



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۰۲۱۸-۲
چاپ اول
۱۳۹۷



دارای محتوای رنگی

INSO
10218-2
1st Edition
2019

Identical with
IEC 62133-2:
2017

سلول‌ها و باتری‌های ثانویه حاوی
الکترولیت قلیایی یا سایر
الکترولیت‌های غیر اسیدی - الزامات
ایمنی سلول‌های ثانویه آب‌بندی شده قابل
حمل و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای
استفاده در کاربردهای قابل حمل -
قسمت ۲: سیستم‌های لیتیومی

**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 –
Part 2: Lithium systems**

ICS: 29.220.30

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۲۱۸ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سلول‌ها و باتری‌های ثانویه حاوی الکترولیت قلیایی یا سایر الکترولیت‌های غیر اسیدی - الزامات ایمنی سلول‌های ثانویه آب‌بندی شده قابل حمل، و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای استفاده در کاربردهای قابل حمل - قسمت ۲: سیستم‌های لیتیومی»

رئیس:

کاوی، احمد

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیر عامل - شرکت معیارگران جهان

دبیر:

خدائی فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

رئیس اداره اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها - اداره کل استاندارد استان زنجان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا):

برادران شاهرودی، علی محمد

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مسئول آزمایشگاه باتری - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

خرم، بهرام

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

کارشناس مسئول امور استاندارد - اداره کل استاندارد استان زنجان

رهنما، حامد

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس - شرکت توان پرداز باتری

رهنما، محسن

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر عامل - شرکت توان پرداز باتری

عابدینی، یوسفعلی

(دکتری فیزیک)

عضو هیات علمی - دانشگاه زنجان

عباسی، رقیه

(کارشناسی ارشد فیزیک)

کارشناس استاندارد - انجمن مدیران کنترل کیفیت و مسئولین فنی صنایع استان زنجان

ویراستار:

خرم، بهرام

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

کارشناس مسئول امور استاندارد - اداره کل استاندارد استان زنجان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ رواداری‌های پارامتر اندازه‌گیری
۷	۵ ملاحظات کلی ایمنی
۱۱	۶ آزمون نوع و اندازه نمونه
۱۲	۷ الزامات ویژه و آزمون‌ها
۲۴	۸ اطلاعات مربوط به ایمنی
۲۶	۹ نشانه‌گذاری
۲۷	۱۰ بسته‌بندی و حمل و نقل
۲۸	پیوست الف (الزامی) بازه شارژ و دشارژ سلول‌های لیتیوم یون ثانویه برای استفاده ایمن
۵۰	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) توصیه‌هایی برای سازندگان تجهیزات و مونتاژ کنندگان باتری
۵۲	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) توصیه‌هایی برای استفاده کنندگان نهایی
۵۴	پیوست ت (الزامی) اندازه‌گیری مقاومت داخلی AC سلول‌های سکه‌ای
۵۶	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) بسته‌بندی
۵۷	پیوست ج (آگاهی‌دهنده) استانداردهای مرجع اجزای تشکیل دهنده
۵۸	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «سلول‌ها و باتری‌های ثانویه حاوی الکترولیت قلیایی یا سایر الکترولیت‌های غیر اسیدی- الزامات ایمنی سلول‌های ثانویه آب‌بندی شده قابل حمل و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای استفاده در کاربردهای قابل حمل- قسمت ۲: سیستم‌های لیتیومی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و یکصد و پنجاه و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۷/۱۱/۹ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

این استاندارد یکی از استانداردهای تفکیک شده از «استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۱۸: سال ۱۳۹۳، سلول‌ها و باتری‌های الکالاین یا سایر الکترولیت‌های غیراسیدی دیگر- الزامات ایمنی برای سلول‌های ثانویه آب بندی شده قابل حمل، و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای استفاده در وسایل قابل حمل» است که با انتشار تمامی مجموعه استانداردهای تفکیک شده از استاندارد مزبور، آن استاندارد باطل خواهد شد و استانداردهای تفکیک شده جایگزین آن می‌شوند.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

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 – Part 2: Lithium systems

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۰۲۱۸ است.

قسمت دیگر این استاندارد عبارت است از:

سلول‌ها و باتری‌های ثانویه حاوی الکترولیت قلیایی یا سایر الکترولیت‌های غیر اسیدی- الزامات ایمنی
سلول‌های لیتیومی ثانویه آب‌بندی شده قابل حمل و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای استفاده در
کاربردهای قابل حمل- قسمت ۱: سیستم‌های نیکلی

سلول‌ها و باتری‌های ثانویه حاوی الکترولیت قلیایی یا سایر الکترولیت‌های غیر اسیدی - الزامات ایمنی سلول‌های ثانویه آب‌بندی شده قابل حمل، و باتری‌های ساخته شده از آنها، برای استفاده در کاربردهای قابل حمل -
قسمت ۲: سیستم‌های لیتیومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و آزمون‌ها برای بهره‌برداری ایمن از سلول‌ها و باتری‌های لیتیومی ثانویه آب‌بندی شده حاوی الکترولیت قلیایی^۱ در شرایط استفاده مورد نظر و استفاده نادرست قابل پیش‌بینی منطقی است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۱۰۴۲۵: سال ۱۳۸۹، واژگان الکتروتکنیک - قسمت ۴۸۲: سلول‌ها و باتری‌های اولیه و ثانویه

2-2 IEC 61960, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۱۸: سال ۱۳۹۱، باتری‌ها و سلول‌های ثانویه با الکترولیت‌های غیر اسیدی یا آلکالاین - باتری‌ها و سلول‌های لیتیم ثانویه برای کاربردهای قابل حمل، با استفاده از استاندارد IEC 61960: 2011 تدوین شده است.

2-3 ISO/IEC Guide 51, Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۱۰۴۲۵ و راهنمای ISO/IEC Guide 51، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

ایمنی

safety

بدون احتمال خطر غیر قابل قبول است.

۲-۳

احتمال خطر

risk

ترکیبی از احتمال وقوع آسیب و شدت آن آسیب است.

۳-۳

آسیب

harm

صدمه یا خسارت فیزیکی به سلامتی مردم یا خسارت به اموال یا محیط است.

۴-۳

خطر

hazard

منبع بالقوه آسیب است.

۵-۳

استفاده مورد نظر

intended use

استفاده از یک محصول، فرآیند یا خدمت مطابق با ویژگی‌ها، دستورالعمل‌ها و اطلاعات ارائه شده توسط تامین‌کننده است.

۶-۳

استفاده نادرست قابل پیش‌بینی منطقی

reasonably foreseeable misuse

استفاده از یک محصول، فرآیند یا خدمت به روشی که مورد نظر تامین‌کننده نیست، ولی ممکن است از رفتار دلخواه قابل پیش‌بینی انسان نتیجه شود.

۷-۳

سلول ثانویه

secondary cell

واحد اصلی ساخته شده که با تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی، منبع تولید انرژی الکتریکی فراهم می‌کند و شامل الکترودها، جدا کننده‌ها، الکترولیت، محفظه و ترمینال‌ها است و طوری طراحی شده است که به طور الکتریکی شارژ شود.

۸-۳

باتری ثانویه

secondary battery

مجموعه‌ای از سلول (سلول‌های) ثانویه آماده مصرف به عنوان منبع انرژی الکتریکی است که به وسیله ولتاژ، اندازه، چیدمان ترمینال، قابلیت ظرفیت و سرعت آن مشخص می‌شود.
یادآوری - شامل باتری‌های تک سلولی می‌شود.

۹-۳

نشت

leakage

خروج برنامه‌ریزی نشده و قابل مشاهده الکترولیت مایع است.

۱۰-۳

تخلیه از راه منفذ

venting

رهاسازی فشار داخلی بیش از حد سلول یا باتری به شیوه طراحی شده برای جلوگیری از شکافتگی یا انفجار است.

۱۱-۳

شکافتگی

rupture

خرابی مکانیکی محفظه سلول یا بدنه باتری در اثر عوامل داخلی یا خارجی که منجر به نمایان شدن یا ریزش مواد می‌شود اما منجر به پرتاب آنها نمی‌شود.

۱۲-۳

انفجار

explosion

خرابی است که هنگام رخ دادن، محفظه سلول و/یا بدنه باتری به زور باز می‌شود و اجزای اصلی آن با شدت به بیرون پرتاب می‌شود.

۱۳-۳

آتش سوزی

fire

انتشار شعله‌ها از سلول یا باتری را گویند.

۱۴-۳

باتری قابل حمل

Portable battery

باتری مورد استفاده در افزار یا لوازم که به راحتی با دست حمل می‌شود.

۱۵-۳

سلول قابل حمل

portable cell

سلول تعیین شده برای مونتاژ^۱ در باتری قابل حمل است.

۱۶-۳

سلول لیتیم یون پلیمری

lithium ion polymer cell

سلولی که در آن از الکترولیت پلیمر ژل یا الکترولیت پلیمر جامد و نه الکترولیت مایع استفاده می‌شود.

۱۷-۳

ظرفیت اسمی

rated capacity

مقدار ظرفیت سلول یا باتری تعیین شده، تحت شرایط مشخص و اظهار شده سازنده است.

یادآوری- ظرفیت اسمی، مقدار الکتریسیته اظهار شده توسط سازنده است که یک سلول تکی می‌تواند پس از شارژ، آن را دریافت و تحت شرایط مشخص شده ذخیره نماید و هنگام دشارژ^۲ با جریان آزمون مرجع $0.2 I_t A$ دشارژ شود تا به ولتاژ نهایی مشخص شده برسد. ظرفیت اسمی برحسب Ah (آمپر-ساعت) است و با C_5 نمایش داده می‌شود.

[منبع: اصلاحیه زیربند ۴۸۲-۰۳-۱۵ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۴۲۵-۱۰، یادآوری ۱ اضافه شده است.]

1- Assembly

۲- در قسمت اول این استاندارد ملی، از واژه «تخلیه» به جای «دشارژ» استفاده شده است.

۱۸-۳

جریان آزمون مرجع

I_t

reference test current

جریان شارژ یا دشارژ که با I_t نمایش داده می‌شود و یکای آن A (آمپر) است، همان‌گونه که در استاندارد IEC 61434 تعریف شده عبارت است از شدت جریان ثابتی که سلول یا باتری با ظرفیت C_5 در مدت یک ساعت در یک مدار الکتریکی دشارژ می‌نماید ($I_t A = C_5 Ah/1 h$).

۱۹-۳

ولتاژ شارژ حد بالایی

upper limit charging voltage

بالاترین ولتاژ شارژ در محدوده کار سلول که توسط سازنده سلول مشخص می‌شود.

۲۰-۳

جریان شارژ بیشینه

maximum charging current

جریان شارژ بیشینه در محدوده کار سلول که توسط سازنده سلول مشخص می‌شود.

۲۱-۳

سلول سکه‌ای

سلول دگمه‌ای

باتری سکه‌ای

coin cell

button cell

coin battery

سلول یا باتری که ارتفاع کلی آن کمتر از قطر آن است

یادآوری - در انگلیسی، اصطلاح «سلول سکه‌ای» یا «باتری سکه‌ای» فقط برای باتری‌های لیتیومی به کار می‌رود، در حالی که اصطلاح «سلول دگمه‌ای» یا «باتری دگمه‌ای» فقط برای باتری‌های غیر لیتیومی استفاده می‌شود. در زبان‌های غیر از زبان انگلیسی، اصطلاح «سکه» یا «دگمه» به غیر از سیستم‌های الکتروشیمیایی، اغلب به جای یکدیگر به کار می‌روند.

[منبع: اصلاحیه زیربند ۴۸۲-۰۲-۴۰ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۴۲۵-۱۰ اصطلاح «باتری دگمه‌ای» اضافه شده است و یادآوری «در عمل، اصطلاح سکه به طور انحصاری برای سلول‌های لیتیومی غیر آبی استفاده می‌شود.» با یادآوری ۱ جایگزین شده است.]

۲۲-۳

سلول استوانه‌ای

cylindrical cell

سلول استوانه‌ای شکل که ارتفاع کلی آن برابر یا بزرگتر از قطر آن است.

[منبع: زیربند ۴۸۲-۰۲-۳۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۱۰۴۲۵]

۲۳-۳

سلول چندوجهی

prismatic cell

سلولی که دارای اشکالی با سطوح موازی با وجه‌های مستطیل است.

[منبع: اصلاحیه زیربند ۴۸۲-۰۲-۳۸ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۱۰۴۲۵-اصطلاح اصلی

«چندوجهی» (صفت) است. در تعاریف، «احراز شرایط یک سلول یا باتری» با «سلول» جایگزین شده است.]

۲۴-۳

بلوک سلول

اتصال موازی

cell block

parallel connection

چیدمانی از سلول‌ها یا باتری‌ها که در آن به ترتیب، همه ترمینال‌های مثبت و همه ترمینال‌های منفی به یکدیگر متصل شده‌اند.

[منبع: اصلاحیه زیربند ۴۸۲-۰۲-۳۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۱۰۴۲۵-اصطلاح اصلی «بلوک

سلول» اضافه شده است.]

۲۵-۳

ایمنی کار

functional safety

بخشی از ایمنی کلی که بسته به واحدهای عملیاتی و فیزیکی در پاسخ به ورودی‌های آنها به درستی عمل می‌کند.

[منبع: زیربند 351.57.06 استاندارد IEC 60050-482:2004]

۲۶-۳

ولتاژ پایان دشارژ

ولتاژ نهایی

end-of-discharge voltage

final voltage

ولتاژ مشخص باتری که در آن دشارژ باتری به پایان می‌رسد.

[منبع: اصلاحیه زیربند ۴۸۲-۰۲-۳۰ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۲-۴۲۵-۱۰ اصطلاح‌های «ولتاژ قطع» و «ولتاژ نقطه پایان» حذف شده است.]

۴ رواداری‌های پارامتر اندازه‌گیری

درستی کلی مقادیر کنترل شده یا اندازه‌گیری شده نسبت به پارامترهای مشخص شده یا واقعی باید در محدوده رواداری‌های زیر باشد:

الف - $\pm 1\%$ برای ولتاژ؛

ب - $\pm 1\%$ برای جریان؛

پ - $\pm 2^\circ\text{C}$ برای دما؛

ت - $\pm 0.1\%$ برای زمان؛

ث - $\pm 1\%$ برای بُعد؛

ج - $\pm 1\%$ برای ظرفیت.

این رواداری‌ها شامل درستی ترکیبی ابزار اندازه‌گیری، فناوری‌های اندازه‌گیری مورد استفاده و دیگر منابع خطای موجود در روش آزمون می‌باشد.

جزئیات دستگاه‌های اندازه‌گیری مورد استفاده باید در هر گزارش نتایج ارائه شود.

۵ ملاحظات کلی ایمنی

۵-۱ کلیات

ایمنی سلول‌ها و باتری‌های ثانویه به ملاحظات دو مجموعه شرایط به کار رفته زیر نیاز دارد:

۱- استفاده مورد نظر؛

۲- استفاده نادرست منطقی قابل پیش‌بینی.

سلول‌ها و باتری‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که در هر دو شرایط استفاده مورد نظر و استفاده نادرست قابل پیش‌بینی منطقی، ایمن باشند. انتظار می‌رود که سلول‌ها و باتری‌هایی که نادرست استفاده می‌شوند در چنین شرایطی کار نکنند. اما نباید خطرات قابل توجهی وجود داشته باشد. همچنین انتظار می‌رود که سلول‌ها و باتری‌هایی که در معرض استفاده مورد نظر قرار می‌گیرند نه تنها ایمن باشند بلکه از هر حیث به کار خود ادامه دهند.

خطرات بالقوه‌ای که موضوع این استاندارد هستند عبارتند از:

- آتش سوزی،

- ترکیدن / انفجار،

- نشت الکترولیت سلول،

- تخلیه از راه منفذ،

- سوختگی های ناشی از افزایش بیش از حد دماهای سطوح بیرونی؛

- شکافتگی بدنه باتری طوری که اجزای داخلی آن نمایان شود.

مطابقت با زیربندهای ۵-۲ تا ۷-۵ برای سلول ها و باتری ها غیر از سلول های سکه ای با مقاومت داخلی بزرگتر از $3\ \Omega$ توسط بازرسی، آزمون های بند ۷ و مطابقت با استاندارد مناسب (به بند ۲ و جدول ۱ مراجعه شود) بررسی می شود. مقاومت داخلی مطابق با پیوست ت اندازه گیری می شود.

۵-۲ عایق بندی و سیم کشی

مقاومت عایقی بین ترمینال قطب مثبت و سطوح فلزی خارجی بدون پوشش باتری، به استثنای سطوح اتصال الکتریکی، وقتی $60\ s$ پس از اعمال ولتاژ، اندازه گیری می شود نباید کمتر از $5\ M\Omega$ در $500\ V\ DC$ باشد.

