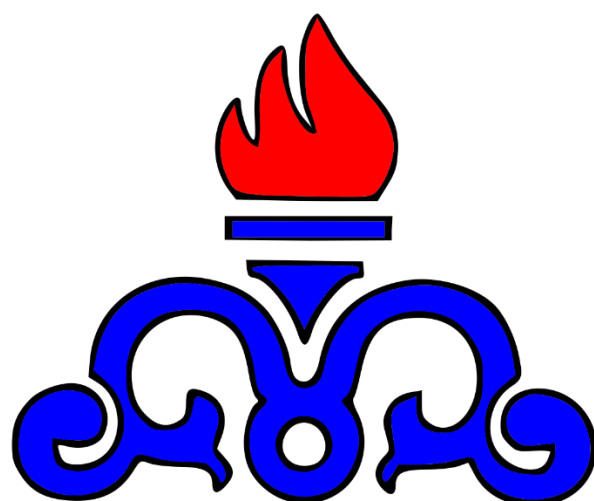




شرکت ملی گاز ایران

امور بهداشت، ایمنی و محیط زیست

دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها

HSE-IN-S-203(0)-98

تدوین این دستورالعمل رافع مسئولیت‌های قانونی و پیمانی

افراد و پیمانکاران نمی‌باشد.

فرم مشخصات دستورالعمل:

عنوان دستورالعمل: دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها			
شناسه دستورالعمل:			
تاریخ	شماره ویرایش	تعداد صفحات	شرح

شماره اصلاحیه	تاریخ	شماره بخش / بخش‌های تغییر یافته	شماره صفحه / صفحات

باتری یا پیل الکتریکی (ولتایک) منبعی از انرژی پتانسیل الکتریکی است که در درون آن با انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، این انرژی در قطب‌های باتری قابل دریافت است. انرژی قابل دریافت در قطب‌های باتری به ازای یکای بار الکتریکی را نیروی محرکه الکتریکی (Electromotive force یا emf) باتری می‌گویند و آن را با یکای ولت اندازه‌گیری می‌کنند. قطب مثبت باتری را کاند و قطب منفی آن را آند می‌نامند. (در فرهنگ عامیانه به قطب‌ها، سر مثبت و سر منفی نیز گفته می‌شود). معمولاً هر باتری از یک یا چند سلول کوچک داخلی تشکیل شده است، در باتری‌ها ممکن است سلول‌ها برای افزایش جریان با هم موازی شده یا برای افزایش ولتاژ با هم سری شوند، هر سلول شامل دو نیم سلول است که به‌صورت سری توسط ماده‌ای الکترولیت - شامل یون‌های مثبت و یون‌های منفی - که رسانای الکتریکی است به هم متصل‌اند. با اتصال باتری به مصرف‌کننده یون‌های منفی از طریق سیم هادی به مصرف‌کننده وارد شده و بعد از ایجاد انرژی در آن (انرژی گرمایی بر اثر عبور از یک مقاومت یا انرژی جنبشی بر اثر القا یا انرژی نور بر اثر پرتاب و...) به سمت یون‌های مثبت حرکت می‌کنند و به تدریج یون‌های مثبت را خنثی می‌کنند. با گذشت زمان یون‌های مثبت بیشتری خنثی شده و به تدریج انرژی باتری کم شده و مقاومت داخلی آن افزایش است در این حالت بعد از گذشت مدت زمانی که معمولاً با آمپرساعت باتری مشخص می‌شود باتری به‌صورت کامل تخلیه می‌شود. برای استفاده صحیح و اطمینان از سالم بودن باتری در حین استفاده و انبارش، باید پارامترهای مانند دما، صدمات وارده به بدنه و غیره مدنظر قرار داده شود.

با توجه به گستردگی استفاده از انواع باتری در وسایل الکترونیکی، الکتریکی، شناخت خطرات ناشی از استفاده غیر ایمن از باتری‌ها الزامی است، خطراتی از قبیل انفجار، نشتی و پیامدهای زیست‌محیطی دفع غیراصولی آن‌ها. پدیده انفجار باتری عموماً ناشی از عدم کاربرد یا کارکرد صحیح باتری است. به‌عنوان مثال تلاش برای شارژ نمودن مجدد باتری‌های یک‌بارمصرف یا غیرقابل شارژ، می‌تواند باعث انفجار این منبع انرژی الکتریکی شود. در بعضی از باتری‌ها از مقوا، فلز روی و مواد شیمیایی استفاده می‌شود. واکنش شیمیایی درون باتری در مدت زمان طولانی، باعث خروج و نشت مواد شیمیایی داخل باتری به بیرون شده و ایجاد خوردگی شیمیایی در قطعات فلزی دستگاه‌ها که اطراف باتری قرار دارند می‌نماید. افزایش بهره‌گیری از باتری‌ها و کاربردهای گسترده آن افزایش زباله‌های صنعتی و زیستگاهی تازه این کالا را به همراه داشته است.

فهرست مطالب

۱- هدف.....	۶
۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر	۶
۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا.....	۶
۴- تعاریف	۶
۵- مراجع و مستندات.....	۱۵
۶- اقدامات	۱۵
۶-۱- مقدمه	۱۵
۶-۲- تقسیم‌بندی باتری‌ها.....	۱۶
۶-۲-۱- تقسیم‌بندی باتری از نظر حالت الکترولیت.....	۱۶
۶-۲-۲- تقسیم‌بندی باتری از نظر جنس الکترولیت و صفحات.....	۱۷
۶-۲-۳- تقسیم‌بندی باتری‌های ثانویه و اولیه.....	۱۷
۶-۳- آزمون‌های ایمنی باتری‌های اولیه.....	۲۰
۶-۳-۱- معیارهای آزمون.....	۲۰
۶-۳-۲- روش‌های آزمون‌ها.....	۲۲
۶-۳-۳- آزمون‌ها برای استفاده موردنظر.....	۲۲
۶-۳-۴- آزمون‌های کاربرد غلط قابل پیش‌بینی.....	۲۷
۶-۳-۵- مراقبت‌های ایمنی در هنگام جابجایی و کار با باتری‌های اولیه.....	۳۲
۶-۳-۶- انبارش باتری‌های اولیه.....	۳۴
۶-۳-۷- دور انداختن باتری اولیه.....	۳۴
۶-۴- ایمنی باتری‌های ثانویه.....	۳۸
۶-۴-۱- نکات عمومی برای استفاده صحیح از باتری‌های ثانویه.....	۴۰
۶-۴-۲- اتاق نگهداری باتری در مورد باتری‌های ثانویه ساکن.....	۴۷
۶-۵- آزمون‌های باتری‌های ثانویه.....	۵۰
۶-۵-۱- آزمون‌های استفاده موردنظر سیستم نیکل.....	۵۲
۶-۵-۲- آزمون‌های استفاده نامناسب قابل پیش‌بینی سیستم نیکل.....	۵۴
۶-۵-۳- الزامات ویژه برای شارژ باتری در آزمون‌های مربوط به باتری لیتیم.....	۵۷
۶-۵-۴- آزمون‌های استفاده مورد انتظار در سامانه‌های لیتیم.....	۵۷
۶-۵-۵- آزمون‌های استفاده نامناسب قابل پیش‌بینی در سامانه‌های لیتیم.....	۵۸

- ۶-۶- ایمنی استفاده از باتری‌های لیتیوم یون ۶۰
- ۶-۶-۱- ملاحظات مربوط به ولتاژ شارژی ۶۱
- ۶-۶-۷- توصیه‌هایی برای مصرف‌کنندگان نهایی ۶۱

فهرست اشکال

- شکل (۱-۶) اصول اولیه عملکرد باتری..... ۱۶
- شکل (۲-۶) صفحه مشبک با سیم آلومینیومی (۱) به شکل هشت‌وجهی قرار گرفته بر روی یک صفحه فولادی (۲)..... ۲۲
- شکل (۳-۶) روش چرخه گرمایی، $t_2 \geq 6h$ ، $t_1 \leq 30min$ (برای سلول‌ها و باتری‌های بزرگ ۱۲ ساعت)..... ۲۵
- شکل (۴-۶) محورها برای سقوط آزاد (IEC 60086-4)..... ۳۰
- شکل (۵-۶) نمودار مدار در حالت نصب غیر صحیح، B_1 ، سلول تحت آزمون و $B_2...B_4$ ، سلول‌های دیگر که تخلیه نشده‌اند. ۳۱
- شکل (۶-۶) نمودار مدار برای اضافه تخلیه، B_1 ، سلول تحت آزمون، $B_2...B_4$ ، سلول‌های دیگر که تخلیه نشده‌اند و R_1 ، مقاومت بارگذاری شده (IEC 60086-4)..... ۳۲
- شکل (۷-۶) خطوط راهنمای طراحی باتری..... ۳۶
- شکل (۸-۶) منحنی انجماد اسیدسولفوریک..... ۴۶
- شکل (۹-۶) منحنی انجماد محلول هیدروکسید پتاسیم..... ۴۶
- شکل (۱۰-۶) روند دما در آزمون چرخه دما..... ۵۴

فهرست جداول

جدول (۱-۶) تقسیم‌بندی باتری‌های اولیه بر اساس استاندارد.....	۱۸
جدول (۲-۶) ترکیب الکتروشیمیایی باتری‌های ثانویه و کاربرد آن‌ها.....	۲۰
جدول (۳-۶) حداکثر تلفات جرم.....	۲۱
جدول (۴-۶) آزمون‌های موردنیاز برای بررسی ایمنی باتری‌های اولیه است.....	۲۳
جدول (۵-۶) بررسی کلی از آزمون‌ها و الزامات برای استفاده موردنظر و کاربرد غلط قابل پیش‌بینی.....	۲۴
جدول (۶-۶) مشخصات ارتعاش (سینوسی).....	۲۵
جدول (۷-۶) پارامترهای شوک.....	۲۶
جدول (۸-۶) بار مقاومت برای اضافه تخلیه.....	۳۲
جدول (۹-۶) خطوط راهنمای تجهیزات.....	۳۷
جدول (۱۰-۶) ترکیب زوج الکتروشیمیایی و واکنش‌های مربوط به انواع مختلف باتری‌های ثانویه.....	۳۹
جدول (۱۱-۶) کاربری مناسب باتری‌ها بر اساس طراحی.....	۴۰
جدول (۱۲-۶) تغییرات مجاز ولتاژ سلول منفرد در حین شارژ با ولتاژ ثابت در دمای باتری ۲۰°C.....	۴۳
جدول (۱۳-۶) حد بالایی توصیه‌شده برای جریان موجک AC جاری در باتری به‌صورت I_{eff} بر Ah100 ظرفیت نامی باتری...۴۴	۴۴
جدول (۱۴-۶) دماهای عملکردی.....	۴۵
جدول (۱۵-۶) اندازه نمونه برای سامانه‌های نیکل.....	۵۱
جدول (۱۶-۶) اندازه نمونه برای سامانه‌های لیتیم.....	۵۱
جدول (۱۷-۶) شرایط آزمون ارتعاش.....	۵۳
جدول (۱۸-۶) شرایط روش شارژ دمای شارژ.....	۵۷

۱- هدف

هدف از ارائه دستورالعمل حاضر تشریح الزامات لازم جهت استفاده صحیح از باتری‌ها و شناسایی شیوه‌های کار ناایمن و بازرسی‌های موردنیاز برای به حداقل رساندن حوادث و صدمات و تأمین سلامت کارکنان در پروژه‌های شرکت ملی گاز ایران است.

۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

رعایت این سند در شرکت ملی گاز ایران و زیرمجموعه‌های آن الزامی است.

۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا

- مسئولیت ویرایش این سند به عهده امور HSE شرکت ملی گاز ایران است.
- ضمانت اجرایی این سند بر عهده مدیران عامل شرکت‌های تابعه، مدیران مناطق عملیاتی انتقال گاز و مجریان طرح‌های توسعه‌ای شرکت ملی گاز ایران است.

۴- تعاریف

تعاریف عمومی^۱

استاندارد^۲: استاندارد به مجموعه‌ای از قواعد، ضوابط، دستورالعمل‌ها یا روش‌های آزمایش که توسط گروهی واجد صلاحیت تعیین، تدوین، تصویب و منتشر می‌شود، اطلاق می‌گردد. در این مجموعه منظور از استاندارد، مدارکی هستند که بر اساس استانداردهای بین‌المللی یا ملی تهیه شده باشند.

کارفرما^۳: به یکی از شرکت‌های اصلی و یا وابسته به شرکت ملی گاز ایران اطلاق می‌شود.

پیمانکار^۴: به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می‌شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

سازمان^۵: در این مقررات سازمان شامل هر یک از شرکت‌ها و مناطق عملیاتی تابعه شرکت ملی گاز ایران است که هرکدام به لحاظ سازمانی دارای مدیرعامل/مدیر هستند.

^۱ تعاریف عمومی در دستورالعمل حاضر منطبق بر بخشنامه‌های ابلاغی وزارت نفت، رویه‌های سازمانی موجود و Osha تدوین شده است.

^۲ Standard

^۳ Owner

^۴ Contractor

^۵ Organization

تبصره: با توجه به اینکه در برخی از شرکت‌های تابعه شرکت ملی گاز، فعالیت‌های اجرایی، نظارتی و مدیریت پروژه‌ها از طریق مجموعه‌های پیمانکاری و مشاوره‌ای انجام می‌شود، مدیریت پروژه (MC) و در پروژه‌های فاقد MC دستگاه نظارت به‌عنوان سازمان محسوب می‌گردد که تحت نظر عالی کارفرما (شرکت ملی گاز و شرکت‌های تابعه) فعالیت می‌نمایند.

فرد ذی‌صلاح^۱: بر اساس تعریف OSHA^۲ به افرادی اطلاق می‌شود که قادر به تشخیص خطرات موجود و قابل پیش‌بینی در محیط کار باشند. این مخاطرات شامل موارد بهداشتی و نیز خطراتی که موجب آسیب به نفرات می‌شود است. همچنین لازم است این شخص بتواند در مواجهه با پیشامدهای ناخواسته احتمالی اقدامات اصلاحی مقتضی را انجام دهد. فرد ذی‌صلاح توسط ابلاغیه معتبر، مدت‌دار و معین‌شده توسط سازمان مربوطه مشخص می‌شود.

فرد مجرب^۳: شخصی است که بنا به گواهی مدرکی معتبر، توانایی فنی و تجربه لازم و کافی برای انجام وظیفه یا مسئولیت مشخص را دارد.

حادثه: مطابق تعریف سازمان بین‌المللی کار (ILO^۴) حادثه عبارت است از یک اتفاق پیش‌بینی‌نشده و خارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد.

ریسک: به احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین، ریسک گویند. طبق تعریف بهداشت حرفه‌ای و سری‌های ارزیابی ایمنی (ISO 45001) ریسک، ترکیب (تابعی) از احتمال و پیامد (های) ناشی از وقوع یک اتفاق خطرناک مشخص است. **خریدار^۵:** یعنی شرکتی که این دستورالعمل بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن شرکت است و یا پیمانکاری که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

فروشنده و تأمین‌کننده^۶: به مؤسسه و یا شخصی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می‌نماید.

مجری^۷: مجری به گروهی اطلاق می‌شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرائی و یا راه‌اندازی پروژه را انجام دهد.

بازرس^۸: در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا مؤسسه‌ای اطلاق می‌شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

باید^۹: برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می‌شود.

توصیه^{۱۰}: برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می‌شود، بکار می‌رود.

ترجیح^۱: معمولاً درجایی استفاده می‌شود که انجام آن کار بر اساس نظارت شرکت کارفرما باشد.

¹ Authorized Person

² Occupational Safety And Health Administration

³ Qualified Person

⁴ International Labour Organization

⁵ Purchaser

⁶ Vendor And Supplier

⁷ Executor

⁸ Inspector

⁹ Shall

¹⁰ Should

ممکن است^۲: برای کاری که انجام آن اختیاری است، بکار می‌رود.

تعاریف اختصاصی

قوانین: مستنداتی هستند که توسط مجلس شورای اسلامی تصویب شده باشند.

آئین‌نامه: مستنداتی است که توسط واحد قانونی تهیه و به تصویب هیئت دولت رسیده شده باشند.

مقررات: مستنداتی است که به موجب قانون و آئین‌نامه‌ها تهیه شده و لازم‌الاجرا می‌باشند.

گواهینامه کنترل کیفی: سندی است رسمی مبنی بر ثبت بودن نتایج آزمایش‌های کنترل کیفی که توسط یکی از مؤسسات معتبر مورد تأیید واحد قانونی و بر اساس استانداردهای معتبر بین‌المللی صادر شده باشد.

افراد ذی‌صلاح: بر اساس تعریف OSHA^۳ به افرادی اطلاق می‌شود که قادر به تشخیص خطرات موجود و قابل پیش‌بینی در محیط کار باشند. این مخاطرات شامل موارد بهداشتی و نیز خطراتی که موجب آسیب به نفرات می‌شود است. همچنین لازم است این شخص بتواند در مواجهه با پیشامدهای ناخواسته احتمالی اقدامات اصلاحی مقتضی را انجام دهد.

باتری یا پیل الکتریکی: منبعی از انرژی پتانسیل الکتریکی است که در درون آن با انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. یک یا چند سلول مجهز شده با وسایل لازم برای استفاده مثل بدنه، ترمینال‌ها نشانه‌گذاری و وسایل حفاظتی را باتری می‌نامند.

سلول: واحد اساسی پایه که شامل مجموعه‌ای از الکترودها، الکترودها و ترمینال‌ها و معمولاً جداکننده‌ها بوده و یک منبع انرژی الکتریکی حاصل از تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی را تشکیل می‌دهد.

ظرفیت: باتری‌ها برای ذخیره برق به کار می‌روند و میزان برقی که هر کدام ذخیره می‌کنند متفاوت است. به این میزان ذخیره برق باتری، ظرفیت می‌گویند. باتری‌های با نوع یکسان از لحاظ جریان خروجی از آن‌ها با هم مقایسه می‌شوند به‌عنوان مثال باتری‌های با نوع 1000mAh و یا 2000mAh.

ولتاژ نامی سلول^۴: هنگامی که باتری به‌طور کامل شارژ است ولتاژ خروجی هر سلول با این نام خوانده می‌شود. ولتاژ نامی یک باتری به واکنش‌های شیمیایی درون آن بستگی دارد؛ مثلاً ولتاژ خروجی باتری اسیدی ماشین 12V است و یک باتری سکه‌ای لیتیم 3V است.

شکل: انواع باتری در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف عرضه می‌شود.

چگالی انرژی: با ترکیب ظرفیت، شکل و اندازه می‌توان چگالی انرژی یک باتری را محاسبه کرد. تکنولوژی‌های متفاوت چگالی‌های انرژی متفاوتی را رقم زدند.

ایمنی باتری: باتری‌ها اساساً به دلیل اینکه انرژی الکتریکی را ذخیره می‌کنند قابل انفجار هستند. برای جلوگیری از ضرر و

¹ Will

² May

³ Occupational Safety And Health Administration

⁴ Nominal Cell Voltage

زبان ناشی از آن، باتری را باید به شکل بسیار ایمن طراحی کرد. اکثر باتری‌های لیتیوم پلیمر در درونشان مدارهای خاصی دارند که جهت جلوگیری از انفجار و آتش‌سوزی است. ایمنی در انواع باتری‌ها متفاوت است.

اولیه: این باتری‌ها قادر به شارژ الکتریکی نبوده و یک‌بار استفاده و شارژ می‌شوند. باتری‌های غیرقابل شارژ، سلول‌های خشک (باتری خشک) نیز نامیده می‌شوند. این باطری از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیستند.

ثانویه: منظور باطری‌هایی است که قابل شارژ هستند و بعد از تخلیه شارژ آن‌ها می‌توان دوباره آن‌ها را شارژ کرد.
نرخ تخلیه درونی باتری: باطری‌ها هنگامی که بدون استفاده بمانند شروع به تخلیه می‌کنند. نرخ این تخلیه در طی زمان یک پارامتر مهم برای هر باتری است.

سلول نمک مذاب: سلولی با یک الکترولیت شامل یک یا چند نمک مذاب بدون آب است. نمک مذاب در حالت جامد بوده و توسط حرارت فعال می‌شود.

سلول قلیایی: سلولی که شامل یک الکترولیت قلیایی باشد.

سلول الکترولیت جامد: سلولی با یک الکترولیت جامع رسانه‌ای یونی است. این الکترولیت ممکن است شامل یدید نقره و نمک پلیمر باشد

باطری اضطراری: باتری که در هنگام قطع مدار الکتریکی در منبع تغذیه عادی انرژی الکتریکی مدار را تأمین می‌کند.
سلول ولتاژ استاندارد: سلولی که در دمای مشخص دارای یک ولتاژ ثابت مدار باز مشخص، به‌عنوان ولتاژ مرجع استفاده می‌شود.

سلول کاملاً آب‌بندی و درزبندی شده: سلولی حاوی گاز که بدون وسیله خروج فشار به‌صورت دائمی آب‌بندی شده است.
صفحه: الکترود سلول شامل یک گردآورنده جریان و مواد فعال است. صفحه گردآورنده جریان یک صفحه می‌تواند به شکل‌هایی از قبیل چاک‌دار، شبکه‌ای و غیره باشد.

صفحه منفی: جزئی از سلول حاوی مواد فعال که به‌طور قراردادی در طی دشارژ در آن واکنش اکسیداسیون رخ می‌دهد.

صفحه مثبت: جزئی از سلول حاوی مواد فعال که به‌طور قراردادی در طی دشارژ در آن واکنش احیا رخ می‌دهد.

جداساز: جزئی از سلول از جنس مواد عایق برای حفظ فاصله بین صفحات با شارژ برعکس یا بین بسته صفحه و بدنه.

