A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

AUTOMOBILE ELECTRICE - Partea I

Mircea BEJAN, Ioana BĂLAN

ELECTRIC CARS - Part I

In recent years, in all countries, urban transport pose specific problems and produce significant damage to political, social and environmental (pollution, noise, and stress). The best solution to problems of environmental pollution is electric vehicle (EV) as an alternative means of transport.

Electric car is a vehicle that uses an electric motor as a drive with electric power from a source, usually battery. The major advantages of electric car are fuel economy, pollution near zero outside production, efficiency/high yield, instant acceleration, very low noise, easy maintenance by eliminating much of the classic motor car. High price and low autonomy are barriers to the success of such vehicles. Over nearly two decades, 86 % of cars in circulation will be powered by conventional motors. However, they have several disadvantages. Major disadvantages are high cost, relatively high load time, lifetime low of about 3-5 years, reduced autonomy max. 300 km. Batteries are reducing capacity by 50 % or more at temperatures below 10 ^{0}C and above 40 ^{0}C and tend to overheat and even explode under certain conditions. In 1996, the first serial production electric car, EV1 (Electric Vehicle 1), were manufactured in the U.S. by General Motors, and circulated on California roads. Although General Motors has built and launched on the market between the years 1996-1999 the first electric car, EV1 was withdrawn and recycled to pressure oil companies and the argument of lack of market demand.

Lithium batteries have been proposed for the first time in 70 years, but their sale started only after 20 years. Lithium is a metallic substance such as highly volatile and corrosive, which reacts violently with many other substances. Corrosive properties of lithium are strongly enhanced with increasing temperature, leading to accelerated oxidation coatings and the membranes that separate the battery components, leading eventually to irreversible damage. Much lighter than regular batteries, rechargeable, usually made of nickel components with better performance and longer life Li-ion cells were deejay Li-

ion cells have been used for proper laptops and mobile phones. Using lithium batteries to power electric vehicles involves ensuring some form of Li ion batteries, many experts feel that the technology is ready for the first generation of electric vehicles. The year 2008 is the de facto beginning of the era in all-electric vehicle range. This year she has launched various marketing concepts battery with a relatively high yield and affordable. Thus, it is expected that by 2010-2015 an electric car can be manufactured on a large scale performance series at a price close to the price of petrol cars.

Keywords: electric cars, history, advantages, disadvantages, power electric vehicles

Cuvinte cheie: automobile electrice, istoric, avantaje, dezavantaje, alimentarea autovehiculelor electrice

1. Generalități

În ultimii ani, în toate țările, transportul urban ridică probleme specifice şi produce daune importante politice, sociale şi de mediu (poluare, zgomot, stress). De aceea, sunt încurajate activități pentru a oferi un transport curat şi eficient. Şi legile privind protecția mediului sunt îndreptate către limitarea efectului de seră, iar România doreşte şi trebuie să urmeze această direcție.

Cea mai bună soluție pentru rezolvarea problemelor de poluare a mediului este ***vehiculul electric*** (EV), ca mijloc alternativ de transport. De aceea, în ultimii douăzeci de ani, vehiculul electric a fost redescoperit. Din păcate, deşi avantajele şi beneficiile oferite pentru protecția mediului sunt majore, vehiculele electrice nu au reuşit încă să pătrundă pe piața de automobile şi să convingă potențialii utilizatori, datorită densității de putere scăzute a surselor de energie montate pe vehicule, costului ridicat al ansamblului şi inexistența infrastructurii de reîncărcare a sursei de energie. Pe termen lung, soluția pare a fi oferită de pilele de combustie, iar pe termen scurt mulți experți consideră vehiculele electrice hibride (HEV) ca fiind oportune.

Potrivit unui sondaj realizat la nivel mondial, deşi nu se găsesc pe piață, vehiculele electrice sunt la mare căutare. Firma Bain&Co a realizat acest sondaj în opt țări importante ale lumii, inclusiv Japonia, Germania, China şi SUA, aproximativ 4.000 de persoane răspunzând acestui sondaj. Rezultatele arată că majoritatea oamenilor care au deja un autovehicul, şi-ar achiziționa un vehicul electric pentru mersul prin oraş[1].