بهتر است عایق بندی و سیم کشی داخلی، استقامت کافی در برابر الزامات مربوط به بیشینه جریان، ولتاژ و دمای مورد انتظار را داشته باشد. بهتر است جهت سیم کشی طوری باشد که فواصل هوایی و خزشی کافی بین اتصال دهنده ها حفظ شود. بهتر است یکپارچگی مکانیکی اتصالات داخلی برای تطبیق با شرایط استفاده نادرست قابل پیش بینی منطقی مناسب باشد (یعنی، لحیم کاری تنها، وسیله قابل اعتماد برای اتصال در نظر گرفته نشود).

۵-۳ تخلیه از راه منفذ

بدنه های باتری و سلول ها باید دارای سازوکار رهاسازی فشار باشد و یا به گونه ای ساخته شوند که فشار داخلی بیش از اندازه را به مقدار و سرعتی که مانع ترکیدن، انفجار و خوداشتعالی شود رهاسازی کنند. در صورت استفاده از کپسول محافظ^۱ برای حفظ سلول ها در بدنه خارجی، نوع کپسول محافظ و روش محصور کردن باید طوری باشد که موجب افزایش گرمای باتری در طول کار عادی و مانع رهاسازی فشار نشود.

۵-۴ مدیریت دما، ولتاژ و جریان

طراحی باتری ها باید به گونه ای باشد که از شرایط افزایش دمای غیرعادی جلوگیری شود. باتری ها باید در محدوده های دما، ولتاژ و جریان مشخص شده توسط سازنده سلول طراحی شوند. باتری ها باید همراه با

1- Encapsulant

مشخصات و دستورالعمل‌های شارژ برای سازندگان تجهیزات ارائه شوند، تا شارژرهای مربوط برای حفظ شارژ در محدوده‌های دما، ولتاژ و جریان مشخص شده طراحی شوند.

۵-۵ اتصالات ترمینال

اندازه و شکل اتصالات ترمینال باید عبور بیشینه جریان قابل پیش‌بینی را تضمین کند. سطوح خارجی مواد اتصالات ترمینال باید از مواد رسانا با استقامت مکانیکی مناسب و مقاوم در برابر خوردگی تشکیل شده باشد. اتصالات ترمینال باید طوری چیده شده باشد که احتمال خطر اتصال کوتاه را به حداقل برساند.

۵-۶ مونتاز سلول‌ها در داخل باتری

۵-۶-۱ کلیات

بهتر است هر باتری دارای حفاظت و کنترل مستقل برای جریان، ولتاژ، دما و هر پارامتر دیگر مورد نیاز برای ایمنی و برای نگهداری سلول‌ها در محدوده کار آنها باشد. اما این حفاظت ممکن است خارج از باتری، مثلاً از طریق شارژر یا افزارهای نهایی، تامین شود. چنانچه حفاظت، خارج از باتری تامین شود، سازنده باتری باید اطلاعات مربوط به ایمنی را جهت پیاده‌سازی به سازنده افزار خارجی ارائه کند.

در صورتی که بیش از یک باتری در یک جعبه باتری قرار گرفته باشد، بهتر است هر باتری دارای مدار حفاظتی باشد که بتواند سلول‌ها را در محدوده‌های کار آنها حفظ کند.

سازندگان سلول‌ها باید حدود جریان، ولتاژ و دما را مشخص کنند تا سازنده/طراح باتری از طراحی و مونتاز مناسب اطمینان حاصل کند (به پیوست الف مراجعه شود).

باتری‌هایی که برای دشارژ انتخابی بخشی از سلول‌های متصل شده سری خود طراحی شده‌اند، باید مداری را برای جلوگیری از کار سلول در خارج از حدود مشخص شده توسط سازنده سلول به کار گیرند.

بهتر است اجزای مدار حفاظتی به طور مناسب اضافه شود و ملاحظات برای کاربرد افزار نهایی ارائه شود. در هنگام آزمون باتری، سازنده باتری بهتر است تحلیل ایمنی از مدار ایمنی باتری را به همراه گزارش آزمون که حاوی تحلیل مدار حفاظتی در شرایط شارژ و دشارژ است و تایید کننده مطابقت است را ارائه دهد.

۵-۶-۲ توصیه‌های طراحی

ولتاژ هر سلول، یا هر بلوک سلول که متشکل از اتصال موازی چند سلول است، بهتر است از حد بالایی ولتاژ شارژ مشخص شده در جدول ۲ فراتر نرود، به جز مواردی که افزارهای الکترونیکی قابل حمل یا افزارهای مشابه دارای عملکرد یکسان باشند.

بهتر است موارد زیر در سطح^۱ باتری و توسط طراح افزار در نظر گرفته شود:

1- Level

- برای باتری‌هایی که از سلول تکی یا بلوک سلول تشکیل شده‌اند، توصیه می‌شود که ولتاژ شارژ سلول از حد بالایی ولتاژ شارژ مشخص شده در جدول ۲ فراتر نرود؛
- برای باتری‌هایی که از اتصال موازی چند سلول تکی یا اتصال سری چند بلوک سلول تشکیل شده‌اند، توصیه می‌شود که با پایش ولتاژ هر سلول تکی یا بلوک سلول تکی، ولتاژ شارژ سلول از حد بالایی ولتاژ شارژ مشخص شده در جدول ۲ فراتر نرود.
- برای باتری‌هایی که از اتصال سری چند سلول تکی یا اتصال سری چند بلوک سلول تشکیل شده‌اند، توصیه می‌شود که با اندازه‌گیری ولتاژ هر سلول تکی یا بلوک سلول تکی، وقتی حد بالایی ولتاژ شارژ از هر یک از سلول‌های تکی یا بلوک سلول‌های تکی فراتر رود، شارژ متوقف شود.
- برای باتری‌هایی که از اتصال سری سلول‌ها یا بلوک سلول‌ها تشکیل شده‌اند، ولتاژ شارژ نامی نباید به‌عنوان حفاظت اضافه شارژ در نظر گرفته شود.
- برای باتری‌هایی که از اتصال سری سلول‌ها یا بلوک سلول‌ها تشکیل شده‌اند، بهتر است سلول‌ها دارای ظرفیت نزدیک هم، با طرح یکسان، شیمی یکسان و از سازنده یکسان باشد.
- توصیه می‌شود که سلول‌ها یا بلوک سلول‌ها، ورای ولتاژ دشارژ نهایی مشخص شده سازنده، دشارژ نشود.
- باتری‌هایی که از اتصال سری سلول‌ها یا بلوک سلول‌ها تشکیل شده‌اند، بهتر است مدار متعادل‌ساز سلول در سیستم مدیریت باتری گنجانده شود.

۵-۶-۳ حفاظت مکانیکی سلول‌ها و اجزای باتری‌ها

بهتر است برای جلوگیری از خرابی، در نتیجه استفاده مورد نظر و استفاده نادرست قابل پیش‌بینی منطقی، حفاظت مکانیکی برای سلول‌ها، اتصالات سلول و مدارهای کنترل داخل باتری فراهم شود. برای باتری‌هایی که به عنوان محصول نهایی در نظر گرفته می‌شود، حفاظت مکانیکی از طریق بدنه باتری یا محفظه نهایی محصول می‌تواند تامین شود.

بدنه باتری و سلول‌های خانه‌های مجزا بهتر است طوری طراحی شود که مطابق رواداری‌های ابعاد سلول در حین شارژ و دشارژ، همان طوری که سازنده سلول توصیه کرده است، باشد.

در مورد باتری‌هایی که برای محصول نهایی قابل حمل ساخته می‌شود، هنگام انجام آزمون‌های مکانیکی، بهتر است آزمون با باتری نصب شده داخل محصول نهایی انجام شود.

۵-۷ طرح کیفیت

سازنده باید طرح کیفیتی که روش‌های اجرایی برای بازرسی مواد، اجزا، سلول‌ها و باتری‌ها را تعریف می‌کند و کل فرآیند تولید هر نوع سلول یا باتری را پوشش می‌دهد، تهیه و اجرا کند. سازندگان بهتر است ظرفیت‌های فرآیند خود را درک کنند و کنترل‌های ضروری فرآیند را طوری برقرار کنند که با ایمنی محصول مرتبط باشد.

۵-۸ اجزای ایمنی باتری

به پیوست ج مراجعه شود.

۶ آزمون نوع و اندازه نمونه

آزمون‌ها با تعداد سلول‌ها یا باتری‌های مشخص شده در جدول شماره ۱ و با استفاده از سلول‌ها یا باتری‌ها که بیشتر از شش ماه از تولید آن نگذشته باشد، انجام می‌شود. مقاومت داخلی سلول‌های سکه‌ای باید مطابق با پیوست ت اندازه‌گیری شود. سلول‌های سکه‌ای با مقاومت داخلی کمتر یا مساوی $3\ \Omega$ باید مطابق با جدول ۱ آزمون شوند. آزمون‌ها در دمای محیط $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ انجام می‌شود، مگر اینکه طور دیگری تعریف شده باشد.

یادآوری- شرایط آزمون فقط برای آزمون‌های نوعی است و به این معنی نیست که استفاده در نظر گرفته شده، شامل کار در این شرایط باشد. همچنین، حد شش ماه برای تثبیت معرفی شده است و به این معنی نیست که ایمنی باتری بعد از شش ماه کاهش می‌یابد.

جدول ۱- اندازه نمونه برای آزمون‌های نوعی

آزمون	سلول الف، ت	باتری
۱-۲-۷ شارژ مداوم	۵	-
۲-۲-۷ تنش بدنه	-	۳
۱-۳-۷ اتصال کوتاه خارجی	۵ در هر دما	-
۲-۳-۷ اتصال کوتاه خارجی	-	۵
۳-۳-۷ سقوط آزاد	۳	۳
۴-۳-۷ استفاده نامناسب حرارتی	۵ در هر دما	-
۵-۳-۷ خرد کردن	۵ در هر دما	-
۶-۳-۷ اضافه شارژ	-	۵
۷-۳-۷ دشارژ اجباری	۵	-
۷-۳-۷ مکانیکی	-	۳
- ۱-۸-۳-۷ ارتعاش	-	۳
- ۲-۸-۳-۷ شوک مکانیکی	-	۳
۹-۳-۷ اتصال کوتاه داخلی اجباری ^{پ، پ}	۵ در هر دما	-
ت-۲ اندازه‌گیری مقاومت AC داخلی سلول‌های سکه‌ای	۳	-
الف سلول‌های سکه‌ای با مقاومت داخلی بزرگتر از $3\ \Omega$ استثنا می‌شود. ب آزمون مشخص کشور: نیازی به فهرست کشورها نیست. پ در باتری‌های سکه‌ای و لیتیم یون پلیمری، کاربرد ندارد. ت برای آزمون‌هایی که نیاز به روش اجرایی شارژ زیربند ۱-۲-۷ (روش اجرایی ۲) دارند: ۵ سلول در هر دما آزمون می‌شود.		

در تحلیل‌های ایمنی زیربند ۵-۶-۱ بهتر است آن دسته از اجزای مدار حفاظت که برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه، اضافه شارژ و اضافه دشارژ، بحرانی هستند، شناسایی شود. هنگام انجام آزمون اتصال کوتاه، بهتر است نسبت به شبیه‌سازی هر گونه شرایط خرابی تکی که در صورت رخ دادن در مدار حفاظت، در آزمون اتصال کوتاه تاثیر می‌گذارد، توجه داشت.

۷ الزامات ویژه و آزمون‌ها

۱-۷ روش انجام شارژ برای اهداف آزمون

۱-۱-۷ روش اجرایی اول

این روش انجام شارژ برای زیربندهای غیر از زیربندهای مشخص شده در زیربند ۷-۱-۲ کاربرد دارد. روش انجام شارژ برای اهداف آزمون در دمای محیط $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ و با استفاده از روش اظهار شده توسط سازنده انجام می‌شود، مگر اینکه در این استاندارد طور دیگری بیان شده باشد.

قبل از شارژ، باتری باید در دمای $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ و جریان ثابت $0.2 I_t A$ تا رسیدن به ولتاژ نهایی مشخص، دشارژ شود.

۲-۱-۷ روش اجرایی دوم

این روش انجام شارژ فقط برای زیربندهای ۱-۳-۷، ۴-۳-۷، ۵-۳-۷ و ۹-۳-۷ کاربرد دارد.

پس از اینکه تثبیت به مدت ۱ h و ۴ h، به ترتیب در دمای محیط بالاترین دمای آزمون و پایین‌ترین دمای آزمون، همان طوری که در جدول ۲ مشخص شده است انجام شد، سلول‌ها با استفاده از ولتاژ شارژ حد بالایی و جریان شارژ بیشینه شارژ می‌شوند تا زمانی که با استفاده از روش شارژ ولتاژ ثابت، جریان شارژ به $0.05 I_t A$ کاهش یابد.

جدول ۲- شرایط روش انجام شارژ

ولتاژ شارژ حد بالایی	جریان شارژ بیشینه	حد بالایی دمای شارژ	حد پایینی دمای شارژ
توسط سازنده سلول/سلول‌ها مشخص می‌شود.	توسط سازنده سلول‌ها مشخص می‌شود.	توسط سازنده سلول‌ها مشخص می‌شود.	توسط سازنده سلول‌ها مشخص می‌شود.

برای مثالی از محدوده کار شارژ و دشارژ، به شکل‌های الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود. برای فهرستی از شیمی‌های لیتیم یون و مثالی از پارامترهای محدوده کار به جدول الف-۱ مراجعه شود.

هشدار: این آزمون‌ها با استفاده از روش‌های اجرایی انجام می‌شود که در صورت عدم رعایت احتیاط کافی ممکن است منجر به آسیب دیدگی شود. توصیه می‌شود آزمون‌ها فقط توسط کاردان‌های فنی با تجربه و ماهر و با استفاده از حفاظت مناسب انجام شود. برای جلوگیری از سوختگی، سلول‌ها یا باتری‌هایی که دمای بدنه آنها در اثر آزمون ممکن است از 75°C فراتر رود، احتیاط شود.

۲-۷ استفاده مورد نظر

۱-۲-۷ شارژ پیوسته در ولتاژ ثابت (سلول‌ها)

الف - الزامات

شارژ پیوسته در سرعت ثابت نباید باعث نشی، آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب - آزمون

سلول‌های به طور کامل شارژ شده، با استفاده از روش شارژ جریان و ولتاژ استاندارد مشخص شده توسط سازنده سلول، به مدت هفت روز در معرض شارژ قرار می‌گیرند.

پ - معیار پذیرش

بدون آتش سوزی، انفجار، نشتی.

۲-۲-۷ تنش بدنه در دمای بالایی محیط (باتری‌ها)

الف- الزامات

اجزای تشکیل دهنده داخلی باتری‌ها هنگام استفاده نباید در معرض دمای بالا قرار گیرند. این الزام فقط برای باتری‌های با بدنه قالبی کاربرد دارد.

ب- آزمون

برای ارزیابی یکپارچگی بدنه باتری، باتری‌های به طور کامل شارژ شده، مطابق روش اجرایی اول زیربند ۷-۱-۱ باید به طور ملایم در معرض دمای بالا قرار گیرند. باتری در یک آون با چرخش هوا در دمای $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ قرار داده می‌شود. باتری‌ها به مدت ۷ h در آون باقی مانده و سپس آنها را از کوره خارج کرده و اجازه داده می‌شود تا با دمای اتاق هم‌دم شوند.

پ- معیار پذیرش

بدون کج شدگی فیزیکی بدنه باتری که منجر به نمایان شدن سلول‌ها و اجزای محافظ داخلی شود.

۳-۷ استفاده نادرست قابل پیش‌بینی منطقی

۱-۳-۷ اتصال کوتاه خارجی (سلول)

الف- الزامات

اتصال کوتاه شدن ترمینال‌های مثبت و منفی سلول در دمای بالا نباید موجب آتش سوزی یا انفجار شود.

ب- آزمون

هر سلول به طور کامل شارژ شده، مطابق روش اجرایی دوم زیربند ۷-۱-۲، در دمای محیط $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ نگه داشته می‌شود. پس از تثبیت به مدت ۱ h تا ۴ h و در حالی که هنوز در دمای محیط $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ است، سلول با اتصال به ترمینال‌های مثبت و منفی با مقاومت خارجی کل $20\text{ m}\Omega \pm 80\text{ m}\Omega$ اتصال کوتاه می‌شود. سلول‌ها به مدت ۲۴ h و یا تا زمانی که دمای سطحی به 20% بیشینه افزایش دما، کاهش یابد، هر کدام که زودتر باشد، در حالت آزمون باقی می‌ماند.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش سوزی، انفجار.