بدنه: قسمتی برای بسته یا بسته‌هایی از سختی‌ها و الکترولیت یک سلول از جنس مواد غیرقابل نفوذ نسبت به الکترولیت. سرپوش سلول: قسمت مورد استفاده برای بستن بدنه که به‌طور معمول دارای سوراخ‌هایی برای پر کردن، روکش‌دار کردن، خروج گازها، ترمینال و غیره است.

باطری تک بلوک: باتری شامل چندین بخش مجزای سلول که به‌صورت الکتریکی متصل شده و هرکدام در یک خانه با مجموعه‌ای شامل الکترودها، الکترولیت، ترمینال‌ها یا اتصالات داخلی مناسب قرار گرفته‌اند.

جلد: عبارت است از بخشی از پوشش خارجی یک سلول یا کل آن که می‌تواند از جنس فلز پلاستیک کاغذ و یا دیگر مواد مناسب باشد.

الکترود: الکترود که به‌صورت الکتریکی به پایانه یک سلول متصل شده و در اتصال الکتریکی و الکترولیت آن سلول‌ها موجب



ایجاد واکنش الکتروود می‌شود.

ترمینال: قسمت رسانا یک وسیله، مدارهای الکتریکی یا شبکه الکتریکی که برای اتصال آن وسیله، مدار یا شبکه الکتریکی به یک یا چند اتصال‌دهنده خارجی فراهم شده است.

پوشش ترمینال: روکش مواد عایقی مورد استفاده برای جلوگیری از اتصال الکتریکی با سلول یا ترمینال باطری.
ترمینال منفی: قسمت رسانای قابل دسترس است که برای اتصال یک مدار الکتریکی خارجی به الکتروود منفی یک سلول فراهم شده است.

ترمینال مثبت: قسمت رسانای قابل دسترس است که برای اتصال یک مدار الکتریکی خارجی به الکتروود مثبت یک سلول فراهم شده است.

آند: به صورت قراردادی، الکتروود سلول که در آن واکنش اکسیداسیون روی می‌دهد.

کاتد: به صورت قراردادی، الکتروود سلول که در آن واکنش احیا روی می‌دهد.

باتری بزرگ: باتری که جمع الکتروولیت محتوی آن بیش از ۵۰۰ گرم است.

سلول بزرگ: سلولی که جمع الکتروولیت محتوی آن بیش از ۱۲ گرم است.

شارژ دومرحله‌ای: روش شارژ بکار رفته در باتری ثانویه با استفاده از دو سطح شدت شارژ همراه با کنترل فیدبک برای شروع تغییرات از سرعت شارژ بالا به پایین.

شارژ با ولتاژ ثابت: شارژی که در طی آن (بدون در نظر گرفتن جریان شارژ یا دما) مقدار ولتاژ ثابت نگه‌داشته می‌شود.

شارژ با ولتاژ ثابت تعدیل شده: شارژ با ولتاژ ثابتی که در آن جریان الکتریکی نسبت به مقدار قبلی محدود شده است.
فعال سازی فرآیند پایانی که به وسیله آن اجزاء متشکله فعال الکتروشیمیایی یک سلول موجب تکمیل عملکرد و ارائه انرژی الکتریکی می‌شود. فعال سازی عبارت است از: به عنوان مثال، ارائه و معرفی الکتروولیت یا مایع یا مواد فعال گازی توسط واکنش آتش‌زایی و دیگر وسایل.

غیرفعال: حالتی از یک سلول یا باتری که در آن اجزاء متشکله الکتروشیمیایی هنوز موجب تکمیل عملکرد نشده‌اند تا قادر به تحویل انرژی الکتریکی شوند.

الکتروولیت: ماده‌ای مایع یا جامد شامل یون‌های متحرک که موجب رسانایی یونی می‌شود.

بقای الکتروولیت: قابلیت یک سلول یا باتری از نظر حفظ الکتروولیت در شرایط محیطی و مکانیکی مشخص است.

نشتی: تخلیه بی‌برنامه الکتروولیت، گاز یا دیگر مواد از یک سلول یا باتری است.

مواد فعال: موادی که با واکنش‌های شیمیایی خود در هنگام دشارژ سلول، انرژی الکتریکی تولید می‌کنند. در سلول‌های ثانویه، مواد فعال در طی شارژ به حالت اصلی برمی‌گردند.

مخلوط مواد فعال: مخلوطی از موادی که همراه با اجزاء و افزودنی‌های دیگر، با واکنش‌های شیمیایی خود انرژی الکتریکی تولید می‌کنند.

سینی باتری: ظرفی همراه با کف و دیواره‌ها برای نگهداری چندین سلول یا باتری.



شرکت ملی گاز ایران
بهداشت، ایمنی و محیط زیست

دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98

صفحه ۱۱ از ۶۲

کابل خروجی: کابلی که مورد استفاده برای اتصال الکتریکی ترمینال‌های باتری، بار و / یا شارژر فراهم شده است.

واکنش الکتروشیمیایی: یک واکنش شیمیایی شامل اکسیداسیون یا احیاء اجزاء شیمیایی همراه با انتقال الکترون‌ها به مواد فعال یا بالعکس. واکنش‌های الکتروود می‌توانند شامل واکنش‌های شیمیایی دیگر همراه با واکنش‌های فرعی الکتروود سلول باشند.

دوقطبی شدن الکتروود: اختلاف بین پتانسیل الکتروود با شدت جریان و پتانسیل الکتروود بدون شدت جریان، یعنی پتانسیل **واژگونی سلول:** برگشت قطبیت الکتروودهای یک سلول، ناشی از دشارژ اضافی یک سلول کم ظرفیت در دسته‌بندی‌های سری است.

دوقطبی شدن فعال سازی: قسمتی از دوقطبی شدن الکتروود، ناشی از مرحله انتقال شارژ واکنش الکتروود است. واکنش فرعی: واکنش ناخواسته و اضافی در یک سلول که موجب شارژ ناکافی، افت ظرفیت - طول عمر یا عملکرد می‌شود. ظرفیت (برای سلول‌ها یا باتری‌ها): بار الکتریکی که یک سلول یا باتری در شرایط دشارژ مشخص شده، تحویل دهد. ظرفیت پس ماند: ظرفیت باقی مانده در یک سلول یا باتری در اثر یک دشارژ، کارکرد یا انبارش در شرایط آزمون مشخص شده است.

ظرفیت حجمی: خارج قسمت ظرفیت یک سلول یا باتری بر حجم آن ظرفیت حجمی است.

دوام باتری: عملکرد تعریف شده به صورت کمی یک باتری در طی آزمون برای شبیه سازی شرایط کاری مشخص شده. **آزمون انبارش:** آزمون انجام شده برای اندازه گیری افت ظرفیت، ولتاژ مدار باز، جریان اتصال کوتاه یا دیگر مقادیر بعد از انبارش در شرایط مشخص شده.

عمر مفید: دوره کامل عمر مفید یک سلول یا باتری در شرایط کارکرد و بهره برداری

- برای باتری‌های اولیه، طول عمر کل زمان دشارژ با ظرفیت در شرایط مشخص شده است.
- برای سلول‌ها و باتری‌های ثانویه، طول عمر بر حسب زمان، تعداد چرخه‌های شارژ-دشارژ یا ظرفیت بر حسب آمپرساعت (Ah) است.

عمر انبارش: عمر مفید مدت زمانی که در شرایط مشخص شده، قابلیت باتری در انجام وظایف مشخص تا پایان آن زمان حفظ می‌شود.

آزمون کار دائم: آزمون کار با دشارژ بدون وقفه.

باتری هوا - فلز: باتری اولیه با الکتروولیت قلیایی یا نمک دار که در آن اکسیژن جو به عنوان ماده فعال در الکتروود مثبت و یک فلز به عنوان ماده فعال در الکتروود منفی به کار گرفته می‌شوند.

باتری هوا - روی آلکالاین: باتری هوا - فلز با الکتروولیت قلیایی و الکتروود منفی از جنس روی.

باتری اکسید نقره - روی: باتری اولیه با یک الکتروولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس اکسید نقره و یک الکتروود منفی از جنس روی.

باتری هوا - روی الکتروولیت نامشخص: باتری هوا - فلز با یک الکتروولیت نمک دار و یک الکتروود منفی از جنس روی.



باتری کلرید روی: باتری اولیه با یک الکترولیت نمکی با پایه کلرید روی، یک الکتروود مثبت از جنس دی‌اکسید منگنز و یک الکتروود منفی از جنس روی.

باتری کربن - روی: باتری اولیه نظیر باتری‌های کلرید روی یا لکلانشه.

باتری لکلانشه: باتری اولیه با الکترولیت نمکی با پایه کلرید آمونیم و کلرید روی، یک الکتروود مثبت از جنس دی‌اکسید منگنز و یک الکتروود منفی از جنس روی.

باتری مونو فلوراید کربن لیتیم: باتری اولیه با الکترولیت غیرآبی، یک الکتروود مثبت از جنس مونو فلوراید کربن و یک الکتروود منفی از جنس لیتیم.

باتری اکسید سرب - سرب: باتری سرب - اسیدی باتری ثانویه با یک الکترولیت آبی با پایه اسیدسولفوریک رقیق، یک الکتروود مثبت از جنس دی‌اکسید سرب و یک الکتروود منفی از جنس سرب است.

باتری اکسید نیکل - کادمیوم: باتری نیکل - کادمیوم باتری ثانویه با یک الکترولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس اکسید نیکل و یک الکتروود منفی از جنس کادمیوم است.

باتری اکسید نیکل - آهن: باتری نیکل - آهن باتری ثانویه با یک الکترولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس اکسید نیکل و یک الکتروود منفی از جنس آهن است.

باتری نیکل - روی: باتری ثانویه با یک الکترولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس اکسید نیکل و یک الکتروود منفی از جنس روی است.

باتری اکسید نقره - کادمیوم: باتری ثانویه با یک الکترولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس اکسید نقره و یک الکتروود منفی از جنس کادمیوم است.

باتری نقره - روی: باتری ثانویه با یک الکترولیت قلیایی، یک الکتروود مثبت از جنس نقره و یک الکتروود منفی از جنس روی است.

باتری لیتیم یون: باتری ثانویه با یک الکترولیت معدنی حلال و الکترودهای منفی و مثبت که در آن از یک ترکیب حاوی لیتیم استفاده می‌شود. یک باتری لیتیم یون شامل لیتیم فلز نیست.

باتری هیبرید نیکل - فلز: باتری ثانویه با یک الکترولیت آبی با پایه هیدروکسید پتاسیم، یک الکتروود مثبت حاوی نیکل به صورت هیدروکسید نیکل و یک الکتروود منفی از جنس هیدروژن به شکل هیبرید فلز.

کلاهیک منفذ: قطعه‌ای نصب شده در سوراخ پر کن یک سلول با پیش‌بینی خروج گاز حاصل از الکترولیز از سلول است.

راک باتری: نگه‌دارنده ایستاده یا قفسه‌ای با یک یا چند ردیف یا طبقه برای نصب محفظه‌های سلول‌ها یا تک خانه در یک باتری ساکن است.

باتری بدون نیاز به مراقبت: باتری ثانویه‌ای که در طی مدت عمر خود نیازی به مراقبت ندارد، مشروط بر اینکه شرایط کارکرد مشخص شده برآورده شده باشد.

قابلیت راه‌اندازی: قابلیت یک باتری در تأمین قدرت راه‌اندازی موتور احتراقی در شرایط مشخص شده.

شارژ کردن یک باتری: کار کردی که در آن یک باتری یا سلول ثانویه با تأمین انرژی الکتریکی از یک مدار خارجی، منجر به ایجاد تغییرات شیمیایی درون سلول شده و بدین گونه انبارش انرژی به صورت انرژی شیمیایی صورت می‌گیرد.

چرخه (سلول یا باتری): مجموعه‌ای از کارکردهای انجام‌شده بر روی سلول یا باتری ثانویه و تکرار منظم آن در همان ترتیب. در یک باتری ثانویه، این کارکردها شامل ترتیبی از دشارژ و شارژ و یا شارژ و دشارژ در شرایط مشخص شده است. این ترتیب شامل دوره استراحت نیز است.

باتری شارژ شده با الکترولیت کم: باتری ثانویه شارژ شده‌ای که سلول‌ها در صفحات و سپراتورهای آن، مقدار کمی الکترولیت جذب نموده باشد.

باتری شارژ خشک: حالتی از انواع باتری‌های ثانویه که سلول‌های آن فاقد الکترولیت بوده و صفحات داخلی آن خشک و شارژ شده باشند.

باتری خالی دشارژ شده: باتری پر نشده دشارژ شده باتری ثانویه و شارژ شده‌ای که سلول‌های آن فاقد الکترولیت بوده و یا الکترولیت سلول‌ها تخلیه و سپس نسبت به هوا آب‌بندی شده باشد.

باتری شارژ شده پر: حالتی از انواع باتری ثانویه که در آن سلول‌ها دارای الکترولیت و صفحات آن شارژ شده است.
باتری دشارژ شده پر: حالتی از یک باتری ثانویه‌ای که سلول‌های آن دارای الکترولیت بوده ولی صفحات داخلی آن دشارژ شده است.

سلول خشک ساخته نشده: حالتی در انواع سلول ثانویه که هنوز با الکترولیت پر نشده و مواد فعال هنوز در معرفی فرآیند قرار نگرفته‌اند.

پایه باتری: پایه نگهدارنده، از جنس مواد عایقی برای سلول‌های ثانویه ساکن، باتری‌ها یا باتری‌های تک خانه.

جعبه حمل باتری: محفظه‌ای با دیواره‌های چهارچوب مانند برای نگهداری چندین سلول یا باتری.

شارژ شناور باتری: باتری ثانویه‌ای که ترمینال‌های آن به طور دائم به یک منبع تغذیه با ولتاژ ثابت متصل بوده تا باتری را تقریباً در حالت شارژ کامل نگه‌داشته و هم‌زمان در صورت قطع موقت منبع تغذیه عادی یک منبع تغذیه با مدار الکتریکی در نظر گرفته شود.

پذیرش شارژ: قابلیت یک باتری ثانویه در زیاد کردن حالت شارژ آن تحت شرایط مشخص شده.

شارژ تشدید شده: شارژ تسریعی بکار رفته، بیشتر از مقادیر معمولی جریان‌های الکتریکی یا ولتاژ (برای یک طرح منحصر به فرد) در طی یک بازه زمانی کوتاه مدت

شارژ با جریان ثابت: شارژی که در طی آن صرف‌نظر از ولتاژ یا دمای باتری، جریان الکتریکی در یک مقدار ثابت نگه‌داشته شده است.

بازده شارژ: نسبت بار الکتریکی تخلیه‌شده از یک باتری ثانویه به بار الکتریکی تأمین‌شده در طی شارژ پیشین.

شارژ برابری: ادامه شارژ برای اطمینان از شارژ برابر تمامی سلول‌های یک باتری.

ضریب شارژ: ضریبی که در مقدار الکتریسیته دشارژ ضرب می‌شود تا مقدار الکتریسیته مورد نیاز شارژ یک باتری برای بازیافت

حالت اصلی شارژ، تعیین شود. ضریب شارژ، عکس بازده شارژ است.

شارژ کامل: حالتی از شارژ که در آن تمام مواد فعال در دسترس در وضعیتی هستند که شارژ در شرایط انتخاب شده، باعث افزایش فراوانی در ظرفیت نشود.

شارژ اولیه: انجام اولین شارژ بر روی یک باتری ثانویه نو در شروع طول عمر آن.

اضافه شارژ: ادامه دادن به شارژ یک باتری یا سلول ثانویه کاملاً شارژ. همچنین اضافه شارژ عبارت است از یک شارژ بیش از حد معین شده توسط سازنده.

شدت شارژ (مربوط به باتری‌ها و سلول‌های ثانویه): جریان الکتریکی که در آن یک باتری یا سلول ثانویه شارژ می‌شود.

بازده انرژی: نسبت انرژی الکتریکی به دست آمده در طی دشارژ باتری ثانویه به انرژی الکتریکی تأمین شده برای باتری در طول شارژ پیشین.

گریز حرارتی: شرایط ناپایدار به وجود آمده در طول شارژ با ولتاژ ثابت که در آن نرخ اتلاف حرارتی باعث افزایش دمای پیوسته همراه با افزایش بیشتر جریان شارژ و در نتیجه خرابی باتری می‌شود. در باتری‌های لیتیم، گریز حرارتی باعث ذوب لیتیم می‌شود.

ولتاژ پایانی شارژ: ولتاژ به دست آمده در پایان مرحله شارژ در جریان ثابت مشخص شده. ولتاژ پایانی قطع شارژ در آغاز مراحل پایانی فرآیند شارژ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سل (ثانویه) آب بندی شده بدون خروج گاز^۱: سل ثانویه‌ای که بسته بوده و زمانی که در محدوده شارژ و دمای مشخص شده توسط تولیدکننده، کار می‌کند، گاز یا مایعی از آن آزاد نمی‌گردد. سل جهت جلوگیری از خطرات فشار داخلی بالا، ممکن است به یک وسیله ایمن، مجهز گردد. سل نیازی به افزایش الکترولیت نداشته و به گونه‌ای طراحی می‌گردد که در طول دوره کارکرد، حالت آب بندی اصلی خودش را حفظ کند.

باتری ساکن^۲: باتری ثانویه‌ای که جهت کار در یک محل ثابت به کار رفته و در طول دوره عمر کارکردش برحسب عادت از محلی به محل دیگر جابجا نمی‌گردد. این باتری، دائماً متصل به یک منبع تغذیه DC (تجهیزات ثابت و غیر متحرک) است.

سل (ثانویه) منفذ دار^۳: یک سل ثانویه با سرپوشی که دارای مسیر باز جهت خروج محصولات گازی است.

سل (ثانویه) با شیرهای قابل تنظیم^۴: سل ثانویه‌ای که در شرایط عادی بسته بوده ولی به گونه‌ای، طراحی شده است که زمانی که فشار داخلی باتری از مقدار مشخص، تخطی کند، به گاز اجازه خروج می‌دهد. در حالت عادی در این نوع سل‌ها، الکترولیت نمی‌تواند اضافه گردد.

میزان تخلیه^۱: درصد ظرفیت اسمی تخلیه شده از یک باتری.

تخلیه کامل: حالتی از شارژ سلول یا باتری برابر با ۱۰۰ درصد میزان تخلیه.

آسیب: جراحت فیزیکی یا صدمه به سلامتی انسان یا صدمه به اموال یا محیط زیست.

¹ Gas Tight Sealed (Secondary) Cell

² Stationary Battery

³ Vented (Secondary) Cell

⁴ Valve Regulated (Secondary) Cell

استفاده غلط قابل پیش‌بینی ۳: استفاده از یک محصول، فرآیند یا خدمت به روشی که منظور تأمین‌کننده نبوده ولی ممکن است در نتیجه عادات قابل پیش‌بینی انسان رخ دهد.

استفاده مورد نظر: استفاده از یک محصول، فرآیند یا خدمت مطابق با اطلاعاتی که به‌وسیله تأمین‌کننده فراهم‌شده است.

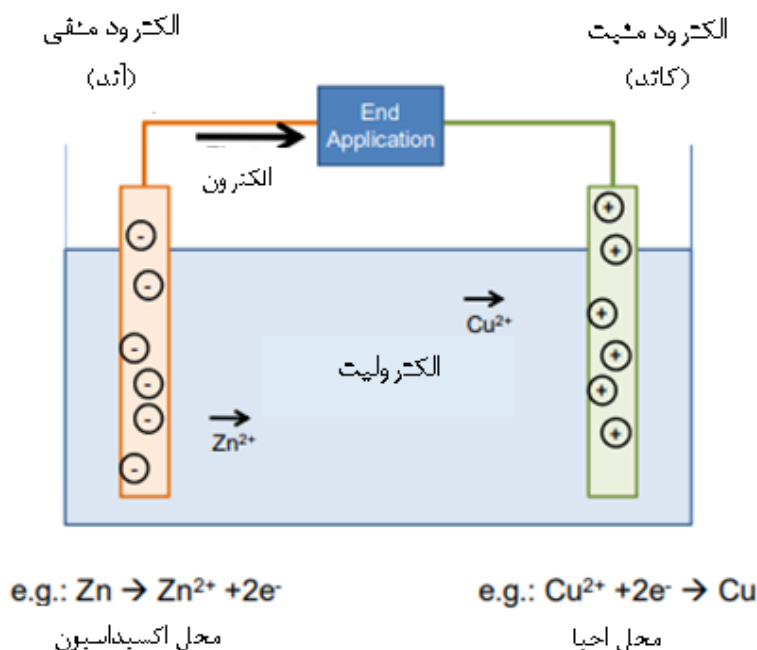
۵- مراجع و مستندات

- [1] IEC 62133-2:2017, " Secondary Cells and Batteries Containing Alkaline or Other Non-Acid Electrolytes - Safety Requirements for Portable Sealed Secondary Cells, and for Batteries Made From Them, for Use in Portable Applications".
- [2] IEC 60086-2:2015, " Primary batteries - Part 2: Physical and electrical specifications ".
- [3] IEC 62485-1:2015, "Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 1: General safety information".
- [4] IEC 62485-4:2015 "Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 4: Valve-regulated lead-acid batteries for use in portable appliances"
- [5] IEC 60086-4:2019 "Primary batteries - Part 4: Safety of lithium batteries".
- [6] IEC 62485-4:2015 "Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 4: Valve-regulated lead-acid batteries for use in portable appliances".
- [7] " Establishing harmonised methods to determine the capacity of all portable and automotive batteries and rules for the use of a label indicating the capacity of these batteries", European Commission DG Environment Final report, September 2008
- [8] " A Guide to Understanding Battery Specifications", MIT Electric Vehicle Team, December 2008

۶- اقدامات

۶-۱- مقدمه

هر باتری از یک یا چند سلول کوچک داخلی تشکیل شده است. در باتری‌ها ممکن است سلول‌ها برای افزایش جریان باهم موازی شده یا برای افزایش ولتاژ باهم سری شوند، هر سلول شامل دونیم سلول است که به‌صورت سری توسط ماده‌ای الکترولیتی، شامل یون‌های مثبت و یون‌های منفی که رسانای الکتریکی است به هم متصل هستند. با اتصال باتری به مصرف‌کننده، یون‌های منفی از طریق سیم هادی به مصرف‌کننده وارد شده و بعد از ایجاد انرژی در آن (انرژی گرمایی بر اثر عبور از یک مقاومت یا انرژی جنبشی بر اثر القا یا انرژی نور بر اثر پرتاب و...) به سمت یون‌های مثبت حرکت می‌کنند و به‌تدریج یون‌های مثبت (که در اینجا حفره‌ها هستند) را خنثی می‌کنند. باگذشت زمان یون‌های مثبت بیشتری خنثی شده و به‌تدریج انرژی باتری کم شده و مقاومت داخلی آن افزایش می‌یابد. در این حالت بعد از گذشت مدت‌زمانی که معمولاً با آمپرساعت باتری مشخص می‌شود باتری به‌صورت کامل تخلیه می‌شود. شکل (۶-۱) اصول اولیه عملکرد باتری



شکل (۶-۱) اصول اولیه عملکرد باتری

۶-۲- تقسیم‌بندی باتری‌ها

باتری‌ها را به روش‌های مختلف دسته‌بندی می‌کنند در ادامه مهم‌ترین روش‌های دسته‌بندی آمده است.

