трансмісія зробила спробу перекочувати в легкову автопромисловість, але далі за розробку концепту справа не пішла – нафта була, і нафта дешева.

### **Мета статті**

Гібридні автомобілі мають багату історію, а також матимуть широке використання у транспортних засобах.

## Виклад основного матеріалу

Аналіз робіт по створенню електромобілів за кордоном і в нашій країні, починаючи з моменту їх зародження і включаючи сьогоднішній день, показує, що можна умовно виділити шість періодів їх розвитку:

- перший – зародження (1837 по 1895 рр.);
- другий – інтенсивного розвитку і конкуренції (1896 по 1930 рр.);
- третій – локального використання (1931 по 1960 рр.);
- четвертий – широкого проведення дослідно-конструкторських робіт і випуску великої кількості дослідних зразків і малих серій експериментальних електромобілів (1961 по 1982 рр.);
- п'ятий – певний спад робіт, викликаний різкою зміною кон'юнктури на нафтовому ринку і невдачами в експлуатації дослідних партій через недоліки джерел струму (1982 по 2002 рр.);
- шостий – розробка та впровадження серійних автомобілів (після 2003 р.).

До електромобілів, що характеризує перший етап їх розвитку, можна віднести екіпажі, створені в 1837 р. американцями Девенпатором і Пейджем, а також шотландцем Робертом Девідсоном. У 1838 р. в Росії досліди з двигуном, що живиться від батареї гальванічних елементів, проводив Б. С. Якобі. Починаючи з 1880 р., розвиток електромобілів відбувалося паралельно з автомобілем. У ці роки автомобілі з ДВЗ ще не були серйозним конкурентом електромобілям. Це було зумовлено тим, що конструкція електромобілів була простіше і вони (як і автомобілі) використовувалися тільки в містах і здійснювали пересування в радіусі 10...15 км. Швидкість таких екіпажів не перевищувала 20 км/год.

Другий етап характеризується значною конкуренцією в області створення автомобілів, виробництво яких стало помітно зростати. У цей період електромобілі починають випускатися серійно. Так, у 1897 р. на вулицях Лондона з'явилися й успішно працювали електромобілі-таксі, зовні мало відрізнялися від традиційних англійських кебів. У 1906 р. А. Верденом у Франції було організовано серійне виробництво легкових електромобілів, що мали запас ходу до 80 км і максимальну швидкість руху до 30 км/год. У 1899 роках з'явилися перші російські електромобілі, створені інженером І. В. Романовим, а в 1901 р. ним був побудований перший 15-місцевий електробус.

Третій період характерний тим, що вже на початку 30-х років ХХ століття виробництво електромобілів різко скоротилося. Лише в окремих країнах, таких як Великобританія, Німеччина і США, тривав їхній випуск невеликими партіями. Електромобілі використовувалися на перевезеннях, де були потрібні невеликі пробіги і невисокі швидкості руху. У 1939 р. кількість електромобілів у Німеччині становила понад 9 тис., а до 1944 року досягла 20 тис. одиниць. Останнє пояснюється наміром уряду Німеччини зменшити залежність від імпортного нафтового палива.

Четвертий період, починаючи з середини 60-х років ХХ століття, характеризується новим підвищеним інтересом до електромобілів у багатьох промислово розвинених країнах. Особливо інтенсивно почали вони розроблятися в США, Японії, ФРН і Англії, що обумовлено, головним чином, загостренням енергетичної та екологічної проблем. Енергетична криза, що виникла в кінці 60-х і початку 70-х років ХХ століття в багатьох капіталістичних країнах, свідчила про те, що ресурси нафтових палив для автомобілів з ДВЗ на нашій планеті обмежені [1].

П'ятий період, у зв'язку з цим у період з 1966 року по 1971 рік було розроблено найбільшу кількість дослідницьких зразків електромобілів, хоча подальшого помітного розвитку і застосування вони, як правило, не знаходили. Нерідко за кордоном такі розробки носили рекламний характер. Основною причиною застою в розвитку сучасних конструкцій електромобілів стала відсутність нових джерел струму, що володіють високою енергоємністю при невеликій їхній вартості.