۷-۳-۲ اتصال کوتاه خارجی (باتری)

الف - الزامات

اتصال کوتاه شدن ترمینال‌های مثبت و منفی سلول در دمای بالا نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب - آزمون

باتری به طور کامل شارژ شده، مطابق روش اجرایی زیربند ۷-۱-۱، در دمای محیط $5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ نگه داشته می‌شود. سپس باتری با اتصال به ترمینال‌های مثبت و منفی با مقاومت خارجی کل $20\text{ m}\Omega \pm 80\text{ m}\Omega$ اتصال کوتاه می‌شود. باتری‌ها به مدت ۲۴ h و یا تا زمانی که دمای بدنه باتری به ۲۰٪ بیشینه افزایش دما، کاهش یابد، هر کدام که زودتر باشد، در حالت آزمون باقی می‌ماند. با وجود این، در صورت کاهش سریع جریان اتصال کوتاه، بهتر است باتری پس از اینکه جریان به شرایط وضعیت پایدار پایین رسید، یک ساعت بیشتر در آزمون باقی بماند. معمولاً این به شرایطی اطلاق می‌شود که ولتاژ هر سلول (فقط سلول‌های سری) باتری زیر ۰/۸ V باشد و کاهش کمتر از ۰/۱ V در مدت زمان ۳۰ min باشد.

بهتر است پیش از انجام آزمون اتصال کوتاه، یک خطای تکی در مدار حفاظت دشارژ بر روی یک تا چهار نمونه از پنج نمونه (بسته به مدار حفاظت) اعمال شود. خطای تکی به قسمت‌های مدار حفاظتی نظیر MOSFET^۱ (ترانزیستور اثر میدان مغناطیسی نیم‌رسانای فلزی)، فیوز، ترموستات یا ترمیستور ضریب دمای مثبت (PTC)^۲ اعمال می‌شود.

یادآوری - مثال‌هایی از شرایط خطای تکی در مدار حفاظت دشارژ می‌تواند شامل اتصال کوتاه شدن MOSFET یا فیوز یا دیگر افزار حفاظت باشد. افزارهای حفاظتی که برای مطابقت با الزامات استانداردهای اجزای قابل استفاده مانند موارد بیان شده در پیوست ج یا مدارهای الکترونیک، مورد ارزیابی برای ایمنی عملکرد قرار گرفته‌اند، در معرض شرایط خطای تکی نمی‌باشند.

پ - معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.

۷-۳-۳ سقوط آزاد

الف - الزامات

افتادن سلول یا باتری (به عنوان مثال از بالای میز) نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب - آزمون

1- Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor

2- Positive Temperature Coefficient

آزمون سقوط آزاد در دمای محیط $5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ با استفاده از سلول‌ها یا باتری‌هایی که مطابق روش اجرایی اول زیربند ۷-۱-۱، در وضعیت به طور کامل شارژ شده هستند، انجام می‌شود. هر سلول یا باتری سه بار از ارتفاع ۱/۰ m روی کف بتونی یا فلزی انداخته می‌شود. این سلول‌ها یا باتری‌ها طوری انداخته می‌شوند که در جهت‌های تصادفی به آنها ضربه وارد شود. پس از آزمون، نمونه باید برای حداقل ۱ h در حالت استراحت باقی بماند و پس از آن باید بازرسی چشمی انجام شود.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.

۴-۳-۷ استفاده نامناسب حرارتی (سلول‌ها)

الف- الزامات

دمای بسیار بالا نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب- آزمون

هر سلول به طور کامل شارژ شده مطابق روش اجرایی دوم زیربند ۷-۱-۲، در دمای محیط $5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ تثبیت شده، در آونی با همرفتی هوای^۱ گردشی یا جاذبه‌ای قرار داده می‌شود. دمای آون با نرخ $2^{\circ}\text{C}/\text{min} \pm 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ تا دمای $2^{\circ}\text{C} \pm 130^{\circ}\text{C}$ بالا می‌رود. سلول به مدت ۳۰ min قبل از اینکه آزمون قطع شود، در این دما باقی می‌ماند.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.

۵-۳-۷ خرد کردن (سلول‌ها)

الف- الزامات

خرد کردن شدید سلول نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب- آزمون

هر سلول به طور کامل شارژ شده که مطابق روش اجرایی دوم در حد بالای دمای شارژ زیربند ۷-۱-۲ شارژ شده است، بلافاصله به بین دو سطح تخت منتقل شده و در دمای محیط خرد می‌شود. نیروی خرد کردن به وسیله یک افزار اعمال نیروی $0.78 \text{ kN} \pm 13 \text{ kN}$ تامین می‌شود. به محض اعمال نیروی بیشینه یا اعمال نیرویی که افت ولتاژ ناگهانی حاصل شده، برابر یک سوم ولتاژ اولیه باشد، نیروی اعمال شده برداشته می‌شود.

1- Air-convection oven

سلول استوانه‌ای یا چندوجهی به موازات محور طولی خود توسط سطوح تخت دستگاه خرد کن، خرد می‌شود. فقط ضلع پهن سلول‌های چندوجهی آزمون می‌شوند.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.

۶-۳-۷ اضافه شارژ باتری

الف- الزامات

شارژ کردن برای دوره‌های زمانی طولانی‌تر از آنچه توسط سازنده تعیین شده است، نباید موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب- آزمون

آزمون در دمای محیط $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ انجام می‌شود. هر باتری آزمون باید با جریان ثابت $I_t A$ تا رسیدن به ولتاژ نهایی مشخص شده توسط سازنده، دشارژ شود. سپس باتری‌های نمونه باید با جریان ثابت $I_t A$ با استفاده از ولتاژ منبع تغذیه شارژ شوند که:

- ۱٫۴ برابر ولتاژ شارژ حد بالایی ارائه شده در جدول الف-۱ (از 6.0 V فراتر نرود) برای باتری‌های تک سلولی/بلوک سلول یا

- ۱٫۲ برابر ولتاژ شارژ حد بالایی ارائه شده در جدول الف-۱ برای باتری‌های چندسلولی اتصال سری،
و

- کافی برای نگه داشتن جریان $I_t A$ در طول آزمون یا تا زمانی که به ولتاژ منبع برسد.

به هر باتری آزمون باید یک ترموکوپل وصل شود.

برای باتری‌های دارای بدنه بیرونی^۱، دما باید از روی بدنه باتری اندازه‌گیری شود. آزمون باید تا زمانی ادامه یابد که دمای بدنه بیرونی به شرایط وضعیت پایدار (کمتر از 10°C تغییر در دوره زمانی min ۳۰) برسد یا به دمای محیط بازگردد.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.

۷-۳-۷ دشارژ الکتریکی اجباری (سلول‌ها)

الف- الزامات

سلول باید بدون ایجاد آتش‌سوزی یا انفجار، در برابر وارونگی قطبیت استقامت داشته باشد. یک افزار حفاظتی می‌تواند داخل باتری یا سیستم قرار داده شود.

ب- آزمون

سلول تکی را تا ولتاژ دشارژ حد پایینی مشخص شده توسط سازنده سلول، دشارژ کنید.

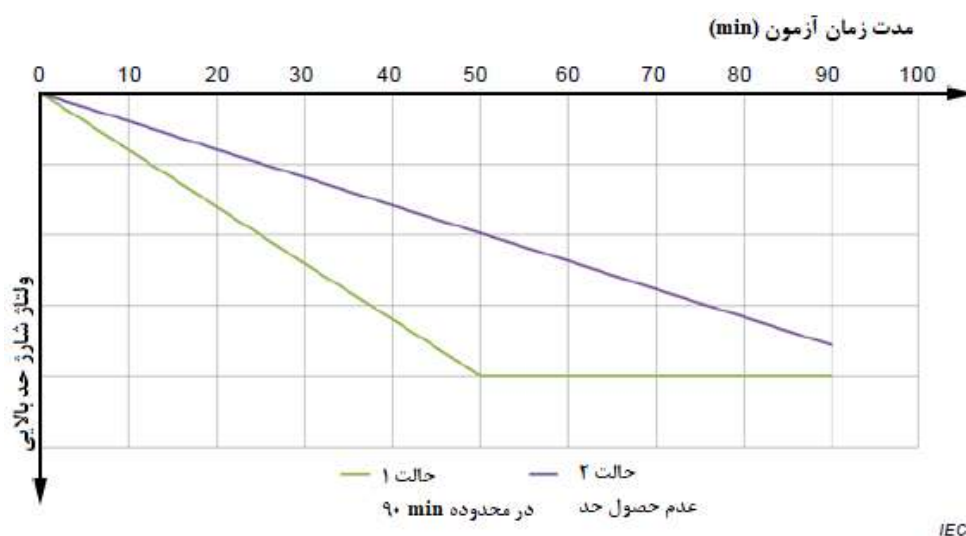
سلول دشارژ شده سپس در معرض شارژ اجباری در $I_t A$ تا مقدار منفی ولتاژ شارژ حد بالایی قرار می‌گیرد. کل مدت زمان آزمون دشارژ اجباری ۹۰ min است.

اگر ولتاژ دشارژ در مدت زمان آزمون به مقدار منفی ولتاژ شارژ حد بالایی برسد، با کاهش جریان برای باقی مدت زمان آزمون، ولتاژ باید در مقدار منفی ولتاژ شارژ حد بالایی نگه داشته شود. (حالت ۱ شکل ۱)

اگر ولتاژ دشارژ در مدت زمان آزمون به مقدار منفی ولتاژ شارژ حد بالایی نرسد، آزمون باید در پایان مدت زمان آزمون، به اتمام برسد. (حالت ۲ شکل ۱)

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار.



یادآوری- منحنی نشان داده شده در شکل ۱ صرفاً مثال‌هایی به صورت منحنی است (غیر از قسمت افقی) که ممکن است خطی یا مستقیم نباشند.

شکل ۱- نمودار زمان شارژ اجباری

۸-۳-۷ آزمون‌های مکانیکی (باتری‌ها)

۱-۸-۳-۷ ارتعاش

الف- الزامات

ارتعاش در حین انتقال نباید موجب نشتی، آتش‌سوزی یا انفجار شود.

ب- آزمون

باتری‌های آزمون که مطابق روش اجرایی شارژ زیربند ۷-۱-۱ به طور کامل شارژ شده‌اند باید به طور محکم و بدون ایجاد تغییر شکل در آنها، به سکوی ماشین ارتعاش طوری بسته شوند که به درستی ارتعاش را انتقال دهند. باتری‌های آزمون باید در معرض ارتعاش‌های سینوسی مطابق جدول ۳ قرار گیرند. این چرخه باید ۱۲ مرتبه برای همه محورها تقریباً به مدت ۳ h و برای هر سه موقعیت نصب عمود بر هم تکرار شود. یکی از این جهت‌ها باید عمود بر وجهی که دارای ترمینال است، باشد.

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی، انفجار، شکافتگی، نشتی یا تخلیه از راه منفذ.

جدول ۳- شرایط آزمون ارتعاش

تعداد چرخه‌ها	محور	مدت زمان چرخه جاروب لگاریتمی (7 Hz - 200 Hz - 7 Hz)	دامنه	بازه بسامد (Hz)	
				تا	از
۱۲	X	تقریباً ۱۵ min	A1=1 g _n	f ₂	f ₁ = 7 Hz
۱۲	Y		S = 0.8 mm	f ₃	f ₂
۱۲	Z		A2	f ₄ = 200 Hz	f ₃
۳۶	همه		و برگشت به f ₁ = 7 Hz		
یادآوری – دامنه ارتعاش عبارت از بیشینه مقدار مطلق جابجایی یا شتاب است. برای مثال، دامنه جابجایی ۰/۸ mm متناظر با جابجایی قله به قله ۱/۶ mm است.					
راهنما: f₁ و f₄ بسامد بالایی و پایینی f₂ و f₃ بسامدهای قطع - ۱۷/۶۲ Hz ≈ f₂ - ۴۹/۸۴ Hz ≈ f₂ A1 و A2 دامنه شتاب - 8 g_n = A2 S دامنه جابجایی					

۷-۳-۸-۲ شوک مکانیکی

الف- الزامات

شوک‌های روی داده در حین جابه‌جایی یا حمل و نقل نباید موجب آتش‌سوزی، انفجار یا نشتی شوند. این آزمون، جابه‌جایی ناهموار در حین حمل و نقل و استفاده را شبیه‌سازی می‌کند.

ب- روش آزمون

باتری آزمون که مطابق با روش اجرایی زیربند ۷-۱-۱، به طور کامل شارژ شده است، به وسیله یک پایه صلب که کل سطوح نصب باتری آزمون را پشتیبانی می‌کند به ماشین آزمون محکم می‌شود. هر باتری آزمون باید در معرض سه شوک در هر جهت از سه وضعیت نصب عمود بر هم باتری قرار گیرد که در مجموع ۱۸ شوک می‌باشد. برای هر شوک، پارامترهای داده شده در جدول ۴ باید اعمال شود.

پ- معیار پذیرش

هیچ نشتی یا تخلیه از راه منفذ، شکافتگی، انفجار و آتش‌سوزی نباید در این آزمون وجود داشته باشد.

جدول ۴- پارامترهای شوک

تعداد شوک‌ها در نیمه محور	مدت زمان پالس	شتاب قله	شکل موج	باتری‌ها
۳	۶ ms	۱۵۰ g_n	نیم‌سینوسی	

۷-۳-۹ ارزیابی طرح- اتصال کوتاه داخلی اجباری (سلول‌ها)

الف- الزامات

آزمون اتصال کوتاه داخلی اجباری سلول‌های استوانه‌ای و چندوجهی نباید موجب آتش‌سوزی شود. سازندگان سلول باید سوابق برآورده شدن الزامات را حفظ کنند. ارزیابی طرح جدید باید توسط سازنده سلول یا آزمایشگاه شخص ثالث انجام شود.

یادآوری- این یک آزمون ویژه کشوری است که فقط در کشورهای فرانسه، ژاپن، کره و سوئیس کاربرد دارد و برای سلول‌های لیتیم یون پلیمری الزامی نیست.

ب- آزمون

آزمون اتصال کوتاه داخلی اجباری سلول‌ها در داخل اتاقک، مطابق با روش اجرایی زیر انجام می‌شود:

۱- تعداد نمونه‌ها

این آزمون بر روی پنج سلول لیتیم یون در هر دمای آزمون انجام می‌شود.

۲- روش شارژ

i- آماده‌سازی شارژ و دشارژ الکتریکی

نمونه باید در $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ مطابق توصیه‌های سازنده، شارژ شود. سپس نمونه در $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ با جریان ثابت $0.2 I_t A$ دشارژ می‌شود و تا ولتاژ نهایی مشخص شده توسط سازنده پایین آورده می‌شود.

ii- روش ذخیره‌سازی

سلول آزمون به مدت ۱ h تا ۴ h در دمای محیط مشخص شده در جدول ۵ انبارش می‌شود.

iii- دمای محیط

جدول ۵- دمای محیط برای آزمون سلول^{الف}

آیتم آزمون °C	آزمون در پایین ترین دمای آزمون °C	آزمون در بالاترین دمای آزمون
ب-۲- ii	۱۰ ± ۲	۴۵ ± ۲
ب-۲- iv	۱۰ ± ۲	۴۵ ± ۲
ب-۳- i-الف	۵ ± ۲	۵۰ ± ۲
ب-۳- ii-الف	۱۰ ± ۵	۴۵ ± ۵
الف آزمون با استفاده از شرایط موجود در جدول ۲ اجرا می شود.		

iv- روش شارژ برای آزمون اتصال کوتاه داخلی اجباری

سلول آزمون باید در دمای محیط مطابق آنچه در جدول ۵ مشخص شده است، در ولتاژ شارژ حد بالایی در جریان ثابت مشخص شده توسط سازنده، شارژ شود. هرگاه ولتاژ شارژ حد بالایی حاصل شد، شارژ کردن را در ولتاژ ثابت تا افت جریان شارژ به $0.05 I_t A$ ادامه می دهیم.

۳- پرس کردن هسته پیچیده شده با تکه کوچک^۱ نیکل

برای این آزمون، اتاکی با دمای کنترل شده و تجهیزات پرس مخصوص مورد نیاز است. قسمت متحرک تجهیز پرس باید قادر به حرکت با سرعت ثابت باشد و هنگامی که اتصال کوتاه داخلی آشکار می شود، بلافاصله متوقف شود.

i- آماده سازی برای آزمون

الف- دمای اتاق همان طور که در جدول ۵ مشخص شده است، کنترل می شود. راهنمای آماده سازی نمونه در زیربند الف-۵ و شکل الف-۶ و شکل الف-۹ ارائه شده است. کیسه آلومینیوم لایه ای^۲ را با هسته پیچیده شده و تکه کوچک نیکل به مدت $15 \text{ min} \pm 45 \text{ min}$ درون اتاقک قرار دهید.

ب- هسته پیچیده شده را از بسته بندی آب بندی شده جدا کنید و ترمینال ها را برای اندازه گیری ولتاژ و ترموکوپل (ها) را برای اندازه گیری دما بر روی سطح هسته پیچیده شده وصل کنید. هسته پیچیده شده را زیر تجهیز پرس تنظیم کنید و از قرار گرفتن نقطه جابه جایی تکه کوچک نیکل در زیر گیره پرس^۳ مطمئن شوید.

