

## **ТРУДНОСТИ ПРИ ВНЕДРЯВАНЕТО НА АЛТЕРНАТИВНО И ХИБРИДНО ЗАДВИЖВАНИ АВТОМОБИЛИ**

**Марин Вълков**  
[thepretender@abv.bg](mailto:thepretender@abv.bg)

*Докторант, Висше Транспортно Училище „Тодор Каблешков”  
1574 София, ул. „Гео Милев” №158  
БЪЛГАРИЯ*

*Ключови думи:* хибридни автомобили, електромобили, автомобили с водородни горивни клетки

*Резюме:* В доклада са разгледани някои важни трудности при внедряването на хибридни автомобили, електромобили и автомобили с водородни горивни клетки. Докладът също така включва кратък обзор на работния принцип на тези автомобили и някои изчисления относно въглеродния диоксид и глобалното затопляне.

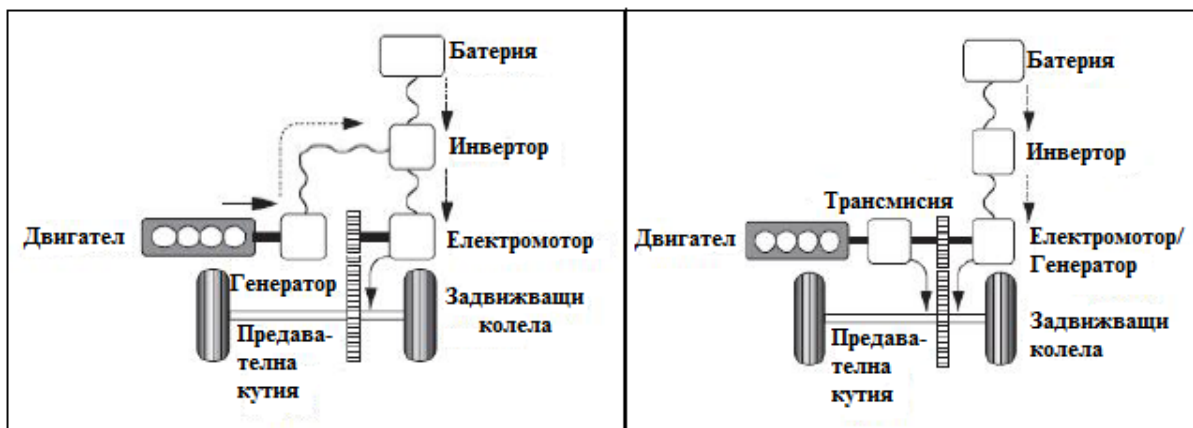
### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Задълбочената финансова криза и увеличаващите се проблеми с изчерпването на нефта, и екологичната страна от използването му възниква въпросът с бъдещото приложение на стандартните бензинови и дизелови двигатели. Решаването на тези проблеми изискват подобряване ефективността на конвенционалните двигатели, а и в същото време намиране на нови видове двигатели (алтернативни на конвенционалните). Някои от тези нови видове двигатели са електрическите и водородните горивните клетки. Друга идея е използването на два задвижващи агрегата (двигател с вътрешно горене и електродвигател) при хибридни автомобили.

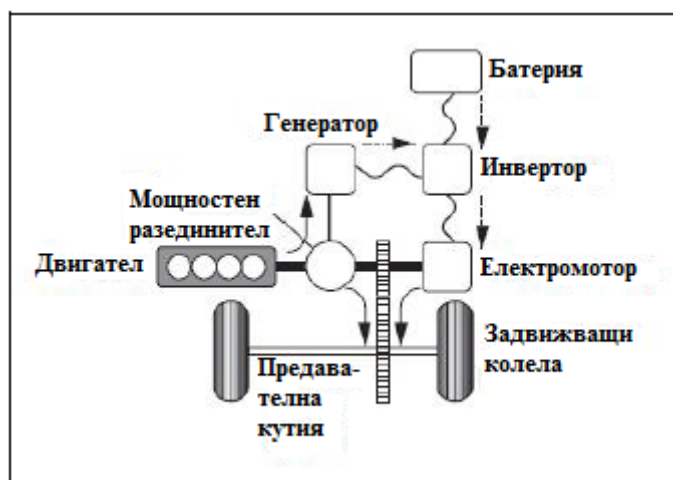
### **ОСНОВНИ ИДЕИ ПРИ ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ, ХИБРИДНИТЕ АВТОМОБИЛИ И ВОДОРОДНИ ГОРИВНИ КЛЕТКИ**

При електромобилите стандартният двигател с вътрешно горене е заменен с електромотор, който задвижва автомобила благодарение на енергията, запасена в батерията на електромобила. Батерията се зарежда в специални зарядни станции или в домашни условия.

