

بررسی عملکرد و کاربرد

انواع باتری‌ها و اهمیت آن‌ها در تجهیزات پزشکی

قسمت دوم

الکترولیت عبور کنند. بنابراین جداساز باید متخلخل باشد به طوری که یون‌ها از طریق نفوذ در جداساز بین دو الکتروود به راحتی جابجا شوند. جریان یونی از طریق الکترولیت بایستی به حداقل ممکن محدود شود. در باتری‌های مدرن منافذ ورق‌های پلاستیکی نازک جداساز در حد میکرومتر هستند. مواد جداسازی که دارای خواص عایق الکتریکی و قابل نفوذ هستند عبارت‌اند از کاغذ، فیبرهای بافته شده و مواد پلیمری مانند پلی اتیلن و ... که همگی عایق‌های الکتریکی خوبی هستند. در باتری‌های سرب-اسید این جداساز AGM نام دارد. جداساز با الکترولیت مرطوب شده و یک کاتالیزور تشکیل می‌دهد. حرکت یون‌ها از کاتد به آند برای شارژ شدن و عکس آن برای تخلیه (دشارژ) صورت می‌گیرد. در واقع مقدار کمی جریان که ممکن است از طریق جداساز عبور کند همان دشارژ است و این در تمام باتری‌ها وجود دارد.

ظروف (Containers)

عموماً انواع مختلف مواد پلاستیکی در ساختار این باتری‌ها استفاده می‌شود. در باتری‌های سرب-اسید باید از شیشه، لاستیک و یا پلاستیک استفاده کرد زیرا ولتاژ بالا، سلول تمام فلزات را از بین می‌برد. مزیت ظروف پلاستیکی این است که دیگر بین سلول‌های مجاور هیچ عایقی نیاز نیست. اشکال عمومی مواد پلاستیکی نیز نفوذپذیری آن‌ها در برابر گاز، بخار آب و مواد فرار است. به همین علت در باتری‌های نیکل-کادمیوم و باتری‌های نیکل-مثال هیدرید از فلزات به عنوان ظروف استفاده می‌شود. باتری‌های ثانویه بر اثر واکنش‌ها از خود بخار آب و گازهای اضافی تولید می‌کنند که توسط ونت باتری از باتری خارج می‌شوند.

طراحی الکتروود (Electrode Design)

طراحی الکتروود همراه با مواد سازنده الکتروود خود به تعیین خروجی باتری کمک می‌کند. از آنجا که مواد الکتروودهای مثبت اکثراً از پودر ساخته شده‌اند، الکتروودها متخلخل هستند. الکترولیت در طول یک الکتروود متخلخل نفوذ می‌کند و این مساحت از مواد فعال الکتروود که در معرض الکترولیت قرار می‌گیرد به حداکثر خود می‌رسد و در نتیجه دشارژ آن نسبت به سطح الکتروودهای جامد بیشتر است.

اجزا باتری‌ها (Battery Components)

تمام باتری‌ها دارای الکتروود منفی، الکتروود مثبت و الکترولیت هستند.

بررسی دقیق باتری‌های قابل شارژ

مواد فعال و تغییر حجم

(Active Material and Change of Volume)

اصطلاح ماده فعال به معنی اجزای واکنش سلولی است. این اصطلاح معمولاً مربوط به مواد در الکترولیت مثبت و منفی است اما ممکن است شامل اجزای خاصی از الکترولیت مانند اسید سولفوریک در باتری‌های سرب-اسید باشد. برای مثال مواد فعال در یک باتری سرب-اسید، سرب و دی اکسید سرب و اسید سولفوریک هستند که مقدار آن‌ها توسط قانون فارادی تعیین می‌شود. به طور خلاصه حداکثر انرژی که می‌تواند توسط یک سیستم الکتروشیمیایی تحویل داده شود مبتنی بر نوع مواد فعال است که استفاده می‌شود. هنگامی که باتری تخلیه می‌شود مواد فعال در الکتروود مثبت کاهش می‌یابد.

الکترولیت (Electrolyte)

الکترولیت‌های جامد: الکترولیت‌های جامد باید موجب فعالیت یون‌ها بین مواد الکتروود مثبت و منفی باشند. از آنجا که آن‌ها جامد هستند یون‌ها نمی‌توانند به همان اندازه که در مایعات فعالیت می‌کنند، حرکت کنند. این کار مانع تولید خروجی باتری می‌شود. بنابراین باتری‌های الکترولیت جامد به طور کلی فقط برای کاربردهای کم‌قدرت استفاده می‌شوند. لیتیوم-پدید (LiI) یک نوع الکترولیت جامد است.

(Separator) [۲][۲][۲][۲][۲]

مهم است که در باتری تراکم انرژی به حداکثر برسد، با این حال الکتروودهای مثبت و منفی نمی‌توانند خیلی به یکدیگر نزدیک باشند و یا با یکدیگر در تماس باشند زیرا یک اتصال کوتاه به وجود آمده و به سرعت موجب تخلیه باتری می‌شود. طراحان باتری از یک جزء به نام جداساز استفاده می‌کنند که به آن‌ها امکان می‌دهد تا الکتروودها را به طور مؤثر، بدون این که بتوانند با یکدیگر تماس مستقیم برقرار کنند، از یکدیگر جدا کنند. جداساز باید عایق الکتریکی باشد ولی اجازه عبور یون‌ها را بدهد. جداساز همچنین باید اجازه دهد یون‌ها در

۷- دی اکسید سرب (PbO_2)

مواد الکتروود مثبت با یک ماده هدایت الکتریکی مانند پودر کربن، اغلب گرافیت یا کربن سیاه یا هر دو مخلوط می‌شوند تا الکترون‌ها را به مواد الکتروود مثبت منتقل کنند.