1- Particle
2- Aluminium laminated bag
3- Pressing jig

برای جلوگیری از تبخیر الکترولیت، کار را ظرف مدت ۱۰ min از برداشتن هسته پیچیده شده از اتاقک آماده‌سازی دما تا بسته شدن درب اتاقکی که در آن تجهیزات قرار دارد، به پایان برسانید.

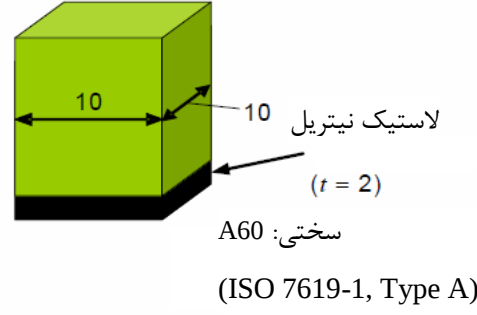
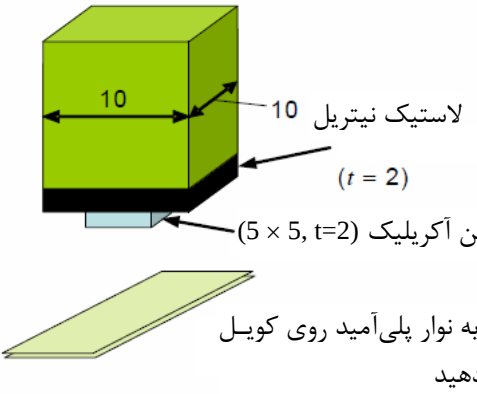
پ- ورق عایق را بردارید و درب اتاقک را ببندید.

ii- اتصال کوتاه داخلی

الف- تایید کنید که دمای سطح هسته پیچیده، همان طور که در جدول ۵ تعریف شده است، می‌باشد و سپس آزمون را شروع کنید.

ب- سطح تحتانی قسمت متحرک تجهیزات پرس (یعنی گیره پرس) از لاستیک نیتریل یا رزین اکریلیک ساخته شده می‌شود که روی شفت فولادی ضد زنگ به ابعاد $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ قرار می‌گیرد. جزئیات گیره‌های پرس در شکل ۲ نشان داده شده است. سطح تحتانی از جنس لاستیک نیتریل برای آزمون سلول استوانه‌ای است. برای آزمون سلول‌های چندوجهی، رزین اکریلیک به ابعاد $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ (ضخامت ۲ mm) بر روی لاستیک نیتریل قرار داده می‌شود.

فیکسچر با سرعت 0.1 mm/s به پایین حرکت داده می‌شود و ولتاژ سلول پایش می‌شود. وقتی افت ولتاژ به دلیل اتصال کوتاه داخلی آشکار شد، کاهش ولتاژ را بلافاصله متوقف و گیره پرس را در آن موقعیت به مدت ۳۰ s نگه دارید و سپس فشار را رها کنید. ولتاژ با نرخ بیش از ۱۰۰ بار در هر ثانیه پایش می‌شود. اگر ولتاژ در مقایسه با ولتاژ اولیه، بیش از ۵۰ mV افت کند، اتصال کوتاه داخلی به وقوع پیوسته است. اگر نیروی فشار در سلول استوانه‌ای به ۸۰۰ N یا در سلول چندوجهی به ۴۰۰ N برسد پیش از افت ولتاژ ۵۰ mV، بلافاصله کاهش ولتاژ را متوقف کنید.

استواری	ابعاد بر حسب میلی‌متر  ابعاد بر حسب میلی‌متر  IEC
چند وجهی	ابعاد بر حسب میلی‌متر  ابعاد بر حسب میلی‌متر  IEC

شکل ۲- گیره پرس

پ- معیار پذیرش

بدون آتش‌سوزی. نیرو را به هنگام وقوع اتصال کوتاه داخلی در صورت عدم وجود آتش‌سوزی، ثبت کنید.

۸ اطلاعات مربوط به ایمنی

۸-۱ کلیات

استفاده، و به خصوص استفاده نادرست، از سلول‌ها و باتری‌های ثانویه قابل حمل آب‌بندی شده لیتیومی، ممکن است موجب ایجاد خطرات و باعث آسیب شود. سازندگان سلول ثانویه باید اطمینان حاصل کنند که اطلاعات مربوط به جریان، ولتاژ و حدود دما بر روی محصولات‌شان ارائه شده است. سازندگان باتری‌ها باید اطمینان حاصل کنند که سازندگان تجهیزات و در صورت فروش مستقیم، کاربران نهایی از اطلاعاتی که خطرات را به حداقل رسانده و کاهش می‌دهد تامین می‌شوند.

اطلاع‌رسانی به کابرن نهایی در خصوص خطرات بالقوه ناشی از استفاده تجهیزات حاوی سلول‌ها و باتری‌های ثانویه، وظیفه سازنده تجهیزات می‌باشد. تحلیل سیستم‌ها بهتر است توسط سازندگان افزار انجام شود تا اطمینان حاصل شود که طراحی خاص باتری مانع از بروز خطرات حین استفاده از محصول می‌شود. بهتر است هر گونه اطلاعات مربوط به پیشگیری از خطر حاصل از تحلیل‌های سیستم، به طور مناسب در اختیار کاربر نهایی قرار گیرد.

راهنمایی در مورد طراحی و ساخت باتری‌های قابل حمل در استاندارد IEC TR 62188 ارائه شده است و فهرست غیر جامعی از توصیه‌های مفید در پیوست ب و پ برای اطلاعات ارائه گردیده است.

مطابقت را می‌توان با بررسی اسناد سازنده بررسی کرد.

اجازه ندهید کودکان بدون نظارت بزرگترها، باتری‌ها را جای گذاری کنند.

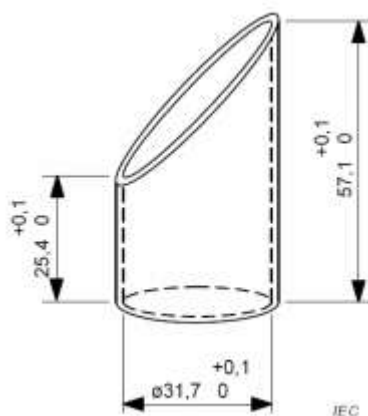
۸-۱-۱ اطلاعات ایمنی مربوط به سلول‌ها و باتری‌های کوچک

سلول‌ها و باتری‌های کوچک و تجهیزاتی که در آنها از سلول‌ها و باتری‌های کوچک استفاده می‌شود، همراه با اطلاعات مربوط به خطرات بلعیدن ارائه می‌شوند. سلول‌ها و باتری‌های کوچک که ممکن است خطر بلعیدن ایجاد کنند آنهایی هستند که می‌توانند در حدود اندازه سنج بلع^۱ نشان داده شده در شکل ۳ قرار بگیرند.

هشدار زیر همراه با اطلاعات بسته‌بندی سلول‌ها و باتری‌های کوچک و یا تجهیزاتی که از آنها استفاده می‌کنند ارائه می‌شود:

- سلول‌ها و باتری‌های کوچک قابل بلعیدن را دور از دسترس کودکان نگه دارید.
- بلعیدن ممکن است منجر به سوختگی، سوراخ کردن بافت نرم و مرگ شود. سوختگی‌های شدید می‌تواند در عرض ۲ h از بلعیدن رخ دهد.
- در صورت بلعیدن سلول یا باتری، فوراً به پزشک مراجعه شود.

1- Ingestion gauge



یادآوری - این سنج، جزء قابل بلعیدن را مشخص می‌کند و در استاندارد ISO 8124-1 تعریف شده است.

شکل ۳- سنج بلع

۹ نشانه‌گذاری

۹-۱ نشانه‌گذاری سلول

سلول‌ها، به جز سلول‌های سکه‌ای، باید همان‌گونه که در استاندارد IEC 61960 مشخص شده است، نشانه‌گذاری شوند. سلول‌های سکه‌ای که سطح خارجی آنها برای جای دادن نشانه‌گذاری بسیار کوچک است، باید علامت و قطبیت را نشان دهد.

با توافق بین سازنده سلول و سازنده باتری و/یا محصول نهایی، سلول‌های اجزای سازنده باتری نیاز به نشانه‌گذاری ندارد. با این حال، نشانه‌گذاری سلول را می‌توان به همراه باتری، دستورالعمل/یا مشخصات نشان داد.

مطابقت، با بازرسی بررسی می‌شود.

۹-۲ نشانه‌گذاری باتری

باتری‌ها، به جز باتری‌های سکه‌ای، باید همان‌گونه که در استاندارد IEC 61960 مشخص شده است، نشانه‌گذاری شوند. باتری‌های سکه‌ای که سطح خارجی آنها برای جای دادن نشانه‌گذاری بسیار کوچک است، باید علامت و قطبیت را نشان دهد. همچنین باتری‌ها باید با جمله احتیاطی مناسبی نشانه‌گذاری شده باشند.

ترمینال‌ها باید دارای نشانه‌گذاری واضح قطبیت بر روی سطح خارجی باتری باشد.

استثنا: در باتری‌هایی که با اتصال‌گرهای خارجی کلیددار برای اتصال به محصولات نهایی مشخص طراحی شده‌اند، در صورتی که طراحی اتصال‌گر خارجی به گونه‌ای باشد که مانع از اتصالات معکوس قطبیت باشد، نیاز به نشانه‌گذاری قطبیت نیست.

مطابقت، با بازرسی بررسی می‌شود.

۳-۹ هشدار در مورد بلعیده شدن سلول‌ها و باتری‌های کوچک

سلول‌ها و باتری‌های سکه‌ای که مطابق زیربند ۸-۲ کوچک تشخیص داده می‌شوند باید شامل جمله احتیاط مربوط به خطرات بلعیده شدن مطابق زیربند ۸-۲ باشند.

چنانچه سلول‌ها و باتری‌های سکه‌ای به منظور فروش مستقیم در کاربردهایی باشد که توسط مشتری قابل تعویض باشد، هشدار در مورد بلعیده شدن باید بر روی اولین بسته‌بندی، ارائه شود.

مطابقت، با بازرسی بررسی می‌شود.

۴-۹ سایر اطلاعات

اطلاعات زیر باید بر روی باتری نشانه‌گذاری شود یا به همراه باتری ارائه شود:

- دستورالعمل‌های نگهداری و امحاء؛
- دستورالعمل‌های پیشنهادی برای شارژ کردن.

مطابقت، با بازبینی نشانه‌گذاری‌ها و اسناد سازنده بررسی می‌شود.

۱۰ بسته‌بندی و حمل و نقل

بسته‌بندی سلول‌های دگمه‌ای نباید به قدری کوچک باشد که در محدوده سنجه بلع شکل ۳ جا شود.

برای اطلاعات مربوط به بسته‌بندی و حمل و نقل به پیوست ۳ مراجعه شود.

پیوست الف

(الزامی)

بازه شارژ و دشارژ سلول‌های لیتیم یون ثانویه برای استفاده ایمن

الف-۱ کلیات

پیوست الف، تکمیل کننده توضیحات در خصوص قسمت اصلی و پیوست‌ها است. این پیوست، بخشی از این استاندارد را تشکیل می‌دهد.

الف-۲ ایمنی باتری ثانویه لیتیم یون

برای اطمینان از استفاده ایمن باتری‌های ثانویه لیتیم یون، سازندگانی که سلول‌ها و باتری‌های لیتیم یون طراحی و تولید می‌کنند باید الزاماتی که در این استاندارد مشخص شده است را کاملاً رعایت کنند. در صورتی که ولتاژ شارژ حد بالایی متفاوت باشد (برای مثال غیر از آنچه برای سیستم‌ها در جدول الف-۱ بیان شده است)، ممکن است لازم باشد که ولتاژ شارژ حد بالایی و درجه حرارت شارژ حد بالایی را با معیارهای آزمون تطبیق دهیم.

الف-۳ ملاحظات در خصوص ولتاژ شارژ

الف-۳-۱ کلیات

ولتاژ شارژ باید به سلول‌های ثانویه اعمال شود تا واکنش شیمیایی را در طول شارژ بهبود بخشد. با این حال، اگر ولتاژ شارژ بیش از حد بالا باشد، واکنش شیمیایی بیش از حد و یا واکنش‌های جانبی رخ می‌دهد و باتری از نظر حرارتی ناپایدار می‌شود. (باتری ممکن است بیش از حد گرم شود و فرار حرارتی ممکن است اتفاق بیفتد.) در نتیجه، بسیار مهم است که ولتاژ شارژ هرگز از مقداری که توسط سازنده باتری مشخص شده است، فراتر نرود. از سوی دیگر، سازندگان باتری باید ایمنی سلول‌های ثانویه را که در ولتاژ شارژ مشخص شده، شارژ شده‌اند را تایید کنند.

الف-۳-۲ ولتاژ شارژ حد بالایی

الف-۳-۲-۱ کلیات

معمولاً باتری‌های ثانویه لیتیم یون که در آنها از اکسید کبالت لیتیم به عنوان ماده فعال مثبت و از کربن به عنوان ماده منفی استفاده می‌شود، به کار برده می‌شود. در این باتری، ولتاژ شارژ حد بالایی، همان طور که در جدول الف-۱ تعریف شده است، بر اساس مشخصات سازنده سلول تعیین می‌شود برای مثال مقدار 4.25 V

برای سلول لیتیم یون از دیدگاه ایمنی، ولتاژ شارژ حد بالایی مجاز است. شکل الف-۱ محدوده کار اصلی شارژ را نشان می‌دهد.

الف-۳-۲-۲ توضیحات از دیدگاه ایمنی

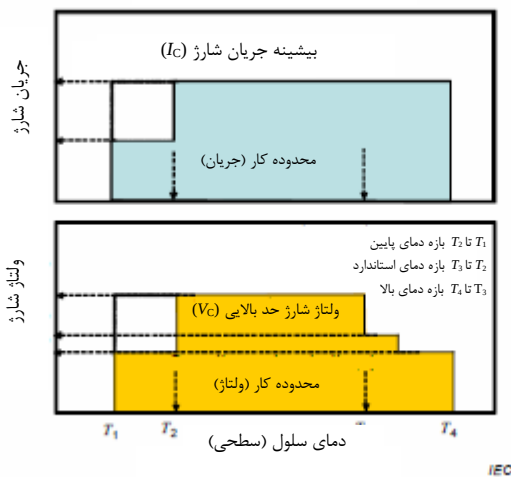
هنگامی که یک باتری لیتیم یون با ولتاژی بالاتر از ولتاژ شارژ مجاز حد بالایی، شارژ می‌شود، مقدار زیادی لیتیم یون از ماده فعال الکترود مثبت از آن کاسته می‌شود و ساختار کریستالی آن فرو می‌ریزد. در نتیجه، تولید اکسیژن و رسوبات لیتیم فلزی بر روی سطح کربن، که به عنوان ماده منفی استفاده می‌شود، به راحتی صورت می‌گیرد.

در این شرایط، هنگامی که یک اتصال کوتاه داخلی رخ دهد، فرار حرارتی راحت‌تر از زمانی که باتری تحت شرایط مشخص شارژ می‌شود، اتفاق می‌افتد.

در نتیجه، بهتر است باتری ثانویه لیتیم یون هرگز با ولتاژی بالاتر از ولتاژ شارژ حد بالایی توصیه شده، شارژ نشود. با فرض احتمال شکست کنترل شارژ توسط شارژر، یک وسیله حفاظتی مناسب نیز جهت کنترل شارژ باید تعبیه شود.

برای جریان متناوب بیش از ۵۰ kHz که موج‌دار فرض می‌شود، موارد بالا قابل کاربرد نیست، زیرا لیتیم یون موجود در باتری به آن پاسخ نمی‌دهد.

طرح‌واره محدوده کار سلول لیتیم یون



شکل الف-۱- نمایشی از محدوده کار سلول‌های لیتیم یون برای شارژ

جدول الف-۱- مثال هایی از پارامترهای شارژ محدوده کار

نوع سلول	الکتروود مثبت	الکتروولیت	الکتروود منفی	ولتاژ شارژ حد بالایی	بازه دمایی توصیه شده (T_1 تا T_2)
سلول لیتیم یون	لیتیم اکسید فلز (نیکل، کبالت، منگنز و غیره) واسطه	محلول غیرآبی با نمک لیتیم	کربن	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۴/۲۵ V/cell)	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۱۰ °C تا ۴۵ °C)
			ترکیب مبتنی بر قلع	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۴/۲۵ V/cell)	توسط سازنده سلول مشخص می شود
			اکسید تیتانیوم	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۲/۸۵ V/cell)	توسط سازنده سلول مشخص می شود
	فسفات آهن لیتیم		کربن	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۳/۸۰ V/cell)	توسط سازنده سلول مشخص می شود
سلول لیتیم یون پلیمری	لیتیم اکسید فلز (نیکل، کبالت، منگنز و غیره) واسطه	پلیمر ژلی با نمک لیتیم	کربن	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۴/۲۵ V/cell)	توسط سازنده سلول مشخص می شود (مثال: ۱۰ °C تا ۴۵ °C)

الف-۳-۲-۳ الزامات ایمنی، به هنگام اعمال ولتاژ شارژ حد بالایی متفاوت

گاهی اوقات لازم است که ولتاژهای شارژ حد بالایی غیر از مقادیر ذکر شده در جدول الف-۱ برای سلول لیتیم یون اعمال شود. مثال ها به شرح زیر است:

- ماده فعال مثبت، غیر از اکسید کبالت لیتیم اعمال شود؛

- نسبت ظرفیت الکتروود مثبت و الکتروود منفی از دیدگاه طراحی تغییر داده شود.

