



---

## **ЕЛЕКТРОМОБИЛЪТ – МИНАЛО, НАСТОЯЩЕ, БЪДЕЩЕ**

**Ангел Гушев**

[agoushev@vtu.bg](mailto:agoushev@vtu.bg)

**Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”,  
катедра СОТС, ул. “Гео Милев” 158, София 1574,  
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** електромобил, химически източник на ток, хибриден автомобил*

***Резюме:** Направен е обзор на развитието на електромобилите от времето на тяхното появяване до наши дни. Обзорът е разширен със сравнителна оценка между основните възли и параметри на електромобилите и на паралелно развиващите се автомобили. Установено е нивото, достигнато от тях и е изяснен е механизмът, породил продължаващата и до наши дни конкуренция между електромобили и автомобили. На тази база, и с отчитане на основните недостатъци на електромобилите, очертани от тяхната дългогодишна история, е направена прогноза за развитие и приложение на електромобилите в близко бъдеще.*

Стремежите на хората да решават транспортните си проблеми чрез автономно превозно средство, захранвано с електрическа енергия, датират отпреди повече от 120 години. Отначало надеждите, че това ще стане скоро са били значителни, защото дори при най-ранните си реализации превозното средство, наречено "електромобил", е имало параметри и характеристики съизмерими или дори по-добри от тези на развиващият се по същото време автомобил. Впоследствие интересът към електромобилите ту е спадал, ту се е засилвал, но независимо от това темата "електромобил" никога не слизала от дневния ред на науката и техниката, като често към нея е проявявала подчертан интерес и широката общественост.

### **1. МИНАЛО**

С какво се характеризира миналото на електромобила? Ще търсим отговори на този обширен въпрос, съпоставяйки миналото на електромобила с миналото на развиващият се паралелно с него автомобил [1,2,3].

Още в начало на своето развитие електромобилът разполага с т.н. оловен акумулатор, в качеството му на автономен източник на електрическа енергия. По това време оловният акумулатор, докладван от Гастон Планте пред Френската академия на науките през 1876 год., вече е бил в производство и е намирал приложение в различни технически устройства и системи. В началото на своето развитие електромобилът е разполагал и със серийния постоянен ток електродвигател, който също е бил достатъчно развит, за да бъде използван като силов агрегат.

Какво е съответното състояние на автомобила? Вече са били известни някои методи за получаване на въглеродородни горива чрез преработването на нефт. Патентовани са били бензиновия и дизеловия двигател с вътрешно горене. Създадени са били и първите автомобили. Те са били екзотични триколки, задвижвани от двигатели с вътрешно горене, характеризиращи се главно с многобройните си недостатъци и работещи с въглеродородно гориво, продавано в аптеките. На този фон е разбираемо, защо първите автомобили (началото е поставено от Зигфрид Маркус, конструирал през 1870 г. автомобил, задвижван от двутактов двигател с вътрешно горене) са били оценявани по-скоро като любопитни технически факти, отколкото като технически постижения, способни да дадат начало на една бъдеща индустрия. Разбираемо е, и защо автомобилната триколка бързо се е модифицирала в електромобил, задвижван от сериен постоянен ток електродвигател, снабден с оловен акумулатор. Този електромобил (разработен е от Уилям Айртън и Дон Пери през 1881 г.) е можел да измине 40 км с едно зареждане на акумулатора при максимална скорост 14 км/ч.

Така е поставено началото на конкуренцията между електромобила и автомобила. Границите на тази конкуренция са ясно очертани от сравнителните оценки, направени за основните параметри и характеристики на автономните източници на енергия, използвани в електромобила и автомобила – от една страна, и на техните силови агрегати – от друга.

Известно е, че специфичната тегловна енергия  $W_G=W/G$  [Wh/kg] на използваните в първите електромобили оловни акумулатори е била около 25 Wh/kg, а специфичната обемна енергия  $W_L=W/L$  [Wh/l] на въглеродородно гориво, каквото е дизеловото, е над 10000 Wh/l. От тук следва, като се отчете, че дизеловото гориво е с по-малко относително тегло от водата, че специфичната тегловна енергия на въглеродородните горива е 50-60 пъти по-голяма от тази на оловния акумулатор. Това определя малък пробег на електромобила с едно зареждане на акумулатора.

