



Namatek
True Education

www.namatek.com

Nickel Cadmium Battery

باتری نیکل کادمیوم

فهرست مطالب

۱. باتری نیکل کادمیوم چیست؟
۲. ویژگی‌های باتری نیکل کادمیوم
۳. ساختار باتری نیکل کادمیوم
۴. مشخصات فنی باتری نیکل کادمیوم
۵. انواع باتری‌های نیکل کادمیوم
۶. کاربرد باتری نیکل کادمیوم
۷. نکاتی برای نگهداری از باتری نیکل کادمیوم
۸. مزایا و معایب باتری نیکل کادمیوم

امروزه باتری‌ها همه جا هستند و تقریباً می‌توان آن‌ها را در تمام وسایل الکترونیکی مدرن پیدا کرد؛ از ساعت تا کامپیوتر و خودروهای برقی گرفته تا ماهواره‌ها. وسایل الکترونیکی مختلف به طیف گسترده‌ای از انواع باتری نیاز دارند. بنابراین بهتر است رایج‌ترین باتری‌هایی که در زندگی روزمره استفاده می‌شوند را بررسی کنیم. باتری‌های نیکل کادمیوم (Ni-Cd) فصل بزرگی در داستان باتری‌های قابل شارژ باز کرده‌اند. باتری‌های Ni-Cd علاوه بر این که یکی از اولین انواع باتری‌های قابل شارژ هستند که در محصولات مصرفی به صورت گسترده استفاده می‌شوند و ترکیبی قانع کننده از ویژگی‌های عملکردی را ارائه می‌دهند، از زمان تجاری سازی، به یکی از اصلی‌ترین وسایل در کاربردهای خاص تبدیل شده‌اند. در این مقاله به بررسی باتری نیکل کادمیوم، ویژگی‌ها، مشخصات فنی، ساختار، کاربرد و مزایا و معایب باتری نیکل کادمیوم خواهیم پرداخت.

باتری نیکل کادمیوم چیست؟



باتری‌های نیکل کادمیوم که معمولاً به اختصار Ni-Cd یا NiCad نامیده می‌شوند، بسیار مقاوم هستند. آن‌ها برای استفاده در محیط‌هایی که هوای

سرد یا گرم دارند، مناسب هستند. این نوع باتری، همچنین دارای چرخه عمر طولانی تری نسبت به NiMH یا Li-ion است. باتری نیکل کادمیوم یکی از اجزای خانواده باتری‌های نیکل است که شامل باتری‌های نیکل-فلز هیدرید، نیکل-آهن و نیکل-روی می‌شود. همه این باتری‌ها، دارای یک الکتروود نیکل هستند که با یک هیدروکسید نیکل واکنشی و اسفنجی پوشیده شده‌اند، در حالی که الکترولیت سلول تقریباً همیشه هیدروکسید پتاسیم است و واکنش‌های سلولی بسته به جزء دوم متفاوت است.

تنها سلول مبتنی بر نیکل که کاربردهای گوناگونی دارد و مورد استفاده قرار می‌گیرد، سلول نیکل-کادمیوم است. باتری نیکل کادمیوم، برای کاربردهای تخلیه عمیق با خروجی بالا، بسیار مناسب است. از جنبه‌های منفی این نوع باتری‌ها می‌توان به وجود مشکل در شارژ آن به نام اثر حافظه اشاره کرد، به این معنا که اگر پس از هر بار استفاده به صورت کامل شارژ نشوند، به گونه‌ای بالقوه فقط تا آخرین و بالاترین میزان شارژی که داشته‌اند، شارژ خواهند شد. این موضوع می‌تواند طول عمر باتری را کاهش دهد.

این نوع باتری به گونه‌ای طراحی شده است که می‌توان آن را بازسازی کرد؛ اما با هزینه‌ای برابر با حداقل ۳ چرخه عمری که دارند.

باتری نیکل کادمیوم نوعی باتری قابل شارژ است که حاوی یک الکتروود نیکل است که با هیدروکسید نیکل راکتیو پوشانده می‌شود و از هیدروکسید پتاسیم به عنوان الکترولیت سلولی استفاده می‌کند. این نوع باتری از دو صفحه اکسی هیدروکسید نیکل و کادمیوم ساخته شده است که با هم، تراز و به شکل استوانه ای نورد می‌شوند. نیکل اکسی هیدروکسید آند است و

کادمیوم کاتد است. الکترولیت معروف به هیدروکسید پتاسیم باعث ایجاد بار الکتریکی بین آند و کاتد می‌شود.

