

---

## **ХИБРИДНИ АВТОМОБИЛИ И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ В ГРАДСКИ УСЛОВИЯ НА ДВИЖЕНИЕ**

**Славчо Божков, Пенко Цветков, Георги Тонков**  
[stbozhkov@vtu.bg](mailto:stbozhkov@vtu.bg), [ppetkov@vtu.bg](mailto:ppetkov@vtu.bg), [tonkov.smolyan@gmail.com](mailto:tonkov.smolyan@gmail.com)

*Катедра “Транспортна техника”,  
Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”,  
ул. “Гео Милев” №158, 1574 София  
БЪЛГАРИЯ*

**Ключови думи:** автомобили, хибриди, приложение

**Резюме:** Кратка разходка в историята ще покаже, че до около 1920 г., електромобилът и хибридният автомобил са дори предпочитани в много случаи пред автомобила с двигател с вътрешно горене поради отсъствието на миризми, шум, вибрации, липса на проблеми при стартиране при почти всякакви условия, липса на маслени и въздушни филтри, липса на необходимост от смяна на масло и други. По онова време изминаването на големи разстояния е било по-скоро рядкост и липсата на междуселищни зарядни или обменни станции за акумулаторните батерии не е било проблем. В периода 1920-1980 г. електромобилът и хибридният автомобил бяха почти забравени, но повишаването на цената на петрола, заплахата за неговото пълно изчерпване, замърсяването в големите градове, напредъкът на акумулаторните батерии и цифровите технологии изведоха електромобила и хибридният автомобил отново на преден план. За последните няколко години, хибридният автомобил се налага все по-успешно на световния пазар. Ангажираността към проблема с глобалното затопляне, води до създаването на екологично чисти алтернативи за днешните потребители. Все по-често се случва, градските власти и работодателите да насърчават използването на хибридни автомобили. Факт е, че тези превозни средства не съществуват парите на потребителите за гориво и същевременно спомагат за една по-чиста околната среда. Статията разглежда основни характеристики на хибридният автомобил и приложението им в градски условия на движение.

### **История**

Първият хибриден автомобил (ХА) е създаден през 1899 г. от Фердинанд Порше и Якоб Лонер, но поради многото си недостатъци дълго време идеята не търпи развитие. Първите внедрени (главно в ж.п. транспорта) хибриди са от последователен (сериен) тип - при тях двигателят с вътрешно горене (ДВГ) завърта генератор, който захранва електрически двигател (ЕД), задвижващ трансмисията. Задаващата се енергийна криза в началото на 21 век и все по-високите екологични изисквания принуди голяма част от производителите на автомобили да започнат разработката и внедряването на хибридно задвижване.

До 2050 г. ЕС има за цел да постигне намаляване от 60 % на вредните емисии от транспорта в сравнение с 1990 г. [1]. Това би трябвало да доведе до:

- Използването на повече ХА и електромобили по пътищата на Европа до 2020 г., като се осигури необходимият брой станции за зареждане на акумулаторните батерии (АБ) на ХА и електромобилите на обществени места (примерно 1 за 10 автомобила)

- Повишаване на ефективността на системите за обществен транспорт, например с автобуси, които се движат с алтернативно гориво

Общата цел е намаляването на емисиите на парникови газове, на замърсяването на въздуха и на шума, както и на задръстванията.