۶-۲-۱- تقسیم‌بندی باتری از نظر حالت الکترولیت

- باتری خشک (dry): الکترولیت این نوع باتری‌ها جامد می‌باشند. این نوع باتری‌ها قابل شارژ نیستند. یکی از پرکاربردترین نوع باتری‌ها هستند و انواع گوناگونی دارند. باتری‌های لکلانسه و بعضی از باتری‌های قلیایی از انواع باتری خشک محسوب می‌شوند. باتری قلمی معروف‌ترین نوع این باتری‌ها است که در اکثر وسایل الکترونیکی از قبیل ساعت دیواری، کنترل تلویزیون و... بکار می‌رود. باتری‌های خشک معمولاً برای مدارهایی که جریان کمی مصرف می‌کنند، ایدئال هستند.

اگر جریان زیادی از باتری خشک کشیده شود، به سرعت دشارژ می‌شود و ولتاژ باتری شروع به کم شدن می‌کند در این صورت عمر مفید باتری کاهش می‌یابد. علت این کاهش ولتاژ این است که در درون باتری و در اطراف کاتد (قطب مثبت) و آند (قطب منفی) گازهایی مانند هیدروژن (H_2) و آمونیاک (NH_3) تولید می‌شود که لایه‌ای عایق در داخل باتری ایجاد می‌کنند و مانع از عبور جریان می‌شوند.

- باتری تر (wet): این باتری‌ها دارای الکترولیت مایع می‌باشند، مثل باتری‌های مورد استفاده در خودروها.

نکته:

امروزه نوعی باتری‌ها به بازار ارائه شده که الکترولیت آن نه کاملاً جامد مانند باتری قلمی و نه مایع مانند باتری‌های متداول خودروها، الکترولیت این باتری‌ها مانند ژل می‌باشند. این باتری‌ها، باتری‌های با مراقبت کم (free-maintenance) یا (low-maintenance) نامیده می‌شوند. البته شاید بتوان آن‌ها را در دسته باتری‌های خشک قرارداد.

۶-۲-۲- تقسیم‌بندی باتری از نظر جنس الکترولیت و صفحات

باتری سربی-اسیدی^۱، باتری نیکل-کادمیوم^۲، باتری هوا-روی^۳، باتری آلکالاین^۴ و غیره بر اساس جنس الکترولیت و صفحات آن‌ها نام‌گذاری شده‌اند. معمولاً باتری‌های خودروها از نوع باتری‌های سربی-اسیدی می‌باشند چراکه اولاً هزینه ساخت آن کمتر از انواع دیگر است و ثانیاً محدوده دمایی مناسب برای بهترین کارایی آن نسبت به سایر باتری‌ها گسترده‌تر است. آمپر و ولتاژ آن نیز در محدوده دمایی مناسب است.

۶-۲-۳- تقسیم‌بندی باتری‌های ثانویه و اولیه

این دسته‌بندی مهم‌ترین نوع دسته‌بندی باتری‌ها به شمار می‌رود. باتری‌ها به دودسته اولیه (Primary) و ثانویه (Secondary) تقسیم می‌شوند. در باتری‌های اولیه با مصرف مواد شیمیایی داخل باتری، عمر باتری به پایان می‌رسد، درحالی‌که باتری‌های ثانویه قابلیت شارژ مجدد دارند.

۶-۲-۳-۱- باتری‌های اولیه

باتری‌های ارزان‌قیمت AA، C و باتری‌های خشک نوع D، در این دسته قرار می‌گیرند. در این باتری‌ها از کربن و روی به‌عنوان الکتروود و از یک خمیر اسیدی به‌عنوان الکترولیت استفاده می‌شود. این باتری‌ها، ولتاژ ۱/۵ ولت تولید می‌کنند. باتری‌های قلیایی (Alkaline) که توسط شرکت‌هایی چون Duracell و Energizer عرضه می‌شوند، به جای کربن از اکسید منیزیم استفاده می‌کنند و همان‌طور که از نام باتری پیداست، الکترولیت اسیدی با یک ماده قلیایی جایگزین شده است. این باتری‌ها نیز خروجی ۱/۵ ولت دارند. جدول (۶-۱) تقسیم‌بندی باتری‌های اولیه بر اساس استاندارد IEC 60086-2 را نشان می‌دهد.

۶-۲-۳-۲- باتری‌های ثانویه

در باتری‌های ثانویه، با وصل کردن باتری مصرف‌شده به جریان الکتریسیته، ترکیب شیمیایی مواد داخل باتری به حالت اولیه بازگشته و امکان استفاده مجدد از باتری فراهم می‌شود. باین‌حال به دلایلی چون خوردگی داخلی، از دست رفتن ماده الکترولیت و مواد فعال داخل باتری، این نوع باتری‌ها را تنها به تعداد معین و محدود می‌توان شارژ مجدد کرد. باتری‌های اتومبیل، نمونه‌ای از باتری‌های قابل شارژ هستند که سرب و اکسید سرب، الکتروودها و یک اسید قوی، الکترولیت آن را تشکیل

¹ Lead Acid

² Nickel-Cadmium

³ Zinc-Air

⁴ Alkaline

صفحه ۱۸ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	--	--

می‌دهد.

جدول (۶-۱) تقسیم‌بندی باتری‌های اولیه بر اساس استاندارد IEC 60086-2

دسته‌بندی	نوع	شرح و استفاده معمول از نوع
Category 1	R1, R03, R6P, R6S, R14P, R14S	روشنایی قابل حمل، کنترل از راه دور، رادیو، دوربین، ضبط صوت، اسباب‌بازی و غیره
	R20P, R20S, 2R10, LR8D425, LR1	روشنایی قابل حمل، ضبط صوت، رادیو، اسباب‌بازی و غیره
	LR03, LR6, LR14, LR20	باتری‌های قلیایی - اسباب‌بازی، رادیو، کنترل از راه دور، ماشین حساب، دوربین...
Category 2	CR14250, CR15H270, CR17345, CR17450, BR17335 ²³	باتری لیتیوم برای دوربین
Category 3	LR9, LR53, CR11108	سلول‌های دکمه - باتری برای دوربین
Category 4	PR70, PR41, PR48, PR44	سلول‌های دکمه - روی هوا، باتری سمعک
	LR41, LR55, LR54, LR43, LR44	سلول‌های دکمه - سمعک، ساعت، ماشین حساب، کارت ملودی، اسباب‌بازی‌های الکترونیکی، وسایل الکترونیکی، فن‌دک، عکس، کنترل از راه دور و تجهیزات عکاسی
	SR62, SR63, SR65, SR64, SR60, SR67, SR66, SR58, SR68, SR59, SR69, SR41, SR57, SR55, SR48, SR56, SR54, SR42, SR43, SR44	سلول‌های دکمه - ساعت (با زنگ و لامپ)، ماشین حساب، اسباب‌بازی‌های الکترونیکی و غیره
	CR1025, CR1216, CR1220, CR1616, CR2012, CR1620, CR2016, CR2025, CR2320, CR2032, CR2330, CR2430, CR2354, CR3032, CR2450	سلول‌های دکمه - پشتیبان گیری از حافظه کامپیوتر، تماشا، کنترل از راه دور، روشنایی، عکس‌ها
	BR1225, BR2016, BR2020, BR2320, BR2325, BR3032	سلول‌های دکمه - ساعت و باتری الکترونیکی
Category 5	R40	-
	4LR44	سلول دکمه‌ای، اسباب‌بازی الکترونیکی، عکس
	2CR13252	-
	4SR44	باتری اکسید نقره‌ای برای دوربین
	5AR40	باتری اکسیژن روی
	S4	
	3R12C, 3R12P, 3R12S, 3LR12	
	4LR61	کنترل از راه دور، امنیت
	BR-P2, CR-P2	باتری لیتیوم برای دوربین
	2CR5	باتری لیتیوم برای دوربین
	2EP3863	

صفحه ۱۹ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	---	--

فانوس، چراغ‌های جاده و سایر دستگاه‌های نورپردازی سنگین	4R25X, 4LR25X	Category 6
	4R25Y	
روی کلرید - فانوس، چراغ‌های جاده و سایر دستگاه‌های نورپردازی سنگین	4R25-2, 4LR25-2	
	6AS4	
	6AS6	
تمام دستگاه‌های الکترونیکی، به‌عنوان مثال اسباب‌بازی، کنترل از راه دور	6F22, 6LR61	
رادیو	6F100	

در باتری‌های نیکل-کادمیوم (NiCd)، کادمیوم و هیدروکسید نیکل نقش الکترود را داشته و هیدروکسید پتاسیم است. باتری‌های NiCd قادرند شدت جریان بسیار بالایی را تولید کنند و با شدت جریان بسیار بالا می‌توان آن‌ها را در مدت زمان کوتاهی شارژ کرد. این باتری‌ها از یک عیب بزرگ به نام اثر حافظه^۱ رنج می‌برند. زمانی که شارژ یک باتری NiCd به‌طور کامل تمام نشده باشد و اقدام به شارژ مجدد آن شود، دانه‌های کریستالی درون باتری تبلور یافته و رشد می‌کنند. این دانه‌ها، ظرفیت باتری را کاهش داده و حذف آن‌ها از باتری نیز دشوار است.

باتری‌های نیکل-هیبرید فلزی (NiMH) جایگزین بسیار مناسبی برای باتری‌های NiCd هستند، چراکه خصوصیات مشابه آن‌ها را داشته و از اثر حافظه نیز رنج نمی‌برند. هردوی این باتری‌ها، خروجی ۱/۲ ولت دارند. تمام باتری‌های قابل شارژ، اگر مدت زمان طولانی استفاده نشوند، مقداری از شارژ خود را از دست می‌دهند. برای مثال، وقتی از یک باتری NiMH برای مدت ۶ ماه استفاده نشود بین ۲۰ تا ۵۰ درصد شارژ خود را از دست خواهد داد. میزان هدر رفت شارژ به عواملی چون دمای نگهداری باتری بستگی دارد.

باتری‌های لیتیوم-یون (Li-ion) به‌طور گسترده در لپ‌تاپ‌ها و تلفن‌های همراه استفاده می‌شوند. این باتری‌ها از لیتیوم و کربن به‌عنوان الکترود استفاده می‌کنند. نسبت توان ذخیره‌شده به وزن باتری در این نوع باتری‌ها بسیار بالا بوده و سرعت از دست دادن شارژ به خاطر عدم استفاده نیز بسیار پایین است.

باتری‌های قابل شارژ نظیر NiMH، معمولاً به‌صورت بدون شارژ به فروش می‌رسند و برای استفاده باید ابتدا شارژ شوند. با این حال برخی از مدل‌های جدید این باتری‌ها با شارژ به فروش می‌رسند. جدول (۲-۶) جدول (۲-۶) ترکیب الکتروشیمیایی باتری‌های ثانویه و کاربرد آن‌ها را خاصه می‌کند.

¹ Memory Effect

جدول (۲-۶) ترکیب الکتروشیمیایی باتری‌های ثانویه و کاربرد آن‌ها

ترکیب الکتروشیمیایی	استفاده نهایی
Nickel Cadmium (NiCd)	بسیار متنوع است: این‌ها باتری‌های معمولی هستند، باتری‌های چندمنظوره برخی با باتری‌های اولیه قابل تعویض هستند
Nickel-metal Hydride (NiMH)	بسیار متنوع است: این‌ها باتری‌های معمولی هستند، باتری‌های چندمنظوره برخی با باتری‌های اولیه قابل تعویض هستند
Lithium Ion (Li-Ion)	تلفن همراه، وسیله صوتی قابل حمل
Lithium Polymer (Li-Polymer)	تلفن همراه، وسیله صوتی قابل حمل، لپ‌تاپ
Lead-acid	کاربردهای مربوط به سرگرمی

۳-۶- آزمون‌های ایمنی باتری‌های اولیه

برای انجام آزمون‌های اطمینان از ایمنی و صحت عملکرد باتری‌های اولیه، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- آزمون‌ها باید در دمای (20 ± 5) درجه سلسیوس انجام گیرند، مگر در روش آزمون غیرازاین دما تعیین شده باشد.
- باید در طول آزمون مراقبت‌های کافی انجام شود تا از ایجاد صدمه جلوگیری شود. این آزمون‌ها باید توسط تکنسین‌های مجرب و مجهز به تجهیزات حفاظتی کافی انجام شود.

- صحت کلیه مقادیر کنترل شده یا اندازه‌گیری شده، مرتبط با کمیت‌های واقعی یا مشخص شده باید حداکثر دارای مقدار خطای زیر باشند:

- ولتاژ: ± 1 درصد

- جریان: ± 1 درصد

- دما: ± 2 درجه سلسیوس

- زمان: ± 0.1 درصد

- ابعاد: ± 1 درصد

- ظرفیت: ± 1 درصد

- این خطاها شامل صحت وسایل اندازه‌گیری، فنون اندازه‌گیری استفاده شده و تمام دیگر منابع خطا در روش آزمون هستند.

- چنانچه برای انجام آزمون سلول‌های دیگری موردنیاز است، باید از نوع مشابه و ترجیحاً از نوع تولیدشده همان سلول تحت آزمون باشند.

- هرگاه آزمون به‌پیش تخلیه نیاز دارد، باتری‌ها یا سلول‌های تحت آزمون باید تا میزان تخلیه مربوطه به‌وسیله بار مقاومتی با نرخ ظرفیت به‌دست‌آمده یا با جریانی که سازنده مشخص کرده است، تخلیه شوند.

۳-۶-۱- معیارهای آزمون

- اتصال کوتاه در طول آزمون وقتی به وجود می‌آید که ولتاژ مدارباز سلول یا باتری بعد از آزمون کمتر از ۹۰ درصد

ولتاژ آن قبل از آزمون باشد. این الزام برای سلول‌ها و باتری‌های تحت آزمون در حالت‌هایی که تخلیه کامل شده‌اند، قابل اجرا نیست.

- **افزایش دمای اضافی** وقتی در طول آزمون رخ می‌دهد که دمای بدنه خارجی سلول یا باتری تحت آزمون به بیش از ۱۷۰ درجه سلسیوس برسد.
- **نشستی** وقتی در طول آزمون رخ می‌دهد که الکترولیت، گاز یا دیگر مواد از سلول یا باتری آزمون به روشی که منظور طراح نبوده است، ریزش کنند.
- **مقدار تلفات جرم ($\Delta m/m$)**، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

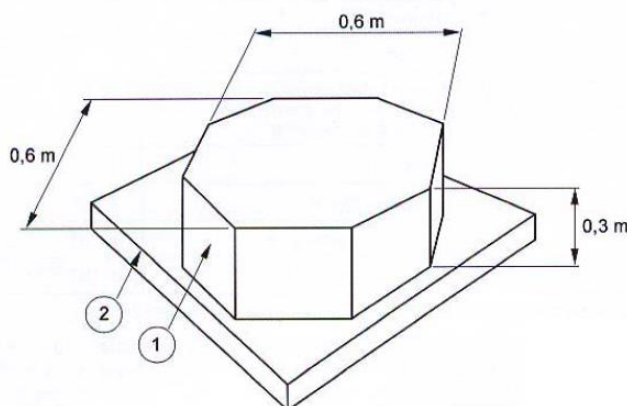
m = جرم قبل از آزمون، m_1 = جرم بعد از آزمون

تلفات جرم وقتی در آزمون رخ می‌دهد که از حداکثر مقادیر داده‌شده در جدول زیر فراتر رود.

جدول (۶-۳) حداکثر تلفات جرم

جرم باتری (g)	حداکثر تلفات جرم (%)
$1 \geq m$	0/5
$5 \geq m > 1$	0/2
$5 < m$	0/1

- **خروج گاز از منفذ** وقتی رخ می‌دهد که در هنگام آزمون گاز درونی باتری یا سلول در اثر افزایش فشار از طریق منفذ طراحی شده به این منظور به بیرون ریزش کند. این گاز ممکن است شامل مواد درونی نیز باشد.
- **آتش‌سوزی** وقتی رخ می‌دهد که در هنگام آزمون از باتری یا سلول شعله منتشر شود.
- **شکستگی** وقتی رخ می‌دهد که در هنگام آزمون، قوطی سلول یا بدنه باتری صدمه ببیند، در نتیجه گاز خارج شود، مایعات و مواد جامد به بیرون ریزش کنند، ولی انفجار رخ ندهد.
- **انفجار** وقتی رخ می‌دهد که در هنگام آزمون مواد جامد هر قسمت باتری یا سلول از صفحه مشبک نشان داده‌شده در شکل (۶-۲) نفوذ کنند، صفحه فولادی مشبک بر روی مرکز باتری یا سلول قرار می‌گیرد. صفحه باید از سیم‌های آلومینیومی تابیده‌شده با قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و چگالی ۶ تا ۷ سیم در سانتی‌متر، ساخته‌شده باشد.



شکل (۲-۶) صفحه مشبک با سیم آلومینیومی (۱) به شکل هشت‌وجهی قرار گرفته بر روی یک صفحه فولادی (۲)

۲-۳-۶- روش‌های آزمون‌ها

آزمون‌های ایمنی برای استفاده موردنظر (آزمون‌های A تا D) و کاربرد غلط قابل پیش‌بینی (آزمون‌های E تا M) را بیان می‌کند. جدول (۴-۶) شامل آزمون‌های موردنیاز برای بررسی ایمنی باتری‌های اولیه است. جدول (۵-۶) یک بررسی کلی از آزمون‌ها و الزامات برای استفاده موردنظر و کاربرد غلط قابل پیش‌بینی است.

۳-۳-۶- آزمون‌ها برای استفاده موردنظر

۱-۳-۳-۶- آزمون A، ارتفاع

این آزمون جابجایی هوا تحت شرایط فشار پایین را شبیه‌سازی می‌کند.

• روش آزمون

- باتری‌ها و سلول‌های تحت آزمون باید در فشار ۱۱/۶ کیلو پاسکال یا کمتر به مدت حداقل ۶ ساعت در

دمای محیط نگهداری شوند.

• الزامات

هیچ‌گونه تلفات جرم، نشتی، خروج گاز از منفذ، اتصال کوتاه، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام آزمون نباید رخ دهد.

جدول (۴-۶) آزمون‌های موردنیاز برای بررسی ایمنی باتری‌های اولیه است

نام آزمون													شکل باتری	
M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A		
**✓	*✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	سلول یا باتری تک سلولی	
کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	✓	✓	✓	کاربرد ندارد ***	کاربرد ندارد ***	کاربرد ندارد ***	✓	✓	✓	✓	✓	باتری چند سلولی	
تشریح آزمون														
آزمون های کاربرد غلط قابل پیش بینی													آزمون های مورد نظر	
E: اتصال کوتاه خارجی S F: ضربه G: لشدگی H: تخلیه تحت فشار I: شارژ غیرعادی J: سقوط آزاد K: گرمای نامناسب L: نصب غیر صحیح M: اضافه تخلیه													A: ارتفاع B: چرخه گرمایشی C: ارتعاش D: شوک	
* - فقط برای کدهای مشخصه CR17345, CR15H270 و انواع باتری های مشابه با ساختار مارپیچی که به صورت نادرست نصب و شارژ شده باشند، کاربرد دارد. ** - فقط برای کدهای مشخصه CR17345, CR15H270 و انواع باتری های مشابه با ساختار مارپیچی که اضافه تخلیه شده باشند، کاربرد دارد. *** - آزمون باتری الزامی نیست، ولی سلول های جزئی باید آزمون شوند.														