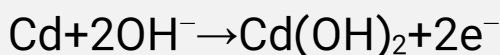
واکنش‌های الکتروشیمیایی باتری نیکل کادمیوم

نمای کلی و ساده از واکنش‌های الکتروشیمیایی این باتری‌ها به صورت زیر هستند:

1. تخلیه (Discharge)

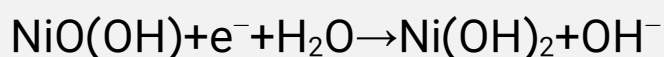
واکنش آند: در هنگام تخلیه، کادمیوم (Cd) به هیدروکسید کادمیوم (Cd(OH)_2) تبدیل می‌شود.

این واکنش به صورت زیر است:



اینجا کادمیوم با یون‌های هیدروکسید واکنش می‌دهد و الکترون‌ها آزاد می‌شوند.

واکنش کاتد: در کاتد، اکسید نیکل (NiO(OH)) با الکترون‌ها واکنش می‌دهد و به هیدروکسید نیکل (Ni(OH)_2) تبدیل می‌شود:



جریان الکتریکی: این واکنش‌ها جریانی از الکترون‌ها را از آند به کاتد از طریق مدار خارجی تولید می‌کنند و نیروی الکتریکی را فراهم می‌کنند.

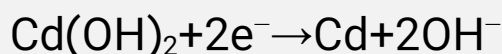
2. شارژ (Charge)

واکنش‌های معکوس: در هنگام شارژ، واکنش‌ها معکوس می‌شوند.
به بیان دقیق‌تر:

هیدروکسید نیکل (Ni(OH)_2) در کاتد به اکسید نیکل (NiO(OH)) تبدیل می‌شود:



هیدروکسید کادمیوم (Cd(OH)_2) در آند به کادمیوم فلزی (Cd) تبدیل می‌شود:



جریان الکتریکی خارجی: اعمال یک جریان الکتریکی خارجی باعث می‌شود که این واکنش‌ها معکوس شوند و باتری برای چرخه تخلیه دیگری آماده شود.

ویژگی‌های باتری نیکل کادمیوم



از جمله ویژگی‌های باتری نیکل کادمیوم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- طول عمر طولانی (بیش از ۱۰۰۰ چرخه شارژ و دشارژ)
 - مقاومت بسیار بالا در برابر اثرات مخرب مکانیکی و الکتریکی
 - مقاومت داخلی بسیار کم
- از دیگر ویژگی‌های این نوع باتری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

محدوده دمایی باتری نیکل کادمیوم

محدوده دمایی باتری نیکل ° تا ۴۵ درجه سانتیگراد در هنگام شارژ و ۲۰- تا ۶۵ درجه سانتیگراد در هنگام تخلیه است. فراتر از این محدوده دما، باتری کار نمی‌کند و حتی احتمال انفجار آن وجود دارد.

میزان سمی بودن باتری نیکل کادمیوم

باتری نیکل کادمیوم برای بدن انسان بسیار سمی است. کادمیوم یک فلز سنگین است که خطرات زیادی برای بدن انسان دارد. کادمیوم حتی اثر فیزیولوژیکی روی سیستم بدن دارد. میانگین حضور کادمیوم در بدن انسان تقریباً ۱ میکروگرم در لیتر است و تأثیر مستقیمی بر دستگاه گوارش دارد. به گونه‌ای مشابه، نیکل نیز برای دستگاه تنفسی انسان سمی است.

ولتاژ باتری نیکل کادمیوم

به صورت کلی، ولتاژ برای یک باتری نیکل کادمیوم تقریباً ۱/۲ ولت است. انرژی مخصوص آن نیز در حدود ۵۰-۶۰ وات ساعت بر کیلوگرم است. این مقدار نسبتاً بالاتر از باتری نیکل-آهن، اما کمتر از باتری‌های نیکل-روی و هیدرید نیکل-فلز است. توان ویژه این نوع باتری در حدود ۲۰۰ وات بر کیلوگرم است. این مقدار نسبتاً زیادتر از باتری نیکل-آهن و کمتر از باتری نیکل-روی و هیدرید نیکل-فلز است.

توان، برای باتری‌های نیکل فلزی حدود ۱۷۰ - ۱۰۰۰ وات و برای باتری‌های نیکل آهن حدود ۱۰۰ وات است. راندمان انرژی برای باتری نیکل کادمیوم در حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد است.

