INSO
4232-1
1st. Revision
2016
Identical with
IEC 61010-1:2010

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۴۲۳۲-۱
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه-
قسمت ۱: الزامات عمومی

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use–
Part 1: General requirements

ICS: 19.080; 71.040.10

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

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.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ 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 منصفانهٔ 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 کمیتهٔ 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ 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)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی 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، گواهینامهٔ 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
«الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه- قسمت ۱: الزامات عمومی»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
عبدی، جواد (دکترای مهندسی برق- کنترل)	عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج–کارشناس استاندارد
دبیر:	
تقی زاده، بهزاد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
تبریزی، فرهاد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار- عضو سازمان نظام مهندسی استان البرز
رثائی، حامد (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس دفتر تدوین استانداردهای ملی- سازمان ملی استاندارد ایران
سقایی، نیلوفر (کارشناسی مهندسی نساجی)	کارشناس شرکت بازرسی فنی بهینه آزمای کیش
شریفی، حمید (کارشناسی مهندسی تکنولوژی الکترونیک)	کارشناس مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
کلیشادی، احمد رضا (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
گرمه‌ای، پریا (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	کارشناس شرکت بازرسی فنی بهینه آزمای کیش
عقدایی، رکسانا (کارشناسی ارشد زبان انگلیسی)	مدرس مرکز آموزش علمی کاربردی سازمان ملی استاندارد ایران
مقنی یزدی، علی (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا نمایندگی**
معصومی، مجتبی (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس آزمایشگاه آروین آزمای سرمد
نقیب، شیما (کارشناسی مهندسی شیمی)	کارشناس شرکت بازرسی فنی بهینه آزمای کیش
ولیی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس مستقل

ویراستار:

رثائی، حامد (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس دفتر تدوین استانداردهای ملی- سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار م
۱ دامنه کاربرد و هدف ۱
۱-۱ دامنه کاربرد ۱
۱-۱-۱ تجهیزات درون دامنه کاربرد ۱
۱-۱-۲ تجهیزات خارج از دامنه کاربرد ۲
۱-۱-۳ تجهیزات محاسبه‌کننده ۲
۱-۲ هدف ۳
۱-۲-۱ جنبه‌های منظورشده در دامنه کاربرد ۳
۱-۲-۲ جنبه‌های منظورنشده از دامنه کاربرد ۳
۱-۳ صحه‌گذاری ۳
۱-۴ شرایط محیطی ۳
۱-۴-۱ شرایط محیطی عادی ۳
۱-۴-۲ شرایط محیطی گسترش‌یافته ۴
۲ مراجع الزامی ۵
۳ اصطلاحات و تعاریف ۹
۳-۱ تجهیز و حالت‌های آن ۹
۳-۲ قسمت‌ها و لوازم جانبی ۱۰
۳-۳ کمیت‌ها ۱۱
۳-۴ آزمون‌ها ۱۲
۳-۵ اصطلاحات مربوط به ایمنی ۱۲
۳-۶ عایق‌بندی ۱۵
۴ آزمون‌ها ۱۷
۴-۱ کلیات ۱۷
۴-۲ ترتیب آزمون‌ها ۱۸
۴-۳ شرایط آزمون مرجع ۱۸
۴-۳-۱ شرایط محیطی ۱۸
۴-۳-۲ حالت تجهیز ۱۹
۴-۴ انجام آزمون در شرایط تک اشکال ۲۱
۴-۴-۱ کلیات ۲۱
۴-۴-۲ اعمال شرایط اشکال ۲۱

عنوان **صفحه**

۴-۴-۳ مدت زمان آزمون‌ها ۲۵
۴-۴-۴ مطابقت بعد از اعمال شرایط اشکال ۲۶
۵ نشانه‌گذاری و مستندسازی ۲۷
۵-۱ نشانه‌گذاری ۲۷
۵-۱-۱ کلیات ۲۷
۵-۱-۲ شناسایی ۲۷
۵-۱-۳ منبع برق شهر ۲۸
۵-۱-۴ فیوزها ۳۰
۵-۱-۵ ترمینال‌ها، اتصالات و افزاره‌های کار ۳۰
۵-۱-۶ سوئیچ‌ها و کلیدهای قدرت ۳۱
۵-۱-۷ تجهیز حفاظت‌شده توسط عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده ۳۱
۵-۱-۸ جعبه اتصال سرسیم‌ها ۳۲
۵-۲ نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده ۳۲
۵-۳ دوام نشانه‌گذاری‌ها ۳۳
۵-۴ مستندسازی ۳۳
۵-۴-۱ کلیات ۳۳
۵-۴-۲ مقادیر اسمی تجهیز ۳۴
۵-۴-۳ نصب تجهیز ۳۵
۵-۴-۴ عملکرد تجهیز ۳۵
۵-۴-۵ بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تجهیز ۳۶
۵-۴-۶ یکپارچه‌شدن در سیستم‌ها یا اثرات ناشی از شرایط ویژه ۳۷
۶ حفاظت در برابر برق‌گرفتگی ۳۷
۶-۱ کلیات ۳۷
۶-۱-۱ الزامات ۳۷
۶-۱-۲ موارد استثنا ۳۷
۶-۲ تعیین قسمت‌های در دسترس ۳۸
۶-۲-۱ کلیات ۳۸
۶-۲-۲ بررسی ۳۸
۶-۲-۳ منافذ بالای قسمت‌های برق‌دار خطرناک ۳۹
۶-۲-۴ منافذ مربوط به کنترل‌های از پیش‌تنظیم‌شده ۳۹
۶-۳ مقادیر حدی برای قسمت‌های در دسترس ۴۰

عنوان **صفحه**

۶-۳-۱ سطوح در شرایط عادی ۴۰
۶-۳-۲ سطوح در شرایط تک اشکال ۴۰
۶-۴ وسایل اولیه حفاظت ۴۳
۶-۴-۱ کلیات ۴۳
۶-۴-۲ محفظه‌ها و موانع حفاظتی ۴۳
۶-۴-۳ عایق‌بندی پایه ۴۳
۶-۴-۴ امپدانس ۴۳
۶-۵ وسایل تکمیلی ایجاد حفاظت در شرایط تک اشکال ۴۴
۶-۵-۱ کلیات ۴۴
۶-۵-۲ همبندی حفاظتی ۴۵
۶-۵-۳ عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده ۵۰
۶-۵-۴ امپدانس حفاظتی ۵۰
۶-۵-۵ قطع خودکار تغذیه ۵۰
۶-۵-۶ افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان ۵۱
۶-۶ اتصال به مدارهای خارجی ۵۱
۶-۶-۱ کلیات ۵۱
۶-۶-۲ ترمینال‌های مربوط به مدار خارجی ۵۲
۶-۶-۳ مدارهایی با ترمینال‌های برق‌دار خطرناک ۵۲
۶-۶-۴ ترمینال‌های هادی‌های افشان ۵۲
۶-۷ الزامات عایق‌بندی ۵۳
۶-۷-۱ ماهیت عایق‌بندی ۵۳
۶-۷-۲ عایق‌بندی مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ نامی تغذیه تا ۳۰۰ V ۵۶
۶-۷-۳ عایق‌بندی مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II تا ۳۰۰ V ۶۱
۶-۸ روش انجام آزمون‌های ولتاژ ۶۷
۶-۸-۱ کلیات ۶۷
۶-۸-۲ آماده‌سازی رطوبتی ۶۹
۶-۸-۳ روش‌های انجام آزمون ۷۰
۶-۹ الزامات ساختاری برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی ۷۱
۶-۹-۱ کلیات ۷۱

عنوان **صفحه**

۶-۹-۲ مواد عایقی ۷۱
۶-۹-۳ کدگذاری رنگی ۷۲
۶-۱۰ اتصال به منبع برق شهر و اتصالات بین قسمت‌های تجهیز ۷۲
۶-۱۰-۱ بندهای منبع برق شهر ۷۲
۶-۱۰-۲ چفت‌وبستِ بندهای جدانشدنی منبع برق شهر ۷۳
۶-۱۰-۳ چندشاخه‌ها و اتصال‌دهنده‌های مادگی ۷۵
۶-۱۱ قطع اتصال از منبع تغذیه ۷۶
۶-۱۱-۱ کلیات ۷۶
۶-۱۱-۲ موارد استثنا ۷۶
۶-۱۱-۳ الزامات متناسب با نوع تجهیز ۷۶
۶-۱۱-۴ افزاره‌های قطع‌کننده ۷۷
۷ حفاظت در برابر خطرات مکانیکی ۷۸
۷-۱ کلیات ۷۸
۷-۲ لبه‌های تیز ۷۸
۷-۳ قسمت‌های متحرک ۷۹
۷-۳-۱ کلیات ۷۹
۷-۳-۲ موراد استثنا ۷۹
۷-۳-۳ ارزیابی ریسک خطراک مکانیکی روی اعضاء بدن ۸۰
۷-۳-۴ محدودسازی نیرو و فشار ۸۱
۷-۳-۵ محدودیت‌های شکاف بین قسمت‌های متحرک ۸۱
۷-۴ پایداری ۸۳
۷-۵ تمهیداتی برای بلندکردن و حمل‌کردن ۸۴
۷-۵-۱ کلیات ۸۴
۷-۵-۲ دستگیره‌ها و دسته‌ها ۸۴
۷-۵-۳ افزاره‌های بلندکردن و قسمت‌های تکیه‌گاهی ۸۵
۷-۶ نصب روی دیوار ۸۵
۷-۷ قسمت‌های پرتاب‌شونده ۸۶
۸ مقاومت در برابر تنش‌های مکانیکی ۸۶
۸-۱ کلیات ۸۶
۸-۲ آزمون‌های استحکام محفظه ۸۸
۸-۲-۱ آزمون استاتیکی ۸۸

عنوان **صفحه**

۸-۲-۲ آزمون ضربه ۸۸
۸-۳ آزمون سقوط ۸۹
۸-۳-۱ برای تجهیزاتی غیر از تجهیز دستی و تجهیز دارای چندشاخه سرخود ۸۹
۸-۳-۲ برای تجهیز دستی و تجهیز دارای چندشاخه سرخود ۹۰
۹ حفاظت در برابر گسترش آتش ۹۰
۹-۱ کلیات ۹۰
۹-۲ حذف یا کاهش منابع ایجاد احتراق درون تجهیز ۹۲
۹-۳ محدودکردن آتش احتمالی درون تجهیز ۹۲
۹-۳-۱ کلیات ۹۲
۹-۳-۲ الزامات ساختاری ۹۳
۹-۴ مدار با انرژی محدودشده ۹۵
۹-۵ الزامات تجهیزات محتوی یا مصرف‌کننده مایعات قابل‌اشتعال ۹۷
۹-۶ حفاظت در برابر اضافه جریان ۹۷
۹-۶-۱ کلیات ۹۷
۹-۶-۲ تجهیز نصب دائم ۹۸
۹-۶-۳ سایر تجهیزات ۹۸
۱۰ حدود دمای تجهیز و مقاومت در برابر گرما ۹۸
۱۰-۱ حدود دمای سطح برای حفاظت در برابر سوختگی ۹۸
۱۰-۲ دماهای سیم‌پیچ‌ها ۱۰۰
۱۰-۳ سایر اندازه‌گیری‌های دما ۱۰۰
۱۰-۴ انجام آزمون‌های دما ۱۰۱
۱۰-۴-۱ کلیات ۱۰۱
۱۰-۴-۲ اندازه‌گیری دمای تجهیز گرمازا ۱۰۱
۱۰-۴-۳ تجهیز در نظر گرفته شده برای نصب در داخل کابینت یا دیوار ۱۰۲
۱۰-۵ مقاومت در برابر حرارت ۱۰۲
۱۰-۵-۱ یکپارچگی فواصل هوایی و فواصل خزشی ۱۰۲
۱۰-۵-۲ محفظه‌های غیرفلزی ۱۰۲
۱۰-۵-۳ ماده عایقی ۱۰۳
۱۱ حفاظت در برابر خطرات ناشی از سیالات ۱۰۴
۱۱-۱ کلیات ۱۰۴
۱۱-۲ تمیزکنندگی ۱۰۴

عنوان **صفحه**

۱۱-۳ ریختن مایع ۱۰۴
۱۱-۴ سرریزشدن ۱۰۵
۱۱-۵ الکترولیت باتری ۱۰۵
۱۱-۶ تجهیزات حفاظت‌شده به طور ویژه ۱۰۵
۱۱-۷ فشار و نشت سیال ۱۰۶
۱۱-۷-۱ فشار بیشینه ۱۰۶
۱۱-۷-۲ نشت و گسیختگی در فشار بالا ۱۰۶
۱۱-۷-۳ نشت از قسمت‌های کم‌فشار ۱۰۷
۱۱-۷-۴ افزاره ایمنی اضافه‌فشار ۱۰۷
۱۲ حفاظت در برابر تشعشع، شامل منابع لیزری و حفاظت در برابر فشار صوت و فراصوت ۱۰۸
۱۲-۱ کلیات ۱۰۸
۱۲-۲ تجهیز مولد تشعشع یون‌ساز ۱۰۸
۱۲-۲-۱ تشعشع یون‌ساز ۱۰۸
۱۲-۲-۲ الکترون‌های شتاب‌داده‌شده ۱۱۰
۱۲-۳ تشعشع فرابنفش ۱۱۰
۱۲-۴ تشعشع ریزموج ۱۱۰
۱۲-۵ فشار صوت و فراصوت ۱۱۰
۱۲-۵-۱ سطح صدا ۱۱۰
۱۲-۵-۲ فشار فراصوت ۱۱۱
۱۲-۶ منابع لیزری ۱۱۲
۱۳ حفاظت در برابر گازها و مواد متصاعدشده، انفجار بیرونی و انفجار درونی ۱۱۲
۱۳-۱ گازها و مواد سمی و مضر ۱۱۲
۱۳-۲ انفجار بیرونی و انفجار درونی ۱۱۳
۱۳-۲-۱ اجزاء ۱۱۳
۱۳-۲-۲ باتری‌ها و شارژ کردن باتری ۱۱۳
۱۳-۲-۳ انفجار درونی لوله‌های اشعه کاتدی ۱۱۴
۱۴ اجزاء و زیرمجموعه‌ها ۱۱۴
۱۴-۱ کلیات ۱۱۴
۱۴-۲ موتورها ۱۱۶
۱۴-۲-۱ دماهای موتور ۱۱۶
۱۴-۲-۲ موتورهای با تحریک سری ۱۱۶

عنوان **صفحه**

۱۴-۳ افزاره‌های حفاظت اضافه‌دما ۱۱۶
۱۴-۴ نگهدارنده‌های فیوز ۱۱۷
۱۴-۵ افزاره‌های انتخاب ولتاژ برق شهر ۱۱۷
۱۴-۶ ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر که خارج از تجهیز، آزمون شده‌اند ۱۱۷
۱۴-۷ بردهای مدار چاپی ۱۱۷
۱۴-۸ مدارها یا اجزایی با کاربری افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ گذرا ۱۱۸
۱۵ حفاظت توسط قفل‌های همبندی ۱۱۹
۱۵-۱ کلیات ۱۱۹
۱۵-۲ جلوگیری از کاراندازی مجدد ۱۱۹
۱۵-۳ قابلیت اطمینان ۱۱۹
۱۶ خطرات ناشی از استفاده ۱۲۰
۱۶-۱ استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی منطقی ۱۲۰
۱۶-۲ جنبه‌های ارگونومی ۱۲۰
۱۷ ارزیابی ریسک ۱۲۰
پیوست الف (الزامی) مدارهای اندازه‌گیری جریان تماس ۱۲۲
پیوست ب (الزامی) انگشتک‌های آزمون استاندارد ۱۲۵
پیوست پ (الزامی) اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی ۱۲۷
پیوست ت (الزامی) قسمت‌هایی که بین آن‌ها الزامات عایق‌بندی تعیین شده است ۱۳۱
پیوست ث (آگاهی‌دهنده) راهنمای کاهش درجه آلودگی ۱۳۵
پیوست ج (الزامی) آزمون‌های تک‌به‌تک ۱۳۶
پیوست چ (آگاهی‌دهنده) نشت و گسیختگی ناشی از سیالات تحت فشار ۱۳۹
پیوست ح (الزامی) ارزیابی کیفی پوشش‌های منسجم برای حفاظت در برابر آلودگی ۱۴۵
پیوست خ (آگاهی‌دهنده) ولتاژهای خط به خنثی سیستم‌های رایج منبع برق شهر ۱۴۹
پیوست د (آگاهی‌دهنده) ارزیابی ریسک ۱۵۰
پیوست ذ (الزامی) الزاماتی از عایق‌بندی که در زیربند ۶-۷ ارائه نشده‌اند ۱۵۴
پیوست ر (آگاهی‌دهنده) فهرست اصطلاحات تعریف‌شده ۱۷۹
کتاب‌نامه ۱۸۱

پیش گفتار

استاندارد «الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه- قسمت ۱: الزامات عمومی» که نخستین‌بار در سال ۱۳۷۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در نهصد و سی و چهارمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۳۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ 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 خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

با انتشار این استاندارد، استاندارد ملی ایران به شرح زیر باطل و این استاندارد جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۳۲: سال ۱۳۷۶، مقررات ایمنی دستگاه‌های الکتریکی برای مصارف اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه. قسمت اول: مقررات ایمنی عمومی

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 61010-1: 2010, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements

الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه- قسمت ۱: الزامات عمومی

۱ دامنه کاربرد و هدف

۱-۱ دامنه کاربرد

۱-۱-۱ تجهیزات منظورشده در دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات عمومی ایمنی برای انواع تجهیزات الکتریکی زیر و تجهیزات جانبی آن‌ها، در جاهایی است که قرار است از آن‌ها استفاده شود.

الف- تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در آزمون و اندازه‌گیری

تجهیزاتی که می‌توانند به کمک وسایل الکترومغناطیسی، یک یا چند کمیت الکتریکی یا فیزیکی را آزمون، اندازه‌گیری، نشان داده یا ثبت کنند، همچنین تجهیزاتی که فاقد نقش اندازه‌گیری هستند مانند مولدهای سیگنال، استانداردهای اندازه‌گیری[1]، منابع تغذیه آزمایشگاهی، ترانسدیوسرها[2]، فرستنده‌ها[3] را شامل می‌شود.

یادآوری ۱- منابع تغذیه رومیزی که برای کمک به انجام آزمون یا اندازه‌گیری روی بخش دیگری از تجهیز در نظر گرفته شده‌اند شامل این تجهیزات می‌شوند. منابع تغذیه‌ای که برای تغذیه تجهیز در نظر گرفته می‌شوند در دامنه کاربرد استاندارد IEC 61558 قرار دارند (به مورد ح زیربند ۱-۱-۲ مراجعه شود).

این استاندارد همچنین برای تجهیزات آزمونی که در داخل فرآیندهای ساخت قرار دارند و برای انجام آزمون روی افزاره‌های ساخته‌شده در نظر گرفته شده‌اند کاربرد دارد.

یادآوری ۲- در این کاربرد، تجهیزات آزمون مرحله ساخت، احتمالاً در مجاورت و در اتصال به ماشین‌آلات صنعتی نصب می‌شوند.

ب- تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در کنترل فرآیند صنعتی

تجهیزاتی هستند که یک یا چند کمیت خروجی را نسبت به مقادیر مشخصی کنترل می‌کنند که هر یک از این مقادیر توسط تنظیم دستی، برنامه‌ریزی در محل یا از راه دور، یا توسط یک یا چند متغیر ورودی مشخص می‌شوند.

1 - Measurement standards
2 - Transducers
3 - Transmitters

پ- تجهیزات الکتریکی آزمایشگاهی

تجهیزاتی هستند که از آن‌ها برای اندازه‌گیری، نشان‌دادن، پایش، بازرسی یا تجزیه و تحلیل، یا برای آماده‌سازی مواد استفاده می‌شود و شامل تجهیزات تشخیص آزمایشگاهی (IVD)[1] می‌شود.

از این تجهیزات می‌توان در محیط‌های خارج از آزمایشگاه، مانند تجهیزات IVD خودآزمون[2] موجود در منازل و تجهیزات بازرسی مورد استفاده در بررسی افراد یا مواد حین حمل و نقل نیز استفاده کرد.

۱-۱-۲ تجهیزات منظورنشده در دامنه کاربرد

این استاندارد، برای تجهیزاتی که در دامنه کاربرد استانداردهای زیر قرار دارد کاربرد ندارد:

الف- استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۸۲، دستگاه‌های صوتی، تصویری و دستگاه‌های الکترونیکی مشابه- الزامات ایمنی؛

ب - استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۲۶، ایمنی ماشین‌آلات- تجهیزات الکتریکی ماشین‌ها؛

پ - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۶۲، وسایل برقی خانگی و مشابه؛

ت - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷، تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها؛

ث - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۸، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف؛

ج - استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۶۸، تجهیزات الکتریکی پزشکی؛

چ - استاندارد ملی ایران شماره ۵۲۳۳، تجهیزات فناوری اطلاعات شامل تجهیزات مورد استفاده در تجارت الکترونیک، به‌استثنای موارد تعیین شده در زیربند ۱-۱-۳)؛

ح - استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۲۰، ترانسفورماتورها، واحدهای منبع تغذیه و تجهیزات مشابه؛

خ - استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۳۲-۰۳۱، مجموعه‌های پراب دستی؛

د - استاندارد IEC 61243-3، کار با برق- آشکارسازهای ولتاژ- قسمت ۳: نوع دو قطب فشار ضعیف.

۱-۱-۳ تجهیزات محاسبه‌کننده

از این استاندارد فقط برای آن دسته از رایانه‌ها، پردازشگرها و غیره که قسمتی از تجهیزات موجود در دامنه کاربرد این استاندارد باشند یا برای استفاده انحصاری با این تجهیزات طراحی شده‌اند کاربرد دارد.

یادآوری- از افزاره‌های محاسبه‌کننده و سایر تجهیزات مشابه که در دامنه کاربرد استاندارد IEC 60950 قرار داشته و مطابق الزامات آن هستند می‌توان در تجهیزات تعریف‌شده در دامنه کاربرد این استاندارد استفاده کرد. البته برخی از الزامات استاندارد IEC 60950 در خصوص مقاومت در برابر رطوبت و مایعات، نسبت به موارد مشابه این استاندارد (به پاراگراف دوم زیربند ۴-۴-۵ مراجعه شود) دارای سختگیری کمتری هستند.

1 - In Vitro Diagnostic equopment
2 - Self test IVD equipment

۱-۲ هدف

۱-۲-۱ جنبه‌های منظورشده در دامنه کاربرد

هدف از الزامات این استاندارد، حصول اطمینان از کاهش خطرات موجود برای کاربر و محیط پیرامونی آن، تا یک سطح قابل‌قبول می‌باشد.

الزامات حفاظت در برابر انواع مشخص خطر، در بندهای ۶ تا ۱۳ به شرح زیر ارائه شده‌اند:

الف- برق‌گرفتگی یا سوختگی ناشی از برق‌گرفتگی (به بند ۶ مراجعه شود)؛
ب - خطرات مکانیکی (به بندهای ۷ و ۸ مراجعه شود)؛
پ - گسترش آتش از تجهیزات (به بند ۹ مراجعه شود)؛
ت - دمای بیش از حد (به بند ۱۰ مراجعه شود)؛
ث - اثرات سیال‌ها و فشار سیال (به بند ۱۱ مراجعه شود)؛
ج - اثرات تشعشع، شامل منابع لیزری و فشار صوتی و فراصوتی (به بند ۱۲ مراجعه شود)؛
چ - گازهای بی‌اثر، انفجار بیرونی و انفجار درونی (به بند ۱۳ مراجعه شود).

الزامات حفاظت در برابر خطرات ناشی از استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی تحت شرایط منطقی و عوامل ارگونومی در بند ۱۶ ارائه شده‌اند.

ارزیابی ریسک خطرات یا محیط‌هایی که به طور کامل تحت پوشش موارد فوق نیستند در بند ۱۷ ارائه شده‌اند.

یادآوری- به الزامات تکمیلی موجود در زمینه سلامتی و ایمنی نیروهای کارگری توجه شود.

۱-۲-۲ جنبه‌های منظورنشده در دامنه کاربرد

این استاندارد موارد زیر کاربرد ندارد:

الف- کارکرد قابل اطمینان، عملکرد یا سایر ویژگی‌های تجهیز که ارتباطی به ایمنی ندارد؛

ب - اثربخشی بسته‌بندی حمل‌ونقل؛

پ - الزامات سازگاری الکترومغناطیسی EMC (به مجموعه استانداردهای IEC 61326 مراجعه شود)؛

پ - اقدامات حفاظتی اتمسفرهای قابل انفجار (به مجموعه استانداردهای IEC 60079 مراجعه شود).

۱-۳ صحه‌گذاری

این استاندارد همچنین روش‌های صحه‌گذاری انطباق تجهیز با الزامات این استاندارد را از طریق بازرسی، آزمون‌های نوعی، آزمون‌های تک به تک و ارزیابی ریسک مشخص می‌کند.

۱-۴ شرایط محیطی

۱-۴-۱ شرایط محیطی عادی

این استاندارد در مورد تجهیزاتی که بر اساس طراحی خود باید دست‌کم در شرایط زیر ایمن باشند کاربرد دارد:

الف- استفاده‌های درون‌ساختمانی؛

ب - ارتفاع از سطح دریا تا ۲ ۰۰۰ m ؛

پ - دمای بین ۵ °C تا ۴۰ °C ؛

ت - بیشینه رطوبت نسبی ٪ ۸۰ برای دماهای تا ۳۱ °C، که در دمای ۴۰ °C به صورت خطی تا رطوبت نسبی ٪ ۵۰ کاهش می‌یابد.

ث - نوسانات ولتاژ برق شهر[1] تا ٪ ۱۰ ± نسبت به ولتاژ نامی؛

ج - اضافه‌ولتاژهای گذرا تا سطوح رده اضافه‌ولتاژ II ؛

یادآوری ۱- این سطوح از اضافه‌ولتاژهای گذرا، برای تجهیزاتی که از سیم‌کشی ساختمان تغذیه می‌کنند مقادیر نوعی هستند.

چ - اضافه‌ولتاژهای موقت ایجادشده در برق شهر؛

ح - درجه آلودگی محیط در نظر گرفته شده برای تجهیز (در بیشتر موارد درجه آلودگی ۲).

یادآوری ۲- تولیدکنندگان مجاز هستند محدودیت‌های سختگیرانه‌تری برای شرایط محیطی عملکرد تجهیز مشخص کنند؛ با این وجود تجهیز باید تحت چنین شرایط محیطی عادی، ایمن باشد.

۲-۴-۱ شرایط محیطی گسترش‌یافته

این استاندارد، علاوه بر تجهیزاتی که برای ایمن‌بودن در شرایط محیطی زیربند ۱-۴-۱ طراحی شده‌اند، برای تجهیزاتی که برای ایمن‌بودن در هر یک از شرایط اسمی زیر که توسط تولیدکننده تجهیز مشخص شده باشد نیز کاربرد دارد:

الف- استفاده‌های برون‌ساختمانی؛

ب - ارتفاع از سطح دریا بیش از ۲ ۰۰۰ m ؛

پ - دمای محیط کمتر از ۵ °C و بیشتر از ۴۰ °C ؛

ت - رطوبت نسبی بیش از سطوح مشخص‌شده در زیربند ۱-۴-۱؛

ث - نوسانات ولتاژ برق شهر بیشتر از ٪ ۱۰ ± نسبت به ولتاژ نامی؛

ج - مکان‌های نمناک؛

چ - اضافه‌ولتاژهای گذرا تا سطوح رده اضافه‌ولتاژ III یا IV (به پیوست ذ مراجعه شود).

---

1 - Mains supply

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، 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:

2-1 IEC 60027 (all parts), Letter symbols to be used in electrical technology

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۱۳۸، نمادهای حرفی مورد استفاده در فناوری الکتریکی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60027 تدوین شده است.

2-2 IEC 60065, Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۸۲: سال ۱۳۹۱، دستگاه های صوتی ، تصویری و دستگاه های الکترونیکی مشابه- الزامات ایمنی، با استفاده از استاندارد IEC 60065: 2011 تدوین شده است.

2-3 IEC 60068-2-14, Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۶، آزمون‌های محیطی - قسمت ۲-۱۴: آزمون‌ها – آزمون N: تغییر دما، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-14,Amd1:1986 تدوین شده است.

2-4 IEC 60068-2-75, Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۵-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۱، آزمون شرایط محیطی- قسمت ۲-۷۵: آزمون‌ها- آزمون EH آزمون‌های چکش‌زنی، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-75:1997 تدوین شده است.

2-5 IEC 60073, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰: سال ۱۳۹۰، اصول اولیه و ایمنی برای واسط انسان-ماشین- نشانه‌گذاری و شناسایی- اصول کدگذاری برای نشانگرها و کاراندازها، با استفاده از استاندارد IEC 60073:2002 تدوین شده است.

2-6 IEC 60227 (all parts), Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V

یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۰۷، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تا وخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60277 تدوین شده است.

2-7 IEC 60245 (all parts), Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۲۶، کابل‌های با عایق لاستیکی با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60245 تدوین شده است.

2-8 IEC 60309 (all parts), Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۷۲۱۲، چندشاخه‌ها پریزها و اتصال‌دهنده‌ها برای مصارف صنعتی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60309 تدوین شده است.

2-9 IEC 60320 (all parts), Appliance couplers for household and similar general purposes

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۴۵۷، کوپلرهای وسایل برقی مصارف خانگی و مقاصد عمومی مشابه، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60320 تدوین شده است.

2-10 IEC 60332-1-2, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW premixed flame

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱-۳۰۸۱: سال ۱۳۸۶، آزمون بر روی کابل‌های الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش - قسمت ۱-۲: آزمون انتشار شعله عمودی بر روی سیم یا کابل - روش اجرایی برای شعله پیش مخلوط یک کیلو واتی، با استفاده از استاندارد IEC 60332-1-2: 2004 تدوین شده است.

2-11 IEC 60332-2-2, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 2-2: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable – Procedure for diffustion flame

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۳۰۸۱: سال ۱۳۸۶، آزمون بر روی کابل‌های الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش- قسمت ۲-۲: آزمون انتشار شعله عمودی بر روی سیم یا کابل- روش اجرایی برای شعله، با استفاده از استاندارد EC 60332-2-2: 2004 تدوین شده است.

2-12 IEC 60335-2-24, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۴-۲-۱۵۶۲: سال ۱۳۹۱، وسایل برقی خانگی و مشابه- ایمنی- قسمت ۲-۲۴: الزامات ویژه وسایل برودتی (یخچال - فریزرو یخچال فریزر) – بستنی‌ساز و یخ‌ساز، با استفاده از استاندارد IEC 60335-2-24:2007 تدوین شده است.

2-13 IEC 60335-2-89, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit or compressor

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۹-۲-۶۰۳۳۵: سال ۱۳۹۰، وسایل برقی خانگی و مشابه- ایمنی- قسمت ۲-۸۹: الزامات ویژه وسایل برودتی تجاری مجهز به کمپرسور یا واحد مبرد نصب‌شده در داخل وسیله یا مجزا از آن، با استفاده از استاندارد IEC 60335-2-89: 2010 تدوین شده است.

2-14 IEC 60364-4-44, Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances

2-15 IEC 60405, Nuclear instrumentation – Constructional requirements and classification of radiometric gauges

2-16 IEC 60417, Graphical symbols for use on equipment

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۹۶: سال ۱۳۷۹، نمادهای ترسیمی مورد استفاده بر روی دستگاه‌ها، با استفاده از استاندارد IEC 60417: 1998 تدوین شده است.

2-17 IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۸۶، درجات حفاظت تامین‌شده توسط محفظه‌ها (کد IP)، با استفاده از استاندارد IEC 60529: 2001 تدوین شده است.

2-18 IEC 60664-3, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶۲۰۵: سال ۱۳۸۶، هماهنگی عایق‌بندی برای تجهیزات در سیستم‌های ولتاژ پایین قسمت ۳: استفاده از پوشش‌دهی لعاب‌کاری یا قالب‌گیری برای حفاظت در برابر آلودگی، با استفاده از استاندارد IEC 60664-3: 2003 تدوین شده است.

2-19 IEC 60695-11-10, Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods

2-20 IEC 60799, Electrical accessories – Cord sets and interconnection cord sets

2-21 IEC 60825-1, Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۰۱: سال ۱۳۹۳، ایمنی محصولات لیزری - قسمت ۱: طبقه‌بندی والزامات تجهیزات، با استفاده از استاندارد IEC 60825-1: 2014 تدوین شده است.

2-22 IEC 60947-1, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۸۳۵: سال ۱۳۹۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف – قسمت ۱: الزامات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 60947-1: 2011 تدوین شده است.

2-23 IEC 60947-3, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۴۸۳۵: سال ۱۳۹۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف – قسمت ۳: کلیدها، جداسازها، کلیدهای جداساز و وسایل ترکیبی فیوزدار، با استفاده از استاندارد IEC 60947-3: 2008 تدوین شده است.

2-24 IEC 61010-031, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۰۳۱-۴۲۳۲: سال ۱۳۹۵، الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه- قسمت ۰۳۱: الزامات ایمنی مجموعه‌های پراب دستی برای اندازه‌گیری الکتریکی و آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61010-031: 2015 تدوین شده است.

2-25 IEC 61180 (all parts), High-voltage test techniques for low-voltage equipment

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۱۱۸۰، فنون آزمون ولتاژ بالا برای تجهیزات ولتاژ پایین، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61180 تدوین شده است.

2-26 IEC 61180-1, High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۱۸۰: سال ۱۳۹۱، فنون آزمون ولتاژ بالا برای تجهیزات ولتاژ پایین - قسمت ۱: تعاریف، الزامات، روش‌های اجرایی و آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61180-1: 1992 تدوین شده است.

2-27 IEC 61180-2, High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۳۴۱: سال ۱۳۹۱، فنون آزمون ولتاژ بالا برای تجهیزات ولتاژ پایین- قسمت ۲: تجهیزات آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61180-2: 1994 تدوین شده است.

2-28 IEC 61672-1, Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۹: سال ۱۳۸۸، الکترواکوستیک- دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح صدا- قسمت ۱: مشخصات، با استفاده از استاندارد IEC 61672-1: 2002 تدوین شده است.

2-29 IEC 61672-2, Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۲۳۷۹: سال ۱۳۸۸، الکترواکوستیک- دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح صدا- قسمت ۲: آزمون های ارزشیابی الگو، با استفاده از استاندارد IEC 61672-2: 2003 تدوین شده است.

2-30 IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external impacts (IK code)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۳۶: سال ۱۳۸۶، درجات تامین حفاظت بوسیله محفظه در برابر ضربات مکانیکی برای تجهیزات الکتریکی، با استفاده از استاندارد IEC 62262: 2002 تدوین شده است.

2-31 IEC Guide 104, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

2-32 ISO/IEC Guide 51, Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards

2-33 ISO 306:1994, Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۸۲: سال ۱۳۸۸، پلاستیک‌ها - مواد گرمانرم - تعیین دمای نرمی وایکات (VST) روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 306:2004 تدوین شده است.

2-34 ISO 361, Basic ionizing radiation symbol

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۲۸: سال ۱۳۸۷، نماد پایه تابش یون‌ساز، با استفاده از استاندارد ISO 361:1975 تدوین شده است.

2-35 ISO 3746, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۵: سال ۱۳۸۳، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا- روش بازرسی با استفاده از سطح اندازه‌گیری دربرگیرنده در بالای صفحه انعکاسی، با استفاده از استاندارد ISO 3746: 1996 تدوین شده است.

2-36 ISO 7000, Graphical symbols for use on equipment

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۵۷: سال ۱۳۷۸، نمادهای ترسیمی مورد استفاده بر روی تجهزات، با استفاده از استاندارد ISO 7000: 1989 تدوین شده است.

2-37 ISO 9614-1, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۸۷: سال ۱۳۸۳، آکوستیک – تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه با استفاده از شدت صدا- قسمت ۱: اندازه‌گیری در نقاط گسسته، با استفاده از استاندارد ISO 9614-1: 1993 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱ تجهیز و حالت‌های آن

۳-۱-۱

تجهیز ثابت

FIXED EQUIPMENT

تجهیزی که به یک تکیه‌گاه بسته شده است یا به روش دیگری در یک محل مشخص ثابت شده است.

[IEC 60050-826:2004, 826-16-07، اصلاح‌شده]

۳-۱-۲

تجهیز نصب دائم

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT

تجهیزی که اتصال الکتریکی آن به منبع تغذیه، توسط یک اتصال دائم انجام شده است که تنها با استفاده از ابزار می‌توان آن را جدا کرد.

۳-۱-۳

تجهیز قابل حمل

PORTABLE EQUIPMENT

تجهیزی که برای حمل با دست در نظر گرفته شده است.

۳-۱-۴

تجهیز دستی

HAND-HELD EQUIPMENT

تجهیز قابل حملی که در استفاده عادی برای نگه‌داشته‌شدن با یک دست در نظر گرفته شده است.

۳-۱-۵

ابزار

TOOL

افزاره‌ای خارجی شامل کلید و سکه که از آن برای کمک به فرد جهت انجام کار مکانیکی استفاده می‌شود.

۳-۱-۶

تجهیز با چندشاخه[1] سرخود

DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT

---

۱ - در این استاندارد با توجه به مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۷۲۱۲، به جای کلمه «Plug» از کلمه «چندشاخه» استفاده می‌شود؛ در برخی استانداردها از کلمه «دوشاخه» استفاده شده است.

تجهیزی که چندشاخه اتصال آن به برق شهر بدون بند تغذیه برق شهر به بدنه تجهیز وصل شده است به‌گونه‌ای که تجهیز به پریز برق شهر نصب می‌شود.

۳-۲ قسمت‌ها و لوازم جانبی

۳-۲-۱
ترمینال

TERMINAL

جزئی است که با آن، افزاره را به هادی‌های خارجی متصل می‌کنند.

[IEC 60050-151:2001, 151-12-12، اصلاح‌شده]

یادآوری- ترمینال‌ها می‌توانند شامل یک یا چند کنتاکت باشند، این اصطلاح شامل پریزها، اتصال‌دهنده‌ها و غیره نیز است.

۳-۲-۲
ترمینال زمین عملیاتی

FUNCTIONAL EARTH TERMINAL

ترمینالی که امکان ایجاد اتصال الکتریکی مستقیم را به نقطه‌ای از مدار اندازه‌گیری یا کنترل یا به یک قسمت حفاظ‌گذاری شده فراهم می‌کند و به منظور زمین‌شدن برای مقاصد عملیاتی غیر از ایمنی در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری - در مورد تجهیزات اندازه‌گیری، این ترمینال غالباً ترمینال زمین اندازه‌گیری نامیده می‌شود.

۳-۲-۳
ترمینال هادی حفاظتی

PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL

ترمینالی که به منظور اهداف ایمنی با سایر قسمت‌های رسانای تجهیز همبند[1] شده است و برای اتصال به سیستم زمین حفاظت خارجی در نظر گرفته می‌شود.

۳-۲-۴
محفظه

ENCLOSURE

قسمتی که وظیفه حفاظت از تجهیز در برابر عوامل تاثیرگذار بیرونی معین را دارد و حفاظت همه‌جانبه در برابر تماس مستقیم را تامین می‌کند.

یادآوری- محفظه‌ها ممکن است تامین‌کننده حفاظت در برابر گسترش آتش (به مورد پ زیربند ۹-۳-۲ مراجعه شود) نیز باشند.

1 - Bonded

۵-۲-۳

مانع حفاظتی

PROTECTIVE BARRIER

قسمتی که وظیفه حفاظت در برابر تماس مستقیم از کلیه جهات معمول دسترسی را بر عهده دارد.

[IEC 60050-195:1998, 195-06-15]

یادآوری- موانع حفاظتی مطابق ساختار خود می‌توانند قاب[1]، پوشش[2]، حفاظ[3]، در، محافظ[4] و نظایر آن نامگذاری شوند.

مانع حفاظتی می‌تواند به تنهایی عمل کند؛ در این حالت فقط با قرارگیری در مکان خود می‌تواند موثر باشد. همچنین، مانع حفاظتی می‌تواند همراه یک افزاره قفل‌همبندی[5] با یا بدون قفل محافظ نیز عمل کند؛ در این حالت، حفاظت بدون در نظر گرفتن وضعیت مانع حفاظتی ضمانت‌شده خواهد بود.

۳-۳ کمیت‌ها

۱-۳-۳

(مقدار) اسمی

RATED (value)

مقداری کمی که غالباً توسط تولیدکننده و برای شرایط مشخص عملکرد یک جزء، افزاره، یا تجهیز تعیین می‌شود.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-08، اصلاح‌شده]

۲-۳-۳

مقادیر اسمی

RATING

مجموعه‌ای از مقادیر اسمی و شرایط عملکرد است.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-11، اصلاح‌شده]

۳-۳-۳

ولتاژ کار

WORKING VOLTAGE

بیشترین مقدار موثر ولتاژ AC یا DC که هنگام تغذیه تجهیز با ولتاژ اسمی می‌تواند در دو سر هر نوع عایق‌بندی خاص به وجود آید.

یادآوری ۱- گذراها و نوسانات ولتاژ، به عنوان قسمتی از ولتاژ کار در نظر گرفته نمی‌شوند.

یادآوری ۲- در این اصطلاح، هر دو شرایط مدارباز و شرایط عملکرد عادی در نظر گرفته شده‌اند.

---

1 - Casing
2 - Cover
3 - Screen
4 - Guard
5 - Interlock

۳-۴ آزمون‌ها

۳-۴-۱
آزمون نوعی

TYPE TEST

آزمونی که روی یک یا چند نمونه از تجهیزی (یا قسمت‌هایی از تجهیز) که طبق طراحی معین ساخته شده است انجام می‌شود تا نشان دهد که طراحی و ساختار آن، یک یا چند الزام این استاندارد را برآورده می‌کند.

یادآوری- این تعریف تعمیم تعریف 151-16-16 استاندارد IEC 60050-151:2001 است تا علاوه بر ساختار شامل طراحی نیز باشد.

۳-۴-۲
آزمون تک‌به‌تک

ROUTINE TEST

آزمونی که هنگام ساخت یا بعد از ساخت به منظور بررسی مطابقت، روی هر مورد انجام می‌شود.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

۳-۵ اصطلاحات مربوط به ایمنی

۳-۵-۱
دسترسی (به یک قسمت)

ACCESSIBLE (of a part)

قسمتی که در صورت استفاده از یک انگشتک آزمون[1] یا یک شاخک آزمون[2] استاندارد، زمانیکه از آنها طبق زیربند ۶-۲ استفاده شود، قابل لمس باشد.

۳-۵-۲
خطر

HAZARD

منبع بالقوه ایجاد آسیب است.

۳-۵-۳
برق‌دار خطرناک

HAZARDOUS LIVE

توانایی ایجاد برق‌گرفتگی یا سوختگی الکتریکی است.

1 - Test finger
2 - Test pin

۳-۵-۴

برق شهر

MAINS

یک سیستم تامین برق فشار ضعیف است که تجهیز موردنظر برای اتصال به آن و تامین توان خود از آن، طراحی شده است.

۳-۵-۵

مدار برق شهر

MAINS CIRCUIT

مداری که برای اتصال مستقیم به برق شهر و تامین توان تجهیز در نظر گرفته شده است.

۳-۵-۶

امپدانس حفاظتی

PROTECTIVE IMPEDANCE

یک جزء یا مجموعه‌ای از اجزاء که امپدانس، ساختار و قابلیت اطمینان آن برای تامین حفاظت در برابر برق‌گرفتگی مناسب است.

۳-۵-۷

همبندی حفاظتی

PROTECTIVE BONDING

اتصال الکتریکی قسمت‌های رسانای در دسترس یا حفاظ‌گذاری حفاظتی است، به منظور اینکه پیوستگی الکتریکی برای اتصال یک هادی حفاظتی خارجی را برای وسایل تامین کند.

۳-۵-۸

استفاده عادی

NORMAL USE

عملکردی، شامل حالت آماده‌به‌کار، که مطابق دستورالعمل‌های استفاده یا برای اهداف مشخص، در نظر گرفته شده است.

۳-۵-۹

شرایط عادی

NORMAL CONDITION

شرایطی که در آن، تمام وسایل حفاظت در برابر خطر، بدون نقص باشند.

۳-۵-۱۰

شرایط تک اشکال

SINGLE FAULT CONDITION

شرایطی که تنها یک وسیله حفاظت در برابر خطر دارای نقص بوده یا تنها یک اشکال با قابلیت ایجاد خطر وجود دارد.

یادآوری- اگر شرایط تک اشکال به‌طور اجتناب‌ناپذیری باعث ایجاد یک یا چند شرایط اشکال دیگر شود، آنگاه همه این خرابی‌ها به عنوان شرایط تک اشکال در نظر گرفته خواهند شد [IEC Guide 104].

۳-۵-۱۱

کاربر

OPERATOR

فردی که تجهیز را برای هدف مورد نظر به کار می‌برد.

۳-۵-۱۲

نهاد مسئول

RESPONSIBLE BODY

فرد یا گروه مسئولی که مسئولیت استفاده و تعمیر و نگهداری ایمن از تجهیز را دارد.

۳-۵-۱۳

مکان نمناک

WET LOCATION

مکانی که ممکن است در آن آب یا سایر مایعات رسانا وجود داشته باشد و به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل مرطوب‌بودن اتصال بین بدن انسان و تجهیز یا مرطوب‌بودن اتصال بین بدن انسان و محیط باعث کاهش امپدانس بدن انسان شود.

۳-۵-۱۴

استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی تحت شرایط منطقی

REASONABLY FORESEEABLE MISUSE

استفاده از یک محصول به روشی که مدنظر تامین‌کننده نیست ولی ممکن است از رفتارهای انسانی قابل‌پیش‌بینی ناشی شود.

۳-۵-۱۵

ریسک

RISK

ترکیب احتمال وقوع آسیب و شدت سختگیری آن آسیب است.

۳-۵-۱۶

ریسک قابل‌تحمل

TOLERABLE RISK

مقدار ریسکی که از دیدگاه ارزش‌های فعلی یک جامعه در مورد یک زمینه مفروض، قابل قبول است.

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.7]

۳-۵-۱۷

رده اضافه‌ولتاژ

OVERVOLTAGE CATEGORY

شاخص عددی که شرایط اضافه‌ولتاژ گذرا را تعریف می‌کنند (به پیوست ذ مراجعه شود).

۳-۵-۱۸

اضافه‌ولتاژ گذرا

TRANSIENT OVERVOLTAGE

اضافه‌ولتاژ کوتاه‌مدت چند میلی‌ثانیه‌ای یا کمتر که نوسانی یا غیرنوسانی بوده و معمولاً میرایی زیادی دارد.

[IEC 60050-604, Amendment 1:1998, 604-03-13]

۳-۵-۱۹

اضافه‌ولتاژ موقت

TEMPORARY OVERVOLTAGE

اضافه‌ولتاژی با فرکانس قدرت با مدت زمان نسبتاً طولانی است.

[IEC 60050-604, Amendment 1:1998, 604-03-12]

۳-۶ عایق‌بندی

۳-۶-۱

عایق‌بندی پایه

BASIC INSULATION

عایق‌بندی قسمت‌های برق‌دار خطرناک است که حفاظت پایه را فراهم می‌کند.

[IEC 60050-195:1998, 195-06-06]

یادآوری- از عایق‌بندی پایه می‌توان برای اهداف عملیاتی نیز استفاده کرد.

۳-۶-۲

عایق‌بندی تکمیلی

SUPPLEMENTARY INSULATION

عایق‌بندی مستقلی است که علاوه بر عایق‌بندی پایه اعمال می‌شود تا در صورت بروز خرابی در عایق‌بندی پایه، حفاظت در برابر برق‌گرفتگی را فراهم کند.

[IEC 60050-195:1988, 195-06-07، اصلاح‌شده]

۳-۶-۳

عایق‌بندی مضاعف

DOUBLE INSULATION

عایق‌بندی که شامل هر دو عایق‌بندی پایه و تکمیلی است.

[IEC 60050-195:1988, 195-06-08]

۴-۶-۳

عایق‌بندی تقویت‌شده

REINFORCED INSULATION

عایق‌بندی که حفاظت در برابر برق‌گرفتگی را دست‌کم به‌اندازه عایق‌بندی مضاعف فراهم می‌کند.

یادآوری- عایق‌بندی تقویت‌شده ممکن است از لایه‌های متعددی تشکیل شده باشد که امکان آزمودن جداگانه آن‌ها همانند عایق‌بندی مضاعف و عایق‌بندی تکمیلی وجود ندارد.

[IEC 60050-195:1988, 195-06-09، اصلاح‌شده]

۵-۶-۳

آلودگی

POLLUTION

هر ماده خارجی اضافی جامد، مایع یا گاز (گازهای یونیزه) که بتواند باعث کاهش استقامت دی‌الکتریک یا مقاومت ویژه سطحی شود.

۶-۶-۳

درجه آلودگی

POLLUTION DEGREE

شاخص عددی که سطح آلودگی احتمالی محیط را نشان می‌دهد.

۷-۶-۳

درجه آلودگی ۱

POLLUTION DEGREE 1

بدون آلودگی یا فقط آلودگی خشک نارسانا که هیچ تأثیری ندارد.

۳-۶-۸

درجه آلودگی ۲

POLLUTION DEGREE 2

فقط آلودگی نارسانا وجود دارد، با این وجود انتظار می‌رود گاهی بر اثر چگالش[1]، رسانایی موقت ایجاد شود.

۳-۶-۹

درجه آلودگی ۳

POLLUTION DEGREE 3

آلودگی رسانا یا آلودگی خشک نارسانا وجود دارد که بر اثر چگالش موردانتظار رسانا خواهد شد.

یادآوری- در چنین شرایطی، تجهیز به صورت عادی از قرار گرفتن در معرض مستقیم نور خورشید، بارش و فشار باد کامل حفاظت می‌شود اما نه دما و نه رطوبت کنترل نشده است.

۳-۶-۱۰

درجه آلودگی ۴

POLLUTION DEGREE 4

در اثر گرد و خاک رسانا، ریزش باران یا سایر شرایط نمناک، رسانایی پیوسته وجود دارد.

۳-۶-۱۱

فاصله هوایی

CLEARANCE

کوتاه‌ترین فاصله‌ای که از طریق هوا بین دو قسمت رسانا وجود دارد.

۳-۶-۱۲

فاصله خزشی

CREEPAGE DISTANCE

کوتاه‌ترین فاصله‌ای که روی سطح ماده عایقی جامد، بین دو قسمت رسانا وجود دارد.

[IEC 60050-151:2001, 151-15-50]

۴ آزمون‌ها

۴-۱ کلیات

تمام آزمون‌های این استاندارد از نوع آزمون‌های نوعی هستند که روی نمونه‌هایی از تجهیز یا قسمت‌ها انجام می‌شوند. تنها هدف این آزمون‌ها بررسی مطابقت طراحی و ساخت با این استاندارد است. علاوه بر آن تولیدکنندگان باید آزمون‌های تک‌به‌تک پیوست ج را روی ٪ ۱۰۰ تجهیزات تولیدشده‌ای که هر دو قسمت‌های برق‌دار خطرناک و قسمت‌های رسانای در دسترس را دارند اجرا کنند.

1 - Condensation

تجهیز باید دست‌کم الزامات این استاندارد را برآورده کند. فراتر رفتن از الزامات مجاز است. در این استاندارد برای مقدار مورد تطبیق یک حد پایین تعیین شده باشد، تجهیز می‌تواند مقدار بزرگتری از آن مقدار داشته باشد. چنانچه برای مقدار مورد تطبیق یک حد بالا تعیین شده باشد تجهیز می‌تواند مقدار کوچکتری از آن داشته باشد.

نیازی به تکرار آزمون‌ها روی زیرمجموعه‌هایی که الزامات استانداردهای مرتبط تعیین شده در این استاندارد را برآورده می‌کنند و مطابق آن‌ها استفاده می‌شود، در طی آزمون‌های نوعی کل تجهیز نمی‌باشد.

مطابقت با الزامات این استاندارد، با انجام کلیه آزمون‌های قابل‌انجام بررسی می‌شود، جز مواردی که بتوان با بررسی تجهیز و مستندات طراحی قاطعانه ثابت کرد که تجهیز در آزمون مشخصی قابلیت قبولی دارد که در این صورت می‌توان از انجام آن آزمون صرفنظر کرد. آزمون‌ها باید تحت هر دو شرایط آزمون مرجع (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود) و شرایط اشکال (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) انجام شوند.

اگر در این استاندارد اظهار شود که بررسی انطباق نیازمند بازرسی است، این امر ممکن است شامل بررسی تجهیز با انجام اندازه‌گیری، بررسی نشانه‌گذاری‌های روی تجهیز، بررسی دستورالعمل‌های همراه تجهیز، بررسی داده‌برگ‌های مواد یا اجزای سازنده تجهیز و غیره باشد. در هر مورد، این بازرسی نشان خواهد داد که آیا تجهیز الزامات قابل‌انجام را برآورده می‌کند یا اینکه به آزمون‌های بیشتری نیاز است.

اگر موقع انجام آزمون مطابقت، مقدار دقیق کمیت اعمال‌شده یا اندازه‌گیری‌شده (مثلاً ولتاژ) بر اثر رواداری دارای عدم‌قطعیت باشد:

الف- توصیه می‌شود تولیدکنندگان مطمئن شوند که دست‌کم مقدار تعیین‌شده برای آزمون اعمال شود؛

ب - توصیه می‌شود آزمایشگاه مطمئن شود که بیشتر از مقدار تعیین‌شده برای آزمون اعمال نشود.

۴-۲ ترتیب آزمون‌ها

ترتیب آزمون‌ها اختیاری است مگر آنکه غیر این تعیین شده باشد. تجهیز تحت آزمون باید بعد از هر آزمون به دقت بازرسی شود. اگر نتیجه یک آزمون سبب این تردید شود که در صورت معکوس‌شدن ترتیب آزمون‌ها آیا آزمون‌های قبلی مورد قبول خواهند بود یا خیر آنگاه آن آزمون‌های قبلی باید تکرار شوند.

۴-۳ شرایط آزمون مرجع

۴-۳-۱ شرایط محیطی

شرایط محیطی زیر باید در محل انجام آزمون وجود داشته باشد، مگر آنکه غیر این تعیین شده باشد:

الف- دمایی بین ۱۵ °C تا ۳۵ °C ؛

ب - رطوبت نسبی کمتر یا مساوی با ٪ ۷۵ و محدود به حدود ارائه شده در مورد ت زیربند ۴-۳-۱ ؛

پ - فشار هوا بین ۷۵ kPa تا ۱۰۶ kPa ؛

ت - عدم وجود مواردی مانند شبنم یخ‌زده، شبنم، نفوذ آب، باران، تابش خورشید و غیره.

۴-۳-۲ حالت تجهیز

۴-۳-۲-۱ کلیات

اگر به صورت دیگری تعیین نشده باشد، همه آزمون‌ها باید روی تجهیزی که مطابق استفاده عادی مونتاژ شده است و تحت نامساعدترین ترکیب از شرایط داده‌شده در زیربندهای ۴-۳-۲-۲ تا ۴-۳-۲-۱۳ انجام شوند.

یادآوری- در صورت تردید، توصیه می‌شود آزمون‌ها در بیش از یک ترکیب از شرایط، انجام شوند.

اگر ابعاد یا جرم تجهیز به‌گونه‌ای باشد که انجام آزمون‌های خاص را روی تجهیز با مونتاژ کامل نامناسب کند، می‌توان آزمون‌ها را روی زیرمجموعه‌های آن انجام داد به شرطی که برآورده‌شدن الزامات این استاندارد در مورد تجهیز مونتاژشده توسط آن‌ها صحه‌گذاری شود.

۴-۳-۲-۲ وضعیت تجهیز

تجهیز باید در وضعیت استفاده عادی بوده و تهویه آزادانه در اطراف آن امکان‌پذیر باشد. تجهیزی که برای جاسازشدن در دیوار، طاقچه[1]، کابینت[2] و غیره در نظر گرفته می‌شود، باید طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده نصب شود.

۴-۳-۲-۳ لوازم جانبی

لوازم جانبی و قسمت‌های قابل تعویض توسط کاربر که از طرف تولیدکننده یا با پیشنهاد او برای استفاده با تجهیز تحت آزمون در اختیار قرار داده می‌شود، می‌تواند متصل شده یا متصل نشده باشند.

