

تفاوت باتری نیکل کادمیوم و سرب اسید (مزایا و معایب)

باتریهای سرب اسید و نیکل کادمیوم از پرکاربردترین انواع باتریها در صنعت یوپی اس می‌باشند. اغلب این سوال پیش می‌آید که این دو باتری چه تفاوتی با هم دارند؟ در چه مواردی بهتر است باتری سرب اسیدی پیشنهاد شود و بالعکس؟ نقاط ضعف و قدرت هر نوع باتری چیست؟ در ادامه سعی شده‌است حتی الامکان بطور خلاصه این دو نوع باتری با یکدیگر از زوایای گوناگون مقایسه شوند.

۱- تاریخچه

- **باتری سرب اسید (Lead Acid):** در سال ۱۸۵۹ برای اولین بار توسط یک فیزیکدان فرانسوی به نام Gaston Planté به عنوان اولین باتری با قابلیت شارژ مجدد بصورت تجاری به بازار عرضه شد.
- **باتری نیکل کادمیوم (Nickel Cadmium):** در سال ۱۸۹۹ توسط یک مخترع سوئدی به نام Waldemar Jungner ابداع گردید. تمایل چندانی به استفاده از این باتریها در صنایع تا اوایل دهه ۱۹۶۰ وجود نداشت ولی پس از آن و با افزایش چشمگیر مصارف الکتریکی بویژه در آمریکا و ژاپن طرفدار پیدا کرد.

۲- مواد سازنده باتری

- **باتری سرب اسید (Lead Acid):** آند یا قطب مثبت از اکسید سرب (PbO_2) و قطب منفی یا کاتد از سرب (Pb) تشکیل شده و الکترولیت آن محلول اسید سولفوریک (H_2SO_4) و آب (H_2O) می‌باشد. اسید سولفوریک خالص عموماً بین ۲۵ تا ۴۰ درصد از کل محلول را تشکیل می‌دهد.
- **باتری نیکل کادمیوم (Nickel Cadmium):** هیدرات نیکل ($NiOOH$) بخش عمده قطب مثبت را تشکیل می‌دهد در حالیکه کادمیوم اسفنجی (Cd) عنصر غالب در مواد تشکیل دهنده قطب منفی است. محلول هیدروکسید پتاسیم (KOH) در آب نیز نقش الکترولیت باتری را دارد. غلظت هیدروکسید پتاسیم عموماً بین ۲۰ تا ۳۵ درصد از کل محلول الکترولیت است.