Сравнителната оценка между силовите агрегати на първите автомобили и на техните съвременници – електромобилите, показва, че двигателите с вътрешно горене имат 4-5 пъти по-малък коефициент на полезно действие от електродвигателите, като заедно с това те са значително по-бавно оборотни от тях. Неслучайно първият световен рекорд за скорост (над 100km/h) е поставен от електромобил. Ранните двигатели с вътрешно горене са били и с твърде ниска надеждност, което означава несигурен и най-често малък пробег на автомобила между два отказа.

На тази база сравнителната оценка показва, че основният недостатък на електромобила – малък пробег с едно зареждане, в значителна степен се тушира от многобройните недостатъци на двигателите на съвременните им автомобили и обяснява, защо в началните етапи на развитие електромобилите са били конкурентоспособни на автомобилите. Несъмнено тази оценка в значителна степен е определила и основните насоки за развитие на електромобила и автомобила в десетилетията до наши дни.

При електромобилите тези насоки са свързани с развитие на автономните източници на електрическа енергия с цел доближаване на специфичните им енергийни характеристики до характеристиките на въглеродородните горива, без да се пренебрегва разбира се, по-нататъшното усъвършенстване на силовите им агрегати и тяхното управление.

При автомобилите – развитие на двигателите с вътрешно горене с цел достигане на технико-експлоатационни параметри, характеристики и управление, доближаващи се до тези на електродвигателите, и заедно с това – по-нататъшно усъвършенстване на всички останали системи на автомобила.

Какво е постигнато при това развитие и на какво ниво е конкуренцията между съвременните автомобили и електромобили? Историята дава своите отговори, които в завършен вид се намират в настоящето [1,2,3].

## 2. НАСТОЯЩЕ

Да започнем с автомобила. Днес първите автомобили напомнят за себе си само от залите на техническите музеи, защото през изминалото столетие автомобилът претърпя огромно развитие и то в най-голяма степен се дължи на количествения и качествен скок в развитието на двигателите с вътрешно горене – бензинови и дизелови.

Тук се налага да отбележим, че поради фундаментални ограничения двигателите с вътрешно горене не могат да достигнат високият коефициент на полезно действие на електродвигателите. Независимо от това съвременните двигатели с вътрешно горене са с по-голям коефициент на полезно действие от своите предшественици, а по всички останали параметри и характеристики те са несравнимо по-добри от тях. Тези постижения, подкрепени от развитието и на всички останали системи на автомобила, са в основата на една от най-крупните промишлености в съвременния свят – автомобилната, а милионите автомобили, произвеждани от тази промишленост всяка година, заемат господстващо положение в съвременния транспорт. Това положение на автомобила обаче не е съвсем безоблачно поради две основни причини. Първата от тях – може да се нарече енергийна, и е свързана с факта, че милионите автомобили по света са най-големия консуматор на въглеводородни горива, чиито запаси на земята се считат за ограничени. Втората причина, наречена екологическа, е свързана с факта, че автомобилите отделят огромно количество вредни за околната среда емисии.

Тези два "облака" хвърлят известна сянка върху бъдещето на автомобила и налагат формулирането на две насоки за по-нататъшното му развитие – намаляване на консумацията на гориво и намаляване на вредните газове и прахови емисии.

Да отделим внимание и на съвременния електромобил. През изминалото столетие силовият агрегат – електродвигателя, беше усъвършенстван непрекъснато. Повиши се допълнително неговия коефициент на полезно действие. Повиши се съществено мощността му при намалени габаритни размери. Повиши се надеждността на двигателите. Постепенно серийния постояннотоков електродвигател, използван години наред в електромобилите, беше заменен от асинхронния електродвигател. Съществен прогрес, дължащ се на развитието на силовата електроника, отбелязаха и системите за регулиране и управление на електрическата енергия. Вече никой не си спомня стъпалните реостати, управляващи електродвигателите от средата на XX век, защото те отдавна са заменени от електронни системи за беззагубно регулиране и управление на електрическата енергия. Това позволява да отбележим, че по отношение на силовия агрегат, неговото управление и трансмисия електромобилът е изминал дълъг път. Така комплектуван, този агрегат по параметри и характеристики не отстъпват на силовите агрегати, заложените в съвременните автомобили и дори ги превъзхожда.