۴-۳-۲-۴ پوشش‌ها و قسمت‌های جداشدنی

پوشش‌ها یا قسمت‌هایی را که می‌توان بدون استفاده از ابزار جدا کرد، می‌توان جدا کرد یا جدا نکرد.

۴-۳-۲-۵ منبع برق شهر

الزامات زیر کاربرد دارد:

الف- ولتاژ تغذیه باید بین ٪ ۹۰ تا ٪ ۱۱۰ هر یک از ولتاژهای اسمی تغذیه که تجهیز می‌تواند روی آن‌ها تنظیم شود باشد، یا در صورتی که تجهیز قابلیت تحمل نوسانات بیشتر را داشته باشد، ولتاژ تغذیه می‌تواند هر ولتاژ دلخواهی از گستره نوسانات باشد؛

ب - فرکانس باید یکی از فرکانس‌های اسمی باشد؛

1 - Recess
2 - Cabinet

پ - تجهیزی که امکان کار با هر دو ولتاژ AC و DC را دارد می‌تواند به یک تغذیه AC یا DC وصل شود؛

ت - تجهیزی که تغذیه آن تک‌فاز AC است باید به هر دو قطبیت عادی و معکوس وصل شود؛

ث - اگر وسیله اتصال قابلیت معکوس‌شدن داشته باشد، آنگاه تجهیز تغذیه‌شونده از باتری یا DC باید به هر دو قطبیت عادی و معکوس وصل شود.

۴-۳-۲-۶ ولتاژهای ورودی و خروجی

ولتاژهای ورودی و خروجی، به همراه ولتاژهای شناور به‌جز ولتاژ منبع برق شهر، باید روی ولتاژی از گستره ولتاژ اسمی تنظیم شوند.

۴-۳-۲-۷ ترمینال‌های زمین

ترمینال‌های هادی حفاظتی، در صورت وجود، باید به زمین متصل شوند.

ترمینال‌های زمین عملیاتی می‌توانند به زمین متصل شده یا متصل نشده باشند.

۴-۳-۲-۸ کنترل‌ها

آن دسته از کنترل‌هایی که کاربر بدون ابزار می‌تواند آنها را تنظیم کند به‌جز موارد زیر می‌توانند در هر وضعیتی قرار گیرند:

الف- افزاره‌های انتخاب برق شهر باید در مقدار صحیح قرار گیرند؛

ب - اگر ترکیبی از تنظیمات از طریق نشانه‌گذاری روی تجهیز از طرف تولیدکننده ممنوع شده باشد، این ترکیب‌ها نباید انجام شوند.

۴-۳-۲-۹ اتصالات

تجهیز باید مطابق استفاده عادی خود متصل شده، یا متصل نشده باشد.

۴-۳-۲-۱۰ بار موتورها

شرایط بار قسمت‌هایی از تجهیز که توسط موتور کار می‌کنند باید مطابق استفاده عادی باشد.

۴-۳-۲-۱۱ خروجی

در مورد تجهیزاتی که خروجی الکتریکی دارند:

الف- تجهیز باید به‌گونه‌ای کار کند که به بار اسمی توان خروجی اسمی را تحویل دهد؛

ب - امپدانس بار اسمی هر خروجی می‌تواند متصل شده یا متصل نشده باشد.

۴-۳-۲-۱۲ چرخه کاری[1]

تجهیزی که عملکرد کوتاه‌مدت یا تناوبی دارد باید برای طولانی‌ترین دوره زمانی اسمی کار کند و باید کوتاه‌ترین دوره بازیابی گفته‌شده در دستورالعمل تولیدکننده را داشته باشد.

تجهیزی که عملکرد کوتاه‌مدت یا تناوبی دارد و حین راه‌اندازی حرارت قابل‌توجهی تولید می‌کند که اتلاف آن حرارت نیازمند عملکرد پیوسته است نیز باید با کوتاه‌ترین دوره زمانی اسمی کار کرده و سپس کوتاهترین دوره بازیابی را داشته باشد.

۴-۳-۲-۱۳ بارگذاری و پرکردن

تجهیزی که در استفاده عادی با ماده مشخصی بارگذاری می‌شود باید با نامساعدترین مقدار تعیین‌شده در دستورالعمل‌های استفاده با آن ماده بارگذاری شود، این مقدار می‌تواند حالت بی‌باری (خالی) نیز باشد به شرط آنکه در دستورالعمل‌های استفاده اجازه خالی بودن در استفاده عادی داده شده باشد.

یادآوری- اگر ماده مشخص‌شده موجب ایجاد خطر در طول آزمون شود، به شرط آنکه بتوان نشان داد که نتیجه آزمون تحت تأثیر آن نیست می‌توان از ماده دیگری استفاده کرد.

۴-۴ انجام آزمون در شرایط تک اشکال

۴-۴-۱ کلیات

الزامات زیر کاربرد دارد.

الف- بررسی تجهیز و نقشه مداری آن عموماً شرایط اشکالی که باعث ایجاد خطرات می‌شود را نشان می‌دهد، بنابراین این شرایط باید اعمال شود؛

ب - آزمون‌های اشکال باید طبق آنچه که برای بررسی مطابقت تعیین شده است انجام شوند مگر آنکه بتوان ثابت کرد که شرایط اشکال مشخص هیچ خطری به وجود نمی‌آورد؛

پ - تجهیز باید تحت نامساعدترین ترکیب از شرایط آزمون مرجع (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود) کار کند. این ترکیب‌ها ممکن است برای اشکال‌های مختلف متفاوت بوده و باید برای هر آزمون ثبت شوند.

۴-۴-۲ اعمال شرایط اشکال

۴-۴-۲-۱ کلیات

شرایط اشکال باید شامل موارد مشخص‌شده در زیربندهای ۴-۴-۲-۲ تا ۴-۴-۲-۱۴ باشد. این شرایط باید یک به یک و به‌ترتیب با یک ترتیب مناسب اعمال شوند. به طور همزمان نباید چندین اشکال اعمال شود مگر آن که بر اثر اعمال یک اشکال به وجود آیند.

---

1 - Duty cycle

یادآوری- برای مثال در فن‌ها در هر لحظه می‌توان فقط یک فن را متوقف کرد مگر آنکه از یک منبع تغذیه یا کنترل مشترک تغذیه شده باشند. در چنین مواردی توصیه می‌شود فن‌های مشترک، با قطع تغذیه یا به واسطه کنترل همزمان متوقف شوند.

بعد از اعمال هر یک از شرایط اشکال، تجهیز یا قسمت باید مورد قبول آزمون‌های قابل اعمال زیربند ۴-۴-۴ باشد.

۴-۴-۲-۲ امپدانس حفاظتی

الزامات زیر کاربرد دارد.

الف- اگر امپدانس حفاظتی به صورت ترکیب چند جزء ساخته شده باشد، هر جزء باید متناسب با ایجاد شرایط نامساعدتر اتصال‌کوتاه یا قطع اتصال شود.

ب - اگر امپدانس حفاظتی به صورت ترکیب عایق‌بندی پایه و یک افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان ساخته شده باشد، هر دو مورد عایق‌بندی پایه و افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان باید یک به یک در معرض تک اشکال‌ها قرار گیرند. عایق‌بندی پایه باید پل خورده و افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان برای ایجاد شرایط نامساعدتر اتصال‌کوتاه یا قطع اتصال شود.

پ - اگر امپدانس حفاظتی به صورت تک جزئی ساخته شده باشد و الزامات زیربند ۶-۵-۴ را برآورده کند نیازی به اتصال‌کوتاه یا قطع اتصال آن نیست.

۴-۴-۲-۳ هادی حفاظتی

هادی حفاظتی جز در تجهیز نصب دائم و تجهیزاتی که از یک اتصال‌دهنده منطبق با الزامات IEC 60309 استفاده می‌کنند باید قطع شود.

۴-۴-۲-۴ تجهیزات یا قسمت‌هایی با عملکرد کوتاه‌مدت یا تناوبی

اگر در شرایط تک اشکال امکان عملکرد پیوسته وجود داشته باشد، آن‌ها باید به طور پیوسته کار کنند. هر قسمت می‌تواند شامل موتور، رله، سایر افزاره‌های الکترومغناطیسی و گرم‌کننده باشد.

۴-۴-۲-۵ موتورها

موتورها باید در شرایطی که دارای بیشترین انرژی هستند متوقف شوند یا مانع راه‌اندازی آنها شد، هر کدام که نامساعدتر باشد.

در موتورهای چندفاز در شرایطی که موتور در حالت کار با بار کامل است باید یکی از فازهای تغذیه آن قطع شود.

۴-۴-۲-۶ خازن‌ها

خازن‌های (به‌جز خازن‌های خودترمیم[1]) مدارهای سیم‌پیچ کمکی موتورها باید اتصال‌کوتاه شوند.

۴-۴-۲-۷ ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر

۴-۴-۲-۷-۱ کلیات

سیم‌پیچ‌های ثانویه ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر باید طبق زیربند ۴-۴-۲-۷-۲ اتصال‌کوتاه شوند و طبق زیربند ۴-۴-۲-۷-۳ اضافه‌بار شوند.

اگر ترانسفورماتور در طی آزمون دچار آسیب‌دیدگی شود می‌توان آن را قبل از انجام آزمون بعدی تعمیر یا تعویض کرد.

آزمون‌های ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر به عنوان اجزای مستقل در زیربند ۶-۱۴ ارائه شده است.

۴-۴-۲-۷-۲ اتصال‌کوتاه

هر یک از سیم‌پیچ‌های خروجی فاقد تپ و هر بخش از سیم‌پیچ‌های خروجی دارای تپ که هنگام کار عادی بارگذاری می‌شوند، به منظور شبیه‌سازی اتصال‌کوتاه‌های بار باید به نوبت و یک به یک مورد آزمون واقع شوند. افزاره‌های حفاظتی اضافه‌جریان در طول آزمون نصب باشند. سایر سیم‌پیچ‌ها، متناسب با نامساعدترین شرایطی که بار در استفاده عادی دارد، بارگذاری شوند یا نشوند.

۴-۴-۲-۷-۳ اضافه‌بار

هر یک از سیم‌پیچ‌های خروجی فاقد تپ و هر بخش از سیم‌پیچ‌های خروجی دارای تپ به نوبت و یک به یک دچار اضافه‌بار شوند. سایر سیم‌پیچ‌ها، متناسب با نامساعدترین شرایطی که بار در استفاده عادی دارد، بارگذاری شوند یا نشوند. اگر با انجام آزمون در شرایط اشکال زیربند ۴-۴ اضافه‌باری رخ دهد، سیم‌پیچ‌های ثانویه باید در معرض این اضافه‌بارها قرار گیرند.

اضافه‌بار از طریق اتصال یک مقاومت متغیر به دو سر سیم‌پیچ ایجاد می‌شود. این مقاومت باید تا حد امکان سریع تنظیم شود و درصورت نیاز به منظور حفظ اضافه‌بار مناسب بعد از min ۱ مجدداً تنظیم شود. بعد از آن هیچ‌گونه تنظیم مجدد دیگری مجاز نیست.

اگر حفاظت اضافه‌جریان از طریق افزاره‌های قطع‌کننده جریان انجام شود، جریان آزمون اضافه‌بار به اندازه بیشینه جریانی که افزاره حفاظت اضافه‌جریان می‌تواند آن را به مدت h ۱ از خود عبور دهد باشد. قبل از آزمون، افزاره باید با یک رابط که امپدانس کوچکی دارد تعویض شود. اگر نتوان مقدار این جریان را از ویژگی‌های فنی به دست آورد می‌توان آن را از آزمون به دست آورد.

1 - Self-healing

اگر طراحی تجهیز به‌گونه‌ای باشد که ولتاژ خروجی آن با رسیدن به یک جریان اضافه‌بار مشخص دچار فروپاشی شود، اضافه‌بار به آرامی تا نقطه قبل از وقوع فروپاشی ولتاژ خروجی افزایش داده شود.

در کلیه موارد دیگر، بارگذاری به اندازه بیشینه توان خروجی قابل‌حصول از ترانسفورماتور باشد.

ترانسفورماتورهای مجهز به حفاظت اضافه‌دما که الزامات زیربند ۱۴-۳ را برآورده می‌کنند، در طول آزمون اتصال‌کوتاه زیربند ۴-۴-۲-۷-۲ نیازی به انجام آزمون‌های اضافه‌جریان ندارند.

۴-۴-۲-۸ خروجی‌ها

خروجی‌ها باید یک به یک اتصال‌کوتاه شوند.

۴-۴-۲-۹ تجهیز دارای بیش از یک تغذیه

تجهیزی که طبق طراحی می‌تواند با بیش از یک نوع تغذیه کار کند باید به طور همزمان به این تغذیه‌ها متصل شود، مگر آنکه ساخت آن مانع این کار شود.

۴-۴-۲-۱۰ خنک‌سازی

خنک‌سازی تجهیز باید در هر نوبت با یکی از اشکال‌های زیر محدود شود:

الف- آن دسته از حفره‌های عبور هوا که فیلتر دارند باید مسدود شوند؛

ب - خنک‌سازی اجباری با فن‌های با محرک موتوری باید متوقف شوند؛

پ - خنک‌سازی با گردش آب یا سایر خنک‌کننده‌ها باید متوقف شوند؛

ت - نبود مایع خنک‌کننده باید شبیه‌سازی شود.

۴-۴-۲-۱۱ افزاره‌های گرم‌کننده

در تجهیزی که مجهز به افزاره‌های گرم‌کننده است باید در هر نوبت یکی از اشکال‌های زیر اعمال شود:

الف- زمان‌سنج‌های محدودکننده دوره گرمادهی باید به منظور برق‌رسانی پیوسته به مدار گرمادهی از مدار خارج شوند؛

ب - کنترل‌کننده‌های دما، به‌جز کنترل‌کننده‌های دمای افزاره‌های حفاظتی اضافه‌دما که الزامات زیربند ۱۴-۳ را برآورده می‌کنند، به منظور برق‌رسانی پیوسته به مدار گرمادهی از مدار خارج شوند.

۴-۴-۲-۱۲ عایق‌بندی بین مدارها و قسمت‌ها

عایق‌بندی بین مدارها و قسمت‌هایی که سطح عایق‌بندی آنها کمتر از سطح عایق‌بندی پایه است، اگر در بررسی حفاظت در برابر گسترش آتش از روش مورد الف زیربند ۹-۱ استفاده شود باید پل بخورد.

۴-۴-۲-۱۳ قفل‌های همبندی

اگر سیستم قفل همبندی در حالی که پوشش و غیره بدون استفاده از ابزار جدا شده باشند، مانع دسترسی به خطر شود، آنگاه هر قسمتی از این سیستم که وظیفه حفاظت از کاربر را بر عهده دارد باید به ترتیب اتصال‌کوتاه یا مدارباز شود.

۴-۴-۲-۱۴ افزاره‌های انتخاب ولتاژ[1]

آن دسته از افزاره‌های انتخاب ولتاژ که کاربر می‌تواند آن را روی ولتاژهای اسمی متنوع تغذیه قرار دهد باید در شرایطی که تجهیز به هر یک از مدارهای تغذیه اسمی خود وصل شده است روی همه تنظیمات ممکن قرار گیرد.

۴-۴-۳ مدت زمان آزمون‌ها

۴-۴-۳-۱ کلیات

تجهیز باید تا زمانی کار کند که دیگر امکان تغییر بیشتر آن بر اثر اشکال اعمالی وجود نداشته باشد. مدت هر آزمون معمولاً به یک ساعت محدود می‌شوند چرا که هر اشکال ثانویه ناشی از شرایط تک اشکال معمولاً خود را در این مدت نشان خواهد داد. چنانچه مشخص شود در نهایت امکان بروز خطر برق‌گرفتگی، گسترش آتش‌سوزی یا آسیب دیدگی افراد وجود دارد، آزمون باید برای یک دوره چهار ساعتی ادامه یابد مگر آنکه یکی از این خطرات قبل آن رخ دهد.

۴-۴-۳-۲ افزاره‌های محدودکننده جریان

هرگاه از افزاره‌ای که وظیفه قطع یا محدودکردن جریان را در طول عملکرد بر عهده دارد، برای محدودکردن دمای قسمت‌هایی که می‌توانند به آسانی لمس شوند استفاده شود، بیشینه دمایی که آن قسمت‌ها به خود می‌گیرند، فارغ از عملکرد یا عدم عملکرد افزاره، اندازه‌گیری شود.

۴-۴-۳-۳ فیوزها

اگر پایان دادن به یک اشکال بر عهده بازشدن یک فیوز باشد و اگر آن فیوز در مدت تقریبی ۱ s عمل نکند آنگاه جریان فیوز تحت آن شرایط اشکال باید اندازه‌گیری شود. سپس مشخصه‌های زمان-جریان پیش‌قوس فیوز باید بررسی شوند که آیا جریان به کمینه جریان عمل‌کردن فیوز رسیده یا خیر و اینکه بیشینه زمان قبل از عمل‌کردن فیوز چه مقدار بوده است. جریان گذرنده از فیوز ممکن است به صورت تابعی از زمان تغییر کند.

---

1 - Voltage selectors

اگر جریان این آزمون به کمینه جریان عمل‌کردن فیوز نرسیده باشد، تجهیز باید به اندازه بیشینه زمان ذوب‌شدن یا به طور پیوسته در مدت زمان داده‌شده در زیربند ۴-۴-۳-۱، با جایگزینی اتصال‌کوتاه به‌جای فیوز، کار کند.

۴-۴-۴ مطابقت بعد از اعمال شرایط اشکال

۴-۴-۴-۱ کلیات

مطابقت با الزامات حفاظت در برابر برق‌گرفتگی بعد از اعمال تک اشکال‌ها به قرار زیر بررسی می‌شود:

الف- انجام اندازه‌گیری‌های زیربند ۶-۳-۲، به منظور بررسی اینکه هیچ یک از قسمت‌های رسانای در دسترس، برق‌دار خطرناک نشده باشند؛

ب- انجام یک آزمون ولتاژ روی عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده، به منظور بررسی اینکه همچنان حفاظتی به اندازه دست‌کم حفاظت سطح عایق‌بندی پایه وجود دارد. آزمون‌های ولتاژ طبق زیربند ۶-۷ و ۶-۸ (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با اعمال ولتاژ آزمون به عایق‌بندی پایه انجام می‌شوند؛

پ- اندازه‌گیری دمای سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور به شرط آنکه حفاظت در برابر خطرات الکتریکی توسط عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده درون ترانسفورماتور تامین شده باشد. از دماهای جدول ۲۰ نباید بیشتر شود.

۴-۴-۴-۲ دما

مطابقت با الزامات حفاظت در برابر دما توسط تعیین دمای سطح خارجی محفظه و قسمت‌هایی از آن که به آسانی قابل لمس هستند (به بند ۱۰ مراجعه شود) بررسی می‌شود.

۴-۴-۴-۳ گسترش آتش

مطابقت با الزامات حفاظت در برابر گسترش آتش با قرار دادن تجهیز روی یک سطح نرم چوبی پوشیده‌شده با یک کاغذ تیشوی سفید و پوشاندن تجهیز با تنظیف[1] بررسی می‌شود. هیچ‌گونه فلز مذاب، عایق در حال سوختن، ذرات شعله‌ور و نظایر آن نباید روی سطحی که تجهیز روی آن قرار دارد بیفتد و کاغذ تیشو یا تنظیف نباید نیم‌سوز، ملتهب یا شعله‌ور شود. از ذوب‌شدن مواد عایقی که منجر به خطر نشوند باید صرف‌نظر شود.

۴-۴-۴-۴ سایر خطرات

مطابقت با سایر الزامات حفاظت در برابر خطرات طبق بندهای ۷ تا ۱۶ بررسی می‌شود.

1 - Cheesecloth

۵ نشانه‌گذاری و مستندسازی

۵-۱ نشانه‌گذاری

۵-۱-۱ کلیات

نشانه‌گذاری‌های تجهیز باید مطابق با زیربندهای ۵-۱-۲ تا ۵-۲ باشد. به‌جز نشانه‌گذاری قسمت‌های داخلی، این نشانه‌گذاری‌ها باید از بیرون قابل رویت باشند، یا پس از برداشتن پوشش یا باز کردن در بدون استفاده از ابزار، اگر این پوشش یا در، برای برداشته‌شدن یا بازشدن توسط کاربر در نظر گرفته شده باشد، قابل رویت باشند. بطور کلی نشانه‌گذاری‌های تجهیز نباید روی آن قسمت‌هایی قرار گیرد که کاربر می‌تواند آنها را بدون استفاده از ابزار بردارد.

نشانه‌گذاری‌های تجهیزاتی که روی رَک[1] یا پانل سوار می‌شوند را می‌توان روی آن سطحی که پس از برداشتن تجهیز از روی رَک یا پانل قابل‌رویت می‌شود نصب کرد.

نمادهای حرفی کمیت‌ها و واحدها باید مطابق استاندارد IEC 60027 باشند. نمادهای گرافیکی در صورت کاربرد باید مطابق جدول ۱ باشند. هیچ الزامی برای رنگ نمادها وجود ندارد. نمادهای گرافیکی باید در مستندات توضیح داده شوند.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود در صورت وجود از نمادهای IEC یا ISO استفاده شود.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود نشانه‌گذاری‌ها، به‌جز تجهیزات دستی یا مواردی که محدودیت فضا وجود دارند، در زیر تجهیز نباشند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۱-۲ شناسایی

تجهیز باید دست‌کم با موارد زیر نشانه‌گذاری شود:

الف- نام یا نشان تجاری تولیدکننده یا تامین‌کننده؛

ب - شماره مدل، نام یا سایر مواردی که تجهیز را قابل شناسایی می‌کند. اگر تجهیزی با شناسه (شماره مدل) یکسان در بیش از یک مکان تولید شود، تجهیز تولیدشده در هر مکان باید به‌گونه‌ای نشانه‌گذاری شود که مکان آن قابل شناسایی باشد.

یادآوری- نشانه‌گذاری مکان کارخانه را می‌توان به شکل کد قرار داد و نیازی نیست که در بیرون از تجهیز باشد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

---

1 - Rack

۵-۱-۳ منبع برق شهر

تجهیز باید با اطلاعات زیر نشانه‌گذاری شود.

الف- ماهیت منبع تغذیه:

۱- AC: فرکانس اسمی برق شهر یا گستره فرکانس؛

۲- DC: با نماد ۱ جدول ۱.

یادآوری ۱ ـ برای اطلاعات بیشتر نشانه‌گذاری‌های زیر می‌تواند مفید باشد:

- تجهیز در نظرگرفته‌شده برای AC، با نماد ۲ جدول ۱؛
- تجهیزی که برای هر دو نوع AC و DC مناسب است با نماد ۳ جدول ۱؛
- تجهیزی برای منبع سه‌فاز، با نماد ۴ جدول ۱.

ب - ولتاژ(های) اسمی تغذیه یا گستره اسمی ولتاژهای تغذیه.

یادآوری ۲ ـ نوسانات ولتاژ اسمی را نیز می‌توان نشانه‌گذاری کرد.

پ - بیشینه توان اسمی بر حسب وات (برای توان حقیقی) یا ولت‌آمپر (برای توان ظاهری)، یا بیشینه جریان اسمی ورودی، در شرایطی که تمام لوازم جانبی یا ماژول‌های قابل‌اتصال[1] متصل شده باشند. اگر تجهیز قابلیت کار با بیش از یک گستره ولتاژ را داشته باشد، برای هر یک از گستره‌های ولتاژ باید مقادیر جداگانه‌ای نشانه‌گذاری شود مگر آنکه اختلاف مقادیر کمینه و بیشینه آنها بیش از ٪ ۲۰ مقدار میانگین آن نباشد. مقدار نشانه‌گذاری‌شده نباید کمتر از ٪ ۹۰ مقدار بیشینه باشد.

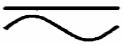
ت - تجهیزی که کاربر می‌تواند آن را روی ولتاژهای تغذیه اسمی متفاوتی قرار دهد باید برای نشان‌دادن ولتاژی که تجهیز روی آن قرار دارد مجهز به وسیله‌ای باشد. این نشانه در تجهیزات قابل‌حمل باید از بیرون تجهیز قابل رویت باشد. اگر ساخت تجهیز به‌گونه‌ای باشد که بتوان بدون استفاده از ابزار ولتاژ تغذیه را روی دیگری قرار داد آنگاه تغییر تنظیم باید باعث تغییر نشانه نیز بشود.

ث - اگر ولتاژ پریزهای جانبی برق شهر که می‌توانند پذیرای چندشاخه‌های استاندارد برق شهر باشند متفاوت از ولتاژ منبع برق شهر باشد باید با آن ولتاژ نشانه‌گذاری شوند. اگر قطعه اتصال خروجی[2] برای استفاده فقط یک تجهیز خاص باشد، برای شناساندن تجهیزی که برای آن در نظرگرفته‌شده است باید نشانه‌گذاری شود. اگر چنین محدودیتی وجود نداشته باشد بیشینه جریان یا توان اسمی باید نشانه‌گذاری شود، یا نماد ۱۴ جدول ۱ در کنار قطعه اتصال خروجی قرار داده شود و جزئیات کامل آن در مستندات ارائه شود.

1 - Plug-in modules
2 - Outlet

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری توان یا جریان ورودی برای بررسی نشانه‌گذاری مورد پ زیربند ۵-۱-۳ انجام می‌شود. این اندازه‌گیری در شرایطی که تجهیز در حال مصرف بیشینه توان باشد انجام می‌شود اما برای مستثنی‌کردن هرگونه جریان هجومی اولیه تا پایدارشدن جریان (معمولاً بعد از یک دقیقه) انجام نمی‌شود. از گذراها صرف‌نظر شود.

جدول ۱ - نمادها

شماره	نماد	مرجع	توضیح
۱		IEC 60417-5031 (2002-10)	جریان مستقیم
۲		IEC 60417-5032 (2002-10)	جریان متناوب
۳		IEC 60417-5033 (2002-10)	هر دو جریان مستقیم و متناوب
۴		IEC 60417-5032-1 (2002-10)	جریان متناوب سه‌فاز
۵		IEC 60417-5017 (2006-08)	ترمینال زمین
۶		IEC 60417-5019 (2006-08)	ترمینال هادی حفاظتی
۷		IEC 60417-5020 (2002-10)	ترمینال قاب یا شاسی
۸			استفاده نشده است
۹		IEC 60417-5007 (2009-02)	روشن (تغذیه)
۱۰		IEC 60417-5008 (2009-02)	خاموش (تغذیه)
۱۱		IEC 60417-5172 (2003-02)	تجهیزی که سراسر آن با عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده محافظت شده باشد
۱۲			احتیاط، احتمال بروز برق‌گرفتگی
۱۳		IEC 60417-5041 (2002-10)	احتیاط، سطح داغ
۱۴		ISO 7000-0434B (2004-01)	احتیاط [الف]
۱۵		IEC 60417-5268 (2002-10)	وضعیت داخل یک کنترل فشاری دو حالته
۱۶		IEC 60417-5269 (2002-10)	وضعیت بیرون یک کنترل فشاری دو حالته
۱۷		ISO 361	تشعشعات یون‌ساز

[الف] به زیربند ۵-۴-۱ مراجعه شود که تولیدکنندگان خواسته می‌شود آن مستنداتی را که در صورت رویت این نماد در جایی باید به آن مراجعه شود ذکر کنند.

۵-۱-۴ فیوزها

در فیوزهایی که کاربر می‌تواند آنها را تعویض کند در کنار پایه‌فیوز باید نشانه‌گذاری برای آگاهی کاربر از جایگزینی صحیح فیوز وجود داشته باشد (به زیربند ۵-۴-۵ مراجعه شود).

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۱-۵ ترمینال‌ها، اتصالات و افزاره‌های کار

۵-۱-۵-۱ کلیات

اگر از نظر ایمنی ضرورت پیدا کند ترمینال‌ها، اتصال‌دهنده‌ها، کنترل‌ها و نشانگرها و همه اتصالات استفاده‌شده در مسیر سیال‌هایی مانند گاز، آب و زه‌کشی باید توسط نشانه‌هایی که معرف وظیفه آنها است نشان‌گذاری شوند. در صورت کمبود فضای کافی می‌توان از نماد ۱۴ جدول ۱ استفاده کرد.

یادآوری ۱ - برای اطلاعات بیشتر به استانداردهای IEC 60445 و IEC 60447 مراجعه شود.

یادآوری ۲ - شاخک‌های اتصال‌دهنده‌های چندشاخکی نیازی به نشانه‌گذاری ندارند.

دکمه‌های فشاری[1] و فعال‌کننده‌های[2] افزاره‌های قطع اضطراری و آن دسته از نشانگرهایی که از آنها تنها برای اعلام هشدار خطر یا نیاز به اقدام فوری استفاده می‌شوند باید رنگ قرمز داشته و طبق استاندارد IEC 60073 کدگذاری شوند. اگر معنا و منظور رنگ در ارتباط با ایمنی افراد یا محیط باشد آنگاه باید از کدگذاری تکمیلی استفاده شود (به استاندارد IEC 60073 مراجعه شود).

یادآوری ۳ - مراجع ملی ممکن است الزام کنند که تجهیز استفاده‌شده در محیط‌های خاص باید الزامات اختصاصی آن محیط در مورد رابط انسان و ماشین را برآورده کند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۱-۵-۲ ترمینال‌ها

ترمینال‌های اتصال به منبع برق شهر باید قابل‌شناسایی باشند.

ترمینال‌های زیر باید به شرح زیر نشانه‌گذاری شوند:

الف- ترمینال‌های زمین عملیاتی با نماد ۵ جدول ۱؛

ب - ترمینال‌های هادی حفاظتی، به‌جز مواردی که ترمینال هادی حفاظتی قسمتی از قطعه اتصال ورودی[3] برق شهر به وسایل برقی باشد، با نماد ۶ جدول ۱. این نماد باید روی ترمینال یا نزدیک آن قرار گیرد؛

1 - Push-buttons
2 - Actuator
3 - Inlet

پ - ترمینال‌های مدارهای کنترلی که طبق زیربند ۶-۶-۳ مجاز به اتصال به قسمت‌های رسانای در دسترس هستند با نماد ۷ جدول ۱، مگر آنکه اتصال واضح باشند؛

یادآوری- این نماد را می‌توان به عنوان یک نماد هشداردهنده نیز تلقی کرد چرا که نشان می‌دهد نباید ولتاژ برق‌دار خطرناک به آن ترمینال متصل شود. توصیه می‌شود از این نماد در مواردی که احتمال دارد کاربر به طور اشتباهی چنین اتصالی را ایجاد کند نیز استفاده شود.

ت - ترمینال‌هایی که از بیرون تجهیز تغذیه می‌شوند و برق‌دار خطرناک هستند با مقدار یا گستره ولتاژ، جریان، بار یا انرژی، یا با نماد ۱۴ جدول ۱. این الزام در مورد قطعه اتصال‌های خروجی برق شهر در موادی که از پریز استاندارد منبع برق شهر استفاده شده باشد کاربرد ندارد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۱-۶ سوئیچ‌ها و کلیدهای قدرت[1]

اگر از سوئیچ یا کلید قدرت منبع توان به عنوان افزاره قطع‌کننده استفاده شود، وضعیت خاموش آن باید به وضوح نشانه‌گذاری شود.

یادآوری- پیشنهاد می‌شود که وضعیت روشن آن نیز نشانه‌گذاری شود.

نمادهای ۹ و ۱۰ جدول ۱ نیز در مواردی برای شناساندن این افزاره مناسب هستند (به مورد پ زیربند ۶-۱۱-۳-۱ مراجعه شود). استفاده از یک لامپ به تنهایی نشانه‌گذاری مناسبی نیست.

اگر از یک سوئیچ دکمه فشاری به عنوان سوئیچ منبع تغذیه استفاده شود، برای شناساندن وضعیت روشن می‌توان از نمادهای ۹ و ۱۵ جدول ۱، و برای شناساندن وضعیت خاموش از نمادهای ۱۰ و ۱۶ استفاده کرد. این جفت نمادها (۹ و ۱۵، یا ۱۰ و ۱۶) کنار هم باشند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۱-۷ تجهیز حفاظت‌شده توسط عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده

تجهیزی که تنها جزئی از آن توسط عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده حفاظت شده است نباید با نماد ۱۱ جدول ۱ نشانه‌گذاری شود.

یادآوری- تجهیزی که کل آن توسط عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده حفاظت شده است را می‌توان با نماد ۱۱ جدول ۱ نشانه‌گذاری کرد.

مطابقت با این الزامات توسط بازرسی بررسی می‌شود.

1 - Circuit-breakers

۵-۱-۸ جعبه اتصال سرسیم‌ها[1]

اگر در شرایط عادی با دمای محیط ۴۰ °C، یا در بیشینه دمای اسمی محیط در صورتی که بیشتر از ۴۰ °C باشد، دمای ترمینال‌ها یا محفظه جعبه یا قسمت اتصال سرسیم‌ها بیشتر از ۶۰ °C باشد، باید نشانه‌گذاری وجود داشته باشد تا به نصاب هشدار دهد که قبل از تعیین مشخصه اسمی دمای کابلی که قرار است به ترمینال‌ها وصل کند دستورالعمل‌های نصب را مطالعه کند. این نشانه‌گذاری باید قبل و طی اتصال قابل رویت باشد یا در کنار ترمینال‌ها قرار داشته باشد. نماد ۱۴ نماد مناسبی برای این امر است.

مطابقت، در صورت تردید، با اندازه‌گیری طبق مورد الف زیربند ۱۰-۳، و در صورت‌وجود، با بازرسی نشانه‌گذاری‌ها بررسی می‌شود.

۵-۲ نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده

نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده ارائه شده در مورد الف زیربند ۵-۱-۵-۲، مورد ب زیربند ۶-۱-۲، زیربند ۶-۶-۲، شماره ۳ مورد ب زیربند ۷-۳-۲، زیربند ۷-۴، زیربند ۱۰-۱ و زیربند ۱۳-۲-۲ باید الزامات زیر را برآورده کنند.

نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده زمانی‌که تجهیز جهت استفاده عادی آماده است باید قابل رویت باشد. اگر هشدار، مربوط به قسمت خاصی از تجهیز باشد، نشانه‌گذاری باید بر روی یا نزدیک آن قسمت نصب شود.

ابعاد نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده باید به قرار زیر باشد:

الف- نمادها باید دست‌کم ۲٫۷۵ mm ارتفاع داشته باشند. متن آن باید دست‌کم ۱٫۵ mm ارتفاع داشته و رنگ آن متضاد با رنگ زمینه باشد.

ب - نمادها و متن قالب‌ریزی‌شده، چاپی یا حکاکی‌شده در مواد باید دست‌کم ۲٫۰ mm ارتفاع داشته باشند. اگر از نظر رنگ تضاد نداشته باشند باید به اندازه دست‌کم ۰٫۵ mm عمق یا برجستگی داشته باشند.

اگر برای تداوم حفاظت ناشی از تجهیز، الزامی به مراجعه نهاد مسئول یا کاربر به مستندات باشد، تجهیز باید با نماد ۱۴ جدول ۱ نشانه‌گذاری شود. اگر برای ارائه جنبه‌های ایمنی از نمادهای دیگری استفاده شده باشد و این نمادها در مستندات توضیح داده شده باشند آنگاه نیازی به استفاده از نماد ۱۴ نخواهد بود.

اگر طبق آنچه در دستورالعمل‌های استفاده ذکر شده است، کاربر مجوز دسترسی با ابزار به قسمتی از تجهیز که در استفاده عادی ممکن است برق‌دار خطرناک باشد را داشته باشد، باید نشانه‌گذاری هشداردهنده با این مضمون که تجهیز قبل از دسترسی باید از ولتاژ برق‌دار خطرناک جدا شده یا قطع اتصال شود وجود داشته باشد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

---

1 - Field-wiring terminal boxes

۵-۳ دوام نشانه‌گذاری‌ها

نشانه‌گذاری‌های لازم باید تحت شرایط استفاده عادی واضح و خوانا باقی بمانند و باید در برابر اثرات مواد پاک‌کننده توصیه‌شده توسط تولیدکننده مقاوم باشند.

مطابقت دوام نشانه‌گذاری‌های بیرون از تجهیز با انجام آزمون زیر بررسی می‌شود. نشانه‌گذاری‌ها به مدت ۳۰ s با دست و بدون اعمال فشار زیاد با یک دستمال آغشته به یکی از مواد پاک‌کننده معین (یا در صورت معین نبودن با الکل ایزوپروپیل ٪ ۷۰) ساییده شوند.

بعد از عمل‌آوری[1] فوق، نشانه‌گذاری‌ها باید به وضوح خوانا مانده و برچسب‌های چسبی نباید شل شده یا لبه‌های آن لوله شده باشند.

۵-۴ مستندسازی

۵-۴-۱ کلیات

مستندات زیر برای اهداف ایمنی الزامی هستند و در صورت نیاز کاربر یا نهاد مسئول باید همراه تجهیز تحویل داده شوند. مستندات ایمنی برای سرویس‌کاران دارای مجوز تولیدکننده باید در اختیار چنین کارکنانی قرار گیرد:

الف- استفاده مورد انتظار از تجهیز؛

ب - ویژگی‌های فنی؛

پ - نام و آدرس تولیدکننده یا تامین‌کننده‌ای که می‌توان از آن کمک فنی گرفت؛

ت - اطلاعات تعیین شده در زیربندهای ۵-۴-۲ تا ۵-۴-۶؛

ث - اطلاعات نحوه کاهش ریسک‌های باقیمانده بعد از انجام ارزیابی ریسک (به بند ۱۷ مراجعه شود)؛

ج - برای تجهیزی که بنا به دلایل ایمنی نیازمند لوازم جانبی خاصی (برای مثال مجموعه‌ای از پروب‌ها) با مشخصات خاص است، در مستندات باید ذکر شود که تنها باید از آن دسته از لوازم جانبی که ویژگی‌های مدنظر تولیدکننده را برآورده می‌کنند استفاده شود؛

چ - اگر قرائت نادرست در هنگام اندازه‌گیری، نشان‌دادن یا آشکارسازی مواد مضر یا خورنده، یا کمیت‌های الکتریکی مرتبط با قسمت‌های برق‌دار خطرناک بتوانند منجر به ایجاد خطر شوند، در دستورالعمل‌ها باید راهنمای نحوه تشخیص اینکه تجهیز به درستی کار می‌کند یا خیر داده شود؛

ح - دستورالعمل‌های بلندکردن و حمل‌کردن (به زیربند ۵-۷ مراجعه شود).

---

1 - Treatment

نمادهای هشداردهنده و جملات هشداردهنده نشانه‌گذاری‌شده روی تجهیز باید در مستندات توضیح داده شوند. به‌ویژه آنکه در مستندات باید جمله‌ای نوشته شود که نشان دهد در هر موردی که نماد ۱۴ جدول ۱ نشانه‌گذاری شده باشد باید برای اطلاع از ماهیت خطرات بالقوه و اقداماتی که برای اجتناب از آنها باید اتخاذ شود، به مستندات رجوع شود.

یادآوری ۱- نشانه‌گذاری‌ها و متون روی تجهیز هم‌ارز مستندات تلقی می‌شوند.

یادآوری ۲- اگر استفاده عادی تجهیز نیازمند کار با مواد مضر و خورنده باشد، توصیه می‌شود در مورد استفاده صحیح و مقررات ایمنی آنها دستورالعملی ارائه شود. اگر هر یک از مواد مضر یا خورنده توسط تولیدکننده تجهیز مشخص یا تامین شده باشد آنگاه توصیه می‌شود اطلاعات ضروری ترکیبات آن‌ها و روش دفع[1] صحیح آنها نیز ارائه شود.

مستندات را می‌توان در نسخه‌های چاپی یا الکترونیکی ارائه کرد، البته برای کلیه اطلاعات ضروری ایمنی که شاید در لحظه نیاز، نسخه الکترونیکی آنها در دسترس نباشد، به نسخه چاپی آنها نیاز است. این مستندات باید به همراه تجهیز تحویل داده شوند. به توانایی نهاد مسئول در قرائت نسخه ارائه‌شده باید توجه شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۴-۲ مقادیر اسمی تجهیز

مستندات باید شامل موارد زیر باشند:

الف- ولتاژ یا گستره ولتاژ تغذیه، فرکانس یا گستره فرکانس و مقادیر اسمی توان یا جریان؛

ب - شرح تمام اتصالات ورودی و خروجی همان‌طور که در مورد الف زیربند ۶-۶-۱ الزام شده است؛

پ - مقدار اسمی عایق‌بندی مدارهای خارجی همان‌طور که در مورد ب زیربند ۶-۶-۱ الزام شده است ؛

ت - جمله‌ای در مورد گستره شرایط محیطی که تجهیز برای آن طراحی شده است (به زیربند ۱-۴ مراجعه شود)؛

ث - جمله‌ای در مورد درجه حفاظت در برابر نفوذ (IP)، اگر مقدار اسمی تجهیز طبق استاندارد IEC 60529 باشد؛

ج - در تجهیزاتی با ظرفیت ضربه کمتر از J ۵، اطلاعات تعیین شده در مورد ت زیربند ۸-۱.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

1 - Disposal

۵-۴-۳ نصب تجهیز

مستندات باید شامل دستورالعمل‌های نصب و راه‌اندازی ویژه و در مواردی که از نظر ایمنی ضرورت پیدا کند، شامل هشدارهای مربوط به خطراتی که می‌تواند در طول نصب و راه‌اندازی تجهیز به وجود آیند باشد. چنین اطلاعاتی در صورت کاربرد به شرح زیر است:

الف- الزامات مونتاژ، مکان و نصب؛

ب - دستورالعمل‌های زمین حفاظتی؛

پ - اتصالات به تغذیه؛

ت - برای تجهیز نصب دائم:

۱- الزامات سیم‌کشی تغذیه؛

۲- الزامات سوئیچ یا کلید قدرت خارجی (به زیربند ۶-۱۱-۳-۱ مراجعه شود) و افزاره‌های حفاظتی اضافه‌جریان خارجی (به زیربند ۹-۶-۲ مراجعه شود) و توصیه‌ای در این مورد که سوئیچ یا کلید قدرت در مجاورت تجهیز باشند؛

ث - الزامات تهویه؛

ج - الزامات بهره‌برداری‌های ویژه مانند هوا، مایع خنک‌کننده؛

چ- دستورالعمل‌های مربوط به سطح صدا (به زیربند ۱۲-۵-۱ مراجعه شود).

یادآوری- پیشنهاد می‌شود این جمله در مستندات نصب آورده شود که تامین ایمنی کلیه سیستم‌های درگیر با تجهیز بر عهده مونتاژکننده سیستم است.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۴-۴ عملکرد تجهیز

دستورالعمل‌های استفاده در صورت کاربرد باید شامل موارد زیر باشند:

الف- شناسایی و تشریح کنترل‌های کار و استفاده از آنها در تمام حالت‌های کار؛

ب - دستورالعمل‌هایی در مورد اینکه تجهیز در وضعیتی که منجر به سختی کار افزاره قطع شود قرار نگیرد؛

پ - دستورالعمل‌های اتصال به لوازم جانبی و تجهیزات دیگر، به‌همراه نشانه لوازم جانبی مناسب، قسمت‌های جداشدنی و کلیه مواد خاص؛

ت - ویژگی‌های حدود برای کار تناوبی؛

ث - توضیح نمادهای ایمنی استفاده‌شده در تجهیز؛

ج - دستورالعمل‌های تعویض مواد مصرفی؛

چ - دستورالعمل‌های تمیزکردن و ضدعفونی‌کردن؛

ح - فهرستی از مواد بالقوه سمی یا مضر که می‌تواند از تجهیز متصاعد شود به‌همراه مقادیر محتمل آنها؛

خ - دستورالعمل‌های دقیق روش‌های کاهش ریسک مایعات قابل‌اشتعال (به مورد پ زیربند ۹-۵ مراجعه شود)؛

د - جزئیات روش‌های کاهش ریسک‌های ناشی از سوختگی سطوحی که مجازند دمایی بیشتر از حدود دمای زیربند ۱۰-۱ داشته باشند.

اگر از تجهیز مورد تائید استاندارد IEC 60950 به همراه تجهیز مورد تائید این استاندارد استفاده شود، و خطری از جانب رطوبت یا مایعات وجود داشته باشد آنگاه در دستورالعمل‌های استفاده باید کلیه اقدامات احتیاطی تکمیلی مورد نیاز ذکر شود.

این جمله باید در دستورالعمل ذکر شود که، اگر از تجهیز به روشی غیر از روش تعیین‌شده تولیدکننده استفاده شود، حفاظت تامین‌شده توسط تجهیز ممکن است دچار اختلال شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۴-۵ بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تجهیز

دستورالعمل‌های لازم برای تعمیر و نگهداری و بازرسی ایمن تجهیز و اطمینان از ایمنی پیوسته تجهیز بعد از انجام تعمیر و نگهداری و بازرسی باید با جزئیات کافی در اختیار نهاد مسئول قرار داده شود.

در صورت امکان، در مستندات تولیدکننده باید نسبت به تعویض بندهای جداشدنی منبع برق شهر با بندهای نامناسب از نظر مقادیر اسمی دستوراتی داده شده باشد.

برای تجهیزاتی که از باتری‌های قابل‌تعویض استفاده می‌کنند باید نوع مشخص باتری ذکر شود.

تولیدکننده باید کلیه قسمت‌هایی که تنها توسط خود او یا نماینده وی بررسی یا تامین خواهد شد را مشخص کند.

مقدار اسمی و مشخصات فیوزهای قابل‌تعویض باید ذکر شوند.

دستورالعمل‌هایی با موضوع‌های زیر باید در صورت نیاز سرویس‌کاران به منظور بهره‌برداری ایمن و تامین پیوسته ایمنی تجهیز بعد از بهره‌برداری از آن، به شرط آنکه تجهیز برای بهره‌برداری مناسب بوده باشد، در اختیار آنها قرار داده شود:

الف- ریسک‌های مختص محصول که ممکن است روی سرویس‌کاران اثر بگذارد؛

ب - اقدامات حفاظتی در برابر این ریسک‌ها؛

پ - صحه‌گذاری حالت ایمن تجهیز بعد از انجام تعمیر.

یادآوری- نیازی نیست که دستورالعمل‌های سرویس‌کاران در اختیار نهاد مسئول قرار داده شود اما توصیه می‌شود در اختیار خود سرویس‌کار قرار داده شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۵-۴-۶ یکپارچه‌شدن در سیستم‌ها یا اثرات ناشی از شرایط ویژه

جنبه‌های ناشی از یکپارچه‌شدن در سیستم‌ها یا اثرات ناشی از شرایط ویژه جوی یا شرایط ویژه استفاده باید در مستندات توضیح داده شوند.

مطابقت با بازرسی مستندات بررسی می‌شود.

۶ حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

۱-۶ کلیات

۱-۱-۶ الزامات

حفاظت در برابر برق‌گرفتگی باید در شرایط عادی و شرایط تک اشکال (به زیربندهای ۶-۴ و ۶-۵ مراجعه شوند) برقرار باشد. قسمت‌های در دسترس (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود) نباید برقدار خطرناک (به زیربند ۶-۳ مراجعه شود) شوند. ولتاژ، جریان، بار الکتریکی یا انرژی بین یک قسمت در دسترس و زمین یا بین هر دو قسمت در دسترس از قطعه یکسانی از تجهیز که فاصله‌ای کمتر از ۱٫۸ m از یکدیگر دارند (در طول سطح یا از مسیر هوا)، در شرایط عادی نباید بیشتر از سطوح زیربند ۶-۳-۱ و در شرایط تک اشکال نباید بیشتر از سطوح زیربند ۶-۳-۲ باشد.

مطابقت، با تعیین قسمت‌های در دسترس طبق زیربند ۶-۲ و با اندازه‌گیری‌های زیربند ۶-۳ به منظور تصدیق اینکه تجاوزی از سطوح زیربندهای ۶-۳-۱ و ۶-۳-۲ رخ نداده است و به دنبال آن با آزمون‌های زیربندهای ۶-۴ تا ۶-۱۱ بررسی می‌شود.

۲-۱-۶ موارد استثنا

اگر بنا به دلایل کاری نتوان مانع رخداد همزمان در دسترس بودن و برق‌دار خطرناک بودن قسمت‌های زیر شد، این قسمت‌ها مجازند طی استفاده عادی با وجود برق‌دار خطرناک بودن در دسترس کاربر باشند:

الف- قسمت‌هایی از لامپ‌ها و سرپیچ‌های آن بعد از باز کردن لامپ؛

ب - قسمت‌هایی که برای تعویض توسط کاربر در نظر گرفته شده‌اند (مثلاً باتری‌ها) که ممکن است طی تعویض یا سایر اعمال کاربر برق‌دار خطرناک شوند، تنها به شرطی که فقط به وسیله ابزار در دسترس بوده و دارای نشانه‌گذاری هشداردهنده باشند (به زیربند ۵-۲ مراجعه شود)؛

اگر هر یک از قسمت‌های موارد الف و ب مقداری بار الکتریکی از خازن داخلی دریافت کرده باشند، این قسمت‌ها ۱۰ s بعد از قطع تغذیه نباید در حالت برق‌دار خطرناک باشند.

اگر از خازن داخلی مقداری بار الکتریکی دریافت شده باشد، مطابقت به منظور تصدیق اینکه تجاوزی از سطوح ارائه شده در مورد پ زیربند ۶-۳-۱ رخ نداده است با اندازه‌گیری‌های زیربند ۶-۳ بررسی می‌شود.

۶-۲ تعیین قسمت‌های در دسترس

۶-۲-۱ کلیات

در دسترس بودن یک قسمت، در صورتی‌که واضح نباشد، برای کلیه وضعیت‌های استفاده عادی طبق آنچه در زیربندهای ۶-۲-۲ تا ۶-۲-۴ داده شده است تعیین شود. از انگشتک‌ها (به پیوست ب مراجعه شود) و شاخک‌های آزمون بدون اعمال نیرو استفاده شود مگر آنکه نیرویی مشخص شده باشد. قسمت‌هایی که بتوانند با قسمتی از انگشتک یا شاخک آزمون لمس شوند، یا قسمت‌هایی که در غیاب پوششی که عایق‌بندی مناسبی را تامین نمی‌کند (به زیر بند ۶-۹-۱ مراجعه شود) توسط قسمتی از انگشتک یا شاخک آزمون لمس شوند به عنوان قسمت در دسترس در نظر گرفته می‌شوند.

اگر در استفاده عادی،کاربر اقداماتی را برای انجام (با یا بدون ابزار) در نظر گرفته شده باشد که باعث افزایش دسترسی به قسمت‌ها می‌شود، این اقدامات قبل از بررسی‌های زیربندهای ۶-۲-۲ تا ۶-۲-۴ انجام شوند.

یادآوری- برخی از این اقدامات عبارتند از:

الف- برداشتن پوشش‌ها؛

ب - بازکردن درها؛

پ - تنظیم کنترل‌ها؛

ت - تعویض مواد مصرفی؛

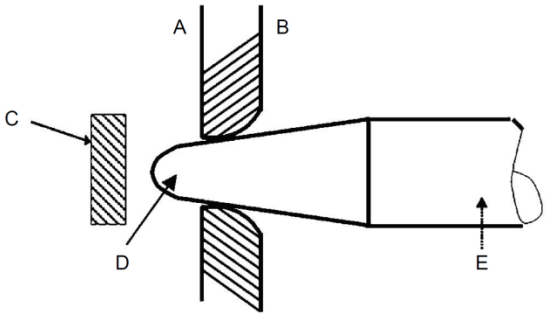
ث - برداشتن قسمت‌ها.

تجهیزات سوار بر رَک یا پانل قبل از بررسی‌های زیربندهای ۶-۲-۲ تا ۶-۲-۴ طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده نصب شوند. در چنین تجهیزاتی فرض می‌شود که کاربر جلوی پانل قرار دارد.

۶-۲-۲ بررسی

انگشتک آزمون مفصل‌دار (به شکل ب-۲ مراجعه شود) در تمام وضعیت‌های ممکن اعمال شود. اگر امکان در دسترس قرار گرفتن یک قسمت به واسطه اعمال نیرو وجود داشته باشد، از انگشتک آزمون بدون مفصل (به شکل ب-۱ مراجعه شود) با نیروی N ۱۰ استفاده شود. این نیرو به منظور پرهیز از رفتار گوه‌مانند و اهرم‌مانند انگشتک آزمون توسط نوک آن اعمال شود. آزمون روی تمام سطوح خارجی شامل سطح زیرین انجام شود. البته در تجهیزاتی که پذیرای ماژول‌های قابل‌اتصال هستند نوک انگشتک آزمون مفصل‌دار تنها تا عمق mm ۱۸۰ منفذ روی تجهیز وارد شود.

انگشتک آزمون به همین نحو به کلیه منافذ روی محفظه، شامل حفره‌ها و ترمینال‌ها اعمال شود. در چنین مواردی قسمت‌هایی از خود انگشتک آزمون که می‌تواند وارد حفره‌ها و ترمینال‌ها شود به عنوان قسمت‌های در دسترس محفظه در نظر گرفته می‌شوند (به شکل ۱ مراجعه شود).



راهنما:

A درون تجهیز

B بیرون تجهیز

C قسمت برق‌دار خطرناک

D نوک انگشتک آزمون قسمت در دسترس در نظر گرفته می‌شود

E انگشتک آزمون

شکل ۱- اندازه‌گیری‌ها از طریق منافذ روی محفظه

۶-۲-۳ منافذ بالای قسمت‌های برق‌دار خطرناک

یک شاخک فلزی آزمون با طول ۱۰۰ mm و قطر ۴ mm در هر یک از منافذ بالای قسمت‌هایی که برقدار خطرناک هستند وارد شود. شاخک آزمون آزادانه آویزان شده و مجاز به نفوذ تا ۱۰۰ mm باشد.

اقدامات ایمنی تکمیلی زیربند ۶-۵-۱ برای حفاظت در شرایط تک اشکال به تنهایی نیاز نمی‌باشند، چون یک قسمت فقط توسط این آزمون قابل دسترس می‌شود.

یادآوری- این استثنا به این دلیل مجاز است که ورود شیئی شبیه شاخک آزمون به عنوان شرایط تک اشکال در نظر گرفته می‌شود و تنها یک وسیله حفاظتی کفایت می‌کند.

این آزمون در ترمینال‌ها کاربرد ندارد.

۶-۲-۴ منافذ مربوط به کنترل‌های از پیش‌تنظیم‌شده[1]

یک شاخک فلزی آزمون با قطر ۳ mm به درون حفره‌هایی که برای دسترسی به کنترل‌های از پیش‌تنظیم‌شده‌ای که نیازمند استفاده از پیچ‌گوشتی یا ابزار دیگری هستند وارد شود. شاخک آزمون در کلیه جهات ممکن به درون حفره وارد شود. میزان نفوذ شاخک آزمون نباید از سه برابر فاصله سطح محفظه تا میله کنترل یا ۱۰۰ mm، هر کدام که کوچک‌تر باشد، تجاوز کند.

1 - Pre-set controls

۶-۳ مقادیر حدی برای قسمت‌های در دسترس

۶-۳-۱ سطوح در شرایط عادی

ولتاژهای بیشتر از سطوح الف در صورتی به عنوان برق‌دار خطرناک در نظر گرفته می‌شوند که از یکی از سطوح ب یا پ به طور همزمان بیشتر شوند.

الف- سطوح ولتاژ AC، مقدار ۳۳ V r.m.s.، مقدار قله ۴۶٫۷ V و سطح ولتاژ DC، ۷۰ V است. برای تجهیزاتی که برای استفاده در مکان‌های مرطوب در نظر گرفته شده‌اند، سطوح ولتاژ AC، مقدار ۱۶ V r.m.s.، مقدار قله ۲۲٫۶ V و سطح ولتاژ DC، ۳۵ V است.

ب - سطوح جریان به قرار است:

۱- هنگام اندازه‌گیری با مدار اندازه‌گیری شکل الف-۱، مقدار ۰٫۵ mA r.m.s. برای شکل‌موج‌های سینوسی، مقدار قله ۰٫۷ mA برای شکل‌موج‌های غیرسینوسی یا چندفرکانسی، یا ۲ mA برای DC. اگر فرکانس بیشتر از ۱۰۰ Hz نشود می‌توان از مدار اندازه‌گیری شکل الف-۲ استفاده کرد. از مدار اندازه‌گیری شکل الف-۴ برای تجهیزاتی که برای استفاده در مکان‌های مرطوب در نظر گرفته شده‌اند استفاده شود.