هنگامی که ولتاژ شارژ حد بالایی اعمال شده به سلول های ثانویه لیتیم یون، غیر از مقادیر ذکر شده در جدول الف-۱ باشد، آزمون هایی که در زیربندهای ۷-۲ تا ۷-۳ مشخص شده اند باید با استفاده از سلول هایی که تحت ولتاژ شارژ حد بالایی دیگری شارژ شده اند، انجام شود. همچنین مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر ولتاژ شارژ حد بالایی باید نگه داشته شود، تا ولتاژ متفاوت گفته شده بتواند به عنوان ولتاژ شارژ حد بالایی جدید استفاده شود.

مثال هایی از مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر ولتاژ شارژ حد بالایی، به شرح زیر ارائه می شود:

الف- نتایج آزمونی که تایید می کند ثبات ساختار کریستالی مواد الکتروود فعال مثبت هنگامی که سلول در ولتاژی بالاتر از مقادیر مشخص شده در جدول الف-۱ شارژ می شود، معادل یا بیشتر از زمانی است که با مقادیر مشخص شده، شارژ می شود؛

ب- نتایج آزمونی که تایید می‌کند پذیرش لیتیم در ماده فعال الکتروود منفی هنگامی که سلول در ولتاژی بالاتر از مقادیر مشخص شده در جدول الف-۱ شارژ می‌شود، معادل یا بیشتر از زمانی است که با مقادیر مشخص شده، شارژ می‌شود؛

پ- نتایج آزمونی که تایید می‌کند سلولی که با ولتاژ شارژ حد بالایی جدید (بالاتر از مقادیر مشخص شده در جدول الف-۱) شارژ می‌شود با روش‌های آزمون در حد بالایی بازه دمای بالا آزمون می‌شوند و الزامات لازم را برآورده می‌سازند.

ت- نتایج آزمونی که تایید می‌کند سلول شارژ شده در ولتاژی پایین‌تر از مقادیر مشخص شده در جدول الف-۱ توسط روش‌های آزمون در حد بالایی بازه دمای بالا آزمون می‌شوند و الزامات لازم را برآورده می‌سازند.

الف-۴ ملاحظات در خصوص دما و جریان شارژ

الف-۴-۱ کلیات

شارژ کردن باعث ایجاد واکنش شیمیایی شده و از دما تاثیر می‌پذیرد. میزان واکنش جانبی یا شرایط محصولات شارژ به دما بستگی دارد، حتی زمانی که ولتاژ شارژ و جریان شارژ حد بالایی یکسان اعمال می‌شود.

در نتیجه، ضروری است که یک یا هر دو ولتاژ شارژ حد بالا و بیشینه جریان شارژ در هر دو بازه دمای بالا و پایین باید کاهش یابند. این شرایط از دیدگاه ایمنی، شدیدتر از بازه دمای استاندارد به نظر می‌رسد.

شکل الف-۱، محدوده کار اصلی که در آن، باتری‌های لیتیم یون نوعی می‌تواند با ایمنی شارژ شود را نشان می‌دهد.

الف-۴-۲ بازه دمایی توصیه شده

الف-۴-۲-۱ کلیات

در بازه دمای استاندارد، سلول‌های ثانویه با دو حد بالایی ولتاژ شارژ و جریان شارژ بیشینه که از دیدگاه ایمنی مشخص شده است، می‌توانند شارژ شوند.

حد بالایی دمای آزمون و حد پایینی دمای استاندارد، به ترتیب، به عنوان بالاترین حد و پایین‌ترین حد دمای استاندارد، مشخص می‌شوند. برای مثال، بازه دمای توصیه شده چند باتری لیتیم یون که در آن اکسید کبالت لیتیم به عنوان ماده فعال مثبت و کربن به عنوان ماده منفی به کار رفته است، 10°C تا 45°C مشخص شده است.

الف-۴-۲ ملاحظات ایمنی هنگام اعمال بازه دمای توصیه شده متفاوت

در برخی سلول‌های ثانویه، به علت تفاوت پایداری حرارتی الکترولیت و سایر عوامل، بازه دمایی توصیه شده‌ای متفاوت از 10°C تا 45°C اعمال می‌شود. هنگامی که بازه دمایی توصیه شده جدید اعمال می‌شود، آزمون‌هایی که در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ مشخص شده‌اند باید با استفاده از سلول‌هایی انجام شوند که در دمای آزمون متفاوت شارژ شده‌اند. همچنین، مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر دمای آزمون باید حفظ شود تا بتوان دمای متفاوت را استفاده کرد.

مثال‌هایی از مستندات دلایل توضیح دهنده تغییر دمای آزمون به شرح زیر است:

الف- نتایج آزمونی که تایید می‌کند ثبات ساختار کریستالی ماده فعال الکتروود مثبت، هنگامی که سلول در حد بالایی جدید دمای آزمون، بالاتر از 45°C (بالاترین حد بازه دمای استاندارد برای سلول‌های لیتیم یون نوعی) شارژ می‌شود، معادل یا بیشتر از زمانی است که سلول در 45°C شارژ می‌شود.

ب- نتایج آزمونی که تایید می‌کند سلول‌های شارژ شده با حد بالایی جدید دمای آزمون، (بالاتر از $45^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$) و با استفاده از ولتاژ شارژ حد بالایی، توسط روش‌های آزمون مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ آزمون می‌شوند.

پ- نتایج آزمونی که تایید می‌کند پذیرش لیتیم در ماده فعال منفی، هنگامی که سلول در حد پایینی جدید دمای آزمون، کمتر از 10°C ، شارژ می‌شود بزرگتر یا مساوی زمانی است که سلول در 10°C شارژ می‌شود.

ت- نتایج آزمونی که تایید می‌کند سلول‌های شارژ شده در حد پایینی جدید دمای آزمون، (کمتر از 10°C تا 5°C) و با استفاده از ولتاژ شارژ حد بالایی، توسط روش‌های آزمون مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ آزمون می‌شوند.

الف-۴-۳ بازه دمای بالا

الف-۴-۳-۱ کلیات

منظور از بازه دمای بالا، دمای بالاتر از بازه دمای استاندارد است. در محدوده دمای بالا، شارژ با ولتاژ پایین‌تر از حد ولتاژ شارژ بالایی که برای بازه دمای استاندارد مشخص شده است مجاز است.

الف-۴-۳-۲ توضیحات از دیدگاه ایمنی

هنگامی که لیتیم یون با ولتاژی بالاتر در شرایط مشابه با شرایط بازه دمای استاندارد، شارژ می‌شود، مقدار زیادی لیتیم از ماده فعال الکتروود مثبت کاسته می‌شود. از آنجایی که افزایش مقدار لیتیم کاسته شده منجر به تخریب ساختار کریستالی می‌شود، عملکرد ایمنی باتری کاهش می‌یابد.

همچنین اختلاف دما بین بازه دمای بالا و دمایی که فرار حرارتی در آن رخ می‌دهد نسبتاً کوچک است. بنابراین در حالت بروز اتفاقی مانند اتصال کوتاه داخلی، باتری می‌تواند به آسانی به دمای گفته شده برسد.

در نتیجه، در بازه دمای بالا، شرایط شارژ متفاوت بوده و به شرح زیر می‌باشد:

- هنگامی که دمای سطحی سلول لیتیم یون بالاتر از حد بالایی دمای آزمون باشد، شرایط شارژ متفاوتی از آنچه منحصر به مختص بازه دمای بالا می‌باشد، اعمال می‌گردد.

- هنگامی که دمای سطحی سلول لیتیم یون بالاتر از حد بالایی بازه دمای بالا باشد، باتری ذکر شده هرگز نباید با هیچ جریانی، شارژ شود.

الف-۴-۳ ملاحظات ایمنی هنگام مشخص کردن شرایط شارژ در بازه دمای بالا

گاهی شرایط شارژ در بازه دمای بالا، بر اساس پایداری حرارتی الکترولیت و سایر عوامل است. چنانچه شرایط شارژ در محدوده دمای بالا مشخص شود، سلول‌های آزمون باید تحت آن شرایط شارژ شده و با روش‌های آزمون مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ مورد آزمون قرار گیرند.

الف-۴-۴ ملاحظات ایمنی هنگام مشخص کردن حد بالای بازه دمای بالا

برخی مواقع، به دلیل اختلاف پایداری حرارتی ماده فعال الکترود مثبت و سایر عوامل، حد بالایی متفاوتی در بازه دمایی بالا، غیر از آنچه در شکل الف-۱ نشان داده شده است، اعمال می‌شود. چنانچه حد بالایی جدید در بازه دمای بالا اتخاذ شود، آزمون‌های مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ باید انجام شود. همچنین مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر بازه دمای بالا باید حفظ شود، تا بازه دمای بالای متفاوت بتواند مورد استفاده قرار گیرد.

مثال‌هایی از مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر بازه دمای بالا، به شرح زیر است:

الف- نتایج آزمونی که تایید می‌کند ثبات ساختار کریستالی ماده الکترود فعال مثبت هنگامی که سلول در حد بالایی جدید بازه دمایی شارژ می‌شود، بزرگتر یا مساوی زمانی است که سلول در بالاترین حد بازه دمای بالایی فعلی، شارژ می‌شود؛

ب- نتایج آزمونی که تایید می‌کند سلولی که در حد بالایی جدید بازه دمای بالا $+5^{\circ}\text{C}$ شارژ می‌شود، هنگام آزمون با روش‌های مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ الزامات را برآورده می‌سازد.

الف-۴-۴ بازه دمای پایین

الف-۴-۴-۱ کلیات

در بازه دمای پایین، دما پایین‌تر از بازه دمای استاندارد است. در بازه دمای پایینی، شارژ باتری با تغییر یک یا دو حد بالایی ولتاژ شارژ و جریان شارژ بیشینه که برای بازه دمای استاندارد مشخص شده است، مجاز است.

الف-۴-۴-۲ توضیحات از دیدگاه ایمنی

هنگامی که باتری لیتیم یون در بازه دمای پایینی شارژ می‌شود، نرخ انتقال جرم کاهش می‌یابد و نرخ الحاق لیتیم یون به ماده فعال الکتروود منفی، کم می‌شود. بنابراین، رسوب لیتیوم فلزی بر روی سطح الکتروود منفی به آسانی صورت می‌گیرد. در این شرایط، باتری از نظر حرارتی ناپایدار بوده و ممکن است بیش از حد گرم شود و منجر به فرار حرارتی شود.

همچنین، در بازه دمای پایینی، پذیرش لیتیم یون به دما بستگی زیادی دارد. بنابراین، در باتری لیتیم یونی که از سلول‌های چندگانه اتصال سری تشکیل شده است، پذیرش لیتیم یون توسط این سلول‌ها به دلیل اختلاف دما می‌تواند متفاوت باشد. در این حالت، تضمین ایمنی مناسب ممکن نیست.

در نتیجه، شرایط شارژ در بازه دمای پایینی به صورت متفاوت مشخص شده می‌شود و به شرح زیر است:

- هنگامی که دمای سطحی سلول‌های لیتیم یون پایین‌تر از حد پایینی دمای آزمون باشد، شرایط شارژ متفاوتی از آنچه منحصرًا مختص بازه دمای پایین می‌باشد، اعمال می‌گردد.
- هنگامی که دمای سطحی سلول‌های لیتیم یون پایین‌تر از حد پایینی بازه دمای پایین باشد، باتری هرگز نباید با هیچ جریان شارژی، شارژ شود.

الف-۴-۴-۳ ملاحظات ایمنی هنگام مشخص کردن حد بالایی بازه دمای بالا

برخی مواقع، شرایط شارژ در بازه دمای پایین بر اساس عوامل طراحی مشخص می‌شود، از قبیل پذیرش لیتیم در ماده فعال الکتروود منفی. چنانچه شرایط شارژ در بازه دمای پایین مشخص شده باشد، سلول‌های آزمون باید تحت این شرایط شارژ شوند و با روش‌های آزمون‌های مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ باید انجام شود و الزامات را برآورده سازند.

الف-۴-۴-۴ ملاحظات ایمنی هنگام مشخص کردن حد پایینی جدید در بازه دمای پایین

برخی مواقع، حد پایینی متفاوتی در بازه دمایی پایین، غیر از آنچه در شکل الف-۱ نشان داده شده است، اعمال می‌شود. این موضوع به دلیل اختلاف پذیرش لیتیم به ماده فعال الکتروود منفی و سایر عوامل است. چنانچه حد پایینی جدیدی در بازه دمای پایین اتخاذ شود، آزمون‌های مشخص شده در زیربند ۲-۷ تا زیربند ۳-۷ باید انجام شود و الزامات را برآورده سازد. همچنین مستندات مربوط به توضیح دلایل تغییر بازه دمای پایین، باید نگه داشته شود.

مثال‌هایی از مستندات، دلایل توضیح دهنده تغییر دمای آزمون به شرح زیر است:

الف- نتایج آزمونی که تایید می‌کند پذیرش لیتیم در ماده فعال الکتروود منفی، هنگامی که سلول در حد پایینی جدید بازه دمای پایین شارژ می‌شود معادل یا بیشتر از زمانی است که سلول در حد پایینی بازه دمای پایین جاری شارژ می‌شود.

ب- نتایج آزمون که تایید می‌کند سلولی که در حد پایینی جدید بازه دمای پایین 5°C شارژ می‌شود در صورت آزمون با روش‌های مشخص شده در زیربند ۷-۲ تا زیربند ۷-۳، الزامات را برآورده می‌کنند.

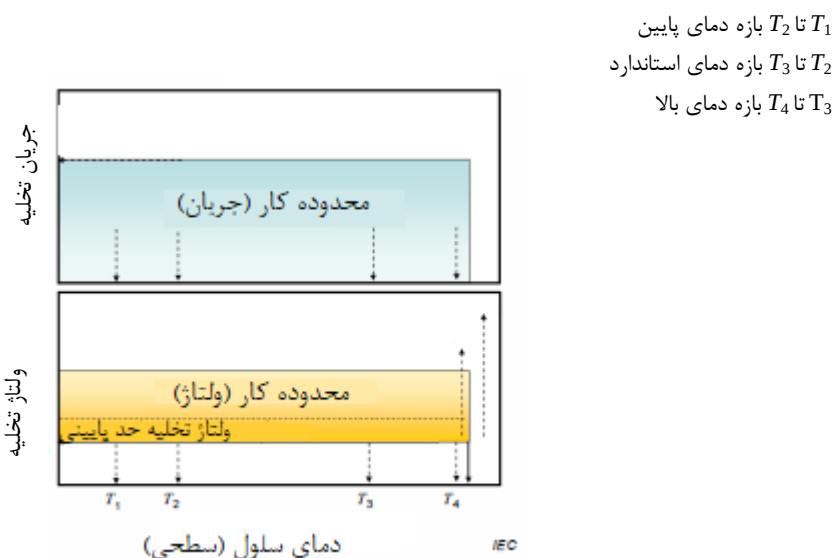
الف- ۴-۵ دامنه اعمال جریان شارژ

همان طور که در بالا مشخص شده است، جریان شارژ به جریان متناوب بیش از ۵۰ kHz اعمال نمی‌شود که موجب موج‌دار شدن و اثرات دیگر شود، چون باتری‌های لیتیم یون به چنین اثراتی پاسخ نمی‌دهند. (جریان‌های موج‌دار بیش از ۵۰ kHz قابل قبول هستند).

الف- ۴-۶ ملاحظات مربوط به دشارژ

الف- ۴-۶-۱ کلیات

شکل الف-۲ محدوده کار کلی دشارژ سلول لیتیم یون را نشان می‌دهد.



شکل الف-۲- تصویری از محدوده کار سلول لیتیم یون برای دشارژ

الف- ۴-۶-۲ ولتاژ شارژ نهایی و توضیحات از دیدگاه ایمنی

سلول را نباید فراتر از ولتاژ دشارژ نهایی مشخص شده توسط سازنده، دشارژ کرد. اگر دشارژ سلول فراتر از ولتاژ دشارژ نهایی، انجام شود، فلز کلکتور ممکن است از الکتروود منفی جدا شود و حین شارژ به طور محلی رسوب شود. این رسوب ممکن است به سمت الکترودهای مثبت رشد کرده و موجب اتصال کوتاه داخلی یا نشت مایع شود.

