

# PHÂN TÍCH VÀ SO SÁNH CÁC LOẠI PIN SỬ DỤNG CHO Ô TÔ ĐIỆN

## ANALYSIS AND COMPARISON OF BATTERY TYPES FOR ELECTRIC VEHICLES

Nguyễn Hùng Mạnh<sup>1,\*</sup>

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.119>

### TÓM TẮT

Ô tô điện được xem như phương tiện giao thông thân thiện với môi trường trong tương lai. Pin ô tô điện là bộ phận quan trọng có vai trò quyết định tới tính năng vận hành cũng như an toàn của ô tô điện (ô tô điện Hybrid; ô tô thuần điện). Công nghệ pin ô tô điện có tốc độ phát triển nhanh và cần có những nghiên cứu sâu không chỉ về lý thuyết mà cả thực nghiệm mang tính ứng dụng. Bài báo phân tích tổng quan về pin sử dụng cho ô tô điện bao gồm: pin thấp áp (dùng cho các trang thiết bị điện) và pin cao áp (dùng cho mô tơ điện cung cấp khả năng kéo cho ô tô). Những phân tích cụ thể về đặc điểm, yêu cầu cũng như so sánh các chỉ tiêu đánh giá, lựa chọn các loại pin dùng cho ô tô điện được đưa ra và tổng hợp trong các bảng và biểu đồ cụ thể.

**Từ khóa:** Ô tô điện; pin ô tô điện; pin Li-ion; thông số kỹ thuật của pin.

### ABSTRACT

Electric vehicles are considered as environmentally friendly means of transport in the future. The battery of an electric vehicle is an important part that plays a decisive role in the operation and safety of electric cars (Hybrid Electric Vehicles; Battery Electric Vehicles). Battery technology for electric vehicles has a rapid development rate and requires in-depth research not only in theory but also in practical application. The article analyzes an overview of batteries used for electric vehicles including: low-voltage batteries (used for electrical equipment) and high-voltage batteries (used for electric motors providing traction for vehicles). Specific analysis of characteristics, requirements as well as comparison of evaluation criteria, selection of batteries for electric vehicles are given and summarized in tables and charts.

**Keywords:** Electric vehicles; electric vehicle batteries; lithium-ion batteries; battery parameters;

<sup>1</sup>Khoa Cơ khí và Động lực, Trường Đại học Điện lực

\*Email: manhh@epu.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/3/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 05/5/2023

Ngày chấp nhận đăng: 15/6/2023

### 1. GIỚI THIỆU

Ưu điểm nổi bật của ô tô điện là dễ dàng tích hợp với các hệ thống thông minh giúp chiếc xe trở nên tiện ích và vận hành an toàn hơn. Nhiều quốc gia hướng tới thay thế hoàn toàn ô tô có động cơ đốt trong sang điện trong tương lai gần nhằm giảm các tác động gây ô nhiễm môi trường và tiết kiệm nhiên liệu xăng/ dầu.

Tổng quát phân loại ô tô điện với hai loại: loại sử dụng duy nhất năng lượng điện (pin) và loại sử dụng hỗn hợp (Hybrid) năng lượng: xăng/ dầu và điện. Đồng nhất với cách phân loại trên có: Ô tô điện sử dụng hoàn toàn động cơ điện hay còn gọi ô tô thuần điện **BEV** (Battery Electric Vehicle) và ô tô lai sử dụng kết hợp (hybrid) động cơ đốt trong và động cơ điện (ô tô Hybrid **HEV**- Hybrid Electric Vehicle) [1,5]. Các ô tô điện đều có nguồn lưu trữ năng lượng chủ yếu từ pin (Battery) và siêu tụ (Ultracapacitor), chúng cung cấp năng lượng điện cho mô tơ điện hoạt động và tạo nên chuyển động quay các bánh xe, giúp ô tô di chuyển. Thách thức lớn nhất với ô tô điện là sự giới hạn về cự ly di chuyển và khả năng sạc pin [6]. Các yếu tố này trực tiếp liên quan tới công nghệ pin hiện đã và đang được sử dụng trên ô tô điện. Trong bài báo này, những loại pin sử dụng cho hai loại xe trên sẽ được phân tích, so sánh thông qua các thông số kỹ thuật đặc trưng cũng như các yêu cầu cần đáp ứng với mỗi loại xe điện.

### 2. CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CHÍNH PIN Ô TÔ ĐIỆN

Pin cao áp là nguồn năng lượng chính đối với ô tô thuần điện, là nguồn điện thứ 2 đối với ô tô Hybrid. Các thông số kỹ thuật chính của chúng bao gồm [1, 2, 4]:

**Dung lượng** của pin là thông số xác định thời lượng (h) pin có thể xả ở dòng điện không đổi (cung cấp cho thiết bị) đến một giá trị điện áp ngắt nhất định, đơn vị mAh hoặc Ah. Mặt khác dung lượng còn có thể hiểu đặc trưng cho lượng năng lượng điện được tiêu thụ trong 1 đơn vị thời gian với đơn vị Wh hay là công suất hoạt động (tiêu thụ hoặc tạo ra) trong một đơn vị thời gian.