[1] Gregor Matthies, unul dintre coordonatorii sondajului a declarat: “Consumatorii ar cumpăra maşini electrice dacă acestea ar exista pe piață. Cererea de vehicule electrice

2. Scurt istoric. Perspective

Automobilul electric este un vehicul, care utilizează drept tracțiune un motor electric, cu alimentare de la o sursă electrică, de obicei acumulator/baterie. În comparație cu autovehiculul hibrid, ca de exemplu Toyota Prius, care funcționează pe acumulator + benzină, autovehiculul electric se bazează în totalitate pe acumulator. Istoria automobilului înscrie printre primii constructori de automobile electrice pe inginerul belgian Camille Jenatzy[2] – figura 1.

Fig. 1 Camille Jenatzy în automobilul său electric la Jamais Contente, 1899

În 1996, primele automobile electrice de producție în serie, EV1 (Electric Vehicle 1), au fost fabricate în SUA de către General Motors, şi au circulat pe drumurile Californiei. Erau suficient de rapide: ajungeau de la 0 la 100 km/h, în mai puțin de 9 secunde şi erau extrem de silențioase. Nu exista nici un fel de poluare (nici măcar nu aveau țeavă de eşapament). Erau uşor de încărcat cu energie electrică în garajul de acasă. Deşi General Motors a construit şi lansat pe piață între anii 1996–1999 primele automobile electrice, EV1 a fost retras de pe piață şi reciclat, la presiunea companiilor petroliere şi a argumentației lipsei de cerere pe piață.

Fig. 2 Primul automobil electric de producție în serie, EV1, fabricat în SUA de către General Motors - 1966

---

este mai mare între persoanele care au maşini premium şi de lux şi care îşi pot permite o altă maşină. Aceştia sunt mult mai responsabili față de mediu şi vor ca ceilalți să ştie acest lucru".

[2] Camille Jenatzy, inginer belgian (născut în Schaerbeek în 1868 şi mort în 1913, într-un accident de vânătoare), fiul unui fabricant de produse din cauciuc, inclusiv anvelope, mare pilot de curse, printre primii fabricanți de automobile electrice. La finalizarea studiilor sale, a devenit interesat de motoarele electrice de tracțiune, la sosirea în Paris, începând să fabrice "trăsuri" electrice. În eforturile sale de publicitate, el a construit o maşină sub formă de rachetă/obuz, "Buckeye Bullet - Niciodată fericit", care i-a permis să depăşească la 29 aprilie 1899 pentru prima dată viteza de 100 km/h pe autostradă. În 1909, în Ostend, la bordul unei Mercedes el a realizat viteza de 200 km/h.

Fig. 3 Încărcarea în garajul individual cu energie electrică a lui EV1 (Electric Vehicle 1)

Fig. 4 Pregătirea pentru reciclare a automobilelor electrice EV1

Trei ani mai târziu, aceste automobile dispăreau ... În primul rând, aceste automobile nu puteau fi cumpărate, ci doar împrumutate, contractele de închiriere, pur şi simplu, nefiind prelungite.

În aceste condiții, în ciuda protestelor celor care le-au folosit, General Motors şi-au adunat toate EV1, şi apoi…le-a distrus.

Astfel, anul 2008 reprezintă de facto începutul erei autovehiculului de serie în totalitate electric. Este anul în care s-au lansat pe piață diverse concepte de acumulatori cu un randament relativ ridicat şi un preț accesibil. Astfel, se preconiza ca până în 2010 să poată fi fabricată o maşină electrică performantă de serie pe scară largă şi la un preț apropiat de cel al maşinilor pe benzină.

Mai multe firme au anunțat deja producția de autovehicule electrice după cum urmează: Tesla (Tesla Roadster, 2008); Phoenix Motors (SUA - Phoenix SUV, Phoenix SUT, 2008); Lightning (UK - Lightning GT - cel mai rapid vehicul electric până în prezent (2008)/700 CP/400 km fără reîncărcare/1-100 km/h în 4 secunde/preț: circa 220.000 euro); General Motors (Chevrolet Volt, 15.12.2010 - livrat în SUA); Toyota (JP, 2010); Nissan (JP - Nissan Leaf, noiembrie 2010 în SUA, primul vehicul electric produs în serie largă); Mercedes (Germania, 2010); Opel (Germania, Ampera, 2011); Citroën (Franța, Citroën C-Zero, 2010); Peugeot (Franța, Peugeot iOn, 2010); Mitsubishi (JP – iMiev, produs din 2009 în Japonia).

De asemenea, în Europa şi la nivel mondial există deja automobile electrice în serii limitate: Cityel, Elektrabi, Evergreen (Mini), Kewet, Ligier Optima E, Mega Aixam, Panda Elettrica, Smart Pure Elettrica, Twingo Quickshift Elettrica, Open Start Lab, Pasquali E-Setta, REVA, e-Ka şi Twike.