سایر ویژگی‌های ایمنی در باتری‌ها

سایر ویژگی‌های ایمنی به‌خصوص برای سیستم‌های باتری‌های قابل شارژ با انرژی بالا برای کاهش خطرات شوک الکتریکی، قرارگرفتن در معرض مواد شیمیایی، گرمای بیش از حد، آتش سوزی و انفجار مهم هستند. این خطرات ممکن است از نارسایی باتری، بدعمل کردن شارژر یا استفاده نادرست توسط کاربر و ... باشد. برخی از این ویژگی‌های ایمنی نیز ممکن است در پک‌های باتری وجود داشته باشد. مکانیسم‌های ایمنی چندمنظوره اغلب در یک باتری ترکیب شده‌اند تا ریسک ایجاد خطر فاجعه‌بار را کاهش دهند. برخی از مکانیسم‌های ایمنی فعال و قطع کردن دشارژر باتری در زمانی که دما، فشار داخلی و جریان بیشتر از سطح آستانه افزایش می‌یابد به صورت زیر هستند:

۱- هنگامی که دمای داخلی باتری افزایش می‌یابد و به سطح بالایی می‌رسد، جداساز پلیمری ذوب شده و مانع حرکت یون‌ها بین الکتروود مثبت و منفی می‌شود. این کار موجب قطع یا به‌حداقل رساندن جریانی می‌شود که باتری می‌تواند تولید کند.

۲- استفاده از سوئیچ PTC که با افزایش دما مقاومت آن افزایش می‌یابد. در شرایط عادی PTC اجازه می‌دهد تا جریان به راحتی از آن عبور کند ولی در صورتی که اتصال کوتاهی در مدار به وجود آید موجب می‌شود تا از باتری جریان بیشتری کشیده شود و چون در سر راه آن PTC قرار دارد و با افزایش جریان، مقاومت آن بیشتر می‌شود می‌تواند در برابر کشیده شدن بیش از حد جریان از باتری محافظت کند.

۳- استفاده از سایر سوئیچ‌های دما از جمله ترمیستورها و فیوزهای حرارتی

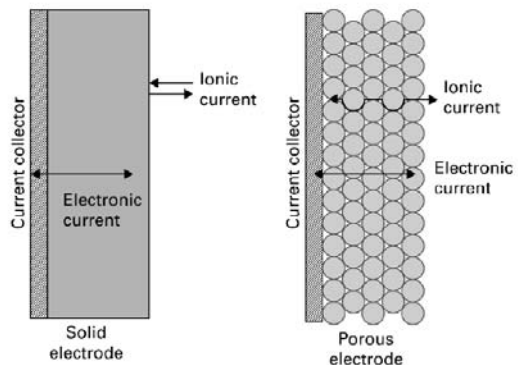
۴- در برخی از باتری‌ها از پرشر سوئیچ استفاده شده است. اگر فشار داخلی باتری از حد آستانه بیشتر شود پرشر سوئیچ فعال می‌شود و موجب باز شدن مدار داخلی باتری شده و از دشارژر باتری جلوگیری می‌کند.

۵- استفاده از بلوک‌های دیود که اجازه عبور جریان در یک جهت می‌دهند و از شارژر باتری در جهت اشتباه جلوگیری می‌کند.

۶- باتری‌های هوشمند ریزپردازنده و مدارهایی دارند که وضعیت باتری (ولتاژ، جریان، دما، شارژ و ظرفیت دشارژر) را کنترل می‌کند و شرایط شارژ و دشارژر باتری را تنظیم می‌کند.

چگالی جرمی انرژی

خروجی انرژی یک سلول یا باتری اغلب به‌عنوان نسبت وزن یا اندازه آن بیان می‌شود. انرژی یک باتری برحسب واحد جرم آن گفته



ساختار الکتروودهای متخلخل و جامد

طراحی مهر و موم یا آب‌بندی (Seal Design)

باید یک مکانیسم آب‌بندی برای نگهداری مواد الکتروولیت و مواد الکتریکی طراحی شود. روش‌های مختلفی برای مهر و موم کردن (Seal) باتری وجود دارد.

طراحی دریچه (Vent Design)

دریچه یک ویژگی ایمنی را شامل می‌شود که برای آزادکردن گازها و الکتروولیت به‌صورت کنترل‌شده طراحی شده است. از آن‌جا که سلول مهر و موم شده است ممکن است به‌دنبال زیاد شدن فشار داخلی، مشکلاتی مانند برقراری اتصال کوتاه یا حرارت به وجود آید. دریچه برای جلوگیری از خرابی فاجعه‌آمیز در چنین مواردی طراحی شده است. طراحی دریچه‌ها به دو صورت است و می‌تواند در بعضی باتری‌ها یک‌بار فعال شود و باتری دیگر مورد استفاده قرار نگیرد یا دریچه‌ها به صورت برگشت پذیر باشند مانند لاستیک مهر و موم شده که بر روی باتری نیکل-متال هیدرید و یا باتری‌های سرب-اسید با دریچه قابل تنظیم قرار دارد. این دریچه با آزادکردن گازهای اضافی داخل باتری فشار داخل باتری را تعدیل می‌کند و مجدداً باتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انواع الکتروود منفی (آند)

- ۱- لیتیوم (Li) - ۲- هیدروژن (H_2) - ۳- سدیم (Na) - ۴- منگنز (Mg)
 - ۵- آلومینیم (Al) - ۶- کلسیم (Ca) - ۷- آهن (Fe) - ۸- کادمیم (Cd)
 - ۹- سرب (Pb)
- مواد الکتروود منفی معمولاً فلزاتی هستند که به‌راحتی اکسیداسیون می‌شوند. به‌عبارت دیگر آن‌ها الکترون‌ها را به‌راحتی آزاد می‌کنند تا یون‌ها را تشکیل دهند.