Хибридните автомобили използват двигател с вътрешно горене и електромотор, задвижван от батерия, т.е. два отделни източника на движеща мощност. При хибридните автомобили не е задължително външното зареждане на батерията, както при електромобилите. Хибридните автомобили биват 3 вида - сериен хибрид, паралелен хибрид и комбиниран хибрид (фигури 1 и 2).



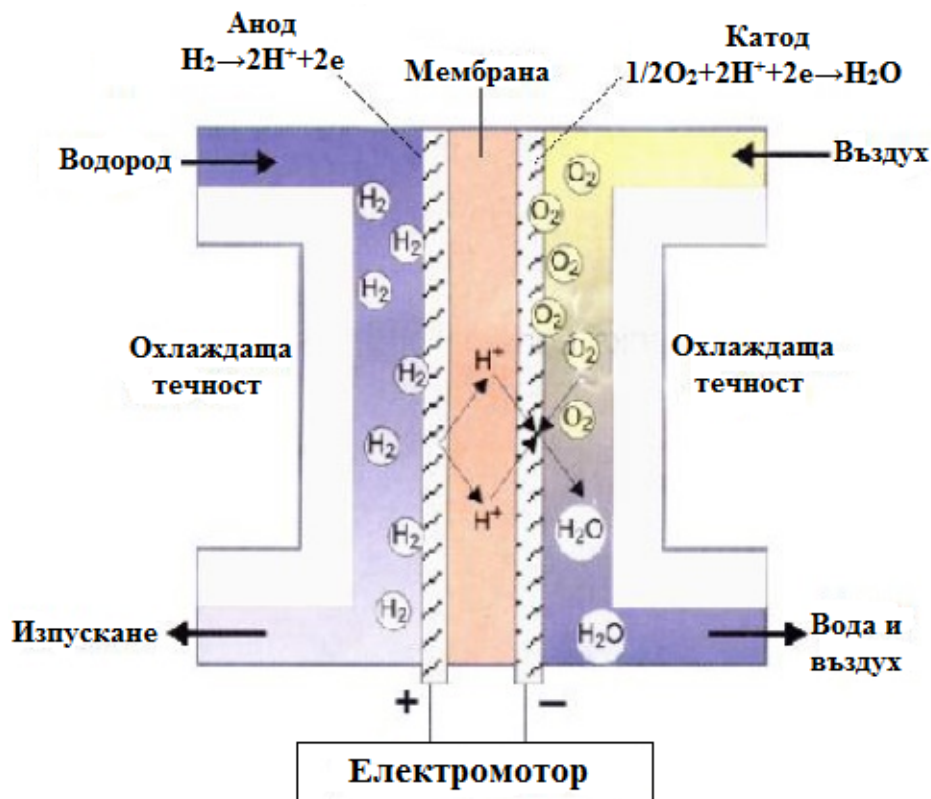
Фиг. 1. Серийен хибрид (вляво) и паралелен хибрид (вдясно) [4]



Фиг. 2. Комбиниран хибрид [4]

При серийните хибриди двигателят задвижва генератор, а електроmotorът използва това генерирано електричество за да задвижва автомобила. При паралелният хибрид двигателят и електроmotorът задвижват автомобила независимо един от друг, като движещата сила може да се използва според работните условия. Комбинираният хибрид обединява предишните два вида хибриди, за да максимизира предимствата им.

Горивните клетки са електрохимични елементи [7], които преобразуват горивото в електрически ток. Горивната клетка произвежда електричество непрекъснато, когато е захранвана с гориво, т.е. водород. Горивната клетка се състои от два електрода - отрицателен (анод) и положителен (катод), като между тях има електролит. Водородът е свързан с анода, а кислородът - с катода. Катализаторът активизира реакция, при която водородните атоми се разпадат на протони и електрони, които изминават различен път към катода. Електроните се движат по външна верига, като по този начин създават електрически ток, а протоните се придвижват през електролита към катода, където се свързват с кислородните атоми и с електроните, като по този начин се отделя вода и топлина.