Шостий період, в 2003 році характеризується ростом цін на нафту й електромобілі знову почали набирати популярність. В репортажі CBS News «Could The Electric Car Save Us?» повідомлялося, що знову почалося розгортання промислового виробництва електромобілів. Значну зацікавленість проявляли невеликі підприємства (такі, як «Tesla Motors»), оскільки їм не страшно скорочення об'єму виробництва автомобілів.

В 2004 році в США вже експлуатувалось 55852 електромобіля. Крім цього, в США експлуатувалася велика кількість самодільних електромобілів. Згідно з дослідженнями IDTechE, в 2005 році рівень продаж електромобілів був \$31,1 млрд. по всьому світі, а в 2015 році індустрія електротранспорту виросте приблизно в 7 разів і досягне \$227 млрд.

В серпні 2006 року Міністр Економіки і Промисловості Японії затвердив план розвитку електромобілів, гібридних автомобілів і акумуляторів до них. Планом передбачено до 2010 року почати в Японії масове виробництво двомісних електромобілів з довжиною пробігу 80 км. На одній зарядці, а також збільшилось виробництво гібридних автомобілів.

Toyota – почала працювати над створенням нового покоління гібридних автомобілів Prius. В новій версії водій за бажанням може включати режим електромобіля, і їхати на акумуляторах приблизно 15 км. Подібні моделі розроблює Ford – модель Mercury Mariner – пробіг в режимі електромобіля 40 км., General Motors – модель Chevrolet Volt – пробіг в режимі електромобіля 65 км, і Citroën – модель C–Metisse – пробіг в режимі електромобіля 30 км [2].

Розглядаючи історичний розвиток гібридних силових установок, помічаємо подібну історію у порівнянні з електромобілями, і можна виділити такі періоди:

- перший – зародження (1900 по 1960 рр.);
- другий – поодинокі розробки (1960 по 1970 рр.);
- третій – широке проведення дослідно-конструкторських робіт і випуску великої кількості дослідних зразків, а також малих серій гібридних автомобілів (1970 по 1997 рр.);
- четвертий – розробка та впровадження серійних автомобілів (після 1997 р.).

Перший період: вдалою спробою Фердинанда став автомобіль Порше з тяговими електродвигунами, встановленими безпосередньо в два провідних передніх колеса. Цей автомобіль став сенсацією на всесвітній виставці в Парижі в 1900 році. Але дуже швидко Порше розробив новий, технічно покращений автомобіль. У кожне колесо цього спортивного автомобіля був встановлений окремий електричний двигун, тому новий автомобіль був заявлений як перший в світі повнопривідний автомобіль, при цьому кожне колесо було обладнано гальмами, що теж було вперше на автомобілях того часу. Але найбільше нововведення цього автомобіля, запропоноване Фердинандом Порше, було не так помітно. У 1900 році Порше на автомобіль з електричними тяговими електродвигунами, які отримували електричну енергію від акумуляторної батареї, встановив додатковий двигун внутрішнього згорання. Так вперше був побудований автомобіль, що працює за принципом послідовного гібрида [3].

Другий період: у 1960–х і 1970–х гібридними автомобілями почав займатися американський вчений, інженер Віктор Воук, який розробляв електромобілі й гібридні схеми для автомобільного транспорту. Він переобладнав автомобіль Buick Skylark, встановивши на нього електричний двигун потужністю 20 кВт і роторний двигун RX–2 Mazda. Прототип тестувався в Агентстві з охорони навколишнього середовища. Споживання палива скоротилося на 50%, вихлопи становили всього 9% в порівнянні з бензиновими автомобілями того часу.

У Радянському Союзі також велися роботи з розробки гібридних автомобілів. Так, роботи радянського вченого Нурбея Гулія привели до створення прототипу гібридного автомобіля на базі автомобіля-вантажівки УАЗ–450, де накопичувачем енергії був маховик, трансмісією – особливий варіатор. Це був один з перших «гібридів». У 1966 році вдалося досягти економії палива до 50% [4].