انواع مواد الکتروود مثبت (کاتد)

- ۱- اکسیژن (O_2) - ۲- کلر (Cl_2) - ۳- گوگرد دی اکسید (SO_2) - ۴- منگنز دی اکسید (MnO_2) - ۵- اکسید نقره (AgO) - ۶- جیوه اکسید (HgO)

می‌شود. واحد آن وات ساعت بر کیلوگرم (wh/kg) است که گاهی به آن چگالی مخصوص انرژی باتری نیز گفته می‌شود. هرچقدر چگالی انرژی یک باتری بیشتر باشد دوام آن در وزن برابر بیشتر از باتری دارای چگالی انرژی پایین‌تر خواهد بود. اما تکنولوژی ساخت پیچیده‌تر و قیمت باتری نیز با افزایش چگالی انرژی، افزایش می‌یابد.

چگالی حجمی انرژی

به انرژی یک باتری در واحد حجم آن گفته می‌شود و واحد آن وات ساعت بر لیتر (wh/l) است.

نرخ شارژ یا دشارژ (C-rate)

جریان شارژ و تخلیه باتری با نرخ C اندازه گیری می‌شود و به مقدار جریانی گفته می‌شود که سبب شارژ یا دشارژ باتری ظرف مدت ۱ ساعت می‌شود. ظرفیت باتری معمولاً در C۱ رتبه بندی می‌شود. به این معنی که یک باتری کاملاً شارژ شده با ظرفیت ۱ آمپر ساعت باید ۱ آمپر جریان را برای ۱ ساعت فراهم کند، همین باتری در C ۰/۵ باید ۵۰۰ میلی آمپر جریان در ۲ ساعت فراهم کند. بیشتر باتری‌های قابل حمل به غیر از باتری سرب-اسید در C۱ رتبه بندی می‌شوند. نرخ شارژ یا دشارژ یک پارامتر مهم برای باتری است زیرا برای اکثر باتری‌ها انرژی ذخیره شده یا در دسترس، به سرعت شارژ یا جریان تخلیه بستگی دارد. برای مثال اگر یک باتری ۳۰۰۰ میلی آمپر با ضریب تخلیه C۲۰ داشته باشیم می‌توانیم به صورت امن و بدون گرم شدن باتری معادل ۶۰ آمپر جریان بکشیم. اگر همین باتری با ضریب تخلیه C۱۰ باشد می‌توانیم ۳۰ آمپر جریان بکشیم. در این شرایط می‌توان جریان بیشتری کشید، متناها باید توجه داشت که دشارژ سریع‌تر از حد توان یک باتری برای سلامتی و طول عمر آن بسیار مضر است و مقاومت داخلی آن را افزایش می‌دهد. به طور مثال باتری‌های لیتیوم-پلیمر یا لیتیوم-یون در برابر جریان‌های تخلیه بالا محافظت شده و بسته به نوع باتری جریان تخلیه بین C۱ و C۲ محدود می‌شوند و این موجب می‌شود تا برای برخی از تجهیزات پزشکی مناسب نباشند. برای مثال جریان ۲۰۰ میلی آمپر برای شارژ باتری با ظرفیت نامی ۱۰۰۰ میلی آمپر ساعت به صورت C/۵ و یا C ۰,۲ بیان می‌شود. فرمول آن به صورت زیر است:

$$\text{Max Current Draw} = \text{Capacity} * \text{C-Rate}$$
$$30A = 10C * 3000\text{ma} \quad 60A = 20C * 3000\text{ma}$$

عمق دشارژ باتری (Depth Of Discharge)

عمق دشارژ باتری، نشان دهنده میزان تخلیه باتری نسبت به ظرفیت نامی است. به عبارت دیگر عمق دشارژ باتری به درصد تخلیه شارژ یک باتری گفته می‌شود که با کاهش آن تعداد سیکل شارژ باتری یا به طور کلی طول عمر باتری افزایش می‌یابد. در واقع وقتی یک جریان ۵ آمپر از یک باتری ۱۰ آمپر ساعت دریافت می‌کنیم، می‌توان گفت پس از گذشت ۱ ساعت به طور تقریبی ۵۰ درصد شارژ باتری

تخلیه شده است که در صورت قطع فرآیند دشارژ باتری عمق دشارژ یا همان DOD برابر با ۵۰ درصد است. اگر بگوییم یک باتری به صورت ۱۰۰ درصد شارژ شده است به این معنی است که DOD این باتری صفر درصد است. اگر بگوییم یک باتری ۳۰ درصد از انرژی خود را تحویل داده و ۷۰ درصد انرژی ذخیره شده است به این معنی است که DOD این باتری ۳۰ درصد است و اگر باتری ۱۰۰ درصد خالی باشد به این معنی است که DOD این باتری ۱۰۰ درصد است. ظرفیت نامی یک باتری هیچگاه قابل تبدیل به انرژی الکتریکی نیست و تخلیه کامل باتری موجب آسیب جدی به آن می‌شود. برای باتری‌های لیتیوم هیچ وقت توصیه نمی‌شود که DOD آن‌ها ۱۰۰ درصد شود چرا که این کار عمر باتری را کوتاه می‌کند.

وضعیت شارژ باتری (State Of Charge)

وضعیت شارژ یک باتری مشخص کننده میزان انرژی باقی مانده باتری بر حسب درصد است.