۲- هنگام اندازه‌گیری با مدار اندازه‌گیری شکل الف-۳، مقدار ۰٫۷ mA r.m.s.. این مورد به سوختگی‌های احتمالی در فرکانس‌های بالاتر مربوط است.

پ - سطوح بار الکتریکی یا انرژی خازنی:

۱) برای ولتاژهای با قله تا ۱۵ kV یا DC، ۴۵ µC؛ خط A شکل ۳ نمودار ظرفیت خازنی را به‌ازاء ولتاژ در شرایطی که بار ۴۵ µC باشد، نشان می‌دهد.

۲) برای ولتاژهای با اوج بیشتر از ۱۵ kV یا DC، انرژی ذخیره‌شده ۳۵۰ mJ .

۶-۳-۲ سطوح در شرایط تک اشکال

ولتاژهای بیشتر از سطوح الف در صورتی به عنوان برق‌دار خطرناک تلقی می‌شوند که از یکی از سطوح ب یا پ به طور همزمان تجاوز کنند.

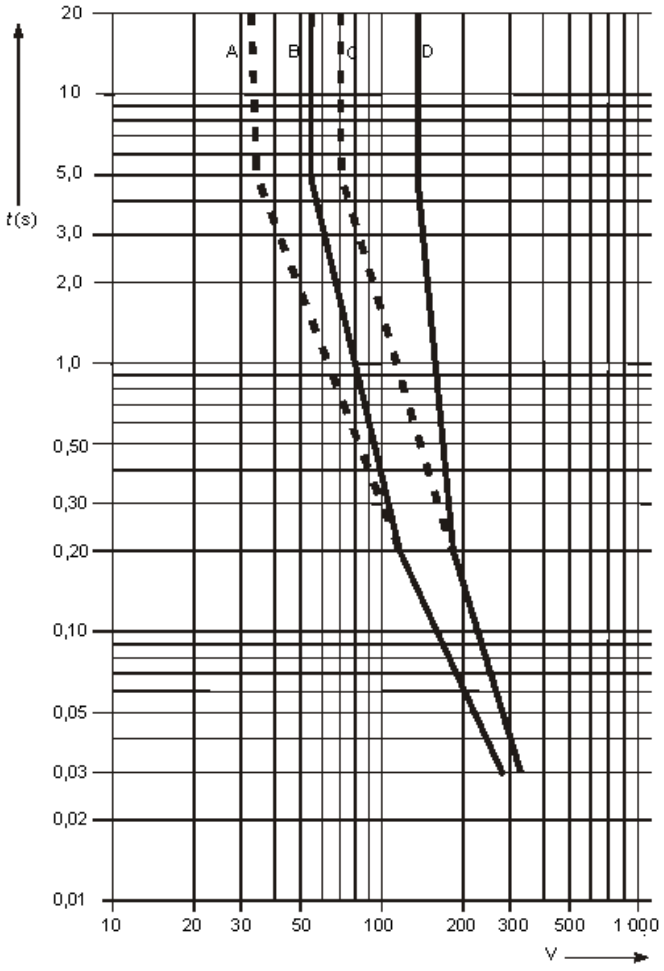
الف- سطوح ولتاژ AC، مقدار ۵۵ V r.m.s.، مقدار قله ۷۸ V و سطح ولتاژ DC، ۱۴۰ V است. برای تجهیزاتی که برای استفاده در مکان‌های مرطوب در نظر گرفته شده‌اند، سطوح ولتاژ AC، مقدار ۳۳ V r.m.s. ، مقدار قله ۴۶٫۷ V و سطح ولتاژ DC، ۷۰ V است. برای ولتاژهای کوتاه‌مدت، نمودار زمان نسبت به سطوح ولتاژ، با اندازه‌گیری در دو سر مقاومت ۵۰ kΩ، به صورت شکل ۲ است.

ب - سطوح جریان به قرار زیر است:

۱- هنگام اندازه‌گیری با مدار اندازه‌گیری شکل الف-۱، مقدار ۳٫۵ mA r.m.s. برای شکل‌موج‌های سینوسی، مقدار قله ۵ mA برای شکل‌موج‌های غیرسینوسی یا چندفرکانسی، یا ۱۵ mA برای DC. اگر فرکانس بیشتر از ۱۰۰ Hz نشود می‌توان از مدار اندازه‌گیری شکل الف-۲ استفاده کرد. از مدار اندازه‌گیری شکل الف-۴ برای تجهیزاتی که برای استفاده در مکان‌های مرطوب در نظر گرفته شده‌اند استفاده شود.

۲- هنگام اندازه‌گیری با مدار اندازه‌گیری شکل الف-۳، مقدار ۵۰۰ mA r.m.s. این مورد به سوختگی‌های احتمالی در فرکانس‌های بالاتر مربوط است.

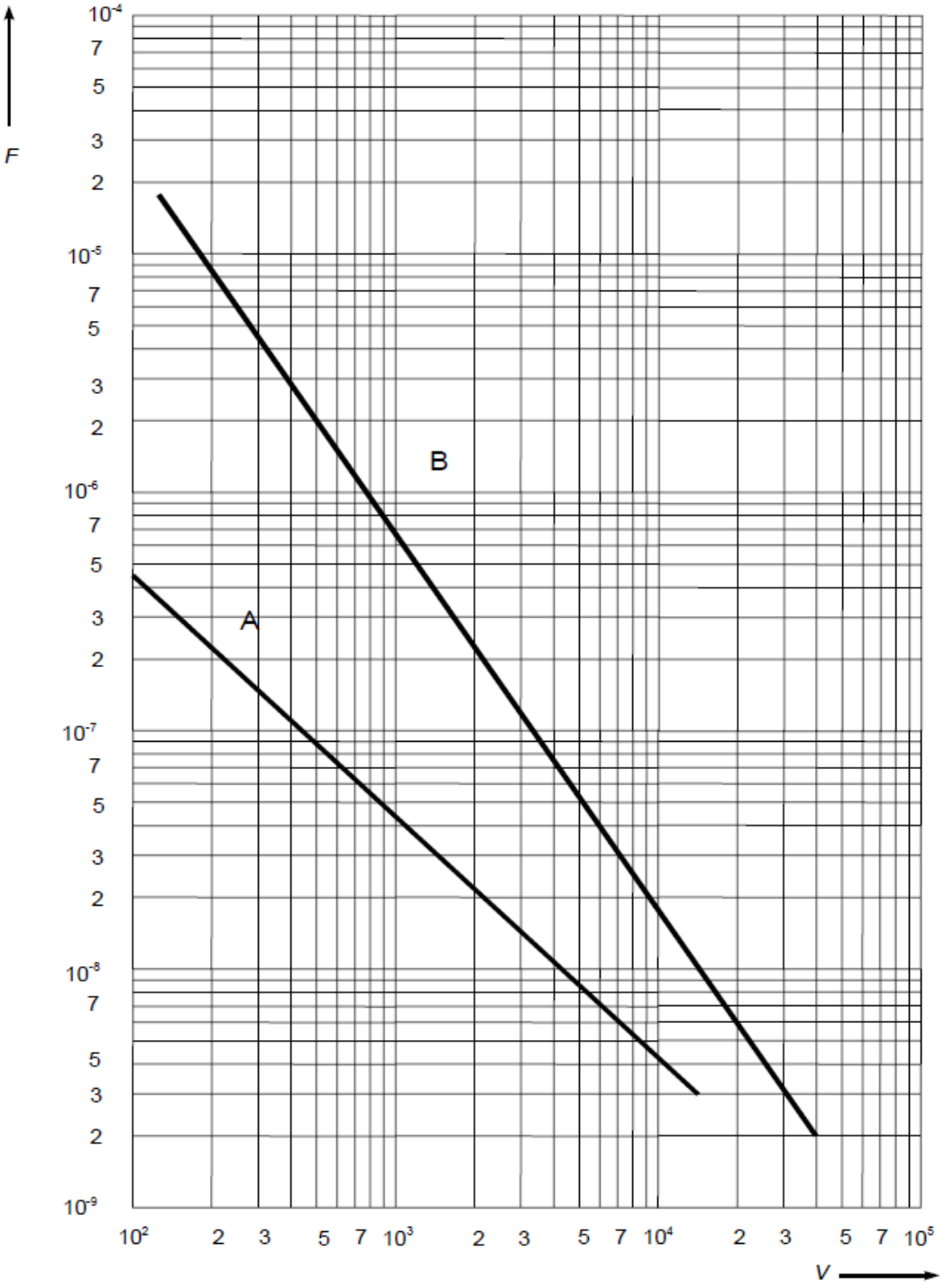
پ - سطح ظرفیت خازنی خط B نمودار ۳ است.



راهنما:

A سطح ولتاژ AC در مکان‌های مرطوب
B سطح ولتاژ AC در مکان‌های خشک
C سطح ولتاژ DC در مکان‌های مرطوب
D سطح ولتاژ DC در مکان‌های مرطوب

شکل ۲ - بیشینه مدت زمان ولتاژهای در دسترس کوتاه‌مدت در شرایط تک اشکال (به مورد الف زیربند ۶-۳-۲ مراجعه شود)



راهنما

A شرایط عادی

B شرایط تک اشکال

شکل ۳ - سطح ظرفیت خازنی به‌ازای ولتاژ در شرایط عادی و

شرایط تک اشکال (به مورد پ زیربند ۶-۳-۱ و مورد پ ۶-۳-۲ مراجعه شود)

۶-۴ وسایل اولیه حفاظت

۶-۴-۱ کلیات

به کمک یک یا چند وسیله زیر (به پیوست ت مراجعه شود) باید از برق‌دار خطرناک شدن قسمت‌های در دسترس جلوگیری شود:

الف- محفظه‌ها یا موانع حفاظتی (به زیربند ۶-۴-۲ مراجعه شود)؛

ب - عایق‌بندی پایه (به زیربند ۶-۴-۳ مراجعه شود)؛

پ - امپدانس (به زیربند ۶-۴-۴ مراجعه شود).

مطابقت با بازرسی و طبق آنچه در زیربندهای ۶-۴-۲ تا ۶-۴-۴ ارائه شده است بررسی می‌شود.

۶-۴-۲ محفظه‌ها و موانع حفاظتی

محفظه‌ها و موانع حفاظتی باید الزامات استحکام[1] زیربند ۸-۱ را برآورده کنند.

اگر حفاظت ناشی از محفظه‌ها یا موانع حفاظتی توسط عایق‌بندی ایجاد شده باشد باید الزامات عایق‌بندی پایه را برآورده کنند.

اگر حفاظت ناشی از محفظه‌ها یا موانع حفاظتی توسط محدودسازی دسترسی ایجاد شده باشد، فواصل هوایی و فواصل خزشی بین قسمت‌های در دسترس و برق‌دار خطرناک باید الزامات زیربند ۶-۷ و الزامات قابل اعمال عایق‌بندی پایه را برآورده کنند.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۶-۷ و ۸-۱ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۴-۳ عایق‌بندی پایه

فواصل هوایی، فواصل خزشی و عایق‌بندی جامدی که عایق‌بندی پایه بین قسمت‌های در دسترس و برق‌دار خطرناک را ایجاد می‌کنند باید الزامات زیربند ۶-۷ را برآورده کنند.

مطابقت طبق آنچه در زیربند ۶-۷ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۴-۴ امپدانس

امپدانسی که از آن به عنوان وسیله اصلی حفاظت استفاده می‌شود باید کلیه الزامات زیر را برآورده کند:

الف- باید جریان یا ولتاژ را تا سطحی که بیشتر از زیربند ۶-۳-۲ نباشد محدود کند؛

ب – مقدار اسمی آن باید به ازای بیشینه ولتاژ کار و مقدار توانی باشد که قرار است تلف کند؛

---

1 - Rigidity requirements

پ - فواصل هوایی و فواصل خزشی بین پایانه‌های امپدانس باید الزامات قابل‌اعمال زیربند ۶-۷ را برای عایق‌بندی پایه برآورده کنند.

مطابقت با بازرسی، با اندازه‌گیری ولتاژ یا جریان به منظور تائید اینکه بیشتر از سطوح زیربند ۶-۳-۲ نباشند، و با اندازه‌گیری فواصل هوایی و خزشی طبق آنچه در زیربند ۶-۷ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۵ وسایل تکمیلی ایجاد حفاظت در شرایط تک اشکال

۶-۵-۱ کلیات

در شرایط تک اشکال باید از برق‌دار خطرناک شدن قسمت‌های در دسترس جلوگیری شود. وسایل اولیه حفاظت (به زیربند ۶-۴ مراجعه شود) باید توسط یکی از موارد الف، ب، پ یا ت تکمیل شود. یا به‌جای آن از یکی از تک‌وسیله‌های حفاظتی ث یا ج باید استفاده شود. به شکل ۴ و پیوست ت مراجعه شود.

الف- همبندی حفاظتی (به زیربند ۶-۵-۲ مراجعه شود)؛

ب - عایق‌بندی تکمیلی (به زیربند ۶-۵-۳ مراجعه شود)؛

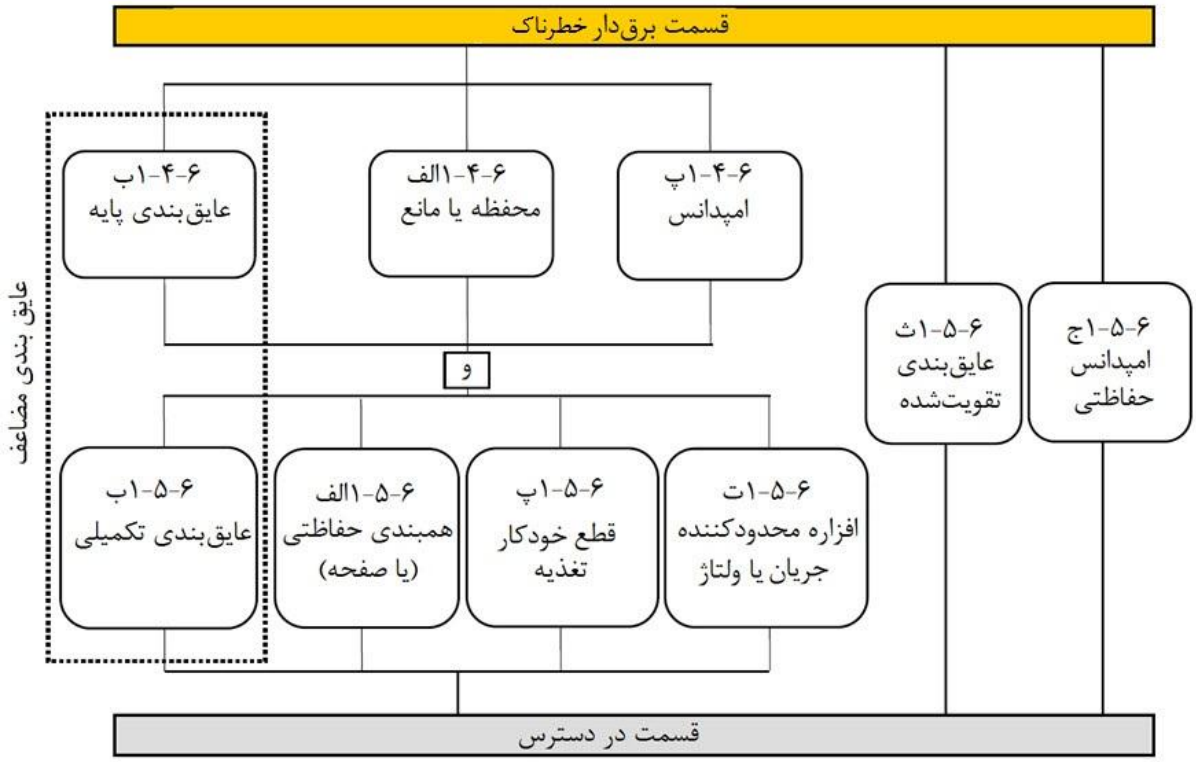
پ - قطع خودکار تغذیه (به زیربند ۶-۵-۵ مراجعه شود)؛

ت - افزاره‌های محدودکننده جریان یا ولتاژ (به زیربند ۶-۵-۶ مراجعه شود)؛

ث - عایق‌بندی تقویت‌شده (به زیربند ۶-۵-۳ مراجعه شود)؛

ج - امپدانس حفاظتی (به زیربند ۶-۵-۴ مراجعه شود).

مطابقت با بازرسی و طبق آنچه در زیربندهای ۶-۵-۲ تا ۶-۵-۶ داده شده است بررسی می‌شود.



شکل ۴ - چیدمان قابل‌قبول وسایل حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

۶-۵-۲ همبندی حفاظتی

۶-۵-۲-۱ کلیات

اگر قسمت‌های رسانای در دسترس بتوانند در شرایط تک اشکال وسایل اولیه تامین‌کننده حفاظت مشخص شده در زیربند ۶-۴، برق‌دار خطرناک شوند آنگاه این قسمت‌ها باید به ترمینال هادی حفاظتی همبند شوند. یا به‌جای آن باید با همبندکردن یک حفاظ رسانای حفاظتی با ترمینال هادی حفاظتی، این قسمت‌های در دسترس را از قسمت‌هایی که برق‌دار خطرناک هستند جدا کرد.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۶-۵-۲-۲ تا ۶-۵-۲-۶ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۵-۲-۲ یکپارچگی[1] همبندی حفاظتی

از یکپارچگی همبندی حفاظتی باید به قرار زیر اطمینان حاصل شود.

الف- همبندی حفاظتی باید شامل قسمت‌های ساختاری با اتصال مستقیم یا هادی‌های مجزا یا هر دو آنها باشد. همبندی حفاظتی باید قابلیت تحمل تمام تنش‌های دینامیکی و حرارتی که قبل از قطع تجهیز از منبع تغذیه توسط یکی از وسایل حفاظتی اضافه جریان زیربند ۶-۹، ممکن است به آن وارد شود را داشته باشد.

1 - Integrity

ب - اتصالات لحیمی در معرض تنش مکانیکی باید با کمک یک اتصال مکانیکی مستقل از خود لحیم محکم شوند. از این اتصالات نباید برای مقاصد دیگری مانند محکم‌کردن قسمت‌های ساختاری استفاده شود.

پ - اتصالات پیچی باید در برابر شل‌شدگی محکم شوند.

ت - اگر قسمتی قابلیت جداشدن از تجهیز توسط کاربر را داشته باشد، همبندی حفاظتی مابقی تجهیز نباید قطع شود (به‌جز قسمتی که اتصال ورودی برق شهر به کل تجهیز روی آن تعبیه شده است).

ث - به‌جز مواردی که اتصالات متحرک رسانایی مانند لولاها، کشوها و نظایر آن اختصاصاً برای اتصال الکتریکی ساخته شده باشند و الزامات زیربند ۶-۵-۲-۴ را برآورده کنند، این موارد نباید تنها مسیر همبندی حفاظتی باشند.

ج - بافت فلزی[1] خارجی کابل‌ها نباید به عنوان همبندی حفاظتی در نظر گرفته شوند، حتی اگر به ترمینال هادی حفاظتی متصل شده باشند.

چ - اگر توان منبع برق شهر برای استفاده در یک تجهیز از تجهیز دیگری عبور کند، برای عبور هادی حفاظتی تجهیز نهایی از تجهیزات ابتدایی نیز باید وسایلی در نظر گرفته شود. امپدانس مسیر هادی حفاظتی عبوری از تجهیزات نباید از مقادیر زیربند ۶-۵-۲-۴ بیشتر باشد.

ح - هادی‌های حفاظتی می‌توانند لخت یا عایق‌دار باشند. عایق‌بندی به‌جز موارد زیر باید به رنگ سبز-زرد باشد:

۱- برای بافت‌های زمین شونده[2]، یا سبز-زرد یا بی‌رنگ شفاف؛

۲- برای هادی‌های حفاظتی داخلی و سایر هادی‌های متصل‌به ترمینال هادی حفاظتی در مجموعه‌هایی مانند کابل‌های نواری[3]، باسبارها، سیم‌کشی قابل انعطاف چاپی[4] و غیره، به شرط آنکه عدم شناساندن هادی حفاظتی منجر به ایجاد هیچ‌گونه خطری نشود می‌توان در آنها از هر رنگی استفاده کرد.

تجهیزاتی که از همبندی حفاظتی استفاده می‌کنند باید به ترمینالی که برای اتصال به هادی حفاظتی مناسب است مجهز بوده و الزامات زیربند ۶-۵-۲-۳ را برآورده کند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۵-۲-۳ ترمینال هادی حفاظتی

ترمینال‌های هادی حفاظتی باید الزامات زیر را برآورده کنند.

---

1 - Metal braid
2 - Earthing braids
3 - Ribbon cables
4 - Flexible printed wiring

الف- سطوح کنتاکت باید از جنس فلز باشد.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود مواد استفاده‌شده در سیستم‌های همبندی حفاظتی به‌گونه‌ای انتخاب شوند که خوردگی الکتروشیمیایی بین ترمینال و هادی حفاظتی یا سایر فلزات در تماس با آنها به کمترین مقدار برسد.

ب- اگر اتصال هادی حفاظتی روی قطعه اتصال ورودی وسایل برقی وجود داشته باشد، باید به عنوان ترمینال هادی حفاظتی در نظر گرفته شود.

پ- برای تجهیزاتی که بند قابل انعطاف با قابلیت تعویض سیم[1] دارند و برای تجهیزات اتصال دائم، ترمینال هادی حفاظتی باید نزدیک ترمینال‌های منبع برق شهر تعبیه شود.

ت- اگر تجهیز نیازمند اتصال به منبع برق شهر نباشد، ولی به هر حال مدار یا قسمتی داشته باشد که بخواهد به طور محافظت‌شده به زمین متصل شود، ترمینال هادی حفاظتی باید نزدیک ترمینال‌های آن مداری که برای آن زمین حفاظتی لازم است تعبیه شود. اگر ترمینال‌های این مدار از نوع خارجی باشد، ترمینال هادی حفاظتی آن نیز باید از نوع خارجی باشد.

ث- ترمینال‌های هادی حفاظتی مدارهای برق شهر از نظر ظرفیت حمل جریان باید دست‌کم به اندازه ترمینال‌های منبع برق شهر باشند.

ج- ترمینال‌های هادی حفاظتی که از نوع چندشاخه‌ای بوده و در کنار سایر ترمینال‌ها قرار داشته و برای اتصال و قطع‌اتصال بدون استفاده از ابزار در نظر گرفته شده‌اند باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که اتصال هادی حفاظتی نسبت به سایر اتصال‌ها اول از همه متصل شده و آخر از همه قطع شود. چندشاخه‌ها و کوپلرهای وسیله برقی برای بندهای برق شهر و مجموعه اتصال‌دهنده‌های مادگی واحدهای چندشاخه‌ای نمونه‌هایی از این مورد است.

چ- اگر از ترمینال هادی حفاظتی برای سایر اهداف همبندی نیز استفاده شود، هادی حفاظتی باید نسبت به سایر اتصال‌ها اول از همه برقرار شده و مستقلاً محکم شود. هادی حفاظتی باید به‌گونه‌ای متصل شود که جداشدن آن طی بهره‌برداری‌هایی که نیازمند قطع اتصال هادی حفاظتی نیست بعید باشد.

ح- برای تجهیزاتی که برای حفاظت در برابر تک اشکال مدار اندازه‌گیری نیازمند هادی حفاظتی هستند، موارد زیر باید به کار برده شود:

۱- ظرفیت جریانی ترمینال هادی حفاظتی و خود هادی حفاظتی باید دست‌کم به‌اندازه ترمینال‌های اندازه‌گیری باشد؛

۲- همبندی حفاظتی نباید با هیچ‌گونه کلیدزنی یا افزاره قطع‌کننده قطع شود.

خ- ترمینال‌های زمین عملیاتی (مانند ترمینال‌های زمین اندازه‌گیری) باید اجازه اتصالی که مستقل از اتصال هادی حفاظتی باشد را داشته باشند.

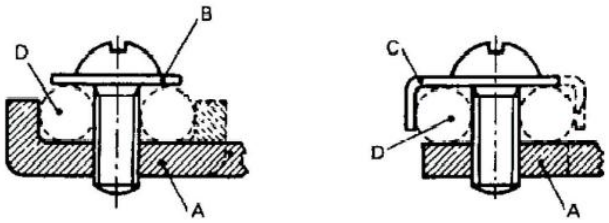
---

1 - Rewirable flexible cord

یادآوری ۲- تجهیز ممکن است صرف‌نظر از وسایل حفاظتی درنظرگرفته‌شده مجهز به ترمینال‌های زمین عملیاتی باشد.

د- اگر ترمینال هادی حفاظتی از نوع اتصال پیچی باشد (به شکل ۵ مراجعه شود)، آنگاه برای سیم متصل شونده باید اندازه مناسبی داشته و اندازه رزوه آن کمتر از ۴٫۰ mm نباشد، و پیچ دست‌کم سه دور پیچانده شود.

ذ- فشار تماسی لازم برای اتصال همبندی نباید به‌گونه‌ای باشد که مقدار آن به واسطه تغییرشکل مواد تولیدکننده قسمت اتصال، کم شود.



راهنما:

A قسمت ثابت

B واشر یا صفحه بستن

C افزاره مانع پخش

D فضای اختصاص‌یافته به هادی

شکل ۵ - نمونه‌هایی از مجموعه اتصال پیچی

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. مطابقت مورد د زیربند ۶-۵-۲-۳ نیز با آزمون زیر بررسی می‌شود.

اتصال پیچی با هادی‌ای که از نظر محکم‌شدن نامساعدترین مورد است، با گشتاورهای سفت‌کننده داده‌شده در جدول ۲، سه بار بسته و باز شود. کلیه قسمت‌های اتصال پیچی باید بدون خرابی مکانیکی این آزمون را تحمل کنند.

جدول ۲ - گشتاور سفت‌کننده برای اتصال پیچی

اندازه رزوه پیچ mm	۴٫۰	۵٫۰	۶٫۰	۸٫۰	۱۰٫۰
گشتار سفت‌کننده N.m	۱٫۲	۲٫۰	۳٫۰	۶٫۰	۱۰٫۰

۶-۵-۲-۴ امپدانس همبندی حفاظتی تجهیز متصل شونده با چندشاخه

امپدانس بین ترمینال هادی حفاظتی و هر قسمت در دسترس که برای آن همبندی حفاظتی تعیین شده است، نباید بیشتر از ۰٫۱ Ω باشد. اگر بند تغذیه تجهیز از نوع جدانشدنی باشد، امپدانس بین شاخک چندشاخه هادی حفاظتی بند برق شهر و هر یک از قسمت‌های در دسترس که برای آن همبندی حفاظتی تعیین شده است نباید بیشتر از ۰٫۲ Ω باشد.

مطابقت با اعمال جریان آزمون به مدت ۱ min و سپس محاسبه امپدانس بررسی می‌شود. جریان آزمون مقداری بزرگتر از یکی از دو مقدار زیر است:

الف- جریان AC با مقدار ۲۵ A r.m.s. در فرکانس اسمی برق شهر یا جریان DC با مقدار ۲۵ A .

ب- دو برابر جریان اسمی تجهیز.

اگر تجهیز روی تمام قطب‌های منبع برق شهر افزاره حفاظتی اضافه‌جریان داشته باشد و اگر سیم‌کشی سمت تغذیه این افزاره‌های حفاظتی اضافه‌جریان به‌گونه‌ای باشد که در شرایط تک اشکال امکان اتصال به قسمت‌های رسانای در دسترس را نداشته باشند آنگاه نیازی نیست که جریان آزمون بیشتر از دو برابر جریان اسمی افزاره‌های داخلی حفاظت اضافه‌جریان باشد.

۶-۵-۲-۵ امپدانس همبندی حفاظتی تجهیز نصب دائم

امپدانس همبندی حفاظتی تجهیز نصب دائم باید کوچک باشد.

مطابقت با اعمال جریان آزمون به مدت ۱ min با مقدار دو برابر جریانی که در دستورالعمل‌های تاسیسات مدار تغذیه اصلی ساختمان برای وسایل حفاظتی اضافه‌جریان تعیین شده بین ترمینال هادی حفاظتی و هر یک از قسمت‌های رسانای در دسترس که برای آن همبندی حفاظتی لازم است بررسی می‌شود. مقدار ولتاژ بین آنها نباید از ۱۰ V AC r.m.s. یا ۱۰ V DC بیشتر شود.

اگر تجهیز روی تمام قطب‌های منبع برق شهر افزاره حفاظتی اضافه‌جریان داشته باشد و اگر سیم‌کشی سمت تغذیه این افزاره‌های حفاظتی اضافه‌جریان به‌گونه‌ای باشد که در شرایط تک اشکال امکان اتصال به قسمت‌های رسانای در دسترس را نداشته باشند آنگاه نیازی نیست که جریان آزمون بیشتر از دو برابر جریان اسمی افزاره‌های داخلی حفاظت اضافه‌جریان باشد.

۶-۵-۲-۶ حفاظ همبندی حفاظتی ترانسفورماتور

اگر ترانسفورماتور برای اهداف همبندی حفاظتی دارای حفاظی باشد که تنها توسط عایق‌بندی پایه از سیم‌پیچ متصل به مدار برق‌دار خطرناک جدا شده باشد، آن حفاظ باید الزامات موارد الف و ب زیربند ۶-۵-۲-۲ را برآورده کند و امپدانس کوچکی داشته باشد.

مطابقت با بازرسی و یکی از آزمون‌های زیر بررسی می‌شود:

الف- جریانی به اندازه دو برابر جریان وسایل حفاظتی اضافه‌جریان آن سیم‌پیچ به مدت ۱ min بین حفاظ و ترمینال هادی حفاظتی اعمال شود. مقدار ولتاژ بین آنها نباید از ۱۰ V AC r.m.s. یا ۱۰ V DC بیشتر شود.

ب- آزمون زیربند ۶-۵-۲-۴ که جریان آزمون آن دو برابر مقدار جریان وسایل حفاظتی اضافه‌جریان آن سیم‌پیچ باشد. امپدانس آن نباید از ۰٫۱ Ω بیشتر باشد.

یادآوری- در صورت انجام آزمون الف یا ب، از یک ترانسفورماتور نمونه که به طور خاص آماده شده است استفاده شود به گونه‌ای که یک سرسیم خروجی بلندتر از سر آزاد حفاظ داشته باشد تا این اطمینان حاصل شود که جریان در طول آزمون از میان حفاظ عبور می‌کند.

۶-۵-۳ عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده

فواصل هوایی، فواصل خزشی و عایق‌بندی جامدی که عایق‌بندی تکمیلی یا عایق‌بندی تقویت‌شده را تشکیل می‌دهند باید الزامات قابل‌اعمال زیربند ۶-۷ را برآورده کنند.

مطابقت طبق آنچه در زیربند ۶-۷ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۵-۴ امپدانس حفاظتی

امپدانس حفاظتی باید جریان یا ولتاژ شرایط عادی و شرایط تک اشکال را به ترتیب به سطوح ارائه شده در زیربندهای ۶-۳-۱ و ۶-۳-۲ محدود کند.

عایق‌بندی بین پایانه‌های امپدانس حفاظتی باید الزامات مرتبط با عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده زیربند ۶-۷ را برآورده کند.

امپدانس حفاظتی باید یک یا چند مورد از موارد زیر باشد:

الف- یک جزء مناسب که باید برای اطمینان از تامین حفاظت ایمن و قابل‌اطمینان در برابر برق‌گرفتگی ساخته، انتخاب و آزمون شود. این جزء به طور خاص باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱- مقدار اسمی آن دو برابر بشینه ولتاژ کار باشد؛

۲- در صورت مقاومتی بودن، مقدار اسمی آن دو برابر اتلاف توان در بشینه ولتاژ کار باشد.

ب- ترکیبی از چند جزء.

امپدانس حفاظتی نباید از نوع افزاره‌های الکترونیکی تکی که از هدایت الکترون در خلاء، گاز یا نیمه‌هادی استفاده می‌کنند باشد.

مطابقت با بازرسی، با اندازه‌گیری ولتاژ یا جریان به منظور تائید اینکه بیشتر از سطوح قابل‌اعمال زیربند ۶-۳ نیستند و با اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی طبق آنچه در زیربند ۶-۷ داده شده است بررسی می‌شود. مطابقت تک جزء با بازرسی مقادیر اسمی آن بررسی می‌شود.

۶-۵-۵ قطع خودکار تغذیه

یک افزاره قطع خودکار باید هر دو الزام زیر را برآورده کند:

الف- مقدار اسمی آن باید برای قطع بار در مدت زمان مشخص‌شده در شکل ۲ باشد.

ب- مقدار اسمی آن باید برای بیشینه شرایط بار اسمی تجهیز باشد.

مطابقت با بازرسی این ویژگی افزاره بررسی می‌شود. در صورت تردید، افزاره آزمون می‌شود تا قابلیت قطع تغذیه در مدت زمان لازم توسط افزاره بررسی شود.

۶-۵-۶ افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان

افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان باید الزامات زیر را برآورده کند:

الف- مقدار اسمی آن باید برای محدودسازی ولتاژ یا جریان تا سطوحی که بیشتر از مقادیر زیربند ۶-۳-۲ نیست باشد.

ب- مقدار اسمی آن باید برای بیشینه ولتاژ کار، و در صورت اعمال، برای بیشینه جریان کار باشد؛

پ- فواصل هوایی و خزشی بین پایانه‌های افزاره محدودکننده ولتاژ یا جریان باید الزامات قابل‌اعمال مربوط به عایق‌بندی تکمیلی زیربند ۶-۷ را برآورده کنند.

مطابقت با بازرسی، با اندازه‌گیری ولتاژ یا جریان به منظور تائید اینکه بیشتر از سطوح زیربند ۶-۳-۲ نیستند و با اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی طبق آنچه در زیربند ۶-۷ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۶ اتصال به مدارهای خارجی

۶-۶-۱ کلیات

در شرایط عادی و شرایط تک اشکال تجهیز، هیچ یک از قسمت‌های در دسترس تجهیز و هیچ یک از قسمت‌های در دسترس مدار خارجی نباید بر اثر اتصال مدار خارجی به تجهیز برق‌دار خطرناک شوند.

یادآوری ۱- به همه مدارهای متصل به ترمینال‌های تجهیز، مدارهای خارجی گفته می‌شود.

یادآوری ۲- در مورد اتصال به منبع برق شهر به زیربند ۶-۱۰ مراجعه شود.

حفاظت باید با جداسازی مدارها تامین شود مگر آنکه اتصال‌کوتاه‌کردن این جداسازی باعث ایجاد خطر نشود.

دستورالعمل‌های تولیدکننده یا نشانه‌گذاری‌های روی تجهیز برای هر یک از ترمینال‌های خارجی در صورت اعمال باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- شرایط اسمی که ترمینال برای کار ایمن در آن شرایط طراحی شده است (بیشینه ولتاژ ورودی/خروجی اسمی، نوع مشخصی از اتصال‌دهنده، استفاده شناسه‌گذاری‌شده و غیره)؛

ب- ظرفیت اسمی عایق‌بندی لازم برای مدار خارجی تا الزامات حفاظت در برابر برق‌گرفتگی ناشی از اتصال به ترمینال در شرایط عادی و شرایط تک اشکال برآورده شود.

مطابقت با انجام موارد زیر بررسی می‌شود:

۱- بازرسی؛

۲- موارد تعیین‌شده در زیربند ۶-۲؛

۳- اندازه‌گیری‌های زیربندهای ۶-۳ تا ۶-۷؛

۴- ولتاژ آزمون زیربند ۶-۸ (بدون آماده‌سازی رطوبتی) برحسب نوع عایق (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود).

۶-۶-۲ ترمینال‌های مربوط به مدار خارجی

قسمت‌های رسانای در دسترس ترمینال‌هایی که از خازن داخلی بار الکتریکی دریافت می‌کنند، ۱۰ s بعد از قطع تغذیه نباید در حالت برق‌دار خطرناک باشند.

مطابقت با بازرسی و با تعیین قسمت‌های رسانای در دسترس طبق آنچه در زیربند ۶-۲ داده شده است و در صورت تردید با اندازه‌گیری ولتاژ یا بار الکتریکی باقیمانده بررسی می‌شود.

۶-۶-۳ مدارهایی با ترمینال‌های برق‌دار خطرناک

این مدارها نباید به قسمت‌های رسانای در دسترس متصل شوند. در این مورد، مدارهایی که جزو مدارهای متصل به برق شهر نیستند و مدارهایی که برای کار کردن در شرایطی که یکی از کنتاکت‌های ترمینال در پتانسیل زمین باشد طراحی شده‌اند از این قاعده مستثنی هستند. در چنین مواردی، قسمت‌های رسانای در دسترس نباید برق‌دار خطرناک شوند.

همچنین اگر چنین مداری به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که با یک کنتاکت ترمینال در دسترس (سیگنال ضعیف) شناور در ولتاژی که برق‌دار خطرناک نیست کار کند، این کنتاکت ترمینال را می‌توان به ترمینال زمین عملیاتی یا به یک سیستم (مثلاً سیستم حفاظ‌گذاری هم‌محور) مشترک متصل کرد. این ترمینال زمین عملیاتی یا سیستم مشترک نیز مجاز به اتصال به سایر قسمت‌های رسانای در دسترس است.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۶-۴ ترمینال‌های هادی‌های افشان[1]

ترمینال‌های هادی‌های افشان باید به‌گونه‌ای قرار داده یا حفاظ‌دار شوند که امکان هیچ‌گونه تماس تصادفی بین قسمت‌های برق‌دار خطرناک با قطبیت‌های متفاوت یا بین چنین قسمت‌هایی با سایر قسمت‌های در دسترس، حتی در شرایط خارج‌شدن یکی از رشته‌های هادی از ترمینال، وجود نداشته باشد. اگر متصل‌بودن یا نبودن ترمینال‌ها به قسمت‌های رسانای در دسترس واضح نباشد (که ترجیح بر واضح بودن است)، ترمینال‌ها باید برای نشان‌دادن این امر نشانه‌گذاری شوند (به مورد پ زیربند ۵-۱-۵-۲ مراجعه شود).

مطابقت بعد از ورود کامل یک هادی افشان که عایق آن به طول ۸ mm برداشته شده است، و آزادگذاشتن یکی از رشته‌ها با بازرسی بررسی می‌شود. این رشته با خم‌شدن به سمت و سوی دلخواه بدون پاره‌شدن عایق پشت یا بدون خم‌های تیز نباید با قسمت‌های با قطبیت متفاوت یا سایر قسمت‌های در دسترس تماس پیدا کند.

1 - Stranded conductors

ترمینال‌های مدارهایی که ولتاژ یا جریان برق‌دار خطرناک دارند باید به‌گونه‌ای متصل، محکم یا طراحی شوند که هادی‌ها هنگام باز و بسته‌کردن یا حین ایجاد اتصالات شل نشوند.

مطابقت با انجام آزمون دستی و بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۷ الزامات عایق‌بندی

۶-۷-۱ ماهیت عایق‌بندی

۶-۷-۱-۱ کلیات

عایق‌بندی بین مدارها و قسمت‌های در دسترس (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود) یا بین مدارهای مجزا از یکدیگر، از ترکیب فواصل هوایی، فواصل خزشی و عایق‌بندی جامد تشکیل می‌شود. اگر از این عایق‌بندی برای حفاظت در برابر خطر استفاده شود، عایق‌بندی باید قابلیت تحمل تنش‌های الکتریکی ناشی از ولتاژهایی که ممکن است در منبع برق شهر یا در تجهیز ظاهر شوند را داشته باشد.

تنش‌های الکتریکی که منشاء آنها برق شهر است شامل موارد زیر است:

الف- ولتاژ کار دو سر عایق‌بندی. این ولتاژ کار در حالت عادی ولتاژ خط به خنثی منبع برق شهر است (به پیوست خ نیز مراجعه شود)؛

ب- اضافه‌ولتاژهای گذرایی که ممکن است در مواردی روی هادی‌های خط ظاهر شوند. دامنه این اضافه‌ولتاژها به رده اضافه‌ولتاژ و ولتاژ خط به خنثی منبع برق شهر بستگی دارد؛

پ- اضافه‌ولتاژهای موقت کوتاه‌مدت که ممکن است در تاسیسات برقی بین هادی خط و زمین ظاهر شوند. مقدار این اضافه‌ولتاژهای موقت می‌تواند ۱ ۲۰۰ V از ولتاژ خط به خنثی منبع برق شهر بیشتر شود و می‌تواند تا ۵ s به طول انجامد؛

ت- اضافه‌ولتاژهای موقت بلندمدت که ممکن است در تاسیسات برقی بین هادی خط و زمین ظاهر شوند. مقدار این اضافه‌ولتاژهای موقت می‌تواند ۲۵۰ V از ولتاژ خط به خنثی منبع برق شهر بیشتر شود و می‌تواند بیش از ۵ s به طول انجامد.

یادآوری- برای اطلاعات تکمیلی در مورد این اضافه‌ولتاژهای موقت به بند 442 استاندارد IEC 60364-4-44 مراجعه شود.

الزامات عایق‌بندی به موارد زیر بستگی دارد:

۱- سطح لازم عایق‌بندی (عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی یا عایق‌بندی تقویت‌شده)؛

۲- بیشینه اضافه‌ولتاژهای گذرایی که به دلیل وقایع خارجی (مانند برخورد رعد و برق یا گذرای کلیدزنی) یا به دلیل کار خود تجهیز ممکن است در مدار ظاهر شوند؛

۳- بیشینه ولتاژ کار (شامل قله ولتاژ حالت پایدار و قله ولتاژ تکرارشونده[1])

۴- درجه آلودگی ریزمحیط[2]؛

۵- بیشینه اضافه‌ولتاژ موقتی که به دلیل وقوع اشکال در سیستم توزیع برق شهر می‌تواند در مدار متصل به برق شهر به وجود آیند.

۶-۷-۱-۲ فواصل هوایی

فواصل هوایی لازم به عوامل الف تا ت زیربند ۶-۷-۱-۱ و همچنین ارتفاع اسمی کار نسبت به سطح دریا بستگی دارد. اگر مقدار اسمی تجهیز برای کار در ارتفاعی بیش از m ۲ ۰۰۰ نسبت به سطح دریا باشد، همه فواصل هوایی باید در یکی از ضرایب قابل‌اعمال جدول ۳ ضرب شوند.

جدول ۳ - ضرایب فاصله هوایی برای تجهیزاتی با مقدار اسمی کار در ارتفاع‌های تا m ۵ ۰۰۰ از سطح دریا

ارتفاع اسمی کار نسبت به سطح دریا m	ضریب
تا ۲ ۰۰۰	۱٫۰۰
از ۲ ۰۰۱ تا ۳ ۰۰۰	۱٫۱۴
از ۳ ۰۰۱ تا ۴ ۰۰۰	۱٫۲۹
از ۴ ۰۰۱ تا ۵ ۰۰۰	۱٫۴۸

برای آگاهی از جزئیات چگونگی اندازه‌گیری فواصل هوایی به پیوست پ مراجعه شود.

۶-۷-۱-۳ فواصل خزشی

فواصل خزشی لازم به عوامل الف تا ت زیربند ۶-۷-۱-۱ و همچنین شاخص مقایسه‌ای ایجاد مسیر جریان خزشی (CTI)[3] مواد عایقی بستگی دارد.

مواد طبق مقادیر CTI آنها به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند:

مواد گروه I $۶۰۰ \leq CTI$

مواد گروه II $۴۰۰ \leq CTI < ۶۰۰$

مواد گروه IIIa $۱۷۵ \leq CTI < ۴۰۰$

مواد گروه IIIb $۱۰۰ \leq CTI < ۱۷۵$

1 - Recurring peak voltage
2 - Micro-environment
3 - Comparative Tracking Index

این مقادیر CTI، مقادیری هستند که طبق استاندارد IEC 60112، برای نمونه‌هایی از مواد مرتبط که اختصاصاً برای این منظور ساخته شده و با محلول A آزموده شده‌اند به دست آمده‌اند. موادی که مقدار CTI آنها مشخص نیست فرض می‌شود که به مواد گروه IIIb تعلق دارند.

برای شیشه، سرامیک، یا سایر مواد غیرآلی استفاده‌شده در عایق‌ها که دچار مسیر جریان خزشی نمی‌شوند، نیازی به الزامات فواصل خزشی نیست.

برای آگاهی از جزئیات چگونگی اندازه‌گیری فواصل خزشی به پیوست پ مراجعه شود.

۶-۷-۱-۴ عایق‌بندی جامد

الزامات عایق‌بندی جامد به عوامل الف تا ت زیربند ۶-۷-۱-۱ بستگی دارد.

اصطلاح «عایق‌بندی جامد» برای معرفی انواع بسیار متنوعی از ساختارها، شامل بلوک‌های یکپارچه ساخته‌شده از ماده عایقی و زیرسیستم‌های عایق‌بندی[1] که به شکل لایه‌ای یا به شکل‌های دیگری از چندین ماده عایقی ساخته شده‌اند استفاده می‌شود.

استقامت الکتریکی ضخامت مشخصی از عایق‌بندی جامد به طور قابل‌توجهی بیشتر از استقامت الکتریکی همان ضخامت از هوا است. بنابراین فواصل عایقی از میان عایق‌بندی جامد معمولاً کمتر از فواصل عایقی از طریق هوا هستند. در نتیجه میدان‌های الکتریکی در عایق‌بندی جامد معمولاً بزرگتر بوده و غالباً همگنی کمتری دارند.

در مواد عایق‌بندی جامد ممکن است شکاف هوایی[2] یا حفره[3] وجود داشته باشد. زمانیکه یک سیستم عایق‌بندی جامد از چندین لایه مواد جامد ساخته شده باشد به احتمال زیاد بین لایه‌ها شکاف هوایی یا حفره وجود خواهد داشت. این حفره‌ها باعث اغتشاش میدان الکتریکی می‌شوند به طوری که قسمت بسیار بزرگی از میدان الکتریکی در حفره واقع می‌شود که بالقوه باعث یونیزه‌شدن درون حفره و در نتیجه تخلیه الکتریکی جزئی می‌شود. این تخلیه‌های الکتریکی جزئی روی عایق‌بندی جامد مجاور اثر گذاشته و ممکن است عمر بهره‌برداری آن را کاهش دهد.

عایق‌بندی جامد جزو مواد واسط قابل‌تجدید نیست: آسیب در طول عمر تجهیز حالت تجمعی دارد. عایق‌بندی جامد همچنین به دلیل انجام مکرر آزمون‌های فشار قوی در معرض کهنگی و تجزیه[4] نیز قرار دارد.

1 - Insulation subsystems
2 - Gap
3 - Void
4 - Degradation

۶-۷-۱-۵ الزامات عایق‌بندی بر اساس نوع مدار

الزامات عایق‌بندی انواع خاصی از مدارها در ادامه ارائه شده است:

الف- برای مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ تغذیه نامی تا ۳۰۰ V، در زیربند ۶-۷-۲؛

یادآوری ۱ - برای ولتاژهای نامی منابع تغذیه برق شهر به پیوست خ مراجعه شود.

ب- برای مدارهای ثانویه‌ای که تنها توسط ترانسفورماتور از مدارهای مورد الف جدا شده باشند، در زیربند ۶-۷-۳؛

پ- برای مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ III یا IV یا برای رده اضافه‌ولتاژ II بیشتر از ۳۰۰ V، در بند ذ-۱؛

ت- برای مدارهای ثانویه‌ای که تنها توسط ترانسفورماتور از مدارهای مورد پ جدا شده باشند، در بند ذ-۲؛

ث- برای مدارهایی که یک یا چند مورد از مشخصات زیر را دارند، در بند ذ-۳:

۱- مدارهایی که بیشینه اضافه‌ولتاژ گذرای محتمل آنها توسط منبع تغذیه یا در درون خود تجهیز تا سطح مشخصی که کمتر از سطح مفروض مدار برق شهر است، محدود شده است؛

۲- مدارهایی که بیشینه اضافه‌ولتاژ گذرای محتمل آنها بیشتر از سطح مفروض مدار برق شهر است؛

۳- مدارهایی که ولتاژ کار آنها مجموع ولتاژهای بیش از یک مدار است یا یک ولتاژ ترکیبی است؛

۴- مدارهایی که ولتاژ کار آنها از یک ولتاژ قله تکرارشونده تشکیل شده است که می‌تواند شامل یک شکل‌موج متناوب غیرسینوسی یا یک شکل‌موج نامتناوب که به طور منظم رخ می‌دهد باشد؛

۵- مدارهایی که ولتاژ کار آنها فرکانسی بیشتر از ۳۰ kHz دارد.

یادآوری ۲- الزامات عایق‌بندی مدارهای اندازه‌گیری در استاندارد IEC 61010-2-030 ارائه شده‌اند.

یادآوری ۳- برای الزامات مدارهای کلیدزنی مانند منابع تغذیه مبتنی بر کلیدزنی به بند ذ-۳ مراجعه شود.

۶-۷-۲ عایق‌بندی مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ نامی تغذیه تا ۳۰۰ V

۶-۷-۲-۱ فواصل هوایی و فواصل خزشی

فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای برق شهر با لحاظ‌کردن موارد زیر باید مقادیر جدول ۴ را برآورده کنند.

الف- مقادیر جدول ۴ برای عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی برقرار هستند. مقادیر عایق‌بندی تقویت‌شده باید دو برابر مقادیر عایق‌بندی پایه باشد.

ب- کمینه فاصله هوایی برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده برای آلودگی درجه ۳، ۰٫۸ mm باشد.

پ- اگر مقدار اسمی تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از m ۰۰۰ ۲ نسبت به سطح دریا باشد، فواصل هوایی باید در ضریب قابل‌اعمال جدول ۳ ضرب شوند.

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

جدول ۴ - فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II تا V ۳۰۰

مقدار موثر ولتاژ AC خط به خنثی یا ولتاژ DC	مقدار فواصل هوایی	مقادیر فواصل خزشی								
		مواد برد مدار چاپی		سایر مواد عایقی						
		درجه آلودگی ۱	درجه آلودگی ۲	درجه آلودگی ۱	درجه آلودگی ۲			درجه آلودگی ۳		
		مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروهای I، II، IIIa	مواد تمام گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤ ۱۵۰	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۸	۱٫۱	۱٫۶	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۵
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۲٫۱	۳٫۰	۳٫۸	۴٫۱	۴٫۷

روکش‌هایی که الزامات پیوست ح را برآورده می‌کنند هنگامی که روی سطوح خارجی بردهای مدار چاپی کشیده شوند باعث کاهش درجه آلودگی آن سطح روکش‌دار به درجه آلودگی ۱ می‌شوند.

مطابقت روکش‌ها طبق آنچه در پیوست ح داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۷-۲-۲ عایق‌بندی جامد

۶-۷-۲-۲-۱ کلیات

عایق‌بندی جامد مدارهای برق شهر باید قابلیت تحمل تنش‌های الکتریکی و مکانیکی که ممکن است در شرایط عادی استفاده، در کلیه شرایط اسمی محیطی (به زیربند ۱-۴ مراجعه شود)، در طول عمر مورد انتظار برای تجهیز رخ دهند را داشته باشد.

یادآوری- توصیه می‌شود تولیدکننده هنگام انتخاب مواد عایقی عمر مورد انتظار تجهیز را مد نظر داشته باشد.

مطابقت با بازرسی و با انجام آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم min ۱، یا در مدارهای برق شهر که تنها تحت تنش DC هستند با آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت min ۱، با ولتاژهای قابل‌اعمال جدول ۵ بررسی می‌شود.

جدول ۵ - ولتاژهای آزمون برای عایق‌بندی جامد مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II تا V ۳۰۰

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا ولتاژ DC	ولتاژ آزمون یک دقیقه‌ای AC		ولتاژ آزمون یک دقیقه‌ای DC	
	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده
V	V	V	V	V
≤ ۱۵۰	۱ ۳۵۰	۲ ۷۰۰	۱ ۹۰۰	۳ ۸۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۱ ۵۰۰	۳ ۰۰۰	۲ ۱۰۰	۴ ۲۰۰

همچنین عایق‌بندی جامد در صورت استفاده باید الزامات زیر را برآورده کند:

الف- برای عایق‌بندی جامدی که از آن به عنوان محفظه یا مانع حفاظتی استفاده می‌شود، الزامات بند ۸؛

ب- برای قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده، الزامات زیربند ۶-۷-۲-۲-۲؛

پ- برای لایه‌های داخلی بردهای مدار چاپی، الزامات زیربند ۶-۷-۲-۲-۳؛

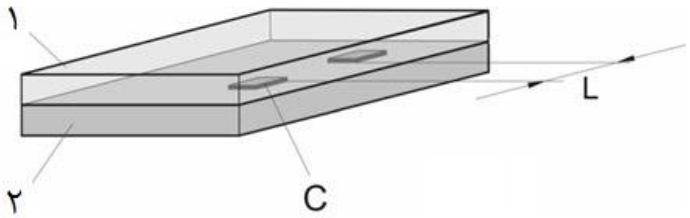
ت- برای عایق‌بندی فیلم‌نازک، الزامات زیربند ۶-۷-۲-۲-۴.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای قابل‌اعمال ۶-۷-۲-۲-۲ تا ۶-۷-۲-۲-۴ و بند ۸ ارائه شده بررسی می‌شود.

۶-۷-۲-۲-۲ قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که در محل اتصال بین دو لایه مشابه قالب‌ریزی شده به یکدیگر قرار دارند بعد از تکمیل عمل قالب‌ریزی باید دست‌کم ۰٫۴ mm (به مورد L شکل ۶ مراجعه شود) از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما:

۱ لایه ۱

۲ لایه ۲

C هادی

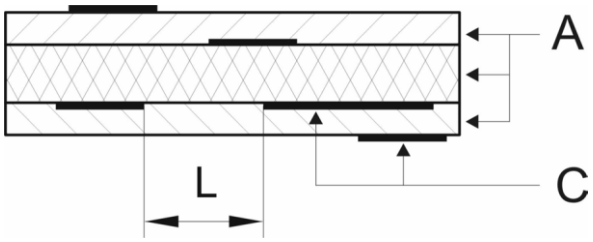
L فاصله بین هادی‌ها

شکل ۶ - فاصله بین هادی‌ها در مرز بین دو لایه

۶-۷-۲-۲-۳ لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه مشابه قرار دارند باید دست‌کم ۰٫۴ mm (به مورد L شکل ۷ مراجعه شود) از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما

L فاصله بین هادی‌های مجاور
A لایه‌ها
C هادی‌ها

شکل ۷ – فاصله بین هادی‌های مجاور در امتداد مرز بین دو لایه داخلی

عایق‌بندی تقویت‌شده لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی نیز باید استقامت الکتریکی کافی بین لایه‌های متناظر را داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم ۰٫۴ mm باشد؛

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شود و تولیدکننده مواد، مقدار اسمی هر یک از آنها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون ارائه‌شده برای عایق‌بندی تقویت‌شده در جدول ۵، داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

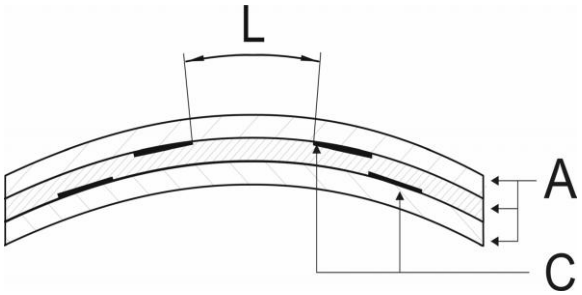
پ- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شود و تولیدکننده مواد، مقدار اسمی ترکیب این لایه‌ها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون ارائه‌شده برای عایق‌بندی تقویت‌شده در جدول ۵، داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

۶-۷-۲-۲-۴ عایق‌بندی فیلم‌نازک

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند (به مورد L شکل ۸ مراجعه شود) باید به‌اندازه فاصله هوایی و فاصله خزشی داده‌شده در زیربند ۶-۷-۲-۱ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار فاصله جدایی یا با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما:

L فاصله بین هادی‌های مجاور هم
A لایه‌هایی از جنس فیلم‌نازک مانند نوار و فیلم پلی‌استری
C هادی‌ها

یادآوری- بین لایه‌ها ممکن است هوا وجود داشته باشد.