**Mật độ năng lượng** là lượng năng lượng điện có thể được tích trữ trên một đơn vị thể tích pin tính bằng Wh/m<sup>3</sup>; Wh/L hoặc Wh/kg.

**Công suất và công suất riêng.** Công suất đặc trưng cho lượng năng lượng điện của thiết bị cần thiết để hoạt động, đơn vị tính bằng W. Công suất riêng là đại lượng được xác định bởi công suất điện trên mỗi đơn vị khối lượng pin, đơn vị W/kg.

**Điện áp tế bào pin** được xác định bởi các phản ứng nhiệt động cân bằng diễn ra bên trong các tế bào (cell) pin.

**Dòng xả/xả.** Trong quá trình xả, các electron di chuyển từ điện cực dương sang cực âm thông qua phụ tải

để cung cấp dòng điện cần thiết trong môi trường chất điện phân. Trong quá trình nạp, dòng điện sạc cấp từ bên ngoài và quá trình oxy hoá diễn ra tại điện cực dương trong khi quá trình khử diễn ra ở điện cực âm. Trong thực tế có thể sử dụng thuật ngữ “mức-C”, nó biểu thị cho dòng sạc hoặc xả so với công suất định mức.

**Trạng thái sạc SoC** (State of Charge) xác định mức sạc của pin (%) so với dung lượng lưu trữ của pin, ví dụ 0% - cạn; 100% - đầy.

**Mức độ xả sâu DoD** (Depth of Discharge) cho biết dung lượng (%) của pin đã được xả so với dung lượng lớn nhất. Có quan hệ  $DoD = 100\% - SoC$ , ví dụ 0% - đầy; 100% cạn.

**Chu kỳ vòng đời** cho biết số chu kỳ nạp/ xả của pin có thể trải qua trước khi giảm hiệu suất. Không có một giá trị tiêu chuẩn nào, tuy nhiên để xác định được chu kỳ vòng đời của pin có thể căn cứ vào số chu kỳ nạp/ xả mà pin có được trước khi pin không thể sạc lại để đạt tới 80% dung lượng.

**Tự xả.** Giá trị này cho biết sự giảm dung lượng pin trong điều kiện không tải do chính quá trình điện hoá diễn ra bên trong pin.

**Hiệu suất khử hồi.** Do những tổn thất bên trong và sự lão hoá của vật liệu pin không phải tất cả năng lượng cung cấp cho pin trong quá trình nạp được phục hồi trong quá trình xả. Lượng năng lượng mất mát này đánh giá hiệu suất khử hồi của pin.

### 3. PHÂN TÍCH CÁC YÊU CẦU CHÍNH ĐỐI VỚI PIN Ô TÔ ĐIỆN

Ô tô điện sử dụng hai bộ pin: pin thấp áp (12V) cấp điện cho các thiết bị điện (như ô tô thông thường); pin cao áp cấp điện cho mô tơ điện tạo nên chuyển động của ô tô. Các yêu cầu chính đối với pin cao áp ô tô điện được phân tích dưới đây [2, 3, 9, 10]:

**Mật độ năng lượng:** Mật độ năng lượng quyết định tới cự ly di chuyển của ô tô điện. Bộ pin có mật độ năng lượng cao giúp xe có thể di chuyển với khoảng cách xa. Công nghệ hiện nay, pin Li-ion của ô tô điện có mật độ năng lượng cao nhất vào khoảng 100 - 265Wh/kg. Tương ứng với mật độ năng lượng trên, cự ly di chuyển trung bình của ô tô điện phổ thông hiện nay vào khoảng 320 đến 480km cho một lần sạc đầy. Công nghệ pin Li-ion mới (Li-Sulfur, Li-Air, Mg-ion,...) đang phát triển có thể cho mật độ năng lượng cao nổi trội 350Wh/kg. Mật độ năng lượng lớn có ý nghĩa rất quan trọng, tuy nhiên khi ứng dụng, các nhà sản xuất còn phải quan tâm tới vấn đề an toàn, tuổi thọ và khả năng quản lý năng lượng,...

**Chi phí.** Chi phí vận hành (bao gồm: bảo dưỡng, giá điện) của ô tô điện thấp hơn rất nhiều so với ô tô chạy xăng/ dầu. Tuy nhiên giá thành bộ pin cao khiến giá ô tô điện mới cao hơn nhiều so với ô tô dùng động cơ đốt trong. Bên cạnh đó, chi phí thay thế bộ pin (nếu có) là rất lớn. Giá thành pin trong tương lai có thể giảm nhưng còn nhiều rào cản bởi liên quan trực tiếp tới chi phí công nghệ đảm bảo pin có mật độ năng lượng, hiệu suất hoạt động cao.