سیکل شارژ و دشارژ هر باتری

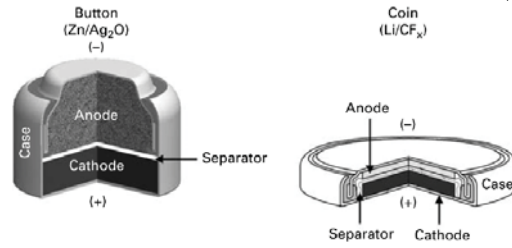
کارایی باتری‌ها در طول زمان کاهش می‌یابند. دو عامل کلیدی دما و زمان در طول عمر باتری تأثیر گذار هستند. هر باتری دارای سیکل شارژ مجازی می‌باشد که با افزایش تعداد دفعات شارژ و دشارژ طول عمر آن کم شده و بعد از رسیدن به سیکل شارژ مجاز، کیفیت کار آن پایین می‌آید و دیگر نمی‌توان از تمام ظرفیت آن استفاده کرد. با افزایش تعداد دفعات شارژ باتری و رسیدن به مقدار مجاز، کیفیت جریان‌دهی و ظرفیت باتری نیز کاهش پیدا می‌کند. در این صورت نمی‌توان بازدهی بالایی از باتری انتظار داشت. در بیشتر موارد باتری غیر قابل استفاده می‌شود و به اصطلاح گفته می‌شود عمر باتری به پایان رسیده است. عمر باتری و تعداد سیکل‌های مجاز شارژ در کاتالوگ یا دیتاشیت باتری درج شده و به شدت وابسته به پارامتر DOD است.

رابطه مقاومت داخلی باتری با زمان و دما

دمای تخلیه باتری تأثیر قابل توجهی بر طول عمر (ظرفیت) باتری و مشخصات ولتاژ دارد. این به دلیل کاهش فعالیت شیمیایی و افزایش مقاومت داخلی باتری در دمای پایین است. باتری‌ها در دمای اتاق به بهترین شکل عمل می‌کنند. دمای سرد مقاومت درونی را افزایش می‌دهد و ظرفیت را کاهش می‌دهد. برای مثال باتری که ۱۰۰ درصد ظرفیت را در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد فراهم کند این ظرفیت در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به ۵۰ درصد کاهش پیدا می‌کند. دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد یا کمی کمتر دمای بهینه برای استفاده از باتری است و در این دما، عمر مفید آن به حداکثر می‌رسد. دشارژ خودبخودی منجر به از دست رفتن مواد فعال و افزایش مقاومت داخلی می‌شود. نرخ دشارژ خودبخودی وابسته به مواد شیمیایی باتری، طراحی باتری، خلوص مواد باتری و عمق تخلیه باتری است.

باتری سکه‌ای (The Button Cell)

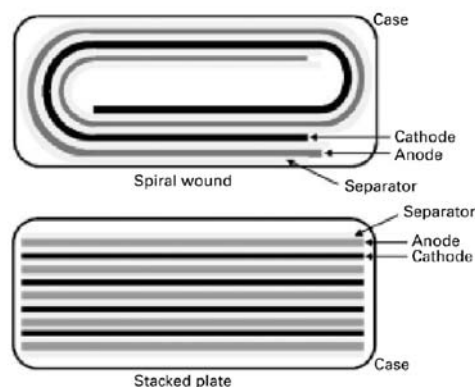
باتری‌های سکه‌ای غیر قابل شارژ همچنان محبوب هستند و می‌توانند در سمک و گلوکومتر و ... مورد استفاده قرار گیرند. عمده استفاده کاربردی این باتری‌ها در تجهیزات پزشکی و ابزارهای صنعتی است. باتری‌های سکه‌ای به دو دسته قابل شارژ و غیر قابل شارژ تقسیم بندی می‌شوند. باتری‌های سکه‌ای به دلیل نداشتن ونت برای خروج گازها، ایمنی کافی را ندارند. اکثر ساختار آند این باتری‌ها از جنس لیتیوم است.



ساختار باتری سکه‌ای و دکمه‌ای

باتری‌های منشوری (The Prismatic Cell)

این نوع باتری‌ها در سال ۱۹۹۰ در پاسخ به نیاز مصرف‌کنندگان به باتری‌های کوچک‌تر معرفی و توسعه داده شدند. باتری‌های منشوری با استفاده از رویکرد لایه‌ای می‌توانستند از حداکثر فضا برای جای‌گذاری خود در داخل تجهیزات پزشکی استفاده کنند. این باتری‌ها به صورت ظریف و باریک ساخته می‌شوند. در ساخت چراغ پیشانی جراحی از این باتری استفاده می‌شود. جنس این باتری‌ها عمدتاً از لیتیوم-یون است. اندازه و ابعاد خاصی از نظر جهانی و استاندارد وجود ندارد. یک تولیدکننده ممکن است یک یا چند اندازه را که مناسب یک دستگاه است تولید کند. باتری منشوری موجب بهبود استفاده فضایی و طراحی انعطاف‌پذیر می‌شوند اما تولید آن هزینه زیادی دارد. شماره‌ای که بر روی باتری‌های منشوری است نشان دهنده عرض، ضخامت و طول باتری است. برای مثال اگر نوشته روی باتری به صورت ۳۴۰۶۴۸ باشد یعنی عرض آن ۳۴ میلی‌متر، ضخامت آن ۶ میلی‌متر و طول آن ۴۸ میلی‌متر است.