اگر ولتاژ باتری از ولتاژ دشارژ نهایی مشخص شده، پایین‌تر شود، بهتر است از ادامه شارژ سلول جلوگیری شود.

الف-۴-۶-۳ جریان دشارژ و بازه دمایی

بهتر است حین دشارژ، بالاترین دمای دشارژ افزایش پیدا نکند. چنانچه دما از بالاترین دمای شروع دشارژ پیش از دشارژ بیشتر شود، بهتر است دشارژ شروع نشود. بهتر است حین دشارژ، بیشینه جریان دشارژ افزایش نیابد.

الف-۴-۶-۴ دامنه کاربرد جریان دشارژ

جریان دشارژ همان طور که در بالا مشخص شده است، به اجزای جریان متناوب (موج‌دار و غیره) در ۵۰ kHz یا بیشتر اعمال نمی‌شود، چرا که یون‌های لیتیم، در داخل سلول واکنش نشان نمی‌دهند.

الف-۵ آماده‌سازی نمونه

الف-۵-۱ کلیات

به منظور ارائه اطلاعات بیشتر در مورد آماده‌سازی نمونه برای آزمون زیربند ۷-۳-۹، اطلاعات اضافی زیر ارائه می‌شود:

الف-۵-۲ روش اجرایی تزریق تکه کوچک نیکل برای ایجاد اتصال کوتاه

روش اجرایی تزریق در $5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ و زیر 25°C - نقطه شبنم انجام می‌شود.

الف-۵-۳ دمونتاژ سلول شارژ شده

هسته پیچیده (الکتروود/ جداکننده مونتاژ شده، پیچش و کوئل) را از سلول شارژ شده جدا کنید (به شکل الف-۶ و شکل الف-۹ مراجعه شود).

الف-۵-۴ شکل تکه کوچک نیکل

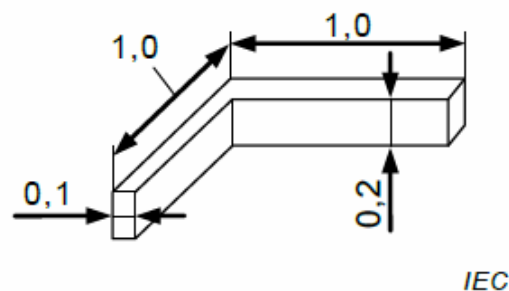
شکل تکه کوچک نیکل باید همان‌طور که در شکل الف-۳ نشان داده شده است، باشد.

ابعاد: ارتفاع: ۰٫۲ mm ؛ ضخامت: ۰٫۱ mm ؛

L-شکل (زاویه: $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$): هر ضلع ۰٫۱ mm با رواداری ۵٪.

مواد: بیش از ۹۹٪ (کسر جرم) نیکل خالص.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل الف-۳- شکل تکه کوچک نیکل

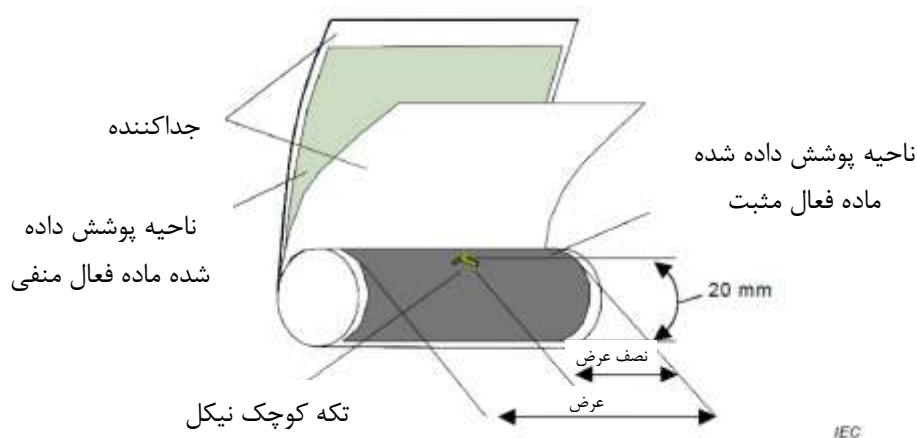
الف-۵-۵ جای گذاری تکه کوچک نیکل در سلول استوانه‌ای

الف-۵-۵-۱ جای گذاری تکه کوچک نیکل در هسته پیچیده شده

الف- جای گذاری تکه کوچک نیکل بین ناحیه پوشش داده شده مثبت (ماده فعال) و ناحیه پوشش داده شده منفی (ماده فعال) سلول استوانه‌ای. (به شکل الف-۴ مراجعه شود).

۱- اگر دور بیرونی پیچش، بستر مثبت ورق آلومینیوم باشد، فویل را از خط تقسیم بین فویل آلومینیومی و ماده فعال جدا کنید تا آزمون اتصال کوتاه بین ماده فعال مثبت و ماده فعال منفی انجام شود.

۲- تکه کوچک نیکل را بین ماده فعال مثبت و جداکننده قرار دهید. هم‌ترازی تکه کوچک نیکل باید طوری باشد که در شکل الف-۴ نشان داده شده است. محل قرار گرفتن تکه کوچک نیکل باید به گونه‌ای باشد که از لبه فویل آلومینیوم برش داده شده ۲۰ mm فاصله داشته باشد. جهت زاویه L-شکل به سمت جهت پیچش است.



شکل الف-۴- موقعیت جای گذاری تکه کوچک نیکل بین ناحیه پوشش داده شده مثبت و ناحیه پوشش داده شده منفی (ماده فعال) در سلول استوانه‌ای

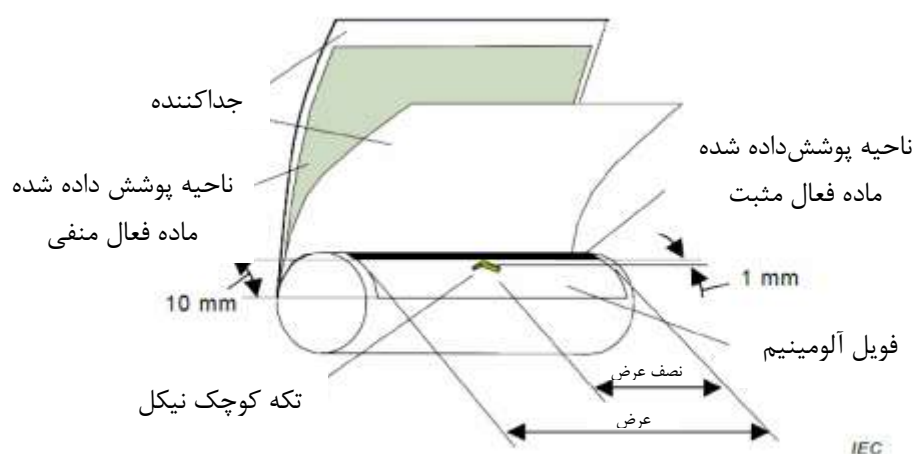
ب- جای گذاری تکه کوچک نیکل بین ورق آلومینیوم مثبت (ناحیه پوشش داده نشده) و ناحیه پوشش داده شده منفی (ماده فعال) در سلول استوانه‌ای.

هنگامی که فویل آلومینیوم الکتروود مثبت در دور بیرونی قرار گیرد و فویل آلومینیوم رو به ماده فعال منفی پوشش داده شده باشد، باید از روش اجرایی زیر استفاده شود.

۱- چنانچه فویل آلومینیوم الکتروود مثبت در دور بیرونی باشد، ورق آلومینیوم را از فاصله ۱۰ mm خط تقسیم بین فویل آلومینیوم و ماده فعال جدا کنید.

۲- تکه کوچک نیکل را بین فویل آلومینیوم و جداکننده جای گذاری کنید. هم‌ترازی تکه کوچک نیکل باید همان طور که در شکل الف-۴ نشان داده شده است، باشد.

محل جای گذاری تکه کوچک نیکل باید در فاصله ۱/۰ mm از لبه پوشش داده شده ماده فعال مثبت بر روی فویل آلومینیوم باشد.



شکل الف-۵- جای گذاری تکه کوچک نیکل بین فویل آلومینیوم مثبت و ناحیه پوشش داده شده ماده فعال منفی سلول استوانه‌ای



شکل الف-۶- دمونتاژ سلول استوانه‌ای

الف-۵-۵-۲ نشانه‌گذاری موقعیت تکه کوچک نیکل بر روی هر دو انتهای هسته پیچیده شده جداکننده

روش اجرایی به صورت زیر است:

الف- برای محافظت در برابر اتصال کوتاه، ورق عایق‌کننده را بین جداکننده طوری قرار دهید که رو به تکه کوچک نیکل و الکتروود منفی باشد.

ب- پیچش الکترودها و جداکننده را با دست باز کنید، تکه کوچک نیکل را در محل نگه داشته و چسب نواری را دور هسته پیچیده شده، بپیچید.

پ- موقعیت تکه کوچک نیکل را در هسته پیچیده شده علامت بزنید.

ت- هسته پیچیده شده را در کیسه پلی اتیلن با زیپ آببندی کننده قرار دهید و آن را آببندی کنید. برای جلوگیری از خشک شدن، کیسه پلی اتیلن را داخل کیسه آلومینیوم لایه‌ای^۱ قرار دهید.

ملاحظه: روش اجرایی باید در عرض ۳۰ min کامل شود.

الف- ۵-۶ جای گذاری تکه کوچک نیکل در سلول چندوجهی

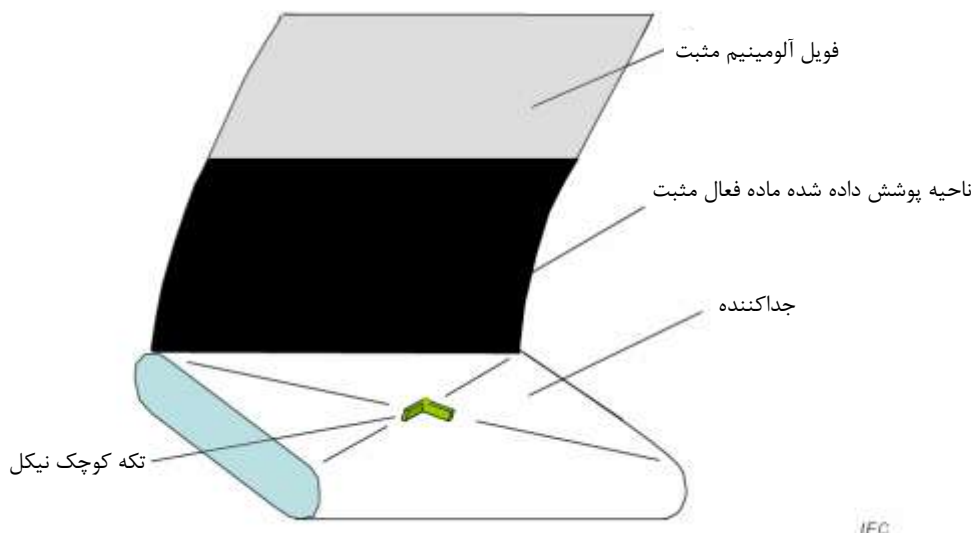
الف- قبل از جای گذاری تکه کوچک نیکل برای محافظت در برابر اتصال کوتاه، ورق عایق کننده را بین الکتروود منفی و جداکننده طوری قرار دهید که زیر تکه کوچک نیکل و الکتروود منفی قرار گیرد همان-طور که در شکل الف-۷ نشان داده شده است.

ب- جای گذاری تکه کوچک نیکل در هسته پیچیده شده.

۱- جای گذاری تکه کوچک نیکل بین ناحیه پوشش داده شده مثبت (ماده فعال) و ناحیه پوشش داده شده منفی (ماده فعال) در سلول چندوجهی (به شکل الف-۹ مراجعه شود).

i- تکه کوچک نیکل را بین ناحیه پوشش داده شده مثبت (ماده فعال) و جداکننده، یا بین جداکننده و ناحیه پوشش داده شده منفی (ماده فعال) قرار دهید. در صورت استفاده از بدنه آلومینیومی سلول، تکه کوچک نیکل را بین ناحیه پوشش داده شده مثبت (ماده فعال) و جداکننده جای گذاری کنید.

ii- تکه کوچک نیکل را بین ناحیه فعال مثبت و جداکننده جای گذاری کنید. ترازبندی تکه کوچک نیکل باید مانند شکل الف-۷ باشد. تکه کوچک نیکل باید در وسط (به طور مورب) هسته پیچیده شده تنظیم شود. جهت گوشه L-شکل تکه کوچک نیکل به سمت جهت پیچیده شده باشد.

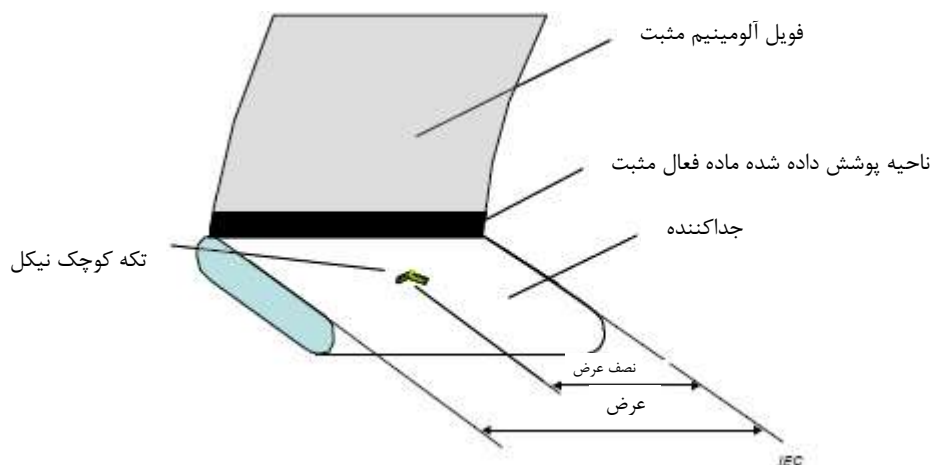


شکل الف-۷- موقعیت جای گذاری تکه کوچک نیکل بین ناحیه پوشش داده شده (ناحیه فعال) مثبت و منفی سلول چندوجهی

۲- جای گذاری تکه کوچک نیکل بین فویل آلومینیوم مثبت (ناحیه پوشش داده نشده) و ناحیه پوشش داده شده (ماده فعال) منفی برای سلول چندوجهی. در صورتی که فویل آلومینیوم الکتروود مثبت در دور بیرونی و فویل آلومینیوم رو به ماده فعال منفی قرار داشته باشد، آزمون زیر انجام می شود.

i- در صورتی که فویل آلومینیوم الکتروود مثبت در دور بیرونی و فویل آلومینیوم رو به ماده فعال منفی پوشش داده شده قرار داشته باشد، دره نیکل را بین فویل آلومینیوم و جدا کننده جای گذاری کنید.

ii- ترازبندی تکه کوچک نیکل باید مانند شکل الف-۷ باشد. تکه کوچک نیکل باید در وسط سطح هسته پیچیده شده مسطح تنظیم شود. جهت گوشه L-شکل تکه کوچک نیکل به سمت جهت پیچیده شده است.



شکل الف-۸- موقعیت جای گذاری تکه کوچک نیکل بین فویل آلومینیوم مثبت و ناحیه پوشش داده شده (ماده فعال) منفی سلول چندوجهی

iii- پیچش الکترودها و جداکننده را با دست باز کنید، تکه کوچک نیکل را در محل نگه داشته و چسب نواری را دور هسته پیچیده شده بپیچید.

iv- موقعیت تکه کوچک نیکل را در هسته پیچیده شده علامت بزنید.

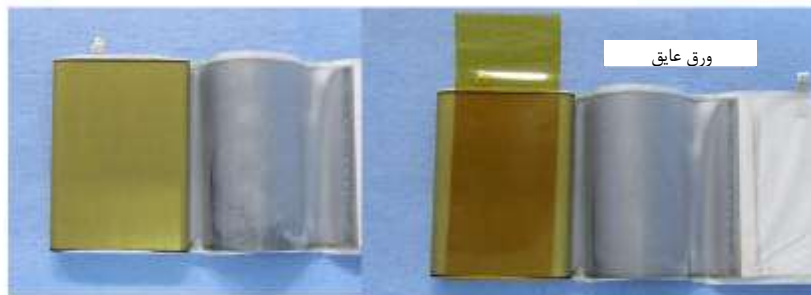
v- دو لایه نوار پلی آمید (به عرض ۱۰ mm و ضخامت ۲۵ μm) در موقعیت نشانه گذاری قرار دهید.

vi- هسته پیچیده شده را در کیسه پلی اتیلن با زیپ آب بندی کننده قرار دهید و آن را آب بندی کنید. برای جلوگیری از خشک شدن، کیسه پلی اتیلن را داخل کیسه آلومینیوم لایه ای قرار دهید.