**Thời gian sạc và phát huy công suất.** Tốc độ và thời gian sạc pin ô tô điện hiện đang được các nhà sản xuất

quan tâm, với công nghệ hiện nay ở chế độ sạc bình thường vẫn kéo dài từ 6 - 8h. Chế độ sạc nhanh được áp dụng liên tục dẫn tới sự gia tăng nhiệt độ đáng kể, suy giảm dung lượng theo thời gian, giảm tuổi thọ và độ an toàn của pin. Yêu cầu phát huy công suất của pin cũng được quan tâm, nó thể hiện khả năng pin có thể cung cấp dòng điện cao áp trong một thời gian nhất định. Phát huy công suất phản ánh hiệu năng hoạt động của xe, tùy thuộc mức độ yêu cầu xe hoạt động với hiệu năng cao hay đáp ứng tải trọng lớn mà yêu cầu phát huy công suất khác nhau. Trong một vài trường hợp, việc tăng khả năng phát huy công suất cần phải giảm mật độ năng lượng và có thể gia tăng nhiệt của bộ pin.

**Tuổi thọ.** Bộ pin được cấu thành từ nhiều (hàng trăm) tế bào (cell) được ghép nối với nhau tạo thành mô đun cứng để hạn chế tác động từ bên ngoài cũng như đảm bảo điều kiện làm mát. Theo công bố của các nhà sản xuất, tuổi thọ của pin thường được tính theo tuổi thọ của xe. Tuổi thọ pin được xem là khoảng thời gian sử dụng tới khi dung lượng của pin giảm tới 80% so với dung lượng khi còn mới. Yêu cầu hiện nay, tuổi thọ của pin có thể lên tới 15 năm [17]. Do cơ chế hoạt động của phản ứng điện hoá trong tế bào pin, mất mát dung lượng pin là không thể tránh khỏi. Mặt khác tùy thuộc vào đặc điểm kết cấu của pin, điều kiện vận hành,... mà tuổi thọ của pin bị suy giảm theo thời gian.

Bảng1. Các yêu cầu chính đối với pin thể hệ mới đối với ô tô điện

TT	Các tham số	Yêu cầu
1	Mật độ năng lượng	> 350Wh/kg
2	Chi phí	< 100\$/kWh
3	Tốc độ sạc và công suất	80% trong vòng 10 - 15 phút
4	Tuổi thọ	15 năm
5	Hiệu suất hoạt động	Mức độ tối thiểu tác động từ môi trường
6	An toàn	An toàn điện/ thoát nhiệt dẫn tới cháy nổ/ phá hủy

**Hiệu suất hoạt động của pin.** Nhiệt độ môi trường là yếu tố ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của quá trình nạp/ xả và sự giảm dung lượng của pin. Tốc độ sạc có thể tăng khi nhiệt độ cao nhưng gây ra các phản ứng điện hoá ngược làm tăng chất điện phân rắn trung gian khiến tuổi thọ pin có thể bị rút ngắn (mất mát ion Li+). Nhiệt độ thấp làm chậm quá trình này nhưng thúc đẩy tốt quá trình mạ lithium tại điện cực. Pin hoạt động tốt ở khoảng nhiệt độ khá cao, tuy nếu quá cao sẽ ảnh hưởng tới quá trình điện hoá diễn ra tại các điện cực khiến tuổi thọ của pin có thể bị rút ngắn. Hệ thống quản lý nhiệt được phát triển để góp phần duy trì nhiệt độ pin luôn trong một phạm vi nhất định từ đó có thể cho phép duy trì tuổi thọ pin.

**An toàn** là một trong những yếu tố quan trọng đối với pin và được đặt ra ngay trong quá trình thiết kế. Trong sản xuất, pin trải qua các thử nghiệm yêu cầu khắt khe (liên quan tới va đập, nhiệt độ, rung,...) trước khi được áp dụng. Sự cố xảy ra với pin có thể gây ra những hậu quả rất nghiêm trọng đối với ô tô điện. Nguyên nhân sự cố có thể

từ các yếu tố tác động bên ngoài (va chạm, vận hành nạp/xả,...) hoặc bên trong (quá trình điện hoá, thoát nhiệt,...). Những sự cố này có thể dẫn tới ngắn mạch hoặc phản ứng oxy hoá khử tại các điện cực, chúng toả nhiệt mãnh liệt, có thể gây thoát nhiệt làm cháy pin. Khối pin được bảo vệ trong cấu trúc khung chịu lực và đặt tại vị trí tối ưu giảm thiểu tác động khi va chạm có thể xảy ra.

Một số yêu cầu chính đối với pin thể hệ mới của ô tô điện được thể hiện ở bảng 1 [2, 4].