صفحه ۲۴ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	--	--

جدول (۵-۶) بررسی کلی از آزمون‌ها و الزامات برای استفاده موردنظر و کاربرد غلط قابل پیش‌بینی

نوع آزمون	نام آزمون	تشریح آزمون	الزامات
آزمون‌های استفاده موردنظر	A	ارتفاع	NM,NL,NV,NC,NR,NE,NF
	B	چرخه گرمایشی	NM,NL,NV,NC,NR,NE,NF
	C	ارتعاش	NM,NL,NV,NC,NR,NE,NF
	D	شوک	NM,NL,NV,NC,NR,NE,NF
آزمون‌های کاربرد غلط قابل پیش‌بینی	E	اتصال کوتاه بیرونی	NT,NR,NE,NF
	F	ضربه	NT,NE,NF
	G	له‌شدگی	NT,NE,NF
	H	تخلیه تحت فشار	NE,NF
	I	شارژ غیرعادی	NE,NF
	J	سقوط آزاد	NV,NE,NF
	K	گرمای نامناسب	NE,NF
	L	نصب غیر صحیح	NE,NF
	M	تخلیه بیش از ظرفیت	NE,NF
آزمون‌های A تا E باید بر روی باتری یا سلول مشابه و به‌صورت متوالی و به‌هم‌پیوسته انجام گیرند. آزمون‌های F و G بافاصله انجام می‌گیرند. فقط یکی از آن‌ها باید پیوسته باشد، یعنی آزمونی که توسط سازنده بیشترین شباهت را برای اتصال کوتاه داخلی برای طراحی سلول مربوط داشته است.			
NF: بدون آتش‌سوزی NT: بدون بالا رفتن دمای بیش‌ازحد NV: بدون خروج گازها از منفذ NR: بدون شکستگی NL: بدون نشستی NC: بدون اتصال کوتاه NM: بدون تلفات جرم NE: بدون انفجار			

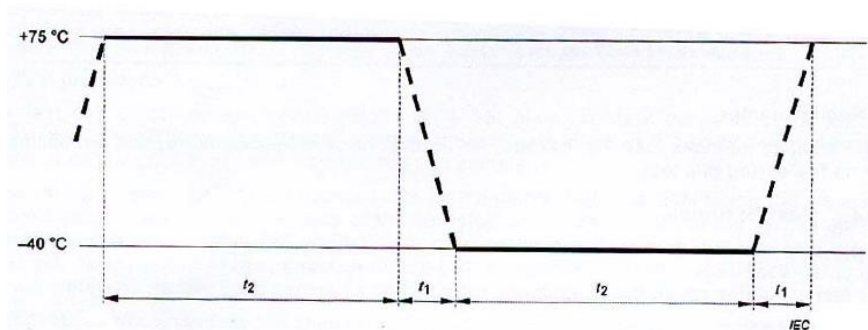
۶-۳-۲- آزمون B، چرخه گرمایشی

این آزمون سالم بودن درزبندی سلول یا باتری و ارتباطات الکتریکی درونی آن را ارزیابی می‌کند. این آزمون با استفاده از چرخه دما هدایت می‌شود.

• روش آزمون

- سلول‌ها و باتری‌ها باید حداقل ۶ ساعت در دمای آزمون ۷۵ درجه سلسیوس نگهداری شوند.
 - سپس حداقل ۶ ساعت در دمای آزمون (۴۰-) درجه سلسیوس انبارش شوند. حداکثر زمان برای انتقال آن‌ها به هر دما باید ۳۰ دقیقه باشد.
 - هر باتری یا سلول تحت آزمون باید ۱۰ مرتبه این آزمون را تحمل کند.
 - بعدازاین آزمون‌ها باتری یا سلول حداقل ۲۴ ساعت در دمای محیط نگهداری می‌شود.
- برای باتری‌ها و سلول‌های بزرگ مدت‌زمان در معرض گذاری دماهای آزمون باید حداقل ۱۲ ساعت به‌جای ۶ ساعت باشد.
- این آزمون باید به‌صورت پیوسته بر روی سلول‌ها و باتری‌هایی که قبلاً آزمون ارتفاع را گذرانده‌اند، انجام گیرد. شکل (۳-۶)

تغییر دما در روش چرخه گرمایی را توضیح می‌دهد.



شکل (۳-۶) روش چرخه گرمایی، $t_2 \geq 6h$, $t_1 \leq 30min$ (برای سلول‌ها و باتری‌های بزرگ ۱۲ ساعت)

• الزامات

هیچ‌گونه تلفات جرم، نشتی، خروج گاز از منفذ، اتصال کوتاه، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام آزمون نباید رخ دهد.

۳-۳-۳-۶-۳-۳-۳-۶ آزمون C، ارتعاش

این آزمون، ارتعاش در هنگام حمل و نقل را شبیه‌سازی می‌کند.

جدول (۶-۶) مشخصات ارتعاش (سینوسی)

تعداد چرخه‌ها	محور	مدت‌زمان چرخه لگاریتمی (7Hz-200Hz-7Hz)	دامنه ارتعاش	دامنه فرکانس	
				تا	از
12	X	15 دقیقه	$a_1=1g_n$	f_2	$f_1=7\text{ Hz}$
12	Y		S=0 8. mm	f_3	f_2
12	Z		$a_2=8g_n$	$f_4=200\text{ Hz}$	f_3
36	کل		و بازگشت به $f_1=7\text{ Hz}$		
یادآوری- دامنه ارتعاش حداکثر مقدار قدر مطلق تغییر مکان یا شتاب است. برای مثال، دامنه جابجایی 0/8 میلی‌متر متناسب با جابجای قله تا قله 1/6 میلی‌متر است.					
f_1, f_4: حد بالا و پایین فرکانس f_2, f_3: فرکانس‌های میانی، ($f_2=17.62\text{ Hz}$, $f_3=49.84\text{ Hz}$) a_1, a_2: دامنه شتاب S: دامنه جابجایی					

• روش آزمون

- باتری‌ها و سلول‌های آزمون باید محکم و بدون تغییر شکل بر روی صفحه ماشین ارتعاش نگه‌داشته شوند، چنان‌که ارتعاش کاملاً به آن‌ها منتقل شود.
- باتری‌ها و سلول‌های تحت آزمون باید در معرض ارتعاش سینوسی مطابق با جدول (۶-۶) قرار گیرند. این چرخه باید ۱۲ مرتبه در مدت‌زمان کل ۳ ساعت برای هر سه موقعیت نگه‌داشتن عمودی دوطرفه تکرار شود. یکی از جهت‌ها باید عمود بر وجه ترمینال باشد.
- این آزمون باید به‌صورت پیوسته بر روی سلول‌ها و باتری‌هایی که قبلاً آزمون چرخه گرمایشی را گذرانده‌اند، انجام گیرد.
- الزامات
- هیچ‌گونه تلفات جرم، نشتی، خروج گاز از منفذ، اتصال کوتاه، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون نباید رخ دهد.

۶-۳-۳-۴- آزمون D، شوک

- این آزمون جابجایی بر روی سطح ناهموار در هنگام حمل‌ونقل را شبیه‌سازی می‌کند.
- روش آزمون
 - باتری‌ها و سلول‌ها باید به‌وسیله سیمی که تمام سطوح باتری یا سلول تحت آزمون را نگه می‌دارد به دستگاه آزمون محکم شوند.
 - هر باتری یا سلول تحت آزمون باید سه شوک از تعداد کل ۱۸ شوک در هر جهت از سه وضعیتی که به‌صورت عمودی نگه‌داشته می‌شود را تحمل کند.
 - برای هر شوک مشخصات داده‌شده در جدول (۶-۷) باید اعمال شود.
 - این آزمون باید به‌صورت پیوسته بر روی سلول‌ها و باتری‌هایی که قبلاً آزمون ارتعاش را گذرانده‌اند، انجام گیرد.

جدول (۶-۷) پارامترهای شوک

تعداد شوک‌ها در نصف محور	زمان پالس	قله شتاب	شکل موج	
3	6 میلی‌ثانیه	150g _n	نیم سینوسی	باتری‌ها یا سلول‌ها به‌جز باتری‌های بزرگ
3	11 میلی‌ثانیه	50g _n	نیم سینوسی	باتری‌ها یا سلول‌های بزرگ

- الزامات
- هیچ‌گونه تلفات جرم، نشتی، خروج گاز از منفذ، اتصال کوتاه، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون نباید رخ دهد

۴-۳-۶- آزمون‌های کاربرد غلط قابل پیش‌بینی

۴-۳-۶-۱- آزمون E، اتصال کوتاه خارجی

این آزمون شرایطی که در نتیجه اتصال کوتاه خارجی به وجود می‌آید را شبیه‌سازی می‌کند.

• روش آزمون

- بدنه سلول یا باتری تحت آزمون باید در یک دمای بیرونی ۵۵ درجه سلسیوس پایدار شده و آنگاه شرایط اتصال کوتاه با مقاومت کل خارجی کمتر از ۰/۱ اهم در دمای ۵۵ درجه سلسیوس اعمال شود.
 - در این حالت اتصال کوتاه به مدت حداقل یک ساعت بعد از این که دمای بیرونی بدنه سلول یا باتری به ۵۵ درجه سلسیوس رسید، ادامه یابد.
 - آزمون باید ۶ ساعت بعد بررسی چشمی شود.
- این آزمون باید به‌صورت پیوسته بر روی سلول‌ها و باتری‌هایی که قبلاً آزمون شوک را گذرانده‌اند، انجام گیرد.

• الزامات

هیچ‌گونه افزایش دمای اضافی، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون و در هنگام بررسی چشمی که ۶ ساعت بعد از آزمون انجام می‌گیرد، نباید رخ داده باشد.

۴-۳-۶-۲- آزمون F، ضربه

این آزمون اتصال کوتاه داخلی را شبیه‌سازی می‌کند. در برخی از طراحی‌های سلول، آزمون له‌شدگی برای شبیه‌سازی شرایط اتصال کوتاه داخلی مناسب‌تر است. بنابراین، آزمون له‌شدگی به‌عنوان یک روش آزمون جایگزین برای شبیه‌سازی اتصال کوتاه داخلی، پیش‌بینی شده است.

• روش آزمون

- سلول یا سلول جزئی تحت آزمون بر روی یک صفحه تخت گذاشته می‌شود.
 - یک میله فولادی به قطر ۱۵/۸ میلی‌متر بر روی مرکز نمونه آزمون به‌صورت عرضی قرار می‌گیرد.
 - وزنه‌ای به جرم ۹/۱ کیلوگرم از ارتفاع $2/5 \pm 61$ سانتیمتر بر روی میله بر روی سلول انداخته می‌شود.
 - سلول استوانه‌ای یا چندوجهی باید از جهت محور طولی خود که با صفحه تخت موازی و بر محور طولی میله عمود است، در معرض ضربه قرار گیرد. محور طولی میله از مرکز سلول می‌گذرد.
 - سلول چندوجهی را ۹۰ درجه حول محور طولی چنان بچرخانید که دو سطح پهن و باریک آن در معرض ضربه قرار گیرد.
- سلول دکمه‌ای از طرف سطح تخت موازی با صفحه تخت در معرض ضربه قرار گیرد و میله به‌صورت عرضی روی مرکز آن قرار گیرد.

- هر سلول یا ترکیب سلول تحت آزمون باید تنها یک‌بار در معرض ضربه قرار گیرد.

- سلول مورد آزمون باید بعد از ۶ ساعت بررسی چشمی شود.

این آزمون باید به صورت پیوسته بر روی سلول‌ها یا سلول‌های جزئی که قبلاً آزمون‌های دیگر را گذرانده‌اند، انجام گیرد. آزمون نباید بر روی سلول‌هایی که متناسب با شرایط شبیه‌سازی اتصال کوتاه داخلی نیستند، انجام گیرد.

• الزامات

هیچ‌گونه افزایش دمای اضافی، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون و در هنگام بررسی چشمی که ۶ ساعت بعد از آزمون انجام می‌گیرد، نباید رخ داده باشد.

۳-۴-۳-۶ - آزمون G، له شدن

این آزمون اتصال کوتاه داخلی را شبیه‌سازی می‌کند. برای بیشتر طراحان سلول، آزمون له‌شدگی برای شبیه‌سازی شرایط اتصال کوتاه داخلی مناسب‌تر از آزمون ضربه است؛ بنابراین به عنوان یک روش آزمون جایگزین برای شبیه‌سازی اتصال کوتاه داخلی پیش‌بینی شده است.

• روش آزمون

- سلول یا سلول جزئی باید بین دو صفحه تخت له شود. نیرو باید به وسیله یک پیستون هیدرولیکی با پیستون مدور اعمال شود. له شدن باید به تدریج با سرعت تقریبی ۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه در اولین نقطه اتصال انجام گیرد. له شدن باید تا وقتی که نیروی اعمال شده به ۱۳ کیلو نیوتن می‌رسد، ادامه یابد.
 - تا وقتی حداکثر فشار به دست می‌آید، فشار باید افزایش یابد.
 - سلول‌های استوانه‌ای باید از جهت محور طولی که با صفحه تخت وسایل له کننده موازی است، له شود.
 - سلول چندوجهی باید به وسیله اعمال نیرو در جهت یکی از دو محور عمود بر محور افقی‌اش له شود و جداگانه به وسیله اعمال نیرو در جهت محور دیگر نیز له شود.
 - هر سلول یا سلول جزئی تحت آزمون باید تنها یک بار تحت له‌شدگی قرار گیرد.
 - آزمون باید بعد از ۶ ساعت بررسی چشمی شود.
- این آزمون باید بر روی سلول‌ها یا سلول‌های جزئی که قبلاً آزمون‌های دیگری را نگذرانده‌اند، انجام گیرد.
- این آزمون تنها باید برای سلول‌هایی به کار برود که آزمون ضربه F، شرایط اتصال کوتاه داخلی را به طور مناسب شبیه‌سازی نمی‌کند.

• الزامات

هیچ‌گونه افزایش دمای اضافی، شکستگی، انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون و در هنگام بررسی چشمی که ۶ ساعت بعد از آزمون انجام می‌گیرد، نباید رخ داده باشد.

۳-۴-۴-۶ - آزمون H، تخلیه تحت فشار

این آزمون توانایی سلول برای مقاومت در برابر شرایط تخلیه تحت فشار را ارزیابی می‌کند.

• روش آزمون

- هر سلول باید در دمای محیط، تحت فشار تخلیه شود. تخلیه تحت فشار با اتصال سلول به یک منبع

تغذیه جریان مستقیم ۱۲ ولتی به صورت سری و در یک جریان اولیه برابر با حداکثر جریان تخلیه پیوسته‌ای که توسط سازنده مشخص شده انجام می‌شود.

- جریان تخلیه مشخص شده را با اتصال یک بار مقاومتی به اندازه مناسب به صورت سری با سلول تحت آزمون و منبع تغذیه جریان مستقیم به دست می‌آید. هر سلول باید تحت فشار و در فاصله زمانی t_d تخلیه شود.

$$t_d = \frac{C_r}{I_i}$$

که t_d = مدت زمان آزمون، C_r = نرخ ظرفیت و I_i = جریان اولیه آزمون است.

آزمون باید همزمان با آزمون تخلیه کامل باتری‌ها انجام گیرد.

- سلول‌های تحت آزمون باید ۷ روز بعد از این که اعمال شرایط تخلیه تحت فشار متوقف گردید، مورد بررسی چشمی قرار بگیرند.

• الزامات

نباید انفجار و آتش‌سوزی در هنگام انجام این آزمون و ۷ روز بعد که بررسی چشمی می‌شوند، رخ داده باشد.

۶-۳-۴-۵- آزمون I، شارژ غیرعادی

این آزمون شرایطی که باتری در یک دستگاه مصرف کننده قرار گرفته و در معرض ولتاژ معکوس منبع تغذیه خارجی قرار می‌گیرد را شبیه‌سازی می‌کند، مانند تجهیزات پشتیبان حافظه با یک دیود معیوب.

• روش آزمون

هر باتری تحت آزمون در هنگام شارژ باید سه مرتبه در معرض جریان شارژ غیرعادی مشخص شده توسط سازنده به وسیله اتصال معکوس مستقیم به منبع تغذیه قرار گیرد. به جز حالتی که منبع تغذیه قادر به تنظیم جریان باشد، جریان شارژ مشخص شده باید با اتصال یک مقاومت با اندازه مناسب و به صورت سری به باتری تأمین شود. مدت زمان آزمون باید از رابطه زیر محاسبه شود.

$$t_d = 2.5 \times \frac{C_n}{3 \times I_c}$$

که t_d = مدت زمان آزمون است. برای تسریع در آزمون، می‌توان پارامترهای آزمون را طوری تنظیم نمود که t_d از ۷ روز بیشتر نشود. C_n = ظرفیت اسمی و I_c = جریان شارژ غیرعادی که به وسیله سازنده برای این آزمون اعلام می‌شود.

• الزامات

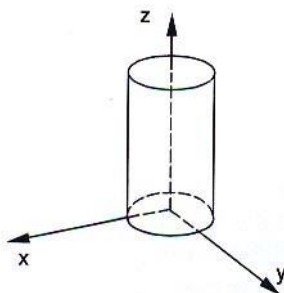
در هنگام انجام آزمون نباید انفجار یا آتش‌سوزی رخ دهد.

۶-۳-۴-۶- آزمون J، سقوط آزاد

این آزمون وضعیتی را شبیه‌سازی می‌کند که باتری تصادفاً می‌افتد.

• روش آزمون

- باتری‌های تحت آزمون باید از ارتفاع یک متری بر روی یک صفحه بتنی رها شوند.
- هر باتری تحت آزمون باید 6 مرتبه رها شود، باتری منشوری شکل از طرف هرکدام از شش وجه آن، باتری مدور 2 مرتبه از هر سه محور نشان داده شده رها شوند.
- باتری‌های تحت آزمون باید یک ساعت پس از آزمون نگهداری شوند.



شکل (۴-۶) محورها برای سقوط آزاد (IEC 60086-4)

• الزامات

در هنگام آزمون و هنگام بررسی چشمی یک ساعت بعد از آزمون نباید خروج گاز از منفذ، انفجار و یا آتش‌سوزی رخ داده باشد.

۶-۳-۴-۷- آزمون K، گرمایش غیرعادی

این آزمون شرایطی را شبیه‌سازی می‌کند که باتری در معرض یک دمای بالای شدید قرار می‌گیرد.

• روش آزمون

باتری تحت آزمون باید در یک آون قرار گرفته و دما را با نرخ 5 درجه سلسیوس بر دقیقه تا دمای 130 درجه سلسیوس افزایش داده و باتری در این دما به مدت 10 دقیقه بماند.

• الزامات

در هنگام آزمون نباید انفجار و یا آتش‌سوزی رخ دهد.

۶-۳-۴-۸- آزمون L، نصب غیر صحیح

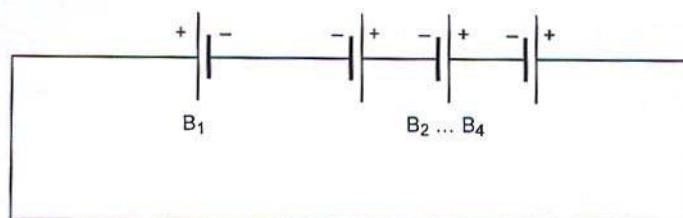
این آزمون شرایطی را شبیه‌سازی می‌کند که یک باتری تک‌سلولی در کنار یک دسته باتری به صورت معکوس قرار گیرد.

• روش آزمون

- باتری تحت آزمون به حالت سری به 3 باتری تک‌سلولی تخلیه نشده دیگر از نوع مشابه به صورتی که

ترمینال باتری تحت آزمون به صورت معکوس قرار گرفته باشد، متصل می‌گردد، شکل (۵-۶)

- مقاومت جریان اتصال درونی باید کمتر یا برابر با 0/1 اهم باشد.
- مدار باید تا 24 ساعت یا تا وقتی دمای بدنه باتری به دمای محیط برمی‌گردد، کامل باشد.



شکل (۵-۶) نمودار مدار در حالت نصب غیر صحیح، B1، سلول تحت آزمون و B2...B4، سلول‌های دیگر که تخلیه نشده‌اند.

• الزامات

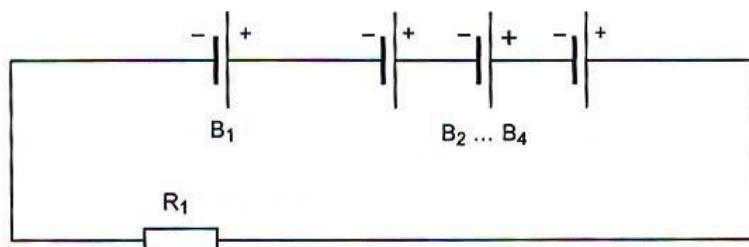
در هنگام آزمون نباید انفجار و یا آتش‌سوزی رخ دهد.

۹-۴-۳-۶- آزمون M، اضافه تخلیه

این آزمون شرایطی را شبیه‌سازی می‌کند که یک باتری تک‌سلولی تخلیه نشده به صورت سری به باتری‌های تک‌سلولی تخلیه‌شده^۵ دیگر متصل می‌شود. به علاوه این آزمون استفاده از باتری‌ها در دستگاه‌های موتوردار که برای راه‌اندازی معمولاً به جریان بیش از یک آمپر نیاز دارند را شبیه‌سازی می‌کند. باتری‌های با کد مشخصه CR15H270 و CR17345 به صورت گسترده‌ای در دستگاه‌های موتوردار که به جریان یک آمپر نیاز دارند به کار می‌روند. جریان برای باتری‌های استاندارد نشده ممکن است متفاوت باشد.

• روش آزمون

- هر باتری تحت آزمون باید تا 50 درصد تخلیه عمیق پیش تخلیه‌شده باشد.
- سپس باید به حالت سری به ۳ عدد باتری تک‌سلولی تخلیه‌شده دیگر از نوع مشابه متصل شود.
- بار مقاومت R_1 را با مجموعه باتری‌ها به طوری که در شکل 5 نشان داده شده، به صورت سری متصل نمایید. مقدار R_1 در جدول داده شده است.
- آزمون باید به مدت 24 ساعت یا تا وقتی که دمای بدنه باتری به دمای محیط برمی‌گردد، ادامه یابد.
- آزمون باید با باتری‌های آزمون که 75 درصد پیش تخلیه‌شده‌اند، تکرار شود.



شکل (۶-۶) نمودار مدار برای اضافه تخلیه، B_1 سلول تحت آزمون، $B_2 \dots B_4$ سلول‌های دیگر که تخلیه نشده‌اند و R_1 مقاومت بارگذاری شده (IEC 60086-4)

جدول (۶-۸) بار مقاومت برای اضافه تخلیه (IEC 60086-4)

نوع باتری	بار مقاومت R_1 (برحسب اهم)
CR17345	8/20
CR15H270	8/20

این جدول وقتی که باتری‌های دیگری با ساختار فتر مارپیچی استاندارد شوند، اصلاح یا توسعه می‌یابد.
وقتی باتری‌های CR17345 و CR15H270 استاندارد باشند، R_1 از ولتاژ پایانی مجموعه **Error! Reference source not found.** با استفاده از رابطه زیر تعیین شده است که 2/0 ولتاژ پایانی است.

$$R = 4 \times 2.0V$$

$$1A$$

• الزامات

در هنگام آزمون نباید انفجار و یا آتش‌سوزی رخ دهد.