ملاحظه: روش اجرایی باید در عرض ۳۰ min کامل شود.



لایه های بیرونی را بردارید و ورق عایق را بر روی سطح منفی بگذارید



پس از باز کردن پیچش جداکننده، تکه کوچک نیکل را در مرکز هسته پیچیده شده قرار دهید



پیچش الکتروود و جداکننده را باز کنید و دو لایه نوار پلی آمید را در موقعیت تکه کوچک نیکل قرار دهید

شکل الف-۹- دمونتاز سلول های چندوجهی

الف-۶ روش تجربی آزمون اتصال کوتاه داخلی اجباری

الف-۶-۱ ماده و ابزار آماده سازی تکه کوچک نیکل

ماده ضروری و ابزار برای این آماده سازی به شرح زیر است:

الف-قطعه نیکل: صفحه نیکل (نرم، استاندارد ISO 6208، Ni 99,0) NW2200 یا NW2201(Ni 99,0-LC) به ضخامت $0.1 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$ که با انجام فرآیند شکاف یا با استفاده از

منگنه، به قطعه ای به عرض $0.20^{+0.05}_{-0.03} \text{ mm}$ و طول $2.00 \text{ mm} \pm 0.30 \text{ mm}$ ساخته می شود؛

ب- استریومیکروسکوپ^۱؛

پ- چاقوی برنده؛

ت- لام‌های شیشه‌ای (۲ لام: به ضخامت ۱ mm یا بیشتر با گوشه‌های مربع)؛

ث- کاغذ رسم (با مربع ۱ mm)؛

ج- مخزن ذخیره ذرات نیکل.

الف-۶-۲ مثالی از روش آماده‌سازی تکه کوچک نیکل

مراحل زیر انجام می‌شود:

الف- کاغذ رسم را بر روی سکوی استریومیکروسکوپ قرار دهید و میکروسکوپ را با خطوط کاغذ رسم میزان کنید.

ب- ضمن نگاه کردن از طریق میکروسکوپ، قطعه نیکل را موازی با خط کاغذ رسم قرار دهید. قطعه نیکل بهتر است به صورت افقی قرار داده شود، طوری که اضلاع ۰٫۲۰ mm آن عمود بر آن به سمت پایین امتداد داشته و اضلاع ۲٫۰ mm آن موازی با خط روی کاغذ نمودار قرار گیرند.

پ- لام شیشه‌ای را به طور عمود روی نیمه چپ (۱٫۰ mm) قطعه نیکل قرار دهید. از خط کاغذ رسم به عنوان راهنمای موقعیت گوشه لام شیشه‌ای استفاده کنید.

ت- با نگه داشتن لام شیشه‌ای در محل با انگشتان خود، نیمه راست (۱٫۰ mm) قطعه نیکل را با استفاده از ابزار برنده تا کرده و بلند کنید.

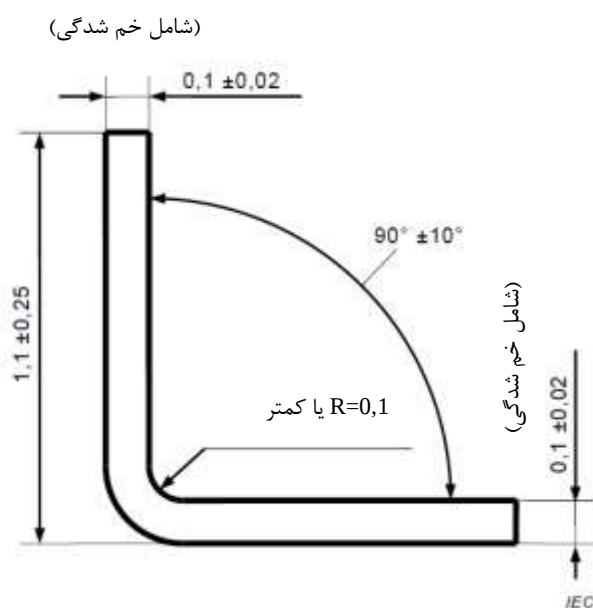
ث- لام شیشه‌ای دیگر را در سمت راست قطعه نیکل قرار داده و قسمت بلند شده را بین آن دو قرار دهید. به آرامی لام راست را به سوی قسمت بلند شده فشار دهید طوری که قطعه نیکل به زاویه ۹۰° خم شود.

ج- ذرات نیکل کامل را در مخزن ذخیره کنید تا از تغییر شکل آنها قبل از آزمون جلوگیری شود.

یادآوری- ذرات نیکل کامل را نیز می‌توان با استفاده از ماشین پرس تهیه نمود.

شکل الف- ۱۰ ماده نیکل را پس از تا شدن تکه کوچک نیکل نشان می‌دهد.

ابعاد بر حسب میلی متر



شکل الف-۱۰- ابعاد تکه کوچک نیکل کامل

الف-۶-۳ موقعیت قرارگیری تکه کوچک نیکل

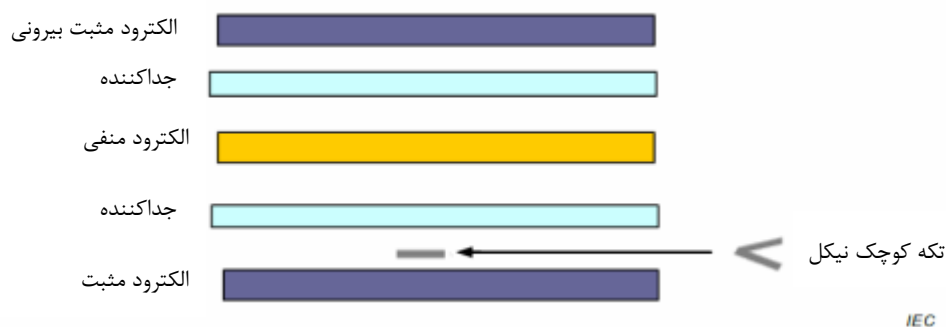
موارد زیر، چند توصیه در خصوص روش قرار دادن تکه کوچک نیکل ارائه می کند.

الف- چنانچه نتوان تکه کوچک نیکل را در موقعیت بیان شده در زیربند الف-۵ قرار داد، موقعیت را می توان تغییر داد.

ب- برای سلول چندوجهی، تکه کوچک نیکل ممکن است در ناحیه مسطح قرار داده شود. با وجود این، باید در مرکز سطح پرس شده قرار داده شود. چنانچه قرار دادن تکه کوچک نیکل زیر بیرونی ترین لایه، مشکل باشد، می تواند همان طور که در شکل الف-۱۱ نشان داده شده است، زیر لایه داخلی قرار داده شود.

پ- تکه کوچک نیکل نباید در ناحیه ای که ماده فعال مثبت از فویل آلومینیوم جدا شده است قرار داده شود. اگر در ناحیه مشخص شده، ماده جدا شده باشد، تکه کوچک نیکل را در ناحیه دیگری که ماده فعال مثبت وجود دارد قرار دهید، جایی که با مرکز گیره پرس بتوان موقعیت را پرس کرد.

ت- موقعیت تکه کوچک نیکل توسط سازنده و آزمایشگاه آزمون تعیین می شود.



شکل الف-۱۱- موقعیت جای گذاری تکه کوچک نیکل وقتی نمی توان در ناحیه مشخص شده قرار داد

الف-۶-۴ اقدام احتیاطی برای جداکننده آسیب دیده

وقتی جداکننده در طول آماده سازی آسیب ببیند، برای مثال جداکننده پاره شود، نمونه نباید برای ارزیابی استفاده شود.

چنانچه جداکننده آسیب ببیند، برای مثال، غشا پاره شود، سلول نباید به عنوان نمونه برای ارزیابی استفاده شود.

الف-۶-۵ احتیاط برای پیچش مجدد جداکننده و الکترون

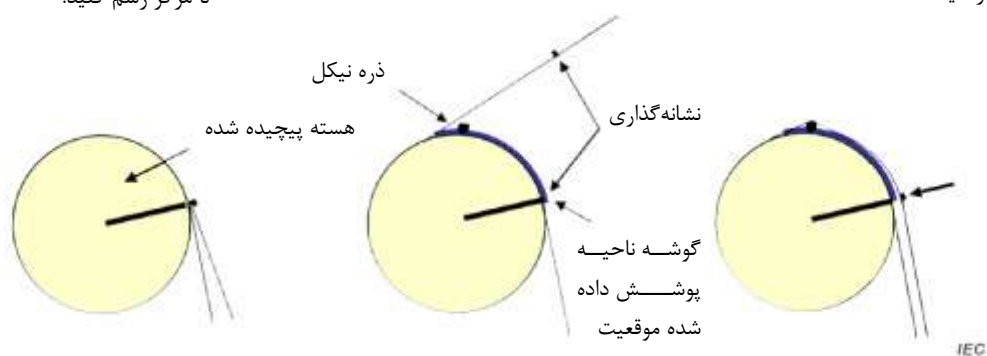
در مدت پیچش مجدد هسته با کشیدن الکترون مثبت، الکترون منفی و جداکننده به موقعیت اصلی، توجه کنید تا از شل شدن هسته پیچیده شده، جلوگیری شود.

شکل الف-۱۲، مثالی از سلول استوانه ای را نشان می دهد.

۱- پیچ هسته پیچیده شده را تا گوشه ناحیه پوشش داده شده الکترون مثبت باز کنید. خطی از جداکننده بیرونی تا مرکز رسم کنید.

۲- هسته را پس از جای گذاری ذره نیکل مجدداً پیچید.

۳- پس از پیچیدن مجدد هسته، ناحیه نشان گذاری شده را به ناحیه اصلی برگردانید.



شکل الف-۱۲- سلول استوانه ای

الف-۶-۶ لایه نازک عایق برای جلوگیری از اتصال کوتاه

برای جلوگیری از اتصال کوتاه، قرار دادن لایه نازک عایق به ضخامت $25\text{ }\mu\text{m}$ یا کمتر قبل از آزمون توصیه می‌شود.

الف-۶-۷ احتیاط هنگام دمونتاز سلول

موارد زیر، چند توصیه در خصوص دمونتاز سلول را ارائه می‌کند.

الف- بهتر است دمونتاز سلول‌ها در اتاقک خشک نوع باز یا اتاق خشک انجام شود، که در آن دما $5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ و دمای نقطه شبنم زیر 25°C - است.

ب- مواظب باشید هنگام دمونتاز، سلول‌ها اتصال کوتاه نشود. برای مثال، از ابزاری استفاده کنید که گوشه‌های آن از سرامیک ساخته شده یا عایق شده باشد. به خصوص بسیار مراقب دمونتاز ناحیه آب‌بندی شده باشید.

پ- ساختارهای مختلف سلول بسیاری وجود دارند، لذا توصیه می‌شود ساختار مناسب‌تر و قسمتی که اتصال کوتاه ممکن است به سادگی رخ دهد را با سازنده بررسی نمایید.

ت- بهتر است سلول‌های اتصال کوتاه شده به هنگام دمونتاز برای آزمون‌های زیر استفاده نشود.

الف-۶-۸ تجهیز حفاظتی برای ایمنی

لباس‌های محافظ آستین بلند، عینک محافظ، ماسک و دستکش بهتر است پوشیده شود.

الف-۶-۹ احتیاط در صورت آتش‌سوزی به هنگام دمونتاز

موارد زیر، چند توصیه در خصوص مدیریت آتش‌سوزی را ارائه می‌کند.

الف- برای جلوگیری از گسترش آتش، بهتر است مواد قابل اشتعال غیر ضروری در محل کار قرار داده نشود.

ب- تدابیری برای جلوگیری از پراکندگی محتویات سلول‌ها به هنگام آتش گرفتن سلول‌ها، اتخاذ کنید. به عنوان مثال، لباس محافظ آتش یا ماسه باید در محل کار موجود باشد و گاز باید به طور موثر دشارژ شود.

الف-۶-۱۰ احتیاط برای فرایند دمونتاز و پرس کردن هسته الکتروود

موارد زیر، چند توصیه در خصوص جابه‌جایی هسته پیچیده شده را ارائه می‌کند.

الف- یک هسته پیچیده شده را داخل کیسه پلی‌اتیلن با قفل زیپی قرار دهید و سپس آنها را در کیسه لایه‌ای آلومینیمی قرار دهید. برای کم کردن تبخیر الکتروولیت، تا حد امکان از کیسه‌های کوچک

استفاده کنید. برای مثال، کیسه پلی اتیلن به عرض ۱۰۰ mm، طول ۱۴۰ mm و ضخامت ۰/۰۴ mm و کیسه آلومینیوم به عرض ۱۲۰ mm، طول ۱۸۰ mm و ضخامت ۰/۱۱ mm.

ب- کار دمونتاز سلول تا قرار دادن در کیسه لایه‌ای آلومینیومی را در مدت ۳۰ min انجام دهید.

پ- دوره زمانی ذخیره‌سازی داخل کیسه لایه‌ای آلومینیومی بهتر است از ۱۲ h فراتر نرود.

۱- بهتر است در عرض ۲ min پس از بیرون آوردن هسته پیچیده شده از کیسه‌ها، هسته پیچیده شده بر روی ماشین آزمون قرار داده شود.

۲- وقتی دمای هسته پیچیده شده به دمای آزمون برسد، پرس کردن را شروع کنید.

۳- چنانچه آزمون در دمای بالا انجام شود، برای کم کردن تبخیر الکترولیت، شروع پرس کردن در عرض ۳ min پس از قرار دادن هسته پیچیده شده بر روی ماشین آزمون مطلوب می‌باشد. چنانچه آزمون در دمای پایین انجام شود، شروع آزمون در عرض ۱۰ min مطلوب می‌باشد.

الف-۶-۱۱ مشخصات توصیه شده برای افزار پرس

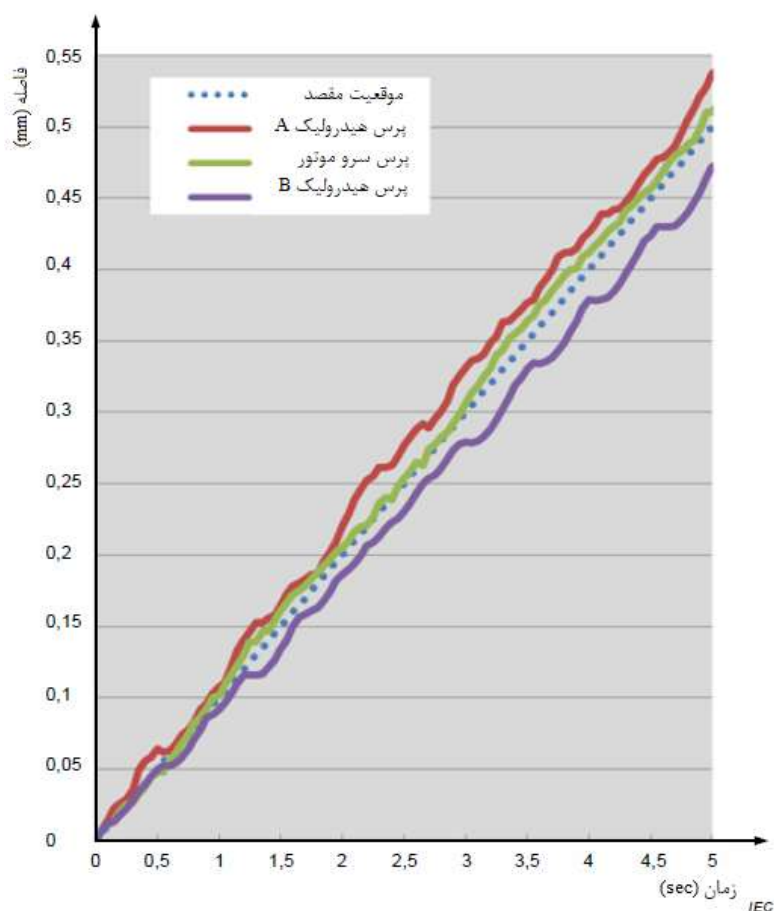
کانون پرس موتور سرو موتور^۱ به صورت خطی حرکت می‌کند، با این حال، سازوکار پرس هیدرولیکی این‌گونه نیست. هنگام بروز اتصال کوتاه داخلی، با آشکار شدن افت ولتاژ سلول بلافاصله باید افزار پرس متوقف شود. پرس موتور سرو موتور بلافاصله می‌تواند متوقف شود ولی پرس هیدرولیک نمی‌تواند. بنابراین، پرس موتور سرو موتور برای افزار پرس توصیه می‌شود.

مشخصات توصیه شده پرس موتور سرو موتور در جدول الف-۲ نشان داده شده است.