#### 4. PHÂN TÍCH VÀ SO SÁNH CÁC LOẠI PIN DÙNG CHO Ô TÔ ĐIỆN

Ô tô điện hiện đã và đang sử dụng phổ biến 3 loại pin sau: Pin Axit-Chì; Pin Niken kim loại Hydrua (NiMH) và Lithium-ion (Li-ion) [1, 11]. Trong đó:

*Pin/ắc quy Axit-* Chì có khối lượng nặng, kém thân thiện với môi trường do có nhiều các chất thải độc hại. Loại pin này thường dùng để cung cấp nguồn điện áp thấp (12V) cho ô tô điện.

*Pin Niken kim loại Hydrua (NiMH)* và Li-ion thường dùng cung cấp nguồn điện áp cao (pin cao áp) cho mô tơ điện tạo nên chuyển động quay của các bánh xe giúp ô tô di chuyển. Phân tích cụ thể việc sử dụng hai loại pin này đối với các loại ô tô điện được so sánh và trình bày ở bảng 2 [8, 12, 16].

Bảng 2. So sánh các thông số kỹ thuật các loại pin ô tô điện [8, 12, 16]

TT	Loại pin	Axit-chì	Nikel		Li-ion
			NiCd	Ni-MH	
1	Chu kỳ vòng đời (chu kỳ)	500 - 800	2000	300 - 600	400 - 3000
2	Điện áp định mức của tế bào pin (V)	2,1	1,35	1,35	3,2 - 3,7
3	Mật độ năng lượng (Wh/L)	60 - 100	60 - 150	100 - 300	200 - 735
4	Công suất riêng (W/kg)	75 - 100	120 - 150	250 - 1000	350 - 3000
5	Hiệu suất sạc (%)	50 - 95%	70 - 90%	65%	80 - 90%
6	Mức độ tự xả (%/tháng)	5	20	30	3-10
7	Nhiệt độ cho phép sạc hiệu quả (°C)	-20 đến 50	0 đến 45	0 đến 45	0 đến 45
8	Nhiệt độ cho phép xả hiệu quả (°C)	-20 đến 50	-20 đến 65	-20 đến 65	-20 đến 60

Ngoài pin, một thiết bị khác được sử dụng để tích trữ năng lượng cho ô tô điện là siêu tụ (Ultracapacitors). Siêu tụ có khả năng cung cấp năng lượng điện nhanh, hiệu quả cao trong các trường hợp cần năng lượng lớn để tăng tốc, leo dốc hoặc tích trữ năng lượng thu hồi từ phanh tái sinh. Trên ô tô điện hiện đại có thể sử dụng kết hợp hai nguồn năng lượng: pin và siêu tụ, tuy nhiên giá thành chế tạo siêu tụ rất cao.

Ô tô Hybrid (HEV) thông thường, pin cao áp được dùng để tích trữ năng lượng từ quá trình phanh tái sinh và cung cấp điện cho mô tơ điện để hỗ trợ tăng tốc cho ô tô. Dung lượng của pin này không lớn bởi chúng được sạc thường

xuyên khi xe hoạt động và không sạc đầy. Trong phạm vi hẹp, xe có thể hoạt động ở chế độ thuần điện nhưng với cự ly ngắn. Như vậy pin chỉ cần đáp ứng với dung lượng nhỏ nhưng yêu cầu về công suất cao hơn. Hiện tại các nhà sản xuất thường dùng các loại pin Nikel kim loại hydrua (Ni-MH) với công suất thường khoảng từ 1 - 2kWh.

Ô tô Hybrid giắc cắm (PHEV- Plug-in Hybrid Electric Vehicle) cần pin có dung lượng lớn hơn và được sạc từ điện lưới bên ngoài. Dung lượng của loại pin này thường khoảng 5 -15kWh. Năng lượng từ pin có thể cung cấp cho mô tơ điện để ô tô chuyển động ở cự ly trung bình. Điều này có nghĩa xe hoạt động ở chế độ thuần điện cho việc di chuyển quãng đường ngắn, tốc độ thấp (như trong nội đô). Khác với đặc điểm làm việc của pin ô tô HEV, ô tô PHEV cần pin có dung tích, công suất lớn, chu kỳ nạp xả lớn và tuổi thọ pin được kéo dài hơn.

Ô tô thuần điện BEV sử dụng nguồn điện duy nhất để cung cấp cho mô tơ điện từ bộ pin cao áp. Pin cần có dung lượng lớn cho phép ô tô có thể di chuyển với quãng đường dài nhất có thể. Với ô tô BEV, chu kỳ nạp/xả của pin thường cũng yêu cầu lớn hơn. Kích cỡ của pin lớn hơn so với xe PHEV hay xe HEV thông thường, nó thường có cấu tạo từ 1800 đến 2000 tế bào.