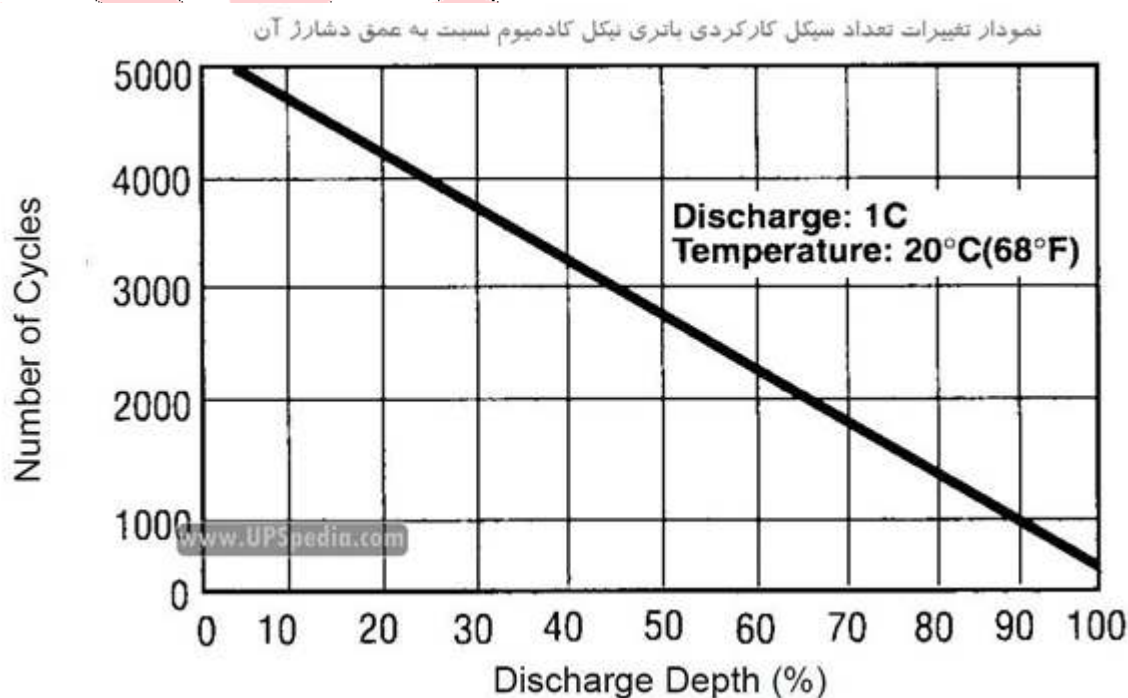
۳- قیمت

باتریهای نیکل کادمیوم حدوداً بین ۲ تا ۴ بار گرانتر از نمونه مشابه خود از نوع سرب اسید هستند. البته بسته به کیفیت و نوع آلیاژ و تکنیک ساخت باتری این امکان وجود دارد که این اختلاف بیشتر از ۵ برابر نیز بشود. به همین دلیل سرمایه اولیه مورد نیاز برای تامین نیروی بکاپ از باتریهای نیکل-کادمیومی بسیار بالاتر تمام خواهد

شد. پس چرا همچنان طیفی از مصرف کنندگان سراغ باتریهای نیکل میروند؟ بخشهای بعدی پاسخ این سوال را خواهد داد.