Фиг. 3. Водородна горивна клетка [5]

## ТРУДНОСТИ ПРИ ВНЕДРЯВАНЕТО НА ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ И ХИБРИДНИТЕ АВТОМОБИЛИ

Ясно е, че човечеството има сериозен проблем в преминаването от стандартни автомобили към електромобили и хибридни автомобили. Основните компоненти в електромобилите и в електрическата част на хибридните автомобили са електромоторът и батерията.

Добре проектиран електромотор може да бъде с к.п.д. над 90%, което е много над ефективния к.п.д. на двигателя с вътрешно горене. В допълнение, когато електромобилът не се движи, например при кратковременно спиране, той не консумира никаква енергия, за разлика от двигателя с вътрешно горене. Също така електромоторът, работещ в режим на генератор, може да се използва за регенериране на енергията при спиране, докато при двигателите с вътрешно горене енергията при спиране се губи като топлина. Един от ограничаващите фактор за внедряването на електромобилите е тяхната батерия. Проблемът се състои от следните два основни елемента на батерията - нейната енергийна плътност и способност за достатъчно бързо презареждане [1].

От друга страна идеята за използването на електромотор, който е с к.п.д. 90%, може да звучи добре докато не бъде помислено по въпроса с производството на електричеството и пренасянето му. Например във Великобритания е изчислено, че от момента на производството до достигането на електричеството до жилищните домове, к.п.д. на крайната енергия е 33%, т.е. 67% от енергията, получена в електроцентралите, е изгубена. Така че, дори ако допуснем, че зареждането/разреждането на батерията е с к.п.д. 90% и електромоторът е с к.п.д. 90%, то общия енергиен к.п.д. пада на 26,73% [2], приблизително колкото на двигателите с вътрешно горене.

Също така в много държави голяма част от електричеството се произвежда от изкопаеми горива, което означава, че проблемите не са решени, а просто са преобразувани. В допълнение, много от атомните електроцентрали трябва да бъдат затворени в следващите години и следователно използването на изкопаеми горива ще

продължи, докато не настъпи пълното им изразходване [2]. А дори най-добрите съвременни електроцентрали, работещи с изкопаеми горива имат около 50% ефективност при производството. Регенериране на енергията при спиране е предимство, което не се реализира двигателя с вътрешно горене. Електромоторът може да се използва като генератор, когато автомобилът намалява или спира и по този начин да зарежда батерията. Следователно кинетичната енергия при движението на автомобили се превръща в електроенергия, съхранявана в батерията, като по този начин частично се дозарежда. Но регенерирането на енергията при спиране може да възстанови около 65% от енергията, свързана с движението на автомобила [1]. А също така регенериране на енергията при спиране не може да се осъществи при малки скорости на движение, както и при режими на рязко спиране [3].

Друг проблем е масата на батерията, която се отразява в разхода на енергия при електромобилите и хибридните автомобили, а също така и в разхода на гориво при хибридните автомобили, след пълното разреждане на батерията [1]. Има много спорни въпроси и за материалите, нужни при електромобилите и хибридните автомобили. Например хибридният Prius се нуждае от 1 kg неодим за неговия електромотор и 15 kg лантан за неговата батерия, докато електромобилът ще се нуждае от много повече от тези материали [1].

При кратковременно спиране (например при престой на светофар) при хибридните автомобили и електромобилите не е необходимо батерията да се разрежда. Обаче и при двата типа автомобили така или иначе се използва някакво количество електроенергия, например ако стоп светлините работят. Ако е нощ са включени всички други светлини. Ако е горещ летен ден климатикът може да работи, което използва огромно количество от мощност, така че електрическата система на хибридните автомобили може да не е способна да осигури изискваната мощност и при това положение двигателят трябва да работи.

Ето защо не се правят реклами, в които електромобил или хибриден автомобил се движи надалеч през нощта, когато всички светлини са включени. Това голямо електрическо натоварване до голяма степен елиминира всяко предимство при използването на задвижване от батерията, тъй като батерията ще се разрежи много бързо (пробегът с едно зареждане се скъсява с 40%), освен ако двигателят не работи при хибридният автомобил, както и няма да видим реклама, в която електромобил или хибриден автомобил се движи в много горещ ден, когато е включен климатикът.