۶-۳-۵- مراقبت‌های ایمنی در هنگام جابجایی و کار با باتری‌های اولیه

باتری‌های اولیه و بخصوص لیتیومی هنگام استفاده صحیح ایمن بوده و برای منبع تغذیه قابل اطمینان هستند. همچنین، اگر آن‌ها را غلط به کاربرد یا بد استفاده نمود، نشستی، خروج گاز از منفذ یا گرم شدن بدنه، انفجار و/یا آتش‌سوزی ممکن است رخ دهد. موارد زیر برای تأمین ایمنی باتری‌های اولیه در هنگام استفاده و جابه‌جایی پیشنهاد می‌شود:

- همیشه باتری‌ها را به صورت صحیح با ملاحظه قطبیت (+ و -) نشانه‌گذاری شده بر روی باتری و تجهیزات به کار ببرید. وقتی باتری‌ها به صورت معکوس قرار گیرند، ممکن است اتصال کوتاه یا شارژ شوند. این حالت ممکن است باعث اضافه حرارت، نشستی، شکستگی، انفجار، آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.
- باتری‌ها اتصال کوتاه نشوند. چنانچه قطب مثبت (+) و منفی (-) ترمینال‌های باتری با یکدیگر اتصال الکتریکی داشته باشند، باتری اتصال کوتاه می‌شود. برای مثال باتری‌های بدون جلد در جیب با کلیدها و یا سکه‌ها اتصال کوتاه می‌شوند. این حالت می‌تواند باعث خروج گاز از منفذ، نشستی، انفجار، آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.



- باتری‌ها را شارژ نکنید. مبادرت به شارژ باتری‌های غیرقابل شارژ (اولیه) می‌تواند منجر به تولید گاز داخلی و/یا حرارت شود که ممکن است باعث نشستی، خروج گاز از منفذ، انفجار، آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.
- باتری‌ها را تحت فشار تخلیه نکنید. چنانچه باتری‌ها به وسیله منبع توان خارجی مصرفی تحت فشار تخلیه شوند، ولتاژ باتری تحت فشار به کمتر از مقدار مورد قبول در طراحی آن خواهد رسید و در داخل باتری گازهایی تولید می‌شوند. این حالت می‌تواند باعث نشستی، خروج گاز از منافذ، انفجار، آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.
- باتری‌ها نو و قدیم یا باتری‌های با نوع یا نشان تجاری مختلف را باهم مخلوط نکنید. هنگام تعویض باتری‌ها، همه باتری‌ها را هم‌زمان با باتری‌های نو با نوع و نشان یکسان تعویض کنید. چنانچه باتری‌های با نوع و نشان متفاوت، یا باتری‌های نو و کهنه باهم استفاده شوند، ممکن است بعضی باتری‌ها به دلیل ولتاژ یا ظرفیت متفاوت اضافه تخلیه/تحت فشار تخلیه شوند. این حالت می‌تواند باعث نشستی، خروج گاز از منفذ، انفجار و احتمالاً آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.
- بهتر است باتری‌های خالی شده سریعاً از تجهیزات خارج شده و به نحو مناسب آن‌ها را دور بریزید. چنانچه باتری‌های تخلیه شده برای مدت طولانی در تجهیزات نگهداری می‌شوند، ممکن است نشستی باتری رخ دهد در نتیجه به تجهیزات و یا افراد صدمه وارد شود.
- باتری‌ها را حرارت ندهید. چنانچه باتری‌ها در معرض حرارت قرار گیرند، ممکن است نشستی، نفوذ گاز از منفذ، انفجار و احتمالاً آتش‌سوزی رخ دهد و به افراد صدمه وارد شود.
- باتری‌ها را مستقیماً در معرض جوشکاری یا لحیم کاری قرار ندهید. اعمال حرارت ناشی از جوشکاری یا لحیم کاری به صورت مستقیم روی باتری، می‌تواند باعث نشستی، خروج گاز از منفذ، انفجار و احتمالاً آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود.
- باتری‌ها را بلااستفاده رها نکنید. چنانچه باتری‌ها بلا استفاده شده یا کنار گذاشته شوند، تماس با ترکیبات آن‌ها می‌تواند مضر و باعث صدمه به افراد یا احتمالاً آتش‌سوزی شود.
- باتری‌ها را تغییر شکل ندهید. توصیه می‌شود باتری‌ها را له، سوراخ و یا دچار دیگر نواقص نکنید. چون صدمه به باتری می‌تواند باعث نشستی، خروج گاز از منفذ، انفجار، یا احتمالاً آتش‌سوزی و در نتیجه صدمه به افراد شود.
- باتری‌ها را در آتش نریزید. چنانچه باتری‌ها در آتش انداخته شوند، افزایش حرارت ساختمان باتری می‌تواند باعث انفجار و یا آتش‌سوزی و صدمه به افراد شود. باتری‌ها را به جز برای سوزاندن کنترل شده و تصویب شده نسوزانید.
- باتری لیتیومی با قوطی صدمه دیده بهتر است در معرض آب قرار نگیرد. ارتباط فلز لیتیم با آب می‌تواند گاز هیدروژن تولید نموده و باعث آتش‌سوزی، انفجار و یا صدمه به افراد شود.
- در صورت بلعیدن یک سلول یا باتری، شخص مورد نظر باید فوراً در به بیمارستان اعزام شود.

- باتری‌ها را در محفظه‌ها قرار ندهید و یا تعمیر نکنید. قرار دادن باتری‌ها در محفظه‌ها یا هرگونه تغییری بر روی آن‌ها می‌تواند باعث انسداد منفذ ایمن خروج گاز و سپس انفجار و صدمه به افراد شود. اگر در نظر دارید تغییری بر روی باتری اعمال کنید به‌تراست توصیه‌های لازم را از سازنده باتری کسب کنید.
- باتری‌های بلااستفاده را در بسته‌بندی اصلی خودشان نگهداری کنید و آن‌ها را از اشیاء فلزی دورنگه دارید. اگر بسته‌بندی قبلی ندارند آن‌ها را مخلوط و درهم نکنید. چنانچه باتری‌های بلااستفاده درهم یا با اشیاء فلزی مخلوط شوند، ممکن است باعث اتصال کوتاه باتری شود که در نتیجه می‌تواند نشتی، خروج گاز از منفذ، انفجار و احتمالاً آتش‌سوزی و صدمه به افراد رخ دهد. یکی از بهترین روش‌های جلوگیری از این اتفاقات نگهداری باتری‌ها در بسته‌بندی اصلی خودشان است.
- اگر برای مدت طولانی از تجهیزات استفاده نمی‌شود، باتری‌ها را از آن‌ها خارج کنید، مگر این‌که آن تجهیزات برای اهداف ضروری و اورژانسی استفاده می‌شوند.
- خارج کردن فوری باتری‌ها از تجهیزاتی که عملکرد رضایت‌بخش آن‌ها متوقف‌شده یا چنانچه احتمال داده می‌شود مدت طولانی بدون استفاده بمانند، مفید است (مانند دوربین‌های ویدئویی، فلاش عکاسی و غیره).

۶-۳-۶- انبارش باتری‌های اولیه

- باتری‌ها را در مکان‌های خشک، خنک و با تهویه مناسب نگهداری کنید. دمای بالا یا رطوبت زیاد ممکن است باعث کاهش عملکرد باتری و/یا خوردگی سطوح آن شود.
- کارتن‌های باتری بر روی یکدیگر انباشته نشوند و ارتفاع آن‌ها از یک ارتفاع مشخص فراتر نرود. اگر باتری‌های بسیار زیادی روی هم انباشته شوند، باتری‌های پایین‌ترین کارتن‌ها ممکن است تغییر شکل داده و نشت الکترولیت رخ دهد.
- از انبار کردن یا عرضه باتری‌ها در معرض نور مستقیم خورشید یا در مکانی که در معرض باران است، اجتناب شود. وقتی باتری‌ها خیس شوند، مقاومت عایقی باتری‌ها در اثر خیس شدن کاهش‌یافته و ممکن است شارژ خودبه‌خود شده و دچار زنگ‌زدگی شوند.
- باتری‌ها را در بسته‌بندی اصلی خودشان نگهداری یا در معرض دید بگذارید. اگر باتری‌ها از بسته‌بندی خارج‌شده و باهم درهم شوند ممکن است اتصال کوتاه شده یا صدمه ببینند.

۶-۳-۷- دور انداختن باتری اولیه

- باتری‌های اولیه ممکن است مشمول قوانین عمومی جمع‌آوری زباله باشند و قوانین اختصاصی خاصی در کشور در رابطه با آن‌ها وجود نداشته باشد. در هنگام حمل‌ونقل، انبارش و جابجایی برای دورریزی، بهتر است مراقبت‌های ایمنی زیر در نظر گرفته شوند:

- باتری‌ها را به حال خود رها نکنید. بیشتر عناصر ترکیبی باتری‌های لیتیومی آتش‌زا یا مضر هستند. ممکن است باعث جراحات، آتش‌سوزی، شکستگی یا انفجار شوند.
- باتری‌ها به‌جز در شرایط سوزاندن تحت کنترل و مورد تأیید، نباید در معرض آتش قرار گیرند. بخار لیتیوم قابل اشتعال است. باتری‌های لیتیومی ممکن است در آتش منفجر شوند. محصولات احتراق باتری‌های لیتیومی ممکن است سمی و خورنده باشند.
- باتری‌ها را جمع‌آوری نموده و در مکان‌های تمیز و محیط خشک دور از نور مستقیم خورشید و دور از گرمای شدید نگهداری کنید. خشکی و رطوبت ممکن است باعث اتصال کوتاه و حرارت شود. حرارت ممکن است باعث نشتی گاز قابل اشتعال شود. در نتیجه ممکن است آتش‌سوزی، شکستگی یا انفجار رخ دهد.
- باتری‌ها را جمع‌آوری کرده و در مکان با تهویه مناسب نگهداری کنید. ممکن است باتری‌های مصرف‌شده دارای شارژ باقیمانده باشند. اگر اتصال کوتاه کنند، شارژ غیرعادی شوند یا تحت فشار تخلیه شوند، ممکن است گاز قابل اشتعال نشتی کند. در نتیجه ممکن است آتش‌سوزی، شکستگی یا انفجار رخ دهد.
- باتری‌های جمع‌آوری‌شده را با مواد دیگر مخلوط نکنید. اگر اتصال کوتاه کنند، شارژ غیرعادی شوند یا تحت فشار تخلیه شوند، حرارت تولیدشده ممکن است باعث آتش‌سوزی مواد زائد هم چون پارچه‌های نفتی، کاغذ یا چوب شده و در نتیجه آتش‌سوزی به وجود آید.
- ترمینال‌های باتری را حفاظت کنید. بهتر است ترمینال‌های باتری، به‌ویژه باتری‌های با ولتاژ بالا به‌وسیله عایق‌بندی حفاظت شوند. عدم حفاظت ترمینال‌ها می‌تواند باعث اتصال کوتاه، شارژ غیرعادی و تخلیه تحت فشار شود. در نتیجه ممکن است آتش‌سوزی، شکستگی یا انفجار رخ دهد.

۶-۳-۷-۱- خطوط راهنما برای دستیابی به ایمنی باتری‌های لیتیومی

خطوط راهنمای زیر در هنگام توسعه باتری‌های پر قدرت برای استفاده مصرف‌کنندگان مورد نظر بوده‌اند. این راهنماها جنبه اطلاعاتی دارند.



شکل (۶-۷) خطوط راهنمای طراحی باتری

۶-۷-۳-۲- خطوط راهنمای طراحی تجهیزات مصرف کننده باتری های لیتیومی

در **Error! Reference source not found.** خطوط راهنمای مورد استفاده به وسیله طراحان تجهیزات که باتری های لیتیومی را به کار می برند، تنظیم شده است.

صفحه ۳۷ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط زیست
---------------	--	---

جدول (۶-۹) خطوط راهنمای تجهیزات (IEC 60086-4)

موضوع	موضوع فرعی	توصیه‌ها	عواقب، اگر توصیه‌ها در نظر گرفته نشوند
وقتی باتری لیتیومی به عنوان منبع تغذیه اصلی استفاده می‌شود	انتخاب باتری مناسب	مناسب‌ترین باتری را برای تجهیزات انتخاب کنید، مشخصات الکتریکی آن را یادداشت کنید	ممکن است باتری بیش از حد گرم شود
	تعداد باتری‌ها (اتصال موازی یا سری) مورد استفاده و روش کار	باتری‌های چند سلولی 2CR5,CR- و P2,2CR11108 (غیره)، یک قطعه فقط	چنانچه ظرفیت باتری‌ها در اتصال سری متفاوت است، باتری با ظرفیت کمتر اضافه تخلیه می‌شود. در نتیجه ممکن است نشت الکترولیت، اضافه گرما، شکستگی، انفجار یا آتش‌سوزی رخ دهد
		باتری‌های استوانه‌ای (CR17345,CR11108 و غیره) کمتر از سه قطعه	
		باتری‌های دکمه‌ای (CR2025,CR2016 و غیره) کمتر از سه قطعه	
		وقتی بیش از یک باتری استفاده شود، بهتر است نوع‌های متفاوت در تقسیم‌بندی مشابه باتری استفاده نشود.	
	طراحی مدار باتری	وقتی باتری‌ها به صورت موازی استفاده می‌شوند بهتر است محافظ در مقابل شارژ استفاده شود	چنانچه ولتاژ باتری‌ها در اتصال موازی متفاوت باشد، باتری با ولتاژ کمتر شارژ می‌شود. در نتیجه ممکن است نشت الکترولیت، اضافه گرما، شکستگی، انفجار یا آتش‌سوزی رخ دهد
		(الف) مدار باتری باید از دیگر منبع قدرت عایق باشد	باتری شارژ می‌شود. این حالت می‌تواند باعث نشت الکترولیت، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا آتش‌سوزی شود.
وقتی باتری به عنوان منبع قدرت پشتیبان استفاده می‌شود	طراحی مدار باتری	(ب) وسایل محافظ همچون فیوزها در مسیر مدار قرار گیرند	باتری اتصال کوتاه شده در نتیجه می‌تواند باعث نشت الکترولیت، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا آتش‌سوزی شود.
		جداکننده مدار باید در باتری استفاده شود تا به وسیله مصرف‌کننده تحت فشار تخلیه یا شارژ نشود	باتری ممکن است اضافه تخلیه شده، قطب‌ها معکوس شده یا شارژ شود. این حالت می‌تواند باعث نشت الکترولیت، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی شود
	طراحی مدار باتری برای کاربرد حافظه پشتیبان	وقتی باتری به مدار منبع تغذیه اصلی متصل است ممکن است شارژ شود، محافظ مدار با ترکیبی از دیود و مقاومت وجود داشته باشد. مقدار نشت تجمع یافته دیود بهتر است کمتر از 2 درصد ظرفیت باتری در طول عمر مورد انتظار باتری باشد	باتری شارژ می‌شود. این حالت می‌تواند باعث نشت الکترولیت، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی شود
نگه‌دارنده و جایگاه باتری		قسمت‌های باتری طوری طراحی شوند که اگر باتری معکوس شد، اتصال برقرار نشود. بهتر است جایگاه‌های باتری تمیز و برای نشان دادن نحوه جای گذاری صحیح باتری‌ها به صورت مناسب نشانه‌گذاری شده باشند.	به جز حالتی که در مقابل معکوس شدن باتری محافظ وجود داشته باشد، ممکن است تجهیزات در اثر نشت الکترولیت، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی آسیب ببینند
		جایگاه باتری‌ها طوری طراحی شوند که دیگر باتری‌ها به‌غیر از ابعاد مشخص شده در آن قرار نگیرند	ممکن است تجهیزات آسیب دیده و یا کار نکنند
		جایگاه باتری طوری طراحی شود که گازهای تولید شده به راحتی خارج شوند	ممکن است در اثر افزایش بیش از حد فشار درونی گاز تولید شده و در نتیجه جایگاه باتری آسیب ببیند
		جایگاه باتری در برابر آب عایق شود	
		جایگاه باتری طوری طراحی شود که وقتی شدیداً درزبندی شود عایق منفجر شود	ممکن است باتری تغییر شکل داده و در اثر افزایش حرارت الکترولیت نشت کند
		جایگاه باتری از حرارت تولیدی به وسیله تجهیزات عایق باشد	ممکن است کودکان باتری‌ها را برداشته و آن‌ها را بلعند

صفحه ۳۸ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	--	--

موضوع	موضوع فرعی	توصیه‌ها	عواقب، اگر توصیه‌ها در نظر گرفته نشوند
اتصالات و ترمینال‌ها		بهبود است مواد و شکل پایانه‌ها و اتصالات طوری انتخاب شوند که اتصال الکتریکی مؤثر را برقرار نمایند.	در اثر اتصال نامناسب حرارت تولید می‌شود
		بهبود است مدار کمکی برای جلوگیری از نصب معکوس باتری‌ها طراحی شود	ممکن است تجهیزات آسیب‌دیده و یا کار نکنند
		بهبود است اتصال و ترمینال مناسب برای جلوگیری از نصب معکوس باتری‌ها طراحی شود	ممکن است تجهیزات آسیب ببینند. باتری می‌تواند باعث نشی، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی شود
		از لحیم‌کاری و جوشکاری مستقیم باتری خودداری شود	ممکن است باتری دچار نشی، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی شود
مراقبت‌های ضروری	در تجهیزات	جهت‌گیری صحیح باتری‌ها (قطبیت‌ها) در جایگاه باتری‌ها واضح نشان داده شود	چنانچه باتری به‌طور معکوس قرار گرفته و شارژ شود، می‌تواند باعث نشی، اضافه حرارت، شکستگی، انفجار یا احتمالاً آتش‌سوزی شود.
	در دوره‌های آموزش	مراقبت‌هایی برای جابجایی مناسب باتری‌ها نشان داده شود	ممکن است باتری‌ها به‌سختی جابجا شوند و در نتیجه حادثه به وجود آید

۴-۶- ایمنی باتری‌های ثانویه

ایمنی سلول‌ها و باتری‌های ثانویه نیازمند توجه به دو مجموعه شرایط بکار رفته زیر است:

• استفاده مورد انتظار؛

• استفاده غلط قابل پیش‌بینی.

سلول‌ها و باتری‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که در هر دو حالت بالا، ایمن باشند. پیش‌بینی می‌شود که سلول‌ها یا باتری‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند باعث خطا در عملکرد آن شوند. به‌هرحال، نباید خطرات فراوانی در هنگام کار با این باتری‌ها وجود داشته باشد. همچنین ممکن است پیش‌بینی شود که سلول‌ها و باتری‌هایی که برای استفاده مورد انتظار بکار می‌روند تنها ایمن نباشند و به کار خود در تمام جهات ادامه دهند. خطرات بالقوه‌ای که در این استاندارد مشخص شدند عبارت‌اند از:

(الف) آتش‌سوزی؛

(ب) انفجار / از هم پاشیدن؛

(پ) نشی الکترولیت سلول؛

(ت) تخلیه از راه منفذ؛

(ث) سوختگی‌های ناشی از افزایش بیش‌ازحد بالای دماهای خارجی؛

(ج) شکاف برداشتن بدنه باتری همراه با نمایان شدن اجزای داخلی

برای شناخت بهتر باتری‌های ثانویه، ترکیب الکتروشیمیایی و واکنش‌های مربوط به انواع مختلف آن در جدول (۶-۱۰) آمده است. به‌منظور ایمنی استفاده از باتری‌ها، استفاده از آن برای کاربری مناسب توصیه می‌شود، جدول (۶-۱۱) کاربری مناسب باتری‌ها بر اساس طراحی آن‌ها را خلاصه می‌کند. در ادامه این بخش، به نکات عمومی برای ایمنی باتری‌های ثانویه در هنگام



کاربری اشاره شده و نحوه استفاده صحیح از آن‌ها برای جلوگیری از آسیب و همچنین افزایش طول عمر آن عنوان می‌شود. سپس به آزمون‌های موردنیاز برای اطمینان از سلامت باتری‌های ثانویه در دو گروه باتری‌های حاوی نیکل و کادمیوم و سپس باتری‌های لیتیومی اشاره می‌شود.

جدول (۶-۱۰) ترکیب زوج الکتروشیمیایی و واکنش‌های مربوط به انواع مختلف باتری‌های ثانویه

معادله ساده شده از واکنش سلول → وضعیت شارژ وضعیت دشارژ	ولتاژ گازدهی [V]	ولتاژ نامی a [V]	معرفی اجزای سامانه						سامانه باتری
			جرم فعال الکترودها				الکترولیت	الکترود	
			دشارژ		شارژ				
			منفی	مثبت	منفی	مثبت			
$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$	≈2.4	2.00	PbSO ₄	PbSO ₄	Pb	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Pb / PbO ₂	اسید - سرب
$2NiOOH + Cd + 2H_2O \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$	≈1.55	1.20	Cd(OH) ₂	Ni(OH) ₂	Cd	NiOOH	KOH / NaOH	Ni / Cd	نیکل - کادمیوم
$2(NiOOH \cdot H_2O) + H_2 \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2 + 2H_2O$	≈1.55	1.20	H ₂ O	Ni(OH) ₂	H ₂	NiOOH	KOH	Ni/MH	هیدرید نیکل - فلز
$2NiOOH + Fe + 2H_2O \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2 + Fe(OH)_2$	≈1.7	1.20	Fe(OH) ₂	Ni(OH) ₂	Fe	NiOOH	KOH	Ni / Fe	نیکل - آهن
$AgO + Zn + H_2O \rightleftharpoons Ag + Zn(OH)_2$	≈2.05	1.55	Zn(OH) ₂	Ag	Zn	AgO	KOH	Ag / Zn	روی - نقره

^a ولتاژ نامی نوعی است.