Как се решава във времето обаче основния проблем на електромобила – ниската енергозапасеност на автономните източници на електрическа енергия, водещи до малък пробег с едно зареждане? Нека веднага да отбележим – развитието тук е недостатъчно, и то се очертава от недостатъчното развитие, както на т.н. класически химически източници на ток /ХИТ/, така и на новите ХИТ в т.ч. и на горивните елементи /ГЕ/, които някои наричат горивни клетки.

Нека започнем с използвания и до днес основен представител на класическите ХИТ – оловният акумулатор. Ако резюмираме накратко постигнатото от времето на

Гастон Планте до наши дни, ще отбележим доста конструктивни подобрения, по-съществени от които са: замяна на дървения микропорест сепаратор със сепаратор от поливинилхлорид; разработване на акумулатор с панцерна конструкция, замяна на ебонитовата кутия с пластмасова; разработване на необслужваем акумулатор; разработване на акумулатор със желиран електролит и т.н. Тези и всички останали разработки доведоха до повишаване на специфичната тегловна енергия на съвременния оловен акумулатор до незначителните 35-75 Wh/kg, като горната граница се достига с цената на намаляване на експлоатационния ресурс на акумулатора.

Заедно с усъвършенстване на класическите ХИТ, в средата на миналия век погледите започнаха да се насочват и към създаване на нови ХИТ, обещаващи значително по-голяма енергозапасеност. Пример за това е обявената през 1970 год. програмата на Toyota за разработване на високотемпературен ХИТ тип "Na-S". Според тази програма към 1980 год. електромобилите на Toyota трябваше да работят с акумулатори „Na-S”, позволяващи 1000 km пробег на електромобила с едно зареждане и работен ресурс на акумулатора от 1500 зарядно-разрядни цикъла. За съжаление тази програма все още не е изпълнена и понастоящем няма изгледи да бъде изпълнена в близко бъдеще. Малък пробив в областта на новите ХИТ все пак има и това е създаването през осемдесетте години на миналия век на т.н. литиев акумулатор. В началото той е създаден като първичен ХИТ с малък капацитет, а впоследствие и като вторичен, с по-голям капацитет и специфична тегловна енергия  $W_G = 150-200$  Wh/kg. В наши дни литиевите акумулатори са най-добрият автономен източник на енергия за електромобили, но и те не притежават желаната енергозапасеност.

Нека допълним, че по повод на енергийните характеристики на всички известни ХИТ специалистите шеговито, но напълно справедливо отбелязват, че ХИТ бързо се разреждат, но за сметка на това бавно се зареждат. Бавното зареждане на ХИТ е допълнително затруднение при експлоатацията на всеки електромобил. За да се преодолее това затруднение са разработени множество режими за ускорено зареждане. Върховите постижения при ускореното зареждане позволяват зареждане на 80% от номиналния капацитет за време от около 10 min – добър резултат, ако не се отчита факта, че такива режими на зареждане съществено съкращават работния ресурс на ХИТ.

В средата на миналия век активно се заговори и за т.н. водородна енергетика. Според учените от това време водорода следваше да се произвежда централизирано и след това да се транспортира до консуматорите чрез специализирани водородни инсталации, подобни на газовите. Няма да коментираме несъстоятелата се засега водородна енергетика, но ще отбележим, че идеите, заложи там, дадоха отражение и при електромобилите. Тези идеи станаха особено примамливи, когато се изясни, че водородът може да се натрупва и съхранява в свързан вид в обема на т.н. въглеродни карбиди, които при загряване го отделят. Това бързо доведе до разработване на водородни системи в качеството им на автономни източници на електрическа енергия за електромобили. Основните звена на такава система са резервоарът за водород и водородно-кислородният ГЕ. Налага се да отбележим, че въпреки очакванията понастоящем и тези системи не реализират изискванията за енергозапасеност на електромобилите. Основна причина за това са недостатъците на водородно-кислородния ГЕ.