Hiện nay số lượng ô tô PHEV và BEV trên toàn thế giới tăng nhanh chóng, hai loại xe này đều đang dùng pin Li-ion. Sau đây phân tích cụ thể về loại pin này.

Ở pin Li-ion, cực âm, cực dương đóng vai trò là nguyên liệu trong phản ứng điện hóa. Dung dịch điện phân tạo môi trường dẫn cho ion Li<sup>+</sup> di chuyển giữa hai điện cực này. Các thành phần cấu thành bộ pin, chức năng và vật liệu của chúng được vẫn tắt ở bảng 3.

Bảng 3. Thành phần, chức năng và vật liệu của pin Li-ion

Thành phần	Chức năng	Vật liệu
<i>Cathốt (điện cực dương)</i>	- Giải phóng ion Li <sup>+</sup> tới điện cực âm trong quá trình sạc; - Nhận ion Li <sup>+</sup> trong quá trình xả pin (phóng điện).	Bột Lithium oxit hoặc phốt phat (LiCoO <sub>2</sub> , LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , LiFePO <sub>4</sub> ,...)
<i>Anốt (điện cực âm)</i>	- Nhận ion Li <sup>+</sup> từ cực dương tới trong quá trình sạc; - Giải phóng ion Li <sup>+</sup> trong quá trình xả pin.	Bột Graphit.
<i>Chất điện phân</i>	Tạo môi trường cho sự trao đổi ion giữa các điện cực	Muối Lithium và dung môi hữu cơ, ví dụ LiPF <sub>6</sub> và dethyl Carbonat.
<i>Bộ phận tách</i>	- Ngăn cản sự ngắn mạch giữa 2 điện cực; - Cho phép các ion Li <sup>+</sup> đi qua các lỗ phần tách nhỏ	Màng xốp siêu nhỏ.

Nguyên lý làm việc của pin Li-ion thể hiện ở trạng thái sạc và xả như mô tả trên hình 1 [5,7].

- Khi pin được cấp bởi nguồn điện sạc (khi sạc), ở phía cực dương (+), nguyên tử Li bị tách ra từ Lithium oxit hoặc

phốt phát. Nguyên tử Li có độ mất ổn định cao nên nó bị tách ngay ra thành ion Li<sup>+</sup> và các electron (e<sup>-</sup>). Ion Li<sup>+</sup> (điện tích dương) bị hút ngay về phía điện cực âm, đi qua dung dịch điện phân và bị kẹt lại ở lớp than chì. Các electron mang điện tích âm không thể đi qua dung dịch điện phân nên buộc phải đi qua mạch sạc để tới điện cực âm. Khi tất cả các ion Li<sup>+</sup> từ cực dương chuyển qua hết điện cực âm, pin được xem như đã sạc đầy. Các ion Li<sup>+</sup> ở cực âm luôn ở trạng thái không ổn định.



Hình 1. Minh họa nguyên lý hoạt động của Pin Li-ion (Sạc/ Xả)

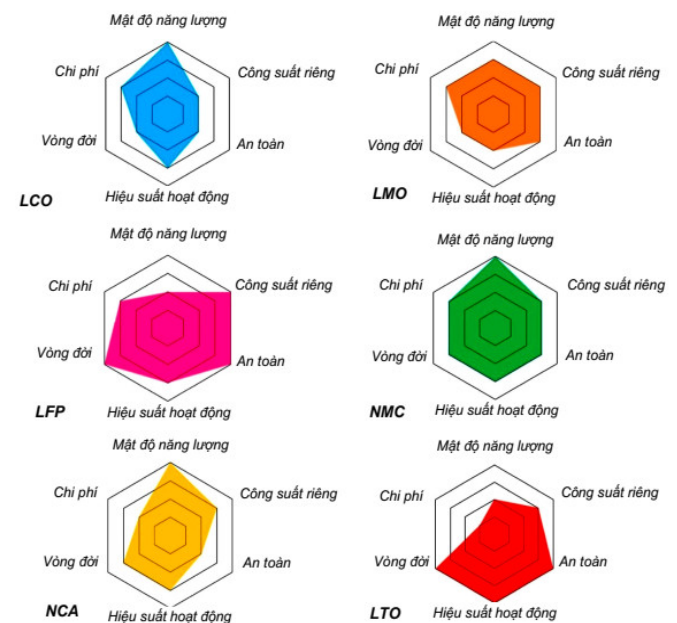
- Khi tiêu thụ năng lượng điện của pin (khi xả), pin được kết nối với phụ tải. Các ion Li<sup>+</sup> và electron (e<sup>-</sup>) di chuyển từ điện cực âm (-) sang điện cực dương (+) và trên điện cực dương nhận được oxit kim loại bền. Để cân bằng điện tích giữa hai điện cực, mỗi khi ion Li<sup>+</sup> dịch chuyển bên trong vật liệu của pin từ cực âm sang cực dương thì ở mạch tiêu thụ điện bên ngoài sẽ có 1 electron di chuyển từ cực âm sang cực dương và xuất hiện dòng điện để cung cấp cho phụ tải. Khi tất cả các ion Li<sup>+</sup> dịch chuyển từ cực âm quay trở lại sang cực dương, pin đã được xả hoàn toàn và cần thiết lại được nạp trở lại bắt đầu 1 chu kỳ nạp/xả mới.