У Курську в 1972...73 роках Н. В. Гуліа були проведені випробування міських автобусів з маховично-гібридними агрегатами і варіаторами. Крім того, були побудовані й випробувані гібридні силові агрегати для автобусів на основі гідроприводу. В останніх роль накопичувача енергії грали балони зі стисненим азотом і маслом. Незважаючи на різні принципи дії цих «гібридів» ефективність їх виявилася близькою один до одного – витрата палива знижувалася приблизно вдвічі, а токсичність вихлопу – в кілька разів. Але дані технології радянська автомобільно-промисловість не почала використовувати [3].

Третій період, постійне зростання цін на нафту і газ в 70 роки двадцятого століття, а також посилення вимог до екологічних характеристик автомобілів змусили розробників знову зайнятися розробками екологічного й економічного засобу пересування. Тут і знадобилися давно забуті ідеї конструкторів гібридних авто.

З 70-х років фірма Volkswagen починає демонструвати у Нью-Йорку автомобіль з гібридною силовою установкою. Першим автомобілем від даної фірми було таксі. А також переобладнали електромобіль Jetta City–STROMer [5].

Паралельно до створення гібридного автомобіля приступила Японія, яка окрім легкових авто з послідовним па паралельним приводом описала та розробила гібридний вантажний автомобіль [6].

Наслідуючи Японію англійська фірма Lucas Electric Vehicle Systems також розробила автомобіль з комбінованою системою приводу [7].

Франція також планує обладнати автомобіль додатково електроприводом. Ще декілька фірм General Electric, Punch Gerald, PSA, Still створюють прототипи гібридних автомобілів [8].

1987 р. знову фірма Volkswagen на базі Golf створює перший дизельно-електричний привід. 1989 р. фірма Daimler–Benz випускає новий зчленований тролейбус мод. 0405GZ, забезпечений крім традиційного електродвигуна з приводом на задню вісь, допоміжним 5-циліндровим дизелем [9].

З 1991 р. в Цюриху планується розпочати експлуатацію 40 - 50 легкових автомобілів Volkswagen Golf, оснащених гібридним приводом (дизель і тяговий електродвигун). Вартість програми 5,5...7,5 млн. швейцарських фр. Підготовка автомобілів здійснюється в Швейцарії фірмою Oerlikon Buhle [10].

З 1990 років починають займатися розробкою комбінованих автомобілів ряд фірм: Bosch, Audi Audi (ФРН) і BBC (Швейцарія), які розглянули 4 схеми альтернативних гібридних приводи для електромобілів.

Японська фірма HINO у 1990 р. розробила міський автобус, оснащений новою енергетичною системою HIMR, яка включає дизель, в маховику якого розташований 3-фазний електродвигун, перетворювач струму, керований електронним контролером за сигналами датчиків, встановлених в замку запалювання і на педалях акселератора і гальма, і акумулятор пост. струму.

Четвертий етап, у 1997 році на японському ринку з'явилася перша серійна гібридна машина Toyota Prius [11]. За версією журналу Forbes Toyota Prius входить в десятку автомобілів змінили світ як найбільш продаваний гібридний автомобіль у світі. Тільки за рік компанія продала понад 20 тисяч таких автомобілів.

У 90-ті роки була випущена Audi Duo, але її недолік полягав у тому, що через додаткову вагу електромотора, автомобіль був менш ефективним при їзді на звичайному двигуні, ніж стандартна Audi 100 з таким же двигуном, тому виробництво цих автомашин з часом припинили.

У 1999 році Honda випустила свій перший гібридний автомобіль – дводверний хетчбек Insight, що став першим гібридним авто, продаваним в США. У 2000 році Toyota почала поставки Prius за кордон, у тому числі і в США.

У 2005 році Toyota оголосила про відкликання 160 000 гібридів Prius для ремонту. Проблема полягала в збої програмного забезпечення комп'ютера автомобіля, що приводив до раптової зупинки бензинового двигуна під час руху.

У 2006 р. в Японії було продано 90410 гібридних автомобілів, що на 47,6% більше, ніж у 2005 р. У 2006 році продажі гібридних автомобілів у США зросли на 22% в порівнянні з 2005 роком. Гібридні автомобілі в США займають 1,5% ринку нових легкових автомобілів.

Усього за 2006 рік в США було продано 251 000 гібридних автомобілів (без обліку продажів Saturn VUE Green Line корпорації GM).