В краткият преглед до тук най-съществено място заема малката енергозапасеност на съвременния електромобил. Този акцент не е случаен, тъй като той обяснява защо десетилетия наред електромобила губи конкурентоспособност по отношение на автомобила. Независимо от това електромобилите винаги са търсели и намирали макар и ограничени ниши на приложение. Показателен пример е масово развивания през XX век вътрешно заводски и складов транспорт, където качеството на

електромобила – да не замърсява околната среда, е особено ценено, а ограниченият му енергиен му ресурс е съизмерим с обема на изпълняваните задачи. Пример за това са и добилите широка известност още от средата на XX век голфкари – специализирани електромобили, обслужващи човека по време на отдых, спорт и др. Пример за това са и действията на редица градски власти, чиито градове се задъхват от отработените автомобилни газове, и които предлагат на населението различни преференциални условия, подпомагащи разпространението на електромобилите. От друга страна изминалите десетилетия показват, че тези и други неспоменати тук пробиви на електромобилите не се оказаха достатъчни, защото нишите на тяхното разпространение остават все така ограничени. Изводът е, че трябва да се търсят други решения и техните цели вероятно би могло да се формулират така: да се намерят реални приложения на електромобила, намаляващи недостатъците на автомобила и такива приложения на автомобила, намаляващи недостатъците на електромобила.

Дали тези цели следва да се формулират точно така или по друг начин не е толкова важно. По-важно е, че решения, подчинени на подобни цели, усилено се търсят и вече почти десетилетие се материализират в т.н. хибридни автомобили. Тези автомобили се изпълняват по различни схеми и имат различно предназначение. Общото между всички тях е, че съдържат едновременно два силови агрегата – двигател с вътрешно горене, включен в кинематиката на предната или задната ос, и електродвигател/и/, включен/и/ по обратна схема – в кинематиката на задната или предната ос. Съдържат и два източника на енергия – резервоар за въглеводородно гориво и акумулатор. Съдържат и всички останали системи, обезпечавачи действието на силовите агрегати.

Кратък анализ веднага показва, че основен недостатък на хибридните автомобили следва да бъде тяхната усложнена конструкция. Този недостатък обаче може да се сведе до минимум, или дори да се преодолее напълно при избор на подходяща схема за привеждане в движение (например 4X4). Така на преден план излиза значителният факт, че всички останали параметри и характеристики на хибридните автомобили напълно покриват целите, формулирани по-горе. Това е възможно, защото двете части на хибрида – автомобилна и електромобилна, са взаимно заменяеми при движение и те изпълняват своите функции главно тогава, когато се проявяват техните качества, а не техните недостатъци. Вероятно на това се дължи, наблюдавания се през последното десетилетие бум в производството на хибридни автомобили. Бум, който подсказва, че възгледите, характерни за миналото и за част от настоящето, разделящи електромобилите и автомобилите на две самостоятелни транспортни средства, ще отстъпят място на възгледи, започващи от настоящето и продължаващи в бъдещето. Тези възгледи вече обединяват електромобилите и автомобилите в един хибриден автомобил, работещ само като автомобил, само като електромобил, или едновременно като автомобил и електромобил.

### **3. БЪДЕЩЕ**

Основания за прогноза на близкото бъдеще дават постиженията на настоящето [1,2,3]. Те показват, че основният недостатък на електромобилите – малката им енергозапасеност, се дължи на фундаментални ограничения и тези ограничения са заложили в принципите на действие и базираните на тях методи и средства за реализация на днешните автономни източници на електрическа енергия. В тази връзка историята на науката показва, че подобни ограничения могат да бъдат преодоляни само ако бъдещето предложи нов фундамент, позволяващ прилагане на нови принципи, нови методи и нови средства за реализация на автономни източници на електрическа енергия

с желаните параметри и характеристики. Данни, че това може да се случи в обозримо бъдеще обаче, засега няма.

На този фон електромобилът несъмнено ще запази специфичните ниши, които е успял да заеме през десетилетията. Това е важно, но според нас още по-важно е очакването, че електромобилът ще получи ново перспективно приложение, заемайки достойно място в хибридният автомобил, а той вече се очертава като съществена част от тракционните средства на близкото бъдеще. Това очакване позволява да се предположи, че в недалечно бъдеще днешното самостоятелно и независимо изучаване и развиване на електромобилите – от една страна, и на автомобилите – от друга, ще прерасне в едно общо, комплексно изучаване и развитие на хибридните автомобили. Последното може да послужи като отправна точка от настоящето към близкото бъдеще на всички, които днес се занимават с изучаване и развитие на електромобилите, както и на тези които се занимават с обучаване на студенти с такава специалност.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Материали от специализирания печат
- [2] Специализирани сайтове в Internet
- [3] Научен архив на автора