جدول الف-۲- مشخصات توصیه شده افزار پرس

عنوان	مشخصات در استاندارد IEC 62133:2012	توصیه
روش پرس کردن	-	پرس سرو موتور
سرعت پرس	۰٫۱ mm/s	$(0,1 \pm 0,01)$ mm/s
موقعیت تثبیت پس از پرس کردن	-	$\pm 0,02$ mm
حداکثر قابلیت پرس کردن	استوانه‌ای: ۸۰۰ N max	۱۰۰۰ N یا بیشتر (قابلیت پرس توصیه شده برای دستیابی مشخصات در ستون سمت راست)
	چندوجهی: ۴۰۰ N max	
روش اندازه‌گیری فشار	-	اندازه‌گیری مستقیم با سلول بار
دوره زمانی اندازه‌گیری فشار	-	۵ ms یا کمتر
مدت زمان تا متوقف شدن بار فشاری پس از ۵۰ mV دلتای آشکار شده	-	۱۰۰ ms یا کمتر

شکل الف-۱۳ طرح‌هایی از فاصله نقطه شروع افزارهای پرس را نشان می‌دهد.



شکل الف-۱۳- فاصله/زمان چند نوع افزار پرس

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

توصیه‌هایی برای سازندگان تجهیزات و مونتاژ کنندگان باتری

موارد زیر، فهرست نوعی اما غیر جامعی از توصیه‌های مفید است که توسط سازنده سلول‌ها و باتری‌های ثانویه برای سازندگان تجهیزات و مونتاژ کنندگان باتری ارائه می‌شود.

الف - سلول‌ها را از هم جدا، باز یا تکه تکه نکنید. بهتر است باتری‌ها فقط توسط کارکنان آموزش دیده از هم جدا شود. بهتر است بدنه باتری‌های چندسلولی طوری طراحی شود که آنها را بتوان فقط به کمک ابزار باز کرد.

ب - بهتر است محفظه‌هایی برای جلوگیری از دسترسی آسان کودکان به باتری‌ها طراحی شوند.

پ - سلول یا باتری را اتصال کوتاه نکنید. سلول‌ها یا باتری‌ها را به طور اتفاقی داخل جعبه یا کشو که منجر به اتصال کوتاه با یکدیگر یا با مواد هادی شوند، نگهداری نکنید.

ت - سلول یا باتری را از بسته‌بندی اصلی خود تا زمان نیاز برای استفاده، جدا نکنید

ث - سلول یا باتری را در معرض حرارت یا آتش قرار ندهید. زیر نور مستقیم خورشید نگهداری نکنید.

ج - سلول یا باتری را در معرض شوک مکانیکی قرار ندهید.

چ - در صورت بروز نشی سلول، از تماس پوست یا چشم با مایع خودداری کنید. در صورت تماس، ناحیه را با مقدار زیاد آب شسته و به پزشک مراجعه شود.

ح - بهتر است تجهیز طوری طراحی شود که مانع از جای‌گیری نادرست سلول‌ها یا باتری‌ها شود و بهتر است دارای علامت‌های واضح مربوط به قطبیت باشد. همیشه به علامت‌های قطبیت بر روی سلول، باتری و تجهیز توجه کرده و از استفاده درست اطمینان حاصل کنید.

خ - در یک باتری از مخلوطی از سلول‌ها با سازنده‌ها، ظرفیت، اندازه یا انواع مختلف استفاده نکنید.

د - در صورت بلعیدن سلول یا باتری، فوراً به پزشک مراجعه شود.

ذ - در خصوص بیشینه تعداد سلول‌ها که مونتاژ آنها در یک باتری امکان پذیر است و ایمن‌ترین روش اتصال سلول‌ها، با سازنده سلول یا باتری مشورت کنید.

ر - بهتر است برای هر تجهیز، شارژر اختصاصی ارائه شود. برای همه سلول‌ها و باتری‌های ثانویه ارائه شده برای فروش بهتر است دستورالعمل کامل شارژ تهیه شود.

ز - سلول‌ها و باتری‌ها را تمیز و خشک نگهدارید.

- ژ- در صورت کثیف بودن ترمینال‌ها سلول یا باتری، آن را با پارچه تمیز خشک، پاک کنید.
- س- سلول‌ها و باتری‌های ثانویه پیش از استفاده لازم است شارژ شوند. همیشه به دستورالعمل‌های سازنده سلول یا باتری مراجعه کنید و از روش صحیح شارژ کردن استفاده کنید.
- ش- سلول‌ها و باتری‌های ثانویه را در صورت عدم استفاده از آنها، به صورت شارژ شده نگه ندارید.
- ص- پس از سپری شدن زمان طولانی از نگهداری، برای حصول بیشینه عملکرد، ممکن است ضرورت داشته باشد که سلول یا باتری چندین بار شارژ و دشارژ شود.
- ض- دفترچه اصلی سلول یا باتری را برای مراجعات بعدی، نگه دارید.
- ط- هنگام امحاء سلول‌ها و باتری‌های ثانویه، سلول‌ها و باتری‌های با سیستم‌های الکتروشیمیایی مختلف را جدا از یکدیگر نگه دارید.

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

توصیه‌هایی برای استفاده کنندگان نهایی

موارد زیر، فهرست نوعی اما غیر جامعی از توصیه‌های مفید است که توسط سازنده تجهیز برای استفاده کنندگان نهایی ارائه می‌شود.

الف- سلول‌ها را از هم جدا، باز یا تکه تکه نکنید.

ب- باتری‌ها را دور از دسترس کودکان نگه دارید.

باتری‌هایی که کوچک هستند را دور از دسترس کودکان نگه دارید، به خصوص باتری‌هایی که در محدوده سنجح بلع تعریف شده در شکل ۲ قرار می‌گیرند. در صورت بلعیدن سلول یا باتری، شخص مربوطه باید بلافاصله به پزشک مراجعه کند.

پ- سلول یا باتری را در معرض حرارت یا آتش قرار ندهید. زیر نور مستقیم خورشید نگهداری نکنید.

ت- سلول یا باتری را اتصال کوتاه نکنید. سلول‌ها یا باتری‌ها را به طور اتفاقی داخل جعبه یا کثو که منجر به اتصال کوتاه با یکدیگر یا با اشیای فلزی شوند، نگهداری نکنید.

ث- سلول یا باتری را از بسته‌بندی اصلی خود تا زمان نیاز برای استفاده، جدا نکنید.

ج- سلول یا باتری را در معرض شوک مکانیکی قرار ندهید.

چ- در صورت بروز نشی سلول، از تماس پوست یا چشم با مایع خودداری کنید. در صورت تماس، ناحیه را با مقدار زیاد آب شسته و به پزشک مراجعه شود.

ح- از شارژر دیگری غیر از شارژر مخصوص ارائه شده برای استفاده تجهیز، استفاده نکنید.

خ- به علامت مثبت (+) و منها (-) بر روی سلول، باتری و تجهیز توجه کنید و از استفاده صحیح اطمینان حاصل کنید.

د- از سلول یا باتری که برای تجهیز طراحی نشده است، استفاده نکنید.

ذ- در یک وسیله از مخلوطی از سلول‌ها با سازنده‌ها، ظرفیت، اندازه یا انواع مختلف استفاده نکنید.

ر- استفاده باتری توسط کودکان بهتر است تحت نظارت انجام گیرد.

ز- در صورت بلعیدن سلول یا باتری، فوراً به پزشک مراجعه شود.

ژ- همیشه باتری توصیه شده توسط سازنده وسیله را برای تجهیز خریداری کنید.

س- سلول‌ها و باتری‌ها را تمیز و خشک نگه دارید.

- ش - در صورت کثیف بودن ترمینال‌های سلول یا باتری، آن را با پارچه تمیز خشک، پاک کنید.
- ص - سلول‌ها و باتری‌های ثانویه پیش از استفاده لازم است شارژ شوند. همیشه از شارژر صحیح استفاده کنید و برای دستورالعمل‌های کامل شارژ کردن به دستورالعمل‌های سازنده یا دفترچه تجهیز مراجعه کنید.
- ض - در صورت عدم استفاده طولانی مدت، باتری را شارژ شده رها نکنید.
- ط - پس از سپری شدن زمان طولانی از نگهداری، برای حصول بیشینه عملکرد، ممکن است ضرورت داشته باشد که سلول یا باتری چندین بار شارژ و دشارژ شود.
- ظ - دفترچه‌های اصلی محصول را برای مراجعات بعدی، نگه دارید.
- ع - سلول و باتری را فقط برای کاربردی که برای آن در نظر گرفته شده است، استفاده کنید.
- غ - در صورت امکان، باتری را هنگامی که تجهیز استفاده نمی‌شود، از آن خارج کنید.
- ف - به طور مناسب دور انداخته شود.

پیوست ت

(الزامی)

اندازه‌گیری مقاومت داخلی AC سلول‌های سکه‌ای

ت-۱ کلیات

این پیوست، روشی برای اندازه‌گیری مقاومت داخلی سلول سکه‌ای ارائه می‌کند تا تعیین شود که آزمون مطابق جدول ۱ مورد نیاز است یا خیر.

ت-۲ روش

الف - الزامات

اندازه‌گیری مقاومت داخلی سلول سکه‌ای برای تعیین اینکه آیا مقاومت داخلی سلول کمتر یا مساوی $3\ \Omega$ است و آزمون بر اساس جدول ۱ مورد نیاز است یا خیر. به بند ۶ مراجعه شود.

ب - آزمون

اندازه نمونه سه سلول سکه‌ای برای این اندازه‌گیری مورد نیاز است.

گام ۱- سلول‌ها باید در دمای محیط $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ با استفاده از روش بیان شده توسط سازنده شارژ شوند.

گام ۲- سلول‌ها باید در دمای محیط $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ به مدت حداقل ۱ h و حداکثر ۴ h نگه داشته شوند.

گام ۳- اندازه‌گیری مقاومت داخلی AC باید همان‌گونه که در زیر بیان شده است، انجام شود.

ولتاژ r.m.s.^۱، متناوب، U_a ، هنگام اعمال جریان r.m.s. متناوب، I_a ، به سلول در بسامد $1\ \text{kHz} \pm 0.1$ به مدت زمان ۱ s تا ۵ s باید اندازه‌گیری شود. مقاومت داخلی AC، R_{ac} ، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a} [\Omega]$$

که در آن:

1- Root Mean Square

U_a ولتاژ r.m.s. متناوب؛

I_a جریان r.m.s. متناوب است.

یادآوری ۱- جریان متناوب طوری انتخاب می شود که ولتاژ قله زیر 20 mV باقی بماند.

یادآوری ۲- این روش، امپدانس که در بازه بسامدی مشخص شده، تقریباً برابر با مقاومت است را اندازه گیری خواهد کرد.

یادآوری ۳- اتصالات به ترمینال های باتری به گونه ای ایجاد می شود که اتصالات اندازه گیری ولتاژ از اتصالات مورد استفاده برای حمل جریان جدا باشند.

پ- معیار پذیرش

سلول های سکه ای با مقاومت داخلی کمتر یا مساوی $3\ \Omega$ تحت آزمون مطابق با بند ۶ و جدول ۱ قرار می گیرند. سلول های سکه ای با مقاومت داخلی بزرگتر از $3\ \Omega$ نیاز به آزمون دیگری ندارند.

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

بسته‌بندی و حمل و نقل

هدف از بسته‌بندی ثانویه سلول‌ها و باتری‌ها برای حمل و نقل، جلوگیری از امکان اتصال کوتاه، آسیب مکانیکی و امکان ورود رطوبت است. طراحی مواد و بسته‌بندی بهتر است به گونه‌ای انتخاب شود که از ایجاد هدایت الکتریکی ناخواسته، خوردگی ترمینال‌ها و ورود آلودگی‌های محیطی جلوگیری شود.

سلول‌ها و باتری‌های لیتیم یون توسط سازمان بین‌المللی هوانوردی غیرنظامی (ICAO)^۱، انجمن بین‌المللی حمل‌ونقل هوایی (IATA)^۲، سازمان بین‌المللی دریایی (IMO)^۳ و سایر نهادهای دولتی تنظیم می‌شود.

مقررات مربوط به حمل و نقل بین‌المللی باتری‌های لیتیم ثانویه بر اساس توصیه سازمان ملل متحد در رده حمل و نقل کالاهای خطرناک است. الزامات آزمون در دستورالعمل آزمون‌ها و معیارهای سازمان ملل تعریف شده است. از آنجایی که مقررات تغییر می‌کنند، آخرین ویرایش‌ها باید مورد استفاده قرار گیرد.

به عنوان مرجع، آزمون‌های حمل و نقل در استاندارد IEC 62281 نیز ارائه شده است.

1- International Civil Aviation Organization
2- International Air Transport Association
3- International Maritime Organization

پیوست ج

(آگاهی‌دهنده)

استانداردهای مرجع اجزای تشکیل دهنده

اجزای تشکیل دهنده متکی بر ایمنی باتری، در صورت کاربرد، باید با استانداردهای مختص آن اجزا مطابقت داشته باشد. برای برخی از استانداردهای اجزای تشکیل دهنده که ممکن است در اجزای باتری به کار رود، به جدول ج-۱ مراجعه شود.

جدول ج-۱- استاندارد مرجع اجزا

جزء	استاندارد مرجع
فیوز	IEC 60127 (all parts), Miniature fuses یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۲۵۸، فیوزهای مینیاتوری، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60127 تدوین شده است.
افزار PTC ^۱	IEC 60738-1, Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – specification Part 1: Generic یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۷۳۸-۱: ۱۳۹۲، ترمیستورها - ضریب مثبت حرارتی مستقیماً گرم شده- قسمت ۱: مشخصات عام، با استفاده از استاندارد IEC 60738-1: 2009 تدوین شده است.
اتصال حرارتی	IEC 60691, Thermal-links – Requirements and application guide یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۶۱۹: ۱۳۹۵، رابط‌های حرارتی - الزامات و راهنمای کاربرد، با استفاده از استاندارد IEC 60691:2015 تدوین شده است.
FET ^۲	IEC 60747-8, Semiconductor devices – Discrete devices – Part 8:Field-effect transistors یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۲۲-۸: ۱۳۹۱، قطعات نیمه هادی - قطعات گسسته قسمت ۸: ترانزیستورهای اثر میدان FET ها، با استفاده از استاندارد IEC 60747-8: 2012 تدوین شده است.
1- Positive Temperature Coefficient 2- Field-Effect Transistors	

کتابنامه

- [1] IEC 60050-351:2013, International Electrotechnical Vocabulary – Part 351: Control technology
- [2] IEC 60051 (all parts), Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories
- یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۴۰۲۹، ابزارهای اندازه گیری الکتریکی آنالوگ نمایانه دار با عملکرد مستقیم و تجهیزات جانبی آنها، با استفاده از برخی قسمت های مجموعه استاندارد IEC 60051 تدوین شده است.
- [3] IEC 60664 (all parts), Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
- یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۲۰۵، هماهنگی عایق بندی برای تجهیزات در سیستم های ولتاژ پایین، با استفاده از برخی قسمت های مجموعه استاندارد IEC 60664 تدوین شده است.
- [4] IEC 61434, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards
- [5] IEC TR 61438, Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries – Guide to equipment manufacturers and users
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۲۵: ۱۳۸۰، خطرات ممکن برای ایمنی و سلامتی هنگام استفاده از باتری ها و سلول های ثانویه آلکالاین، راهنمای سازندگان و مصرف کننده های تجهیزات، با استفاده از استاندارد IEC TR 61438: 1996 تدوین شده است.
- [6] IEC TR 62188, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Design and manufacturing recommendations for portable batteries made from sealed secondary cells
- [7] IEC 62281, Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۱۷: ۱۳۹۲، ایمنی باتری ها و سل های اولیه و ثانویه لیتیومی در طول حمل و نقل، با استفاده از استاندارد IEC 62281: 2012 تدوین شده است.
- [8] IEC TR 62914, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes– Experimental procedure for the forced internal short-circuit test of IEC 62133:2012
- [9] ISO 6208, Nickel and nickel alloy plate, sheet and strip
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۸۱: ۱۳۹۱، نیکل و آلیاژهای نیکل-صفحه -ورق و تسمه، با استفاده از استاندارد IEC 6208: 1992 تدوین شده است.
- [10] ISO 7619-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of indentation hardness – Part 1: Durometer method (Shore hardness)
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۱۷۱-۱: ۱۳۹۱، لاستیک ولکانیزه یا گرمانرم -تعیین سختی دندانده ای- قسمت ۱: روش سختی سنج (سختی شور) -روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 7619-1: 2010 تدوین شده است.
- [11] ISO 8124-1, Safety of toys – Part 1: Safety aspects related to mechanical and physical properties

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۴: ۱۳۹۴، ایمنی اسباب بازی - قسمت ۱: الزامات ایمنی مربوط به خواص فیزیکی و مکانیکی، با استفاده از استاندارد ISO 8124-1: 2014 تدوین شده است.

[12] United Nations, New York & Geneva, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, Chapter 38.3