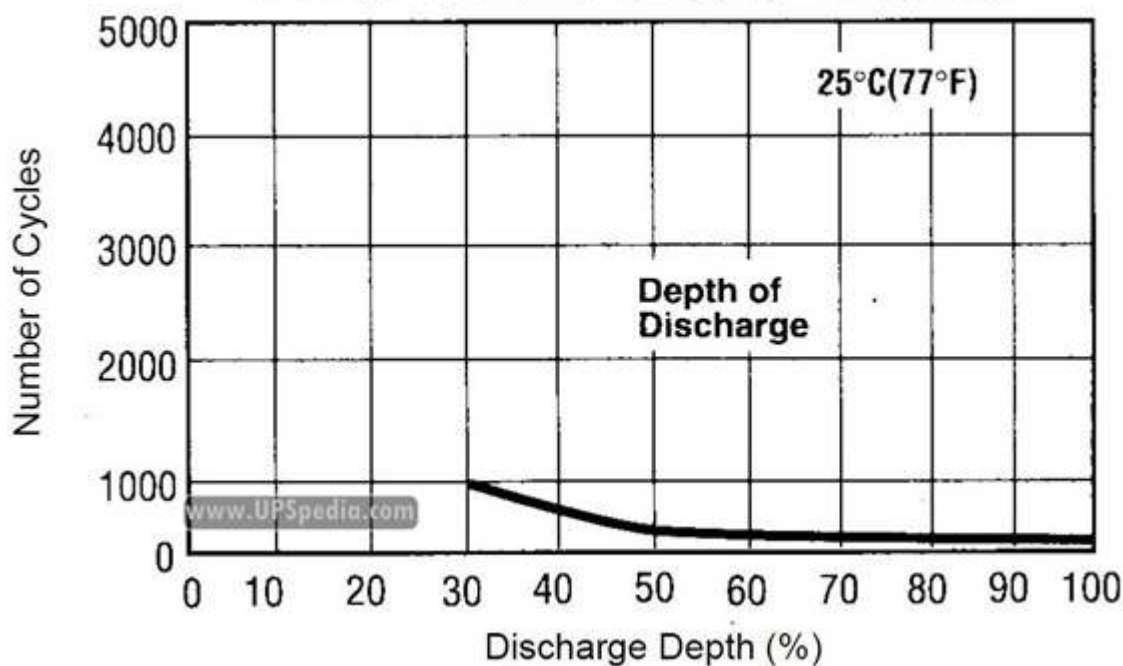
۴- طول عمر

یک قانون کلی در ارتباط با طول عمر اکثر انواع باتریها وجود دارد، و آن اینکه با افزایش تعداد دشارژ باتری طول عمر آن کم خواهد شد. اما هر دو باتری نیکل و سربی به عمق دشارژ نیز حساس هستند. به این معنی که اگر فرضاً باتری بطور متوسط ۳۰ درصد دشارژ شود طول عمر آن بسیار بیشتر از حالتیست که بطور متوسط تا ۸۰ درصد دشارژ می‌گردد. گرچه باتریهای نیکل کادمیوم بسیار گرانتز از باتریهای سرب اسیدی هستند اما تعداد سیکلهایی که می‌توان آنها را دشارژ کرد بسیار بیشتر از باتریهای سربی است. همانطور که دیده می‌شود با افزایش عمق دشارژ به بیش از ۵۰ درصد، تفاوت عملکرد دو باتری به خوبی مشهود می‌گردد.



شکل ۱: نمودار کاهش تعداد سیکلهای قابل استفاده از باتری نیکل کادمیم با افزایش عمق دشارژ باتری

نمودار تغییرات تعداد سیکل کارکرد باتری سرب اسید نسبت به عمق دشارژ آن

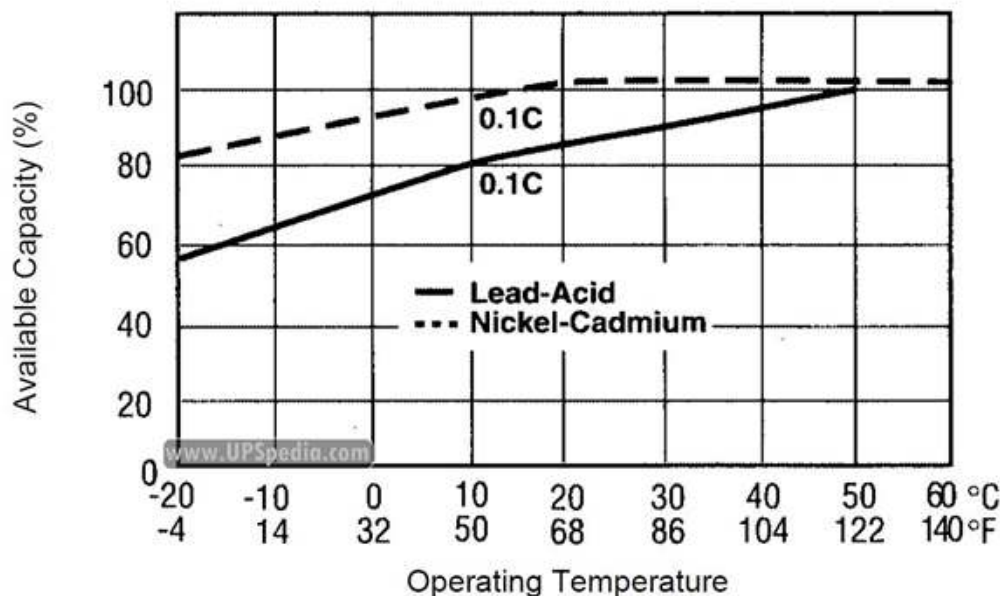


شکل ۲: کاهش تعداد سیکل‌های قابل استفاده از باتری سرب اسید با افزایش عمق دشارژ باتری