### **Предпоставки за приложение на ХА**

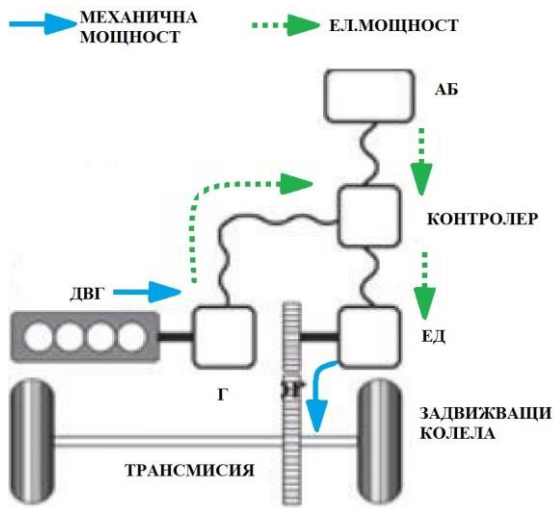
В големите градове личните автомобили обикновено изминават сутрин и вечер по 20-30 километра. През деня те често остават на паркинг по 8-9 часа и това може да се използва за дозареждане на АБ, а през нощта са паркирани по 8 -12 часа – достатъчно време за пълно зареждане. Служебните автомобили за зареждане на магазини, за доставки по домовете, за пощенски услуги, за химическо чистене или за извършване на ремонтни работи на малки разстояния рядко изминават повече от 40-80 километра на ден. Всичко това е в рамките на възможностите на ХА и под възможностите на повечето електромобили. Огромното предимство на ХА, е че вградената АБ е с много по-малки размери от тази на аналогичен електромобил и е по-евтина. Освен това, ако АБ по някакви причини откаже, то ДВГ може или да придвижи автомобила, или да произведе електроенергия за ЕД и зареждане на АБ. Произвеждането на електроенергия в ХА е изгодно, защото вградените ДВГ може да работи в оптимален режим с най-висок коефициент на полезно действие и при най-ниски отработени газове и най-малък шум. Шумоизолацията на купето е най-ефективна при тесен спектър на произвеждания шум. ДВГ на ХА е обикновено с два-три пъти по-малка мощност от двигателя на аналогичен автомобил с ДВГ.

Всъщност, има два основни вида ХА. При едните ДВГ се използва само за произвеждане на електроенергия за зареждане на АБ и за ЕД. Тези ХА понякога се отнасят към електромобилите. При втория тип ДВГ има двойна функция: задвижва двигателните колела и като допълнение може и да произвежда енергия за зареждане на АБ и за ЕД. Някои от най-популярните или успешни модели на ХА са Toyota Prius, Toyota Estima-hybrid, Honda Civic Hybrid, Chevrolet Volt, Fisker Karma и др.

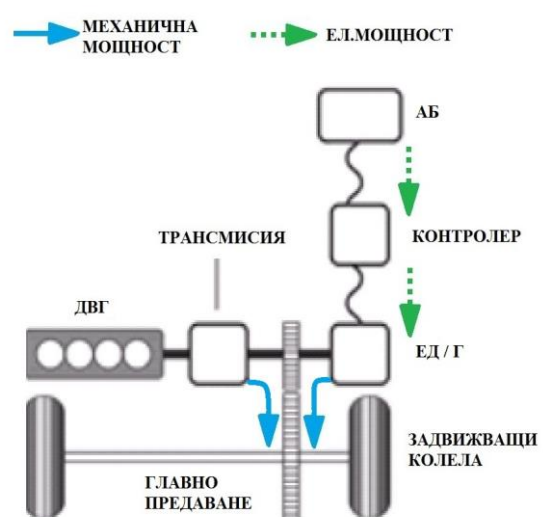
### **Видове ХА**

**Последователният ХА** (фиг.1) [2] дава възможност за работа на ДВГ в най-ефективният експлоатационен режим. Също така предоставя електричество на ЕД и ефективно зарежда АБ. Системата има ДВГ, ЕД и генератор (Г), който има същата структура като ЕД.

**Паралелен ХА** - В паралелният ХА (фиг.2), и ДВГ и ЕД задвижват колелата, и мощността на системата от тези два източника може да бъде използвана според преобладаващите условия. Наречена е паралелен хибрид, защото мощностният поток отива към колелата едновременно. В тази система, АБ запазва ЕД, след което се зарежда от него, когато премине в генераторен режим при спиране. Въпреки, че тази система има елементарна структура, при нея ЕД не може да задвижва колелата, докато зарежда АБ. Това е съществен недостатък на тази схема.