От друга страна вместо работата на двигателя при кратковременно спиране или при движение в трафик, някои шофьори изгасят двигателя. В съвременните автомобили все по-масово те прилагат системите „Стоп-старт“. Това повтаря едно от най-големите предимства на хибридните автомобили и електромобилите, когато двигателят не работи.

Ако оценим цялата работа на хибридният автомобил според първия закон на термодинамиката след като батерията се е разрежила напълно, предимствата на хибридните автомобили не се оказват толкова големи. Тъй като при напълно разрежена батерия двигателят с вътрешно горене задвижва автомобила и зарежда батерията, така той извършва по-голяма работа, отколкото двигател на обикновен автомобил. По-този начин енергията, необходима за извършването на тази работа, би била по-голяма:

$$(1) \quad Q = L_{\text{зад}} + L_{\text{зар}} ,$$

където  $Q$  е количеството топлина, необходимо за движение на автомобила,  $J$ ;

$L_{\text{зад}}$  - работата, необходима за задвижване на автомобила,  $J$ ;

$L_{\text{зар}}$  - работата, необходима за зареждане на батерията,  $J$ .

Ясно се вижда, че разходът на гориво при хибриден автомобил, когато той се задвижва от двигателя, би бил по-голям и това до някаква степен елиминира ползите на електрическото задвижване. Трябва да се има пред вид обаче, че при бензиновите двигатели максималната ефективност се получава на режими на работа с повече от 50%

от максималната мощност на двигателя. Ако режимът на движение на автомобила изисква по-малка мощност, чрез донатоварване на двигателя от електродвигателя, работещ в режим на генератор може да се осигури работа на двигателя с вътрешно горене в икономичната област.

Други два основни проблема са времето за зареждане на батерията и пробегът на автомобила по време на разреждането на батерията. Зареждането на батерията при електромобилите и хибридните автомобили „Plug-in“ отнема няколко часа. Например при автомобилите Tesla и GT Lightning времето за пълно зареждане на батерията е 3 часа [2]. Пробегът на тези автомобили до пълното разреждане на батерията им в повечето случаи не превишава 100 km, докато при стандартните автомобили с едно зареждане на резервоара могат да се изминат над 500 km. Допълнителен проблем, произлизащ от сравнително малкия пробег на тези автомобили, все още е липсата на развита мрежа от зарядни станции.

## **ТРУДНОСТИ ПРИ ВНЕДРЯВАНЕТО НА АВТОМОБИЛИЗАДВИЖВАНИ С ВОДОРОДНИ ГОРИВНИ КЛЕТКИ**

Един от основните въпроси е как ще се произвежда водородът. Получаването му чрез електролиза на водата е много скъп процес, изискващ голямо количество енергия. Обикновено се използва електроенергия. Но тъй като начините, по които се получава електроенергия, замърсяват околната среда, следователно няма да има голямо намаление на въглеродния диоксид. Също така ще се увеличат емисиите на други замърсяващи околната среда вещества. Друг метод за получаване на водород е реформирането на въглеродни горива. Но това би се осъществявало за кратък период, тъй като запасите от нефт и газ са ограничени. При производството по този метод отново има емисии на въглероден диоксид.

Друг основен проблем е съхранението на водорода. Тъй като той има много ниска плътност, съхраняването му трябва да става в подсилени резервоари. Налягането в резервоарите достига 70 MPa. От друга страна резервоарите са много тежки, като увеличават общото тегло на автомобила.

Липсата на изградена инфраструктура и цената на горивната клетка са други два ограничаващи проблеми.

## **ГЛОБАЛНО ЗАТОПЛЯНЕ – ПРОБЛЕМ С ВЪГЛЕРОДНИЯ ДИОКСИД**

Лесно е да се определи количеството на въглероден диоксид, което би се получило при изгарянето на изкопаеми горива, като се използва атомното тегло на компонентите. Атомното тегло на въглеродният диоксид е 44 kg, а атомното тегло на въглерода е 12 kg. От тук следва, че от 1 kg въглерод те получават 3,67 kg въглероден диоксид.