Sunt realizate diverse modele în serii limitate de la Citroen[3], Peugeot, Fiat, Volkswagen, Skoda şi alte firme.

După ultimele progrese în domeniul acumulatorilor şi având în vedere creşterea preţului petrolului la peste 138 $/baril în 2008 şi prognoza de peste 200 $/baril în anii următori, se estimează că cel târziu în 2020, 90 % din autovehiculele noi produse până la 3,5 t vor fi electrice, iar până în 2030 toate autovehiculele noi, inclusiv autocamioanele, vor fi propulsate complet electric. Ţări precum Franţa, Germania, Israel, SUA îşi pregătesc infrastructura pentru automobilele electrice.

3. Avantaje şi dezavantaje

Avantajele majore ale automobilului electric sunt consumul redus, poluare aproape de zero în afara producţiei, eficienţă/randament foarte mare, accelerare rapidă/instantă, zgomot foarte redus, întreţinere uşoară prin eliminarea unei mari părţi a motorului clasic auto. Elimină dependenţa de combustibilii clasici, bateriile pe litiu fiind mai ieftine de trei ori decât benzina.

Dezavantajele majore sunt costul de producţie ridicat, preţul de achiziţie piperat, timpul de încărcare relativ mare, timpul de viaţă redus de circa 3-5 ani, autonomia redusă de maximum 300 km. Acumulatorii sunt grei, conţin materiale toxice, îşi reduc capacitatea până la 50 % şi chiar mai mult la temperaturi sub 10 ^{0}C şi peste 40 ^{0}C şi tind să se supraîncălzească şi chiar să explodeze în anumite condiţii; reciclarea lor ridică probleme. Momentan lipsesc staţiile de alimentare iar service-ul este scump.

4. Alimentarea automobilelor electrice

Bateria (tehnică), este un ansamblu de elemente tehnice (aparate, piese, dispozitive) similare sau identice, care îndeplinesc aceeaşi funcţie. Bateria electrică, este un ansamblu de acumulatoare electrice.

Jumătate din rezervele mondiale de litiu (peste 5,4 milioane t), cel mai uşor dintre metale, elementul folosit pentru producerea bateriilor maşinilor electrice, elementul cheie a revoluţiei maşinilor ecologice, se găsesc în câmpiile de sare din Bolivia, în inima Americii de Sud, câmpia fiind rezultatul procesului natural de evoluţie. „Litiul

[3] În anul 2007, poşta franceză a comandat 10.000 de automobile electrice pentru următorii 5 ani.

este foarte important pentru noi şi pentru lume'', spunea ministrul mineritului şi metalurgiei bolivian. "Sperăm să extragem 1.200 t în anul următor, şi asta este doar începutul'' aşteptându-se să se ajungă la o cantitate de 10-15 ori mai mare. Problema deosebită ca Bolivia să poată pune la dispoziție în acest mod necesarul de curent electric pentru dispozitive de mare putere constă în guvernarea socialistă din Bolivia ce are un obicei în iscarea relațiilor conflictuale cu companiile multinaționale şi astfel imposibilitatea stabilirii unor înțelegeri corecte cu investitorii.

Bateriile de litiu au fost propuse pentru prima dată în anii 70, însă comercializarea lor a început abia după 20 de ani. Mult mai uşoare decât bateriile obişnuite, reîncărcabile, realizate de regulă din componente de nichel, cu o performanță mai bună şi o viață mai lungă, celulele Li-ion au fost deja utilizate pentu laptopuri şi telefoane mobile. Utilizarea bateriilor de litiu pentru asigurarea energiei vehiculelor electrice comportă o anumită formă de baterii Li-ion, multi experți fiind de părere că tehnologia este deja pregătită pentru prima generație de vehicule electrice. Marele impediment al bateriilor de litiu folosite în alimentarea vehiculelor electrice îl constituie mărimea relativ mare a acestora.

Fig. 5 Bateriile de litiu

Fig. 6 Încărcarea simplă a bateriilor Li-ion

Compania Imara Corporation a anunțat realizarea unor noi tipuri de baterii Li-ion pentru dispozitive de mare putere cum ar fi: maşini de tuns iarba, vehicule electrice şi hibride, unelte de mare putere etc., compania dorind fabricarea de baterii eficiente pentru o varietate cât mai largă de aplicații. Imara Corporation plănuieşte să producă în masă baterii Li-ion cu durata de viață mai lungă şi cu o rată

de încărcare mare pentru vehiculele electrice şi pentru cele hibride (HEVs). Bateriile[4] realizate prin această tehnologie vor ajuta la reducerea emisiilor de CO_2 prin înlocuirea în anii care urmează a motoarelor tradiționale în doi şi patru timpi. Potrivit companiei, un motor în 4 timpi al unei maşini de tuns iarba emite mai mult fum decât 11 maşini pe o autostradă.