Căn cứ vào vật liệu điện cực dương, pin Li-ion có thể chia thành 6 loại sau: LCO-Lithium Cobalt Oxide (LiCoO<sub>2</sub>); LMO- Lithium Manganese Oxide (LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>); LTO- Lithium Titanate (Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>); LFP- Lithium Iron Phosphate (LiFePO<sub>4</sub>); NMC- Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (LiNiMnCoO<sub>2</sub>) và NCA- Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (LiNiCoAlO<sub>2</sub>) [5, 8, 9, 11, 12, 15]. Mỗi loại pin có những đặc điểm và ứng dụng khác nhau. So sánh các thông số kỹ

thuật của các loại pin cũng như phạm vi sử dụng của chúng được thể hiện dưới bảng 4.

Bảng 4. So sánh các thông số đánh giá các loại Pin Li-ion và phạm vi ứng dụng

Các thông số đánh giá	Các loại pin Li-ion					
	LCO	LMO	LTO	LFP	NMC	NCA
Điện áp tế bào pin (V)	3,0 - 4,2	3,0 - 4,2	1,8 - 2,85	2,5 - 3,65	≥ 3,0 - 4,2	3,0 - 4,2
Điện áp nạp/ xả	0,7-1C /1C	0,7-1C /1C	1C/10C	1C/1C	0,7-1C /1C	0,7C/1C
Mật độ năng lượng (Wh/kg)	150 - 200	100 - 150	50 - 80	90 - 120	150 - 220	200 - 260
Chu kỳ nạp/ xả	500 - 1000	300 - 700	3000 - 7000	≥ 2000	1000 - 2000	500
Khả năng thoát nhiệt (°C)	150	250	Chịu nhiệt độ cao nhất	270	210	150
Phạm vi ứng dụng	Các thiết bị điện tử thông dụng	Các thiết bị cần công suất khá lớn	Các thiết bị lưu điện, ô tô điện	Các thiết bị, xe máy và ô tô điện	Thiết bị; xe máy và ô tô điện, công nghiệp	Thiết bị y tế, thiết bị công nghiệp, ô tô điện

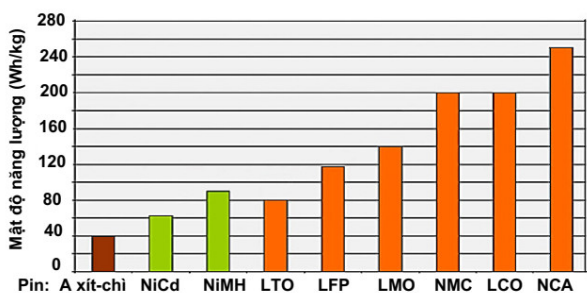


Hình 2. Đánh giá các yêu cầu quan trọng các loại pin Li- ion có thể dùng trên ô tô điện

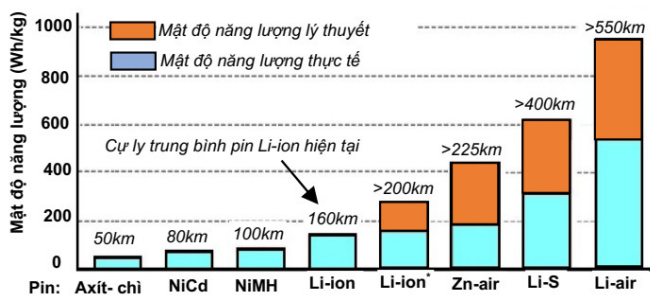
So sánh chi tiết các loại pin Li-ion dùng trên ô tô điện trên cơ sở các yêu cầu như đã được trình bày ở trên thể hiện trên biểu đồ radar đa hình 2 [7]. Mức độ phủ của radar bị thu hẹp hoặc mở rộng được đặc trưng bởi các đường bao 6 cạnh tương ứng với khả năng áp dụng của chúng. Trên hình cho thấy, pin LCO và LMO cho mật độ năng lượng khá

cao tuy nhiên công suất riêng, tuổi thọ thấp, do vậy khả năng ứng dụng với ô tô điện thấp. Pin LTO cho mật độ năng lượng thấp nhất nhưng có ưu điểm nổi trội về độ an toàn, tuổi thọ cao, ở phạm vi hẹp nhất định có thể dùng cho ô tô điện. Pin LFP có diện tích phủ của ra đa rộng, tuy nhiên nhược điểm lớn là mật độ năng lượng thấp, loại pin này thường sử dụng trên xe máy điện và ô tô điện cỡ nhỏ hoạt động với phạm vi hẹp. Loại pin phù hợp hơn cả trong công nghệ pin sử dụng trên ô tô điện thương mại hiện nay là pin Li-ion NMC bởi loại pin này cho mật độ năng lượng cao nhất cùng với các yêu cầu khác đều lớn như: công suất riêng, tính an toàn, chi phí và cả tuổi thọ của pin. Pin NCA cho ưu điểm nổi trội về mật độ năng lượng, chi phí thấp, tuy nhiên tính an toàn thấp.