صفحه ۴۰ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	--	--

جدول (۶-۱۱) کاربری مناسب باتری‌ها بر اساس طراحی

دامنه کاربرد	باتری ساکن استاندارد IEC-62-485-2	باتری کششی استاندارد IEC-62-485-3	باتری قابل حمل استاندارد IEC-62-485-4
مخابرات	✓		
نیروگاه / ایستگاه های فرعی	✓		
سامانه های منابع تغذیه DC سامانه هشداردهنده، سامانه های سیگنال، تقاطع های راه آهن و غیره	✓		
برق اضطراری	✓		
سامانه های یو پی اس	✓		
شروع به کار موتورهای احتراق داخلی (باتری راه انداز)	✓		
سامانه های خورشیدی PV	✓		
لیفترک / تجهیزات جابجایی مواد ^۱ (MHE)		✓	
وسایل نقلیه با هدایت خودکار ربات های متحرک		✓	
ماشین آلات تمیزکاری صندلی های چرخدار		✓	
باتری های ضد انفجار باتری های مورد استفاده در معادن		✓	
باتری وسایل تفریحی، به عنوان مثال، کاروان ها، قایق ها، کرجی ها		✓	
باتری سوار شده روی کشتی (قایق)، راه آهن و سایر وسایل نقلیه	✓	✓	
لوازم قابل حمل			✓
باتری ها با کاربرد عمومی	✓	✓	✓
1- Materials Handling Equipment			

۶-۴-۱- نکات عمومی برای استفاده صحیح از باتری های ثانویه

۶-۴-۱-۱- عایق بندی و سیم کشی

- مقاومت عایقی بین ترمینال قطب مثبت و سطوح فلزی خارجی باتری، به استثنای سطوح اتصال الکتریکی، زمانی که ۶۰s پس از اعمال ولتاژ اندازه گیری می شود، نباید کمتر از ۵ میلی اهم در ۵۰۰ V d.c باشد.
- سیم کشی داخلی و عایق بندی آن باید در برابر الزامات مربوط به بیشینه جریان، ولتاژ و دمای قابل پیش بینی، استقامت کافی داشته باشد.
- جهت سیم کشی باید به گونه ای باشد که فواصل هوایی و خزشی کافی بین اتصال دهنده ها حفظ شوند.
- بی نقص بودن اتصالات داخلی از نظر مکانیکی، باید برای وفق دادن شرایط سوءاستفاده نسبتاً قابل پیش بینی، مناسب باشد.

۶-۴-۱-۲- تخلیه از راه منفذ

- بدنه های باتری و سلول ها باید دارای مکانیزه کاهش فشار بوده و یا به گونه ای ساخته شوند که فشار داخلی بیش از اندازه در مقداری که باعث از هم پاشیدن، انفجار و خود اشتعالی شود را کاهش دهد.

- در صورت استفاده از پوشش برای نگهداری سلول‌ها در بدنه خارجی، نوع پوشش و روش پوشش‌دار کردن نباید باعث افزایش گرما در طول کار عادی شود و مانع کاهش فشار نیز نشود.

۴-۱-۴-۶-۳- اندازه‌گیری دما ولتاژ جریان

- طرح باتری‌ها باید به گونه‌ای باشد که از شرایط بالا رفتن غیرعادی دما جلوگیری شود.
- باتری‌ها باید در محدوده‌های دما، ولتاژ و جریان تعیین شده توسط سازنده سلول مورداستفاده قرار بگیرند.
- باتری‌ها باید مشخصات و دستورالعمل‌های شارژ را به کاربران ارائه دهند، به طوری که شارژهای مرتبط برای نگهداری شارژ در محدوده‌های مشخص شده دما، ولتاژ و جریان مشخص باشند.

۴-۱-۴-۶-۴- اتصالات ترمینال

- پایانه‌ها باید روی سطح خارجی باتری دارای نشانه‌گذاری واضح قطبیت باشند.
- اندازه و شکل اتصالات ترمینال باید عبور بیشینه جریان قابل پیش‌بینی را اطمینان دهد.
- موادی هادی سطوح خارجی اتصالات ترمینال باید دارای استقامت مکانیکی و مقاومت در برابر خوردگی مناسبی باشند. اتصالات ترمینال باید طوری چیده شده باشند که احتمال اتصال کوتاه را به حداقل برسانند.
- استثناً: در صورتی که طراحی اتصال‌دهنده بیرونی از اتصالات قطب مخالف جلوگیری کند، بسته‌های باتری با اتصال‌دهنده‌های بیرونی کلیددار طراحی شده برای اتصال کالاهای نهایی خاص، نیازی نیست با نشانه‌گذاری قطب مشخص شده باشند.

۴-۱-۴-۶-۵- مونتاژ سلول‌ها در باتری

- در صورتی که بیش از یک باتری در یک جعبه باتری قرار گرفته باشد، سلول‌های استفاده شده در مونتاژ هر باتری باید دقیقاً ظرفیت‌های یکسان، طراحی مشابه، ساختار شیمیایی یکسان و از یک سازنده باشند.
- هر باتری باید کنترل و حفاظت مستقل داشته باشد.
- سازندگان هر سلول باید توصیه‌هایی درباره محدودیت‌های جریان، ولتاژ و دما ارائه دهند به طوری که سازنده طراح باتری مجاز باشد از طراحی و مونتاژ مناسب اطمینان حاصل کند.
- باتری‌هایی که برای تخلیه الکتریکی منتخب بخشی از سلول‌های متصل شده به هم طراحی شده‌اند، باید شامل مداری جداگانه بوده تا از وارونگی سلول در اثر تخلیه الکتریکی نابرابر، جلوگیری به عمل آید.
- توصیه می‌شود اجزای مدار حفاظتی به طور مناسب و به منظور دستیابی به کاربرد محصول نهایی اضافه شود.
- انطباق باید توسط بازرسی بررسی شود.

۴-۱-۴-۶-۶- شارژ

پس از دشارژ باتری‌های ثانویه را می‌توان با استفاده از منبع تغذیه DC مناسب، مجدداً شارژ کرد. به طور معمول باتری‌ها، به صورت مستقل از شبکه، انرژی را برای یک دوره زمانی مشخص برای لوازم خانگی، سامانه و یا وسایل نقلیه تأمین می‌کنند. باتری‌ها هم‌چنین می‌توانند با استفاده از شارژ شناور در حالت شارژ شده نگه‌داشته شوند و به عنوان یک منبع انرژی جایگزین،

به‌عنوان مثال در خرابی ایمن^۱ برق شهر استفاده شوند.

با توجه به سامانه الکتروشمیایی، طراحی باتری و کاربرد تعیین می‌شود. شارژر باید ویژگی‌های شارژ موردنیاز و طرز شارژ مناسب با شرایط کاری را فراهم کند. در مورد عملکرد موازی باتری با شارژر و بار، میزان جریان و ولتاژ سامانه باید با مقادیر مشخص شده توسط سازنده باتری منطبق باشد. برای شارژ مناسب باتری ثانویه:

- روش‌های شارژ و طرز شارژ مشخص شده توسط تولیدکننده باید اعمال شود.
 - برای دستیابی به عمر طولانی باتری ثانویه، مقادیر حدی و شرایط عملکردی باید مدنظر قرار گیرد.
 - برای تشخیص خطا توصیه می‌شود، ولتاژ شارژ (ممانعت از اضافه شارژ) و جریان، در طول مدت شارژ کنترل شود.
 - برخی از شرایط می‌تواند زمان شارژ را افزایش دهد، به‌عنوان مثال، پایین بودن ولتاژ منبع تغذیه یا دمای الکترولیت باعث طولانی شدن زمان شارژ یا ناقص بودن شارژ می‌شود.
 - به‌طور معمول جریان شارژ برای باتری‌های منفذ دار تا رسیدن به ولتاژ گاز دهی محدودیتی ندارد. میزان جریان، ولتاژ و دمای شارژ باتری‌های دارای دریچه تنظیم و گاز بندی شده، منطبق با دستورالعمل ارائه شده توسط سازنده است. هنگامی که ولتاژ بیشتر از ولتاژ گاز دهی شود، جریان شارژ باید با توجه به دستورالعمل سازنده باتری و یا با توجه به استانداردهای ایمنی مربوطه تنظیم شود.
- برای جریان‌های شارژ مجدد به دستورالعمل شرکت سازنده رجوع کنید. هنگام استفاده از ولتاژ شارژ بالاتر، بیش از ولتاژ گاز دهی، جریان شارژ افزایش خواهد یافت که منجر به افزایش انتشار اکسیژن و گاز هیدروژن، افزایش از دست دادن آب، افزایش درجه حرارت و کاهش طول عمر می‌شود. دقت ولتاژ خروجی شارژر باتری باید بهتر از $\pm 1\%$ باشد.
- در زمان شارژ کامل باتری با ولتاژ ثابت، به‌عنوان مثال، ولتاژ شارژ شناور یا افزایشی، سلول‌های منفرد ممکن است تفاوت ولتاژ کمی داشته باشند. تغییرات مقادیر ولتاژ ذکر شده در جدول (۶-۱۲) می‌تواند مورد انتظار باشد.

¹ Fail Safe

صفحه ۴۳ از ۶۲	دستورالعمل الزامات ایمنی باتری‌ها HSE-IN-S-203(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	--	--

جدول (۶-۱۲) تغییرات مجاز ولتاژ سلول منفرد در حین شارژ با ولتاژ ثابت در دمای باتری ۲۰°C

NiCd	Ni MH	NiCd	Pb	Pb
آب بندی شده قابل حمل	آب بندی شده قابل حمل	منفذدار	با درجه تنظیم	منفذدار
شارژ شناور در ولتاژ ثابت ممنوع است. روش شارژ مطلوب: شارژ جریان ثابت با روش قطع مناسب. به دستورالعمل سازنده مراجعه شود.		Vpc	Vpc	Vpc
		1,40 – 1,45 ^a	2,25 – 2,40 ^a	2,20 – 2,40 ^a
		+0,1 ^b	+0,15 ^b	+0,1 ^b
		-0,05 ^c	-0,075 ^c	-0,05 ^c
یادآوری - همان رواداری می تواند به مقادیر ولتاژ شارژ افزایشی اعمال شود. ^a محدوده عملکرد، تولید کننده باید برای یک سلول ولتاژ کاری را مشخص کند. ^b سطح بالاتر انحراف از ولتاژ متوسط یک سلول در یک ردیف. خارج از این سطح، نشانگر نقص است. ^c سطح پایین تر انحراف از ولتاژ متوسط یک سلول در یک ردیف. خارج از این سطح، نشانگر نقص است.				

۶-۴-۱-۷- ویژگی های شارژر

شارژرها با ویژگی های پل های کنترل نشده^۱، تحت تأثیر تغییرات ولتاژ و فرکانس منبع تغذیه قرار دارند. به منظور جبران این تغییرات و جهت رسیدن شارژر به مقادیر مشخص شارژ، ممکن است تنظیم دستی پله های ترانسفورماتور لازم باشد. برای مدت طولانی، تغییر ولتاژ اصلی در یکسو کننده با پله کنترل نشده موجب انحراف جریان خروجی می شود. برای بازگرداندن خروجی شارژر به مقادیر پیشنهادی، ممکن است تنظیم دستی پله های ترانسفورماتور نیاز باشد. با استفاده از شارژر با مشخصات شارژ قابل کنترل مثل مشخصات جریان ثابت / ولتاژ ثابت (IU)، تأثیرات ناشی از منبع قابل جبران است. باتری هایی که به صورت موازی شارژ می شوند باید دارای سامانه الکتروشمیایی یکسان و تعداد سلول های یکسان باشند. این باتری ها باید تنها با شارژرهای با مشخصه های جریان و ولتاژ ثابت، IU کنترل شده شارژ شوند. در حالت موازی هر ردیف باید دارای پتانسیل برابر باشند.

۶-۴-۱-۸- دشارژ

ظرفیت باتری به جریان دشارژ بستگی دارد. ولتاژ مربوطه نباید به مقداری کمتر از حداقل ولتاژ دشارژ افت کند. دشارژ بیش از این محدوده، دشارژ عمیق است. منحنی ولتاژ در طول دشارژ با توجه به طراحی باتری مشخص می شود و تحت تأثیر جریان، زمان شارژ، حالت اولیه شارژ، درجه حرارت و مقدار سالم بودن باتری قرار دارد.

۶-۴-۱-۹- جریان اضافی اعمال شده AC / جریان نوسانی

بسته به شارژر و طراحی بار و مشخصه های آن، جریان AC اضافی اعمال شده روی جریان شارژ DC، در فرایند شارژ در باتری جریان می یابد. این جریان AC اضافی اعمال شده می تواند توسط شارژر تولید شود یا نتیجه نوع بار باشد. این جریان AC

¹ Uncontrolled Taper Characteristics

موجب تولید حرارت اضافی در باتری می‌شود که به باتری آسیب رسانده و طول عمر باتری را کاهش می‌دهد.

جدول (۶-۱۳) حد بالایی توصیه‌شده برای جریان موجک AC جاری در باتری به‌صورت I_{eff} بر Ah100 ظرفیت نامی باتری

باتری‌های سرب-اسیدی	باتری‌های نیکل-کادمیم	باتری‌های نیکل-متال هیدرید	I_{eff}
5A	20A	10A	شارژ شناور
10A	20A	10A	شارژ تقویت‌شده

۶-۴-۱-۱۰- قطع ارتباط و جداسازی

باید دستگاه‌هایی برای جدا کردن باتری از همه مدارهای ورودی و خروجی و همچنین از سامانه زمین حفاظتی، به‌خصوص در مورد تعمیر و نگهداری فراهم شود.

- پایانه اتصال باتری را می‌توان به‌عنوان اتصالات جداسازی در نظر گرفت.
- قطع اتصالات یا دوشاخه‌ها تنها زمانی مجاز است که هیچ جریانی از آن عبور نکند.
- قبل از قطع اتصال باتری‌ها، شارژر و بار را برای جلوگیری از خطر جرقه‌ها خاموش کنید.

۶-۴-۱-۱۱- راه‌اندازی و قرارگیری باتری در حالت بهره‌برداری

باتری را می‌توان در شرایط اولیه مختلف مورد بهره‌برداری قرارداد و باید مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده مورد بهره‌برداری قرار گیرد. شرایط اولیه و روش‌های مربوط برای بهره‌برداری ممکن است:

- بدون الکترولیت و شارژ نشده (NiCd): پر کردن الکترولیت و شارژ راه‌اندازی موردنیاز؛
- بدون الکترولیت و شارژ‌شده (شارژ خشک) (Pb): پر کردن الکترولیت؛ درنهایت شارژ موردنیاز؛
- الکترولیت دار و شارژ شده (Ni - MH, NiCd; Pb):
- الکترولیت دار و دشارژ شده (Ni - MH, NiCd): شارژ موردنیاز

۶-۴-۱-۱۲- ظرفیت نامی و عمق دشارژ

ظرفیت نامی اعلام‌شده توسط سازنده، اشاره به عمق دشارژ ۱۰۰٪ در جریان نامی دارد. در مواردی که در آن باتری به‌طور منظم در چرخه شارژ و دشارژ قرار دارد، به‌ویژه باتری‌های سرب اسید، نباید بیش از ۸۰٪ ظرفیت نامی دشارژ شود. دشارژ بیش از ۸۰ درصد ظرفیت نامی به‌عنوان دشارژ عمیق تعریف‌شده است.

- دشارژ مکرر بیش از ۸۰٪ ظرفیت نامی و یا دشارژ عمیق منجر به آسیب غیرقابل‌بازگشت و کاهش طول عمر باتری‌های سرب اسیدی می‌شود. در صورتی که این باتری‌ها برای دوره‌های طولانی در حالت شارژ کم قرار بگیرند ظرفیت خود را از دست داده و به‌طور غیرقابل‌برگشت آسیب خواهند دید.
- حساسیت باتری‌های Ni / Cd منفذ دار به دشارژ عمیق، به نوع طراحی الکتروود بستگی دارد. باین حال باتری‌های Ni / Cd تقریباً به نگهداری در حالت دشارژ غیر حساس هستند.

برای باتری‌های NiCd و NiMH آب‌بندی شده به توصیه‌های تولیدکننده باتری مراجعه کنید.

- با توجه به از دست دادن ظرفیت باتری با افزایش عمر کارکرد، ظرفیت اولیه مورد نیاز باید توسط یک ضریب عمر اصلاح شود. در مورد کاربردهای باتری ساکن / کششی معمولاً از ضریب عمر ۱/۲۵ با اشاره به کاهش ظرفیت تا ۸۰٪ در پایان عمر کارکرد استفاده می‌شود. همچنین باید حاشیه خاصی برای گسترش بعدی برای سامانه تغذیه توان DC مورد نظر قرار گیرد.

۶-۴-۱-۱۳- اتصال کوتاه خارجی

باتری‌ها قادر به مقاومت در برابر اتصال کوتاه خارجی تحت شرایط مشخصی هستند. باتری‌ها برای مدت زمان مشخصی قادر به مقاومت در برابر اضافه جریان و یا یک جریان اتصال کوتاه هستند. این مقادیر مشخص کننده نوع طراحی سامانه‌های منبع تغذیه شامل فیوزها، کلیدهای قدرت و کابل‌ها هستند. سازنده باید مقادیر مناسب فراهم کند. اتصال کوتاه‌های خارجی می‌توانند منجر به آسیب غیرقابل برگشت و کاهش عمر کارکرد شود.

۶-۴-۱-۱۴- محدوده‌های دما

حد پایین دما با توجه به انجماد الکتrolیت تعیین می‌شود. در هنگام دشارژ، چگالی الکتrolیت باتری‌های سرب اسیدی کاهش می‌یابد. در دمای بسیار پایین ممکن است بلورهای یخ، ساختار صفحه را تحت تأثیر قرار داده و یا انجماد الکتrolیت موجب شکستگی محفظه باتری گردد. درجه حرارت پایین به‌طور قابل توجهی ظرفیت باتری / تغذیه، ظرفیت شارژ و بهره‌وری را کاهش می‌دهد. شکل (۸-۶) نشان دهنده وابستگی نقطه انجماد در یک وزن مخصوص الکتrolیت برای اسیدسولفوریک و محلول هیدروکسید پتاسیم را نشان می‌دهد. مقادیر مشخص شده در جدول (۱۴-۶) امکان‌پذیر و وابسته به طراحی باتری و کاربرد آن است.

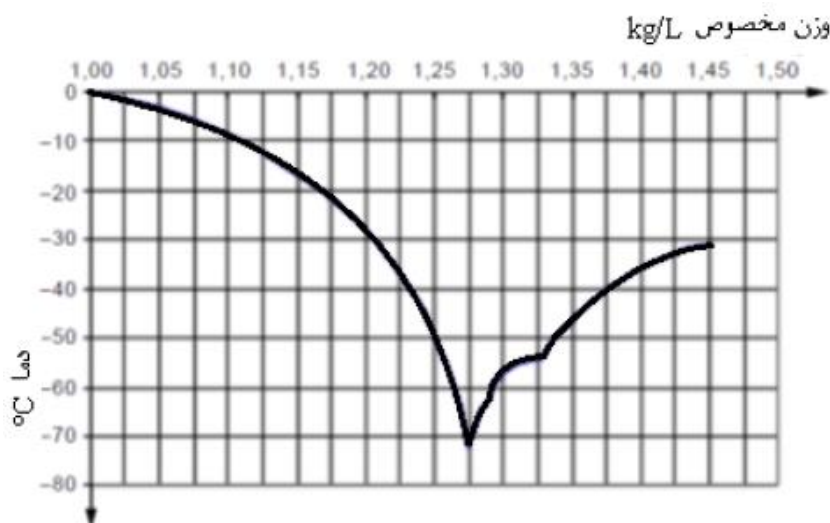
جدول (۱۴-۶) دماهای عملکردی

NiMH	NiCd	NiCd	Pb	Pb	دما
آب بندی شده قابل حمل	آب بندی شده قابل حمل	منفذدار	VRLA ^a	منفذدار	
-40 °C	-50 °C	-50 °C	-40 °C	-40 °C	حد پایین (کامل شارژ شده)
+60 °C	+60 °C	+70 °C	+55 °C	+60 °C	حد بالا ^b

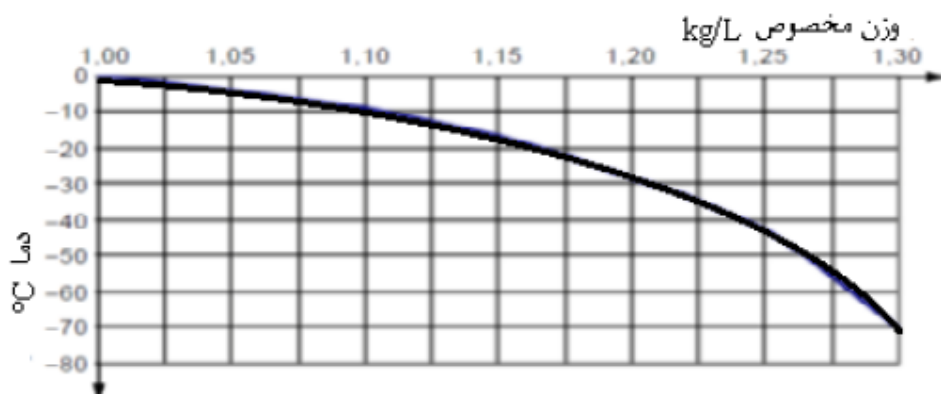
یادآوری - برای سامانه‌های دیگر باتری به اطلاعات سازنده مراجعه کنید.

^a Valve Regulated Lead Acid

^b دمای تنش که باید تنها برای یک مدت زمان محدود اعمال شود. اگر به طور دائم استفاده شود کاهش طول عمر اجتناب ناپذیر است.