Литър бензин тежи около 0,719 kg, като съдържанието на въглерод е около 85%. Това означава, че точното съдържание на въглерода в литър бензин е 0,61 kg. Като отново използваме факта, че от 1 kg въглерод получаваме 3,67 kg въглероден диоксид, се получава, че количеството въглероден диоксид, отделено в атмосферата при изгарянето на 1 литър бензин, е 2,24 kg.

Ако заменим всички автомобили с електромобили, ще е нужно да изгорим около 15 kg въглища, за да получим енергия, еквивалентна на 1 литър бензин [3]. При изгарянето на тези 15 kg въглища също така се получава въглероден диоксид. Съдържанието на въглерод във въглищата е 80% или около 12 kg. Или при изгарянето на 12 kg въглерод в атмосферата се изпускат 44 kg въглероден диоксид.

В резултат при изгарянето на литър бензин в атмосферата се отделя много по-малко въглероден диоксид. Това означава, че глобалното затопляне ще настъпи около 20 пъти по-бързо, отколкото сега. Ако милиони хора започнат да шофират електромобили или хибридни автомобили „Plug-in“, това би била много по-голяма екологична катастрофа, отколкото сега, тъй като глобалното затопляне ще се осъществява много по-бързо, отколкото е в момента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Електромобилите, хибридните автомобили и автомобилите, задвижвани с водородни горивни клетки в момента не са конкурентни на автомобилите, задвижвани с изкопаеми горива. При 1 млн електромобили CO<sub>2</sub> ще намалее само с 1%. Има много проблеми до тяхното пълно въвеждане. Веднъж щом тези проблем бъдат решени, тези автомобилите могат да бъдат бъдещите превозни средства. Ако в бъдеще се развият ефективни начини за производство на електричество от слънчева светлина, вятърна енергия или други незамърсяващи начини, тогава тези автомобили биха били екологично чисти, но засега електроенергията се произвежда по замърсяващи околната среда методи. За постигане на праговата стойност от 120 g/km CO<sub>2</sub> трябва да се работи по усъвършенстване на конвенционалните двигатели с вътрешно горене.[6]

Цената на литиево-йонните батерии в момента е около 1000 \$/kWh. За един автомобил от среден клас е необходима батерия с мощност 16 kWh, т.е. 16 000\$. Това е цената на целия автомобил, задвижван от двигател с вътрешно горене. Освен цената при литиево-йонните батерии има още няколко проблема:

1. При пожар те не могат да се гасят с вода и пяна. Също проблем при катастрофа е високото напрежение (200 - 300 V);
2. В процеса на експлоатация капацитетът на батериите намалява и при повече от 20% батерията трябва да се подмени. Обикновено това е около 10г. или 200 000 km пробег или 2000 цикъла на зареждане;
3. Оптималната работна температура е 350C. При отрицателни температури капацитетът силно намалява. При по-високи от 450C животът на батериите се съкращава съществено. Следователно е необходимо климатизиране на батерията на борда на електромобила.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] John Stewart, 2010 Toyota Prius plug-in hybrid first drive  
<http://www.insideline.com>.
- [2] Andrew Porter. Energy efficiency of fossil-fuel and electricity-powered cars. Gaia Discovery, 2008.
- [3] Andrew Porter. Improving the internal combustion engine. Gaia Discovery, 2009.
- [4] Public Affairs Division, Toyota Hybrid System THSII, Toyota Motor Corporation, 2003.
- [5] Carlos Sousa. Fuel cell electric vehicles. Ageneal, 2005.
- [6] Марков К. , Станчев Х., Проблеми при реализацията на хибридни автомобили, електромобили и автомобили, задвижвани с горивни клетки
- [7] Тончев Г. Автомобилната революция. Ековат Технологии, 2005.

## DIFFICULTIES FOR THE INTRODUCTION OF ALTERNATIVE FUEL VEHICLES

**Marin Valkov**  
[thepretender@abv.bg](mailto:thepretender@abv.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport, 1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.  
BULGARIA*

**Key words:** hybrid vehicles, electric vehicles, PEM FC vehicles.

**Abstract:** In this paper some important difficulties for the introduction of hybrid vehicles, electric vehicles and PEM FC vehicles are described. The paper also includes short preview of the work principle of these vehicles and some calculations about carbon dioxide and global warming.