این مقدار نسبتاً زیادتر از باتری نیکل-آهن و کمتر از باتری نیکل-روی و هیدرید نیکل-فلز است. راندمان برای باتری نیکل فلزی، حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد و برای باتری نیکل آهن، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد است.

ولتاژ سلول

ولتاژ باتری‌های الکتریکی از اختلاف پتانسیل مواد تشکیل دهنده الکترودهای مثبت و منفی در واکنش الکتروشیمیایی ایجاد می‌شود. یک ولتاژ مدار باز رایج برای باتری‌های Ni-Cd به عنوان مثال برای باتری‌های نوع AAA و AA به اندازه ۱/۲ ولت است.

ولتاژ قطع

ولتاژ قطع، حداقل ولتاژ مجاز است. این ولتاژ است که به صورت کلی وضعیت خالی باتری را مشخص می‌کند. هنگام آزمایش ظرفیت باتری NiMH یا Ni-Cd، معمولاً از ولتاژ قطع ۱/۰ ولت در هر سلول استفاده می‌کند، در حالی که معمولاً ۰/۹ ولت به عنوان ولتاژ قطع سلول قلیایی استفاده می‌شود.

ظرفیت

ظرفیت کولومتری، کل آمپر ساعت‌های موجود است که باتری در جریان تخلیه مشخصی از ۱۰۰ درصد SOC تا ولتاژ قطع تخلیه می‌شود. باتری‌های سایز AA Ni-Cd دارای ولتاژ اسمی ۱/۲ ولت و ظرفیت متوسط ۶۰۰-۱۰۰۰ میلی آمپر ساعت هستند.

نرخ C باتری

نرخ C برای بیان سرعت تخلیه یا شارژ باتری نسبت به حداکثر ظرفیت آن استفاده می‌شود و دارای واحدهای $h-1$ است. نرخ ۱C به این معنی است که جریان تخلیه کل باتری را در ۱ ساعت خالی می‌کند. باتری‌های Ni-Cd که برای شارژ سریع طراحی شده‌اند، می‌توانند با جریان‌هایی که چندین برابر درجه C هستند، بدون ایجاد گرمای زیاد شارژ شوند.

خود تخلیه

باتری‌ها به تدریج خود را تخلیه می‌کنند، حتی اگر متصل نباشند. این امر به دلیل وجود واکنش‌های شیمیایی جانبی غیرتولیدکننده جریان است که داخل سلول حتی زمانی که بار اعمال نمی‌شود، رخ می‌دهد. نرخ خود تخلیه برای یک باتری Ni-Cd در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد حدود ۱۰ درصد در ماه است و در دماهای بالاتر حتی تا حدود ۲۰ درصد نیز افزایش خواهد یافت. توصیه می‌شود، باتری‌های Ni-Cd را برای مدت طولانی و بدون استفاده نگهداری نکنید.

عمق تخلیه

عمق دشارژ، اندازه‌گیری میزان انرژی خارج شده از باتری است و به عنوان درصد ظرفیت کامل بیان می‌شود. به عنوان مثال، یک باتری 100Ah که 40Ah از آن خارج شده است، دچار ۴۰ درصد عمق تخلیه (DOD) شده است.

ساختار باتری نیکل کادمیوم



از نظر ساختاری، باتری نیکل کادمیوم مانند باتری‌های مبتنی بر اسید سرب کار می‌کند. این نوع باتری از سه لایه اساسی تشکیل شده است. اولین لایه از این باتری، شامل یک لایه نیکل، سپس لایه جداکننده و در نهایت لایه کادمیوم است. نیکل به عنوان یک جمع کننده الکتروود مثبت و لایه کادمیوم به عنوان یک کلکتور لایه منفی عمل می‌کند. لایه جداکننده بین دو لایه از NaOH یا KOH تشکیل شده است.

هدف آن، تهیه یون OH است. جدای از این موارد این باتری از موارد زیر تشکیل شده است:

- صفحه آب بندی
- حلقه عایق
- واشر عایق
- یک کیس بیرونی

هدف حلقه عایق، ایجاد عایق بین دو لایه است. واشر عایق، مکانی است که حلقه عایق در نزدیکی آن قرار می‌گیرد.