شکل (۶-۸) منحنی انجماد اسیدسولفوریک



شکل (۶-۹) منحنی انجماد محلول هیدروکسید پتاسیم

۶-۴-۱۵- مقررات در برابر خطرات الکترولیت

بسیاری از الکترولیت‌های مورد استفاده در باتری‌ها خطرناک هستند و می‌توانند التهاب یا سوختگی در چشم و پوست ایجاد کنند. استنشاق و بلع الکترولیت خطرناک است. در صورت تماس با الکترولیت، مراقبت‌های پزشکی همیشه مورد نیاز است. به تولیدکنندگان باتری توصیه می‌شود، دستورالعمل‌های ایمنی تهیه کنند. اندازه‌گیری‌های حفاظتی در استانداردهای کاربرد مناسب مشخص شده است. تماس با الکترولیت ممکن است به دلایل ذیل باشد:

- جابجایی الکترولیت
- لمس کردن سطح باتری یا دریچه سوراخ هوا، به عنوان مثال در باتری نوع منفذ دار
- انفجار اتفاقی محفظه باتری
- کج شدن باتری منفذ دار در طول جابجایی و حمل و نقل

- ریختن الکترولیت و خروج قطرات ریز اسیدی یا ساطع شدن بخارات ناشی از گاز دهی از دریچه هوا

۶-۴-۱-۱۶- دمونتاژ، دفع و بازی افت باتری‌ها

دمونتاژ و دفع باتری‌ها باید تنها توسط افراد واجد شرایط انجام شود. بازرسی منظم باتری و عملکرد زیست‌محیطی آن، ب ه دلایل ایمنی و عملکردی آن لازم است. مطابق با الزامات تولیدکننده، بازرسی‌ها باید شامل بررسی:

- ولتاژ شارژ تنظیم‌شده در شارژ کننده؛
- دمای باتری؛
- جریان شناور؛
- ولتاژهای باتری تک خانه‌ای یا سل منفرد؛
- چگالی ویژه و سطح الکترولیت، اگر مناسب باشد.
- تمیز بودن و عدم نشت الکترولیت؛
- محکم بودن و گشتاور سل و رابط‌های سیم، اگر لازم باشد؛
- جریان هوای تهویه.

۶-۴-۲- اتاق نگهداری باتری در مورد باتری‌های ثانویه ساکن

باتری‌ها باید در یک مکان حفاظت‌شده نگهداری شود. در صورت لزوم، مکان‌های الکتریکی یا مکان‌های الکتریکی قفل‌شده باید فراهم گردد. انواع مکان‌های زیر می‌تواند انتخاب گردد:

- اتاق‌های جدا برای باتری‌ها در ساختمان‌ها؛
- محوطه‌های جدا و خاص در مکان‌های الکتریکی؛
- قفسه‌ها یا جعبه‌ها مخصوص نگهداری باتری در داخل و بیرون ساختمان؛
- متعلقات باتری در تجهیزات

پارامترهای زیر موقع انتخاب مکان باتری باید موردتوجه قرار گیرند:

- محافظت در برابر خطرات بیرونی مثل آتش، آب، شوک، لرزش و حشرات موزی؛
- حفاظت در برابر خطرات ایجادشده توسط باتری مثل ولتاژ بالا، خطرات انفجار، خطرات الکترولیت، اثرات خوردگی و اتصال به زمین؛
- حفاظت از دسترسی توسط افراد غیرمجاز؛
- حفاظت از اثرات زیاد محیطی مثل دما، رطوبت، آلاینده‌های هوا.

۶-۴-۲-۱- الزامات ویژه برای اتاق‌های مجزای باتری

بسته به اندازه و نوع باتری‌ها، الزامات زیر باید موقع استفاده از اتاق باتری مجزا، به کار گرفته شود:

- کف اتاق باید به گونه‌ای طراحی گردد که تحمل وزن باتری را داشته باشد. لبه‌های رزرو کف اتاق باید امکان گسترش

و توسعه کف در آینده را داشته باشد.

- نصب سامانه‌های الکتریکی باید مطابق با استانداردهای نصب تجهیزات الکتریکی در ساختمان‌ها، انجام گیرد.
- اگر دسترسی، محدود به افراد مجاز گردد، درب‌ها باید قفل پذیر و از نوع آنتی پانیک باشند. درب آنتی پانیک باید به طرف بیرون بچرخد. درب‌ها باید تنها از طرف بیرون قفل پذیر باشند. از طرف داخل، درب باید به آسانی به وسیله مکانیسم اضطراری باز شود.
- موقع استفاده از باتری‌های نوع منفذ دار، کف باید نفوذناپذیر بوده و از نظر شیمیایی مقاوم در برابر الکترولیت بوده یا سل‌های باتری در سینی‌های مناسبی باید قرار داده شود.
- هوای تهویه شده باید به بیرون از ساختمان خارج گردد.
- محوطه کف برای افرادی که در محدوده تماس دست‌ها (دست راست به یک باتری و چپ به باتری دیگر)، این محدوده معادل $m \ 25/1$ است، باید قابلیت پراکنده‌سازی الکترواستاتیک را داشته باشند تا از تجمع بار الکترواستاتیکی ممانعت به عمل آورند. مقاومت اندازه‌گیری شده در نقطه اتصال به زمین باید مطابق با استاندارد IEC 61340-4-1 کمتر از $10 \ M\Omega$ باشد. افراد باید کفش‌های ضد الکتریسیته ساکن موقع انجام کار نگهداری در مورد ملحقات باتری را بپوشند.
- برعکس، کف باید مقاومت الکتریکی کافی R جهت ایمنی افراد را داشته باشد؛ بنابراین مقاومت اندازه‌گیری شده کف در نقطه اتصال به زمین می‌بایست مطابق با استاندارد IEC 61340-4-1 و به صورت زیر باشد:

$$50 \ k\Omega \leq R \leq 10 \ M\Omega \ V: < 500 \ \text{برای باتری‌های با ولتاژ نامی}$$

$$100 \ k\Omega \leq R \leq 10 \ M\Omega \ V: > 500 \ \text{برای باتری‌های با ولتاژ نامی}$$

۶-۴-۲- الزامات ویژه برای محوطه‌های جدا شده خاص در اتاق‌های نگهداری تجهیزات الکتریکی

تمامی الزامات شرح داده شده جهت اتاق‌های نگهداری باتری‌ها و علاوه بر آن‌ها، اقدامات زیر نیز می‌بایست انجام گیرد:

- جایی که شکست یک سل ممکن است باعث ریختن الکترولیت گردد، مقدار الکترولیت ریخته شده باید در یک محلی برای مثال با استفاده از سینی‌هایی که به مقدار کافی الکترولیت را حداقل به میزان یک سل یا باتری تک خانه‌ای نگه می‌دارند، جمع گردد. علامت‌های هشدار و "ممنوع" باید نزدیک باتری چسبانده شود.
- اقدامات حفاظت در برابر شوک الکتریکی و اقدامات در برابر خطرات انفجار باید انجام گیرد.
- بدون توجه به تهویه مطبوع مرکزی ساختمان‌ها، الزامات سیستم تهویه باید اجرا گردد.

۶-۴-۳- جعبه‌های مخصوص نگهداری باتری

- جعبه‌های مخصوص نگهداری باتری ممکن است به دلایل زیر انتخاب گردند:
- جهت اجتناب از مسیرگزینی کابل‌ها از محل‌های دیگر باتری؛
- جهت فراهم‌سازی یک بخش کامل از نظر عملکردی تجهیزات در یک جعبه؛
- جهت حفاظت در برابر خطرات بیرونی؛

- جهت حفاظت در برابر خطرات ایجادشده توسط باتری؛
 - جهت حفاظت در برابر دسترسی افراد غیرمجاز؛
 - جهت حفاظت در برابر اثرات زیست‌محیطی بیرونی.
- الزامات زیر باید موقع قرار دادن باتری‌ها در یک جعبه به کار گرفته شوند:
- تهویه کافی جهت جلوگیری از تشکیل غلظت منفجر شونده از هیدروژن، فراهم گردد.
 - اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از تشکیل غلظت منفجر شونده از هیدروژن در شرایط نقص تجهیزات، باید انجام گیرد.
 - کف (یا سکو اگر به‌کاررفته باشد) باید به‌گونه‌ای طراحی گردد که تحمل وزن باتری‌ها را داشته باشد.
 - بخش‌های داخل جعبه اثرات تهویه را کاهش داده و بنابراین دمای باتری را افزایش می‌دهند. این تنزل عملکردی باید در حین طراحی جعبه مورد ارزیابی قرار گیرد.
 - فاصله مابین سل‌ها یا باتری‌های تک خانه‌ای باید جریان هوای خنک را موجب گردیده و نباید کمتر از ۵mm باشد.
 - داخل جعبه باید مقاومت شیمیایی کافی در برابر اثرات خوردگی الکترولیت را داشته باشد.
 - جعبه باید ممانعت لازم از دسترسی افراد غیرمجاز به بخش‌های خطرناک را فراهم کند.
 - جعبه باید اجازه دسترسی کافی جهت نگهداری، با استفاده از ابزارهای عادی را داشته باشد.
 - جعبه باید از جریان‌های متصل به زمین که به‌وسیله الکترولیت نشت یافته گسترش می‌یابند، ممانعت نماید.

۴-۲-۴-۶- کار روی باتری‌ها یا نزدیک آن‌ها

فواصل لازم برای کار در داخل اتاق‌های باتری نیازمند رعایت موارد زیر است:

- جهت انجام خوب بازرسی، نگهداری و تغییرات در سل‌ها، فضای کاری کافی باید در دسترس باشد.
- جهت برقراری تخلیه در مواقع اضطراری، یک مسیر گریز غیر مسدود باید در تمامی مواقع و با عرض حداقل ۶۰۰mm وجود داشته باشد.
- جهت مجاز بودن قرار دهی تجهیزات موقت در مسیر قابل دسترسی، توصیه می‌گردد که عرض مسیر خروجی افزایش یابد. عرض افزایش‌یافته ممکن است بر اساس تجهیزات استفاده‌شده یا ۱/۵ برابر عرض سل یا ۱۲۰۰mm، در صورت عدم وجود اطلاعات دیگر باشد.

۵-۲-۴-۶- ملاحظات در خصوص کار ویژه در اتاق‌های باتری

- کار کردن روی باتری یا در داخل فاصله ایمن با تجهیزات جوشکاری، ماشین‌های لحیم‌کاری یا دستگاه‌های مشابه، باید فقط به‌وسیله افرادی که در خصوص خطرات احتمالی آگاهی دارند، انجام گیرد. فاصله مسمی ر جرقه‌های ایجادشده باید مراعات گردد.
- قبل از اینکه چنین کاری صورت گیرد، باتری‌ها باید از تجهیزات شارژ کننده قطع گردند. مخلوط گازهای منفجر شونده درون سل‌های منفذ دار یا باتری‌های تک خانه‌ای، باید از فضای بالایی سل‌ها، به‌وسیله هوا، نیتروژن گازی یا

گازهای خنثی دیگر دفع گردند.

۶-۴-۲-۶- نگهداری باتری‌های سرب-اسیدی و نیکل-کادمیم در یک اتاق

ترجیحاً، باتری‌های سرب-اسیدی و نیکل-کادمیم یا نیکل-متال هیدرید باید در اتاق‌های جداگانه، نگهداری شوند. جایی که دو نوع باتری در یک اتاق قرار داده شود، اقدامات احتیاطی باید جهت جلوگیری از "مخلوط شدن ابزارهای نگهداری و الکترولیت‌های هر دو باتری و آبی که برای جبران کاهش آب‌باتری‌ها استفاده می‌گردد"، انجام گیرد.

۶-۵- آزمون‌های باتری‌های ثانویه

آزمون‌ها با تعدادی سلول‌ها یا باتری‌ها مشخص شده در جدول (۶-۱۵) برای سامانه‌های نیکل کادمیم و نیکل متال و جدول (۶-۱۶) برای سامانه‌های لیتیوم مورد استفاده در سلول‌ها یا باتری‌ها که بیشتر از شش ماه از تولید آن نگذشته باشد انجام می‌شوند. شرایط آزمون تنها برای آزمون‌های نوعی هستند و به این معنی نیست که استفاده مورد نظر شامل کار تحت این شرایط باشد. به‌طور مشابه، حد شش ماه برای تناسب و سازگاری معرفی شده است و به این معنی نیست که ایمنی باتری بعد از شش ماه کاهش می‌یابد. برای انجام آزمون‌های اطمینان از ایمنی و صحت عملکرد باتری‌های ثانویه، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- آزمون‌ها باید در دمای (20 ± 5) درجه سلسیوس انجام گیرند، مگر در روش آزمون غیر از این دما تعیین شده باشد.
- باید در طول آزمون مراقبت‌های کافی انجام شود تا از ایجاد صدمه جلوگیری شود. این آزمون‌ها باید توسط تکنسین‌های مجرب و مجهز به تجهیزات حفاظتی کافی انجام شود.
- صحت کلیه مقادیر کنترل شده یا اندازه‌گیری شده، مرتبط با کمیت‌های واقعی یا مشخص شده باید حداکثر دارای مقدار خطای زیر باشند:

- ولتاژ: $\pm 1\%$ درصد

- جریان: $\pm 1\%$ درصد

- دما: $\pm 2\%$ درجه سلسیوس

- زمان: $\pm 0.1\%$ درصد

- ابعاد: $\pm 1\%$ درصد

- ظرفیت: $\pm 1\%$ درصد

- این خطاها شامل صحت وسایل اندازه‌گیری، فنون اندازه‌گیری استفاده شده و تمام دیگر منابع خطا در روش آزمون هستند.



جدول (۶-۱۵) اندازه نمونه برای سامانه‌های نیکل

باتری	سلول	آزمون
-	۵	ترخ پایین شارژ
۵	۵	ارتعاش
۳	-	تنش بدنه قالب گیری شده
۵	۵	چرخه دما
-	۵ گروه ۴ تایی	نصب نادرست
۵/دما	۵/دما	اتصال کوتاه داخلی
۳	۳	سقوط آزاد
۵	۵	شوک مکانیکی
-	۵	استفاده نامناسب حرارتی
-	۵ (۱۰ برای منشوری)	شکستن
باتری	سلول	آزمون
-	۳	فشار پایین
۵	۵	اضافه شارژ
-	۵	تخلیه الکتریکی اجباری

جدول (۶-۱۶) اندازه نمونه برای سامانه‌های لیتیم

باتری	سلول	آزمون
۵/دما/شرایط	۵/دما/شرایط	شارژ (روش ۲)
-	۵	شارژ پیوسته
۳	-	تنش بدنه
-	۵/دما	اتصال کوتاه داخلی
۵/دما	-	اتصال کوتاه داخلی
۳	۳	سقوط آزاد
-	۵/دما	استفاده نامناسب حرارتی
-	۵/دما	شکستن
۵	-	اضافه ولتاژ
-	۵	تخلیه الکتریکی اجباری
-	(۲۰)	حمل و نقل
-	۱۰	کوتاه داخلی اجباری ^{الف}

^{الف} آزمون ویژه کشور؛ فقط برای کشورهای قهرست شده لازم است.

۶-۵-۱- آزمون‌های استفاده موردنظر سیستم نیکل

در این آزمون‌ها از روش‌هایی استفاده می‌شود که در صورت عدم رعایت احتیاط کافی می‌تواند آسیب برساند بنابراین توصیه می‌شود برای انجام این آزمون‌ها از تکنسین‌های باتجربه و ماهر با حفاظت کافی استفاده شود. برای جلوگیری از سوختگی، توصیه می‌شود احتیاط برای سلول‌ها یا باتری‌هایی که دمای بدنه آن‌ها مجاز است از 75°C به‌عنوان نتیجه آزمون تجاوز پیدا کند، در نظر گرفته شود.

۶-۵-۱-۱- شارژ پیوسته با نرخ کم (سلول‌ها)

شارژ پیوسته با نرخ کم نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

سلول‌های کاملاً شارژ شده باید به مدت ۲۸ روز در معرض آزمون قرار گیرند تا به شارژ مشخص شده توسط سازنده برسند.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۱-۲- ارتعاش

ارتعاش موجود در طول انتقال نباید باعث نشی، آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

سلول‌ها یا باتری‌های کاملاً شارژ شده تحت شرایط آزمون زیر و ترتیب ارائه‌شده در جدول (۶-۱۵) مورد آزمون قرار می‌گیرند. یک تکان یکنواخت ساده با دامنه 0.76mm و بیشینه کلی انحراف 1.52mm به سلول‌ها یا باتری‌ها اعمال می‌شود. فرکانس با شدت 1 Hz/min بین حدود 10 Hz تا 55 Hz متغیر است. گستره کامل فرکانس‌ها (10 Hz تا 55 Hz) و برگشت (55 Hz تا 10 Hz) برای هر وضعیت نصب (جهت ارتعاش) در مدت زمان $90 \pm 5\text{ min}$ جابجا می‌شود. ارتعاش در هر سه جهت عمود بر هم به ترتیب مشخص شده در زیر اعمال می‌شود:

- تأیید اینکه ولتاژ اندازه‌گیری شده، ولتاژ نوعی از یک محصول شارژ شده برای آزمون است.

- اعمال ارتعاش همان‌طوری که در جدول (۶-۱۷) مشخص شده است.

- استراحت سلول به مدت یک ساعت و به دنبال آن انجام بازرسی چشمی

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار و بدون نشی



جدول (۶-۱۷) شرایط آزمون ارتعاش

مرحله	زمان استراحت h	زمان ارتعاش min	بررسی چشمی
۱	-	-	پیش از آزمون
۲	-	90 ± 5	-
۳	-	90 ± 5	-
۴	-	90 ± 5	-
۵	۱	-	پیش از آزمون

۶-۵-۱-۳- تنش بدنه در دمای بالای محیط

اجزای تشکیل‌دهنده داخلی باتری‌ها هنگام استفاده نباید در معرض دمای بالا قرار گیرند.

- روش آزمون

برای ارزیابی درست بودن بدنه باتری باتری‌های کاملاً شارژ باید به‌طور ملایم در معرض دمای بالا قرار گیرند. باتری در یک کوره با جریان هوا و دمای $70 \pm 2^\circ\text{C}$ قرار داده می‌شود. باتری به مدت ۷ h در کوره باقی‌مانده و سپس خارج شده و به آن اجازه داده می‌شود تا به دمای اتاق برسد.

- معیار پذیرش

هیچ‌گونه کج شدن فیزیکی بدنه باتری که منجر به نمایان شدن اجزای داخلی شود، وجود نداشته باشد.

۶-۵-۱-۴- چرخه دما

قرار دادن تکراری در معرض دماهای بالا و پایین، نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

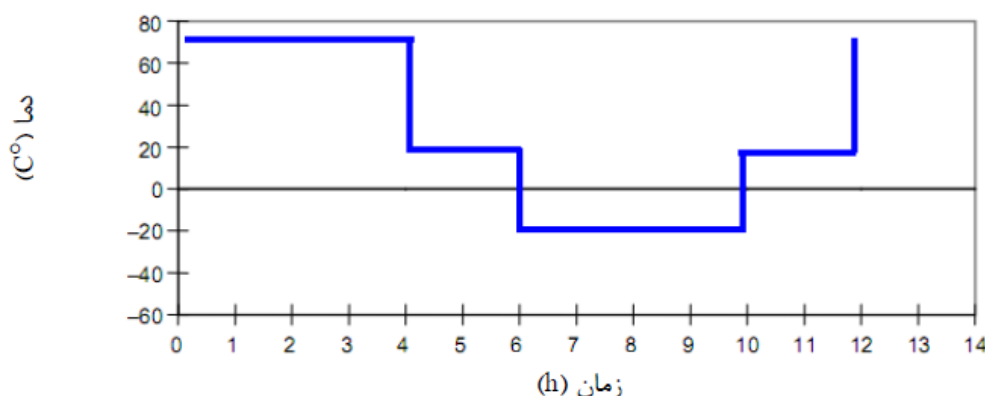
- روش آزمون بر طبق روند زیر و نمودار نشان داده‌شده در شکل (۶-۱۰).

سلول‌ها یا باتری‌های کاملاً شارژ، در یک محفظه‌ای با جریان هوای اجباری، در معرض چرخه دما (75°C و -20°C) مطابق روند زیر، قرار می‌گیرند:

- قرار دادن سلول‌ها یا باتری‌ها در دمای محیط $20 \pm 5^\circ\text{C}$ به مدت ۴h.
- تغییر دمای محیط به $20 \pm 5^\circ\text{C}$ در زمان ۳۰min و نگهداری در این دما به مدت کمینه ۲h.
- تغییر دمای محیط به $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ در زمان ۳۰min و نگهداری در این دما به مدت کمینه ۴h.
- تغییر دمای محیط به $20 \pm 5^\circ\text{C}$ در زمان ۳۰min و نگهداری در این دما به مدت کمینه ۲h.
- تکرار مرحله ۱ تا ۴ برای چهارچرخه دیگر.
- بعد از پنج‌چرخه، انبار کردن سلول‌ها یا باتری‌ها به مدت هفت روز قبل از انجام بازرسی.

- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار، بدون نشت.