۵- حساسیت به دما

باتری‌های سرب اسیدی بیشتر برای عملکرد در محیط ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌شوند، زیرا نسبت به تغییرات دما حساسیت زیادی از خود نشان می‌دهند. ظرفیت ظاهری باتری‌های سرب اسیدی نسبت به کاهش دما سریعاً افت می‌کند و از طرفی دیگر نیز با افزایش دما عمر متوسط آنها به شدت کاهش می‌یابد (با افزایش هر ۱۰ درجه طول عمر مفید باتری‌های سرب اسیدی نصف می‌شود!). اما باتری‌های نیکل کادمیوم نسبت به تغییر دما حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهند. بویژه در مواردی که باتری می‌بایست در دماهای پایین مورد استفاده قرار گیرد بهترین گزینه استفاده از باتری‌های نیکل است. بازه دمایی مناسب برای عملکرد باتری نیکل کادمیم چیزی بین ۶۰ تا ۲۰- درجه سانتیگراد است. البته طول عمر متوسط آن نیز با افزایش دما کاهش می‌یابد. شکل زیر مقایسه ایست بین تغییرات ظرفیت دو باتری در یک بازه دمایی نسبتاً زیاد.

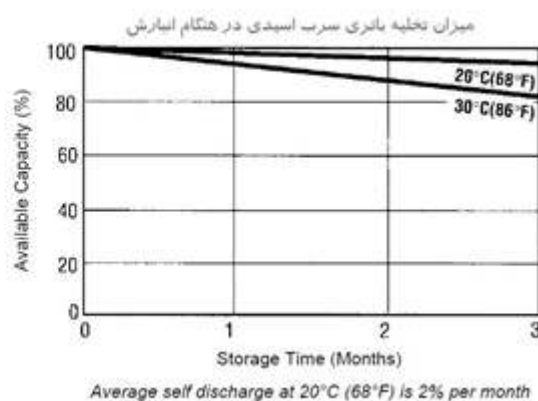
تغییرات ظرفیت باتری نسبت به دما هنگامی که با ۰.۱ جریان نامی خود دشارژ میشوند



شکل ۳: نمودار مقایسه‌ای تغییر ظرفیت باتریهای نیکل-کادمیوم و سرب-اسیدی نسبت به تغییرات دما

۶- پدیده خود دشارژی (Discharge-Self)

حتی در صورتیکه هر کدام از این دو نوع باتری به مدار متصل نباشند نیز، بعد از گذشت مدتی دشارژ می‌شوند. به این پدیده خود دشارژی می‌گویند (برای توضیحات تکمیلی می‌توانید به مقاله "باتری‌های سرب اسید را بیشتر بشناسیم" مراجعه فرمایید). سرعت این پدیده در باتریهای نیکل کادمیوم چندین برابر باتریهای سرب اسیدی است. باتریهای نیکل بسته به آلیاژ مورد استفاده در ساختشان و همچنین دمای محیط، حتی امکان دارد که روزانه ۱ درصد از ظرفیتشان را در هنگام انبارش از دست بدهند. این مساله نیاز به شارژ مجدد باتری در هنگام استفاده و همچنین اتلاف انرژی را سبب می‌شود.