ساختار باتری‌های منشوری

باتری نیکل-کادمیوم

(The Nickel Cadmium (NiCd) Battery)

تکنولوژی باتری نیکل-کادمیوم در سال ۱۸۹۹ آغاز شد و توسط Waldmar Jungner اختراع شد. این باتری‌ها قابل شارژ هستند و الکترودهای آن از کادمیوم و نیکل اکسید هیدروکسید ساخته شده است و به همین دلیل این باتری‌ها را Ni-Cd می‌نامند. این باتری به سرعت سهم بازار را در سال ۱۹۹۰ از دست دادند و باتری‌های نیکل-متال هیدرید و لیتیوم-یون جایگزین آن شدند. امروزه به دلیل مشکلات زیست محیطی استفاده از باتری‌های نیکل-کادمیوم محدود شده است. این باتری شارژ سریع را نسبت به شارژ کند و شارژ مدل پالسی را نسبت به شارژ مستقیم ترجیح می‌دهد. باتری‌های نیکل-کادمیم تنها نوعی از باتری‌ها هستند که در شرایط کاری سخت بهترین عملکرد را دارند. تخلیه دوره‌ای کامل دشارژ بسیار مهم است و در صورت حذف، کریستال‌های بزرگ بر روی صفحات سلول (حافظه) تشکیل می‌شوند و باتری به تدریج کارایی خود را از دست می‌دهد. بیش از ۵۰ درصد همه باتری‌های قابل شارژ برای وسایل قابل حمل نیکل-کادمیوم هستند. باتری نیکل-کادمیوم ظرف ۲۴ ساعت اول حدود ۱۰ درصد از ظرفیت خود را از دست می‌دهد. پس از آن میزان خودتخلیه به حدود ۱۰ درصد در هر ماه می‌رسد.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های نیکل-کادمیوم

مزایا

- ۱- شارژ سریع و ساده حتی پس از انبارش طولانی مدت
- ۲- در صورت نگهداری صحیح تعداد سیکل‌های شارژ و دشارژ زیاد است. باتری نیکل-کادمیوم بیش از ۱۰۰۰ سیکل شارژ و دشارژ را فراهم می‌کند.
- ۳- عملکرد خوب در زیر بار (Good load performance)، باتری نیکل-کادمیوم در دماهای پایین شارژ می‌شود.
- ۴- طول عمر مفید (Long shelf life)، در هر حالت شارژ
- ۵- انبارش و حمل و نقل ساده
- ۶- کارایی خوب درجه حرارت پایین (Good low temperature performance)
- ۷- قیمت مناسب
- ۸- قابل دسترس بودن در طیف گسترده‌ای از اندازه‌ها و عملکردهای مختلف، بیشتر باتری‌های نیکل-کادمیوم استوانه‌ای هستند.

محدودیت‌ها

- ۱- چگالی انرژی نسبتاً کم در مقایسه با سیستم‌های جدیدتر
- ۲- اثر حافظه (برای جلوگیری از اثر حافظه، باتری باید به‌طور مداوم مورد استفاده قرار گیرد).
- ۳- زیست‌سازگار نبودن (باتری حاوی فلزات سمی است و حتی برخی از کشورها استفاده از آن را محدود کرده‌اند).
- ۴- نرخ خودتخلیه نسبتاً بالایی دارد و بعد از انبارش نیاز به شارژ دارد.

بالا تر طراحی شده‌اند گران‌تر نیز هستند.

باتری‌های سرب-اسید (The Lead Acid Battery)

اختراع آن به سال ۱۸۵۹ بازمی‌گردد. باتری سرب-اسید اولین باتری قابل شارژ برای استفاده تجاری بود. امروزه این باتری‌ها در بسیاری از خودروها، سیستم‌های برقی و UPS و ... استفاده می‌شوند. باتری‌های SLA ظرفیت معمولی از AH0.2 تا AH30 در دسترس هستند. باتری‌های SLA در UPS، دستگاه‌های روشنایی اضطراری کوچک، انکوباتورها و ویلچرها و ... استفاده می‌شوند. در میان باتری‌های قابل شارژ جدید، خانواده باتری‌های سرب-اسید کمترین چگالی انرژی را دارند. اثر حافظه در این باتری‌ها وجود ندارد. از لحاظ فنی باتری SLA و VRLA همانند هم هستند.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های سرب-اسید

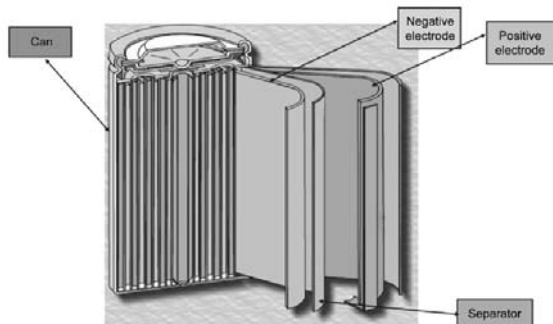
مزایا

- ۱- تولید ارزان و ساده
- ۲- تکنولوژی کامل، قابل اعتماد و شناخته شده
- ۳- خودتخلیه پایین، میزان تخلیه در بین باتری‌های قابل شارژ بسیار پایین است.
- ۴- الزامات تعمیر و نگهداری پایین
- ۵- بدون اثر حافظه
- ۶- توانایی نرخ تخلیه (دشارژ) بالا

محدودیت‌ها

- ۱- چگالی انرژی کم
- ۲- ناسازگار با محیط زیست، الکترولیت و محتوای سرب می‌تواند موجب آسیب به محیط زیست شود.
- ۳- حمل و نقل سخت و نگرانی از سرریز شدن سرب-اسید
- ۴- تولید حرارت بیش‌ازحد در صورت شارژ اشتباه باتری
- ۵- عملکرد نامناسب در دماهای پایین

باتری‌های لیتیوم-یون (The Lithium Ion Battery)



ساختار باتری لیتیوم - یون

لیتیوم از همه فلزات سبک‌تر است، به شدت با نافلزات واکنش می‌دهد

باتری‌های نیکل-متال هیدرید

(The Nickel-Metal Hydride (NiMH) Battery)