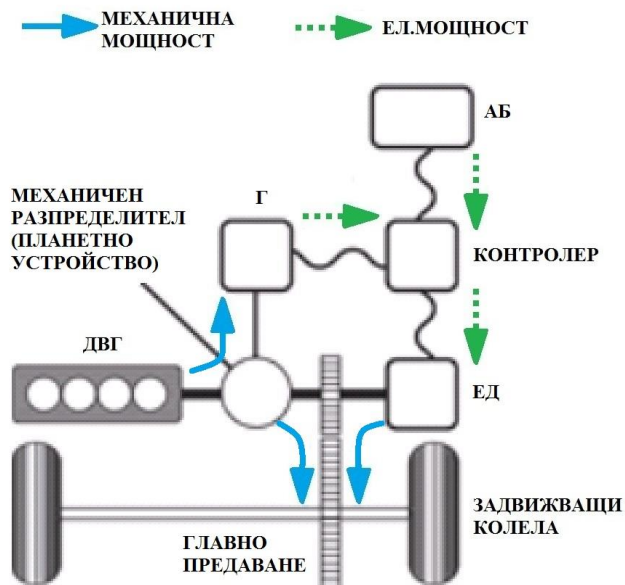


Фиг.1. Структура на последователен ХА



Фиг.2. Структура на паралелен ХА

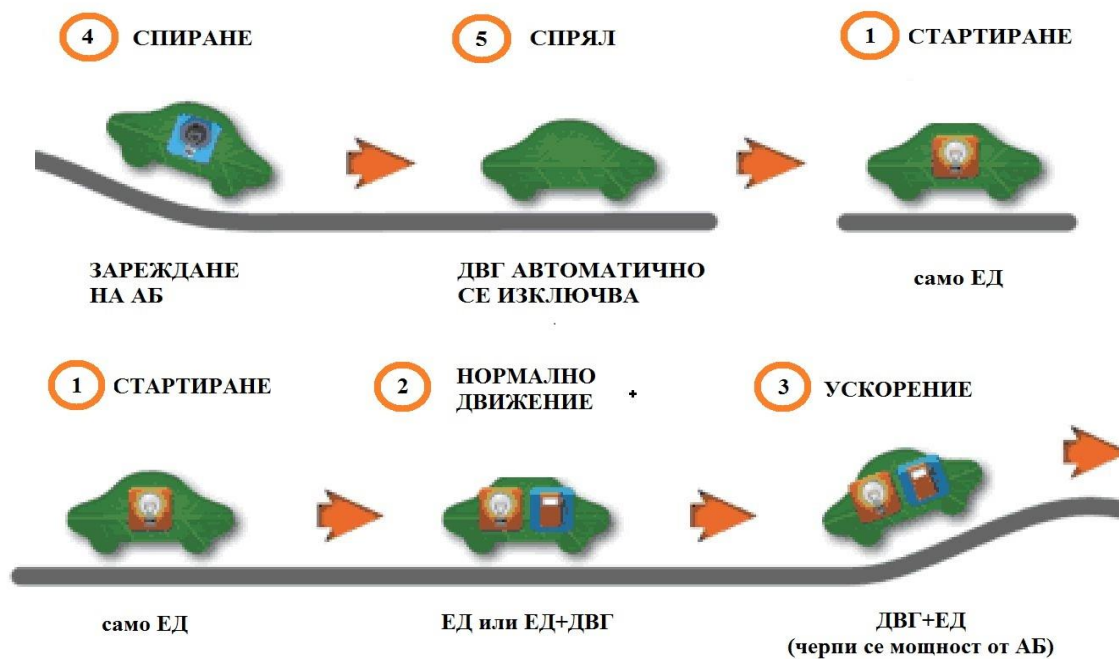
**Смесен ХА** – Смесеният хибрид (фиг.3) комбинира структурата на последователния ХА с паралелния ХА за да максимизира преимуществата на двете системи. Тази система има два ЕД, и в зависимост от условията за движение, използва само ЕД или ако е недостатъчна тази мощност работят и ЕД и ДВГ, за да се постигне най-високото ниво за ефективност. Освен това, когато е нужно, системата задвижва колелата, докато едновременно с това зарежда АБ, използвайки Г.