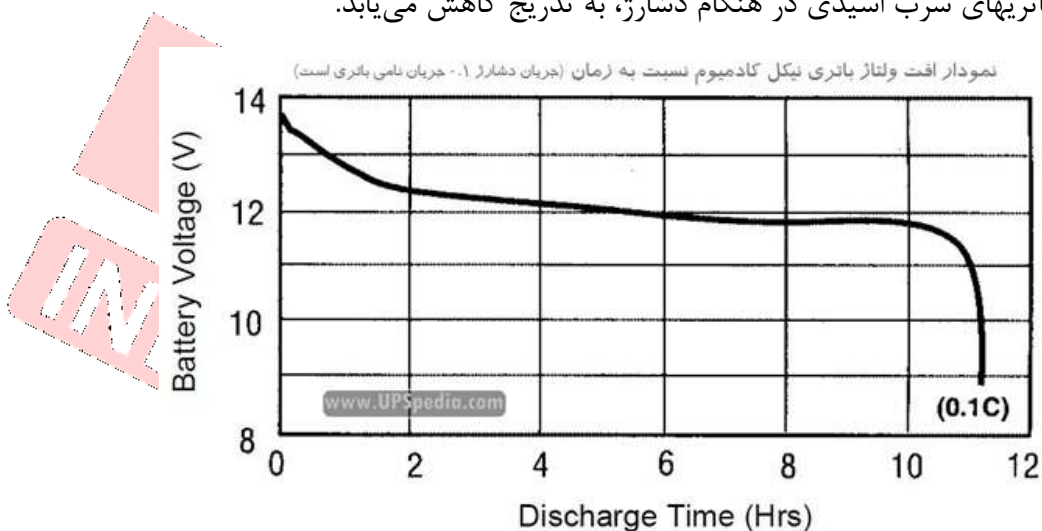


شکل ۴: مقایسه میزان افت شارژ باتریهای نیکل کادمیوم و سرب اسیدی هنگام انبارش

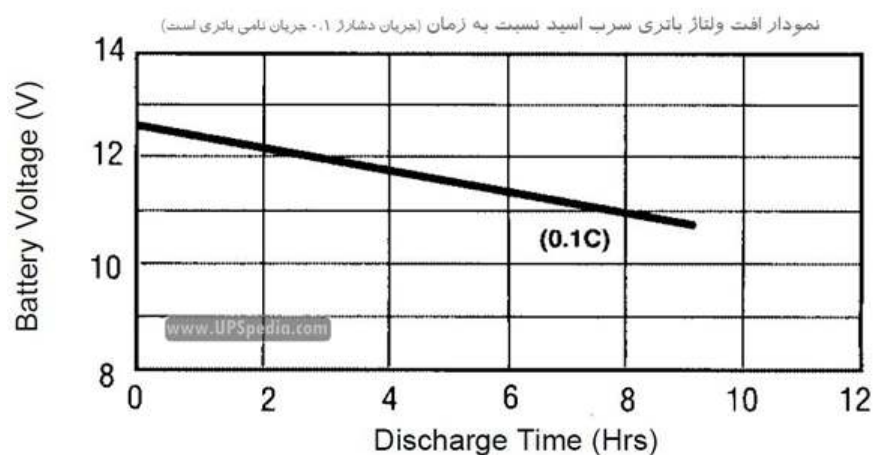
اشاره به این تفاوت نیز ضروریست که گرچه خود دشارژی در باتریهای نیکل چندین برابر باتریهای سربی است، اما باتریهای نیکل را می‌توان حتی بطور دشارژ کامل نیز انبارش نمود، اما همانطور که در مقاله‌آشنایی بیشتر با باتریهای سرب اسیدی توضیح داده شد، باتریهای سرب اسیدی را نمی‌بایست با سطح شارژ پایین نگهداری کرد. زیرا در این صورت باتری سولفاته شده و طول عمر مفید آن بشدت کاهش می‌یابد.

۷- نحوه افت ولتاژ در هنگام دشارژ

ولتاژ باتریهای نیکل کادمیوم تقریباً تا لحظات آخر افت چندانی ندارد و می‌توان با تقریب، آن را ثابت فرض کرد. اما ولتاژ پایانه‌ی باتریهای سرب اسیدی در هنگام دشارژ، به تدریج کاهش می‌یابد.