تحقیق و ساخت این باتری‌ها به سال ۱۹۷۰ میلادی برمی‌گردد. چگالی انرژی بالا و استفاده از فلزات زیست‌سازگار، دو عامل موفقیت این نوع باتری است. باتری‌های نیکل-متال هیدرید مدرن دارای ۴۰ درصد چگالی انرژی بیشتر نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیوم هستند و دارای ظرفیت‌های بالایی هستند. میزان خودتخلیه باتری‌های نیکل-متال هیدرید نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیم حدود ۱/۵ تا ۲ برابر است. انتخاب مواد هیدرید که موجب بهبود پیوند هیدروژنی و کاهش خوردگی اجزا تشکیل‌دهنده آلیاژ می‌شود، میزان خودتخلیه را کاهش می‌دهد. باتری‌های نیکل-متال هیدرید جایگزین باتری‌های نیکل-کادمیم هستند. در بسیاری از نقاط جهان مصرف‌کننده ترجیح می‌دهد از این باتری به جای باتری نیکل-کادمیم استفاده کند. یکی از علل آن نیز نگرانی‌های زیست‌محیطی و دشواری دفع باتری‌های نیکل-کادمیم است.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های نیکل-متال هیدرید

مزایا

- ۱- افزایش ظرفیت ۳۰ تا ۴۰ درصدی نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیم استاندارد
- ۲- اثر حافظه کمتر نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیم
- ۳- انبارش و حمل و نقل ساده
- ۴- سازگار با محیط زیست

محدودیت‌ها

- ۱- عمر محدود (Limited service life)
- ۲- جریان تخلیه محدود (Limited discharge current): گرچه باتری‌های نیکل-متال هیدرید قادر به ارائه جریان تخلیه بالا هستند اما تخلیه مکرر با جریان‌های بار بالا موجب کاهش عمر باتری می‌شود.
- ۳- نیاز به الگوریتم شارژ پیچیده‌تر دارند. باتری‌های نیکل-متال هیدرید حرارت بیشتری در طول شارژ تولید می‌کنند و نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیم به زمان بیشتری برای شارژ نیاز دارند.
- ۴- نسبت به باتری‌های نیکل-کادمیم، ۵۰ درصد خودتخلیه بالاتری دارند. البته افزودنی‌های شیمیایی جدید میزان خودتخلیه را بهبود می‌بخشند اما موجب کاهش چگالی انرژی می‌شوند.
- ۵- اگر در درجه حرارت بالا ذخیره شوند کارایی آن‌ها افت می‌کند. به همین علت باید در محل خنک نگهداری شوند و حداقل ۴۰ درصد شارژ باشند.
- ۶- در صورت نگهداری طولانی مدت، برای جلوگیری از تشکیل کریستال، دشارژ باید به‌طور منظم انجام شود.
- ۷- قیمت این باتری حدوداً ۲۰ درصد گران‌تر از باتری‌های نیکل-کادمیم است. باتری‌های نیکل-متال هیدریدی که برای جریان‌های

باتری‌های لیتیوم-پلیمر (The Lithium Polymer Battery)

این باتری که طراحی اولیه آن به سال ۱۹۷۰ برمی‌گردد از پلیمر جامد خشک ساخته شده است و از الکترولیت استفاده می‌کند. این الکترولیت شبیه یک پلاستیک است که الکترولیت را هدایت نمی‌کند، اما اجازه می‌دهد تا مبادله یون‌ها انجام شود. الکترولیت پلیمر، جایگزین جداسازی متخلخل سنتی است که با الکترولیت خیس پر می‌شود. خطر اشتعال در باتری‌های لیتیوم-پلیمر وجود ندارد و این به دلیل عدم استفاده از هیچ الکترولیت مایع و یا ژل در ساختار آن است.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های لیتیوم-پلیمر

مزایا

- ۱- مقطع عرضی بسیار کم
 - ۲- انعطاف‌پذیری برای تولید در اندازه‌های مختلف
 - ۳- وزن سبک
 - ۴- ایمنی بالا، مقاوم در برابر بار اضافی، شانس کمتر برای نشت الکترولیت
- محدودیت‌ها

- ۱- چگالی انرژی پایین و کاهش تعداد سیکل در مقایسه با باتری‌های لیتیوم-یون
- ۲- گران‌قیمت بودن هزینه تولید که با تولید انبوه کاهش می‌یابد.

باتری‌های دارای خاصیت قلیایی قابل استفاده مجدد (Reusable Alkaline Batteries)

باتری‌های آلکالین ارزان هستند و کارکردی آسان و ایمن دارند. AAs و AAAs معمول‌ترین نوع آن هستند. چون دارای ولتاژ نامی کمی هستند به صورت پک نیز مورد استفاده قرار می‌دهند. باتری‌های قلیایی با قابلیت استفاده مجدد، برای شارژ شدن مجدد طراحی شده‌اند. تعداد دفعات مجاز شارژ تنها به عمق تخلیه بستگی دارد و در بهترین حالت به چندین بار محدود می‌شود. شارژ باتری‌های قلیایی معمولی ممکن است گاز هیدروژن تولید کند که می‌تواند موجب انفجار شود. طول عمر باتری بستگی به عمق تخلیه آن دارد. هرچه تخلیه عمیق‌تر باشد قطعاً طول عمر باتری کاهش می‌یابد. باتری‌های کتابی ۹ ولتی از انواع باتری‌های آلکالین قابل شارژ مجدد هستند. ولتاژهای نامی هر باتری آلکالین بین ۱/۲ تا ۱/۵ ولت است.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های دارای خاصیت قلیایی قابل استفاده

مزایا

- ۱- ارزان و در دسترس هستند و جایگزین مناسبی برای باتری‌های غیر قابل شارژ هستند.
- ۲- از آنجا که چندین بار قابل شارژ هستند نسبت به باتری‌های غیر