Một so sánh tổng hợp giá trị mật độ năng lượng của các loại pin dùng cho ô tô điện (pin/ ắc quy thấp áp và cao áp) được thể hiện trên biểu đồ hình 3. Qua biểu đồ nhận thấy, pin NCA có mật độ năng lượng nổi trội hơn, tiếp theo là pin NMC và LCO. Nhưng loại pin này hiện đang được sử dụng trên nhiều loại ô tô điện hiện nay.



Hình 3. So sánh về mật độ năng lượng các loại pin: Axit- Chì; Nikel và các loại Li-ion



Hình 4. So sánh về mật độ năng lượng các loại pin ô tô điện hiện tại và tương lai

Trong tương lai, công nghệ pin cho ô tô điện hướng tới những yếu tố về an toàn, tuổi thọ cao sẽ chiếm ưu thế hơn yếu tố về dung lượng pin hay mật độ năng lượng. Mật độ năng lượng có thể được cải thiện bằng việc lựa chọn các vật liệu điện cực đặc biệt (điện cực dương), tuy nhiên tuổi thọ của pin không cao, hiện còn được tiếp tục nghiên cứu phát triển. So sánh về mật độ năng lượng của các loại pin hiện đang sử dụng trên ô tô điện và pin Li-ion thế hệ mới thể hiện trên biểu đồ hình 4 [4, 5, 18].

Một số loại pin Li-ion thế hệ mới có thể ứng dụng trên ô tô điện trong tương lai gần như [4, 5]:

- Pin Li-ion thể rắn (Solid-State Li-ion). Pin sử dụng vật liệu rắn cho điện cực và chất điện phân thay cho vật liệu gel hoặc lỏng như trong các loại pin Li-ion hiện nay.

- Pin Li-lưu huỳnh (Li-Sulfur). Pin sử dụng lưu huỳnh thay cho Cô ban với các ưu điểm: Mật độ năng lượng cao (550Wh/kg), trọng lượng của pin nhẹ. Tuy nhiên loại pin này có chu kỳ nạp xả thấp vào khoảng 1500 chu kỳ.

- Pin Li- không khí (Li-air). Loại pin này hay còn gọi là pin điện hoá không khí: quá trình oxy hoá Liti ở điện cực dương và khử ô xy ở điện cực âm để tạo ra dòng điện. Ưu điểm nổi bật là cho mật độ năng lượng rất cao tới 1114Wh/kg ( cao gấp gần 5 lần so với loại pin Li-ion thông thường). Tuy nhiên loại pin này có giá thành rất cao và hạn chế là tuổi thọ thấp.

### 5. KẾT LUẬN

Bài báo đề cập tới các thông số kỹ thuật quan trọng của pin ô tô điện cũng như các yêu cầu (chỉ tiêu) cần đáp ứng phù hợp với đặc điểm hoạt động của ô tô điện: ô tô thuần điện và ô tô điện Hybrid. Một trong số các yêu cầu quan trọng nhất với pin ô tô điện là chỉ tiêu về mật độ năng lượng của pin, mặt khác các yếu tố về an toàn, hiệu suất hoạt động cũng như tuổi thọ của pin cũng cần được so sánh đối với các loại pin khác nhau.

Tùy thuộc vào chức năng, đặc điểm cũng như yêu cầu với các loại ô tô điện khác nhau mà các nhà sản xuất sử dụng loại pin phù hợp. Loại Pin Axit-Chì thông thường được sử dụng là nguồn năng lượng thứ yếu điện áp thấp (12V), cung cấp điện cho toàn bộ hệ thống điện thân xe như ô tô dùng động cơ đốt trong thông thường. Đối với ô tô Hybrid, pin điện áp cao được sử dụng để bổ sung nguồn động lực cho ô tô trong trường hợp cần thiết. Mặt khác giúp xe có thể hoạt động ở chế độ thuần điện (như ô tô điện). Tuy nhiên đòi hỏi bộ pin có dung lượng không lớn, phạm vi hoạt động cũng như công suất của chúng bị giới hạn, phù hợp trong điều kiện hoạt động ở tốc độ thấp và cự ly ngắn (nội đô). Loại pin dùng cho ô tô điện Hybrid thường là pin Nickel hydrit kim loại (NiHM). Với ô tô thuần điện, yêu cầu về mật độ năng lượng là rất quan trọng vì nó quyết định tới phạm vi hoạt động của xe ngoài ra yếu tố tuổi thọ và an toàn cũng được đặt lên hàng đầu. Pin Li-ion có ưu điểm nổi bật cho mật độ năng lượng cao, an toàn, chu kỳ nạp xả tương đối lớn và tuổi thọ dài. Chúng loại pin Li-ion khá nhiều, tuy nhiên loại hiện đang được sử dụng phổ biến trên ô tô điện hơn cả là loại NMC (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide) bởi chúng đáp ứng được đầy đủ nhất các yêu cầu đối với pin ô tô điện.