Фиг.3. Структура на смесен ХА

Определени предимства се очертават, според авторите, пред така нареченият “**независим ХА**”, който използва ДВГ за задвижване на предния мост и ЕД за задвижване на задния мост. Така се съчетават основните предимства на задвижването от ДВГ и електрозадвижването, олекотява се системата за управление и се постига равномерно разпределение на компонентите и масата на ХА.

На фиг.4 са представени основните режими на съвместна работа на ДВГ и ЕД на ХА при различни режими на движение.



Фиг.4. Основни режими на съвместна работа на ДВГ и ЕД при ХА

В таблица 1 са представени основните експлоатационни параметри на някои от най-широко разпространените ХА.

Таблица 1

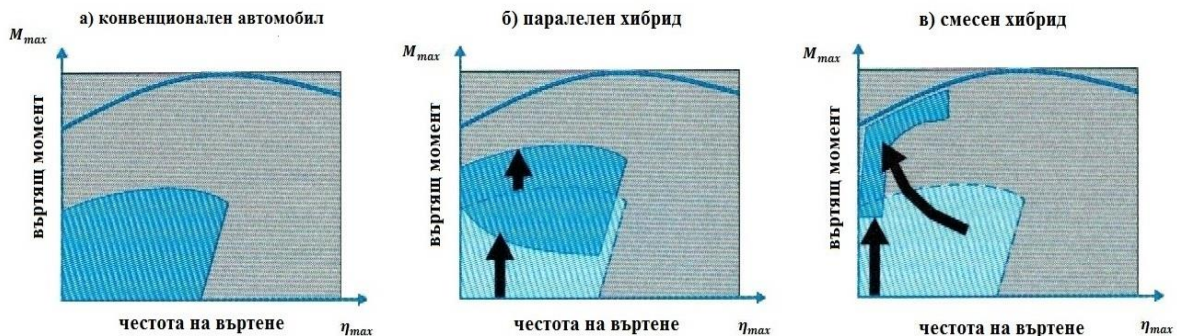
Експлоатационни параметри на различни видове ХА

Модел ХА	Обем ДВГ,л/Обща мощност, kW/Общ въртящ момент, Nm	Тип купе	Комбиниран разход на гориво, (l/100km)	CO2 емисии, (g/km)
Hyundai IONIQ Plug-In Hybrid [3]	1,8/141/265	Седан - 4 врати	1,1*	26
Lexus RX 400h [4]	3,5/215/333	Кросоувър - 5 врати	7,3	SULEV II
Toyota C-HR [5]	1,8/122/165	Кросоувър - 5 врати	3,8	86
Toyota Yaris Hybrid [5]	1,5/100/169	Хечбек 5 врати	3,3	75
Toyota Auris Hybrid [5]	1,8/136/207	Хечбек 5 врати	3,6	79
Honda Accord Plug-in Hybrid [6]	2,0/158/315	Седан - 4 врати	5,0	SULEV30
Renault Eolab [7]	1,0/100/200	Хечбек 5 врати	1,0	SULEV30
Chevrolet Volt [8]	1,5/130/	Хечбек 5 врати	5,7	SULEV30

\* Въз основа на новия Европейски цикъл на шофиране (NEDC) [11]

## Оперативна стратегия за намаляване на CO<sub>2</sub>

При превозни средства със стехиометрично работещи бензинови двигатели могат да се реализират изключително ниски стойности на емисиите поради използвания тристепенен каталитичен неутрализатор [9].



Фиг.5. Преместване на работния диапазон със стратегия за намаляване на CO<sub>2</sub>

Фиг.5 показва възможна оптимизация на работния обхват на двигателя с вътрешно горене за различните видове хибридни автомобили по отношение на минималните емисии на CO<sub>2</sub> (т.е. намалена консумация). В новия европейски двигателен цикъл (NEDC), който е характерен за градски условия на движение, ДВГ в конвенционалните автомобили работят при ниско частично натоварване и по този начин при недостатъчна ефективност. При паралелно хибридно задвижване ниските натоварвания на ДВГ могат да бъдат избегнати чрез чисто електрическо задвижване (схема б). Но и тук, поради изискванията за експлоатационния живот на АБ, трябва да се намери компромис между емисиите на CO<sub>2</sub> и енергийната производителност, тъй като високата енергийна производителност има отрицателно влияние върху експлоатационния живот на тяговата АБ.