لایه جداکننده نیز به این حلقه متصل است. کیس بیرونی برای محافظت از لایه‌های داخلی در برابر عوامل خارجی مانند آسیب‌های احتمالی است. لازم به ذکر است که به دلیل وجود واکنش‌های شیمیایی در داخل خمیر، کار با باتری همیشه خطرناک است. لایه‌ها به همراه لایه جداکننده واکنش شیمیایی مورد نیاز و اختلاف پتانسیل را تشکیل می‌دهند.

مشخصات فنی باتری نیکل کادمیوم



باتری‌های نیکل کادمیوم دارای ۳ نوع بلوک هستند که در ادامه به بررسی هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت.

بلوک‌های SBLE نوع (L)

که دارای مشخصه‌های زیر هستند:

- محدوده ظرفیت در نرخ C5 A: از ۷/۵ Ah تا ۱۶۹۰ Ah در ۵۸ مرحله ظرفیت
- محدوده تخلیه معمولی: از یک ساعت تا ۱۰۰ ساعت
- کار در دمای ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد
- طول عمر: طولانی بدون مشکل در حدود ۲۰ سال یا بیشتر

همچنین این نوع بلوک برای کاربردهایی طراحی شده است که در آن باتری باید موارد زیر را تأمین کند:

- منبع قابل اعتماد انرژی در دوره های تخلیه نسبتاً طولانی
- جریان نسبتاً کم در مقایسه با کل انرژی ذخیره شده
- تخلیه‌های معمولاً نادر

بلوک‌های SBM نوع (M)

ویژگی‌های بلوک نوع M به صورت زیر خواهد بود:

- محدوده ظرفیت در نرخ C5 A: از ۱۱ Ah تا ۱۴۴۵ Ah در ۶۸ مرحله ظرفیت
- محدوده تخلیه معمولی: از ۱۵ دقیقه تا دو ساعت
- دمای ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد
- عمر طولانی بدون مشکل ۲۰ سال یا بیشتر
- این نوع باتری برای کاربردهایی طراحی شده است که باتری‌ها معمولاً به موارد زیر نیاز دارند:
- بارهای الکتریکی بین ۳۰ دقیقه تا سه ساعت
- بارهای مخلوط شامل مخلوطی از نرخ تخلیه بالا و پایین
- تخلیه مکرر یا نادر

بلوک‌های SBH نوع (H)

از جمله ویژگی‌های بلوک نوع H می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ظرفیت با نرخ C5 A: از ۸/۳ Ah تا ۹۲۰ Ah در ۵۱ مرحله ظرفیت
- محدوده تخلیه معمولی: از یک ثانیه تا ۳۰ دقیقه

- دمای ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد
- عمر طولانی بدون مشکل ۲۰ سال یا بیشتر
- این نوع باتری به گونه ای طراحی شده است که برای برنامه هایی که نیاز به موارد زیر دارند، مناسب باشد:
- جریان نسبتاً زیاد در دوره‌های کوتاه مدت، معمولاً کمتر از ۳۰ دقیقه
- برنامه‌هایی با تخلیه‌های مکرر یا نادر

انواع باتری‌های نیکل کادمیوم



طبقه بندی باتری‌های نیکل کادمیوم فقط بر اساس اندازه و ولتاژ موجود انجام می‌شود. بر اساس اندازه، این نوع باتری به اندازه‌های زیر تقسیم خواهند شد:

- AAA
- AA
- A
- Cs

C .

D .

F .

تمامی این سائیزها دارای مشخصات ولتاژ خروجی متفاوتی هستند. برخی از آنها به شکل لوله استوانه ای و برخی از آنها در جعبه بیرونی مستطیل شکل قرار دارند.

کاربرد باتری نیکل کادمیوم



از جمله کاربردهای باتری نیکل کادمیوم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
کاربردهای کلی این نوع باتری به صورت زیر است:

- اسباب بازی
- محصولات الکترونیکی
- رادیوهای قابل حمل
- واکن

کاربردهای تخصصی باتری‌های نیکل کادمیوم نیز عبارت اند از:

- مدل هواپیما
- ابزار برقی
- تلفن بی سیم
- فلاش دوربین
- ابزار برقی بی سیم

دستگاه‌های متعددی وجود دارند که می‌توانند از باتری نیکل کادمیوم استفاده کنند؛ اما برخلاف سایر انواع باتری، باتری‌های نیکل کادمیوم گران‌تر و هزینه‌بر هستند. از دیگر کاربردهای باتری نیکل کادمیوم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **روشنایی اضطراری و سیستم‌های پشتیبان:** ویژگی‌های این نوع باتری از جمله موارد زیر آن را برای سیستم‌های روشنایی اضطراری و کاربردهای برق پشتیبان در تنظیمات بحرانی ایده آل کرده است:
 - توانایی باتری‌های Ni-Cd برای نگه داشتن شارژ
 - ارائه توان خروجی پایدار
 - مقاومت در برابر چرخه‌های تخلیه عمیق
 - عملکرد تحت طیف وسیعی از شرایط
- **کاربردهای هوافضا و نظامی:** دوام و عملکرد باتری‌های Ni-Cd در شرایط شدید همچنین آن‌ها را برای استفاده در تجهیزات هوافضا و نظامی مناسب می‌سازد، جایی که قابلیت اطمینان در آن بسیار مهم است.

- ابزارهای برقی: باتری‌های Ni-Cd به دلیل توانایی آن‌ها در ارائه جریان‌های بالا و خروجی پایدار در حین تحمل سختی و شرایط سخت، هنوز اغلب در ابزارهای برقی بی سیم استفاده می‌شوند.

نکاتی برای نگهداری از باتری نیکل کادمیوم



باتری نیکل کادمیوم را می‌توان در حالت شارژ یا دشارژ ذخیره کرد. با این حال، ذخیره سازی طولانی مدت آن می‌تواند، تخلیه باتری را تسریع کند و منجر به غیرفعال شدن واکنش دهنده‌ها شود. علیرغم این واقعیت که سلول‌ها ممکن است بین ۲۰- تا ۴۵+ درجه سانتیگراد ذخیره شوند، وجود دمای بالا می‌تواند منجر به فروریختن مواد شیمیایی شود و بهتر است سلول‌ها در محیطی که دارای ویژگی‌های زیر است نگهداری شوند:

- خنک
- غیرخورنده
- تمیز
- خشک

اگر باتری برای مدت طولانی در حالت ایده آل نگهداری شود، ممکن است برای بازیابی ظرفیت کامل باتری به ۲ یا ۳ دوره تخلیه عمیق نیاز داشته باشد.

مزایا و معایب باتری نیکل کادمیوم



در این بخش به بررسی مزایا و معایب باتری نیکل کادمیوم خواهیم پرداخت.

مزایای باتری نیکل کادمیوم

از جمله مزایای باتری نیکل کادمیوم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مقاومت داخلی کمی دارد.
- شارژ و تخلیه با نرخ بالا امکان پذیر است.
- نرخ تخلیه تا ۱۰ درجه سانتیگراد برای دوره‌های کوتاه معمولی است.
- ویژگی تخلیه مسطحی دارد.
- نشتی‌های عمیق را تحمل می‌کند.
- محدوده دمایی گسترده ای تا ۷۰ درجه سانتیگراد دارد.
- دارای تعداد چرخه بالا با نگهداری مناسب است.

- می‌تواند بسیار سریع با تنش کم شارژ شود.
- عملکرد بار خوبی دارد.
- ماندگاری طولانی دارد به صورتی که می‌توان آن را در حالت تخلیه نگهداری کرد و قبل از استفاده نیاز به پرایمینگ دارد.
- ذخیره سازی و حمل و نقل ساده‌ای دارد.
- عملکرد خوبی در دمای پایین دارد.
- قیمت اقتصادی دارد و Ni-Cd از نظر هزینه در هر چرخه کمترین میزان ممکن است.
- در طیف گسترده‌ای از اندازه‌ها و گزینه‌های عملکردی موجود است.

معایب باتری نیکل کادمیوم

معایب این نوع باتری عبارت اند از:

- باتری‌های NiCad نیز در اثر شارژ بیش از حد در معرض آسیب قرار خواهند گرفت.
- نگرانی‌های زیست محیطی‌ای که در مورد کادمیوم وجود دارد. کادمیوم یک فلز سمی است و در محل‌های دفن زباله قابل دفع نیست.
- انرژی ویژه نسبتاً پایین در مقایسه با سیستم‌های جدیدتر دارد.
- اثر حافظه‌ای آن که نیاز به ترشحات کامل دوره‌ای دارد و می‌توان آن را احیا کرد.
- نشت زیادی که دارد، پس از ذخیره سازی نیاز به شارژ مجدد دارد.
- ولتاژ سلول کم ۱/۲ ولت که به سلول‌های زیادی برای رسیدن به ولتاژ بالا نیاز دارد.