شکل ۸ - فاصله بین هادی‌های مجاور بین دو لایه یکسان

عایق‌بندی تقویت‌شده قرارگرفته بین لایه‌های عایق‌بندی فیلم‌نازک نیز باید استقامت الکتریکی مناسبی داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم ۰٫۴ mm باشد؛

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس فیلم‌نازک تشکیل شود و تولیدکننده مواد، مقدار اسمی هر یک از آنها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون داده‌شده برای عایق‌بندی پایه در جدول ۵، داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی دست‌کم از سه لایه مجزا از جنس فیلم‌نازک تشکیل شود و هر دو لایه دلخواه آن برای داشتن استقامت الکتریکی مناسب آزموده شود؛

مطابقت با انجام آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۱ min، یا برای مدارهای برق شهر که تنها تحت تنش DC هستند، با انجام آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت دست‌کم ۱ min روی دو لایه از سه لایه بررسی می‌شود. ولتاژ اعمال‌شده باید مطابق عایق‌بندی تقویت‌شده جدول ۵ باشد.

یادآوری- برای انجام این آزمون می‌توان نمونه خاصی ساخت که تنها شامل دو لایه ماده باشد.

۶-۷-۳ عایق‌بندی مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II تا V ۳۰۰

۶-۷-۳-۱ کلیات

در این استاندارد مدارهایی که جدایی آنها از مدار برق شهر توسط ترانسفورماتوری به دست آید که سیم‌پیچ‌های اولیه آن توسط عایق‌بندی تقویت‌شده، عایق‌بندی مضاعف، یا توسط حفاظ متصل به ترمینال هادی حفاظتی از سیم‌پیچ‌های ثانویه آن جدا شده باشد، مدار ثانویه نامیده می‌شود.

یادآوری- چنین فرض می‌شود که این مدارها نسبت به مدار متصل به برق شهر در معرض سطوح کمتری از اضافه‌ولتاژ گذرا قرار داشته باشند.

۶-۷-۳-۲ فواصل هوایی

فواصل هوایی مدارهای ثانویه باید مورد الف یا ب را برآورده کنند:

الف- برای عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی، مقادیر جدول ۶، یا برای عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر مقادیر جدول ۶ را برآورده کنند.

ب- با اعمال ولتاژ آزمون جدول ۶ مورد قبول آزمون ولتاژی زیربند ۶-۸ باشد.

تنظیمات زیر کاربرد دارد:

۱- مقادیر ولتاژهای آزمون برای عایق‌بندی تقویت‌شده ۱٫۶ برابر مقدار عایق‌بندی پایه باشد؛

۲- اگر مقدار اسمی تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از ۲ ۰۰۰ m از سطح دریا باشد، مقادیر فواصل هوایی در ضریب قابل اعمال جدول ۳ ضرب شوند؛

۳- کمینه فاصله هوایی برای درجه آلودگی ۲، ۰٫۲ mm و برای درجه آلودگی ۳، ۰٫۸ mm باشد.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری و برای مورد ب با انجام آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۵ s، یا با انجام آزمون DC یک دقیقه‌ای زیربند ۶-۸-۳-۲ با ولتاژ آزمون قابل اعمال جدول ۶ بررسی می‌شود. مقدار ولتاژ آزمون DC، $\sqrt{2}$ برابر مقدار موثر ولتاژ آزمون AC باشد.

جدول ۶ - فواصل هوایی و ولتاژهای آزمون مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II تا ۳۰۰ V

ولتاژ کار ثانویه		ولتاژ خط به خنثی برق شهر، رده اضافه‌ولتاژ II			
		≤ ۱۵۰ V AC r.m.s.		> ۱۵۰ V ≤ ۳۰۰ V AC r.m.s.	
AC r.m.s.	مقدار اوج AC یا DC	فاصله هوایی	ولتاژ آزمون	فاصله هوایی	ولتاژ آزمون
V	V	mm	V AC r.m.s.	mm	V AC r.m.s.
۱۶	۲۲٫۶	۰٫۱۰	۵۰۰	۰٫۵۰	۸۴۰
۳۳	۴۶٫۷	۰٫۱۱	۵۱۰	۰٫۵۲	۸۵۰
۵۰	۷۰	۰٫۱۲	۵۲۰	۰٫۵۳	۸۶۰
۱۰۰	۱۴۰	۰٫۱۳	۵۴۰	۰٫۶۱	۹۰۰
۱۵۰	۲۱۰	۰٫۱۶	۵۸۰	۰٫۶۹	۹۴۰
۳۰۰	۴۲۰	۰٫۳۹	۷۷۰	۰٫۹۴	۱ ۰۴۰
۶۰۰	۸۴۰	۱٫۰۱	۱ ۰۷۰	۱٫۶۱	۱ ۴۵۰
۱ ۰۰۰	۱ ۴۰۰	۱٫۹۲	۱ ۶۳۰	۲٫۵۲	۱ ۹۷۰
۱ ۲۵۰	۱ ۷۵۰	۲٫۵۰	۱ ۹۶۰	۳٫۱۶	۲ ۲۸۰
۱ ۶۰۰	۲ ۲۴۰	۳٫۳۹	۲ ۹۳۰	۴٫۱۱	۲ ۷۳۰
۲ ۰۰۰	۲ ۸۰۰	۴٫۴۹	۲ ۸۹۰	۵٫۳۰	۳ ۲۳۰
۲ ۵۰۰	۳ ۵۰۰	۶٫۰۲	۳ ۵۲۰	۶٫۹۱	۳ ۵۸۰
۳ ۲۰۰	۴ ۴۸۰	۸٫۳۷	۴ ۳۹۰	۹٫۱۶	۴ ۶۶۰
۴ ۰۰۰	۵ ۶۰۰	۱۰٫۹	۵ ۳۲۰	۱۱٫۶	۵ ۶۱۰
۵ ۰۰۰	۷ ۰۰۰	۱۴٫۰	۶ ۵۹۰	۱۴٫۹	۶ ۹۶۰
۶ ۳۰۰	۸ ۸۲۰	۱۸٫۲	۸ ۲۷۰	۱۹٫۱	۸ ۶۲۰
۸ ۰۰۰	۱۱ ۲۰۰	۲۳٫۹	۱۰ ۴۰۰	۲۴٫۷	۱۰ ۷۰۰
۱۰ ۰۰۰	۱۴ ۰۰۰	۳۰٫۷	۱۲ ۹۰۰	۳۱٫۶	۱۳ ۳۰۰
۱۲ ۵۰۰	۱۷ ۵۰۰	۳۹٫۶	۱۶ ۱۰۰	۴۰٫۵	۱۶ ۴۰۰
۱۶ ۰۰۰	۲۲ ۴۰۰	۵۲٫۵	۲۰ ۴۰۰	۵۳٫۵	۲۰ ۷۰۰
۲۰ ۰۰۰	۲۸ ۰۰۰	۶۷٫۹	۲۵ ۳۰۰	۶۸٫۹	۲۵ ۶۰۰
۲۵ ۰۰۰	۳۵ ۰۰۰	۸۷٫۹	۳۱ ۶۰۰	۸۹٫۰	۳۲ ۰۰۰
۳۲ ۰۰۰	۴۴ ۸۰۰	۱۱۷	۴۰ ۴۰۰	۱۱۸	۴۰ ۷۰۰
۴۰ ۰۰۰	۵۶ ۰۰۰	۱۵۱	۵۰ ۳۰۰	۱۵۳	۵۰ ۸۰۰
۵۰ ۰۰۰	۷۰ ۰۰۰	۱۹۶	۶۲ ۸۰۰	۱۹۸	۶۳ ۴۰۰
۶۳ ۰۰۰	۸۸ ۲۰۰	۲۵۸	۷۹ ۴۰۰	۲۶۰	۸۰ ۰۰۰
در صورت نیاز می‌توان از درون‌یابی خطی استفاده کرد.					

۶-۷-۳-۳ فواصل خزشی

فواصل خزشی عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی مدارهای ثانویه بر اساس ولتاژ کاری که باعث تنش عایق‌بندی می‌شود باید مقادیر قابل اعمال جدول ۷ را برآورده کنند. مقادیر عایق‌بندی تقویت شده، دو برابر مقادیر عایق‌بندی پایه است.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

آن دسته از روکش‌هایی که الزامات پیوست ح را برآورده می‌کنند با کشیده‌شدن بر روی سطوح خارجی بردهای مدار چاپی، درجه آلودگی سطح پوشش‌داده‌شده را به درجه آلودگی ۱ کاهش می‌دهند.

مطابقت روکش‌ها طبق آنچه در پیوست ح داده شده است بررسی می‌شود.

جدول ۷ – فواصل خزشی مدارهای ثانویه

ولتاژ کار ثانویه	مواد بردهای مدار چاپی		سایر مواد عایقی					
	درجه آلودگی ۱	درجه آلودگی ۲	درجه آلودگی ۱	درجه آلودگی ۲		درجه آلودگی ۳		
AC r.m.s. یا DC	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه‌های I، II، IIIa	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III [ب]
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
۱۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۰۸	۰٫۴۰	۰٫۴۰	۰٫۴۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۱۲٫۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۰۹	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۱٫۰۵	۱٫۰۵	۱٫۰۵
۱۶	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۰	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۱۰
۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۱	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۲۰
۲۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۲۵	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۵
۳۲	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۴	۰٫۵۳	۰٫۵۳	۰٫۵۳	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۳
۴۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۶	۰٫۵۶	۰٫۸۰	۱٫۱۰	۱٫۴	۱٫۶	۱٫۸
۵۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۸	۰٫۶۰	۰٫۸۵	۱٫۲۰	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۹
۶۳	۰٫۰۴۰	۰٫۰۶۳	۰٫۲۰	۰٫۶۳	۰٫۸۹	۱٫۲۵	۱٫۶	۱٫۸	۲٫۰
۸۰	۰٫۰۶۳	۰٫۱۰	۰٫۲۲	۰٫۶۷	۰٫۹۵	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
۱۰۰	۰٫۱۰	۰٫۱۶	۰٫۲۵	۰٫۷۱	۱٫۰۰	۱٫۴	۱٫۸	۲٫۰	۲٫۲
۱۲۵	۰٫۱۶	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۷۵	۱٫۰۵	۱٫۵	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۴
۱۶۰	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۰٫۳۲	۰٫۸۰	۱٫۱	۱٫۶	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۵
۲۰۰	۰٫۴۰	۰٫۶۳	۰٫۴۲	۱٫۰۰	۱٫۴	۲٫۰	۲٫۵	۲٫۸	۳٫۲
۲۵۰	۰٫۵۶	۱٫۰	۰٫۵۶	۱٫۲۵	۱٫۸	۲٫۵	۳٫۲	۳٫۶	۴٫۰
۳۲۰	۰٫۷۵	۱٫۶	۰٫۷۵	۱٫۶۰	۲٫۲	۳٫۲	۴٫۰	۴٫۵	۵٫۰
۴۰۰	۱٫۰	۲٫۰	۱٫۰	۲٫۰	۲٫۸	۴٫۰	۵٫۰	۵٫۶	۶٫۳
۵۰۰	۱٫۳	۲٫۵	۱٫۳	۲٫۵	۳٫۶	۵٫۰	۶٫۳	۷٫۱	۸٫۰
۶۳۰	۱٫۸	۳٫۲	۱٫۸	۳٫۲	۴٫۵	۶٫۳	۸٫۰	۹٫۰	۱۰٫۰
۸۰۰	۲٫۴	۴٫۰	۲٫۴	۴٫۰	۵٫۶	۸٫۰	۱۰٫۰	۱۱	۱۲٫۵
۱ ۰۰۰	۳٫۲[الف]	۵٫۰[الف]	۳٫۲	۵٫۰	۷٫۱	۱۰٫۰	۱۲٫۵	۱۴	۱۶
۱ ۲۵۰			۴٫۲	۶٫۳	۹٫۰	۱۲٫۵	۱۶	۱۸	۲۰
۱ ۶۰۰			۵٫۶	۸٫۰	۱۱	۱۶	۲۰	۲۲	۲۵
۲ ۰۰۰			۷٫۵	۱۰٫۰	۱۴	۲۰	۲۵	۲۸	۳۲
۲ ۵۰۰			۱۰٫۰	۱۲٫۵	۱۸	۲۵	۳۲	۳۶	۴۰
۳ ۲۰۰			۱۲٫۵	۱۶	۲۲	۳۲	۴۰	۴۵	۵۰
۴ ۰۰۰			۱۶	۲۰	۲۸	۴۰	۵۰	۵۶	۶۳
۵ ۰۰۰			۲۰	۲۵	۳۶	۵۰	۶۳	۷۱	۸۰
۶ ۳۰۰			۲۵	۳۲	۴۵	۶۳	۸۰	۹۰	۱۰۰
۸ ۰۰۰			۳۲	۴۰	۵۶	۸۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۵
۱۰ ۰۰۰			۴۰	۵۰	۷۱	۱۰۰	۱۲۵	۱۴۰	۱۶۰
۱۲ ۵۰۰			۵۰	۶۳	۹۰	۱۲۵			
۱۶ ۰۰۰			۶۳	۸۰	۱۱۰	۱۶۰			
۲۰ ۰۰۰			۸۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۰۰			
۲۵ ۰۰۰			۱۰۰	۱۲۵	۱۸۰	۲۵۰			
۳۲ ۰۰۰			۱۲۵	۱۶۰	۲۲۰	۳۲۰			
۴۰ ۰۰۰			۱۶۰	۲۰۰	۲۸۰	۴۰۰			
۵۰ ۰۰۰			۲۰۰	۲۵۰	۳۶۰	۵۰۰			
۶۳ ۰۰۰			۲۵۰	۳۲۰	۴۵۰	۶۰۰			

[الف] برای ولتاژهای بیشتر از ۱۰۰۰ V، فواصل خزشی روی مواد برد مدار چاپی به اندازه فواصل خزشی سایر عایق‌کننده‌های همان گروه مواد باشد.

[ب] پیشنهاد می‌شود از مواد گروه IIIb در درجه آلودگی ۳ بیشتر از ۶۳۰ V استفاده نشود.

در صورت نیاز می‌توان از درون‌یابی خطی استفاده کرد.

۶-۷-۳-۴ عایق‌بندی جامد

۶-۷-۳-۴-۱ کلیات

عایق‌بندی جامد مدارهای ثانویه باید قابلیت تحمل تنش‌های الکتریکی و مکانیکی که ممکن است در کلیه شرایط محیطی اسمی (به زیربند ۱-۴ مراجعه شود) و در طول عمر مورد انتظار برای تجهیز طی استفاده عادی رخ دهند را داشته باشد.

یادآوری- توصیه می‌شود تولیدکننده در انتخاب مواد عایقی، عمر مورد انتظاری تجهیز را در نظر داشته باشد.

مطابقت با انجام هر دو آزمون زیر بررسی می‌شود:

الف- برای عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی، انجام آزمون ولتاژ زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت ۵ s با ولتاژ آزمون جدول ۶. برای عایق‌بندی تقویت‌شده این مقادیر در ۱٫۶ ضرب شوند.

ب- علاوه بر آن، اگر ولتاژ کار بیشتر از ۳۰۰ V باشد، برای عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی انجام آزمون ولتاژ زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت ۱ min با ولتاژ آزمون جدول ۶ و برای عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر ولتاژ کار.

عایق‌بندی جامد باید الزامات قابل اعمال زیر را نیز برآورده کند:

۱- برای عایق‌بندی جامد با کارکرد محفظه یا مانع حفاظتی، الزامات بند ۸؛

۲- برای قسمت‌های قالب‌ریزی‌شده و ریخته‌گری شده، الزامات زیربند ۶-۷-۳-۴-۲؛

۳- برای لایه‌های داخلی عایق بردهای مدار چاپی، الزامات زیربند ۶-۷-۳-۴-۳؛

۴- برای عایق‌بندی فیلم‌نازک، الزامات زیربند ۶-۷-۳-۴-۴؛

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۶-۷-۳-۴-۲ تا ۶-۷-۳-۴-۴ و بند ۸ داده شده است بررسی می‌شود.

۶-۷-۳-۴-۲ قسمت‌های قالب‌ریزی‌شده یا ریخته‌گری شده

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه مشابه قرار دارند باید به اندازه کمینه فاصله قابل اعمال داده‌شده در جدول ۸ از یکدیگر فاصله داشته باشند (به مورد L شکل ۶ مراجعه شود).

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

جدول ۸ - کمینه مقادیر فواصل یا ضخامت‌ها (به زیربندهای ۶-۷-۳-۴-۲ تا ۶-۷-۳-۴-۴ مراجعه شود)

مقدار قله ولتاژ کار AC یا DC یا ولتاژ قله تکرارشونده	مقدار کمینه	مقدار قله ولتاژ کار AC یا DC یا ولتاژ قله تکرارشونده	مقدار کمینه
kV	mm	kV	mm
> ۰٫۰۴۶ ≤ ۰٫۳۳	۰٫۰۵	> ۸٫۰ ≤ ۱۰	۳٫۵
> ۰٫۳۳ ≤ ۰٫۸	۰٫۱	> ۱۰ ≤ ۱۲	۴٫۵
> ۰٫۸ ≤ ۱٫۰	۰٫۱۵	> ۱۲ ≤ ۱۵	۵٫۵
> ۱٫۰ ≤ ۱٫۲	۰٫۲	> ۱۵ ≤ ۲۰	۸
> ۱٫۲ ≤ ۱٫۵	۰٫۳	> ۲۰ ≤ ۲۵	۱۰
> ۱٫۵ ≤ ۲٫۰	۰٫۴۵	> ۲۵ ≤ ۳۰	۱۲٫۵
> ۲٫۰ ≤ ۲٫۵	۰٫۶	> ۳۰ ≤ ۴۰	۱۷
> ۲٫۵ ≤ ۳٫۰	۰٫۸	> ۴۰ ≤ ۵۰	۲۲
> ۳٫۰ ≤ ۴٫۰	۱٫۲	> ۵۰ ≤ ۶۰	۲۷
> ۴٫۰ ≤ ۵٫۰	۱٫۵	> ۶۰ ≤ ۸۰	۳۵
> ۵٫۰ ≤ ۶٫۰	۲	> ۸۰ ≤ ۱۰۰	۴۵
> ۶٫۰ ≤ ۸٫۰	۳		

۶-۷-۳-۴-۳ لایه‌های داخلی عایق بردهای مدار چاپی

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه مشابه قرار دارند باید به اندازه کمینه فاصله قابل‌اعمال داده‌شده در جدول ۸ از یکدیگر فاصله داشته باشند (به مورد L شکل ۷ مراجعه شود).

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

عایق‌بندی تقویت‌شده لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی باید در مسیر لایه‌های مرتبط استقامت الکتریکی مناسبی نیز داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی، دست‌کم به اندازه کمینه فاصله قابل‌اعمال جدول ۸ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از مواد بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد برای هر یک از آن‌ها مقدار اسمی استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون ارائه‌شده در جدول ۶ برای عایق‌بندی پایه را داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از مواد بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد، برای ترکیب لایه‌ها مقدار اسمی استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم ۱٫۶ برابر مقدار ولتاژ جدول ۶ را اختصاص داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

۶-۷-۳-۴-۴ عایق‌بندی فیلم‌نازک

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه مشابه قرار دارند (به مورد L شکل ۷ مراجعه شود) باید به اندازه دست‌کم فاصله هوایی و فاصله خزشی زیربندهای ۶-۷-۳-۲ و ۶-۷-۳-۳ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با اندازه‌گیری یا با بازرسی آن قسمت یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

عایق‌بندی تقویت‌شده میان لایه‌های عایق‌بندی فیلم‌نازک نیز باید استقامت الکتریکی مناسبی داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم به اندازه مقدار قابل‌اعمال جدول ۸ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از مواد فیلم‌نازک تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد، برای هر یک از آنها مقدار اسمی استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون جدول ۶ برای عایق‌بندی پایه را اختصاص داده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی دست‌کم از سه لایه مجزا از مواد فیلم‌نازک تشکیل شده باشد که دو به دو آنها برای نشان دادن استقامت الکتریکی مناسب آزمون شده باشند.

مطابقت با انجام آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۱ min، یا، برای مدارهایی که تنها تحت تنش DC هستند، با انجام آزمون یک دقیقه‌ای DC زیربند ۶-۸-۳-۲ با اعمال ۱٫۶ برابر مقدار ولتاژ آزمون جدول ۶ به دو لایه از آن سه لایه بررسی می‌شود.

یادآوری- برای انجام این آزمون می‌توان نمونه خاصی ساخت که تنها شامل دو لایه ماده باشد.

۶-۸ روش انجام آزمون‌های ولتاژ

۶-۸-۱ کلیات

در انجام آزمون‌های نوعی روش‌های انجام آزمون زیر کاربرد دارد و ممکن است باعث تخریب آزمونه شود. استفاده مجدد از آزمونه ممکن است مناسب نباشد.

تجهیزات مورد نیاز آزمون‌های ولتاژ در استانداردهای IEC 61180-1 و IEC 61180-2 ارائه شده‌اند.

قسمت‌های در دسترس عایق‌بندی محفظه در هر جایی جز اطراف ترمینال‌ها با فویل فلزی پوشانده شوند. برای ولتاژهای آزمون تا مقدار قله ۱۰ kV AC یا ۱۰ kV DC، فاصله فویل تا ترمینال بیشتر از ۲۰ mm نباشد. برای ولتاژهای بیشتر این حداقل فاصله برای اجتناب از جرقه سطحی[1] است. برای آگاهی از این فواصل کمینه به جدول ۹ مراجعه شود.

یادآوری- فواصل جدول ۹ مانع بروز جرقه سطحی بین فویل و ترمینال‌ها خواهد شد.

جدول ۹ - فواصل بین فویل و ترمینال‌ها

ولتاژ آزمون	فاصله
kV	mm
۱۰	۲۰
۲۰	۴۵
۳۰	۷۰
۵۰	۱۳۰
۷۰	۱۹۵
۱۰۰	۲۹۰

قسمت‌های در دسترس کنترل‌ها به همراه قسمت‌هایی که از جنس مواد عایقی ساخته شده‌اند داخل فویل فلزی پیچانده شوند یا روی آنها یک ماده رسانای نرم گذاشته و فشرده شود.

از فویل فلزی بعد از آماده‌سازی رطوبتی (در صورت کاربرد) استفاده شود و به ترمینال فشار ضعیف، مولد ولتاژ آزمون وصل شود.

تجهیز در طول انجام این آزمون‌ها برق‌دار نشود.

در صحه‌گذاری فواصل هوایی، مقادیر ولتاژ ارائه‌شده در زیربند ۶-۷ در آزمون‌هایی که در ارتفاع ۲ ۰۰۰ m از سطح دریا انجام می‌شوند کاربرد دارد. اگر ارتفاع سایت آزمون غیر این باشد، غیر از آزمون‌های عایق‌بندی جامد، برای فواصل هوایی تصحیح‌های جدول ۱۰ به‌کار برده شود.

یادآوری ۱- آزمون الکتریکی فواصل هوایی باعث تنش عایق‌بندی جامد مرتبط نیز خواهد شد.

یادآوری ۲- در مواردی که از ترکیب دو یا چند وسیله حفاظتی استفاده شده باشد (به زیربند ۶-۵-۱ مراجعه شود)، ولتاژ اختصاص‌یافته به عایق‌بندی تقویت‌شده را می‌توان در قسمت‌هایی از مدار که نیازی به تحمل چنین ولتاژهایی نیست، اعمال کرد. برای اینکه تجهیز کامل به طور مناسب آزمون شود ممکن است به انجام آزمون جداگانه روی هر یک از زیرمجموعه‌های آن نیاز باشد.

1 - Flashover

جدول ۱۰ - ضرایب تصحیح بر حسب ارتفاع سایت آزمون از سطح دریا
برای تصحیح ولتاژهای آزمون فواصل هوایی

	ضرایب تصحیح			
ولتاژ آزمون مقدار اوج	**≥ ۳۲۷ V < ۶۰۰ V**	**≥ ۶۰۰ V < ۳ ۵۰۰ V**	**≥ ۳ ۵۰۰ V < ۲۵ kV**	**≥ ۲۵ kV**
ولتاژ آزمون مقدار موثر	**≥ ۲۳۱ V < ۴۲۴ V**	**≥ ۴۲۴ V < ۲ ۴۷۵ V**	**≥ ۲ ۴۷۵ V < ۱۷٫۷ V**	**≥ ۱۷٫۷ kV**
ارتفاع سایت آزمون از سطح دریا m				
۰	۱٫۰۸	۱٫۱۶	۱٫۲۲	۱٫۲۴
۵۰۰	۱٫۰۶	۱٫۱۲	۱٫۱۶	۱٫۱۷
۱ ۰۰۰	۱٫۰۴	۱٫۰۸	۱٫۱۱	۱٫۱۲
۲ ۰۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۳ ۰۰۰	۰٫۹۶	۰٫۹۲	۰٫۸۹	۰٫۸۸
۴ ۰۰۰	۰٫۹۲	۰٫۸۵	۰٫۸۰	۰٫۷۹
۵ ۰۰۰	۰٫۸۸	۰٫۷۸	۰٫۷۱	۰٫۷۰
در صورت نیاز می‌توان از درون‌یابی خطی استفاده کرد.				

۶-۸-۲ آماده‌سازی رطوبتی

تجهیز قبل از انجام آزمون‌های ولتاژی در معرض آماده‌سازی رطوبتی قرار گیرد، مگر آنکه در این استاندارد غیر این تعیین شده باشد. تجهیز در طول آماده‌سازی برق‌دار نشود.

این عمل‌آوری روی قسمت‌هایی که به وضوح بعید است تحت تاثیر رطوبت و دما قرار گیرند، نیاز نیست انجام شود.

قسمت‌هایی را که می‌توان بدون ابزار جدا کرد باید جدا کرده و همراه قسمت اصلی در معرض آماده‌سازی رطوبتی قرار داد.

آماده‌سازی در اتاقک رطوبت که هوایی با رطوبت RH ٪ ۳ ± RH ٪ ۹۳ دارد انجام شود. دمای هوای اتاقک در ۲ °C ± ۴۰ °C ثابت نگه داشته شود.

قبل از اعمال رطوبت، تجهیز به دمای ۲ °C ± ۴۲ °C، معمولاً با نگهداری تجهیز در این دما دست‌کم به مدت ۴ h قبل از آماده‌سازی رطوبتی، رسانده شود.

هوای اتاقک به گردش درآید و طراحی اتاقک به‌گونه‌ای باشد که چگالش در روی تجهیز اتفاق نشست نکند.

تجهیز به مدت ۴۸ h در اتاقک باقی بماند، سپس خارج شده و در حالیکه پوشش‌های تجهیزی که فاقد تهویه است برداشته شده‌اند به مدت ۲ h تحت شرایط محیطی زیربند ۴-۳-۱ بازیابی شود.

این آزمون‌ها در مدت ۱ h آخر دوره بازیابی بعد از آماده‌سازی رطوبتی انجام و تکمیل می‌شوند. قسمت‌های جداشده می‌توانند مجدداً مونتاژ شوند یا نشوند، هرکدام که شرایط نامساعدتری را ایجاد کند.

۶-۸-۳ روش‌های انجام آزمون

۶-۸-۳-۱ آزمون ولتاژ AC

مولد باید قابلیت تامین توانی به اندازه دست‌کم ۵۰۰ VA را داشته باشد. شکل موج ولتاژ آزمون فرکانس قدرت اساساً باید سینوسی باشد. این الزام زمانی برآورده می‌شود که نسبت مقدار قله به مقدار موثر $\sqrt{۲}$ ± ۳ ٪ باشد.

ولتاژ آزمون به طور یکنواخت در مدت ۵ s از صفر ولت تا مقدار تعیین‌شده افزایش یابد و دست‌کم به مدت زمان تعیین‌شده در آن مقدار باقی بماند.

در طی این آزمون نباید جرقه سطحی در فواصل هوایی و شکست الکتریکی در عایق‌بندی جامد رخ دهد.

۶-۸-۳-۲ آزمون ولتاژ DC به مدت ۱ min

ولتاژ آزمون DC اساساً باید عاری از اعوجاج باشد. این الزام زمانی برآورده می‌شود که نسبت مقدار اوج ولتاژ به مقدار متوسط آن ٪ ۳ ± ۱٫۰ باشد.

ولتاژ آزمون DC به طور یکنواخت در مدت ۵ s از صفر ولت تا مقدار تعیین‌شده افزایش یابد و دست‌کم به مدت ۱ min در آن مقدار باقی بماند.

در طی این آزمون نباید جرقه سطحی در فواصل هوایی و شکست الکتریکی در عایق‌بندی جامد رخ دهد.

۶-۸-۳-۳ آزمون تحمل ولتاژ ضربه

این آزمون برای هر قطبیت باید پنج بار انجام شود و فاصله بین ضربه‌ها دست‌کم ۱ s باشد. آزمون ولتاژ ضربه با شکل‌موج ۱٫۲/۵۰ µs (به شکل 1 استاندارد IEC 61180-1 مراجعه شود) انجام می‌شود. شکل‌موج هر یک از ضربه‌ها باید مشاهده شود (به یادآوری ۱ مراجعه شود).

اگر برای صحه‌گذاری فواصل هوایی داخل تجهیز از آزمون ولتاژ ضربه استفاده شود، از اعمال‌شدن ولتاژ ضربه تعیین‌شده روی فاصله هوایی باید اطمینان حاصل شود. امپدانس حفاظتی و افزاره‌های محدودکننده ولتاژ که با عایق‌بندی تحت آزمون موازی شده‌اند باید قطع اتصال شوند.

در طی این آزمون نباید جرقه سطحی در فواصل هوایی و شکست الکتریکی در عایق‌بندی جامد رخ دهد.، اما رخداد تخلیه الکتریکی جزئی قابل‌قبول است. تخلیه الکتریکی جزئی از پله‌ای که روی شکل موج حاصل که

پیش از آن در ضربه‌های پی در پی رخ می‌دهد مشخص می‌شود. شکست الکتریکی در ضربه اول می‌تواند یا نشانه خرابی کامل سیستم عایق‌بندی یا نشانه کار افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ در تجهیز باشد.

یادآوری ۱- اگر تجهیز افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ داشته باشد، دقت شود تا برای اطمینان از اینکه عملکرد آنها به عنوان خرابی عایق‌بندی تلقی نشده است، شکل موج مورد بررسی قرار گیرد. اعوجاج‌های موجود در ولتاژ ضربه، که از ضربه‌ای به ضربه دیگر تغییر نمی‌کند ممکن است بر اثر کار یکی از افزاره‌های محدودکننده ولتاژ به وجود آمده باشد و نشان‌دهنده شکست الکتریکی (جزئی) عایق‌بندی جامد نباشد.

یادآوری ۲- وقوع تخلیه‌های الکتریکی جزئی در حفره‌ها می‌تواند باعث شکاف‌های جزئی فوق‌العاده کوتاه‌مدتی در شکل‌موج شوند که در دوره[1] ضربه ممکن است تکرار شود.

۶-۹ الزامات ساختاری برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

۶-۹-۱ کلیات

اگر یک خرابی بتواند منجر به خطر شود، آنگاه:

الف- ایمنی اتصالات سیم‌کشی در معرض تنش‌های مکانیکی نباید تنها به لحیم‌کاری وابسته باشد؛

ب- پیچ‌های محکم‌کننده پوشش‌های برداشتنی، اگر طول این پیچ‌ها نشان‌دهنده فاصله هوایی یا فاصله خزشی بین قسمت‌های رسانای در دسترس و قسمت‌های برق‌دار خطرناک باشد، باید در جای خود نگه‌داشته شوند؛

پ- شل یا آزاد شدن تصادفی سیم‌کشی، پیچ‌ها و غیره نباید باعث برق‌دار خطرناک شدن قسمت‌های در دسترس شود؛

ت- فواصل هوایی و فواصل خزشی بین محفظه و قسمت‌های برق‌دار خطرناک نباید بر اثر شل‌شدن قسمت‌ها یا سیم‌ها به مقادیری کمتر از مقادیر عایق‌بندی پایه تنزل کنند.

یادآوری- پیچ‌ها یا مهره‌های مجهز به واشرهای قفلی و همچنین سیم‌هایی که علاوه بر لحیم‌کاری به صورت مکانیکی محکم می‌شوند، غیرقابل شل‌شدن محسوب می‌شوند.

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری فواصل هوایی یا فواصل خزشی بررسی می‌شود.

۶-۹-۲ مواد عایقی

بنا به دلایل ایمنی از مواد زیر نباید به عنوان عایق‌بندی استفاده شود:

الف- موادی که به آسانی دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند (مانند لاک الکل، لعاب، اکسید، فیلم‌های آندی)

ب- مواد جاذب رطوبت اشباع نشده (مانند کاغذ، فیبرها، مواد فیبری)

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

---

1 - Course

۶-۹-۳ کدگذاری رنگی

از عایق‌بندی با رنگ سبز- زرد به‌جز موارد زیر در هیچ مورد دیگری استفاده نشود:

الف- هادی‌های زمین حفاظتی؛

ب- هادی‌های همبندی حفاظتی؛

پ- هادی‌های هم‌پتانسیل‌سازی برای مقاصد ایمنی؛

ت- هادی‌های زمین عملیاتی.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۱۰ اتصال به منبع برق شهر و اتصالات بین قسمت‌های تجهیز

۶-۱۰-۱ بندهای منبع برق شهر

الزامات زیر در بندهای جدانشدنی منبع برق شهر و در بندهای جداشدنی منبع برق شهر که همراه تجهیز ارائه می‌شوند کاربرد دارد.

مقدار اسمی بندها باید برای بیشینه جریان تجهیز باشد و کابل مورداستفاده باید الزامات استانداردهای IEC 60227 یا IEC 60245 را برآورده کند. آن بندهایی که از یک مرکز به رسمیت‌شناخته‌شده آزمون دارای گواهی یا تائیدیه باشند، منطبق با این الزامات فرض می‌شوند.

اگر احتمال تماس بند با قسمت‌های داغ خارجی وجود داشته باشد باید از مواد مناسب مقاوم در برابر حرارت ساخته شود.

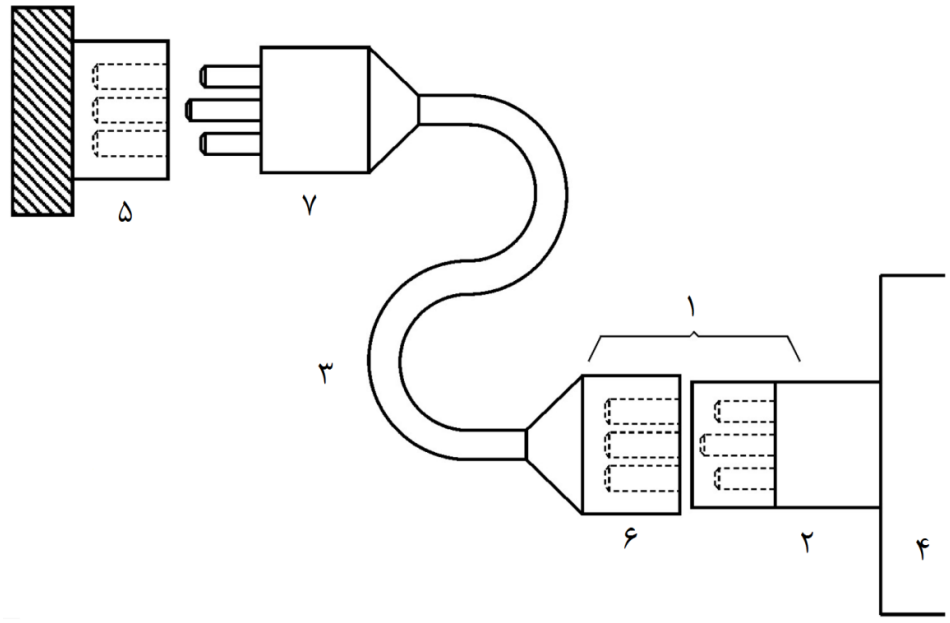
اگر بند از نوع جداشدنی باشد، هم بند و هم قطعه اتصال ورودی وسیله برقی باید دارای ظرفیت دمایی مناسب باشند.

از هادی‌های با رنگ سبز- زرد تنها باید در اتصال به ترمینال‌های هادی حفاظتی استفاده شوند.

آن دسته از بندهای جداشدنی منبع برق شهر که اتصال‌دهنده‌های مادگی برق شهر آن‌ها مطابق استاندارد IEC 60320 است باید الزامات استاندارد IEC 60799 را برآورده کنند یا مقدار اسمی آن‌ها باید دست‌کم معادل مقادیر اسمی جریان اتصال‌دهنده مادگی برق شهر متصل به بند باشد.

اصطلاحات فنی بندهای منبع برق شهر در شکل ۹ توضیح داده شده‌اند.

مطابقت، با بازرسی و در صورت لزوم با اندازه‌گیری بررسی می‌شود.



راهنما:

۱	کوپلر وسیله برقی	۵	پریز ثابت برق شهر
۲	قطعه اتصال ورودی وسیله برقی	۶	اتصال‌دهنده مادگی برق شهر
۳	کابل	۷	چندشاخه برق شهر
۴	تجهیز		

شکل ۹ – بندهای منبع برق شهر نوع جداشدنی و اتصالات آن

۶-۱۰-۲ چفت‌وبستِ بندهای جدانشدنی منبع برق شهر

۶-۱۰-۲-۱ ورودی بند

بندهای منبع برق شهر در نقطه ورود بند به تجهیز باید به کمک یکی از وسایل زیر در برابر سائیدگی و خم‌های با زاویه تند محافظت شوند:

الف- قطعه اتصال ورودی یا بوشینگی که سوراخ‌های[1] آن به نرمی گرد شده باشد؛

ب- محافظ قابل‌انعطاف بند از جنس ماده عایقی که به طور مطمئن محکم شود و دست‌کم پنج برابر قطر خارجی بزرگترین سطح مقطع بند که می‌توان برای آن در نظر گرفت، نسبت به سوراخ قطعه اتصال ورودی بیرون زده باشد. برای بندهای تخت، بزرگترین بعد سطح مقطع به عنوان قطر بیرونی در نظر گرفته می‌شود.

مطابقت با بازرسی و در صورت نیاز با اندازه‌گیری ابعاد بررسی می‌شود.

1 - Smoothly rounded opening

۶-۱۰-۲-۲ مهاربند کابل[1]

مهاربند بند باید هادی‌های بند را از کرنش، شامل پیچ‌خوردگی، در جایی که به تجهیز متصل است خلاص کند و باید عایق‌بندی هادی‌ها را از سائیدگی حفاظت کند. در صورت وجود هادی زمین حفاظتی، اگر بند در مهاربند خود بلغزد، باید آخرین هادیی باشد که تحت کرنش قرار می‌گیرد.

مهاربندهای بند باید طبق الزامات زیر باشند:

الف- بند نباید توسط پیچی که مستقیماً روی آن قرار می‌گیرد محکم شود؛

ب- در بندها نباید از گره استفاده شود؛

پ- فشردن بند به داخل تجهیز به اندازه‌ای که باعث ایجاد خطر شود نباید امکان‌پذیر باشد؛

ت- خرابی عایق‌بندی بند در مهاربندی که قسمت‌های فلزی دارد نباید باعث برق‌دار خطرناک شدن قسمت‌های رسانای در دسترس شود؛

ث- شل‌کردن مهاربند بند بدون استفاده از ابزار نباید امکان‌پذیر باشد؛

ج- مهاربند بند باید به گونه‌ای طراحی شود که تعویض بند موجب ایجاد خطر نشود و چگونگی رهایی از کرنش باید کاملاً واضح باشد.

از بوشینگ‌های فشاری[2] نباید به‌عنوان مهاربند بند استفاده شود مگر آنکه این نوع مهاربندها برای استفاده با بند منبع برق شهر که توسط تولیدکننده برای آن تامین یا تعیین شده است مناسب باشد.

مطابقت با بازرسی و انجام آزمون فشار-کشش زیر بررسی می‌شود:

برای همه ترکیب‌های ممکن بند و بوشینگ، بند تا حد امکان به صورت دستی به داخل تجهیز فشرده شود. سپس ۲۵ بار در نامساعدترین جهت و هر بار به مدت ۱ s تحت کشش یکنواختی با مقدار داده‌شده در جدول ۱۱ قرار گیرد. بلافاصله بعد از آن به مدت ۱ min گشتاوری با مقدار داده‌شده در جدول ۱۱ به آن اعمال شود. این گشتاور باید تا حد امکان نزدیک به سر خارجی مهاربند یا بوشینگ بند اعمال شود.

جدول ۱۱ - مقادیر آزمون‌های فیزیکی مهاربند بند

جرم تجهیز kg	نیروی اعمالی در آزمون فشار N	گشتاور اعمالی در آزمون گشتاور N.m
≤ ۱	۳۰	۰٫۱۰
> ۱ ≤ ۴	۶۰	۰٫۲۵
> ۴	۱۰۰	۰٫۳۵

1 - Cord anchorage
2 - Compression bushing

بعد از انجام این آزمون‌ها:

۱- بند نباید آسیب دیده باشد؛

۲- بند نباید بیش از mm ۲ جابه‌جایی طولی داشته باشد؛

۳- در نقطه‌ای که مهاربند بند را محکم نگه داشته است نباید نشانه‌ای از کرنش دیده شود؛

۴- فواصل هوایی و فواصل خزشی نباید کمتر از مقادیر قابل‌اعمال باشد؛

۵- بند به صورت زیر باید مورد تایید آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ (بدون آماده‌سازی رطوبتی) به مدت دست‌کم min ۱ باشد:

الف- برای تجهیزی که هادی زمین حفاظتی دارد، این آزمون بین هادی حفاظتی و هادی‌های به یکدیگر متصل‌شده خط و خنثی انجام می‌شود. ولتاژ آزمون برای عایق‌بندی پایه و برای ولتاژ خط به خنثی مناسب از جدول ۵ یا جدول ذ-۸ انتخاب می‌شود؛

ب- برای تجهیزی که هادی زمین حفاظتی ندارد، این آزمون بین قسمت‌های رسانای در دسترس تجهیز و هادی‌های به یکدیگر متصل‌شده خط و خنثی انجام می‌شود. ولتاژ آزمون برای عایق‌بندی تقویت‌شده و برای ولتاژ خط به خنثی مناسب از جدول ۵ یا جدول ذ-۸ انتخاب می‌شود.

۶-۱۰-۳ چندشاخه‌ها و اتصال‌دهنده‌های مادگی

چندشاخه‌ها و اتصال‌دهنده‌های مادگی که از آن‌ها برای اتصال تجهیز به منبع برق شهر استفاده می‌شود، شامل کوپلرهای وسایل برقی که از آن‌ها برای اتصال بندهای منبع برق شهر جداشدنی استفاده می‌شود، باید مطابق ویژگی‌های چندشاخه‌ها، پریزها و اتصال‌دهنده‌های مادگی باشند.

اگر طراحی تجهیز به‌گونه‌ای باشد که در شرایط عادی یا شرایط تک اشکال، تنها در ولتاژهای کمتر از ولتاژهای ارائه‌شده در مورد الف زیربند ۶-۳-۲ تغذیه شود، یا از منبعی که مخصوص آن تجهیز است تغذیه شود، آنگاه چندشاخه‌های بند منبع تغذیه نباید امکان چفت‌شدن به پریزهای سیستم‌های منبع برق شهر که در ولتاژهای بیشتر از ولتاژ اسمی تغذیه تجهیز هستند را داشته باشد. از چندشاخه‌ها و سوکت‌های نوع برق شهر شود نباید برای اهدافی غیر از اتصال منبع تغذیه اصلی استفاده شوند.

اگر شاخک‌های چندشاخه یک تجهیز بنددار مقداری بار الکتریکی از خازن داخلی دریافت کنند، این شاخک‌ها نباید s ۵ بعد از قطع اتصال از منبع، برق‌دار خطرناک باشند.

در تجهیزاتی که دارای پریزهای جانبی برق شهر هستند:

الف- اگر قطعه اتصال خروجی قابلیت پذیرفتن چندشاخه استاندارد منبع برق شهر را داشته باشد، این امر باید با نشانه ارائه شده در مورد ث زیربند ۵-۱-۳ نشانه‌گذاری شود؛

ب- اگر قطعه اتصال خروجی، دارای یک کنتاکت ترمینال برای هادی زمین حفاظتی باشد، اتصال منبع برق شهر ورودی به تجهیز باید یک هادی زمین حفاظتی متصل به ترمینال هادی حفاظتی داشته باشد.

مطابقت، با بازرسی بررسی می‌شود. در چندشاخه‌هایی که از خازن داخلی بار الکتریکی دریافت می‌کنند برای اثبات عدم تجاوز از سطوح داده‌شده در مورد پ زیربند ۶-۳-۱ اندازه‌گیری‌های زیربند ۶-۳ انجام می‌شوند.

۶-۱۱ قطع اتصال از منبع تغذیه

۶-۱۱-۱ کلیات

به‌استثنای آنچه در زیربند ۶-۱۱-۲ آمده، تجهیز برای قطع اتصال از هر یک از منابع تغذیه الکتریکی باید مجهز به وسیله‌ای باشد که می‌تواند در داخل یا خارج از تجهیز تعبیه شود. وسایل قطع اتصال باید کلیه هادی‌های حامل جریان را قطع کنند.

یادآوری- تجهیز ممکن است به منظور اهداف عملیاتی به سوئیچ یا وسیله قطع‌کننده دیگری نیز مجهز باشد.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۶-۱۱-۳-۱ تا ۶-۱۱-۴-۳ ارائه شده است بررسی می‌شود.

۶-۱۱-۲ موارد استثنا

در مواردی که بروز اتصال‌کوتاه یا اضافه‌بار امکان ایجاد خطر را ندارد، نیازی به افزاره قطع‌کننده نیست.

یادآوری- مثال‌ها عبارتند از:

الف- تجهیزی که قرار است تنها از منبع با انرژی کم مانند یک باتری کوچک تغذیه شود یا تجهیز تغذیه‌شونده از سیگنال؛

ب- تجهیزی که قرار است تنها به منابع با حفاظت امپدانسی متصل شود. چنین منابعی مجهز به امپدانس بوده و مقدار آن به‌گونه‌ای است که منبع حین مواجهه تجهیز با اضافه‌بار یا اتصال‌کوتاه از شرایط اسمی خود تجاوز نمی‌کند و نمی‌تواند هیچ خطری رخ دهد.

پ- تجهیزی که بار آن حفاظت امپدانسی دارد. چنین باری یک جزء بدون حفاظت مجزای اضافه‌جریان یا حرارت است و امپدانس آن به‌گونه‌ای است که حین مواجهه مداری که این قطعه در درون آن قرار دارد با اضافه‌بار یا اتصال‌کوتاه از مقادیر اسمی تجهیز تجاوز نمی‌کند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. در صورت تردید جهت بررسی اینکه خطری رخ می‌دهد یا خیر، اتصال‌کوتاه یا اضافه‌بار اعمال می‌شود.

۶-۱۱-۳ الزامات متناسب با نوع تجهیز

۶-۱۱-۳-۱ تجهیز نصب دائم و تجهیز چندفاز

تجهیز نصب دائم و تجهیز چندفاز برای قطع‌اتصال باید از سوئیچ یا کلید قدرت استفاده کند.

اگر سوئیچ قسمتی از خود تجهیز نباشد، مستندات نصب تجهیز باید موارد زیر را مشخص کرده باشد:

الف- در تاسیسات باید یک سوئیچ یا یک کلید قدرت تعبیه شود؛

ب- باید به طرز مناسبی قرار گرفته و به‌آسانی در دسترس باشد؛

پ- باید به عنوان افزاره قطع‌کننده تجهیز نشانه‌گذاری شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۱۱-۳-۲ تجهیز بنددار تک‌فاز

تجهیز بنددار تک‌فاز باید یکی از افزاره‌های قطع‌کننده زیر را داشته باشد:

الف- یک سوئیچ یا کلید قدرت؛

ب- یک کوپلر وسیله برقی با این قابلیت که بتواند بدون ابزار قطع شود؛

پ- یک چندشاخه قابل جداشدن بدون افزاره قفل‌کننده، جهت جفت‌شدن با پریز ساختمان.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۱۱-۴ افزاره‌های قطع‌کننده

۶-۱۱-۴-۱ کلیات

اگر افزاره قطع‌کننده قسمتی از خود تجهیز باشد از نظر الکتریکی باید تا حد امکان نزدیک به منبع قرار گیرد. به جز مدارهای حذف تداخل الکترومغناطیسی که می‌توان آنها را در سمت تغذیه افزاره قطع‌کننده نصب کرد، اجزایی که مصرف‌کننده توان هستند نباید از نظر الکتریکی بین منبع تغذیه و افزاره قطع‌کننده قرار گیرند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۱۱-۴-۲ سوئیچ‌ها و کلیدهای قدرت

سوئیچ یا کلید قدرت تجهیز در نقش افزاره قطع‌کننده باید مطابق الزامات مرتبط استانداردهای IEC 60947-1 و IEC 60947-3 باشد و برای این کار مناسب باشد.

اگر از سوئیچ یا کلید قدرت به عنوان افزاره قطع‌کننده استفاده شود، برای نشان دادن این کارکرد باید نشانه‌گذاری شود. در مواردی که تنها یک افزاره، یک سوئیچ یا یک کلید قدرت، وجود داشته باشد نمادهای ۹ و ۱۰ جدول ۱ کفایت می‌کند.

سوئیچ نباید روی بند منبع برق شهر قرار گیرد.

سوئیچ یا کلید قدرت نباید هادی زمین حفاظتی را قطع کند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۶-۱۱-۴-۳ کوپلرها و چندشاخه‌های وسایل برقی

اگر از کوپلر وسایل برقی یا از چندشاخه جداشدنی به عنوان افزاره قطع‌کننده استفاده شود این امر باید توسط کاربر به آسانی قابل شناسایی و به راحتی در دسترس باشد. برای تجهیزات قابل‌حمل تک‌فاز، چندشاخه‌ای که روی بندی به طول کمتر یا مساوی ۳ m قرار دارد به عنوان افزاره‌ای که به راحتی در دسترس است در نظر گرفته می‌شود. هادی زمین حفاظتی کوپلر وسایل برقی باید قبل از هادی‌های تغذیه وصل شده و بعد از آنها قطع شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۷ حفاظت در برابر خطرات مکانیکی

۷-۱ کلیات

تجهیز در استفاده عادی نباید باعث ایجاد خطر مکانیکی شود یا باعث ایجاد خطر در شرایط تک اشکال که ممکن است به آسانی قابل تشخیص نباشد شود. خطرات مکانیکی شامل موارد زیر است هرچند که موارد زیر همه آن خطرات را نشان نمی‌دهد:

الف- لبه‌های تیزی که می‌توانند باعث ایجاد بریدگی شود (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود)؛

ب- قسمت‌های متحرکی که می‌توانند باعث له‌شدگی اعضای بدن یا نفوذ به پوست شوند (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود)؛

پ- تجهیز ناپایداری که می‌تواند حین استفاده یا جابه‌جایی روی افراد بیفتد (به زیربند ۷-۴ مراجعه شود)؛

ت- افتادن تجهیزات بر اثر شکستن افزاره‌های حامل (به زیربند ۷-۵ مراجعه شود)، براکت‌های دیواری (به زیربند ۷-۶ مراجعه شود) یا سایر قسمت‌های تکیه‌گاهی (به زیربند ۷-۵ مراجعه شود)؛ و

ث- قسمت‌های پرتاب‌شونده از تجهیز (به زیربند ۷-۷ مراجعه شود).

یادآوری- اگر تجهیز متشکل از دو یا چند واحد باشد، مقدار جرم به صورت جرم هر یک از واحدها بیان می‌شود. البته اگر قرار باشد که یک یا چند واحد به واحد دیگری متصل یا تکیه داده شود در این صورت با این واحدها همانند یک تک‌واحد رفتار می‌شود.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۷-۲ تا ۷-۷ ارائه شده است بررسی می‌شود.

۷-۲ لبه‌های تیز

کلیه قسمت‌هایی از تجهیز که به آسانی قابل دسترسی است باید صیقلی و به‌گونه‌ای گرد باشند که طی استفاده عادی از تجهیز باعث ایجاد صدمه نشوند.

قسمت‌هایی از تجهیز که به آسانی قابل دسترسی است نباید در شرایط تک اشکال باعث ایجاد صدمه شوند، مگر آنکه خود اشکال باعث ایجاد یک خطر واضح شود.

مطابقت با بازرسی و در صورت نیاز برای بررسی خراش و بریدگی با استفاده از یک شیء که از نظر اندازه، شکل و سختی همانند انگشت انسان باشد بررسی می‌شود.

یادآوری - روش انجام مناسبی در استاندارد UL 1439 ارائه شده است.

۷-۳ قسمت‌های متحرک

۷-۳-۱ کلیات

خطرات ناشی از قسمت‌های متحرک به جز موارد زیربند ۷-۳-۲ نباید بیشتر از سطح قابل‌تحمل باشند. شرایط داده‌شده در زیربندهای ۷-۳-۴ و ۷-۳-۵ یک سطح قابل‌تحمل را نشان می‌دهد. اگر چنین شرایطی صادق نباشد آنگاه طبق زیربند ۷-۳-۳ یا بند ۱۷ باید یک ارزیابی ریسک انجام شود.

یادآوری- در این مورد قسمت‌های متحرک آن قسمت‌هایی هستند که توسط یک منبع انرژی غیر از سعی و تلاش مستقیم انسان یا حیوان حرکت می‌کنند.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۷-۳-۲، ۷-۳-۳، ۷-۳-۴، ۷-۳-۵ و بند ۱۷ داده شده است بررسی می‌شود.

۷-۳-۲ موارد استثنا

اگر بنا به دلایل کاری نتوان مانع بروز خطر بالقوه توسط برخی قسمت‌های متحرک شد، در موارد زیر دسترسی به آن‌ها مجاز است:

الف- تجهیزاتی که قطعات متحرک آنها به راحتی قابل لمس است و به وضوح برای کار روی قسمت‌ها و مواد خارج از تجهیز در نظر گرفته شده‌اند، مانند تجهیزات سوراخ‌کاری و مخلوط‌کن، باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که امکان تماس غیر عمدی با این قسمت‌های متحرک کمینه شود (مانند تعبیه محافظ یا دستگیره).

ب- اگر طی تعمیر و نگهداری معمول خارج از استفاده عادی، به اجبار بنا به دلایل فنی کاربر بخواهد کاری انجام دهد که نیازمند دسترسی به قسمت‌های متحرکی است که می‌توانند باعث خطر شوند، دسترسی به شرط مراعات کلیه اقدامات احتیاطی زیر مجاز است:

۱- دسترسی بدون استفاده از ابزار ممکن نباشد؛

۲- دستورالعمل نهاد مسئول شامل جمله‌ای با این مضمون باشد که کاربر قبل از این که اجازه انجام کار خطرناک داشته باشد، باید آموزش‌دیده باشد؛

۳- روی پوشش‌ها و قسمت‌هایی که برای ایجاد دسترسی باید جدا شوند، نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده منع دسترسی توسط کاربرهای آموزش‌ندیده وجود داشته باشد. همچنین به‌جای آن می‌توان روی این پوشش‌ها و قسمت‌ها نماد ۱۴ جدول ۱ را نصب و هشدار مربوط به آن را در مستندات ذکر کرد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۷-۳-۳ ارزیابی ریسک خطراک مکانیکی روی اعضاء بدن

ریسک‌ها با در نظر گرفتن شدت سختگیری، احتمال مواجهه و احتمال اجتناب از خطر، باید حداقل توسط کمینه اقدام حفاظتی قابل‌اعمال جدول ۱۲ تا سطح قابل‌تحملی کاهش داده شوند.

مطابقت با ارزیابی مستندات ارزیابی خطر به منظور اطمینان از حذف ریسک‌ها یا باقی‌ماندن تنها ریسک‌های قابل‌تحمل بررسی می‌شود.

جدول ۱۲ - اقدامات احتیاطی در برابر خطرات مکانیکی روی اعضای بدن

شرایط خطر مکانیکی			کمینه اقدام حفاظتی [ت]
شدت سختگیری[الف]	احتمال مواجهه [ب]	احتمال اجتناب از خطر [پ]	
S	E_2	P_2	C
S	E_2	P_1	C
S	E_1	P_2	C
S	E_1	P_1	B
M	E_2	P_2	B
M	E_2	P_1	A
M	E_1	P_2	A
M	E_1	P_1	فاقد اقدام

[الف] **شدت سختگیری:**

M = خطرات متوسط، خطراتی که باعث کبودی یا خراش اعضاء بدن می‌شوند.