## Тенденции

Тъй като ХА съчетават ДВГ с ЕД и големи АБ, ключов компонент в тях се явяват системите за управление на енергията (СУЕ) [10]. Те контролират енергията в ХА, като превключват от режим „изцяло електрически“, при който се използва енергия, съхранена в АБ, към режим „хибриден“, при който се използват и гориво, и електрическа енергия. При разработването на нови СУЕ важно съображение, което излиза на преден план, е комбинирането на енергийните потоци от двата източника по най-енергийно-ефективния начин.

При лабораторни тестове обаче се оказва, че смесените стратегии за електрозахранване, при които енергията от АБ се използва по време на цялото пътуване, са се доказали като по-ефективни за минимизиране на разхода на гориво и емисиите. Тази нова концепция в СУЕ също се нуждае от информация относно пътуването, но тя я добива от данни, събирани в реално време с помощта на бордови сензори и комуникационни устройства, а не я изисква предварително. Това е една от първите системи, базирани на техниката за машинно обучение. Тя е много перспективна за обучение на ХА при градски условия на движение. Друго предимство е, че новата СУЕ не е специфична само за даден модел ХА или даден тип водач, тоест може да бъде прилагана при всякакви хибриди.

## Заклучение

Разгледани са основните видове ХА и техните особености.

Отбелязани са предимствата на ХА и тенденциите в тяхното развитие.

Установени са предпоставките за приложението на ХА в градски условия, които зависят от правилно приетата стратегия на системата за управление на енергията.

**Използвана литература:**

- [1] <https://greentech.bg/archives/52111>
- [2] <https://bg.wikipedia.org/wiki/>
- [3] <http://hyundai.bg/cars/ioniqplug>
- [4] <https://www.lexus.com/models/RX-hybrid/specifications>
- [5] <https://www.toyota.bg/hybrid-innovation/index.json>
- [6] <https://automobiles.honda.com/accord-sedan#>
- [7] <http://automeia.investor.bg/>
- [8] <http://www.ecars.bg/>
- [9] Konrad R. Fundamentals of Automotive and Engine Technology. ISBN 978-3-658-03971-4, Springer Vieweg, 2014
- [10] <https://greentech.bg/archives/64779>
- [11] [https://en.wikipedia.org/wiki/New\\_European\\_Driving\\_Cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/New_European_Driving_Cycle)

## **HYBRID AUTOMOBILES AND THEIR APPLICATION IN THE CITY TRAFFIC CONDITIONS**

**Slavcho Bozhkov, Penko Cvetkov, Georgi Tonkov**  
[stbozhkov@vtu.bg](mailto:stbozhkov@vtu.bg), [ppetkov@vtu.bg](mailto:ppetkov@vtu.bg), [tonkov.smolyan@gmail.com](mailto:tonkov.smolyan@gmail.com)

**Department of Transport Equipment, Todor Kableshkov University of Transport  
Geo Milev str. 158, 1574 Sofia  
BULGARIA**

**Key words:** *automotives, hybrids, application*

**Abstract:** *For the last few years the hybrid automobiles have more and more success at the world market. The problem with climate warming leads to designing of ecological alternatives for the present customers. It is often a case that the municipality authorities and employers are promoting the use of hybrid automobiles. One good example for this is tax-free city parking permission. The fact is that these vehicles are saving the customers fuel expenses and in the same time contribute to the efforts of achieving the cleaner environment. The term hybrid vehicles in general usage refer to vehicles with two or three different type of sources delivering power to the wheels for propulsion. The most common hybrid vehicles have an IC engine and one or more electric machines for vehicle propulsion. The IC engine can be used to generate electric energy “on board” to power the electric machines. An energy storage device buffers the electrical energy flow between the electric machine operated as a generator and the electric machine operated as a motor. An electric machine can be operated both as a motor and as a generator. In hybrid vehicles, the traction electric motors can operate independently or in association with the IC engine to power the wheels depending on the type of vehicle architecture. This paper considers the main features of the hybrid automobiles and their application in the city traffic conditions.*