و دارای پتانسیل الکتروشیمیایی بالایی است. همچنین بیشترین تراکم انرژی را در هر وزن فراهم می‌کند. باتری‌های قابل شارژ با استفاده از آندهای فلزی لیتیوم (الکترودهای منفی) قادر به ارائه هر دو ولتاژ بالا و ظرفیت عالی هستند که منجر به چگالی انرژی فوق‌العاده می‌شود. در سال ۱۹۹۱ شرکت سونی اولین باتری لیتیوم-یون را به بازار عرضه کرد. باتری لیتیوم-یون، بی‌خطر و ایمن است. اما در هنگام شارژ و دشارژ باید احتیاط شود. امروزه باتری لیتیوم-یون رو به رشدترین و مناسب‌ترین باتری در علم شیمی است. ولتاژ بالا سلول لیتیوم-یون این امکان را می‌دهد که باتری تنها از یک سلول (مانند باتری‌های تلفن همراه) ساخته شود.

با جایجایی یون‌های لیتیوم در الکترولیت عمل شارژدهی و شارژ انجام می‌شود.

الکترودهای منفی: جنس الکترودهای منفی معمولاً از کربن است. الکترودهای مثبت:

سر مثبت: از جنس آلومینیوم است.
سر منفی: از جنس مس است.

مزایا و محدودیت‌های باتری‌های لیتیوم-یون

مزایا

- ۱- چگالی انرژی بالا و پتانسیل بالا برای ظرفیت‌های بیشتر
 - ۲- خودتخلیه نسبتاً کم
 - ۳- نداشتن اثر حافظه
 - ۴- به نگهداری خاصی نیاز ندارد (نیازی به تخلیه شارژ دوره‌ای نیست).
- محدودیت‌ها

- ۱- از باتری لیتیوم-یون فقط باید با مدار حفاظت شده استفاده کرد.
- ۲- نشانه‌های فاسد شدن حتی اگر از آن‌ها استفاده نشود.
- ۳- تخلیه جریان متوسط
- ۴- گران‌قیمت بودن هزینه‌های تولید (هزینه تولید حدود ۴۰ درصد بیشتر از هزینه تولید باتری نیکل-کادمیوم است).
- ۵- حمل و نقل آن ممکن است در بعضی کشورها محدود باشد.
- ۶- در حال رشد هستند و کامل نیستند، تغییر در ترکیبات فلزی و شیمیایی، نتایج آزمایش باتری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نکات مهم در مورد استفاده از باتری‌های لیتیوم-یون

باتری‌های لیتیوم-یون دارای تراکم انرژی بالا هستند. رعایت احتیاط هنگام دست زدن و آزمایش مهم و ضروری است. اتصال کوتاه، شارژ بیش‌ازحد، فشردن و له کردن، سقوط، ناقص کردن، سوراخ کردن، نشت بیش از حد و درجه حرارت زیاد از عواملی هستند که به باتری آسیب جدی می‌زنند و خطراتی را نیز برای کاربر خواهند داشت. الکترولیت بسیار قابل اشتعال است و پارگی سطحی می‌تواند موجب انفجار آن شود.

قابل شارژ مقرون به صرفه هستند.

کاربرد برخی از باتری‌ها در تجهیزات پزشکی

در بیشتر سمک‌ها از باتری‌های روی-هوا استفاده می‌شود زیرا دارای تراکم انرژی بالا هستند. باتوجه به نیازهای شنوایی کاربر و نوع سمک، باتری‌ها ممکن است از چند روز تا بیش از یک ماه به کار بروند. باتری سمک‌های قابل شارژ از جنس نیکل-متال هیدرید هستند.

برای دستگاه‌های ایمپلنت برای جلوگیری از چندین بار جراحی و کمتر شدن عوارض جراحی و عفونت باتری‌هایی با طول عمر بالا

۳- خودتخلیه پایین

۴- سازگار با محیط زیست به دلیل نداشتن فلزات سمی

۵- نگهداری آسان

۶- نداشتن اثر حافظه

محدودیت‌ها

۱- جریان محدود، مناسب برای ابزار کاربردی سبک مانند چراغ قوه

و ...

۲- چرخه زندگی محدود (Limited cycle life)