شکل (۶-۱۰) روند دما در آزمون چرخه دما

۶-۵-۲- آزمون‌های استفاده نامناسب قابل پیش‌بینی سیستم نیکل

۶-۵-۲-۱- نصب نادرست (سلول‌ها)

نصب نادرست یک سلول از باتری با کاربری چند سلولی نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

سلول‌های کاملاً شارژشده در شرایطی که یکی از سلول‌ها به‌طور نادرست نصب‌شده باشد، ارزیابی می‌شود. چهار سلول تکی کاملاً شارژشده با علامت تجاری، نوع، اندازه و طول عمر یکسان، به‌صورت سری به یکی از چهار سلول معکوس شده متصل می‌شود. مجموعه حاصل به مقاومت متصل می‌شود تا دریچه بازشده یا دمای سلول معکوس شده به دمای محیط برگردد. متناوباً، برای شبیه‌سازی شرایط تحمیل‌شده بر سلول معکوس شده می‌توان از یک منبع تغذیه DC پایدار استفاده کرد.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۲-۲- اتصال کوتاه خارجی

اتصال کوتاه شدن ترمینال‌های قطب مثبت و منفی نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

دو گروه از سلول‌ها یا باتری‌های کاملاً شارژ به ترتیب، در دمای محیط $20 \pm 5^\circ\text{C}$ و $55 \pm 5^\circ\text{C}$ نگهداری می‌شوند. سپس هر سلول یا باتری با اتصال به ترمینال‌های مثبت و منفی با مقاومت خارجی کلی 20 ± 80 میلی اهم اتصال کوتاه می‌شوند. سلول‌ها یا باتری‌ها به مدت ۲۴ ساعت و یا تا زمانی که دمای بدنه باتری به ۲۰ درصد بیشینه افزایش دما کاهش پیدا کند، هرکدام که زودتر باشد، در حالت آزمون باقی بماند.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار

۶-۵-۲-۳- سقوط آزاد

افتادن سلول یا باتری (به‌طور مثال، از لبه میز) نباید آتش‌سوزی یا انفجار به وجود آورد.

• روش آزمون

هر سلول یا باتری سه بار از بلند ۱ m روی کف بتونی می‌افتد. این سلول‌ها یا باتری‌ها طوری می‌افتند که به آن‌ها در جهات تصادفی ضربه‌ای وارد شود. پس از آزمون، نمونه باید برای حداقل یک ساعت در حالت استراحت قرار داده شود و پس از آن باید بازرسی چشمی انجام شود.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۲-۴- شوک مکانیکی (خطر شکستن)

شوکه‌ای به وجود آمده در حین انبارداری یا حمل‌ونقل نباید موجب آتش‌سوزی، انفجار یا نشتی شوند.

• روش آزمون

سلول یا باتری کاملاً شارژ به‌وسیله یک میز نصب ثابت طوری به ماشین آزمون محکم می‌شود که تمام سطوح نصب باتری یا سلول را نگه دارد. سپس سلول یا باتری در معرض سه شوک با دامنه یکسان قرار می‌گیرد. شوک‌ها در هر سه جهت عمودی متقابل دوطرفه اعمال می‌شوند. دست‌کم یکی از شوک‌ها باید عمود بر وجه صاف و مسطح آن باشد. در هر شوک، به سلول یا باتری به روشی شتاب داده می‌شود که در طول ۳ ms اولیه، کمینه شتاب میانگین آن ۷۵ gn باشد. شتاب قله باید بین ۱۲۵ و ۱۷۵ gn باشد. سلول‌ها یا باتری‌ها در دمای محیط $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ تست می‌شوند. پس از آزمون، آزمون را باید به مدت حداقل نیم ساعت در حالت استراحت قرار داد و سپس بازرسی چشمی انجام گیرد.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار و بدون نشتی.

۶-۵-۲-۵- استفاده نامناسب حرارتی (سلول‌ها)

دمای بسیار بالا نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

هر سلول کاملاً شارژ شده، تثبیت شده در دمای اتاق، در کوره‌ای با جریان هوای در گردش یا جاذبه‌ای قرار می‌گیرد. دمای کوره با نرخ $2^{\circ}\text{C} / \text{min} \pm 5^{\circ}\text{C}$ تا $130^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C} / \text{min}$ بالا می‌رود.

سلول به مدت ۱۰ min (برای سلول‌های بزرگ‌تر ۳۰ min)، قبل از اینکه آزمون قطع شود، در این دما باقی می‌ماند.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار

۶-۵-۲-۶- خرد کردن سلول‌ها

خرد کردن شدید یک سلول (به‌طور مثال، در حین دفع فشردن زباله) نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

هر سلول کاملاً شارژ بین دو سطح صاف خرد می‌شود. نیروی لازم برای خرد کردن به‌وسیله یک بازوی هیدرولیک و اعمال نیروی $1 \pm 13 \text{ kN}$ تأمین می‌شود.

خرد کردن به روشی انجام می‌شود که بیشترین نتیجه نامطلوب را به دنبال داشته باشد.

هر بار که بیشینه نیرو اعمال می‌شود یا افت ولتاژ ناگهانی به یک‌سوم ولتاژ اولیه برسد، نیرو آزاد می‌شود. یک سلول استوانه‌ای یا منشوری با محورهایی که از نظر طولی با صفحات صاف دستگاه خرد کردن موازی است، خرد می‌شود.

برای آزمون سلول‌های منشوری با وجوه عریض و باریک، گروه دیگری از سلول‌ها که ۹۰ حول محورهای طولی چرخیده‌اند، آزمون می‌شوند و با گروه اول مقایسه می‌شوند.

• معیار پذیرش

بدون انفجار، بدون آتش‌سوزی.

۶-۵-۲-۷- فشار پایین (سلول‌ها)

فشار پایین (به‌عنوان مثال، در طول حمل‌ونقل در قسمت بار هواپیما نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود

• روش آزمون

آزمون هر سلول کاملاً شارژ در محفظه خلأ در دمای محیط $5 \pm 20^\circ \text{C}$ قرار داده می‌شود. از هنگامی که محفظه آب‌بندی می‌شود فشار داخلی آن به‌تدریج کاهش‌یافته تا به مقداری برابر با $11,6 \text{ kPa}$ یا کمتر از آن برسد و به مدت ۶h در این مقدار نگه‌داشته می‌شود.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار و بدون نشتی.

۶-۵-۲-۸- اضافه شارژ

شارژ برای دوره‌های طولانی‌تر با سرعت بالاتر از مقدار تعیین‌شده توسط سازنده نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

سلول یا باتری تخلیه‌شده در معرض شارژی با سرعت بالا و ۲,۵ برابر جریان شارژ توصیه‌شده به از مدتی که ۲۵۰٪ ورودی شارژ را تولید می‌کند، قرار می‌گیرد (۲۵۰٪ ظرفیت اسمی).

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۹-۲-۵-۶ تخلیه الکتریکی تحت فشار (سلول‌ها)

یک سلول با کاربری به صورت چند سلولی باید، بدون ایجاد آتش‌سوزی یا انفجار، در برابر وارونگی قطبیت سلول استقامت داشته باشد.

- روش آزمون

سلول تخلیه الکتریکی در معرض شارژ معکوس I_t A ۱ برای ۹۰ min قرار می‌گیرد.

- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۳-۵-۶ الزامات ویژه برای شارژ باتری در آزمون‌های مربوط به باتری لیتیم

روش شارژ برای آزمون‌ها در دمای محیط $20 \pm 5^\circ\text{C}$ با استفاده از شیوه اعلام‌شده توسط سازنده، انجام می‌گیرد. قبل از شارژ باتری باید در دمای $20 \pm 5^\circ\text{C}$ و جریان ثابت I_t A ۰,۲ تا رسیدن به ولتاژ نهایی تعیین‌شده، تخلیه الکتریکی شود. در روش دوم، پس از تثبیت، به مدت ۱ تا ۴ ساعت به ترتیب در دمای محیط از بالاترین دمای آزمون و پایین‌ترین دمای آزمون که در جدول (۱۸-۶) مشخص شده است (در حال حاضر برای اکسید کبالت لیتیم)، سلول‌ها با استفاده از حد بالای ولتاژ شارژ و بیشینه جریان شارژ تا زمانی که جریان شارژ با استفاده از شیوه شارژ ولتاژ ثابت به I_t A ۰,۰۵ کاهش یابد، شارژ می‌شوند.

جدول (۱۸-۶) شرایط روش شارژ دمای شارژ

حد بالای ولتاژ شارژ	بیشینه جریان شارژ	دمای شارژ حد بالای	دمای شارژ حد پایین
۴,۲۵ V/cell	توسط سازنده سلول مشخص شده است	45°C	10°C

۴-۵-۶ آزمون‌های استفاده مورد انتظار در سامانه‌های لیتیم

۱-۴-۵-۶ شارژ پیوسته در ولتاژ ثابت (سلول‌ها)

شارژ پیوسته در ولتاژ ثابت نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

- روش آزمون

سلول‌های کامل شارژ شده، به مدت ۷ روز در معرض شارژ تعیین‌شده توسط سازنده قرار می‌گیرد.

- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار، بدون نشتی.

۶-۵-۴-۲- تنش بدنه در دمای محیطی بالا (باتری)

اجزای داخلی باتری نباید طی استفاده در دمای بالا در معرض گرما باشند.

- روش آزمون

باتری‌های کامل شارژ شده، به منظور ارزیابی یکپارچگی بدنه در معرض دمای نسبتاً بالا قرار می‌گیرند. باتری در کوره با هوای چرخشی $25 \pm 7^\circ\text{C}$ قرار داده می‌شود.

باتری‌ها به مدت ۷ ساعت در کوره قرار می‌گیرند، بعد از آن از کوره درآورده می‌شوند و به دمای اتاق می‌رسند.

- معیار پذیرش

بدون ایجاد تغییر فیزیکی در بدنه باتری که منجر به آشکارسازی اجزای داخلی شود.

۶-۵-۵-۵- آزمون‌های استفاده نامناسب قابل پیش‌بینی در سامانه‌های لیتیوم

۶-۵-۵-۱- اتصال کوتاه داخلی (سلول)

اتصال کوتاه ترمینال‌های مثبت و منفی سلول در دمای محیط نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

- روش آزمون

آزمون شارژ کامل هر سلول، طبق روش دوم انجام می‌شود. سلول توسط اتصال ترمینال‌های مثبت و منفی با مقاومت داخلی $20 \pm 80\text{ m}\Omega$ اتصال کوتاه می‌شود.

سلول به مدت ۲۴ h تحت آزمون می‌ماند و یا تا زمانی که دما به میزان ۲۰٪ بیشینه افزایش دما کاهش یابد قرار می‌گیرد.

- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۵-۲- اتصال کوتاه خارجی (باتری)

اتصال کوتاه ترمینال‌های مثبت و منفی در بسته باتری نباید سبب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

- روش آزمون

هر باتری کامل شارژ شده مطابق روش دوم در محیط با دمای $5 \pm 55^\circ\text{C}$ ذخیره می‌شود.

سپس بسته‌های باتری با اتصال ترمینال‌های مثبت و منفی با یک مقاومت خارجی $20 \pm 80\text{ m}\Omega$ اتصال کوتاه می‌شود.

بسته‌های باتری به مدت ۲۴ h تحت آزمون می‌ماند و یا تا زمانی که دمای بدنه بسته باتری به میزان ۲۰٪ بیشینه افزایش دما کاهش یابد قرار می‌گیرد، هر کدام زودتر باشد. باین‌حال، توصیه می‌شود در صورت کاهش شدید جریان اتصال کوتاه، بسته باتری بعد از آن که جریان به شرایط حالت پایدار پایین رسید، یک ساعت بیشتر در آزمون بماند.

- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۳- سقوط آزاد

افتادن سلول یا باتری (به‌طور مثال، از لبه میز) نباید آتش‌سوزی یا انفجار به وجود آورد.

• روش آزمون

آزمون سقوط آزاد در دمای محیط $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ با استفاده از باتری‌های کامل شارژ شده طبق روش اول انجام می‌شود. هر سلول یا باتری سه بار از بلندی ۱ m روی کف بتنی می‌افتد. این سلول‌ها یا باتری‌ها طوری می‌افتند که به آن‌ها در جهات تصادفی ضربه‌ای وارد شود.

پس از آزمون نمونه باید برای حداقل یک ساعت در حالت استراحت قرار داده شود و پس‌از آن بازرسی چشمی انجام شود.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۴- استفاده نامناسب حرارتی (سلول‌ها)

دمای بسیار بالا نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

هر سلول کاملاً شارژ شده، تثبیت شده در دمای اتاق، در کوره‌ای با جریان هوای در گردش یا جاذبه‌ای قرار می‌گیرد. دمای کوره با نرخ $5 \pm 2^{\circ}\text{C} / \text{min}$ تا $130 \pm 2^{\circ}\text{C} / \text{min}$ بالا می‌رود.

سلول به مدت ۱۰ min (برای سلول‌های بزرگ‌تر ۳۰ min)، قبل از اینکه آزمون قطع شود، در این دما باقی می‌ماند.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۵-۵- خرد کردن سلول

خرد کردن شدید یک سلول (به‌طور مثال، در حین دفع فشردن زباله) نباید باعث آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

هر سلول کاملاً شارژ بین دو سطح صاف خرد می‌شود. نیروی لازم برای خرد کردن به وسیله یک بازوی هیدرولیک و اعمال نیروی $1 \pm 13 \text{ kN}$ تأمین می‌شود.

خرد کردن به روشی انجام می‌شود که بیشترین نتیجه نامطلوب را به دنبال داشته باشد.

هر بار که بیشینه نیرو اعمال می‌شود یا افت ولتاژ ناگهانی به یک سوم ولتاژ اولیه برسد، یا ۱۰٪ تغییر شکل نسبت به ابعاد اولیه رخ دهد، نیرو آزاد می‌شود (هرکدام از شرایط اول رخ داد نشانه‌ای باید بروز دهد تا نیرو آزاد گردد).

یک سلول استوانه‌ای یا منشوری با محورهایی که از نظر طولی با صفحات صاف دستگاه خرد کردن موازی است، خرد می‌شود.

تنها برای آزمون سلول‌های منشوری با وجوه عریض آزمون می‌شود.

• معیار پذیرش

بدون انفجار، بدون آتش‌سوزی.

۶-۵-۵-۶- اضافه شارژ باتری

شارژ برای دوره‌های طولانی‌تر از مقدار تعیین شده توسط سازنده نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

• روش آزمون

آزمون باید در دمای محیط $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ انجام شود. هر باتری آزمون باید در جریان ثابت I_t ۰٫۲ A تا رسیدن به ولتاژ نهایی تعیین شده توسط سازنده تخلیه الکتریکی شود. نمونه باتری‌ها سپس باید در جریان ثابت I_t ۲ A / ۰ با استفاده از یک ولتاژ تغذیه شارژ شوند (نه بیشتر از بیشینه ولتاژ عرضه شده توسط شارژر توصیه شده). کافی است جریان I_t ۲ A / ۰ در طول مدت آزمون یا تا زمانی که ولتاژ تغذیه به دست آید و حفظ شود. یک ترموکوپل باید برای هر باتری آزمون نصب شود. برای بسته‌های باتری، دما باید بر روی بدنه بسته باتری اندازه‌گیری شود. آزمون باید تا رسیدن دمای بیرونی بدنه به شرایط حالت ماندگار (کمتر از 10°C تغییر در مدت ۳۰ دقیقه) یا رسیدن به دمای محیط ادامه پیدا کند.

• معیار پذیرش

بدون انفجار، بدون آتش‌سوزی.

۶-۵-۵-۶- تخلیه الکتریکی تحت فشار (سلول‌ها)

یک سلول با کاربری به صورت چند سلولی باید، بدون ایجاد آتش‌سوزی یا انفجار، در برابر وارونگی قطبیت سلول استقامت داشته باشد.

• روش آزمون

سلول تخلیه الکتریکی در معرض شارژ معکوس I_t ۱ A برای ۹۰ min قرار می‌گیرد.

• معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، بدون انفجار.

۶-۶- ایمنی استفاده از باتری‌های لیتیوم یون

به منظور حصول اطمینان از استفاده بهتر از باتری‌های یون لیتیوم، تولیدکنندگانی که باتری‌ها یا سلول‌های لیتیوم یون را طراحی و تولید می‌کنند ملزم به رعایت استانداردهایی می‌باشند که در حال حاضر تعیین شده است. در مورد شارژ بیشینه ولتاژهای مختلف (به عنوان مثال غیر از سامانه‌های اکسید کبالت لیتیوم با ولتاژ ۴٫۲۵ V)، توصیه بر این است که تنظیم بیشینه شارژ ولتاژ و بیشینه شارژ دما متناسب با معیارهای آزمون مربوطه صورت گیرد.

۶-۶-۱- ملاحظات مربوط به ولتاژ شارژی

ولتاژ مورد استفاده در باتری‌های قابل شارژ باید به نحوی تنظیم گردد که در حین شارژ موجب افزایش و تحریک واکنش‌های شیمیایی در سلول باتری گردد. باین حال اگر میزان ولتاژ شارژی بالا باشد واکنش جانبی یا واکنش شیمیایی بیش از حد رخ داده و در نهایت باتری از لحاظ دمایی ناپایدار می‌شود. این امر ممکن است منجر به افزایش حرارت بیش از حد و در نهایت ناپایداری حرارتی شود. در نتیجه موضوع قابل توجه این است که ولتاژ شارژی به هیچ عنوان از مقدار تعیین شده توسط سازنده باتری بالاتر نباشد. از سوی دیگر، تولیدکنندگان باتری بایستی ایمنی سلول باتری‌ها را که با ولتاژ معینی شارژ می‌شوند را تأیید نمایند.

۶-۶-۱-۱- حد بالای ولتاژ شارژ

باتری‌های یون لیتیم که از اکسید کبالت لیتیم به عنوان ماده فعال مثبت و کربن به عنوان ماده منفی تشکیل شده‌اند، کاربرد گسترده‌ای دارند. در این نوع باتری، ولتاژ شارژی بیشینه بر پایه ارزش $4/25\text{ V}$ برای سلول لیتیم یون است که از لحاظ ایمنی مجاز به ولتاژ شارژی بیشینه است.

هنگامی که باتری یون لیتیم با ولتاژ بیشتری از ولتاژ شارژی بیشینه شارژ می‌شود، مقدار اضافی یون لیتیم از ماده فعال الکترود مثبت خارج شده و ساختار کریستالی آن به هم می‌خورد. در نتیجه تولید اکسیژن به راحتی صورت گرفته و لیتیم فلزی بر روی سطح کربن که تشکیل دهنده ماده قطب منفی است، رسوب می‌کند. در این شرایط، هنگامی که اتصال کوتاه داخلی رخ می‌دهد، ناپایداری حرارتی نسبت به موقعی که باتری با ولتاژ تعیین شده شارژ می‌شود، به راحتی رخ می‌دهد. در نتیجه، باتری قابل شارژ یون لیتیم تحت هیچ شرایطی نباید با ولتاژی بالاتر از بیشینه ولتاژ توصیه شده شارژ شود. با فرض اینکه ممکن است کنترل شارژ توسط شارژر با مشکل روبرو شود، بایستی یک وسیله حفاظتی مناسب نیز جهت کنترل شارژ تعبیه شود. برای جریان متناوب بیش از 50 kHz که در بردارنده امواج الکتریکی است، اظهارات فوق کاربردی ندارد چراکه یون لیتیم باتری هیچ واکنشی نسبت به آن نشان نمی‌دهد.

۶-۶-۷- توصیه‌هایی برای مصرف‌کنندگان نهایی

- متن زیر، فهرست عمومی از نظرات ارائه شده توسط سازندگان تجهیزات برای مصرف‌کنندگان نهایی را بیان می‌کند.
- سلول‌های ثانویه یا باتری‌ها را از هم باز نکرده یا خرد نکنید.
 - سلول‌ها یا باتری‌ها را در معرض گرما یا آتش قرار ندهید. از نگهداری در زیر نور مستقیم خورشید جلوگیری کنید. سلول یا باتری را اتصال کوتاه نکنید.
 - هرگز سلول‌ها یا باتری‌ها را به طور تصادفی در جعبه کشویی که منجر به اتصال کوتاه با یکدیگر یا به وسیله مواد هادی شوند، نگهداری نکنید.
 - بسته‌بندی اولیه سلول یا باتری را تا قبل از زمان استفاده جدا نکنید.
 - سلول یا باتری‌ها را در معرض شوک مکانیکی قرار ندهید.
 - هنگام نشت سلول، از تماس مایع با پوست یا چشم خود اجتناب کنید. در صورتی که این عمل اتفاق افتاد، ناحیه مورد نظر

- را با آب فراوان شسته و دستورات پزشکی را بکار بندید.
- برای هر دستگاه از شارژری که برای آن پیش‌بینی شده است، استفاده کنید.
- نشانه‌های (+) و (-) روی سلول، باتری و دستگاه را مشاهده کرده و از استفاده درست از آن اطمینان حاصل کنید.
- برای هر دستگاه از سلول یا باتری طراحی شده برای آن استفاده کنید.
- در یک وسیله، از چند سلول با ظرفیت، اندازه، نوع یا ساخت متفاوت استفاده نکنید.
- توصیه می‌شود سلول‌ها یا باتری‌ها را دور از دسترس کودکان قرار دهید. را در صورت بلعیدن سلول یا باتری، باید فوراً دستورات پزشکی را بکار برید.
- همیشه سلول یا باتری درست و مناسب را برای دستگاه خریداری نمایید.
- سلول‌ها و باتری‌ها را تمیز و خشک نگهدارید.
- در صورت کثیف بودن ترمینال‌های سلول یا باتری آن را با یکپارچه تمیز خشک، پاک کنید.
- سلول‌ها یا باتری‌های ثانویه قبل از استفاده نیاز به شارژ دارند. همیشه به دستورالعمل‌های سازنده سلول یا باتری رجوع کرده و از روش شارژ صحیح استفاده کنید. (باتری‌ها را در صورتی که در حال استفاده نیستند، به شکل شارژ طولانی مدت رها نکنید.
- برای به دست آوردن بیشینه کارکرد سلول‌ها یا باتری‌ها بعد از دوره‌های طولانی مدت ذخیره‌سازی، چند بار شارژ و تخلیه الکتریکی آن‌ها لازم است.
- باتری و سلول را فقط برای کاربردی که برای آن در نظر گرفته شده است استفاده کنید.
- در صورت امکان، باتری را در هنگامی که تجهیز مورد استفاده نیست از آن خارج کنید.
- باتری به روشی مناسب دور انداخته شود.