У 2007 році продажі гібридних автомобілів у США зросли на 38% в порівнянні з 2006 роком. Гібридні автомобілі в США займають 2,15% ринку нових легкових автомобілів. Всього за 2007 рік в США було продано близько 350000 гібридних автомобілів (без обліку продажів корпорації GM).

Всього з 1999 р. до кінця 2007 р. в США було продано 1002000 гібридних автомобілів [12].

25 травня 2012 р. — Компанія Toyota Motor Corporation (ТМС) заявила, що станом на 30 квітня 2012 року загальний обсяг реалізації гібридних автомобілів Toyota (включаючи гібридні автомобілі Lexus) досяг 4 млн. одиниць. А сумарний обсяг проданих гібридних автомобілів у Європі досяг 423 тис. штук [11].

Отже, лідером у виробництві гібридних автомобілів є ряд таких фірм: Toyota, Honda, Ford, Audi та BMW.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

Здається, що гібридний автомобіль – це та сама ланка, яка дозволить людству виграти час і поступово перейти на екологічно чисті джерела енергії.

### **Список літератури**

1. **Електромобиль: техника и экономика / [Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Центр Б.И., Богомазов В.А.]. - Л.: 1987. - 253 с.**
2. **Історія [Електронний ресурс] : <http://elektromobile.vn.ua/istoriya-elektromobiliv>**
3. **Надеждин Н.Я. Фердинанд Порше "Автомобиль на все времена" / Надеждин Н.Я. – Майор: Осипенко, 2008 – 99 с.**
4. **Нурбей Гулиа - профессор механики, необычная личность, основатель компании "Combarco" [Електронний ресурс] : <http://nurbejgulia.ru/>**
5. **Такси Volkswagen с комбинированным приводом / Volkswagen-Taxi fur New York. Fahrzeug mit Hybrid-Antrieb. «Polizei Techn. Verketh», – 1976, № 9. – 372 с.**
6. **Автомобиль с комбинированным приводом. / Yumoto Ichiro «Дзидося гидзюцу, Jidosha gijutsu, J. Soc. Automot. Eng. Jap.», – 1976, № 7. – 556–561 с.**
7. **Гибридный автомобиль фирмы Lucas. / Lucas gives evaluations of E/HV systems «Elec. Veh. News», – 1981, № 2. – 18-19 с.**
8. **Автомобиль с комбинированным приводом Vehicule a moteur auxiliaire. Dennis W. She. - JDana Corp., – 1985, № 12. – 958 с.**
9. **Разработка электромобилей и автомобилей с гибридным приводом фирмы Volkswagen / Kommt der Hybrid-Antrieb «Krafthand», – 1987, № 15. – 1163-1164 с.**
10. **Легковые автомобили Volkswagen Golf с гибридным приводом – Gemeins / Volkswagen-ETH Zurich. Golf—Hybrid Grossversuch Automob. Rev. – 1989, № 29. – С, 7**
11. **У світі продано 4 млн. гібридних автомобілів компанії «Тойота» [Електронний ресурс]: <http://www.toyota.ua/>**
12. **Гибриды сегодня в мире и в России [Електронний ресурс]: <http://www.biauto.ru/today.shtml>**

**Тимков А.Н., Григоращенко А.В. Появление гибридных силовых установок на транспортных средствах**

***Аннотация.** В статье приведен обзор литературных источников, посвященный появлению и развитию гибридных силовых установок на транспортных средствах. Предложено выделять шесть основных этапов развития. Ключевыми моментами, разделяющими временной период, являются случаи стремительного изменения стоимости топлива и развитие экологических требований.*

***Ключевые слова:** гибрид, топливо, экология, кризис, нефть, электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания*

**Timkov O.M., Grigorashenko O.V. The emergence of hybrid propulsion systems for vehicles**

***Abstract.** The article provides an overview of the literature devoted to the emergence and development of hybrid propulsion systems for vehicles. Proposed allocation of six major stages of development. Key points dividing a time period of rapid change in the cases the cost of fuel and the development of environmental requirements..*

***Keywords.** hybrid, fuel, environment, crisis, oil, electric motor, the internal combustion engine*

*Стаття надійшла до редакції 15.02.2014 р.*