Fig. 7 Exteriorul automobilului electric de producție în serie, EV1, fabricat în SUA de către General Motors – 1966

Fig. 8 Postul de conducere al automobilului electric EV1

Firma Altairnano dezvoltă şi produce încă din anul 2007 un acumulator pe bază de titanat de litiu, a cărui capacitate propulsează un autovehicul pe o distanță de maximum 400 km, durata de reîncărcare a acumulatorului fiind de numai 10 minute. Acumulatorul se numeşte "Nanosafe" şi este folosit deja de către firma americană Phoenix Motors care în 2008 a lansat pe piață două maşini: Phoenix SUV şi Phoenix SUT. De asemenea, va fi folosit şi pentru modelul Lightning GT - cel mai rapid vehicul electric până în prezent.

Alte două firme s-au profilat în domeniu, Continental şi A123 Systems, firme favorizate de către General Motors şi care vor produce cel mai probabil acumulatorii pentru noul Chevrolet Volt, anunțat pentru 2010. Daimler va scoate pe piață în 2009 primul hibrid cu noul tip de acumulator pe litiu-ion, Mercedes S 400 Bluetec Hybrid, sistemul electronic şi acumulatorul propriu-zis fiind construite de Continental, Johnson Controls şi Saft.

---

[4] Oamenii de ştiință din Suedia au realizat prototipul unei baterii din hârtie şi sare, teancul de bucăți de hârtie îmbibate în apa sărată putând funcționa ca o baterie ce produce energie electrică – un model foarte simplu, ieftin şi eco-prietenos. Bateria e fabricată din mai multe straturi de celuloză, acoperite cu un polimer cu proprietăți conductive gros de numai 50 nm şi aşezate între două straturi de hârtie de filtru. Totul alcătuieşte un ansamblu flexibil, înfăşurat în plastic, cu grosimea de câțiva milimetri.

Un alt concept este folosirea unui *supercondensator,* ca acumulator. Condensatorul este în principiu cel mai bun concept pentru a înlocui motoarele convenționale pe benzină, mult mai bun decât acumulatorul "clasic", bazat pe litiu-ion, deoarece nu există reacții chimice, timpul de reîncărcare este foarte scurt iar randamentul este de 100 %, însă până în 2008-2009 nu au existat produse satisfăcătoare pe piață.

Un nou condensator care ar putea revoluționa industria auto după un secol de cercetare este anunțat de către firma americană EEStor, care conform propriilor declarații a descoperit un nou tip de supercondensator, cu o densitate de 340 Wh/kg (condensatorii normali au o densitate în jur de 5 Wh/kg) care va fi produs în serie în scurt timp sub numele de *EESU* (EEStor Energy Storage Unit). EESU are o masă de 152 kg, un volum de 33 litri, capacitate de 31 F, tensiune 3500 V şi un preț de 3200 $. Reîncărcarea cu 52 kwh ar fi posibilă în circa 6 minute.

Primul automobil care va integra această tehnologie va fi "cityZENN". CityZENN, anunțat pentru 2009, atinge o viteză de 125 km/h, iar distanța de deplasare cu o singură încărcare este de 400 km. Conform declarațiilor firmei producătoare Zenn Motors, comparativ cu un vehicul obişnuit, acest automobil "minune" reduce costurile de întreținere cu 90 %.

5. Concluzii

● Ca mijloc alternativ de transport, cea mai bună soluție pentru rezolvarea problemelor de poluare a mediului este vehiculul electric.

● Deşi avantajele şi beneficiile oferite pentru protecția mediului sunt majore, vehiculele electrice nu au reuşit încă să pătrundă pe piața de automobile şi să convingă potențialii utilizatori, datorită densității de putere scăzute a surselor de energie montate pe vehicule, costului ridicat al ansamblului şi inexistența infrastructurii de reîncărcare a sursei de energie. Soluția pare a fi oferită de pilele de combustie, experții considerând vehiculele electrice hibride ca fiind oportune.

Prof.Dr.Ing. Mircea BEJAN
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
Ing. Ioana BĂLAN
Camera de Comerț şi Industrie METZ – Franța
membri AGIR