Công nghệ pin dùng cho ô tô điện có tốc độ phát triển công nghệ rất nhanh trong nhiều năm qua đặc biệt trong những năm gần đây. Nhiều công trình nghiên cứu tập trung phát triển các loại pin ngoài cho mật độ năng lượng cao còn thoả mãn cho hiệu suất cao, an toàn, chi phí thấp và nhỏ gọn. Trong tương lai, nhiều những thử nghiệm sẽ được tiến hành cho các loại pin với hiệu năng cao kể trên.

---

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Ahmad Faraz, A. Ambikapathy, T.Saravanan, K. Logavani, G. Arun Prasad, 2020. *Battery Electric Vehicles (BEVs)*. Electric Vehicles book, Green Energy and Technology, pp 137-160.
- [2]. Jie Deng, Chulheung Bae, Adam Denlinger, Theodore Miller, 2020. *Electric Vehicles Batteries: Requirements and Challenges*. Joule, Volume 4, Issue 3, p511-515.
- [3]. A Dinger, R Martin, X Mosquet, M Rabl, D Rizoulis, 2010. *Batteries for electric cars: Challenges, opportunities, and the outlook to 2020*. Boston Consulting Group.
- [4]. <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion>
- [5]. K. V. Vidyandandan, 2019. *Batteries for Electric Vehicles*. NTPC Limited, New Delhi, India.
- [6]. J. Wen, Y. Yu, C. Chen, 2012. *A Review on Lithium-Ion Batteries Safety Issues: Existing Problems and Possible Solutions*. Materials Express, vol. 2, no. 3, pp. 197-212.
- [7]. Y. Miao, P. Hynan, A.V. Jouanne, A. Yokochi, 2019. *Current Li-Ion Battery Technologies in Electric Vehicles and Opportunities for Advancements*. Energies, 12, 1074, pp. 1-20.
- [8]. Battery Comparison of Energy Density - Cylindrical and Prismatic Cells (epectec.com)
- [9]. Eucar, 2019. Battery requirements for future automotive applications.
- [10]. Ahmad A. Pesaran, Tony Markel, Harshad S. Tataria, David Howell, 2009. *Battery Requirements for Plug-In Hybrid Electric Vehicles - Analysis and Rationale*. Conference Paper NREL/CP- 540-42240.
- [11]. Selamat Muslimin, Zainuddin Nawawi, Bhakti Yudho Suprpto, Tresna Dewi, 2021. *Comparison of Batteries Used in Electrical Vehicles (A Review)*. 5th International Conference, Atlantis Highlights in Engineering, volume 9.
- [12]. C Iclodean, B Varga, N Burnete, D Cimerdean, B Jurrchis, 2017. *Comparison of Different Battery Types for Electric Vehicles*. IWP Conf.Series: Materials Science and Engineering 252: 012058.
- [13]. Gang Zhao, Xiaolin Wang, Michael Negnevsky, 2022. *Connecting battery technologies for electric vehicles from battery materials to management*. iScience 25 103744, Cellpress (open access).
- [14]. DOT HS 812 418. *Lithium-ion Battery Safety Issues for Electric and Plug-in Hybrid Vehicles*. NHTSA, 2017.
- [15]. Marcy Lowe, Saori Tokuoka, Tali Trigg, Gary Gereffi, 2010. *Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles: The U.S. Value chain*. Center on Globalization, Governance & Competitiveness.
- [16]. Julio A. Sanguesa, Vicente Torres-Sanz, Piedad Garrido, Francisco J. Martinez, Johann M. Marquez-Barja, 2021. *A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges*. Smart Cities 4, 372–404. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>.
- [17]. [https://www.uscar.org/commands/files\\_download.php?files\\_id=364](https://www.uscar.org/commands/files_download.php?files_id=364)
- [18]. S.P. Jiang, J. Liu, 2012. *Mesoporous Materials for Advanced Energy Storage and Conversion Technologies*. CRC Press.

---

**AUTHOR INFORMATION**
**Nguyen Hung Manh**

Faculty of Mechanical Engineering, Electric Power University