S = خطرات جدی، خطراتی که باعث شکستگی استخوان یا قطع عضوی از بدن می‌شوند.

[ب] **احتمال مواجهه:**

E_1 = مواجهه‌ای که در طول استفاده عادی رخ نمی‌دهد.

E_2 = مواجهه‌ای که در طول استفاده عادی رخ می‌دهد.

[پ] **احتمال اجتناب از خطر:**

P_1 = احتمال اجتناب:

- حرکت مشهود است و سرعت برای جابه‌جا کردن اعضاء بدن بدون اینکه گیر کند به‌اندازه‌ای کافی کم است،

یا

- اخطار شنیداری یا دیداری قبل از آنکه اعضاء بدن گیر کنند فعال می‌شود.

P_2 = احتمال اجتناب وجود ندارد.

شرایطی غیر از شرایط ذکرشده در P_1.

[ت] **کمینه اقدامات حفاظتی:**

A = اقدامات سطح پایین؛ نشانه‌گذاری‌های هشداردهنده، سیگنال‌های شنیداری یا دیداری یا دستورالعمل‌های استفاده.

B = اقدامات متوسط؛ سوئیچ‌های اضطراری، موانع حفاظتی یا پوشش‌هایی که تنها با ابزار امکان جداشدن دارند، ایجاد فاصله (به استاندارد ISO 13852 یا EN 294 مراجعه شود)، یا جداسازی (به استاندارد ISO 13854 یا EN 394 مراجعه شود).

C = اقدامات سخت‌گیرانه؛ قفل‌های همبندی، موانع حفاظتی یا پوشش‌هایی که تنها با ابزار و فرمان قطع منبع توان امکان جداشدن دارند.

۷-۳-۴ محدودسازی نیرو و فشار

سطوح فیزیکی زیر خطرناک تلقی نمی‌شوند. این سطوح بر اساس ترکیبی از نیروی تماس، مدت زمان و ناحیه تماس هستند. سطوح زیر باید در شرایط عادی و شرایط خطای تک اشکال برآورده شوند.

بیشینه فشار تماسی پیوسته قابل‌تحمل $50\ N/cm^2$ با بشینه نیروی ۱۵۰ N است.

بیشینه فشار موقت قابل‌تحمل برای ناحیه تماسی بدن با دست‌کم $3\ cm^2$ مساحت، ۲۵۰ N به مدت حداکثر ۰٫۷۵ s است. این نیرو با یک نیروسنج که نسبت فنر آن دست‌کم ۲۵ N/mm است اندازه‌گیری می‌شود.

مطابقت با بازرسی و در صورت تردید با اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

۷-۳-۵ محدودیت‌های شکاف بین قسمت‌های متحرک

۷-۳-۵-۱ محدودیت‌های شکاف بین قسمت‌های متحرک - مجاز به دسترسی عادی

اگر نیرو و فشار قسمت‌های متحرک بیشتر از حدود زیربند ۷-۳-۴ باشد و اگر اعضای بدن امکان ورود بین قسمت‌های متحرک را داشته باشد آنگاه عرض شکاف در شرایط عادی و شرایط تک اشکال، متناظر با عضو بدن نباید از مقداری که بزرگتر از کمینه شکاف جدول ۱۳ است به مقداری که کمتر از کمینه شکاف است کاهش یابد.

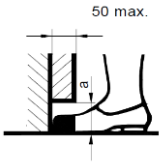
مطابقت با بازرسی و در صورت تردید با اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

۷-۳-۵-۲ محدودیت‌های شکاف بین قسمت‌های متحرک - منع دسترسی عادی

شکاف بین قسمت‌های متحرکی که اعضاء بدن می‌توانند درون آنها وارد شوند در شرایط حرکت قسمت‌ها و تحت شرایط عادی و شرایط تک اشکال نباید به مقداری که بیشتر از شکاف قابل‌قبول جدول ۱۴ است افزایش یابد.

مطابقت با بازرسی و در صورت تردید با اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

جدول ۱۳ - کمینه شکاف موجود برای اجتناب از له‌شدگی اعضای مختلف بدن

عضو بدن	کمینه شکاف (الف) برای اجتناب از له‌شدگی mm	توضیح
نیم‌تنه بالایی	۵۰۰	
سر	۳۰۰	
ران	۱۸۰	
پا	۱۲۰	
پنجه پا	۵۰	
بازو	۱۲۰	
دست، مچ، مشت	۱۰۰	
انگشت	۲۵	
مقادیر ذکرشده در این جدول برای بزرگسالان صادق است. برای آن تجهیزاتی که ممکن است مورد استفاده کودکان یا جوانان باشد، توصیه می‌شود از ابعاد کوچکتری استفاده شود.		

جدول ۱۴ - بیشینه شکاف برای جلوگیری از دسترسی اعضای مختلف بدن

عضو بدن	بیشینه شکاف (الف)[الف] برای جلوگیری از دسترسی mm
سر	۱۲۰
پا	۳۵
انگشت	۴
مقادیر ذکرشده در این جدول برای بزرگسالان صادق است. برای آن تجهیزاتی که ممکن است مورد استفاده کودکان یا جوانان باشد، توصیه می‌شود از ابعاد کوچکتری استفاده شود.	
[الف] برای آگاهی از نمونه شکاف (الف) به جدول ۱۳ مراجعه شود.	

۴-۷ پایداری

تجهیزات و تابلوهای تجهیزاتی که به اسکلت ساختمان محکم نشده‌اند باید قبل از کار به طور فیزیکی پایدار شوند.

اگر برای اطمینان از پایدار باقی‌ماندن تجهیز بعد از بازکردن کشوها و غیره توسط کاربر وسایلی در نظر گرفته شده باشد، این وسایل باید خودکار باشند یا باید نشانه‌گذاری هشداردهنده‌ای مبنی بر به کار بردن این وسایل وجود داشته باشد.

مقدار اسمی هر چرخ و پایه تکیه‌گاه باید برای نگه‌داشتن باری به‌اندازه دست‌کم ۴ برابر بار عادی خود باشد، یا چرخ‌ها و پایه‌های تکیه‌گاه باید مطابق موارد ت و ث زیر آزمون شوند.

مطابقت با بازرسی و انجام یکی از آزمون‌های قابل‌اعمال زیر بررسی می‌شود تا از نامتعادل‌نشدن تجهیز اطمینان حاصل شود. مخازن با ماده‌ای که معرف نامساعدترین شرایط استفاده عادی است با حجم اسمی پر شوند. چرخ‌ها در نامساعدترین وضعیت استفاده عادی قرار داشته باشند. درها، کشوها و غیره بسته باشند مگر آنکه در موارد زیر غیر این تعیین شده باشد.

الف- تجهیزات غیر از تجهیزات دستی در همه جهات به اندازه ۱۰° از وضعیت عادی خود کج شوند.

ب- تجهیزی که هر دو شرایط ارتفاع ۱ m یا بیشتر و جرم ۲۵ kg یا بیشتر را داشته باشد و کلیه تجهیزاتی که روی زمین قرار می‌گیرند، نیرویی به قسمت بالایی آنها اعمال شود، یا اگر تجهیز ارتفاع بیش از ۲ m داشته باشد به ارتفاع ۲ متری آن نیرو اعمال شود. این نیرو ۲۵۰ N یا ٪ ۲۰ وزن تجهیز، هر کدام که کمتر است، باشد و در جهاتی که می‌تواند باعث سرنگونی تجهیز شود به کلیه سطوح اعمال شود. پایدارسازهای مورداستفاده در استفاده عادی و درها، کشوها و غیره که برای بازشدن توسط کاربر در نظر گرفته شده‌اند در نامساعدترین وضعیت خود باشند.

پ- در تجهیزاتی که روی زمین قرار می‌گیرند نیروی ۸۰۰ N به سمت پایین در نقطه‌ای که بیشترین گشتاور را دارد روی سطوح زیر اعمال شود:

۱- کلیه سطوح کار افقی؛

۲- سطوح دیگری که لبه مزاحمی داشته و فاصله آنها از سطح کف بیشتر از m ۱ نیست.

درها، کشوها و غیره بسته باشند، به جز مواردی که برای بازشدن توسط کاربر در نظر گرفته شده‌اند در نامساعدترین وضعیت خود باشند.

ت- چرخ یا پایه تکیه‌گاهی که بزرگترین بار (M) را نگه می‌دارد با چهار برابر آن بار (۴M) بارگذاری شود.

ث- چرخ یا پایه تکیه‌گاهی که بزرگترین بار را نگه می‌دارد از تجهیز جدا شود و تجهیز روی سطح صاف قرار داده شود.

یادآوری ۱- در طول این آزمون اگر واژگونی کامل خطری برای مجریان آزمون داشته باشد توصیه می‌شود واحد به‌گونه‌ای محکم شود که مانع واژگونی کامل شود. البته این محدودیت نباید تداخلی در تعیین نامتعادل‌شدن واحد داشته باشد.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود بلوک تکیه‌گاه، از راه دور از جای خود جدا شود تا واحد در طول آزمون باعث ایجاد خطر نشود.

۷-۵ تمهیداتی برای بلندکردن و حمل‌کردن

۷-۵-۱ کلیات

تجهیزات یا قسمت‌هایی با جرم بیش از kg ۱۸ یا بیشتر باید برای بلندکردن و حمل‌کردن مجهز به وسایلی باشند یا راهنمایی‌های آن باید در مستندات ارائه شود.

مطابقت طبق آنچه در زیربندهای ۷-۵-۲ و ۷-۵-۳ داده شده است بررسی می‌شود.

۷-۵-۲ دستگیره‌ها و دسته‌ها

اگر روی تجهیز دستگیره یا دسته‌ای برای جابه‌جایی تعبیه شده باشد یا چنین وسایلی همراه با تجهیز ارائه شده باشد، این وسایل باید توانایی تحمل نیرویی معادل چهار برابر وزن تجهیز را داشته باشد.

مطابقت با بازرسی و انجام آزمون زیر بررسی می‌شود.

روی یکی از دستگیره‌ها یا دسته‌ها نیرویی معادل چهار برابر جرم تجهیز اعمال شود. قبل از انجام این آزمون‌ها، یکی از پیچ‌های نصب دستگیره باز شود، مگر آنکه پیچ‌های نصب دستگیره (در صورت وجود) به گونه‌ای نصب شده باشند که مطمئناً امکان شل شدن آن‌ها وجود نداشته باشد. نیرو به طور یکنواخت در ناحیه‌ای به عرض mm ۷۰ در مرکز دستگیره یا دسته بدون بستن گیره اعمال شود. نیرو به طور یکنواخت به‌گونه‌ای افزایش یابد که مقدار نیروی آزمون پس از گذشت s ۱۰ به دست آید و سپس به مدت min ۱ باقی بماند.

اگر بیش از یک دستگیره یا دسته نصب شده باشد، نیرو بین دستگیره‌ها یا دسته‌ها به همان نسبتی که در استفاده عادی دیده می‌شود تقسیم شود. اگر تجهیز بیش از یک دستگیره یا دسته داشته باشد اما به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که بتواند به راحتی فقط با یک دستگیره یا دسته حمل شود آنگاه کل نیرو باید روی هر یک از دستگیره‌ها یا دسته‌ها اعمال شود.

بعد از انجام این آزمون‌ها دستگیره‌ها یا دسته‌ها نباید از تجهیز شل شده باشند و نباید هیچ‌گونه تغییر شکل دائمی، ترک‌خوردگی یا سایر علائم خرابی که بتواند منجر به ایجاد خطر شود وجود داشته باشد.

۷-۵-۳ افزاره‌های بلندکردن و قسمت‌های تکیه‌گاهی

مقدار اسمی قسمت‌های مختلف افزاره‌های بلندکردن و قسمت‌هایی که بارهای سنگین را نگه می‌دارند باید به ازای بیشینه بار باشد یا باید برای تحمل چهار برابر بیشینه بار استاتیکی مورد آزمون واقع شوند.

مطابقت با بازرسی مقادیر اسمی قسمت‌ها یا با آزمون زیر بررسی می‌شود:

باری به اندازه چهار برابر بیشینه بار، در نامساعدترین وضعیتی که بار اسمی در استفاده عادی دارد، قرار گیرد.

در طول این آزمون، هیچیک از قسمت‌های افزاره بلندکردن یا تکیه‌گاه بار نباید به‌اندازه‌ای دچار شکستگی یا تغییر شکل شوند که باعث بروز خطر شوند.

۷-۶ نصب روی دیوار

براکت‌های نصب تعبیه‌شده روی تجهیز که برای نصب روی دیوار یا سقف در نظر گرفته شده‌اند باید تحمل نیرویی به‌اندازه چهار برابر وزن تجهیز را داشته باشند.

مطابقت بعد از آنکه تجهیز طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده نصب شد، با استفاده از یراق‌آلات و ساختاری که برای دیوار تعیین شده است بررسی می‌شود. براکت‌های قابل‌تنظیم در وضعیتی تنظیم شوند که بیشترین جلوآمدگی را از دیوار داشته باشند.

اگر برای دیوار ساختاری مشخص نشده باشد، از صفحه‌های روکشدار گچی[1] (دیوار خشک[2]) با ضخامت ۱۲ mm ± ۲ mm با داربست‌های[3] با ابعاد نامی ۵۰ mm × ۱۰۰ mm ± ۱۰ mm در مراکز ۴۰۰ mm ± ۱۰ mm به عنوان سطح تکیه‌گاه استفاده شود. از یراق‌آلات طبق مستندات نصب استفاده شود یا اگر مشخص نباشد روی صفحه‌های روکشدار گچی بین گل‌میخ‌ها قرار داده شوند.

سپس نیرویی چهار برابر وزن تجهیز روی براکت‌های نصب به طور قائم بر مرکز ثقل اعمال شود. وزن استفاده‌شده در آزمون به طور تدریجی اعمال شود و در مدت ۵ s تا ۱۰ s از صفر تا بار کامل افزایش داده شود و سپس به مدت ۱ min باقی بماند.

1 - Plasterboard
2 - Drywall
3 - Studs

اگر برای نصب یک براکت بیش از یک یراق تعیین شده باشد آنگاه یکی از یراق‌ها جدا شود و آزمون با وزنی دو برابر وزن تجهیز تکرار شود.

بعد از انجام آزمون‌ها، آسیب وارده به براکت یا سطح نصب نباید به‌گونه‌ای باشد که باعث بروز خطر شود.

۷-۷ قسمت‌های پرتاب‌شونده

اگر در بروز اشکال، قسمت‌هایی از تجهیز به‌گونه خطرناکی به بیرون پرتاب شود، انرژی این قسمت‌ها باید توسط تجهیز مهار یا محدود شود.

وسایل حفاظت در برابر پرتاب شدن قسمت‌ها نباید بدون استفاده از ابزار قابل جداشدن باشند.

یادآوری- در بند ۸ به خطرات ناشی از قسمت‌هایی که می‌توانند از درون تجهیز به بیرون پرتاب شوند اشاره‌ای نشده است.

مطابقت بعد از اعمال شرایط اشکال زیربند ۴-۴ با بازرسی بررسی می‌شود.

۸ مقاومت در برابر تنش‌های مکانیکی

۸-۱ کلیات

تجهیز با قرارگیری در برابر تنش‌های مکانیکی که احتمالاً در استفاده عادی رخ خواهند داد نباید باعث ایجاد خطر شود.

سطح عادی حفاظت لازم در برابر انرژی، 5J است. سطوح کمتر از 5J که کمتر از 1J نیستند به شرطی مجاز هستند که همه شاخص‌های زیر برآورده شوند:

الف- سطح پایینی توسط ارزیابی ریسکی که تولیدکننده انجام می‌دهد قابل توجیه باشد (به بند ۱۷ مراجعه شود)؛

ب- با نصب تجهیز در کاربرد در نظرگرفته‌شده، به سادگی قابل لمس توسط افراد غیرمجاز یا عام مردم نباشد؛

پ- در استفاده عادی، تجهیز تنها برای کارهای موردی مانند تنظیم، برنامه‌ریزی یا تعمیر و نگهداری در دسترس باشد.

ت- تجهیز طبق استاندارد IEC 62262 با کد IK یا با نماد ۱۴ جدول ۱ نشانه‌گذاری شده باشد، و سطح اسمی انرژی و روش آزمون آن در مستندات همراه وجود داشته باشد. برای محفظه‌های غیرفلزی با کمینه دمای اسمی محیط کمتر از ۲ °C، مقدار ذکرشده باید آن مقداری باشد که برای پایین‌ترین دمای اسمی محیط کاربرد دارد. اگر انرژی ضربه مورداستفاده عددی باشد که در میان مقادیر IK استاندارد IEC 62262 قرار گیرد، نشانه‌گذاری IK باید برای نزدیکترین مقدار کوچکتر باشد.

مطابقت با بازرسی و انجام یکی از آزمون‌های قابل‌اعمال زیر روی محفظه انجام می‌شود:

۱- آزمون استاتیکی زیربند ۸-۲-۱؛

۲- برای تجهیزات غیر از تجهیزات دستی و تجهیزات دارای چندشاخه سرخود، آزمون ضربه زیربند ۸-۲-۲ در سطح انرژی اشاره شده در بالا. اگر سطح انرژی تعیین‌شده 5J نباشد، آزمون استاندارد IEC 62262 ، با استفاده از آزمون Eha (آزمون آونگ) یا آزمون Ehc (چکش قائم) استاندارد IEC 60068-2-75 جایگزین آزمون ضربه زیربند ۸-۲-۲ خواهد بود؛

۳- به‌جز برای تجهیزات ثابت و تجهیزات با جرم بیش از kg ۱۰۰، یکی از آزمون‌های قابل‌اعمال زیربند ۸-۳-۱ یا ۸-۳-۲. تجهیز در طول این آزمون‌ها در حال کار نباشد.

اگر محفظه از نظر تولیدکننده آن، مقدار اسمی تحمل ضربه دست‌کم IK08 را داشته باشد و بعد از آن آزمون، به‌وضوح معیارهای الف تا چ زیربند ۸-۱ را برآورده کند نیازی ندارد که آزمون زیربند ۸-۲-۲ روی آن انجام شود.

روی قسمت‌هایی از محفظه که قسمتی از آن نیستند آزمون‌های زیربندهای ۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ انجام نشوند.

بعد از انجام این آزمون‌ها، پنجره‌ها و نمایشگرهایی که به وضوح دچار آسیب شده‌اند باید برای بررسی اینکه قسمت‌های برق‌دار خطرناک متجاوز از مقادیر زیربند ۶-۳-۲ در دسترس قرار نگرفته باشند بازرسی شوند و عایق‌بندی کلیه قسمت‌های دیگر محفظه که می‌توانند تحت تاثیر این آزمون‌ها بوده باشند باید آزمون‌های ولتاژ زیربند ۶-۸ را (بدون آماده‌سازی رطوبتی)، متناسب با نوع عایق‌بندی (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود) با موفقیت بگذرانند. علاوه بر آن تجهیز برای بررسی موارد زیر بازرسی شود:

الف- مواد خورنده یا مضر نشت نکرده باشند؛

ب- محفظه‌ها هیچگونه ترکی که بتواند سبب خطر شود را نشان ندهند؛

پ- فواصل هوایی کمتر از مقادیر مجاز خود نشده باشند؛

ت- عایق‌بندی سیم‌کشی داخلی آسیب ندیده باشد؛

ث- موانع حفاظتی که برای تامین ایمنی لازم هستند نباید صدمه ندیده یا شل نشده باشند؛

ج- هیچ یک از قسمت‌های متحرک، به‌جز موارد مجاز زیربند ۷-۳، در معرض واقع نشده باشند؛

چ- هیچگونه آسیبی که موجب گسترش آتش شود رخ نداده باشد.

۸-۲ آزمون‌های استحکام محفظه

۸-۲-۱ آزمون استاتیکی

تجهیز به یک تکیه‌گاه صلب محکم تکیه داده شود و با انتهای نیم‌کروی میله سختی با قطر ۱۲ mm نیروی ۳۰ N به آن اعمال شود. میله به کلیه قسمت‌های محفظه که هنگام آماده به کار بودن تجهیز به راحتی قابل دسترس هستند شامل قسمت زیرین تجهیز قابل‌حمل و همه آن قسمت‌های محفظه که در صورت کج‌شدن می‌تواند باعث ایجاد خطر شود اعمال شود.

در صورت تردید در این مورد که آیا محفظه غیرفلزی می‌تواند در یک دمای بالاتر مورد تائید این آزمون باشد یا خیر، این آزمون بعد از آنکه تجهیز در دمای محیط ۴۰ °C یا در بیشینه دمای اسمی محیط، در مواردی که بیشتر از آن باشد، کار کرد در زمان برقراری شرایط پایدار انجام شود. تجهیز قبل از انجام آزمون از منبع تغذیه جدا شود.

۸-۲-۲ آزمون ضربه

پیچ‌های محکم‌کننده پایه‌ها، پوشش‌ها و غیره که برای جداشدن و تعویض توسط کاربر در نظر گرفته شده‌اند با گشتاوری مشابه گشتاور استفاده عادی محکم شوند. با محکم تکیه‌دادن تجهیز به یک تکیه‌گاه صلب، به نقاطی از سطوح تجهیز که در استفاده عادی به راحتی در دسترس بوده و در صورت آسیب‌دیدگی احتمالاً باعث ایجاد خطر می‌شوند ضربه اعمال شود.

یادآوری- یک تکیه‌گاه در صورتی به اندازه کافی صلب است که جابه‌جایی آن تحت تاثیر اعمال مستقیم ضربه‌ای که انرژی آن با انرژی درجه حفاظت آن برابر است، کمتر از یا مساوی با ۰٫۱ mm شود.

محفظه‌های غیرفلزی تجهیزاتی که کمینه دمای اسمی محیط آنها کمتر از ۲ °C است تا کمینه دمای اسمی محیط سرد شوند و سپس در مدت ۱۰ min مورد آزمون واقع شوند.

ضربه‌ها را می‌توان روی محفظه‌های خالی اعمال کرد، به شرط آنکه موفقیت‌آمیز بودن آزمون تجهیز در شرایط کامل امری واضح باشد.

در مواردی که ضربه آسیبی به محفظه وارد کند ولی مورد تایید شاخص‌های پذیرش باشد، می‌توان برای ضربه بعدی از یک محفظه جدید استفاده کرد.

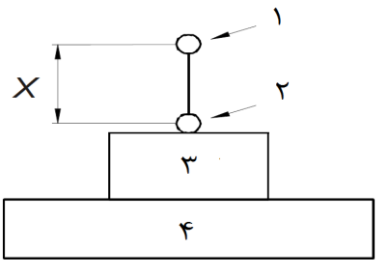
تجهیزات ثابت همانند دستورالعمل‌های نصب قرار داده شوند. سایر تجهیزات، محکم به یک تکیه‌گاه صلب تکیه داده شوند و به هر نقطه آزمون توسط یک گوی فولادی صیقلی با جرم ۵۰۰ g ± ۲۵ g و قطر تقریباً ۵۰ mm تنها یک ضربه اعمال شود.

برای امکان‌پذیری هر دو روش ارائه‌شده در شکل‌های ۱۰الف و ۱۰ب، آزمون ضربه را می‌توان در شرایطی که تجهیز در زاویه ۹۰ ° نسبت به وضعیت عادی خود قرار دارد انجام داد.

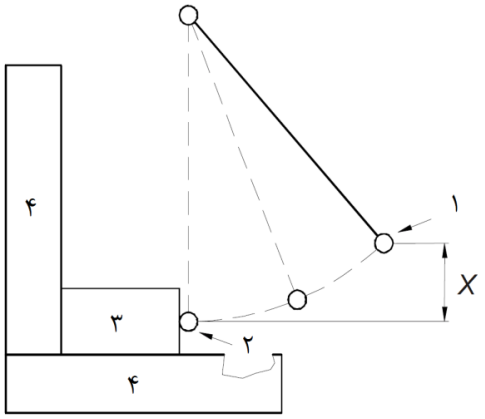
شکل ۱۰الف اعمال ضربه به سطح افقی با گویی که می‌تواند از ارتفاع X سقوط آزاد کند را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰ب اعمال ضربه به سطح قائم با گویی آویزان از یک بند که می‌تواند به شکل یک آونگ از فاصله قائم X سقوط کند را نشان می‌دهد.

در هر دو مورد مقدار X طبق سطح انرژی که قرار است اعمال شود از جدول ۱۵ به دست می‌آید.



شکل ۱۰الف – ضربه اعمال‌شده به سطح افقی



شکل ۱۰ب – ضربه اعمال‌شده به سطح قائم

راهنما

۱	نقطه شروع گوی	۲	نقطه برخورد گوی
۳	نمونه آزمون	۴	سطح تکیه‌گاه صلب

X فاصله سقوط قائم. برای اطلاع از مقادیر X به جدول ۱۵ مراجعه شود

شکل ۱۰ – آزمون ضربه با استفاده از گوی

جدول ۱۵ – سطوح انرژی ضربه، ارتفاع آزمون و کدهای IK نظیر آنها

	سطح انرژی ضربه J و کد IK		
	۱ (IK06)	**۲ (IK07)**	**۵ (IK08)**
فاصله قائم سقوط X (mm)	۲۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰

۸-۳ آزمون سقوط

۸-۳-۱ برای تجهیزاتی غیر از تجهیز دستی و تجهیز دارای چندشاخه سرخود

تجهیز در وضعیت استفاده عادی بر روی سطحی صیقلی، سخت و صلب از بتون یا فولاد قرار داده شود. سپس به ترتیب روی هر یک از لبه‌های تحتانی به‌گونه‌ای کج شود که فاصله بین لبه مقابل و سطح آزمون برای تجهیزات تا جرم ۲۰ kg، ۱۰۰ mm و برای تجهیزات بین ۲۰ kg و ۱۰۰ kg، ۲۵ mm شود یا زاویه بین

سطح تحتانی با سطح آزمون ° ۳۰ شود، هر کدام که دشواری کمتری داشته باشد. سپس روی سطح آزمون سقوط آزاد کند.

در مواردی که بیش از چهار لبه تحتانی داشته باشیم، تعداد سقوط‌ها باید به چهار لبه محدود شود.

یادآوری- اگر تجهیز متشکل از دو یا چند واحد باشد، مقدار جرم به صورت جرم هر یک از واحدها بیان می‌شود. البته اگر قرار باشد که یک یا چند واحد به واحد دیگری متصل یا تکیه داده شود در این صورت با این واحدها همانند یک تک‌واحد رفتار می‌شود.

روش آزمون باید به‌گونه‌ای باشد که از افتادن تجهیز روی سطحی غیر از سطح در نظرگرفته‌شده برای آزمون ممانعت شود.

۸-۳-۲ برای تجهیز دستی و تجهیز دارای چندشاخه سرخود

تجهیز یک‌بار از فاصله m ۱ روی یک تخته بادوام چوبی به ضخامت mm ۵۰ با چگالی بیش از $۷۰۰\ kg/m^3$ که به صورت صاف روی پایه صلبی مانند بتن قرار گرفته سقوط کند. تجهیز باید به‌گونه‌ای سقوط کند که در وضعیتی که انتظار می‌رود دشوارترین شرایط را ایجاد کند فرود آید.

محفظه‌های غیرفلزی تجهیزاتی که کمینه دمای اسمی محیط آنها کمتر از °C ۲ است تا کمینه دمای اسمی محیط سرد شوند و سپس در مدت min ۱۰ آزمون شوند.

۹ حفاظت در برابر گسترش آتش

۹-۱ کلیات

آتش در شرایط عادی یا شرایط تک اشکال نباید به خارج از تجهیز گسترش یابد. فلوچارت روش‌های صحه‌گذاری انطباق، در شکل ۱۱ ارائه شده است.

تجهیزی که از منبع برق شهر تغذیه می‌کند نیز باید الزامات زیربند ۹-۶ را برآورده کند.

مطابقت با دست‌کم یکی از روش‌های زیر بررسی می‌شود:

الف- انجام آزمون در یک شرایط تک اشکال (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) که می‌تواند باعث گسترش آتش به خارج از تجهیز شود. شاخص مطابقت زیربند ۴-۴-۴-۳ باید برآورده شود.

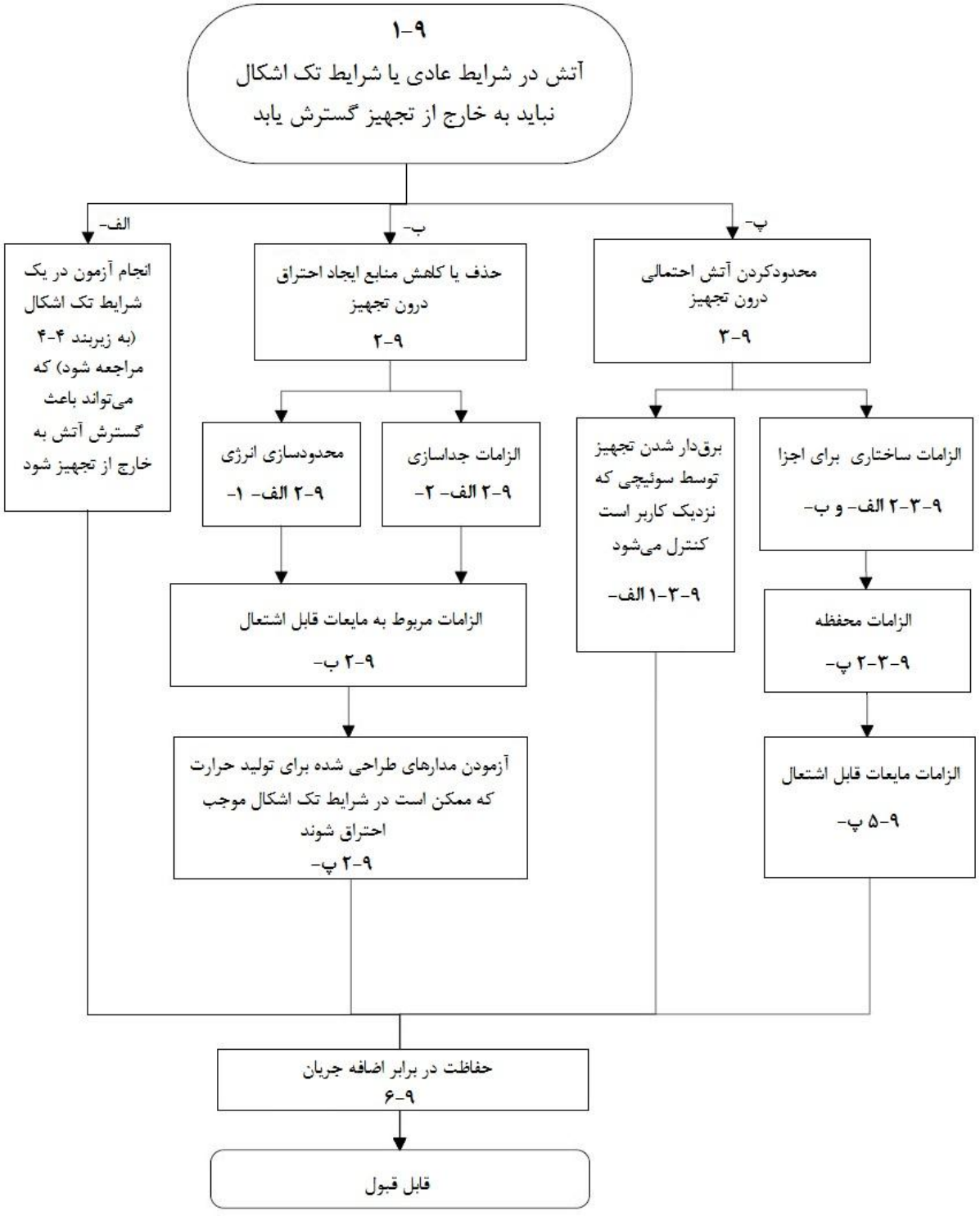
ب- صحه‌گذاری حذف یا کاهش منابع ایجاد احتراق درون تجهیز طبق آنچه در زیربند ۹-۲ ارائه شده است.

پ- طبق زیربند ۹-۳، صحه‌گذاری این مطلب که آتش در صورت بروز محدود به درون تجهیز باقی می‌ماند.

این روش‌های جایگزین را می‌توان برای کل تجهیز یا برای تک‌تک منابع مختلف ایجاد خطر یا برای مناطق مختلف تجهیز به کار برد.

یادآوری ۱- بر خلاف روش الف که کاملاً بر انجام آزمون در یک شرایط تک اشکال مشخص استوار است، روش‌های ب و پ بر برآورده‌شدن معیارهای مشخصی از طراحی استوار است.

یادآوری ۲- در زیربند ۱۳-۲-۲ به حفاظت در برابر آتش ناشی از باتری‌ها پرداخته شده است.



شکل ۱۱ - فلوچارت برای تشریح الزامات حفاظت در برابر گسترش آتش

۹-۲ حذف یا کاهش منابع ایجاد احتراق درون تجهیز

با برآورده‌شدن کلیه الزامات قابل‌اعمال الف، ب و پ زیر چنین در نظر گرفته می‌شود که امکان احتراق و وقوع آتش تا سطح قابل‌تحملی کاهش یابد.

الف- یکی از دو مورد ۱ یا ۲:

۱- ولتاژ، جریان و توان در دسترس مدار یا قسمتی از تجهیز طبق آنچه در زیربند ۹-۴ داده شده محدود شده باشد؛

مطابقت با اندازه‌گیری مقادیر انرژی محدودشده، طبق زیربند ۹-۴ بررسی می‌شود.

۲- عایق‌بندی بین قسمت‌هایی که پتانسیل‌های مختلفی دارند، الزامات عایق‌بندی پایه را برآورده کرده باشد یا ثابت شود که پل‌شدن عایق‌بندی باعث بروز احتراق نخواهد شد.

مطابقت با بازرسی و در صورت تردید با آزمون بررسی می‌شود.

ب- خطر هرگونه احتراق مربوط به مایعات قابل‌اشتعال طبق آنچه در زیربند ۹-۵ ارائه شده تا سطح قابل‌تحملی کاهش داده شده باشد.

مطابقت طبق آنچه در زیربند ۹-۵ داده شده بررسی می‌شود.

پ- در مدارهایی که برای تولید حرارت طراحی شده‌اند، حین آزمون در شرایط تک اشکال (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) هیچ احتراقی رخ ندهد.

مطابقت با انجام آزمون‌های مرتبط زیربند ۴-۴ و اعمال شاخص‌های زیربند ۴-۴-۴-۳ بررسی می‌شود.

۹-۳ محدودکردن آتش احتمالی درون تجهیز

۹-۳-۱ کلیات

با برآورده‌شدن یکی از الزامات ساختاری زیر در مورد تجهیز چنین در نظر گرفته می‌شود که امکان گسترش آتش به خارج از تجهیز تا سطح قابل‌تحملی کاهش یابد.

الف- تجهیز به شکل کنترل‌شده با سوئیچی که باید به طور پیوسته توسط کاربر در وضعیت برق‌دار نگه داشته شود برق‌دار شود؛

ب- تجهیز و محفظه تجهیز مطابق الزامات ساختاری زیربند ۹-۳-۲ بوده و الزامات قابل‌اعمال زیربند ۹-۵ برآورده شده باشند.

مطابقت با بازرسی و طبق آنچه در زیربندهای ۹-۳-۲ و ۹-۵ داده شده بررسی می‌شود.

۹-۳-۲ الزامات ساختاری

الزامات ساختاری زیر باید برآورده شوند.

الف- اتصال‌دهنده‌های مادگی و مواد عایقی که اجزاء روی آنها نصب می‌شوند باید دارای طبقه‌بندی اشتعال V-2 یا بهتر مربوط به استاندارد IEC 60695-11-10 باشد. برای اطلاع از الزامات بردهای مدار چاپی به زیربند ۱۴-۷ نیز مراجعه شود.

یادآوری ۱ - V-0 بهتر از V-1 و V-1 بهتر از V-2 است.

مطابقت با بازرسی داده‌های مواد و در صورت تردید با انجام آزمون سوزاندن قائم ارائه‌شده در استاندارد IEC 60695-11-10 روی نمونه‌های موادی که از آنها در قسمت مرتبط استفاده شده است بررسی می‌شود.

ب- سیم‌ها و کابل‌های عایق‌دار باید باعث کندی انتشار شعله آتش شوند.

یادآوری ۲- چنین در نظر گرفته می‌شود که سیمی با ظرفیت اشتعال‌پذیری UL 2556 VW-1 یا معادل آن می‌تواند این الزام را برآورده کند.

مطابقت با بازرسی داده‌های مواد و در صورت تردید با انجام یکی از آزمون‌های زیر بررسی می‌شود، هر کدام که قابل انجام باشد.

۱- آزمون استاندارد IEC 60332-1-2، برای سیم‌ها و کابل‌هایی که سطح مقطع کلی هادی‌های آن بیشتر از ۰٫۵ mm^2 است؛

۲- آزمون استاندارد IEC 60332-2-2، برای سیم‌ها و کابل‌هایی که سطح مقطع کلی هادی‌های آن ۰٫۵ mm^2 یا کمتر است.

پ- محفظه باید الزامات زیر را برآورده کند:

۱- زیر و اطراف محفظه، در درون محدوده قطاع ° ۵ شکل ۱۳ مدارهایی که از نوع مدارهای محدودشده طبق زیربند ۹-۴ نیستند باید مطابق یکی از الزامات زیر باشد:

الف- هیچ منفذی نداشته باشد؛

ب- از فلز مشبک ارائه‌شده در جدول ۱۶ ساخته شده باشد؛

پ- یک حفاظ فلزی با توری‌هایی که فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌های آن بیشتر از ۲ mm × ۲ mm نبوده و قطر سیم دست‌کم ۰٫۴۵ mm باشد؛

ت- منافذی با منحرف‌کننده‌هایی طبق شکل ۱۲ داشته باشد.

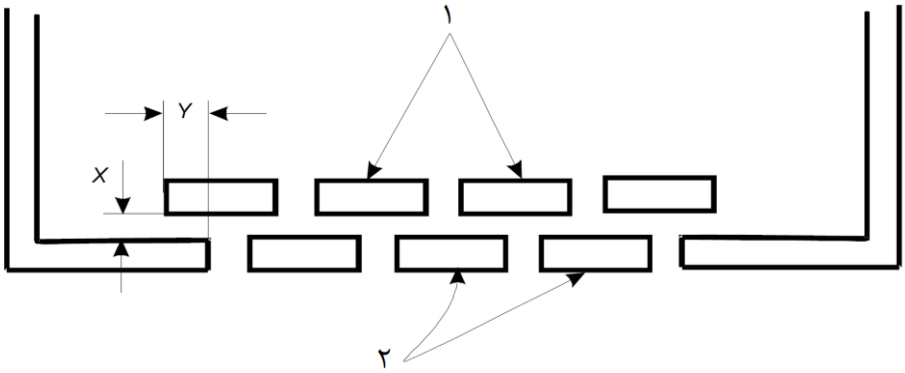
۲- محفظه و همه منحرف‌کننده‌ها یا موانع بر سر راه شعله باید از جنس فلز (به‌جز منیزیم) یا از مواد غیرفلزی باشد که طبق استاندارد IEC 60695-11-10 دارای طبقه‌بندی اشتعال‌پذیری V-1 یا بهتر هستند.

۳- محفظه و همه منحرف‌کننده‌ها یا موانع بر سر راه شعله باید استحکام کافی داشته باشند.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. در صورت تردید، طبقه‌بندی اشتعال‌پذیری الزام پ۲ با انجام آزمون سوزاندن قائم ارائه‌شده در استاندارد IEC 60695-11-10 روی نمونه‌های موادی که از آنها در قسمت مرتبط استفاده شده است بررسی می‌شود.

جدول ۱۶ – اندازه قابل‌قبول سوراخ زیر یک محفظه

کمینه ضخامت mm	بیشینه قطر سوراخ‌ها mm	کمینه فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌ها mm
۰٫۶۶	۱٫۱۴	۱٫۷۰ (۲۳۳ سوراخ در $645\ mm^2$)
۰٫۶۶	۱٫۱۹	۲٫۳۶
۰٫۷۶	۱٫۱۵	۱٫۷۰
۰٫۷۶	۱٫۱۹	۲٫۳۶
۰٫۸۱	۱٫۹۱	۳٫۱۸ (۷۲ سوراخ در $645\ mm^2$)
۰٫۸۹	۱٫۹۰	۳٫۱۸
۰٫۹۱	۱٫۶۰	۲٫۷۷
۰٫۹۱	۱٫۹۸	۳٫۱۸
۱٫۰۰	۱٫۶۰	۲٫۷۷
۱٫۰۰	۲٫۰۰	۳٫۰۰



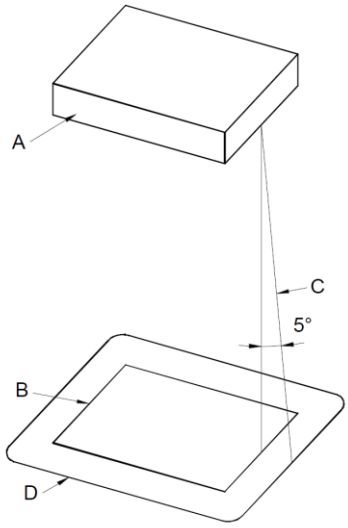
Y مساوی دو برابر X یا بزرگتر باشد ولی به‌هیچ وجه کمتر از ۲۵ mm نباشد

راهنما:

۱ صفحات منحرف‌کننده (ممکن است پایین سطح زیری محفظه قرار داده شوند)

۲ سطح زیری محفظه

شکل ۱۲ – منحرف‌کننده



راهنما:

A قسمت یا جزئی از تجهیز که به عنوان منبع خطر آتش‌سوزی تلقی شده است. این قسمت متشکل از جزء کامل یا قسمتی از تجهیز که به صورت دیگری حفاظ‌گذاری نشده باشد، یا بخش حفاظ‌گذاری‌نشده یک جزء که توسط بدنه خود آن تا حدی حفاظ‌گذاری شده است می‌باشد.

B تصویر قائم وجه خارجی A روی صفحه افقی.

C خط مایلی که از کمینه سطح زیری و اطراف، طبق آنچه در مورد ۱ از مورد پ زیربندهای ۹-۳-۲ و مورد ۲ از مورد پ زیربند ۹-۳-۲ داده شده است، خارج می‌شود. این خط با زاویه ° ۵ از خط قائم با چنان جهتی از تمام نقاط اطراف محیط A تصویر می‌شود که بیشینه سطح را ترسیم کند.

D کمینه سطح زیری که طبق آنچه در مورد ۱ از مورد پ زیربند ۹-۳-۲ داده شده است ساخته می‌شود.

شکل ۱۳ - سطح زیری محفظه که طبق مورد ۱ از مورد پ زیربند ۹-۳-۲ ساخته شده است

۹-۴ مدار با انرژی محدودشده

مدار با انرژی محدودشده مداری است که همه معیارهای زیر را برآورده کند.

الف- ولتاژ ظاهرشده در مدار بیشتر از ۳۰ V r.m.s، قله ۴۲٫۴ V، یا ۶۰ V DC نباشد.

ب- جریانی که ممکن است در مدار ظاهر شود با یکی از وسایل زیر محدود شده باشد:

۱- بیشینه جریان در دسترس به طوری ذاتی یا با امپدانس به‌گونه‌ای محدود شود که نتواند از مقادیر قابل‌اعمال جدول ۱۷ بیشتر شود؛

۲- جریان توسط یک افزاره حفاظت در برابر اضافه‌جریان به‌گونه‌ای حفاظت شده باشد که نتواند از مقادیر قابل‌اعمال جدول ۱۸ بیشتر شود؛

۳- یک شبکه تنظیم به‌گونه‌ای بیشینه جریان در دسترس را محدود کند که جریان در شرایط عادی یا در اثر رخداد خطا در شبکه تنظیم نتواند از مقدار مرتبط جدول ۱۷ بیشتر شود.

پ- مدار توسط دست‌کم عایق‌بندی پایه از سایر مدارهایی که مقدار انرژی آنها بیشتر از معیارهای الف و ب فوق است جدا شده باشد.

درصورت استفاده از افزاره حفاظت در برابر اضافه‌جریان، این افزاره باید فیوز یا یک افزاره غیرقابل‌تنظیم غیرخودبازنشان باشد.

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری پتانسیل‌های ظاهرشده در مدار و بیشینه جریان در دسترس تحت شرایط زیر بررسی می‌شود:

۱- پتانسیل‌های ظاهرشده در مدار در شرایطی از بارگذاری که ولتاژ را به بیشینه مقدار خود برساند اندازه‌گیری شود؛

۲- جریان خروجی بعد از ۶۰ s کار با بار اهمی (شامل اتصال‌کوتاه) که باعث تولید بیشترین مقدار جریان می‌شود اندازه‌گیری شود.

جدول ۱۷ – حدود بیشینه جریان در دسترس

ولتاژ مدارباز خروجی (U یا $\hat{U}$) V			**بیشینه جریان در دسترس** A
AC r.m.s.	**DC**	**قله** [الف]	**AC r.m.s. یا DC**
$U \leq ۲$	$U \leq ۲$	$\hat{U} \leq ۲/۸$	۵۰
$۲ < U \leq ۱۲/۵$	$۲ < U \leq ۱۲/۵$	$۲/۸ < \hat{U} \leq ۱۷/۶$	۱۰۰ / U
$۱۲/۵ < U \leq ۱۸/۷$	$۱۲/۵ < U \leq ۱۸/۷$	$۱۷/۶ < \hat{U} \leq ۲۶/۴$	۸
$۱۸/۷ < U \leq ۳۰$	$۱۸/۷ < U \leq ۶۰$	$۲۶/۴ < \hat{U} \leq ۴۲/۴$	۱۵۰ / U

[الف] مقدار قله ($\hat{U}$) در AC غیرسینوسی و در DC با اعوجاج بیش از ٪ ۱۰ کاربرد دارد و برای سهولت کار است. مقدار موثر بیشینه جریان در دسترس باید بر حسب حرارت تعیین شود.

جدول ۱۸ – مقادیر مرتبط با افزاره‌های حفاظتی در برابر اضافه‌جریان

پتانسیل ظاهرشده در مدار (U یا $\hat{U}$) V			**جریانی که افزاره بعد از زمانی کمتر از ۱۲۰ s قطع می‌کند** [الف ب] A
AC r.m.s.	**DC**	**قله** [الف]	**AC r.m.s. یا DC**
$U \leq ۲$	$U \leq ۲$	$\hat{U} \leq ۲/۸$	۶۲/۵
$۲ < U \leq ۱۲/۵$	$۲ < U \leq ۱۲/۵$	$۲/۸ < \hat{U} \leq ۱۷/۶$	۱۲۵ / U
$۱۲/۵ < U \leq ۱۸/۷$	$۱۲/۵ < U \leq ۱۸/۷$	$۱۷/۶ < \hat{U} \leq ۲۶/۴$	۱۰
$۱۸/۷ < U \leq ۳۰$	$۱۸/۷ < U \leq ۶۰$	$۲۶/۴ < \hat{U} \leq ۴۲/۴$	۲۰۰ / U

[الف] مقدار قله ($\hat{U}$) در AC غیرسینوسی و در DC با اعوجاج بیش از ٪ ۱۰ کاربرد دارد و برای سهولت کار است. مقدار موثر بیشینه جریان در دسترس باید بر حسب حرارت تعیین شود.

[ب] این ارزیابی بر اساس مشخصه جریان-زمان قطع افزاره است که مقوله‌ای متفاوت از جریان اسمی قطع است. (برای مثال، یک فیوز ۵ A استاندارد ANSI/UL 248-15 تعیین شده که ۱۰ A را در ۱۲۰ s یا کمتر قطع کند و یک فیوز ۴ A نوع T استاندارد IEC 60127 تعیین شده که جریان ۸/۴ A را در ۱۲۰ s یا کمتر قطع کند.)

[پ] جریان قطع فیوزها به دما بستگی دارد، به این امر در مواردی که دمای اطراف فیوز به مقدار قابل‌توجهی بالاتر از دمای اتاق است توجه شود.

۹-۵ الزامات تجهیزات محتوی یا مصرف‌کننده مایعات قابل‌اشتعال

مایعات قابل‌اشتعال درون تجهیز یا مایعات قابل‌اشتعال تعیین‌شده برای استفاده با آن، نباید باعث گسترش آتش در شرایط عادی یا شرایط تک اشکال شود.

درصورت برآورده‌شدن یکی از الزامات زیر چنین در نظر گرفته می‌شود که خطر ناشی از مایعات قابل‌اشتعال تا سطح قابل‌تحملی کاهش یافته است.

الف - دمای سطح مایع و قسمت‌های در تماس با سطح در شرایط عادی و شرایط تک اشکال به دمای حداکثر t - ۲۵ °C محدود شده باشد، که t نقطه آتش مایع (به مورد ب زیربند ۱۰-۳ مراجعه شود) است.

یادآوری ۱- نقطه آتش دمایی است که یک مایع باید تا آن مقدار (تحت شرایط تعیین‌شده) حرارت داده شود تا مخلوط بخار/هوای ایجادشده در سطح آن هنگام اعمال شعله خارجی و پس‌کشیدن آن بتواند شعله را به مدت دست‌کم ۵ s نگه دارد.

ب - مقدار مایع به‌اندازه‌ای محدود شده باشد که نتواند باعث گسترش آتش شود.

پ - اگر مایع امکان آتش‌گیری داشته باشد، شعله به منظور ممانعت از گسترش آتش به خارج از تجهیز مهار شده باشد. برای ایجاد روش‌های انجام مناسب کاهش ریسک باید دستورالعمل‌های دقیق استفاده ارائه شود.

مطابقت با موارد الف و ب با بازرسی و با اندازه‌گیری دما طبق آنچه در زیربند ۱۰-۴ ارائه شده است بررسی می‌شود.

مطابقت با مورد پ طبق آنچه در زیربند ۴-۴-۴-۳ ارائه شده است بررسی می‌شود.

یادآوری ۲- برای مایعاتی که محصولات جانبی ناشی از احتراق آنها مسمومیت‌زا است می‌توان برای اهداف آزمون از مایع دیگری با مشخصات سوختن یکسان استفاده کرد.

۹-۶ حفاظت در برابر اضافه جریان

۹-۶-۱ کلیات

تجهیزی که برای برق‌دارشدن از منبع برق شهر در نظر گرفته شده است باید با فیوز، کلید قدرت، قطع‌کننده حرارتی، مدار محدودکننده امپدانسی یا سایر وسایل مشابه در برابر کشیده‌شدن جریان بیش از حد از برق شهر در مواردی که تجهیز دچار اشکال شده است، محافظت شود.

یادآوری ۱ - افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان که همراه تجهیز تحویل داده می‌شوند برای تامین حفاظت در برابر اشکال‌هایی که باعث افزایش جریان و بنابراین افزایش حرارت و احتمال شروع و گسترش آتش می‌شوند در نظر گرفته شده‌اند. این افزاره‌ها برای تامین حفاظت در برابر اتصال‌کوتاه‌های بین هادی‌های برق شهر و هادی‌های زمین حفاظتی در نظر گرفته نشده‌اند. روی هر یک از هادی‌های زمین‌نشده برق شهر تاسیسات ساختمانی که قرار است از آنها در برابر اتصال‌کوتاه‌های بین هادی برق شهر و هادی حفاظتی حفاظت شود افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان تعبیه می‌شود. توصیه می‌شود ظرفیت قطع افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان با ظرفیت جریان تاسیسات سازگار باشند.

بین قسمت‌های متصل به برق شهر با قطبیت‌های مخالف، در سمت تغذیه افزاره حفاظت در برابر اضافه‌جریان حداقل به عایق‌بندی پایه نیاز است.

افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان نباید روی هادی حفاظتی نصب شوند. فیوزها یا کلیدهای قدرت تک‌پل نباید روی هادی خنثی تجهیزات چندفاز نصب شوند.

یادآوری ۲ - توصیه می‌شود افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان (برای مثال فیوزها) ترجیحاً روی کلیه هادی‌های تغذیه نصب شوند. اگر از فیوزها به عنوان وسایل حفاظتی در برابر اضافه‌جریان استفاده شود، توصیه می‌شود پایه فیوزها کنار هم نصب شوند. توصیه می‌شود فیوزها ظرفیت و مشخصه یکسانی داشته باشند. توصیه می‌شود افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان در تجهیزات ترجیحاً در سمت تغذیه مدارهای متصل به برق شهر، شامل سوئیچ برق شهر قرار داده شوند. در تجهیزاتی که فرکانس‌های بالا تولید می‌کنند دیده شده که قرارگیری اجزای حذف تداخل بین منبع برق شهر و افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان امر بسیار مهمی است.

مطابقت با بازرسی و با اندازه‌گیری، و برای عایق‌بندی جامد، با آزمون ولتاژ AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۱ min (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با ولتاژ آزمونی که در جدول ۵ برای عایق‌بندی پایه با ولتاژ خط به خنثی مناسب ارائه شده است بررسی می‌شود. خازن‌های EMC که الزامات زیربند ۱۴-۱ را برآورده می کنند را می‌توان در طول این آزمون ولتاژ قطع کرد.

۹-۶-۲ تجهیز نصب دائم

افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان در تجهیز نصب دائم اختیاری هستند. در مواردی که از این افزاره‌ها استفاده نشود، در دستورالعمل‌های نصب باید ویژگی‌های افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه‌جریان مورد نیاز در تاسیسات ساختمان مشخص شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۹-۶-۳ سایر تجهیزات

اگر افزاره حفاظت در برابر اضافه‌جریان در نظر گرفته شده باشند باید در درون تجهیز تعبیه شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۱۰ حدود دمای تجهیز و مقاومت در برابر گرما

۱۰-۱ حدود دمای سطح برای حفاظت در برابر سوختگی

دمای سطوحی که به راحتی قابل لمس هستند در دمای محیطی ۴۰ °C نباید برای شرایط عادی از مقادیر جدول ۱۹ و برای شرایط تک اشکال از ۱۰۵ °C بیشتر شود.

سطوحی از تجهیز که به‌راحتی قابل‌لمس بوده و مقدار اسمی آن‌ها برای بیشینه دمای محیطی بیش از ۴۰ °C تعیین شده است مجازند در شرایط عادی از مقادیر جدول ۱۹، و در شرایط تک اشکال از ۱۰۵ °C بیشتر شوند، البته نه به اندازه‌ای که بر اثر آن بیشینه دمای اسمی بیشتر از ۴۰ °C شود.

اگر سطوح گرم‌شده‌ای که به راحتی قابل لمس هستند به منظور فرآوری یا گرمادهی مواد نیاز باشند، یا در مواردی که نتوان به روشی مانع از گرم شدن آن شد، چنین سطوحی مجازند در شرایط عادی از مقادیر جدول ۱۹، و در شرایط تک اشکال از ۱۰۵ °C بیشتر شوند، به شرط آنکه این امر بر حسب ظاهر یا عملکرد قابل تشخیص باشد یا با نماد ۱۳ جدول ۱ نشانه‌گذاری شده باشد. تجهیزی که به واسطه محیط در شرایط عادی تا مقادیر بیشتر از جدول ۱۹ و در شرایط تک اشکال تا دمای بیشتر از ۱۰۵ °C گرم شود نیازی ندارد با نماد ۱۳ نشانه‌گذاری شود.

سطوحی که در برابر لمس‌شدگی اتفاقی توسط موانعی حفاظت می‌شوند به شرط آنکه نتوان موانع را بدون استفاده از ابزار جدا کرد به عنوان سطوحی که به راحتی قابل لمس هستند در نظر گرفته نمی‌شوند.

جدول ۱۹ - حدود دمای سطح در شرایط عادی

قسمت	حد °C
۱ سطح بیرونی محفظه (تماس غیرعمد)	
الف - فلزی، بدون پوشش یا آندی‌شده	۶۵
ب - فلزی، پوشش‌دار (رنگ، غیرفلزی)	۸۰
پ - پلاستیکی	۸۵
ت - شیشه‌ای و سرامیکی	۸۰
ث - سطوح کوچک (کوچکتر از ۲ cm^2) که لمس‌شدن آنها در استفاده عادی محتمل نیست	۱۰۰
۲ دستگیره‌ها و دکمه‌ها (تماس در استفاده عادی)	
الف – فلزی	۵۵
ب - پلاستیکی	۷۰
پ - شیشه‌ای و سرامیکی	۶۵
ت - قسمت‌های غیرفلزی که در استفاده‌های عادی تنها برای زمان‌های کوتاه (۱ s – ۴ s) نگه داشته می‌شوند	۷۰
یادآوری - اطلاعات مربوط به اثر مدت زمان تماس در استاندارد EN 563 ارائه شده است.	