برخی از باتری‌های به کار رفته در تجهیزات پزشکی					
ردیف	نام کمپانی	نام دستگاه	مدل دستگاه	نوع باتری	مشخصات باتری
۱	FUKUDA M.E	الکتروکاردیوگراف	C110	نیکل - متال هیدرید	9.6 V - 1700mAh
۲	FUKUDA M.E	الکتروکاردیوگراف	C120	نیکل - متال هیدرید	9.6 V - 1700mAh
۳	FUKUDA M.E	الکتروکاردیوگراف	C320	لیتیوم - یون	11.1 V - 2500mAh
۴	TOP	پمپ سرنگ	5300	نیکل - کادمیوم	12 V - 700mAh
۵	TOP	پمپ سرم	3300	نیکل - کادمیوم	12 V - 700mAh
۶	PRIMEDIC	الکتروشوک	XD	نیکل - کادمیوم	12 V - 1400 mAh
۷	PRIMEDIC	الکتروشوک	AED - AED M	لیتیوم - منگنز دی اکسید	15 V - 2800mAh
۸	PRIMEDIC	الکتروشوک	EVO	لیتیوم - یون	10.8 V - 1700mAh
۹	USCOM	برون ده قلبی	USCOM 1A	لیتیوم - یون	14.4V - 5200mAh
۱۰	BITMOS	پالس اکسی متر	SAT801+	لیتیوم - منگنز	V - 7200mAh
۱۱	BITMOS	پالس اکسی متر	SAT805	لیتیوم - یون	7.2 V - 2250mAh
۱۲	JMS	پمپ سرم	OT701 OT711	نیکل - کادمیوم	7.2 V - 3600mAh
۱۳	JMS	پمپ سرنگ	SP510	نیکل - متال هیدرید	10.8 V - 1200 mAh
۱۴	JMS	پمپ سرنگ	SP500	نیکل - کادمیوم	7.2 V - 1500 mAh
۱۵	COVIDIEN	پالس اکسی متر	BEDSIDE SPO2	لیتیوم - یون	8.4 V - 1200 mAh
۱۶	BIONET	فنال مانیتریگ	FC1400	نیکل - متال هیدرید	10.8 V - 2200mAh
۱۷	BIONET	پالس اکسی متر	Oxy9Wave Vet	لیتیوم - یون	12 V - 2600mAh
۱۸	NIHON KOHDEN	الکتروکاردیوگراف	ECG 1150 ECG 1250 ECG 1950	نیکل - متال هیدرید	3.7 V - 4400mAh
۱۹	NIHON KOHDEN	الکتروشوک	TEC 5500 series TEC 5600 series TEC 7700 series	نیکل - متال هیدرید	12 V - 1950mAh
۲۰	NIHON KOHDEN	الکتروکاردیوگراف	ECG 1500 ECG 1550	نیکل - متال هیدرید	12 V - 2800 mAh
۲۱	NIHON KOHDEN	الکتروکاردیوگراف	ECG 1350 ECG 2350	نیکل - متال هیدرید	12 V - 3600 mAh
۲۲	ECONET	فنال مانیتریگ	SMART3	نیکل - متال هیدرید	12 V - 1950 mAh
۲۳	ECONET	الکتروکاردیوگراف	CARDIO M PLUS	نیکل - متال هیدرید	12 V - 2600mAh
۲۴	BEXEN	الکتروشوک	Reanibex 700	نیکل - متال هیدرید	12 V - 2600mAh
۲۵	BEXEN	الکتروشوک	Reanibex 800	نیکل - متال هیدرید	12 V - 3000mAh
۲۶	Infunix	پالس اکسی متر	IP-1010	لیتیوم - یون	12 V - 3000mAh
۲۷	Infunix	پالس اکسی متر	IP-1020	لیتیوم - یون	12 V - 1500mAh
۲۸	MIR	اسپیرومتری	SPIROLABII	نیکل - متال هیدرید	12 V - 1500mAh
					7.2 V - 4000mAh

- [1] web.mit.edu
- [2] www.aami.org
- [3] sidor Buchmann Batteries in a Portable World 2001
- [4] Han, Yehui; Li, Jingshan; Zhou, Shiyu Advances in battery manufacturing, services, and management systems 2016
- [5] David Linden, Thomas B. Reddy Handbook Of Batteries 2001
- [6] Shiram Santhanagopalan, Kandler Smith, Jeremy Neubauer, Kim Gi-heon, Ahmad Pescaran Design and Analysis of Large Lithium-ion Battery Systems 2014
- [7] Andrew F. Blum, R. Thomas Long Jr Fire Hazard Assessment of Lithium Ion Battery Energy Storage Systems 2016
- [8] Spirk, Stefan Polysaccharides as battery components 2018
- [9] Malte Schönemann Multiscale Simulation Approach for Battery Production Systems 2017
- [10] Alvin J. Salkind, Alan J. Spotnitz (auth.), Boone B. Owens (eds.) Batteries for Implantable Biomedical Devices 1986
- [11] Christian Julien, Alain Mauger, Ashok Vijh, Karim Zaghbi Lithium Batteries: Science and Technology 2016
- [12] Claus Daniel, J. O. Besenhard Handbook of Battery Materials 2011
- [13] Pavlov, Detchko Lead-Acid Batteries - Science and Technology - A Handbook of Lead-Acid Battery Technology and its Influence on the Product 2011
- [14] Gregory L Plett Battery Management Systems, Volume 1: Battery Modeling Battery Modeling 2015
- [15] H A Kiehne Battery technology handbook 2003
- [16] M. Tatsumisago, M. Wakihara, C. Iwakura, S. Kohjiya, I. Tanaka, T. Minami Solid State Ionics for Batteries 2005
- [17] Michael Root The TAB Battery Book: An In-Depth Guide to Construction, Design, and Use 2010
- [18] Ralph J. Brodd (auth.), Masaki Yoshio, Ralph J. Brodd, Akiya Kozawa (eds.) Lithium-Ion Batteries: Science and Technologies 2009
- [19] Robert A. Huggins Advanced Batteries: Materials Science Aspects 2009
- [20] Warner, John T Handbook of lithium-ion battery pack design: chemistry, components, types and terminology 2015

استفاده می‌شود.

باتری‌هایی که در ایمپلنت‌ها به کار می‌روند نیز در داخل بدن هستند باید کاملاً مهر و موم شده باشند.

باتری‌های مورد استفاده در پیس میکرها معمولاً از جنس لیتیم-ید (Lithium-iodine) هستند که دارای تراکم انرژی بالا و خروجی قدرت کم (درحد کمتر از یک دهم میکرو وات) هستند.

گاهی اوقات نیاز است باتری مورد استفاده در دفیبریلاتورهای کاشتنی، شوک قدرتمندی به قلب بدهد بنابراین باتری آن ترکیبی از تراکم انرژی بالا و قدرت بالا است.

در دستگاه Neurostimulators که شبیه پیس میکر است و سیگنال‌های الکتریکی را به بافت‌های عصبی اعمال می‌کند از باتری‌های اولیه استفاده می‌شد اما به مرور زمان از باتری‌های ثانویه برای افزایش طول عمر دستگاه استفاده شد.

ذخیره‌سازی انرژی در مقیاس بزرگ در کاربردهای تجهیزات پزشکی با استفاده از باتری‌های سرب-اسید امکان پذیر است.