شکل ۵: افت ولتاژ باتری نیکل کادمیم طی یک سیکل دشارژ کامل



شکل ۶: افت ولتاژ باتری سرب اسید طی یک سیکل دشارژ کامل

۸- آلاینده‌گی محیط زیست

در ساختار هر دو نوع باتری از فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) استفاده شده است، که این به معنی دیر ترکیبی این فلزات است. در صورتیکه پروسه بازیافت لاشه‌ی باتریها بدرستی انجام نشود هردو بشدت محیط زیست را آلوده می‌نمایند. اما پروسه بازیافت کادمیوم پیچیده‌تر از سرب بوده و در عین حال این فلز شدیداً سرطان زا می‌باشد.

۹- سایز و وزن و پروسه ساخت

باتریهای سرب اسیدی روند ساخت ساده‌تری از باتریهای نیکل کادمیومی دارند. اما در عین حال نسبت انرژی ذخیره شده در باتری نسبت به وزن آن، یکی از کمترین مقادیر بین انواع باتریهاست (30-50 Wh/kg). در صورتیکه چگالی انرژی به وزن در باتریهای نیکل کادمیوم چیزی بین 45-80 Wh/kg می‌باشد. این بدان معنی است که باتریهای نیکل-کادمیوم ۳۰ درصد انرژی بیشتری نسبت به باتریهای سرب اسیدی در یک وزن برابر، در خود ذخیره می‌کنند. پس در مواردی که وزن مجموعه باتریها مهم است استفاده از باتریهای نیکل کادمیوم توصیه می‌شود.

۱۰- سرعت شارژ

باتریهای نیکل کادمیوم را می‌توان در زمانهای کوتاهی همچون ۱ ساعت نیز شارژ نمود در صورتیکه شارژ سریع باتریهای سرب اسیدی در زمانی کمتر از ۴ ساعت توصیه نمی‌شود و عموماً چیزی در حدود ۸ تا ۱۰ ساعت را برای شارژ آنها مناسب می‌دانند.

۱۱- جریان پیک دشارژ

دشارژ باتریهای سرب اسیدی با جریانی بیشتر از ۵ برابر جریان نامی آن توصیه نمی‌شود (فرضا باتری ۹ آمپر ساعت را نباید با جریانی بیش از ۴۵ آمپر دشارژ کرد) اما می‌توان باتریهای نیکل کادمیوم را حتی با جریانهای ۱۰ تا ۱۵ برابر جریان نامی خود نیز دشارژ نمود.

۱۲- پدیده‌ی حافظه‌ای (Memory Effect) در باتریهای نیکل

یکی از مهمترین نقاط ضعف باتریهای نیکل نسبت به سربی، وجود "پدیده حافظه" در باتری است. اگر باتری را چندین بار فرضاً تا ۶۰ درصد ظرفیتش دشارژ کرده و مجدداً شارژ نماییم. باتری حدود ۶۰ درصد را به "حافظه" سپرده و اگر بار دیگر باتری را بخواهیم بیشتر از ۶۰ درصد دشارژ نماییم این بار ناگهان ولتاژ خروجی باتری افت

شدیدی می‌نماید. این پدیده باعث می‌شود که نتوان از ظرفیت باتری به طور مناسب استفاده نمود. بویژه در کاربردهای یوپی‌اسی که باتریها به حالت آماده به کار بوده و مرتباً شارژ و دشارژ نمی‌شوند این پدیده باعث می‌شود که نتوان از کل ظرفیت نصب شده‌ی باتریها استفاده بهینه نمود.

۱۳- تفاوت ولتاژ نامی سلولهای باتری

بدلیل ساختار متفاوت شیمیایی دو باتری، ولتاژ نامی سلولهایشان نیز متفاوت است. ولتاژ هر سلول در باتریهای نیکل کادمیم ۱٫۲ ولت و در باتریهای سرب اسیدی ۲ ولت می‌باشد. به همین دلیل برای ساخت یک باتری ۱۲ ولت نیکل کادمیوم، می‌بایست ۱۰ سلول را با هم سری کرد؛ در حالیکه سری کردن ۶ سلول باتری سرب اسیدی، همین ولتاژ را تولید خواهد نمود.