مطابقت با اندازه‌گیری طبق آنچه در زیربند ۱۰-۴ ارائه شده است و با بازرسی موانع به منظور بررسی اینکه آیا می‌توانند از تماس اتفاقی سطوحی که در دمای بیش از مقادیر جدول ۱۹ قرار دارند و اینکه بدون ابزار نتوانند جدا شوند بررسی می‌شود.

۱۰-۲ دماهای سیم‌پیچ‌ها

اگر دمای زیاد بتواند منجر به خطر شود، دمای ماده عایقی سیم‌پیچ‌ها در شرایط عادی و شرایط تک اشکال نباید بیشتر از مقادیر جدول ۲۰ شود.

مطابقت در شرایط عادی و شرایط تک اشکال قابل‌اعمال زیربندهای ۴-۴-۲-۵، ۴-۴-۲-۱۰ و ۴-۴-۲-۱۱ و نیز در هر شرایط تک اشکال دیگری که بتواند به عنوان نتیجه‌ای از دمای بیش از حد، باعث ایجاد خطر شود با اندازه‌گیری طبق آنچه در زیربند ۱۰-۴ داده شده است بررسی می‌شود.

جدول ۲۰ - بیشینه دما برای مواد عایقی سیم‌پیچ‌ها

طبقه عایق‌بندی (به استاندارد IEC 60085 مراجعه شود)	شرایط عادی °C	شرایط تک اشکال °C
طبقه A	۱۰۵	۱۵۰
طبقه B	۱۳۰	۱۷۵
طبقه E	۱۲۰	۱۶۵
طبقه F	۱۵۵	۱۹۰
طبقه H	۱۸۰	۲۱۰

۱۰-۳ سایر اندازه‌گیری‌های دما

در صورت امکان برای برآورده کردن اهداف سایر زیربندها، سایر اندازه‌گیری‌های زیر انجام شوند. اگر به صورت دیگری ذکر نشده باشد آزمون‌ها در شرایط عادی انجام می‌شوند.

الف - اندازه‌گیری دمای محفظه یا جعبه ترمینال سیم‌کشی در مواردی که این احتمال وجود داشته باشد که دمای آن، در دمای محیطی ۴۰ °C یا در بیشینه مقدار اسمی دمای محیط اگر بیشتر از ۴۰ °C باشد (با توجه به الزامات نشانه‌گذاری زیربند ۵-۱-۸)، ممکن است بیشتر از ۶۰ °C شود.

ب - اندازه‌گیری دمای سطح مایعات قابل‌اشتعال و قسمت‌های در تماس با این سطح در شرایط تک اشکال زیربندهای ۴-۴-۲-۱۰ و ۴-۴-۲-۱۱ (با توجه به مورد الف زیربند ۹-۵).

پ - اندازه‌گیری دمای محفظه‌های غیرفلزی طی آزمون زیربند ۱۰-۵-۱ (برای تامین دمای پایه برای آزمون زیربند ۱۰-۵-۲).

ت - دمای قسمت‌های ساخته‌شده از مواد عایقی که از آنها به عنوان نگهدارنده قسمت‌های متصل به منبع برق شهر (به منظور تامین دما برای آزمون ۱ زیربند ۱۰-۵-۳) استفاده می‌شود.

ث - دمای ترمینال‌های حامل جریان بیش از ۰٫۵ A در مواردی که شل‌شدگی کنتاکت باعث اتلاف حرارت قابل‌ملاحظه‌ای شود (به منظور تامین دما برای آزمون ۱ زیربند ۱۰-۵-۳).

۱۰-۴ انجام آزمون‌های دما

۱۰-۴-۱ کلیات

تجهیز باید تحت شرایط آزمون مرجع مورد آزمون واقع شود. جز در مواردی که یک شرایط تک اشکال خاص تعیین شده باشد، در سایر موارد در مورد تهویه، مایع خنک‌کننده، حدود استفاده تناوبی و غیره از دستورالعمل‌های تولیدکننده تبعیت شود. مایع خنک‌کننده باید در بیشینه دمای اسمی باشد.

بیشینه دما توسط اندازه‌گیری افزایش دما تحت شرایط آزمون مرجع و افزودن این افزایش به ۴۰ °C، یا به بیشینه مقدار اسمی دمای محیطی در مواردی که بالاتر از ۴۰ °C باشد تعیین می‌شود.

دمای ماده عایقی سیم‌پیچ‌ها به صورت دمای سیم سیم‌پیچ و ورق هسته در تماس با ماده عایقی اندازه‌گیری می‌شود. این دما را می‌توان با روش مقاومتی یا با استفاده از حسگرهای دما که به‌گونه‌ای انتخاب و جاگذاری می‌شوند که تاثیر آنها روی دمای سیم‌پیچ قابل چشم‌پوشی باشد به دست آورد. اگر سیم‌پیچ‌ها غیرهمگن باشند یا اگر اندازه‌گیری مقاومت مشکل باشد می‌توان از روش دوم استفاده کرد.

دماها بعد از رسیدن به حالت پایدار اندازه‌گیری می‌شوند.

۱۰-۴-۲ اندازه‌گیری دمای تجهیز گرمازا

تجهیزی که برای تولید گرما برای اهداف عملیاتی در نظر گرفته شده است در کنج آزمون[1] آزموده می‌شود.

کنج آزمون از دو دیواره عمود بر هم، یک کف و در صورت لزوم یک سقف تشکیل می‌گردد که همگی از تخته چندلا به ضخامت تقریبی ۲۰ mm به رنگ سیاه کدر ساخته می‌شود. توصیه می‌شود ابعاد خطی کنج آزمون دست‌کم ٪ ۱۵ بزرگتر از ابعاد خطی تجهیز تحت آزمون باشد. تجهیز در فواصلی از دیوارها، سقف یا کف که توسط تولیدکننده مشخص می‌شود قرار داده شود. اگر فاصله‌ای مشخص نشده باشد آنگاه:

الف- تجهیزی که از آن معمولاً روی کف (زمین) یا میز استفاده می‌شود حتی‌الامکان نزدیک به دیوارها قرار داده شود؛

ب - تجهیزی که معمولاً روی دیوار بسته می‌شود، روی یکی از دیوارها و در فاصله‌ای از دیوار دیگر، کف یا سقف که احتمالاً در استفاده عادی خواهد بود نصب شود؛

پ - تجهیزی که معمولاً به سقف بسته می‌شود در فاصله‌ای از دیوارها که احتمالاً در استفاده عادی خواهد بود به سقف بسته شود.

1 - Test corner

۱۰-۴-۳ تجهیز در نظر گرفته شده برای نصب در داخل کابینت یا دیوار

چنین تجهیزی طبق دستورالعمل‌های نصب در داخل دیوارهایی از جنس تخته چندلا با رنگ سیاه کدر، با ضخامت تقریبی ۱۰ mm برای مواردی که این دیوارها نقش دیوارهای کابینت را داشته باشند، یا با ضخامت تقریبی ۲۰ mm برای مواردی که این دیوارها نقش دیوارهای ساختمانی را داشته باشند، کار گذاشته می‌شود.

۱۰-۵ مقاومت در برابر حرارت

۱۰-۵-۱ یکپارچگی فواصل هوایی و فواصل خزشی

فواصل هوایی و فواصل خزشی، زمانیکه تجهیز در دمای محیطی ۴۰ °C، یا در بیشینه مقدار اسمی دمای محیطی اگر بالاتر از ۴۰ °C باشد کار می‌کند باید الزامات زیربند ۶-۷ را برآورده کند.

مطابقت، در صورت تردید در مواردی که تجهیز مقدار حرارت قابل‌ملاحظه‌ای تولید کند، به جز مواردی که دمای محیط ۴۰ °C، یا بیشینه مقدار اسمی دمای محیطی بالاتر از ۴۰ °C باشد، با کار تجهیز تحت شرایط آزمون مرجع زیربند ۴-۳ بررسی می‌شود. بعد از این آزمون، فواصل هوایی و فواصل خزشی نباید به مقادیری کمتر از الزامات زیربند ۶-۷ تنزل پیدا کرده باشند.

اگر محفظه غیرفلزی باشد، دمای قسمت‌های محفظه طی آزمون فوق برای اهداف زیربند ۱۰-۵-۲ اندازه‌گیری شود.

۱۰-۵-۲ محفظه‌های غیرفلزی

محفظه‌های از جنس غیرفلزی باید در برابر دماهای بالا مقاوم باشند.

مطابقت با انجام آزمون بعد از اجرای یکی از عمل‌آوری‌های زیر بررسی می‌شود.

الف - عمل‌آوری بدون کار، که در آن تجهیز بدون برق‌دارشدن برای ۷ h در دمای ۷۰ °C ± ۲ °C، یا در ۱۰ °C ± ۲ °C بیشتر از دمای اندازه‌گیری‌شده طی آزمون زیربند ۱۰-۵-۱، هر کدام که بزرگتر باشد، انبارش می‌شود. اگر تجهیز اجزایی داشته باشد که با این عمل‌آوری ممکن است صدمه ببیند، می‌توان یک محفظه خالی را عمل‌آوری کرد، و سپس در انتهای عمل‌آوری، تجهیز را به آن مونتاژ کرد؛

ب - عمل‌آوری همراه با کار، که در آن تجهیز تحت شرایط آزمون مرجع زیربند ۴-۳، جز اینکه دمای محیط ۲۰ °C ± ۲ °C بیشتر از ۴۰ °C، یا بیشینه دمای اسمی محیط در مواردی که بالاتر از ۴۰ °C باشد، به کار انداخته می‌شود.

در طول ۱۰ min انتهایی عمل‌آوری، تجهیز باید در معرض تنش‌های مناسب زیربندهای ۸-۲ و ۸-۳ قرار گرفته و معیارهای پذیرش زیربند ۸-۱ را برآورده کند.

۱۰-۵-۳ ماده عایقی

ماده عایقی باید در برابر حرارت، مقاومت کافی داشته باشد.

الف- قسمت‌های ساخته‌شده از مواد عایقی که از آنها به عنوان نگهدارنده سایر قسمت‌های متصل به منبع برق شهر استفاده می‌شود باید از مواد عایقی ساخته شوند که در صورت بروز اتصال‌کوتاه در داخل تجهیز باعث ایجاد خطر نشود.

ب - اگر در استفاده عادی، ترمینال‌ها حامل جریان بیش از ۰٫۵ A باشند و اگر شل‌شدگی کنتاکت بتواند اتلاف حرارت قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد کند، عایقی که ترمینال‌ها را نگه می‌دارد باید از ماده‌ای ساخته شود که آنقدر نرم نشود که موجب ایجاد خطر یا اتصال‌کوتاه‌های بیشتر شود.

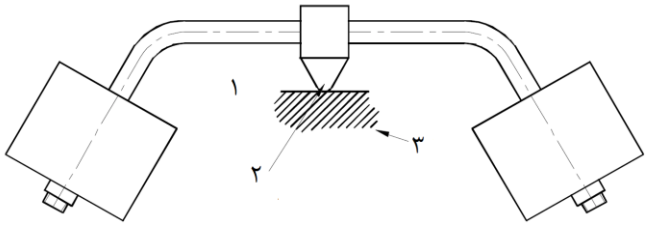
در صورت تردید، مطابقت با بررسی داده‌های ماده بررسی می‌شود. اگر داده‌های ماده دلیل قاطعی نباشد، یکی از آزمون‌های زیر انجام شود.

۱- نمونه‌ای از ماده عایقی، دست‌کم به ضخامت ۲٫۵ mm با استفاده از دستگاه آزمون شکل ۱۴ در معرض آزمون فشار ساچمه قرار داده شود. این آزمون در اتاقک گرمایش در دمای مورد ت زیربند ۱۰-۳ یا در دمایی که ۲ °C بیشتر یا کمتر از دمای مورد ث زیربند ۱۰-۳ باشد یا در دمای ۲ °C ± ۱۲۵ °C، هر کدام که بزرگتر باشد، انجام می‌شود. قسمت تحت آزمون به‌گونه‌ای نگه داشته شود که سطح فوقانی آن در راستای افق بوده و قسمت کروی دستگاه با نیروی ۲۰ N به آن سطح فشار وارد کند. بعد از ۱ h دستگاه برداشته شود و نمونه طی ۱۰ s با غوطه‌ورشدن در آب سرد تا حدود دمای اتاق خنک شود. قطر اثر ناشی از گوی نباید بیشتر از ۲ mm باشد.

یادآوری ۱- در صورت لزوم می‌توان ضخامت لازم را توسط دو یا چندین بخش از آن قسمت به دست آورد.

یادآوری ۲- برای بوبین‌ها، این آزمون تنها روی آن قسمت‌هایی که ترمینال‌ها را سر جای خود نگه می‌دارند انجام شود.

یادآوری ۳- برای اطلاع بیشتر در مورد این آزمون به استاندارد IEC 60695-10-2 مراجعه شود.



راهنما:

۱ قسمت تحت آزمون

۲ قسمت کروی دستگاه (با قطر ۵ mm)

۳ نگهدارنده

شکل ۱۴ – دستگاه آزمون فشار ساچمه

۲- آزمون نرم‌شدگی وایکات استاندارد ISO 306، روش A120. دمای نرم‌شدگی وایکات باید دست‌کم ۱۳۰ °C باشد.

۱۱ حفاظت در برابر خطرات ناشی از سیالات

۱-۱۱ کلیات

تجهیز باید به‌گونه‌ای طراحی شود که از کاربرها و فضای اطراف در برابر خطرات ناشی از سیالاتی که در استفاده عادی با آنها مواجهه هست حفاظت کند.

یادآوری ۱ ـ سیالاتی که احتمال مواجهه با آنها وجود دارد در سه رده قرار دارند:

الف- آنهایی که تماس دائمی دارند، مانند ظروف دربرگیرنده آن‌ها؛

ب - آنهایی که تماس گاه به گاه دارند، مانند سیالات تمیزکننده؛

پ - آنهایی که تماس اتفاقی (غیرمنتظره) دارند. تولیدکننده نمی‌تواند در برابر چنین مواردی محافظ ایجاد کند.

سیالات تعیین‌شده توسط تولیدکننده، شامل سیالات تمیزکننده و ضدعفونی‌کننده، مورد توجه هستند. سایر سیالات لحاظ نشوند.

یادآوری ۲- عبارت «سیالات» شامل هر دو مفهوم مایعات و گازها است.

مطابقت از طریق عمل‌آوری و آزمون‌های زیربندهای ۱۱-۲ تا ۱۱-۵ بررسی می‌شود.

۲-۱۱ تمیزکنندگی

اگر فرآیند تمیزکنندگی یا ضدعفونی‌کردن توسط تولیدکننده مشخص شده باشد، این فرآیند از نظر ایمنی نباید موجب ایجاد خطر مستقیم، خطر الکتریکی یا خطر ناشی از خوردگی یا تضعیف دیگری در قسمت‌های ساختاری شود.

مطابقت، اگر فرآیند تمیزکنندگی مشخص شده باشد با سه بار تمیزکردن تجهیز و اگر فرآیند ضدعفونی مشخص شده باشد با یک بار ضدعفونی کردن تجهیز طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده بررسی می‌شود. اگر بلافاصله بعد از این عمل‌آوری، علائم رطوبت در قسمت‌هایی که احتمالاً سبب خطر می‌شوند وجود داشته باشد، تجهیز باید بر حسب نوع عایق‌بندی (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود) آزمون‌های ولتاژ زیربند ۶-۸ را (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با موفقیت بگذراند و قسمت‌های در دسترس نباید از حدود زیربند ۶-۳-۱ بیشتر شوند.

۳-۱۱ ریختن مایع[1]

اگر در استفاده عادی این احتمال وجود داشته باشد که مایع به داخل تجهیز ریخته شود، تجهیز باید به گونه‌ای طراحی شود که برای مثال در نتیجه مرطوب‌شدن عایق‌بندی یا مرطوب‌شدن قسمت‌های عایق‌بندی‌نشده داخلی، یا در نتیجه تماس با مواد بالقوه تهاجمی[2] (مانند مایعات خوردنده، سمی یا قابل‌اشتعال) با قسمت‌های تجهیز هیچ خطری ایجاد نشود.

1 - Spillage
2 - Potentially aggressive substances

اگر در استفاده عادی این احتمال وجود داشته باشد که مواد بالقوه تهاجمی (مانند مایعات خوردنده، سمی یا قابل‌اشتعال) روی قسمت‌هایی از تجهیز ریخته شود، توصیه می‌شود مواد مرطوب‌شده برای تعیین سازگاری با مواد تهاجمی تجزیه و تحلیل شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. در صورت تردید، ۰٫۲ l آب به طور پیوسته از ارتفاع ۰٫۱ m به مدت ۱۵ s به ترتیب روی هر نقطه‌ای که ممکن است مایع به قسمت‌های الکتریکی دسترسی پیدا کند ریخته شود. بلافاصله بعد از این عمل‌آوری، فواصل هوایی و عایق‌بندی جامد بر حسب نوع عایق‌بندی (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود) باید آزمون‌های ولتاژ زیربند ۶-۸ را (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با موفقیت بگذرانند و قسمت‌های در دسترس نباید از حدود زیربند ۶-۳-۱ بیشتر شوند.

۱۱-۴ سرریزشدن

مایع سرریزشده از ظروفی در تجهیز که می‌توانند بیش از حد پر شوند نباید در استفاده عادی، برای مثال بر اثر مرطوب‌شدن عایق‌بندی یا مرطوب‌شدن قسمت‌های عایق‌بندی‌نشده داخلی که جزو قسمت‌های برق‌دار خطرناک هستند، باعث ایجاد خطر شود.

اگر احتمال آن وجود داشته باشد که تجهیز در شرایطی که ظرف از مایع پر است جابه‌جا شود، باید در برابر خروج مایع از ظرف محافظت شود.

مطابقت با عمل‌آوری و آزمون‌های زیر بررسی می‌شود. ظرف مایع به طور کامل پر شود. سپس مقدار بیشتری مایع به اندازه ٪ ۱۵ ظرفیت ظرف یا ۰٫۲۵ l، هر کدام که بزرگتر باشد، به طور پیوسته در مدت ۶۰ s به درون آن ریخته شود. سپس اگر این احتمال وجود داشته باشد که تجهیز در شرایط پر بودن ظرف از مایع جابه‌جا شود آنگاه °۱۵ در نامساعدترین جهت از وضعیت استفاده عادی کج شود. بلافاصله بعد از این عمل‌آوری، فواصل هوایی و عایق‌بندی جامد بر حسب نوع عایق‌بندی (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود) باید آزمون‌های ولتاژ زیربند ۶-۸ را (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با موفقیت بگذرانند و قسمت‌های در دسترس نباید از حدود زیربند ۶-۳-۱ بیشتر شوند.

۱۱-۵ الکترولیت باتری

باتری‌ها باید به‌گونه‌ای نصب شوند که نشت الکترولیت آنها باعث اختلال ایمنی نشود.

یادآوری - به زیربند ۱۳-۲-۲ نیز مراجعه شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۱۱-۶ تجهیزات حفاظت‌شده به طور ویژه

اگر مقدار اسمی تجهیز توسط تولیدکننده طبق یکی از درجه‌های حفاظتی بیان‌شده در استاندارد IEC 60529 تعیین و نشانه‌گذاری شده باشد، باید تا اندازه مشخص شده در برابر ورود مایع مقاوم باشد.

مطابقت با بازرسی و با عمل‌آوری تجهیز طبق روش مناسب استاندارد IEC 60529 بررسی می‌شود که بعد آن فواصل هوایی و عایق‌بندی جامد بر حسب نوع عایق‌بندی (به زیربند ۶-۷ مراجعه شود) باید آزمون‌های ولتاژ زیربند ۶-۸ را (بدون آماده‌سازی رطوبتی) با موفقیت بگذرانند و قسمت‌های در دسترس نباید از حدود زیربند ۶-۳-۱ بیشتر شوند.

۱۱-۷ فشار و نشت سیال

۱۱-۷-۱ فشار بیشینه

فشار بیشینه‌ای که قسمتی از تجهیز می‌تواند در استفاده عادی یا در شرایط تک اشکال در معرض آن باشد نباید بیشتر از بیشینه اسمی فشار کار آن قسمت باشد.

فشار بیشینه باید برابر با بزرگترین مقدار زیر باشد:

الف- بیشینه فشار اسمی تغذیه تعیین‌شده برای منبع خارجی؛

ب- مقدار فشاری که افزاره ایمنی اضافه‌فشار که قسمتی از مجموعه است روی آن تنظیم شده است؛

پ- بیشینه فشاری که توسط افزاره مولد فشار که قسمتی از مجموعه است تولید می‌شود، مگر آنکه فشار توسط افزاره ایمنی اضافه‌فشار محدود شده باشد.

مطابقت با بازرسی مقادیر اسمی قسمت‌ها و در صورت لزوم با اندازه‌گیری فشار بررسی می‌شود.

یادآوری- تجهیزی که الزامات زیربند ۱۱-۷ را برآورده می‌کند ممکن است از نظر فشارهای بالا مورد پذیرش الزامات ملی نباشد. در پیوست چ الزامات و آزمون‌هایی که از نظر قوانین ملی چند کشور به عنوان مدرک مطابقت تلقی می‌شوند توضیح داده شده‌اند.

۱۱-۷-۲ نشت و گسیختگی در فشار بالا

قسمت‌های حاوی سیال که در کار عادی هر دو ویژگی زیر را دارند نباید به واسطه نشت و گسیختگی باعث ایجاد خطر شوند:

الف- قسمت‌هایی که حاصلضرب فشار و حجم آنها بیشتر از ۲۰۰ kPa.l است؛

ب - قسمت‌هایی که فشار آنها بیشتر از ۵۰ kPa است.

مطابقت با بازرسی و در صورتی که بتواند باعث خطر شود با آزمون هیدرولیکی زیر بررسی می‌شود.

فشار آزمون برای آزمون در برابر نشت، ۱٫۵ برابر فشار بیشینه و برای آزمون در برابر انفجار ۲٫۰ فشار بیشینه باشد.

یادآوری- ارگان ملی مسئول ممکن است به تامین ایمنی بر اساس محاسبات، برای مثال بر اساس بخشنامه فشار تجهیز (97/23/EC) قناعت کنند.

فشار به تدریج تا مقدار تعیین‌شده آزمون افزایش داده شود و به مدت min ۱ در آن مقدار نگه داشته شود. نمونه نباید منفجر، متحمل تغییرشکل (پلاستیکی) دائمی (برای ضریب ۲٫۰)، یا نشت (برای ضریب ۱٫۰) شود. طی این آزمون‌ها نشت در واشر، خرابی تلقی نمی‌شود مگر آنکه در فشار کمتر از ۱٫۵ برابر بیشینه فشار کاری رخ دهد.

از قسمت‌هایی که حاوی سیال سمی، قابل‌اشتعال یا موادی هستند که از جنبه‌های دیگری خطرناک هستند که نشت آنها می‌تواند منجر به خطر شود نباید هیچ‌گونه نشت رخ دهد.

اگر قسمت‌ها و لوله‌های نشانه‌گذاری‌نشده حاوی سیال را نتوان به صورت هیدرولیکی آزمون کرد، آنگاه یکپارچگی آنها توسط آزمون‌های مناسب دیگری، مانند آزمون‌های پنوماتیکی با استفاده از ماده واسط مناسب در همان فشار آزمون مربوط به آزمون هیدرولیکی، صحه‌گذاری شود.

برای الزامات فوق استثنایی وجود دارد و آن اینکه قسمت‌های حاوی سیال سیستم‌های برودتی باید الزامات فشار نسبی مرتبط که بر حسب مورد در استاندارد IEC 60335-2-24 یا IEC 60335-2-89 ارائه شده‌اند را برآورده کنند.

مطابقت بر حسب مورد طبق آنچه در استاندارد IEC 60335-2-24 یا IEC 60335-2-89 ارائه شده‌اند بررسی می‌شود.

۱۱-۷-۳ نشت از قسمت‌های کم‌فشار

نشت از قسمت‌های حاوی سیال در فشارهای کمتر از سطوح زیربند ۱۱-۷-۲ نباید باعث ایجاد خطر شود.

مطابقت با بازرسی مقادیر اسمی قسمت‌ها و در صورت لزوم با اعمال سیالی با فشار دو برابر فشار بیشینه استفاده عادی روی قسمت‌ها بررسی می‌شود. هیچ‌گونه نشت که بتواند باعث بروز خطر شود نباید رخ دهد.

۱۱-۷-۴ افزاره ایمنی اضافه‌فشار

افزاره ایمنی اضافه‌فشار نباید در استفاده عادی کار کند. این افزاره باید مطابق الزامات زیر باشد:

الف- تا حد امکان باید نزدیک قسمت‌های حاوی سیال سیستم که قرار است از آنها حفاظت کند وصل شود؛

ب - به‌گونه‌ای باید نصب شود که برای بازرسی، نگهداری و تعمیر دسترسی راحتی داشته باشد؛

پ - بدون استفاده از ابزار نباید امکان تنظیم داشته باشد؛

ت - روزنه تخلیه آن باید به‌گونه‌ای جایدهی و جهت‌دهی شود که مواد آزادشده به سوی هیچ فردی نباشد؛

ث - روزنه تخلیه آن باید به‌گونه‌ای جایدهی و جهت‌دهی شود که کار افزاره در مواردی که ته‌نشین‌شدن مواد باعث ایجاد خطر می‌شود روی قسمت‌ها ته‌نشین نشود؛

ج - ظرفیت تخلیه آن برای اطمینان از عدم تجاوز فشار از بیشینه فشار اسمی کار سیستم باید به اندازه کافی باشد.

بین افزاره ایمنی اضافه‌فشار و آن قسمت‌هایی که این افزاره برای حفاظت از آنها در نظر گرفته شده‌اند نباید هیچ‌گونه شیر قطع و وصل وجود داشته باشد.

مطابقت با بازرسی و انجام آزمون بررسی می‌شود.

۱۲ حفاظت در برابر تشعشع، شامل منابع لیزری و حفاظت در برابر فشار صوت و فراصوت

۱-۱۲ کلیات

تجهیز باید در برابر تاثیرات تشعشعات فرابنفش، یون‌ساز و ریزموج با منشاء داخلی؛ یعنی منابع لیزری، و فشار صوت و فراصوت حفاظت شود.

اگر احتمال آن وجود داشته باشد که تجهیز باعث بروز چنین خطراتی شود، آزمون‌های مطابقت انجام می‌شود.

۲-۱۲ تجهیز مولد تشعشع یون‌ساز

۱-۲-۱۲ تشعشع یون‌ساز

۱-۱-۲-۱۲ کلیات

تجهیزی که تشعشع یون‌ساز داشته باشد یا تولید کند (از منابع رادیواکتیو یا تشعشع X) باید الزامات زیر را برآورده کند.

الف- اگر تجهیز برای انتشار تشعشع در نظر گرفته شده باشد باید الزامات زیربند ۱۲-۲-۱-۲ را برآورده کند. به‌جای آن، اگر تجهیز در دامنه کاربرد استاندارد IEC 60405 قرار داشته باشد باید طبق استاندارد IEC 60405 آزمون، طبقه‌بندی و نشانه‌گذاری شود.

ب - اگر تجهیز مصرف‌کننده یا تولیدکننده تشعشع باشد اما تنها تشعشعات سرگردان را منتشر کند باید الزامات زیربند ۱۲-۲-۱-۳ را برآورده کند.

یادآوری ۱- برای آگاهی از اطلاعات بیشتر در مورد الزامات تجهیزاتی که از تشعشع یون‌ساز استفاده می‌کنند به استاندارد IEC 60405 مراجعه شود.

یادآوری ۲- برای تشعشعات اشعه ایکس و گاما داریم: ۱ µSv/h = ۰/۱ mR/h و ۵ µSv/h = ۰/۵ mR/h.

یادآوری ۳- تجهیزاتی که تشعشع یون‌ساز منتشر می‌کنند در اکثر کشورها توسط مسئولان بهداشت و سلامت قانون‌گذاری می‌شوند. این قوانین غالباً شامل هر دو مورد انتشار تشعشع از تجهیز و دُز تجمعی که کارکنان و افراد نزدیک به تجهیز از آن تشعشع دریافت می‌کنند است. برای اطلاع از نمونه‌های چنین قوانینی به بخشنامه تشعشع یون‌ساز (96/29/EURATOM) یا USA 29 CFR 1910.1096 مراجعه شود.

مطابقت از طریق بازرسی مستندات انطباق استاندارد IEC 60405 یا بر حسب مورد طبق آنچه در زیربندهای ۱۲-۲-۱-۲ یا ۱۲-۲-۱-۳ داده شده است بررسی می‌شود.

۱۲-۲-۱-۲ تجهیز در نظر گرفته شده برای انتشار تشعشع

تجهیز حاوی مواد رادیواکتیو یا آنهایی که اشعه ایکس تولید می‌کنند و برای انتشار تشعشع یون‌ساز به خارج از تجهیز در نظر گرفته شده‌اند باید به قرار زیر آزمون و نشانه‌گذاری شوند:

نرخ دُز موثر تشعشع باید در فاصله ثابت ۵۰ mm تا ۱ m از کلیه سطوح تجهیز اندازه‌گیری شود. فاصله اندازه‌گیری باید بین ۵۰ mm و ۱ m باشد. اگر اندازه‌گیری‌ها در فاصله‌ای غیر از ۵۰ mm انجام شوند، نرخ دُز موثر معادل در فاصله ۵۰ mm باید محاسبه شود. اگر نرخ دُز موثر در هر نقطه با دسترسی آسان که از سطح بیرونی ۵۰ mm فاصله دارد بیشتر از ۵ µSv/h باشد، تجهیز بر حسب مورد باید با نشانه‌گذاری‌های زیر نشانه‌گذاری شود:

الف- با نماد ۱۷ جدول ۱؛

ب - برای تجهیز حاوی یک یا چند ماده رادیواکتیویته، با کوتاه‌نوشت پرتوزا؛

پ - با مقدار نرخ بیشینه دُز در فاصله ۱ m یا با مقدار نرخ دُز بین ۱ µSv/h و ۵ µSv/h در فاصله مناسبی بر حسب متر.

یادآوری - نمونه‌هایی از نشانه‌گذاری‌های مناسب به قرار «۲٫۵ µSv/h در فاصله ۱ m» ؛ «۳ µSv/h در فاصله ۰٫۳ m» است.

مطابقت با اندازه‌گیری مقدار تشعشع در شرایطی که باعث تولید بیشنه تشعشع شود بررسی می‌شود. روش تعیین مقدار تشعشع باید برای گستره انرژی‌هایی که ممکن است تشعشع داشته باشد کارآمد باشد. تجهیز حاوی منابع پرتو ایکس برای تولید بیشینه سطح ممکن تشعشع تنظیم شوند.

۱۲-۲-۱-۳ تجهیزی که برای انتشار تشعشع در نظر گرفته نشده است

نرخ دُز موثر تشعشع سرگردان ناخواسته در هر نقطه با دسترسی آسان که از سطح بیرونی تجهیز ۱۰۰ mm فاصله دارد نباید بیشتر از ۱ µSv/h شود.

یادآوری- چنین تجهیزاتی مواد رادیواکتیویته، لوله‌های اشعه کاتدی، منابع پرتو ایکس یا شتاب‌دهنده‌های الکترونی با ولتاژهای بیش از ۵ kV دارند.

مطابقت، با اندازه‌گیری مقدار تشعشع در شرایطی که باعث تولید بیشنه تشعشع شود بررسی می‌شود. روش تعیین مقدار تشعشع باید برای گستره انرژی‌هایی که ممکن است تشعشع داشته باشد کارآمد باشد. تجهیزات حاوی لوله‌های اشعه کاتدی حین نمایش الگویی از هر پرتویی که از ۳۰ mm × ۳۰ mm یا کوچکترین نمایش ممکن، هر کدام که بزرگتر باشد، بیشتر نباشد آزمون می‌شوند. تجهیزات حاوی منابع X-ray برای تولید بیشینه سطح ممکن تشعشع تنظیم شوند. نمایشگرها به‌گونه‌ای قرار داده شوند که بیشینه تشعشع ایجاد شود.

۱۲-۲-۲ الکترون‌های شتاب‌داده‌شده

تجهیز باید به‌گونه‌ای ساخته شود که بخش‌هایی که در آنها الکترون‌ها با ولتاژهای بیش از ۵ kV شتاب داده می‌شوند را نتوان بدون استفاده از ابزار باز کرد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۱۲-۳ تشعشع فرابنفش

تجهیزات حاوی منبع فرابنفش که برای تامین روشنایی فرابنفش بیرونی طراحی نشده‌اند نباید اجازه نشت ناخواسته تشعشع فرابنفشی که می‌تواند باعث ایجاد خطر شود را بدهند.

یادآوری ۱ - اثرات تشعشع فرابنفش شامل آسیب‌های بیولوژیکی و تنزل موادی مانند محفظه‌های پلاستیکی و عایق‌بندی است.

یادآوری ۲ - در صورت وجود، به دستورالعمل‌ها یا الزامات تکمیلی که ممکن است از طرف ارگان ملی مسئول عهده‌دار ایمنی و بهداشت نیروهای کارگری تعیین شده باشد توجه شود.

مطابقت با بازرسی و با ارزیابی مستندات ارزیابی ریسک بررسی می‌شود.

۱۲-۴ تشعشع ریزموج

در شرایط عادی و در شرایط تک اشکال، در هر نقطه‌ای با فاصله ۵۰ mm از تجهیز، چگالی توان تشعشع ریزموج مزاحم در فرکانس‌های بین ۱ GHz و ۱۰۰ GHz نباید بیشتر از $10\ W/m^2$ باشد. این الزام در آن قسمت‌هایی از تجهیز که در آنها تشعشع ریزموج به طور خودخواسته پخش می‌شود، مانند دهانه خروجی موج‌بر، کاربرد ندارد.

مطابقت با آزمون تحت شرایط آزمون مرجع بررسی می‌شود.

۱۲-۵ فشار صوت و فراصوت

۱۲-۵-۱ سطح صدا

اگر نویز تولیدشده توسط تجهیز در سطحی باشد که بتواند باعث ایجاد خطر شود، تولیدکننده باید سطح بیشینه فشار صدایی که تجهیز قادر به تولید آن است (به‌جز صدای ناشی از زنگ‌های خطر و صدای ناشی از قسمت‌های دور از تجهیز) را اندازه‌گیری کند و باید سطح بیشینه توان صدا را طبق استاندارد ISO 3746 یا ISO 9614-1 محاسبه کند.

در دستورالعمل‌های نصب باید روشی مشخص شده باشد که طی آن نهاد مسئول از نرسیدن سطح فشار صدای تجهیز بعد از نصب در محل استفاده به مقداری که بتواند باعث ایجاد خطر شود مطمئن شود. در این دستورالعمل‌ها باید مواد یا اقدامات حفاظتی که عملی و در دسترس بوده و می‌توان از آنها استفاده کرد، شامل نصب هودها یا منحرف‌کننده‌های کاهنده نویز، مشخص شده باشد.

یادآوری ۱ - در حال حاضر از سوی بسیاری از مسئولان، سطح فشار صدا ۸۰ dBA بیشتر از فشار صدای مرجع ۲۰ µPa به عنوان آستانه‌ای که ممکن است باعث ایجاد خطر شود در نظر گرفته می‌شود. وسایل ویژه‌ای مانند استفاده از گوشی‌های حفاظتی می‌تواند سطح بالاتری از صدا را برای کاربر بی‌خطر کند.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود در دستورالعمل‌های استفاده توصیه شود که سطح فشار صدا توسط نهاد مسئول در هر دو موقعیت محل استقرار کاربر در استفاده عادی و در نقطه‌ای به فاصله ۱ m از آن محفظه تجهیزی که بیشترین سطح فشار صدا را دارد اندازه‌گیری یا محاسبه شود.

مطابقت، از طریق اندازه‌گیری بیشینه سطح فشار صدا با وزن A در محل استقرار کاربر و در محل استقرار اطرافیان آن، و در صورت لزوم، با محاسبه بیشینه سطح توان صدا با وزن A ناشی از تجهیز طبق آنچه در استانداردهای ISO 3746 یا ISO 9614-1 داده شده است بررسی می‌شود. شرایط زیر به کار برده شود.

الف- طی اندازه‌گیری، هر قسمتی که برای کار صحیح تجهیز مورد نیاز بوده و به عنوان قسمت جدایی‌نشدنی از تجهیز توسط تولیدکننده تامین می‌شود، مانند پمپ، همانند استفاده عادی نصب شده و کار کند.

ب - صداسنج‌هایی که از آنها در اندازه‌گیری استفاده می‌شود مطابق نوع 1 استاندارد IEC 61672-1 یا، به عنوان صداسنج داخلی، مطابق نوع 1 استاندارد IEC 61672-2 باشند.

پ - اتاق آزمون، نیمه بازآوا[1] با کف شدیداً بازتابنده باشد. فاصله بین هر دیوار یا هر شی دیگر و سطح تجهیز کمتر از ۳ m نباشد.

ت - تجهیز همراه بار و دیگر شرایط کار (مانند فشار، شارش، دما) که باعث ایجاد بیشینه سطح فشار صدا خواهد شد آزمون شود.

۱۲-۵-۲ فشار فراصوت

اگر تجهیزی که برای انتشار فراصوت در نظر گرفته نشده است در چنان سطحی فشار فراصوت تولید کند که باعث ایجاد خطر شود، تولیدکننده باید بیشینه سطح فشار فراصوتی که تجهیز قادر به تولید آن است را اندازه‌گیری کند. بیشینه سطح فشار فراصوت اندازه‌گیری‌شده در هر دو موقعیت محل استقرار عادی کاربر و در فاصله یک متری از مکانی روی تجهیز که بیشترین سطح فشار را دارد، برای فرکانس‌های بین ۲۰ kHz و ۱۰۰ kHz نباید بیشتر از ۱۱۰ dB بالاتر از مقدار فشار مرجع ۲۰ µPa باشد.

مطابقت با اندازه‌گیری فشار تحت شرایط آزمون مرجع بررسی می‌شود.

اگر تجهیزی که برای انتشار فراصوت در نظر گرفته شده است در چنان سطحی فشار فراصوت تولید کند که باعث ایجاد خطر شود، تولیدکننده باید بیشینه سطح فشار فراصوتی که تجهیز قادر به تولید آن است را اندازه‌گیری کند.

1 - Semi-reverberant

فشار صدا باید در محل استقرار عادی کاربر و در فاصله یک متری از مکانی روی تجهیز که بیشترین سطح فشار را دارد، هم در درون و هم در بیرون از باریکه مفید[1] اندازه‌گیری شود.

فشار فراصوت در خارج از باریکه مفید برای فرکانس‌های بین ۲۰ kHz و ۱۰۰ kHz نباید بیشتر از ۱۱۰ dB بالاتر از مقدار فشار مرجع ۲۰ µPa باشد.

اگر فشار فراصوت در درون باریکه مفید برای فرکانس‌های بین ۲۰ kHz و ۱۰۰ kHz بیشتر از ۱۱۰ dB باشد، تجهیز باید با نماد ۱۴ جدول ۱ نشانه‌گذاری شده و اطلاعات زیر باید در مستندات ارائه شود.

الف- ابعاد باریکه مفید؛

ب - ناحیه‌ای از باریکه مفید که در آن فشار فراصوت بیشتر از ۱۱۰ dB است؛

پ - مقدار بیشینه فشار صدا در درون ناحیه باریکه.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری فشار تحت شرایط آزمون مرجع بررسی می‌شود.

۱۲-۶ منابع لیزری

تجهیزاتی که از منابع لیزری استفاده می‌کنند باید الزامات استاندارد IEC 60825-1 را برآورده کنند.

مطابقت طبق آنچه در استاندارد IEC 60825-1 داده شده است بررسی می‌شود.

۱۳ حفاظت در برابر گازها و مواد متصاعدشده، انفجار بیرونی و انفجار درونی

۱۳-۱ گازها و مواد سمی و مضر

تجهیز در شرایط عادی نباید مقادیر خطرناکی گاز یا مواد سمی یا مضر متصاعد کند.

در مستندات تولیدکننده باید گازها یا مواد بالقوه سمی یا مضری که می‌تواند متصاعد شود به همراه مقدار آنها ذکر شود.

مطابقت، با بازرسی مستندات تولیدکننده بررسی می‌شود. تنوع زیاد گازها و مواد سبب می‌شود که تعیین آزمون‌های مطابقت بر اساس مقادیر حدی غیرممکن شود، بنابراین توصیه می‌شود به جدول‌های مقادیر حد آستانه هر شغل مراجعه شود.

1 - Useful beam

۱۳-۲ انفجار بیرونی و انفجار درونی

۱۳-۲-۱ اجزاء

اگر اجزاء در معرض انفجار بیرونی باشند و اگر اضافه‌حرارت یا اضافه‌بار آنها مجهز به افزاره‌های آزادکننده فشار نباشد، حفاظت از کاربران باید در خود تجهیز گنجانده شود (در مورد پرتاب‌شدن قسمت‌ها به زیربند ۷-۷ مراجعه شود).

افزاره‌های آزادکننده فشار باید به‌گونه‌ای قرار داده شوند که تخلیه آنها باعث ایجاد خطر برای کاربران نشود. ساختمان آنها باید به‌گونه‌ای باشد که مسیر هیچ یک از افزاره‌های آزادکننده فشار مسدود نشود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۱۳-۲-۲ باتری‌ها و شارژ کردن باتری

باتری‌ها نباید بر اثر شارژشدن یا تخلیه بیش از حد، یا بر اثر نصب باتری با قطبیت نادرست موجب انفجار یا خطر آتش‌سوزی شوند. در صورت نیاز، حفاظت باید در خود تجهیز گنجانده شود، مگر آنکه دستورالعمل‌های تولیدکننده مشخص کرده باشند که تجهیز تنها برای استفاده با آن باتری‌هایی است که دارای حفاظت داخلی هستند.

اگر جازدن یک باتری با نوع نادرست (مثلاً در مواردی که باتری با حفاظت داخلی مشخص شده باشد) بتواند باعث خطر آتش‌سوزی یا انفجار بیرونی شود، باید نشانه‌گذاری هشداردهنده‌ای نزدیک یا روی قسمت یا محل نصب باتری، و یک هشدار در دستورالعمل‌های تولیدکننده قرار داده شود. یک نشانه‌گذاری قابل‌قبول، نماد ۱۴ جدول ۱ است.

اگر تجهیز، وسیله‌ای برای شارژ کردن باتری‌های قابل‌شارژمجدد داشته باشد و اگر امکان جازدن و اتصال سلول‌های غیرقابل‌شارژمجدد در قسمت باتری وجود داشته باشد، باید نشانه‌گذاری هشداردهنده‌ای نزدیک یا روی این قسمت قرار داده شود. این نشانه‌گذاری باید نسبت به شارژ کردن باتری‌های غیرقابل‌شارژمجدد هشدار داده و نوع باتری قابل‌شارژمجدد را که می‌توان از آن در مدار شارژ استفاده کرد مشخص کند. یک نشانه‌گذاری قابل‌قبول، نماد ۱۴ جدول ۱ است.

قسمت باتری باید به‌گونه‌ای طراحی شود که هیچگونه احتمالی برای بروز انفجار بیرونی یا آتش‌سوزی بر اثر افزایش گازهای قابل‌اشتعال وجود نداشته باشد.

یادآوری- به زیربند ۱۱-۵ نیز مراجعه شود.

مطابقت، با بازرسی، شامل بازرسی داده باتری جهت اطلاع از اینکه خرابی تنها یک جزء نتواند منجر به خطر انفجار بیرونی یا آتش‌سوزی شود، بررسی می‌شود. در صورت نیاز، هر یک از اجزاء (به‌جز خود باتری) که خرابی آن می‌تواند منجر به چنین خطری شود یک‌بار اتصال‌کوتاه و یک‌بار مدارباز شود.

برای باتری‌هایی که برای تعویض توسط کاربر در نظر گرفته شده‌اند، باتری یک‌بار با قطبیت معکوس نصب شود. این حالت نباید باعث هیچ‌گونه خطری شود.

۱۳-۲-۳ انفجار درونی لوله‌های اشعه کاتدی

لوله‌های اشعه کاتدی که بیشینه اندازه طولی آنها بیش از ۱۶۰ mm است باید در برابر اثرات انفجار درونی و در برابر ضربه مکانیکی ذاتاً حفاظت شوند، مگر آنکه محفظه‌ای حفاظت کافی از آنها را تامین کرده باشد.

لوله فاقد حفاظت ذاتی باید مجهز به یک حفاظ حفاظتی موثر باشد که بدون استفاده از ابزار امکان جداشدن نداشته باشد. اگر از یک حفاظ شیشه‌ای جداگانه استفاده شود، این صفحه نباید در تماس با سطح لوله باشد.

اگر لوله اشعه کاتدی با نصب صحیح دیگر نیازمند هیچ‌گونه حفاظت تکمیلی نباشد آنگاه در برابر اثرات انفجار درونی به عنوان ذاتاً محافظت‌شده در نظر گرفته می‌شود.

مطابقت برای لوله‌های اشعه کاتدی طبق آنچه در استاندارد IEC 60065 داده شده است بررسی می‌شود.

۱۴ اجزاء و زیرمجموعه‌ها

۱۴-۱ کلیات

اگر ایمنی مدنظر باشد، اجزاء و زیرمجموعه‌ها، مانند منابع تغذیه و تجهیزات توکار مرتبط با فناوری اطلاعات، باید طبق مقادیر اسمی تعیین‌شده برای آن‌ها استفاده شوند، مگر آنکه استثنای خاصی ذکر شده باشد. اجزاء و زیرمجموعه‌ها باید طبق یکی از موارد زیر باشند:

الف- الزامات ایمنی قابل‌اعمال ارائه‌شده در استانداردهای مرتبط. در این حالت نیازی نیست که اجزاء با سایر الزامات ارائه‌شده در استاندارد آنها مطابقت داشته باشد. در مواردی‌که برای کاربرد لازم باشد، روی اجزا باید آزمون‌های این استاندارد، به‌جز آزمون‌های مشابه یا معادلی که قبلاً به منظور بررسی مطابقت با استاندارد آن جزء انجام شده‌اند که به انجام آنها نیازی نیست، انجام شود؛

یادآوری ۱- برای مثال اگر اجزاء، الزامات ایمنی استاندارد IEC 60950-1 را برآورده کنند اما مقدار اسمی آن‌ها برای محیطی با سختی کمتر از محیط قابل‌اعمال زیربند ۱-۴ باشند، آنگاه لازم است که در مورد آن‌ها الزامات تکمیلی مرتبط این استاندارد نیز برآورده شود.

ب- الزامات این استاندارد و در مواردی‌که برای کاربرد لازم باشد، همه الزامات تکمیلی قابل‌اجراء ایمنی استانداردهای مرتبط، به‌جز آنکه برای موتورها و ترانسفورماتورهای مورد قبول آزمون‌های قابل اجراء زیربندهای ۴-۴-۲-۵، ۴-۴-۲-۷، ۱۴-۲ و ۱۴-۶، هیچ الزام تکمیلی وجود ندارد؛

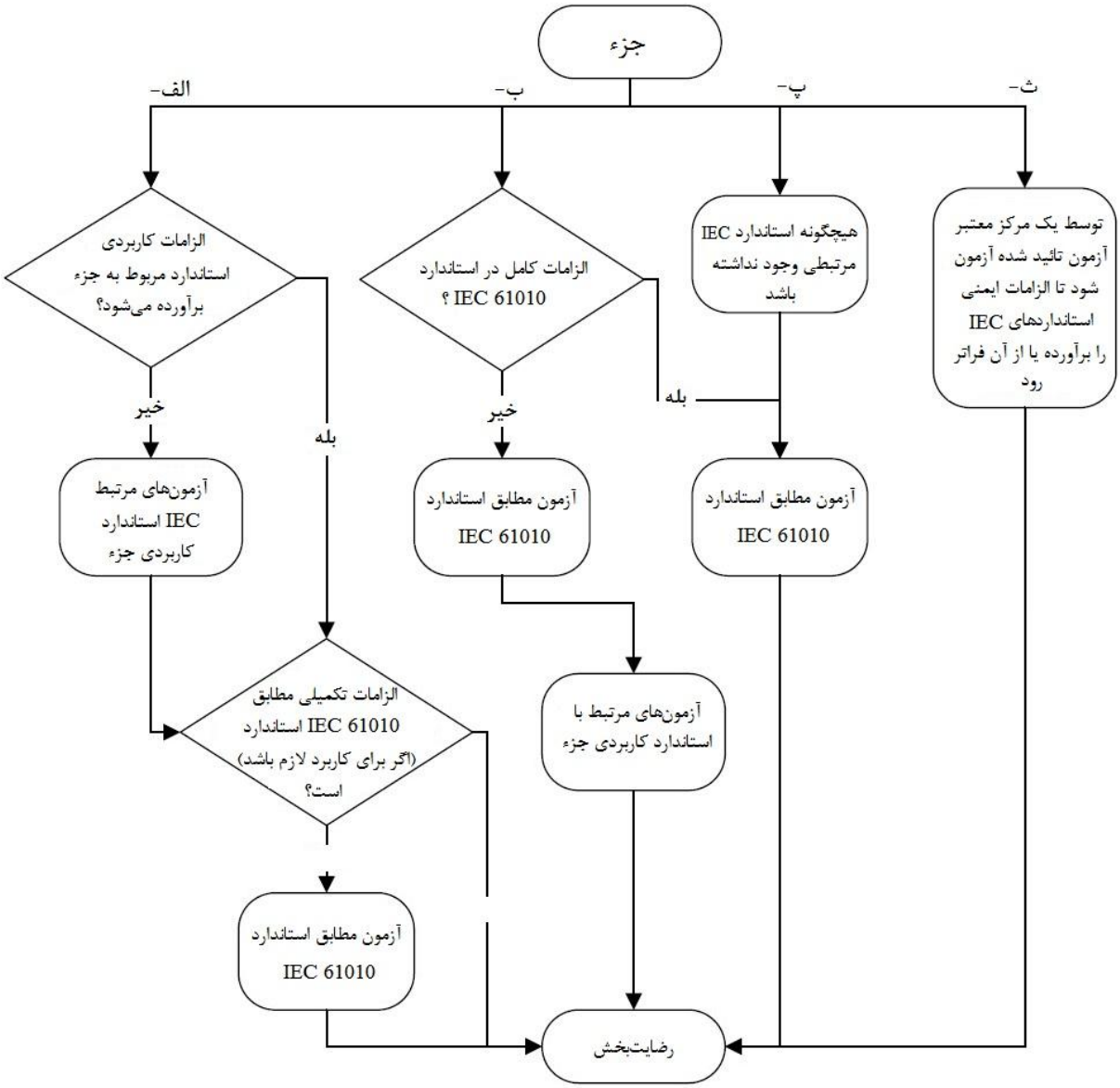
پ - اگر هیچگونه استاندارد مرتبطی وجود نداشته باشد، الزامات این استاندارد؛

ت - الزامات ایمنی قابل‌اجراء یک استاندارد غیر IEC که دست‌کم به‌اندازه الزامات استاندارد IEC معتبر است، به شرط آنکه آن جزء برای آن استاندارد غیر IEC توسط یک مرکز معتبر آزمون تائید شده باشد.

یادآوری ۲- آن دسته از آزمون‌های انجام‌شده توسط مرکز معتبر آزمون که مطابقت آنها را با الزامات ایمنی قابل‌اعمال تائید کرده باشد نیازی به تکرار ندارند، حتی اگر این آزمون‌ها با استفاده از یک استاندارد غیر IEC انجام شده باشند.

شکل ۱۵ فلوچارت روش‌های صحه‌گذاری انطباق را نشان می‌دهد.

مطابقت، با بازرسی و در صورت نیاز با آزمون بررسی می‌شود.



شکل ۱۵ - فلوچارت انطباق موارد الف، ب، پ و ت زیربند ۱۴-۱

۱۴-۲ موتورها

۱۴-۲-۱ دماهای موتور

موتورهایی که هنگام توقف یا هنگام ممانعت از راه‌اندازی (به زیربند ۴-۴-۲-۵ مراجعه شود) باعث ایجاد خطر برق‌گرفتگی، خطر دما یا خطر آتش‌سوزی می‌شوند باید با یک افزاره حفاظتی اضافه‌دما یا حرارت که الزامات زیربند ۱۴-۳ را برآورده می‌کند حفاظت شوند.

مطابقت با اندازه‌گیری دما در شرایط تک اشکال زیربند ۴-۴-۲-۵ بررسی می‌شود.

۱۴-۲-۲ موتورهای با تحریک سری

اگر یک موتور تحریک سری پرسرعت بتواند باعث ایجاد خطر شود باید به طور مستقیم به افزاره‌هایی که توسط آن به حرکت درمی‌آیند متصل شود.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۱۴-۳ افزاره‌های حفاظت اضافه‌دما

افزاره‌های حفاظت اضافه‌دما افزاره‌هایی هستند که در شرایط تک اشکال کار می‌کنند. این افزاره‌ها باید همه الزامات زیر را برآورده کنند:

الف- به‌گونه‌ای ساخته شده باشند که عملکرد مطمئن آن ضمانت‌شده باشد؛

ب - مقادیر اسمی آن‌ها برای قطع بیشینه ولتاژ و بیشینه جریان مداری باشد که از آن‌ها استفاده می‌کند؛

پ - در استفاده عادی عمل نکنند.

اگر برای اجتناب از ایجاد خطر در مواردی‌که سیستم کنترل دما (مثلاً ترموستات) خراب می‌شود از افزاره حفاظتی خودبازنشان[1] اضافه‌دما استفاده شود، قسمتی از تجهیز که تحت حفاظت است قبل از کار مجدد باید نیازمند مداخله باشد.

مطابقت، از طریق بازرسی دیاگرام مدار، داده‌برگ افزاره حفاظت اضافه‌دما، و روش نصب آن در تجهیز، و با انجام آزمون‌های زیر در حالی‌که تجهیز در شرایط تک اشکال کار کند (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) بررسی می‌شود. تعداد عملکردها به قرار زیر است:

۱- افزاره‌های حفاظتی خودبازنشان اضافه‌دما ۲۰۰ مرتبه عملکرد داشته باشند؛

۲- افزاره‌های حفاظتی غیرخودبازنشان اضافه‌دما، به‌جز فیوزهای حرارتی، بعد از هر عملکرد بازنشانی می‌شوند و بنابراین ۱۰ مرتبه عملکرد داشته باشند؛

۳- افزاره‌های حفاظتی غیر بازنشان اضافه‌دما فقط یک مرتبه عملکرد داشته باشند.

---

1 - Self-resetting

یادآوری- جهت جلوگیری از آسیب به تجهیز می‌توان از دوره‌های خنک‌سازی و استراحت اجباری استفاده کرد.

طی انجام این آزمون، افزاره‌های حفاظتی بازنشان اضافه‌دما باید با هر بار اعمال شرایط تک اشکال عمل کنند و افزاره‌های حفاظتی غیربازنشان اضافه‌دما باید فقط یکبار عمل کنند. بعد از این آزمون، افزاره‌های حفاظتی بازنشان اضافه‌دما نباید هیچ علامتی از آسیب‌دیدگی که می‌تواند مانع کار آن‌ها در شرایط تک اشکال بعدی شود را نشان دهد.

۴-۱۴ نگهدارنده‌های فیوز

اگر فیوز برای تعویض‌شدن توسط کاربر در نظر گرفته شده باشد، نگهدارنده‌های فیوز آن باید به‌گونه‌ای باشد که طی تعویض فیوز قسمت‌های برق‌دار خطرناک آن در دسترس قرار نگیرند.

مطابقت با آزمونی که توسط انگشتک آزمون مفصل‌دار (به شکل ب-۲ مراجعه شود) بدون اعمال نیرو انجام می‌شود بررسی می‌شود.

۵-۱۴ افزاره‌های انتخاب ولتاژ برق شهر

این افزاره‌ها باید به‌گونه‌ای ساخته شوند که تغییر از یک ولتاژ یا یک نوع تغذیه به ولتاژ یا نوع تغذیه دیگر به طور اتفاقی امکان‌پذیر نباشد. برای اطلاع از الزامات نشانه‌گذاری به مورد ت زیربند ۵-۱-۳ مراجعه شود.

مطابقت با بازرسی و آزمون دستی بررسی می‌شود.

۶-۱۴ ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر که خارج از تجهیز، آزمون شده‌اند

اگر شرایط محیطی بتواند روی نتایج آزمون موثر باشد، ترانسفورماتورهای متصل به برق شهر که خارج از تجهیز، آزمون شده‌اند (به زیربند ۴-۴-۲-۷ مراجعه شود) باید تحت همان شرایطی که در درون تجهیز برقرار است آزمون شوند.

مطابقت، توسط آزمون‌های اتصال‌کوتاه و اضافه‌بار زیربند ۴-۴-۲-۷، و سپس آزمون مورد ب و پ زیربند ۴-۴-۴-۱ بررسی می‌شود. اگر تردیدی در این زمینه وجود داشته باشد که آیا ترانسفورماتور هنگام نصب در تجهیز مورد قبول سایر آزمون‌های تعیین‌شده در زیربندهای ۴-۴-۴ و ۲-۱۰ خواهد بود یا خیر، این آزمون‌ها با نصب ترانسفورماتور در تجهیز مجدداً تکرار شوند.

۷-۱۴ بردهای مدار چاپی

بردهای مدار چاپی باید از موادی با طبقه اشتعال‌پذیری V-1 یا بالاتر که در استاندارد IEC 60695-11-10 داده شده است ساخته شوند.

این الزام برای آن دسته از بردهای مدار چاپی که تنها شامل مدارهای با انرژی محدودشده هستند و الزامات زیربند ۹-۴ را برآورده می‌کنند کاربرد ندارد.

مطابقت مقدار اسمی قابلیت شعله‌وری با بازرسی داده‌های مواد بررسی می‌شود. به‌جای آن، مطابقت را می‌توان با انجام آزمون‌های سوزاندن قائم استاندارد IEC 60695-11-10 روی سه نمونه از قسمت‌های مرتبط بررسی کرد. این نمونه‌ها طبق آنچه در استاندارد IEC 60695-11-10 داده شده ممکن است بردهای تکمیل‌شده، بخش‌هایی از بردها یا آزمونه‌ها باشند.

۸-۱۴ مدارها یا اجزایی با کاربری افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ گذرا

اضافه‌ولتاژهای گذرای مدار را می‌توان با مدارها یا اجزا محدود کرد. اجزایی که مناسب این منظور هستند شامل وریستورها، شکاف‌های جرقه روی بردهای مدار چاپی و خازن‌های سرامیکی است که در مواردی با امپدانس‌ها یا برق‌گیرهای پرشده باگاز همراه می‌شوند.

هر جزء یا مدار محدودکننده اضافه‌ولتاژی که قسمتی از خود تجهیز باشد باید استقامت الکتریکی کافی برای محدودکردن اضافه‌ولتاژهای گذرای ممکن را داشته باشد.

جدول ۲۱ - ولتاژهای تحمل ضربه برای رده اضافه ولتاژ II

ولتاژ خط به خنثی برق شهر V r.m.s. یا d.c.	ولتاژ تحمل ضربه V
≤ ۵۰	۵۰۰
> ۵۰ ≤ ۱۰۰	۸۰۰
> ۱۰۰ ≤ ۱۵۰	۱ ۵۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۲ ۵۰۰
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۴ ۰۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۶ ۰۰۰

مطابقت با اعمال ۵ ضربه مثبت و ۵ ضربه منفی با ولتاژ تحمل ضربه قابل اعمال جدول ۲۱، با فواصل زمانی تا min ۱ از یکدیگر، که توسط یک مولد ضربه هیبریدی (به استاندارد IEC 61180-1 مراجعه شود) تولید می‌شود بررسی می‌شود. شکل‌موج ولتاژ مدارباز تولیدشده توسط این مولد باید از نوع μs ۱٫۲/۵۰، با شکل‌موج جریان اتصال‌کوتاه μs ۸/۲۰، با امپدانس خروجی (نسبت اوج ولتاژ مدارباز به اوج جریان اتصال‌کوتاه) Ω ۱۲ (در صورت نیاز به افزایش امپدانس می‌توان مقاومتی را با آن سری کرد) باشد. ضربه آزمون باید در حالتی که مدار تحت شرایط استفاده عادی به منبع برق شهر متصل است اعمال شود. ولتاژ برق شهر، بیشینه ولتاژ اسمی خط به خنثی برق شهر است.

در مواردی‌که افزاره‌های محدودکننده ولتاژ وجود داشته باشد، ولتاژ آزمون بین هر جفت ترمینال‌هایی از تجهیز که به منبع برق شهری وصل می‌شوند اعمال می‌شود.

در مواردی که جزء، طی آزمون دچار گسیختگی یا اضافه‌حرارت شود، این امر نباید باعث بروز هیچ‌گونه خطری شود. در صورت گسیختگی، هیچ قسمتی از جزء نباید عایق‌بندی متناظر با ایمنی را پل کند. اگر جزء

دچار اضافه‌حرارت شود، این امر نباید باعث گرم‌شدن سایر مواد تا نقطه خوداحتراقی آنها شود. قطع کلید قدرت منبع برق شهر نشانه‌ای از بروز خرابی است.

یادآوری- ولتاژ آزمون و امپدانس ورودی مولد ارائه‌شده در بالا در تجهیزی با ظرفیت رده اضافه‌ولتاژ II کاربرد دارد. مطابقت تجهیزاتی با ظرفیت رده اضافه‌ولتاژ III و IV در بند ذ-۴ ارائه شده است.

۱۵ حفاظت توسط قفل‌های همبندی

۱-۱۵ کلیات

قفل‌های همبندی که از آن‌ها برای حفاظت کاربران در برابر خطر استفاده می‌شوند باید از مواجهه کاربر با خطر قبل از برداشتن خطر ممانعت کرده و باید الزامات زیربندهای ۱۵-۲ و ۱۵-۳ را برآورده کنند.

مطابقت، با بازرسی و با انجام کلیه آزمون‌های مرتبط این استاندارد بررسی می‌شود.

۲-۱۵ جلوگیری از کاراندازی مجدد

تا زمانیکه عملی که باعث کارکردن قفل همبندی شده است معکوس یا حذف نشده باشد، قفل همبندی که وظیفه حفاظت از کاربر را دارد باید به‌گونه‌ای باشد که کاراندازی مجدد آن بدون استفاده از ابزار نتواند باعث ایجاد مجدد خطر شود.

مطابقت با بازرسی و در صورت نیاز با تلاش برای به کار انداختن دستی هر قسمت قفل همبندی‌شده‌ای که می‌توان آن را با انگشتک آزمون مفصل‌دار (به شکل ب-۲ مراجعه شود) لمس کرد، بررسی می‌شود.

۳-۱۵ قابلیت اطمینان

سیستم قفل همبندی که از آن برای حفاظت کاربران استفاده می‌شود باید تضمین کند که در طول عمر مورد انتظار تجهیز، احتمال وقوع تک اشکال در سیستم قفل همبندی وجود نداشته، یا نمی‌تواند موجب خطر شود.

مطابقت با ارزیابی سیستم قفل همبندی بررسی می‌شود. در صورت تردید، سیستم قفل همبندی یا قسمت‌های مرتبط این سیستم، آنقدر کار کند که نامساعدترین باری که ممکن است در استفاده عادی پیش آید رخ دهد. تعداد دوره‌ها دو برابر بیشینه تعداد دوره‌ای که احتمالاً در طول عمر مورد انتظار تجهیز رخ خواهد داد یا ۱۰۰۰۰ دوره کار، هر کدام که بزرگتر است، باشد. بعد از آزمون حفاظت نباید دچار اختلال شده باشد.

۱۶ خطرات ناشی از استفاده

۱-۱۶ استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی منطقی

اگر تنظیمات، دکمه‌ها یا سایر کنترل‌های نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری به‌گونه‌ای غیر از حالات در نظرگرفته‌شده و تشریح‌شده در دستورالعمل‌ها تنظیم شده باشند این امر نباید باعث بروز خطری شود. به سایر حالات ممکن استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی منطقی که در الزامات ویژه این استاندارد به آن‌ها اشاره‌ای نشده است باید در ارزیابی ریسک (به بند ۱۷ مراجعه شود) اشاره شود.

مطابقت با بازرسی و ارزیابی مستندات ارزیابی ریسک بررسی می‌شود.

۲-۱۶ جنبه‌های ارگونومی

اگر موارد زیر بتوانند باعث بروز خطر شوند، آنگاه ارزیابی ریسک باید دست‌کم با لحاظ‌کردن جنبه‌های زیر مستندسازی شود:

الف- محدودسازی ابعاد بدن؛

ب - نمایشگرها و نشانگرها؛

پ - قابلیت دسترسی و قراردادهای کنترل‌ها؛

ت - چیدمان ترمینال‌ها.

مطابقت، با بازرسی و ارزیابی مستندات ارزیابی ریسک بررسی می‌شود.

یادآوری- روش‌های ارزیابی ریسک ارگونومی را می‌توان در استانداردهای EN 894-2، EN 894-3، ISO 9241، SEMI S8 و سایر مستندات جستجو کرد. همه الزامات این مستندات در تجهیزی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارد قابل کاربرد نیست.

۱۷ ارزیابی ریسک

اگر بررسی تجهیز نشان دهد که ممکن است خطراتی رخ دهد (به زیربند ۱-۲-۱ مراجعه شود) که در بندهای ۶ تا ۱۶ به آن‌ها اشاره‌ای نشده است آنگاه به ارزیابی ریسک نیاز خواهد بود. این کار باید با یک فرآیند تکرارشونده که موارد زیر را پوشش می‌دهد دست‌کم به منظور رسیدن به یک ریسک قابل‌تحمل انجام و مستندسازی شود.

الف - تحلیل ریسک

تحلیل ریسک فرآیندی برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک‌ها بر اساس اطلاعات موجود است.

ب - ارزیابی ریسک

هر یک از تحلیل‌های ریسک نیازمند نقشه‌ای برای ارزیابی شدت سختگیری و احتمال تخمینی ریسک و قضاوت در مورد پذیرش سطح ریسک به‌دست‌آمده است.

پ - کاهش ریسک

اگر سطح اولیه خطر قابل‌قبول نباشد، گام‌هایی برای کاهش ریسک باید برداشته شود. فرآیند تحلیل ریسک و ارزیابی ریسک به همراه بررسی اینکه ریسک جدیدی رخ نداده باشد، بعد از آن مجدداً باید تکرار شود.

بعد از برآورد ریسک، ریسک‌های باقیمانده باید در دستورالعمل‌های ارائه‌شده به نهاد مسئول مشخص شوند. اطلاعات کافی در مورد نحوه کاهش این ریسک‌ها باید ارائه شود (به مورد ث زیربند ۵-۴-۱ مراجعه شود).

در انتخاب مناسب‌ترین روش‌های کاهش ریسک، تولیدکننده باید اصول زیر را به ترتیب ارائه‌شده به کار ببرد:

۱- تا حد امکان حذف یا کاهش ریسک‌ها (طراحی یا ساخت به طور ذاتی ایمن)؛

۲- ارائه وسایل حفاظتی لازم برای ریسک‌هایی که امکان حذف آن‌ها وجود ندارد؛

۳- اطلاع‌رسانی به مصرف‌کننده‌ها در مورد ریسک‌های باقیمانده ناشی از کاستی‌های وسایل حفاظتی به‌کاررفته، تعیین اینکه آیا به آموزش خاصی نیاز است یا خیر و تعیین هرگونه نیاز برای تامین تجهیزات حفاظت شخصی.

یادآوری- در پیوست **د** روشی برای ارزیابی ریسک ارائه شده است. سایر روش‌های ارزیابی ریسک در استانداردهای ISO 14971، SEMI S10-1296، IEC 61508، ISO 14121-1 و ANSI B11.TR3 ارائه شده‌اند. از سایر روش‌های موجود که گام‌های مشابهی دارند نیز می‌توان استفاده کرد.

مطابقت با ارزیابی مستندات ارزیابی ریسک بررسی می‌شود تا از حذف ریسک‌ها یا باقی‌ماندن فقط ریسک‌های قابل‌تحمل اطمینان حاصل شود.

پیوست الف

(الزامی)

مدارهای اندازه‌گیری جریان تماس

(به زیربند ۶-۳ مراجعه شود)

یادآوری - این پیوست بر اساس استاندارد IEC 60990 است که در آن روش‌های اندازه‌گیری جریان تماس و نیز مشخصات ولت‌مترهای آزمون تعیین شده است.

الف-۱ مدار اندازه‌گیری برای AC با فرکانس‌های تا ۱ MHz و برای DC

این جریان، توسط مدار شکل الف-۱ اندازه‌گیری می‌شود. جریان از رابطه زیر می‌محاسبه می‌شود:

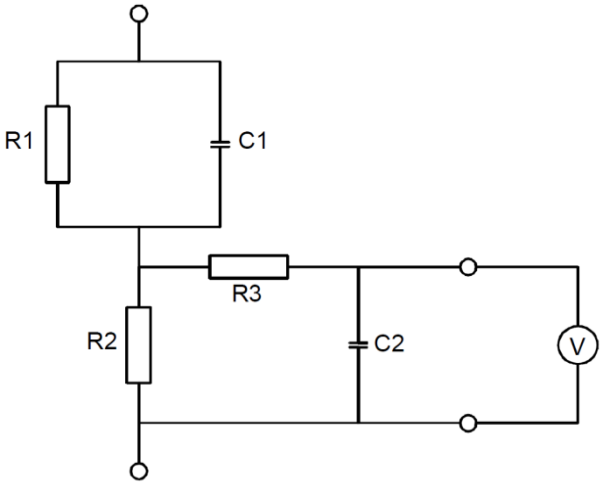
$$I = \frac{U}{500}$$

که در آن:

I جریان بر حسب آمپر است؛

U ولتاژ نشان‌داده‌شده توسط ولتمتر برحسب ولت است.

این مدار، امپدانس بدن را نشان داده و تغییر پاسخ فیزیولوژیکی بدن نسبت به فرکانس را جبران می‌کند.



راهنما:

R1 = ۱۵۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

R2 = ۵۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

R3 = ۱۰ kΩ با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

C1 = ۰٫۲۲ µF با رواداری نسبی ٪ ۱۰ ±

C2 = ۰٫۰۲۲ µF با رواداری نسبی ٪ ۱۰ ±

شکل الف-۱ – مدار اندازه‌گیری برای AC با فرکانس‌های تا ۱ MHz و برای DC

الف-۲ مدار اندازه‌گیری برای AC سینوسی با فرکانس‌های تا ۱۰۰ Hz و برای DC

اگر فرکانس از ۱۰۰ Hz تجاوز نکند، این جریان را می‌توان با یکی از دو مدار شکل الف-۲ اندازه‌گیری کرد. در صورت استفاده از ولت‌متر، جریان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I = \frac{U}{2000}$$

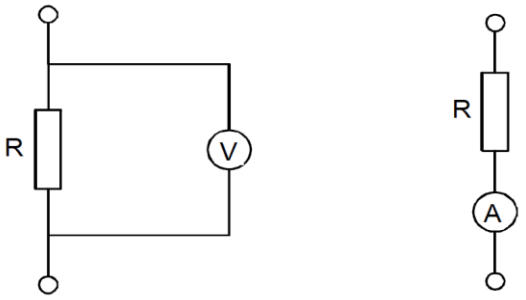
که در آن:

I جریان بر حسب آمپر است؛

U ولتاژ نشان‌داده‌شده توسط ولتمتر برحسب ولت است.

این مدار امپدانس بدن را برای فرکانس‌هایی که کمتر از ۱۰۰ Hz هستند نشان می‌دهد.

یادآوری - مقدار ۲۰۰۰ Ω شامل امپدانس وسایل اندازه‌گیری می‌شود.



راهنما:

R = ۲۰۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

شکل الف-۲ - مدار اندازه‌گیری برای AC سینوسی با فرکانس‌های تا ۱۰۰ Hz و برای DC

الف-۳ مدار اندازه‌گیری جریان برای سوختگی‌های الکتریکی در فرکانس‌های بالا

این جریان توسط مدار شکل الف-۳ اندازه‌گیری شود. جریان از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

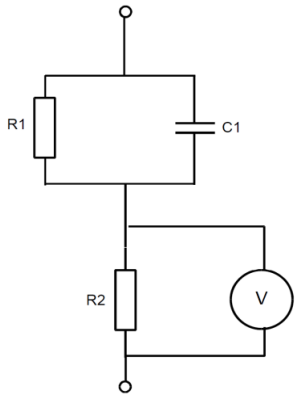
$$I = \frac{U}{500}$$

که در آن:

I جریان بر حسب آمپر است؛

U ولتاژ نشان‌داده‌شده توسط ولتمتر برحسب ولت است.

این مدار اثرات فرکانس بالا روی پاسخ فیزیولوژیکی بدن را جبران می‌کند.



راهنما:

R1 = ۱۵۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

R2 = ۵۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

C1 = ۰٫۲۲ µF با رواداری نسبی ٪ ۱۰ ±

شکل الف-۳ - مدار اندازه‌گیری جریان برای سوختگی‌های الکتریکی

الف-۴ مدار اندازه‌گیری جریان برای مکان‌های مرطوب

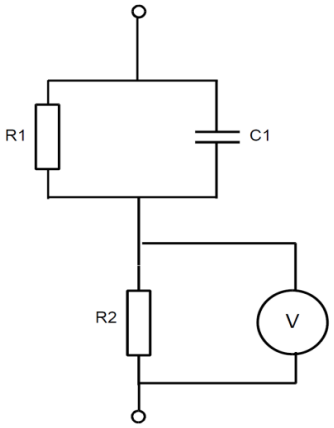
برای مکان‌های مرطوب، جریان توسط مدار شکل الف-۴ اندازه‌گیری می‌شود. جریان از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{U}{500}$$

که در آن:

I جریان بر حسب آمپر است؛

U ولتاژ نشان‌داده‌شده توسط ولت‌متر برحسب ولت است.



راهنما:

R1 = ۳۷۵ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

R2 = ۵۰۰ Ω با رواداری نسبی ٪ ۵ ±

C1 = ۰٫۲۲ µF با رواداری نسبی ٪ ۱۰ ±

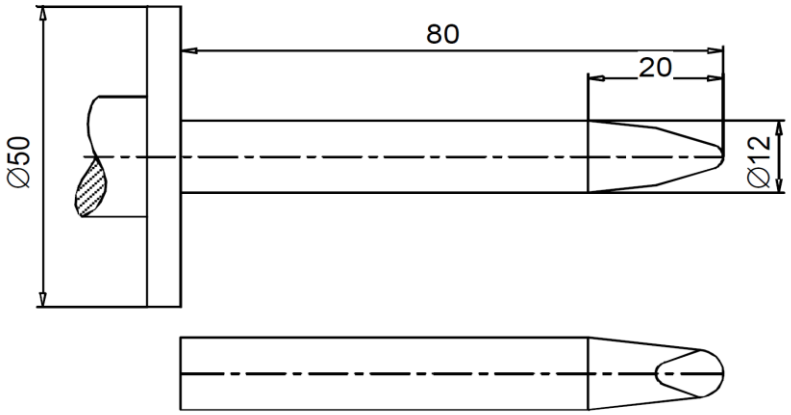
شکل الف-۴ - مدار اندازه‌گیری جریان برای تماس مرطوب

پیوست ب

(الزامی)

انگشتک‌های آزمون استاندارد

(به زیربند ۶-۲ مراجعه شود)

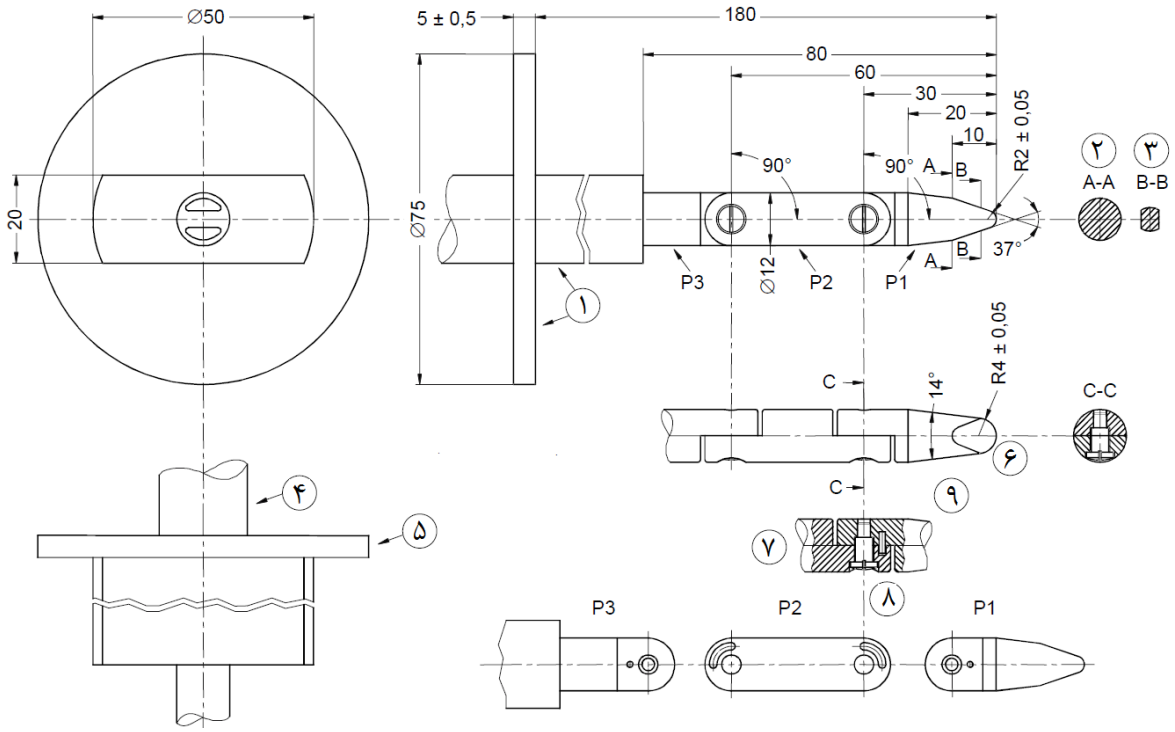


برای آگاهی از رواداری‌ها و ابعاد انگشتک به شکل ب-۲ مراجعه شود.

ابعاد بر حسب میلیمتر

یادآوری - این انگشتک آزمون همان شکل 7 استاندارد IEC 61032، پروب آزمون 11، است.

شکل ب-۱ - انگشتک آزمون بدون مفصل



راهنما

۱	ماده عایقی	۶	گوی
۲	بخش AA	۷	جزئیات X (نمونه)
۳	بخش BB	۸	نمای جانبی
۴	دستگیره	۹	همه لبه‌ها پخ خورده شوند
۵	صفحه مانع		

ابعاد بر حسب میلیمتر

رواداری‌های ابعادی که فاقد رواداری مشخص هستند:

- در مورد زوایا: $^{0}_{-10}{}'$
- در مورد ابعاد خطی:

تا ۲۵ mm: $^{0}_{-0,05}$ mm

بیشتر از ۲۵ mm: ±0,2 mm

جنس انگشتک: فولاد آبدیده و نظایر آن.

هر دو مفصل این انگشتک می‌توانند تا زاویه $^{\circ}(^{+10}_{0}\,90)$ خم شود ولی خم‌شدگی آنها فقط در یک صفحه امکان‌پذیر است.

استفاده از پین و شیار[1] تنها یکی از روش‌های ممکن برای محدودکردن زاویه خمش به ۹۰° است. به همین دلیل ابعاد و رواداری‌های این جزئیات در نقشه فنی ارائه نشده است. در طرح واقعی باید از محدودیت خمش $^{\circ}(^{+10}_{0}\,90)$ اطمینان حاصل کرد.

یادآوری - این انگشتک آزمون همان شکل 2 استاندارد IEC 61032، پروب آزمون B، است.

شکل ب-۲ - انگشتک آزمون مفصل‌دار

1 - Pin and groove

پیوست پ

(الزامی)

اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی

روش‌های اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی در مثال‌های ۱ تا ۱۱ زیر (به شکل پ-۱ مراجعه شود) نشان داده شده‌اند. در این موارد تمایزی بین شکاف‌های هوایی و شیارها یا بین انواع عایق‌بندی قائل نشده‌ایم.

فرض کنید موارد زیر حاکم باشند:

الف - در مواردی‌که عرض شیار برابر یا بزرگتر از X باشد (به جدول پ-۱ مراجعه شود)، فاصله خزشی در طول خط دور[1] آن شیار اندازه‌گیری شوند (به مثال ۲ مراجعه شود)؛

ب - فرض می‌شود که همه کنج‌ها توسط یک رابط عایقی به طول X پل شده و آن پل در نامساعدترین وضعیت قرار گیرد (به مثال ۳ مراجعه شود)؛

پ - فواصل هوایی و فواصل خزشی اندازه‌گیری‌شده بین قسمت‌هایی که نسبت به هم می‌توانند وضعیت‌های متفاوتی داشته باشند، زمانیکه این قسمت‌ها در نامساعدترین وضعیت خودشان هستند اندازه‌گیری شوند.

در مثال‌های زیر اندازه X بر حسب درجه آلودگی، مقدار ارائه‌شده در جدول پ-۱ را دارد.

جدول پ-۱ - اندازه X

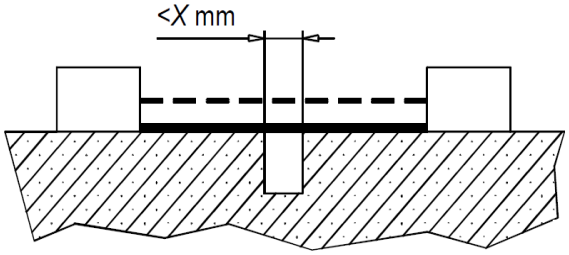
درجه آلودگی	اندازه X mm
۱	۰٫۲۵
۲	۱٫۰
۳	۱٫۵

اگر فاصله هوایی در نظرگرفته شده کمتر از mm ۳ باشد، اندازه X جدول پ-۱ را می‌توان به یک‌سوم این فاصله هوایی کاهش داد.

1 - Contour

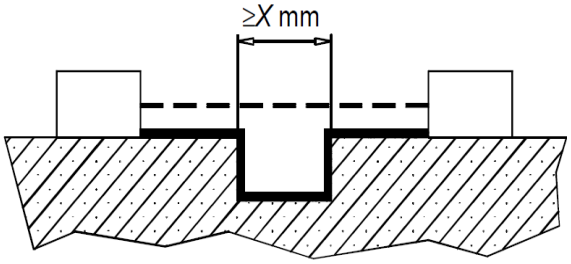
مثال ۱: مسیر شامل یک شیار با دیواره‌های موازی یا همگرا، با هر عمق و با عرض کمتر از X باشد.

فاصله هوایی و فاصله خزشی، به طور مستقیم در عرض شیار مطابق شکل اندازه‌گیری می‌شود.



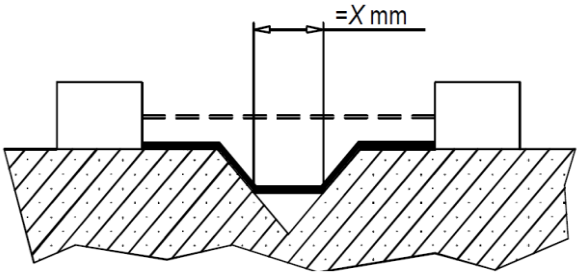
مثال ۲: مسیر شامل یک شیار با دیواره‌های موازی با هر عمق و با عرض برابر یا بیشتر از X باشد.

فاصله هوایی، فاصله «خط دید مستقیم» است. مسیر فاصله خزشی، انحنای شیار را دنبال می‌کند.



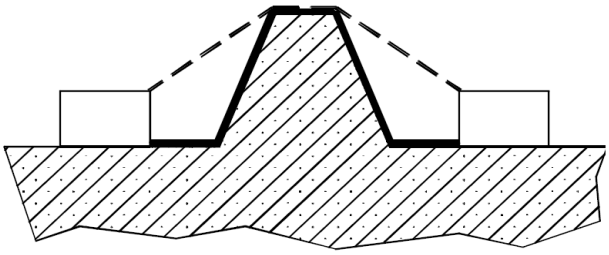
مثال ۳: مسیر شامل شیاری به شکل V با عرض بیشتر از X باشد.

فاصله هوایی، فاصله «خط دید مستقیم» است. مسیر فاصله خزشی، انحنای شیار را دنبال می‌کند اما با یک پیوند به طول X در انتهای شیار «اتصال کوتاه» می‌شود.



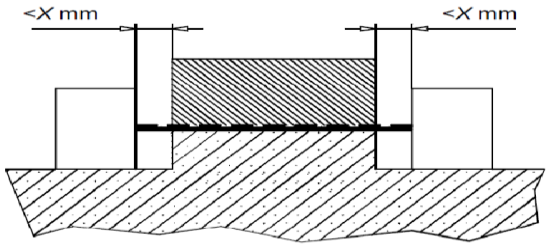
مثال ۴: مسیر شامل یک برآمدگی باشد.

فاصله هوایی، کوتاهترین مسیر هوایی مستقیم از بالای برآمدگی است. مسیرخزشی، انحنای برآمدگی را دنبال می‌کند.



مثال ۵: مسیر شامل محل اتصال دو قطعه به‌هم چسبانده نشده[1] با شیارهایی با عرض کمتر از X در هرطرف است.

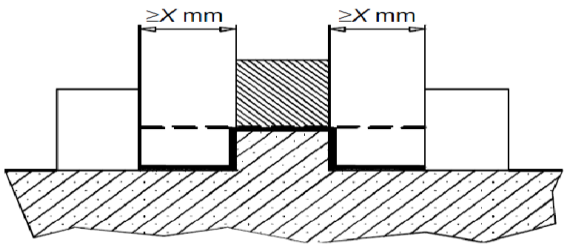
فاصله خزشی و فاصله هوایی، فاصله «خط دید مستقیم» به صورت نشان داده شده می‌باشد.



مثال ۶: مسیر شامل محل اتصال دو قطعه به‌هم چسبانده نشده با شیارهایی با عرض مساوی یا بیشتر از X در هر طرف است.

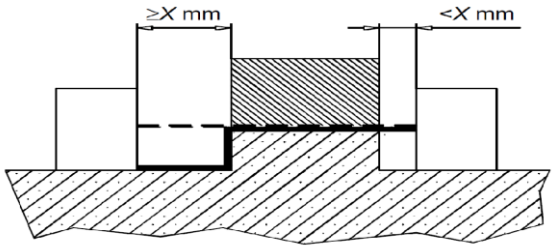
فاصله هوایی، فاصله «خط دید مستقیم» به صورت نشان داده شده می‌باشد.

فاصله خزشی، انحنای برآمدگی را دنبال می‌کند.



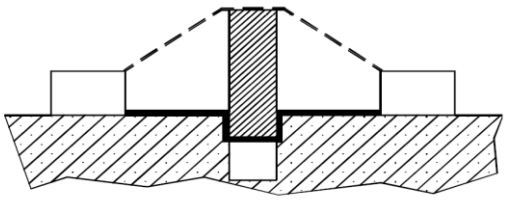
مثال ۷: مسیر شامل محل اتصال دو قطعه به هم چسبانده نشده با شیاری به عرض کمتر از X در یک طرف و شیاری با عرض برابر یا بزرگتر از X در طرف دیگر است.

فاصله هوایی و فاصله خزشی مطابق شکل هستند.



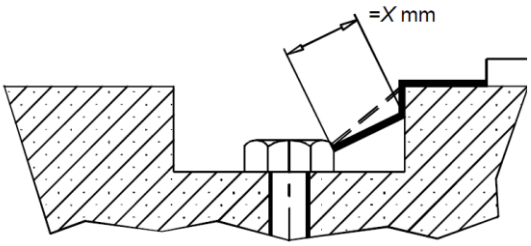
مثال ۸: فاصله خزشی اندازه‌گیری شده از طریق محل اتصال دو قطعه به هم چسبانده نشده، کمتر از فاصله خزشی گذرنده از بالای مانع است.

فاصله هوایی، کوتاهترین مسیر هوایی مستقیم از بالای مانع است. فاصله خزشی، از حد فاصل بین مانع و شیار عبور می‌کند.



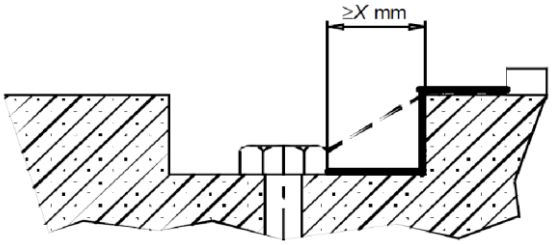
1 - Uncemented joint

مثال ۹: شکاف هوایی بین سر پیچ و دیواره فرورفتگی خیلی کم است و در نظر گرفته نمی‌شود.



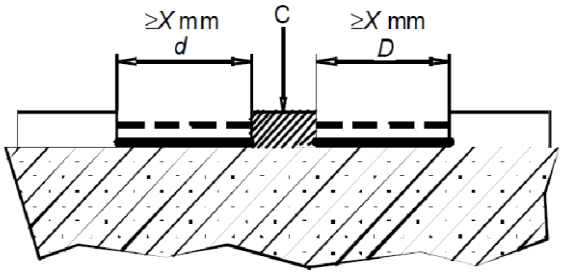
مثال ۱۰: شکاف هوایی بین سر پیچ و دیواره فرورفتگی به حد کافی زیاد است و از این رو در نظر گرفته می‌شود.

زمانی که این فاصله برابر با X باشد، اندازه فاصله خزشی از پیچ تا دیواره است.



مثال ۱۱: C یک قسمت شناور باشد.

فاصله هوایی فاصله d + D است. فاصله خزشی نیز d + D است.



فاصله خزشی

فاصله هوایی

شکل پ-۱ - نمونه‌هایی از روش‌های اندازه‌گیری فواصل هوایی و فواصل خزشی

پیوست ت

(الزامی)

قسمت‌هایی که بین آن‌ها الزامات عایق‌بندی تعیین شده است

(به زیربندهای ۶-۴ و ۶-۵-۳ مراجعه شود)

در شکل‌های ت-۱ تا ت-۳ از نمادهای زیر برای نشان دادن موارد زیر استفاده شده است:

الف- الزامات:

B نیاز به عایق‌بندی پایه

D نیاز به عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده

ب- مدارها و قسمت‌ها:

A قسمت در دسترسی که به ترمینال هادی حفاظتی همبند نشده است

H مداری که در شرایط عادی برق‌دار خطرناک است

R امپدنس بزرگی که به همراه عایق‌بندی پایه نقش یک امپدانس حفاظتی را ایفا می‌کند (به زیربند ۶-۵-۴ مراجعه شود)

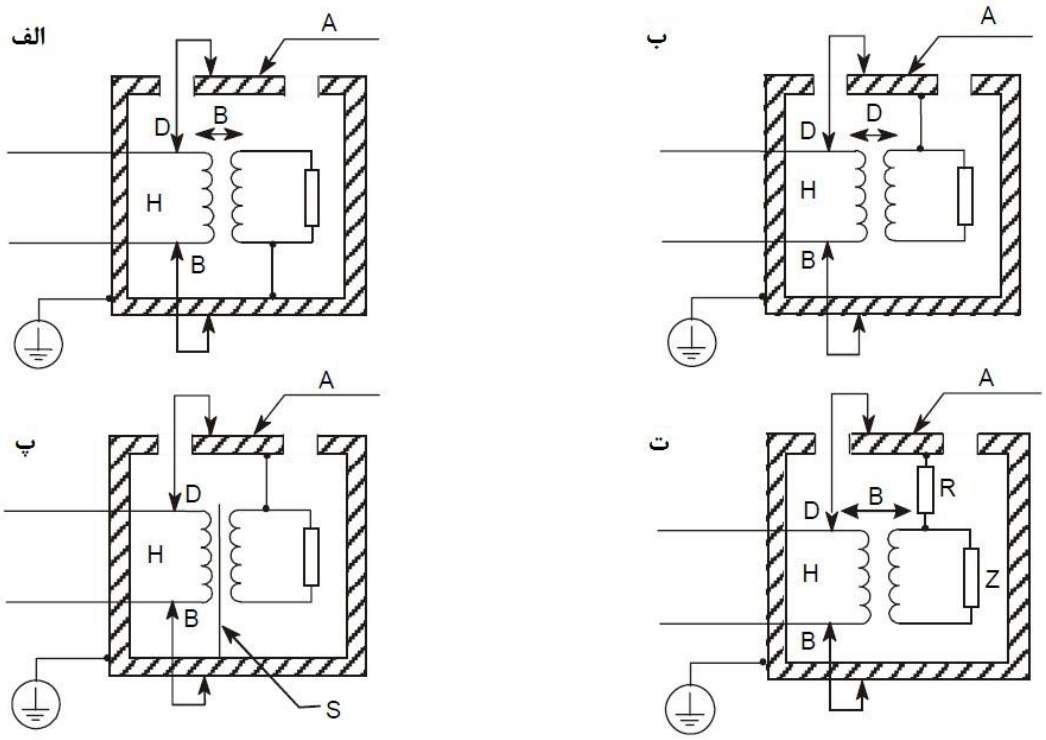
S حفاظ حفاظتی

T_A ترمینال بیرونی در دسترس (که در شرایط عادی از مقادیر زیربند ۶-۳-۱ تجاوز نمی‌کند)

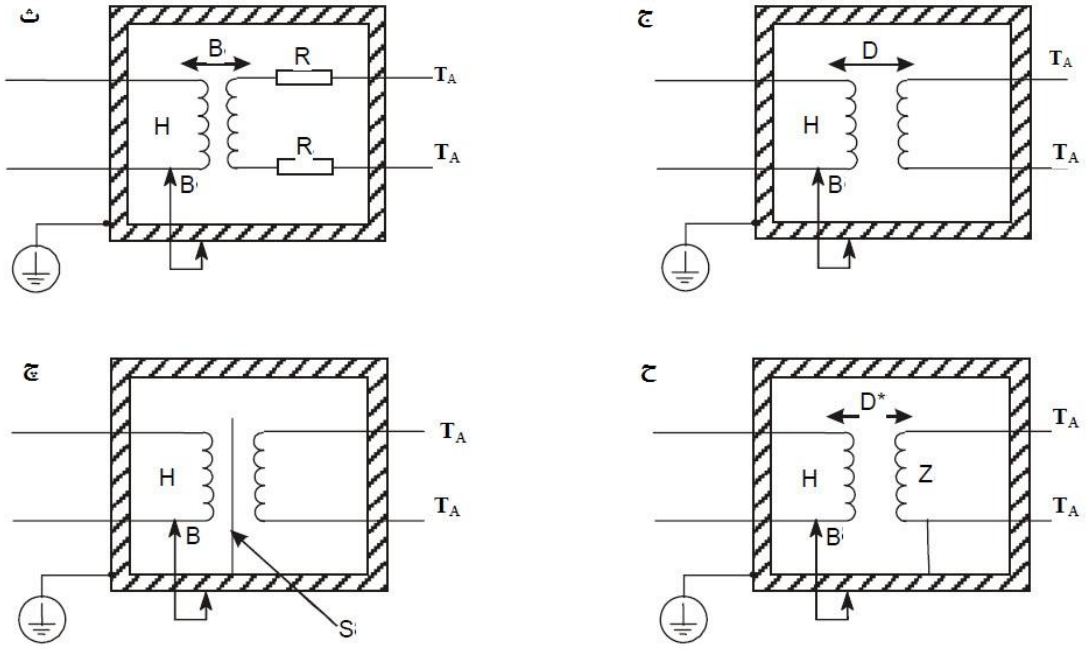
T_N ترمینال (که ممکن است در شرایط عادی از مقادیر زیربند ۶-۳-۱ تجاوز کند بنابراین نباید در دسترس باشد)

Z امپدانس مدار ثانویه

مدارهای ثانویه نشان‌داده‌شده فقط به عنوان قسمت‌ها در نظر گرفته شده‌اند.

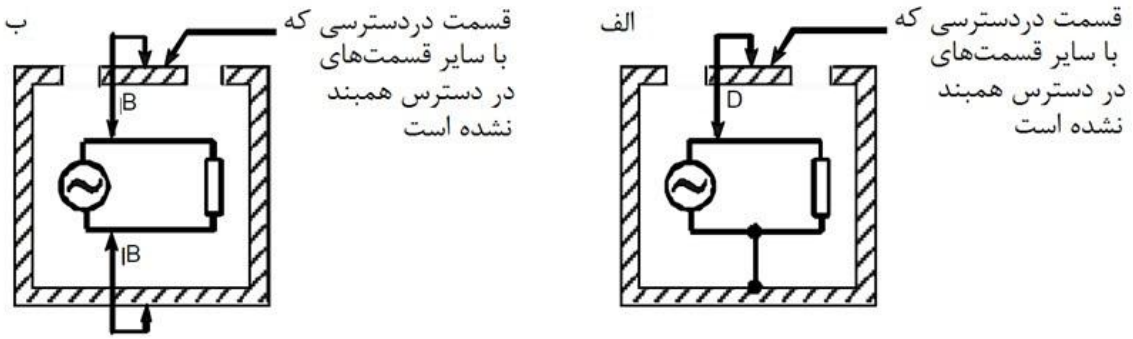


شکل ت-۱ الف تا ت - حفاظت بین مدارهای برق‌دار خطرناک و قسمت‌های در دسترس

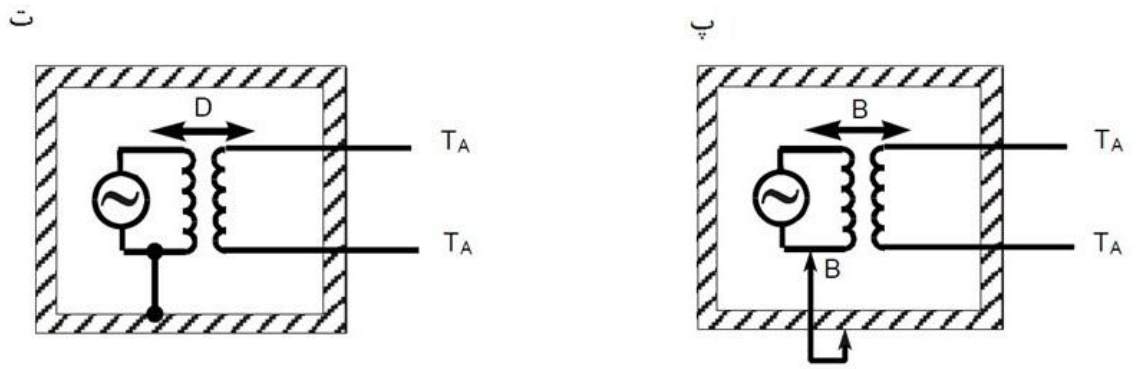


اگر Z به اندازه کافی کوچک باشد، *D می‌تواند B باشد (به زیربند ۶-۶-۱ مراجعه شود)

شکل ت-۱ ث تا ح - حفاظت بین مدارهای برق‌دار خطرناک و مدارهایی که ترمینال‌های خارجی دردسترس دارند

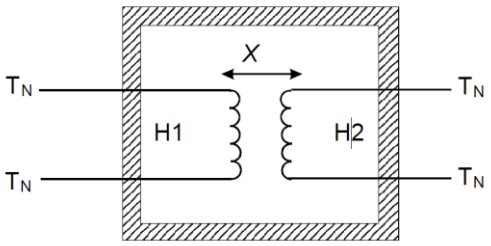


شکل ت-۲ الف و ت-۲ ب - حفاظت بین مدار برق‌دار خطرناک داخلی و قسمت در دسترسی که با سایر قسمت‌های دردسترس همبند نشده است



شکل ت-۲ پ و ت-۲ ت - حفاظت بین مدار اولیه برق‌دار خطرناک و مدارهایی که ترمینال‌های خارجی دردسترس دارند

یادآوری ۱- برای مدارهای نشان‌داده‌شده در شکل‌های ت-۲ پ و ت-۲ ت می‌توان از سایر وسایل حفاظتی، مانند حفاظ‌گذاری حفاظتی، همبندی حفاظتی مدارها (به زیربند ۶-۵-۲ مراجعه شود) و امپدانس حفاظتی (به زیربند ۶-۵-۴ مراجعه شود) نیز استفاده کرد.



شکل ت-۳ - حفاظت از ترمینال‌های خارجی دردسترس دو مدار برق‌دار خطرناک

یادآوری ۲– الزامات عایق‌بندی بین یک قسمت دردسترس که با ترمینال هادی حفاظتی همبند نشده است و همچنین دو مدار برق‌دار خطرناک به قرار شکل‌های ت-۱ الف تا ت-۱ ت است.

الزامات عایق‌بندی بین H1 و H2 (X) سخت‌گیرانه‌ترین مورد از موارد زیر باشد:

B عایق‌بندی پایه- درصورتیکه H1 و H2 هر دو متصل باشند، الزامات عایق‌بندی بر اساس بیشترین ولتاژ اسمی کار که عایق‌بندی بین مدارها را تحت تنش قرار خواهد داد به دست می‌آید؛

D عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده- اگر H1 متصل بوده و ترمینال‌های H2 به منظور ایجاد اتصال در دسترس باشند، الزامات عایق‌بندی بر اساس بیشترین ولتاژ اسمی کار که عایق‌بندی H1 را تحت تنش قرار خواهد داد به دست می‌آید؛

D عایق‌بندی مضاعف یا عایق‌بندی تقویت‌شده- اگر H2 متصل بوده و ترمینال‌های H1 به منظور ایجاد اتصال در دسترس باشند، الزامات عایق‌بندی بر اساس بیشترین ولتاژ اسمی کار که عایق‌بندی H2 را تحت تنش قرار خواهد داد به دست می‌آید.

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

راهنمای کاهش درجه آلودگی

ریزمحیط درون تجهیز توسط شرایط محیطی که تجهیز طی کار، نصب، تعمیر و نگهداری در معرض آن خواهد بود و هرگونه آلودگی ایجادشده توسط خود تجهیز، با درنظرگرفتن اثربخشی وسایل آب‌بندی استفاده‌شده تعیین می‌شود.

تجهیزات را می‌توان طبق جدول ث-۱ به وضعیت‌های محیطی زیر تقسیم کرد.

جدول ث-۱ - وضعیت‌های محیطی

وضعیت محیطی	کار تجهیز در ...	نصب یا تعمیر و نگهداری تجهیز در ...
A	محیط تحت کنترل [الف]	محیط تحت کنترل
B	محیط فاقد کنترل	محیط تحت کنترل یا اینکه تجهیز طی نصب یا تعمیر و نگهداری باز نشود
C	محیط فاقد کنترل	محیط فاقد کنترل
[الف] محیط تحت کنترل محیطی است که شرایط موارد پ و ت زیربند ۱-۴-۱ را دارد.		

یادآوری- وضعیت محیطی جدول ث-۱ یک رده‌بندی نظام‌مند از محیط‌هایی که تجهیزات در مواجهه با آن‌ها خواهند بود و اینکه آیا تجهیز می‌تواند برای نصب و تعمیر و نگهداری باز شود یا خیر را ارائه می‌کند.

با روش‌های جدول ث-۲ می‌توان درجه آلودگی ریزمحیط تجهیز را کاهش داد.

جدول ث-۲ - کاهش درجه‌های آلودگی

درجه آلودگی محیط کلان[1]	درجه آلودگی ریزمحیط						
	۲			۳		۴	
	وضعیت محیطی			وضعیت محیطی		وضعیت محیطی	
	A	B	C	B	C	B	C
محفظه IPX5، IPX6	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴
محفظه IPX7، IPX8	۱	۱	۲	۲	۳	۲	۴
حرارت‌دهی مداوم در داخل تجهیزی با محفظه‌ای با IPX4 یا بهتر	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴
مقادیر اسمی IP بر اساس استاندارد IEC 60529 هستند.							
1- Macro environment							

پیوست ج
(الزامی)
آزمون‌های تک‌به‌تک

ج-۱ کلیات

تولیدکننده باید آزمون‌های بند ج-۲ تا ج-۴ را روی ٪ ۱۰۰ تجهیزات تولیدشده‌ای که دارای هر دو قسمت‌های برق‌دار خطرناک و رسانای دردسترس هستند اجرا کند. آزمون‌ها باید روی تجهیز کاملاً مونتاژشده انجام شوند، مگر آنکه به‌وضوح دیده شود که نتیجه آزمون‌ها نمی‌تواند توسط مراحل بعدی تولید بی‌اعتبار و باطل شود. اجزاء به منظور انجام آزمون نباید بدون‌سیم، دستکاری یا پیاده شوند، اما در صورت تداخل با آزمون‌ها می‌توان روکش‌های ضربه‌گیر و دکمه‌های نصب اصطکاکی[1] را جدا کرد. تجهیزات طی این آزمون‌ها نباید برق‌دار شوند اما کلید برق شهر باید در وضعیت روشن باشد.

نیازی به پیچیدن تجهیز در فویل فلزی نیست و آماده‌سازی رطوبتی لازم نیست.

نیازی به تصحیح ولتاژ آزمون نسبت به ارتفاع سایت آزمون نیست.

تجهیزات مورد استفاده در آزمون ولتاژ، باید توانایی حفظ ولتاژ لازم برای مدت زمان مشخص را داشته باشند. هیچ الزام دیگری کاربرد ندارد.

مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

ج-۲ زمین حفاظتی

بین شاخکِ زمین قطعه اتصال ورودی وسیله برقی یا پریز برق شهر تجهیزات متصل‌شونده با چندشاخه، یا ترمینال هادی حفاظتی تجهیزاتی که روی یک وجه به صورت دائمی نصب می‌شوند، و همه قسمت‌های رسانای دردسترسی که طبق زیربند ۶-۵-۲ لازم است از وجه دیگر به ترمینال هادی حفاظتی متصل شوند، آزمون پیوستگی الکتریکی انجام شود.

یادآوری- برای جریان این آزمون هیچ مقداری مشخص نشده است.

ج-۳ مدارهای متصل به برق شهر

ج-۳-۱ کلیات

ولتاژ آزمون بین قسمت‌های زیر اعمال شود:

---

1 - Friction-fit knobs

الف- ترمینال‌های به‌یکدیگرمتصل‌شده برق شهر، و

ب - کلیه قسمت‌های به‌یکدیگرمتصل‌شده رسانای دردسترس شامل ترمینال هادی حفاظتی، در صورت وجود.

طی این آزمون تجهیز باید از نظر الکتریکی از هرگونه زمین خارجی جدا باشد. این آزمون روی قسمت‌های فلزی کوچکی مانند پلاک‌های مشخصات، پیچ‌ها یا پرچ‌ها، اگر به کمک عایق‌بندی تقویت‌شده یا عایق‌بندی معادل با آن از قسمت‌های برق‌دار خطرناک جدا شده باشند، کاربرد ندارد.

یادآوری- برای تجهیزاتی که کلیه قسمت‌های رسانای دردسترس آنها به ترمینال هادی حفاظتی متصل است نیازی به اتصال داخلی قسمت‌های رسانای دردسترس نیست چرا که صحت این اتصال‌های داخلی توسط بند ج-۲ آزمون می‌شود.

ولتاژ آزمون می‌تواند AC یا DC یا ضربه باشد و برای رده اضافه‌ولتاژ مناسب از جدول ج-۱ انتخاب شود. برای آزمون‌های AC یا DC، ولتاژ آزمون در مدت ۵ s تا مقدار مشخص آن افزایش یابد و دست‌کم به مدت ۲ s در آن مقدار باقی بماند. آزمون‌های ضربه همان آزمون ۱٫۲/۵۰ µs ارائه‌شده در استاندارد IEC 61180 است که با حداقل سه ضربه در هر قطبیت با حداقل بازه‌های زمانی ۱ s انجام می‌شوند.

طی آزمون نباید هیچ‌گونه جرقه سطحی در فواصل هوایی یا شکست عایق‌بندی جامد رخ دهد و افزاره تحت آزمون نباید هیچ‌گونه خرابی نشان دهد.

جدول ج -۱ - ولتاژهای آزمون برای آزمون‌های تک‌به‌تک مدارهای متصل به برق شهر

ولتاژ نامی خط به خنثی منبع برق شهر	رده اضافه‌ولتاژ II			رده اضافه‌ولتاژ III			رده اضافه‌ولتاژ IV		
مقدار موثر AC یا DC	AC	DC	۱٫۲/۵۰ µs ضربه	AC	DC	۱٫۲/۵۰ µs ضربه	AC	DC	۱٫۲/۵۰ µs ضربه
V	V r.m.s.	V	V peak	V r.m.s.	V	V peak	V r.m.s.	V	V peak
≤ ۱۵۰	۸۴۰	۱ ۲۰۰	۱ ۲۰۰	۱ ۴۰۰	۲ ۰۰۰	۲ ۰۰۰	۲ ۲۰۰	۳ ۱۰۰	۳ ۱۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۱ ۴۰۰	۲ ۰۰۰	۲ ۰۰۰	۲ ۲۰۰	۳ ۱۰۰	۳ ۱۰۰	۳ ۳۰۰	۴ ۷۰۰	۴ ۷۰۰
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۲ ۲۰۰	۳ ۱۰۰	۳ ۱۰۰	۳ ۳۰۰	۴ ۷۰۰	۴ ۷۰۰	۴ ۳۰۰	۶ ۰۰۰	۶ ۰۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۳ ۳۰۰	۴ ۷۰۰	۴ ۷۰۰	۴ ۳۰۰	۶ ۰۰۰	۶ ۰۰۰	۵ ۳۰۰	۷ ۵۰۰	۷ ۵۰۰

ج-۳-۲ مدارهای متصل به برق شهر مجهز به افزاره‌های محدودکننده ولتاژ

برای مدارهای متصل به برق شهر مجهز به افزاره‌های محدودکننده ولتاژ که الزامات زیربند ۱۴-۸ را برآورده می‌کنند، آزمون AC یا DC زیربند ج-۳-۱ را می‌توان با استفاده از ولتاژ آزمونی که ۰٫۹ ولتاژ کلمپ[1] افزاره محدودکننده ولتاژ است انجام داد که این مقدار نباید از دو برابر ولتاژ کار مدار متصل به برق شهر کمتر باشد.

1 - Clamping voltage

ج-۴ مدارهای شناور

ولتاژ آزمون بین قسمت‌های زیر اعمال شود:

الف- ترمینال‌های مدارهای خروجی و ورودی شناور که ممکن است در استفاده عادی برق‌دار خطرناک شوند، در حالی که به‌یکدیگر متصل‌شده باشند، و

ب - قسمت‌های رسانای دردسترس به‌یکدیگرمتصل‌شده.

مقدار ولتاژ اعمال‌شده در هر مورد ۱٫۵ برابر بیشینه ولتاژ اسمی نسبت به زمین باشد اما از ۳۵۰ V AC r.m.s یا ۵۰۰ V DC کمتر نباشد. اگر افزاره‌های (کلمپ) محدودکننده ولتاژ در کمتر از ولتاژ اعمال‌شده بسته شوند، مقدار ولتاژ اعمال‌شده ۰٫۹ ولتاژ کلمپ باشد اما کمتر از بیشینه ولتاژ اسمی نسبت به زمین نباشد.

ولتاژ آزمون در شرایطی که مدار از نظر الکتریکی از هرگونه وسایل زمین خارجی جدا است در مدت ۵ s تا مقدار مشخص آن افزایش یابد و دست‌کم به مدت ۲ s در آن مقدار باقی بماند.

طی آزمون نباید هیچ‌گونه جرقه سطحی در فواصل هوایی یا شکست عایق‌بندی جامد رخ دهد و افزاره تحت آزمون نباید هیچ‌گونه خرابی نشان دهد.

پیوست چ
(آگاهی‌دهنده)

نشت و گسیختگی ناشی از سیالات تحت فشار

الزامات و آزمون‌های این پیوست در ایالات متحده آمریکا، کانادا و چند کشور دیگر به عنوان مدرک اثبات مطابقت با مقررات ملی مرتبط با فشارهای بالا پذیرفته شده است. این الزامات برای تجهیزاتی که برای مواد سمی، قابل‌اشتعال یا سایر مواد خطرناک در نظر گرفته شده‌اند کافی نیست. برای اطلاع از الزامات چنین تجهیزاتی به مراجع ملی مراجعه شود.

چ-۱ کلیات

قسمت‌های حاوی سیال تجهیزات تحت فشار نباید در شرایط عادی یا شرایط تک اشکال به واسطه گسیختگی یا نشت منجر به ایجاد خطر شوند.

مطابقت طبق آنچه در بندهای چ-۲ تا چ-۴ ارائه شده است بررسی می‌شود.

چ-۲ فشارهای بیش از MPa ۲ و حاصلضرب فشار در حجم بزرگتر از kPa.l ۲۰۰

چ-۲-۱ کلیات

قسمت‌های حاوی سیال تجهیزاتی که در استفاده عادی هر دو ویژگی زیر را دارند نباید به واسطه گسیختگی یا نشت منجر به ایجاد خطر شوند:

الف- حاصلضرب فشار در حجم بزرگتر از kPa.l ۲۰۰؛

ب - فشار بیش از MPa ۲.

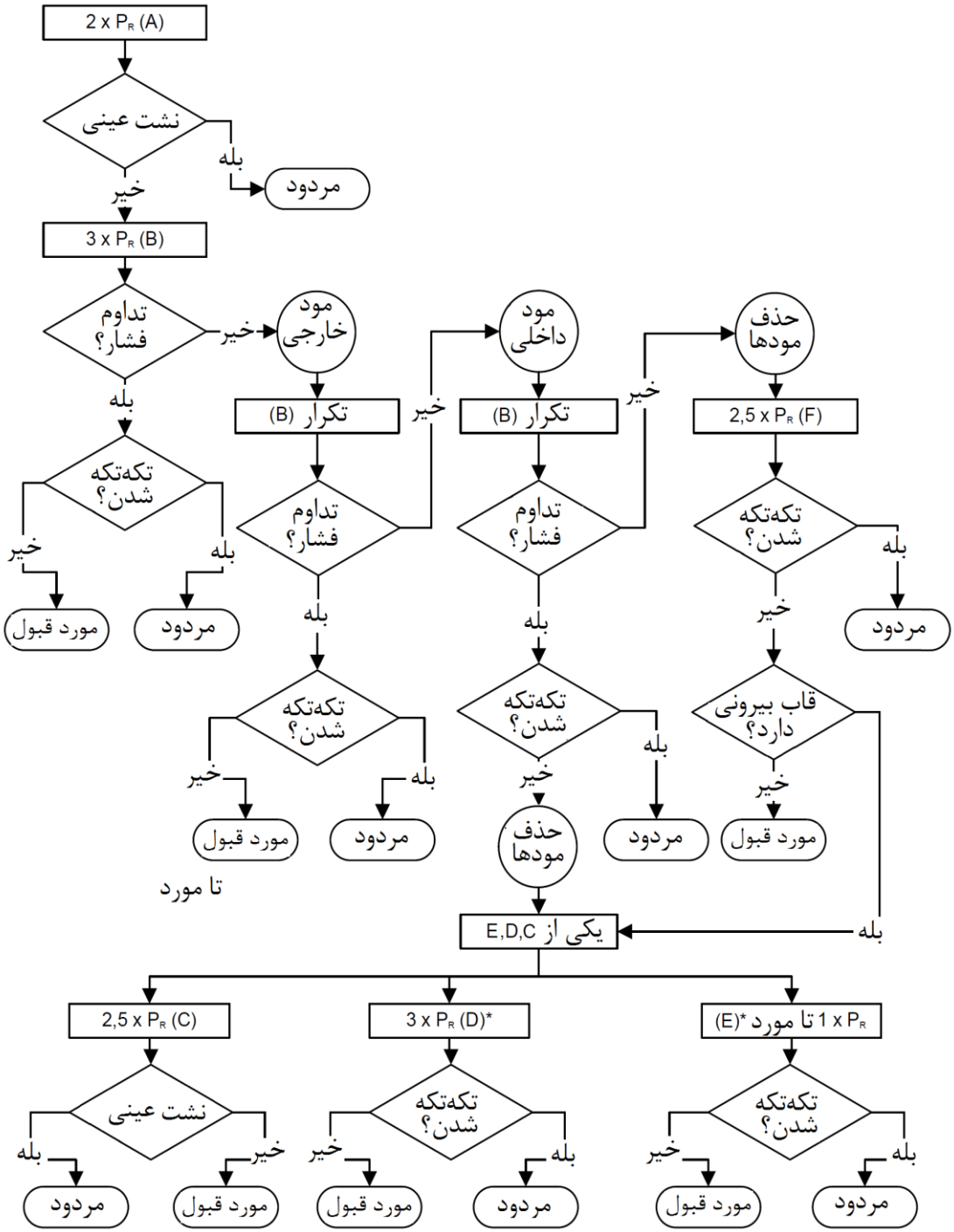
یادآوری- چنین تجهیزاتی، تجهیزات با کارانداز فشار سیال دارند که در آن‌ها از دمنده‌ها، دیافراگم‌ها، لوله‌های بوردون[1] نرم و نظایر آن و تجهیزاتی مانند کنتورهایی که به فشارهای فرآیند با مقدار نامی MPa ۲ یا بیش از آن متصل هستند استفاده شده است.

مطابقت با بازرسی و انجام آزمون‌های هیدرولیک زیربندهای چ-۲-۲ تا چ-۲-۶ بررسی می‌شود. در طی این آزمون‌ها کلیه افزارهای ایمنی اضافه‌فشار که از آنها برای محدودکردن بیشینه فشار کار استفاده می‌شود غیرفعال می‌شوند.

شکل چ-۱ فلوچارتی است که روش‌های صحه‌گذاری انطباق را نشان می‌دهد.

1 - Bourdon tubes

در سراسر بند چ-۲، مقادیر بر اساس فشار اسمی P_R هستند. این فشار، بیشینه فشاری است که روی تجهیز نشانه‌گذاری شده است، یا چنانچه هیچ مقداری نشانه‌گذاری نشده باشد، بیشینه اضافه‌فشار گذرا (بیشینه فشاری که بدون تغییر دائمی در عملکرد می‌تواند اعمال شود) است. در مورد تجهیزات با فشار تفاضلی، فشار اسمی مقدار بزرگتر از فشار کار و فشار استاتیک است.



برای آزمون‌های A تا F به زیربندهای زیر مراجعه شود:

A = چ-۲-۳الف - B = چ-۲-۳ب - C = چ-۲-۵ب - E = چ-۲-۵پ - F = چ-۲-۶ - P_R = فشار اسمی

شکل چ-۱ - فرآیند صحه‌گذاری انطباق (به بند چ-۲ مشاهده شود)

چ-۲-۲ انجام آزمون‌های هیدرواستاتیک برای زیربند چ-۲-۱

آن قسمتی از تجهیز که به طور عادی در معرض فشار سیال است با یک مایع مناسب مانند آب پر شود تا هوای آن تخلیه شود و سپس به پمپ هیدرولیک متصل شود. فشار به تدریج تا فشار تعیین‌شده برای آزمون افزایش یابد.

آن بخش‌هایی از تجهیز که به طور معمول بارگیری غیرمستقیم فشار دارند، مانند سیستم‌های با تزویج هیدرولیکی، توسط سیال اصلی پرکننده هیدرولیکی یا در صورت فقدان آن، با پرکردن آنها با مایع استفاده‌شده در آزمون همزمان آزموده شوند.

مقادیر فشار استفاده‌شده در آزمون بر اساس فشار اسمی P_R است، زیربند چ-۲-۱ مشاهده شود.

مقادیر فشار آزمون ارائه‌شده در زیربندهای چ-۲-۳ تا چ-۲-۶ در تجهیزات با فشار اسمی تا MPa ۱۴ کاربرد دارد. برای فشارهای اسمی بیشتر مقادیر جدول چ-۱ کاربرد دارد.

اگر چنین مشخص شده باشد که فشار به «تجهیز» اعمال شود، این به معنای آن قسمتی از تجهیز است که در استفاده عادی در معرض فشار است. اگر چنین مشخص شده باشد که فشار به «قاب بیرونی» اعمال شود، این به معنای هرگونه قاب، پوشش یا غلاف فاقد فشاری است که کلیه یا قسمتی از تجهیز تحت‌فشار را دربرگرفته است، اما خودش در استفاده عادی در معرض فشار نیست.

چ-۲-۳ آزمون‌های اولیه

آزمون‌های زیر انجام می‌شود.

الف- فشاری به‌اندازه $۲\times P_R$ به مدت min ۱ بدون هیچگونه نشت قابل مشاهده به تجهیز اعمال شود.

ب - فشاری به‌اندازه $۳\times P_R$ به مدت min ۱ بدون مشاهده هیچگونه گسیختگی یا خرابی که منجر به پرتاب تکه‌هایی به بیرون از تجهیز شود به تجهیز اعمال شود.

طی آزمون ب، ممکن است به دلیل وجود انشعاب در لوله‌های بوردون، دیافراگم‌ها یا دمنده‌ها یا به دلیل خرابی مفاصل و واشرها نشتی رخ دهد. چنین مواردی به‌شرط آنکه فشار بتواند به مدت min ۱ دوام بیاورد به عنوان مردودی آزمون درنظر گرفته نمی‌شوند. البته اگر نرخ نشت به‌اندازه‌ای باشد که مانع دوام فشار به مدت min ۱ شود، می‌توان تغییرات زیربند چ-۲-۴ را انجام داد و آزمون را تکرار کرد.

۱- اگر تجهیز بعد از فقط تغییرات ارائه‌شده در مورد الف زیربند چ-۲-۴، در آزمون مورد ب زیربند چ-۲-۳ قبول شود، آنگاه آزمون دیگری انجام نشود.

۲- اگر تجهیز بعد از تغییرات ارائه‌شده در مورد ب زیربند چ-۲-۴ در آزمون مورد ب زیربند چ-۲-۳ قبول شود، با حذف تغییرات، یکی از آزمون‌های زیربند چ-۲-۵ انجام شود.

۳- اگر تجهیز مجدداً مردود آزمون مورد ب زیربند چ-۲-۳ باشد با حذف تغییرات، آزمون زیربند چ-۲-۶ انجام شود.

چ-۲-۴ ایجاد تغییرات برای کمینه‌سازی نشت

تغییرات زیر را می‌توان انجام داد.

الف- چفت‌وبست‌های خارجی را می‌توان برای کاهش نشت تغییر داد.

ب- واشر نشتی یا آب‌بندی‌های نرم (نه آن قسمتی که جزو عنصر اندازه‌گیری است) که یک حد فاصل ساختاری بین قسمتی از تجهیز که در استفاده عادی تحت فشار است و قاب بیرونی تشکیل می‌دهد به منظور کاهش نشت با یک عضو مستحکم‌تر غیرکاربردی جایگزین شود.

چ-۲-۵ آزمون‌های تکمیلی در صورت موفقیت تغییرات در کمینه‌کردن نشت

چنانچه قبل از تکرار موفقیت‌آمیز آزمون چ-۲-۳ب یکی از تغییرات ارائه‌شده در چ-۲-۴ب اعمال شده باشد، تجهیز به حالت اصلی خودش بازگردانده شود و یکی از آزمون‌های الف، ب یا پ زیر روی تجهیز تغییرنایافته انجام شود. برای تجهیزات درنظرگرفته‌شده برای مواد سمی، قابل‌اشتعال یا سایر مواد خطرناک آزمون الف انجام شود.

الف- فشاری به‌اندازه $۲٫۵ \times P_R$ به مدت min ۱ بدون مشاهده هیچگونه نشت عینی به تجهیز اعمال شود.

ب - فشاری به‌اندازه $۳ \times P_R$ به مدت min ۱ بدون مشاهده هیچگونه گسیختگی یا خرابی که منجر به پرتاب تکه‌هایی به بیرون از قاب بیرونی شود به تجهیز اعمال شود.

یادآوری ۱- در این حالت، حتی اگر فشار $۳ \times P_{RATED}$ نتواند در درون تجهیز دوام آورد، نرخ نشت از قاب بیرونی به‌گونه‌ای باشد که مانع ایجاد فشار خطرناک شود.

پ- چنانچه تجهیز یک قاب بیرونی با قابلیت تحت فشار قرار گرفتن داشته باشد، به مدت min ۱ در معرض فشار P_R بدون مشاهده هیچگونه گسیختگی یا خرابی که منجر به پرتاب تکه‌هایی به بیرون از قاب بیرونی شود قرار گیرد.

یادآوری ۲- در چنین وضعیتی، از گسیختگی و تکه‌های پرتاب‌شده توسط قابلیت قاب بیرونی در تحمل فشار ممانعت می‌شود.

چ-۲-۶ آزمون تکمیلی در صورت مردودشدن تغییرات در کمینه‌کردن نشت

اگر تجهیز بعد از انجام تغییرات زیربند چ-۲-۴ مردود آزمون چ-۲-۳ب باشد، اما نشت به شکل مکانیزم رهاسازی فشار عمل کرده باشد، تجهیز به شرط آنکه بعد از حذف تغییرات مورد قبول آزمون زیر باشد و به شرط آنکه تجهیز قاب خارجی داشته باشد و همچنین مورد قبول یکی از آزمون‌های الف، ب و پ زیربند چ-۲-۵ باشد، مطابق الزامات چ-۲-۳ب خواهد بود.

فشاری به‌اندازه $۲٫۵ \times P_R$ به مدت min ۱ بدون مشاهده هیچگونه گسیختگی یا خرابی که منجر به پرتاب تکه‌هایی به بیرون از تجهیز شود به تجهیز اعمال شود.

جدول چ-۱ - فشارهای استفاده‌شده در آزمون برای تجهیزات با فشارهای بیش از MPa ۱۴

P_R	فشار برای آزمون چ-۲-۵پ	فشار برای آزمون چ-۲-۳الف	فشار برای آزمون‌های چ-۲-۵الف و چ-۲-۶	فشار برای آزمون‌های چ-۲-۳ب و چ-۲-۵ب
$> ۱۴ \leq ۷۰$ MPa	P_R	$۱٫۷۵ \times P_R$ بعلاوه ۳٫۵ MPa	$۲٫۰ \times P_R$ بعلاوه ۷ MPa	$۲٫۵ \times P_R$ بعلاوه ۷ MPa
> ۷۰ MPa	P_R	$۱٫۳ \times P_R$ بعلاوه ۳۵ MPa	$۱٫۵ \times P_R$ بعلاوه ۴۲ MPa	$۲٫۰ \times P_R$ بعلاوه ۴۲ MPa

چ-۳ فشارهای بین kPa ۵۰ و MPa ۲، و حاصلضرب فشار در حجم بیش از kPa.l ۲۰۰

آن قسمت‌های حاوی سیال تجهیز که در استفاده عادی هر دو ویژگی زیر را دارند به واسطه گسیختگی یا نشت نباید منجر به ایجاد خطر شوند:

الف- حاصلضرب فشار در حجم بیشتر از kPa.l ۲۰۰؛

ب - فشار بین kPa ۵۰ و MPa ۲.

مطابقت با انجام آزمون هیدرواستاتیک زیربند چ-۲-۲ بررسی می‌شود. طی این آزمون کلیه افزارهای ایمنی اضافه‌فشار که از آنها برای محدود کردن بیشینه فشار کار استفاده می‌شود غیرفعال شوند.

فشاری به‌اندازه $۳ \times P_R$ به مدت min ۱ بدون ایجاد نشت، تغییر شکل دائمی (پلاستیکی) یا انفجار اعمال شود. البته برای تجهیزاتی که برای استفاده با مواد سمی، قابل‌اشتعال یا سایر مواد خطرناک در نظر گرفته‌نشده‌اند، نشت در واشر در فشار بیش از $۱٫۲ \times P_R$ قابل‌پذیرش است.

چنانچه روی قسمت‌ها یا لوله‌های حاوی سیال فاقد نشانه‌گذاری نتوان آزمون هیدرواستاتیک انجام داد، یکپارچگی آنها توسط آزمون‌های معادل مناسب مانند آزمون‌های پنوماتیک در فشار $۳ \times P_R$ صحه‌گذاری شود.

برای سیستم‌های تبرید به استانداردهای ملی مناسب برای مثال ANSI/UL 471، CSA C22.2 No 120 مشاهده شود.

چ-۴ فشارهای کمتر از kPa ۵۰، یا حاصلضرب فشار در حجم کمتر از kPa.l ۲۰۰

نشت قسمت‌های حاوی سیال در فشارهای کمتر، یا با حاصلضرب فشار در حجم کمتر از kPa.l ۲۰۰ نباید باعث ایجاد خطر شود.

مطابقت با بازرسی مقادیر اسمی قسمت‌ها و در صورت نیاز با قراردادن قسمت‌ها درمعرض فشار سیال به اندازه دو برابر بیشینه فشار در استفاده عادی بررسی می‌شود. این فشار به مدت min ۱ اعمال می‌شود. هیچ‌گونه نشت که بتواند منجر به ایجاد خطر شود نباید رخ دهد.

چ-۵ افزارهای ایمنی در برابر اضافه‌فشار

هرگونه افزار ایمنی در برابر اضافه‌فشار نباید در استفاده عادی کار کند و باید همه الزامات زیر را برآورده کند.

الف- تا حد امکان باید نزدیک قسمت‌های حاوی سیال سیستم که قرار به حفاظت از آنها را دارد وصل شود.

ب - به‌گونه‌ای باید نصب شود که برای بازرسی، نگهداری و تعمیر دسترسی راحتی داشته باشد.

پ - بدون استفاده از ابزار نباید امکان تنظیم داشته باشد.

ت - خروجی تخلیه آن باید به‌گونه‌ای جایدهی و جهت‌دهی شود که مواد آزادشده به سوی هیچ فردی نباشد.

ث - خروجی تخلیه آن باید به‌گونه‌ای جایدهی و جهت‌دهی شود که کار افزاره در مواردی که ته‌نشین‌شدن مواد باعث ایجاد خطر می‌شود روی قسمت‌ها ته‌نشین نشود.

ج - ظرفیت تخلیه آن برای اطمینان از عدم تجاوز فشار از $۱٫۱ \times P_R$ در مواردیکه عیبی در کنترل منبع فشار پیش آید، کافی باشد.

چ- بین افزاره ایمنی در برابر اضافه‌فشار و آن قسمت‌هایی که این افزاره برای حفاظت از آنها در نظر گرفته شده است نباید هیچ‌گونه شیر قطع‌ووصل وجود داشته باشد.

زیربند ۱۱-۷-۴ نیز مشاهده شود.

مطابقت با بازرسی و آزمون بررسی می‌شود.

پیوست ح
(الزامی)

ارزیابی کیفی پوشش‌های منسجم[1] برای حفاظت در برابر آلودگی

ح-۱ کلیات

این پیوست به الزامات پوشش‌های منسجم که از آنها برای کاهش درجه آلودگی بردهای مدار چاپی استفاده می‌شود می‌پردازد.

پوشش‌های منسجم باید الزامات بندهای ح-۲ و ح-۳ را برآورده کنند.

یادآوری ۱ - الزامات بند ح-۲ این اطمینان را ایجاد می‌کند که پوشش منسجم برای پوشش‌دهی بردهای مدار چاپی به درستی ظرفیت‌دهی شده‌اند. الزامات بند ح-۳ این اطمینان را ایجاد می‌کند که این پوشش بعد از اعمال تنش‌های محیطی و فیزیکی همچنان چسبندگی خود به بردهای مدار چاپی را حفظ خواهد کرد.

مطابقت طبق آنچه در بندهای ح-۲ و ح-۳ مشخص شده است بررسی می‌شود.

یادآوری ۲ - پوشش‌های منسجمی که الزامات استاندارد ANSI/UL 746E را برآورده می‌کنند به عنوان پوشش‌هایی که این الزامات را نیز برآورده می‌کنند در نظر گرفته می‌شوند.

ح-۲ مشخصات فنی

مشخصات فنی پوشش‌های منسجم باید برای کاربردهای درنظرگرفته‌شده به‌ویژه موارد زیر مناسب باشند:

الف- تولیدکننده ماده پوشاننده باید به صراحت اعلام کند که این مواد برای پوشش‌دهی بردهای مدار چاپی است؛

ب - گستره دمای اسمی کار باید در گستره دمای کاربرد درنظرگرفته‌شده قرار داشته باشد؛

پ - شاخص مقایسه‌ای ایجاد مسیر جریان خزشی (CTI)، مقاومت الکتریکی و استقامت دی‌الکتریکی باید برای کاربرد درنظرگرفته‌شده مناسب باشد؛

ت - پوشش برد مدار چاپی در معرض نور خورشید باید مقاومت کافی در برابر UV را داشته باشد؛

ث - ظرفیت اشتعال‌پذیری پوشش باید دست‌کم به‌اندازه ظرفیت اشتعال‌پذیری برد مدار چاپی که آن پوشش در آن کاربرد دارد، باشد.

مطابقت، با بازرسی داده‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

---

1 - Conformal coatings (پوشش‌های همدیس=)

ح-۳ ارزیابی کیفی پوشش‌ها

پوشش بعد از آزمون‌های جدول ح-۱ باید الزامات تطبیقی شکل ح-۱ را برآورده کند.

مطابقت طبق آنچه در جدول ح-۱ و شکل ح-۱ مشخص شده است روی شش آزمونه پوشش‌داده‌شده برد مدار چاپی بررسی می‌شود.

جدول ح-۱ - پارامترهای آزمون، شرایط آزمون و روش‌های انجام آزمون

مورد	آماده‌سازی آزمون	پارامتر آزمون، شرایط	روش انجام آزمون
۱	مقاومت در برابر خراش	دما: ۱۵ °C .... ۳۵ °C رطوبت: R.H. ٪ ۷۵ .... ٪ ۴۵ هر ترکیبی از دما و رطوبت که متعلق به این گستره‌ها باشد قابل قبول است.	آزمون خراش طبق زیربند 5.5 استاندارد IEC 60064-3 انجام شود.
۲	آماده‌سازی سرد	دمای آماده‌سازی: T_{min}. T_{min} کمینه دمای اسمی محیط یا کمینه دمای اسمی انبارش آزمونه، هر کدام که کوچکتر باشد، است. هر میزان از رطوبت قابل قبول است مدت زمان آماده‌سازی: ۲۴ h	آزمونه‌ها در یک اتاقک دمایی قرار داده شوند و به مدت زمان تعیین‌شده آماده‌سازی در دمای T_{min} نگه داشته شوند.
۳	گرمای خشک	دمای آماده‌سازی: T_{max}. T_{max} بیشینه دمای اسمی سطح، بیشینه دمای اسمی محیط، یا بیشینه دمای اسمی انبارش آزمونه، هر کدام که بزرگتر باشد، است. هر میزان از رطوبت قابل قبول است مدت زمان آماده‌سازی: ۴۸ h	آزمونه‌ها در یک اتاقک دمایی قرار داده شوند و به مدت زمان تعیین‌شده آماده‌سازی در دمای T_{max} نگه داشته شوند.
۴	تغییر سریع دما	دمای بیشینه: T_{max}. T_{max} بیشینه دمای اسمی سطح، بیشینه دمای اسمی محیط، یا بیشینه دمای اسمی انبارش آزمونه‌ها، هر کدام که بزرگترین باشد، است. دمای کمینه: T_{min}. T_{min} کمینه دمای اسمی محیط یا کمینه دمای اسمی انبارش آزمونه‌ها، هر کدام که کوچکتر باشد، است. نرخ تغییر دما: طی ۳۰ min زمان دوره (مدت زمان یک دوره): دماهای T_{max} و T_{min} تا رسیدن آزمونه‌ها به شرایط حالت پایدار برقرار باشند و سپس به مدت ۱۰ min حفظ شوند. این سیکل از لحظه رسیدن آزمونه به مقدار دمای هدف با اختلاف ۲ °C شروع می‌شود. تعدا دوره‌ها: ۵ دوره	روش آماده‌سازی طبق آزمون Na استاندارد IEC 60068-2-14 باشد.

مورد	آماده‌سازی آزمون	پارامتر آزمون، شرایط	روش انجام آزمون
۵	گرمای مرطوب	دما: ۴۰ °C ± ۲ °C رطوبت: ۹۰ ٪ ... ۹۵ ٪ R.H. مدت زمان آماده‌سازی: ۲۴ h	آزمونه‌ها در یک اتاقک رطوبتی قرار داده شوند و به مدت زمان تعیین‌شده آماده‌سازی در دما و رطوبت تعیین‌شده نگه داشته شوند.
۶	چسبندگی پوشش	دما: ۱۵ °C .... ۳۵ °C رطوبت: ۴۵ ٪ ... ۷۵ ٪ R.H. نیروی فشار: ۵ N	روش انجام آزمون طبق آزمون توضیح‌داده‌شده در زیربند 5.8.2 استاندارد IEC 60664-3 با نیروی فشار تعیین‌شده باشد.
۷	پیش‌آماده‌سازی رطوبتی	دما: ۴۰ °C ± ۲ °C رطوبت: ۹۰ ٪ ... ۹۵ ٪ R.H. مدت زمان آماده‌سازی: ۲۴ h	آزمونه‌ها در یک اتاقک رطوبتی قرار داده شوند و به مدت زمان تعیین‌شده آماده‌سازی در دما و رطوبت تعیین‌شده نگه داشته شوند.
۸	مقاومت عایقی هادی‌ها	دما: ۴۰ °C ± ۲ °C رطوبت: ۹۰ ٪ ... ۹۵ ٪ R.H. مقاومت عایقی: ≥ ۱۰۰ MΩ	مقاومت عایقی بین دو هادی بیرونی که کوچکترین فاصله خزشی را برای دست‌کم ۱ min دارند اندازه‌گیری می‌شود. ولتاژ آزمون باید تا حد امکان به ولتاژ کار نزدیک باشد.

شکل ح-۱ ترتیب آزمون و مطابقت را نشان می‌دهد.

آماده‌سازی و مقاومت در برابر خراش	
آماده‌سازی آزمونه‌های آزمون	هر آزمونه‌ای به شیوه عادی با روش عادی لحیم‌کاری، شامل اجرای گام‌های تمیزکاری و حفاظتی که معمولاً انجام می‌شوند مونتاژ شود.
جدول ح-۱، مورد ۱	آزمون مقاومت در برابر خراش
بازرسی چشمی	مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. هیچ یک از موارد زیر نباید در آزمونه‌ها مشاهده شود: ▪ جداشدگی از ماده اصلی ▪ شکاف ▪ حفره ▪ سطوحی که در مجاورت آنها قسمت‌های رسانای حفاظت‌نشده وجود داشته باشد، در جائیکه فاصله خزشی بین این قسمت‌ها از فاصله خزشی لازم برای بردهای مدار چاپی فاقد پوشش کمتر باشد. یادآوری- سطوحی از آزمونه‌ها که روی آنها آزمون مقاومت در برابر خراش انجام می‌شود نیازی به انجام آزمون‌ها و بازرسی‌های بعدی ندارد.
↓	
آماده‌سازی آزمونه‌ها	
جدول ح-۱، مورد ۲	آماده‌سازی سرد
جدول ح-۱، مورد ۳	گرمای خشک
جدول ح-۱، مورد ۴	تغییر سریع دما
جدول ح-۱، مورد ۵	آزمون گرمای مرطوب
↓	
آزمون‌های مکانیکی و الکتریکی بعد از آماده‌سازی	
جدول ح-۱، مورد ۶	چسبندگی پوشش (آزمون نوار چسب)
بازرسی چشمی	مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. در کلیه آزمونه‌ها پوشش نباید شل شود و هیچ ماده‌ای که بتوان با چشم غیرمسلح آن را تشخیص داد به نوار چسب نچسبیده باشد. یادآوری - به منظور تشخیص این مطلب که آیا ماده‌ای به نوار چسب چسبیده است یا خیر، می‌توان نوار را روی یک ورق یا یک کارت سفید قرار داد. در مواردی که آزمون روی پوشش سفید یا با رنگ روشن انجام شود، به‌جای آن از کاغذ یا کارت با رنگ متضاد مناسب استفاده شود.
جدول ح-۱، مورد ۷	آماده‌سازی رطوبتی
جدول ح-۱، مورد ۸	مقاومت عایقی مطابقت با اندازه‌گیری مقاومت عایقی مورد ۸ جدول ح-۱ بازرسی می‌شود. تمام آزمونه‌ها باید مقدار لازم را برآورده کنند.
↓	
بازرسی چشمی	مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود. در هیچ آزمونه‌ای نباید موارد زیر مشاهده شود: ▪ تاول‌زدگی ▪ ورم‌کردگی ▪ جداشدگی از ماده اصلی ▪ شکاف ▪ حفره ▪ سطوحی که در مجاورت آنها قسمت‌های رسانای حفاظت‌نشده وجود داشته باشد، در جائیکه فاصله خزشی بین این قسمت‌ها از فاصله خزشی لازم برای بردهای مدار چاپی فاقد پوشش کمتر باشد.

شکل ح-۱ - ترتیب آزمون و مطابقت

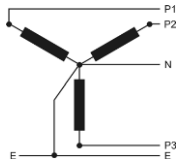
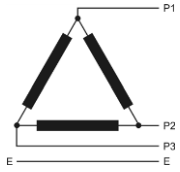
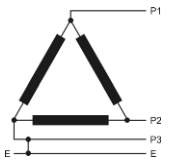
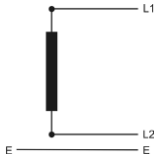
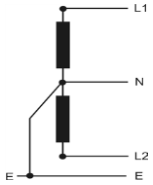
پیوست خ

(آگاهی‌دهنده)

ولتاژهای خط به خنثی سیستم‌های رایج منبع برق شهر

برای اهداف این استاندارد، در جدول خ-۱ ولتاژ خط به خنثی داده شده است که توصیه می‌شود از آن‌ها در تعیین فاصله هوایی، فاصله خزشی و الزامات عایق‌بندی جامد مدارهای متصل به برق شهر استفاده شود.

جدول خ-۱ - ولتاژهای خط به خنثی سیستم‌های رایج منبع برق شهر

سیستم‌ها و ولتاژهای نامی برق شهر					ولتاژ خط به خنثی مرتبط با نوع سیستم و ولتاژ نامی برق شهر
سیستم‌های سه‌فاز چهار سیم[الف] با خنثی زمین‌شده 	سیستم‌های سه‌فاز سه سیم زمین‌نشده 	سیستم‌های سه‌فاز سه سیم با فاز زمین‌شده 	سیستم‌های تک‌فاز دو سیم AC یا DC 	سیستم‌های تک‌فاز (فاز شکسته) سه سیم[الف] AC یا DC 	
V	V	V	V	V	V
			۱۲٫۵ تا ۴۸	۳۰/۶۰	۵۰
۶۶/۱۱۵	۶۶	۱۰۰	۶۰	۱۰۰/۲۰۰	۱۰۰
۱۲۰/۲۰۸ ۱۲۷/۲۲۰	۱۱۰ ،۱۱۵ ۱۲۷ ،۱۲۰		۱۱۰، ۱۱۵ ۱۲۷ ،۱۲۰	۱۱۰/۲۲۰ ۱۱۵/۲۳۰ ۱۲۰/۲۴۰	۱۵۰
۲۲۰/۳۸۰ ۲۳۰/۴۰۰ ۲۴۰/۴۱۵ ۲۶۰/۴۴۰ ۲۷۷/۴۸۰	۲۴۰ ،۲۳۰ ،۲۲۰ ۳۴۷ ،۲۷۷ ،۲۶۰ ۴۱۵ ،۴۰۰ ،۳۸۰ ۴۸۰ ،۴۴۰	۲۰۰	۲۲۰ ۲۳۰ ۲۴۰	۲۲۰/۴۴۰ ۲۴۰/۴۸۰	۳۰۰
۳۴۷/۶۰۰ ۳۸۰/۶۶۰ ۴۰۰/۶۹۰ ۴۱۷/۷۲۰ ۴۸۰/۸۳۰	۵۰۰ ۵۷۷ ۶۰۰		۴۸۰	۴۸۰/۹۶۰	۶۰۰
	۶۶۰ ۷۲۰ ،۶۹۰ ۱ ۰۰۰ ،۸۳۰		۱ ۰۰۰		۱ ۰۰۰

[الف] ولتاژهایی که به شکل دو ولتاژ جداگانه توسط « / » نشان داده شده‌اند، معرف ولتاژ فاز به خنثی (یا خط به خنثی) و سپس ولتاژ فاز به فاز (یا خط به خط) هستند. برای مثال، «۱۲۰/۲۰۸» نشان می‌دهد که ولتاژ هر فاز نسبت به خنثی ۱۲۰ V، و ولتاژ هر فاز نسبت به فاز دیگر ۲۰۸ V است. به همین ترتیب «۲۲۰/۴۴۰» نشان می‌دهد که ولتاژ هر خط به خنثی ۲۲۰ V، و ولتاژ خط به خط ۴۴۰ V است.

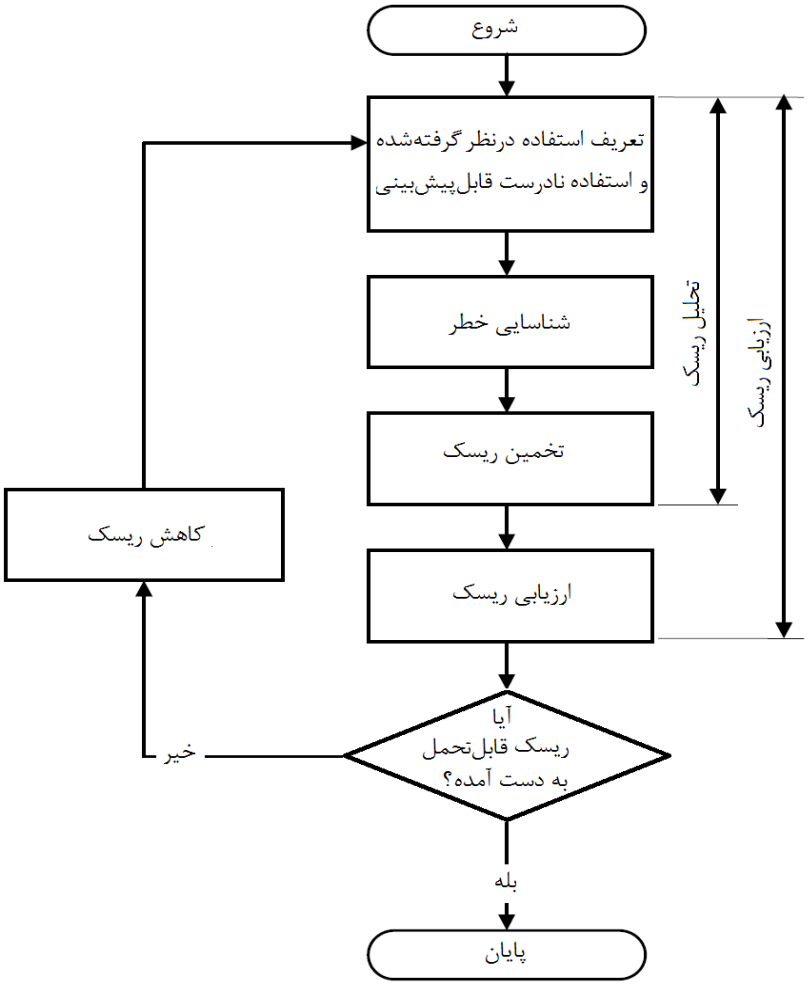
پیوست د
(آگاهی‌دهنده)

ارزیابی ریسک

در ادامه روشی برای ارزیابی ریسک که بر اساس استاندارد ISO/IEC Guide 51 (1999) است ارائه شده است. روش‌های دیگر ارزیابی ریسک در استانداردهای ISO 14971، SEMI S10، IEC 61508، ISO 14121-1 و ANSI TR3 ارائه شده‌اند. از روش‌های موجود دیگری که گام‌های مشابهی دارد نیز می‌توان استفاده کرد.

د-۱ روش ارزیابی ریسک

ریسک قابل‌تحمل به کمک روش تکرارشونده ارزیابی ریسک (تحلیل ریسک و ارزیابی ریسک) و کاهش ریسک (به شکل د-۱ مراجعه شود) به دست می‌آید.



شکل د-۱ – روش تکرارشونده ارزیابی ریسک و کاهش ریسک

د-۲ دستیابی به ریسک قابل‌تحمل

توصیه می‌شود برای کاهش ریسک‌ها به یک سطح قابل‌تحمل از روش زیر (به شکل د-۱ مراجعه شود) استفاده شود:

الف- گروه(های) محتمل مصرف‌کننده آن محصول، فرآیند یا بهره‌برداری (شامل افراد با نیازهای خاص و سالمندان)، و هر گروه شناخته‌شده مورد مخاطب با آن (مانند مورد استفاده یا مورد مخاطب توسط کودکان) شناسایی شود؛

ب - استفاده درنظرگرفته‌شده و ارزیابی استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی منطقی از محصول، فرآیند یا بهره‌برداری شناسایی شود؛

پ - هرگونه خطر (شامل هر وضعیت خطرناک و اتفاق آسیب‌رسان) ناشی از کلیه مراحل و شرایط استفاده از محصول، فرآیند یا بهره‌برداری، شامل نصب، تعمیر و نگهداری، تعمیر و تخریب یا دفع شناسایی شود؛

ت - ریسک (به شکل د-۱ مراجعه شود) ناشی از هر یک از خطرات شناسایی‌شده برای هر یک از گروه‌های مصرف‌کننده/مخاطب تخمین زده شده و ارزیابی شود؛

ث - قابل‌تحمل‌بودن ریسک (مثلاً توسط مقایسه با محصولات، فرآیندها یا بهره‌برداری‌های مشابه) قضاوت شود؛

ج - اگر ریسک قابل‌تحمل نباشد تا قابل‌تحمل‌شدن کاهش داده شود.

توصیه می‌شود در کاهش ریسک‌ها ترتیب اولویت به قرار زیر باشد:

۱) حذف یا کاهش تا حد امکان ریسک‌ها (طراحی و ساخت ذاتاً امن)؛

۲) تعبیه وسایل حفاظتی ضروری برای ریسک‌هایی که امکان حذف ندارند (افزاره‌های حفاظتی)؛

۳) اطلاع‌رسانی به مصرف‌کننده‌ها در مورد ریسک‌های باقیمانده ناشی از کاستی‌های وسایل حفاظتی تعبیه‌شده، تعیین اینکه آیا به آموزش خاصی نیاز است یا خیر، و تعیین هرگونه نیاز به تامین تجهیزات حفاظت فردی (اطلاعات مربوط به ایمنی).

اساس این روش بر این فرض استوار است که مصرف‌کننده با انطباق خود با اطلاعات ارائه‌شده توسط تولیدکننده (به شکل د-۲ مراجعه شود) در فرآیند کاهش ریسک نقش دارد.

شکل ج-۲ - کاهش ریسک

گام‌های اتخاذشده در روش طراحی به ترتیب اولویت نشان داده شده‌اند. گام‌های اتخاذشده توسط مصرف‌کننده به ترتیب اولویت نیستند چرا که این امر به کاربرد آن بستگی دارد. تاکید می‌شود که از افزاره‌های حفاظتی تکمیلی، تجهیزات حفاظت فردی و ارائه اطلاعات به مصرف‌کننده‌ها نباید به عنوان جایگزینی برای بهسازی طراحی استفاده شود.

د-۳ یک کاربرد از روش‌های ارزیابی ریسک

برای خطراتی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارند، نمونه‌هایی از شدت سختگیری آسیب در جدول د-۱ ارائه شده است. احتمال آسیب‌دیدگی در جدول د-۲ ارائه شده است. رده ریسک که بر اساس شدت سختگیری و احتمال است در جدول د-۳ ارائه شده است.

جدول د-۱ – شدت سختگیری آسیب

گروه شدت سختگیری	افراد	تجهیز/وسیله	محیط
فاجعه‌آمیز	یک یا دو فوت	از دست‌رفتن سیستم یا امکانات	انتشار مواد شیمیایی با اثرات بهداشتی حاد یا عمومی
شدید	جراحت/بیماری معلولیت‌زا	از دست‌رفتن زیرسیستم اصلی یا آسیب‌دیدگی امکانات	انتشار مواد شیمیایی با اثرات موقت بهداشتی محیطی یا عمومی
متوسط	درمان پزشکی یا فعالیت کاری محدود	از دست‌رفتن زیرسیستم فرعی یا آسیب‌دیدگی امکانات	انتشار مواد شیمیایی که نیازمند تهیه گزارش است
اندک	فقط کمک‌های اولیه	آسیب‌دیدگی غیرجدی به تجهیز یا امکانات	انتشار مواد شیمیایی که بدون نیاز به تهیه گزارش تنها نیازمند یک تمیزکاری معمولی است

جدول د-۲ - احتمال آسیب‌دیدگی

احتمال	نرخ وقوع مورد انتظار
زیاد	بیش از پنج بار در سال
محتمل	بیش از یک بار در سال ولی نه بیش از پنج بار در سال
امکان‌پذیر	بیش از یک بار در پنج سال ولی نه بیش از یک بار در سال
به‌ندرت	بیش از یک بار در ده سال ولی نه بیش از یک بار در پنج سال
بعید	نه بیش از یک بار در ده سال

جدول د-۳ - رده ریسک

ارزیابی ریسک / رده ریسک					
شدت سختگیری آسیب		احتمال آسیب‌دیدگی			
		زیاد	محتمل	امکان‌پذیر	به‌ندرت	بعید
شدت سختگیری	فاجعه‌آمیز	۳	۳	۳	۲	۲
	شدید	۳	۳	۲	۲	۱
	متوسط	۳	۲	۱	۱	۱
	اندک	۲	۱	۱	۱	۱

راهنما	رده	توضیحات
۱	به طور گسترده قابل‌قبول	این حالت الزامات ریسک قابل‌تحمل را برآورده می‌کند.
۲	تا حد امکان کم	این حالت به طور خودکار الزامات ریسک قابل‌تحمل را برآورده نمی‌کند. درصورت امکان توصیه می‌شود این ریسک‌ها تا رده ۱ کاهش داده شوند. اگر امکان‌پذیر نبود، توصیه می‌شود توضیحی از ریسک به‌گونه‌ای در دستورالعمل‌ها ارائه شود که نهاد مسئول امکان اتخاذ گام‌های مناسب برای حفاظت از ایمنی کاربران را داشته باشد.
۳	غیرقابل‌تحمل	این حالت شامل ریسک‌های غیرقابل‌تحمل است.

پیوست ذ

(الزامی)

الزاماتی از عایق‌بندی که در زیربند ۶-۷ ارائه نشده‌اند

ذ-۱ الزامات مدارهای برق شهر

ذ-۱-۱ کلیات

مفهوم رده‌های اضافه‌ولتاژ در استانداردهای IEC 60364 و IEC 60664-1 به وضوح ارائه شده‌اند. توضیحات زیر عصاره ویرایش‌شده‌ای از این دو استاندارد است.

رده اضافه‌ولتاژ، طبق تعریف زیربند ۳-۵-۱۷، یک تعریف رقمی از شرایط اضافه‌ولتاژ گذرا است. هدف از ایجاد رده‌های اضافه‌ولتاژ دستیابی به هماهنگی عایقی بین قسمت‌های مختلف تاسیسات منبع برق شهری است. در استاندارد IEC 60364-4-44 آمده است که هدف رده‌های (اضافه‌ولتاژ) تحمل ضربه، ایجاد تمایز بین درجه‌های مختلف آماده به استفاده بودن تجهیز با در نظرگرفتن انتظارات لازم پیرامون تداوم بهره‌برداری و احتمال قابل‌قبول خرابی است. این بدین معنا است که تصمیم در مورد ظرفیت‌دهی مناسب رده اضافه‌ولتاژ یک بخش از تجهیز ممکن است بر اساس قابلیت اطمینان و همچنین بر اساس مسائل ایمنی آن اتخاذ شود. در این استاندارد الزامات بندهای ۵ تا ۱۶ در تجهیزاتی که قسمتی از تاسیسات ساختمان نیستند کاربرد دارند و الزامات فواصل هوایی و فواصل خزشی بر اساس رده اضافه‌ولتاژ II، با ولتاژهای برق شهر تا ۳۰۰ V هستند.

تجهیزاتی که قسمتی از تاسیسات ساختمان هستند می‌توانند شامل مواد تاسیساتی، تجهیزات در نظرگرفته‌شده در درون ساختمان برای اندازه‌گیری یا کنترل منبع برق شهر، و تجهیزات مشابه باشند. همه این تجهیزات اتصال دائمی به برق شهر داشته و به طور دائمی در ساختمان نصب می‌شوند. البته آن تجهیزاتی که از منبع برق شهر تنها برای تغذیه خود استفاده می‌کنند به‌همراه تجهیزات مرتبط با آنها، حتی اگر اتصال دائمی یا نصب دائمی در ساختمان داشته باشند، به عنوان قسمتی از تاسیسات ساختمان در نظر گرفته نمی‌شوند.

الزامات مرتبط این پیوست در تجهیزاتی که تولیدکننده آنها را برای رده اضافه‌ولتاژ III یا در رده اضافه‌ولتاژ IV ظرفیت‌دهی کرده است کاربرد دارد.

در متن استاندارد IEC 60364-4-44، از رده اضافه‌ولتاژ I برای آن تجهیزاتی استفاده می‌شود که قرار است به نوعی منبع برق شهر متصل شوند که در آن منبع برای کاهش اساسی و مطمئن اضافه‌ولتاژهای گذرا به سطحی که نتوانند منجر به ایجاد خطر شوند وسایلی در نظرگرفته شده است. رده اضافه‌ولتاژ I مربوط به موضوع این استاندارد نیست.

رده اضافه‌ولتاژ II برای آن تجهیزاتی است که برای تغذیه از سیم‌کشی ساختمان در نظر گرفته شده‌اند. این رده در هر دو تجهیز چندشاخه‌دار و تجهیز نصب دائم کاربرد دارد. زیربند ۶-۷ تنها به الزامات رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ نامی تغذیه تا V ۳۰۰ می‌پردازد. الزامات رده‌های بالاتر اضافه‌ولتاژ و رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ نامی تغذیه بیش از V ۳۰۰ در این پیوست ارائه شده است.

رده اضافه‌ولتاژ III برای آن تجهیزاتی است که قرار است قسمتی از تاسیسات سیم‌کشی ساختمان باشند. چنین تجهیزاتی شامل پریزها، پانل‌های فیوز، و تجهیزات کنترل تاسیسات برق شهر است. در صورت مدنظرداشتن درجه بالاتری از قابلیت اطمینان و آماده به استفاده بودن، تولیدکنندگان می‌توانند تجهیزی را برای رده اضافه‌ولتاژ III نیز طراحی کنند.

رده اضافه‌ولتاژ IV برای آن تجهیزاتی است که در یا نزدیک مبداء منبع برق ساختمان، بین ورودی ساختمان و تابلو توزیع اصلی، نصب می‌شوند. چنین تجهیزاتی ممکن است مجهز به کنتورهای تعرفه‌ای برق و افزاره‌های اولیه حفاظت در برابر اضافه‌جریان باشند. در صورت مدنظرداشتن درجه حتی بالاتری از قابلیت اطمینان و آماده به استفاده بودن، تولیدکنندگان می‌توانند تجهیزی را برای رده اضافه‌ولتاژ IV نیز طراحی کنند.

ذ-۱-۲ فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای متصل به برق شهر

فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای متصل به برق شهر باید مقادیر ارائه‌شده در جدول‌های زیر را برحسب کاربرد برآورده کنند:

الف- جدول ذ-۲، برای مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II با ولتاژ نامی تغذیه بیش از V ۳۰۰؛

ب - جدول ذ-۳، برای مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ III؛

پ - جدول ذ-۴، برای مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ IV.

یادآوری ۱- برای اطلاع از ولتاژهای نامی منابع برق شهر به پیوست خ مراجعه شود.

مقادیر ارائه‌شده در جدول‌های زیر برای عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی هستند. مقادیر عایق‌بندی مضاعف باید دو برابر مقادیر عایق‌بندی پایه باشند.

اگر تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از m ۲۰۰۰ از سطح دریا ظرفیت‌دهی شده باشد، فواصل خزشی باید در ضریب قابلاعمال جدول ذ-۱ ضرب شوند.

یادآوری ۲ - پیشنهاد می‌شود در آلودگی درجه ۳ با ولتاژهای خط به خنثی بیش از V ۶۳۰ از مواد گروه IIIb استفاده نشود.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

جدول ذ-۱ - ضرایب فواصل هوایی برای تجهیزاتی با ظرفیت کار در ارتفاع‌های تا m ۵۰۰۰ نسبت به سطح دریا

ارتفاع اسمی کار نسبت به سطح دریا m	ضریب
تا ۲ ۰۰۰	۱٫۰۰
از ۲ ۰۰۱ تا ۳ ۰۰۰	۱٫۱۴
از ۳ ۰۰۱ تا ۴ ۰۰۰	۱٫۲۹
از ۴ ۰۰۱ تا ۵ ۰۰۰	۱٫۴۸

جدول ذ-۲ - فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II بیش از V ۳۰۰

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا ولتاژ DC	مقدار فواصل هوایی	مقادیر فواصل خزشی								
		مواد بردهای مدار چاپی		سایر مواد عایقی						
		آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲	آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲			آلودگی درجه ۳		
		مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروهای I، II، IIIa	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۴٫۳	۶٫۰	۷٫۵	۸٫۳	۹٫۴
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۷٫۲	۱۰٫۰	۱۲٫۵	۱۴٫۰	۱۶٫۰

جدول ذ-۳ - فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه ولتاژ III

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا ولتاژ DC	مقدار فواصل هوایی	مقادیر فواصل خزشی								
		مواد بردهای مدار چاپی		سایر مواد عایقی						
		آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲	آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲			آلودگی درجه ۳		
		مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروهای I، II، IIIa	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤ ۱۵۰	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۶	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۵
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۸	۴٫۱	۴٫۷
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۶٫۰	۷٫۵	۸٫۳	۹٫۴
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۱۰٫۰	۱۲٫۵	۱۴٫۰	۱۶٫۰

جدول ذ-۴ - فواصل هوایی و فواصل خزشی مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ IV

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا ولتاژ DC	مقدار فواصل هوایی	مقادیر فواصل خزشی							
		مواد بردهای مدار چاپی		سایر مواد عایقی					
		آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲	آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲			آلودگی درجه ۳	
		مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروهای I، II، IIIa	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤ ۱۵۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۵
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۰	۸٫۳	۹٫۴
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۴٫۰	۱۶٫۰

آن دسته از پوشش‌هایی که الزامات پیوست ح را برآورده می‌کنند با کشیده‌شدن بر روی سطوح خارجی بردهای مدار چاپی، درجه آلودگی سطح پوشش‌داده‌شده را به آلودگی درجه ۱ کاهش می‌دهند.

مطابقت پوشش‌ها طبق آنچه در پیوست ح ارائه شده است بررسی می‌شود.

ذ-۱-۳ عایق‌بندی جامد مدارهای متصل به برق شهر

ذ-۱-۳-۱ کلیات

عایق‌بندی جامد مدارهای متصل به برق شهر باید تنش‌های الکتریکی و مکانیکی که ممکن است در استفاده عادی در کلیه شرایط اسمی محیطی (به زیربند ۱-۴ مراجعه شود) طی عمر مورد انتظار برای تجهیز رخ دهد را تحمل کند.

یادآوری ۱ - توصیه می‌شود تولیدکننده در انتخاب مواد عایقی، عمر مورد انتظار تجهیز را در نظر داشته باشد.

مطابقت با انجام هر دو آزمون زیر بررسی می‌شود:

الف- آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم s ۵ یا آزمون قله ضربه زیربند ۶-۸-۳-۳ با استفاده از ولتاژهای قابلاعمال جدول‌های ذ-۵، ذ-۶ یا ذ-۷؛

ب - آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم min ۱، یا برای مدارهای متصل به برق شهری که تنها تحت تنش DC هستند با آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت min ۱ با استفاده از ولتاژهای قابل اعمال جدول ذ-۸.

یادآوری ۲ - این دو آزمون ولتاژی متفاوت به دلایل زیر برای این مدارها لازم هستند. آزمون الف اثرات اضافه‌ولتاژهای گذرا را بررسی می‌کند حال آنکه آزمون ب اثرات اعمال بلندمدت تنش به عایق‌بندی جامد را بررسی می‌کند.

یادآوری ۳ - اگر آزمون جدول‌های ذ-۵ تا ذ-۷ دست‌کم برای min ۱ انجام شده باشند، آنگاه نیازی به تکرار آزمون ب فوق نیست.

جدول ذ-۵ – ولتاژهای آزمون برای عایق‌بندی جامد استفاده‌شده در مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II بیش از V ۳۰۰

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا DC	ولتاژ آزمون			
	آزمون پنج ثانیه‌ای AC V AC r.m.s		آزمون ضربه V peak	
V	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۲ ۲۱۰	۳ ۵۱۰	۴ ۰۰۰	۶ ۴۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۳ ۳۱۰	۵ ۴۰۰	۶ ۰۰۰	۹ ۶۰۰

جدول ذ-۶ - ولتاژهای آزمون برای عایق‌بندی جامد استفاده‌شده در مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ III

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا DC	ولتاژ آزمون			
	آزمون پنج ثانیه‌ای AC V r.m.s		آزمون ضربه V peak	
V	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده
≤ ۱۵۰	۱ ۳۹۰	۲ ۲۱۰	۲ ۵۰۰	۴ ۰۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۲ ۲۱۰	۳ ۵۱۰	۴ ۰۰۰	۶ ۴۰۰
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۳ ۳۱۰	۵ ۴۰۰	۶ ۰۰۰	۹ ۶۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۴ ۲۶۰	۷ ۴۰۰	۸ ۰۰۰	۱۲ ۸۰۰

جدول ذ-۷ - ولتاژهای آزمون برای عایق‌بندی جامد استفاده‌شده در مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ IV

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا DC	ولتاژ آزمون			
	آزمون پنج ثانیه‌ای AC V r.m.s		آزمون ضربه V peak	
V	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده
≤ ۱۵۰	۲ ۲۱۰	۳ ۵۱۰	۴ ۰۰۰	۶ ۴۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۳ ۳۱۰	۵ ۴۰۰	۶ ۰۰۰	۹ ۶۰۰
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۴ ۲۶۰	۷ ۴۰۰	۸ ۰۰۰	۱۲ ۸۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۶ ۶۰۰	۱۱ ۹۴۰	۱۲ ۰۰۰	۱۹ ۲۰۰

جدول ذ-۸ - ولتاژهای آزمون برای آزمودن تنش بلندمدت عایق‌بندی جامد استفاده‌شده در مدارهای متصل به برق شهر

مقدار موثر ولتاژ خط به خنثی AC یا DC V	ولتاژ آزمون			
	آزمون یک دقیقه‌ای AC V r.m.s		ولتاژ آزمون یک دقیقه‌ای DC V DC	
	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده	عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی	عایق‌بندی تقویت‌شده
≤ ۱۵۰	۱ ۳۵۰	۲ ۷۰۰	۱ ۹۰۰	۳ ۸۰۰
> ۱۵۰ ≤ ۳۰۰	۱ ۵۰۰	۳ ۰۰۰	۲ ۱۰۰	۴ ۲۰۰
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۱ ۸۰۰	۳ ۶۰۰	۲ ۵۵۰	۵ ۱۰۰
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۲ ۲۰۰	۴ ۴۰۰	۳ ۱۰۰	۶ ۲۰۰

عایق‌بندی جامد باید الزامات زیر را نیز برحسب مورد برآورده کند:

۱- برای عایق‌بندی جامدی که از آن به عنوان محفظه یا مانع استفاده می‌شود، الزامات بند ۸؛

۲- برای قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده، الزامات زیربند ذ-۱-۳-۲؛

۳- برای لایه‌های داخلی بردهای مدار چاپی، الزامات زیربند ذ-۱-۳-۳؛

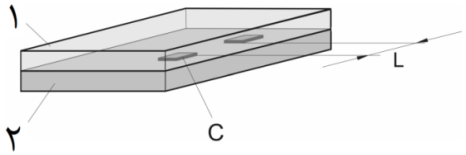
۴- برای عایق‌بندی فیلم‌نازک، الزامات زیربند ذ-۱-۳-۴.

مطابقت طبق آنچه بر حسب مورد در زیربندهای ذ-۱-۳-۲ تا ذ-۱-۳-۴ و بند ۸ ارائه شده است بررسی می‌شود.

ذ-۱-۳-۲ قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قالب‌ریزی‌شده به یکدیگر قرار دارند (به مورد L شکل ذ-۱ مراجعه شود) بعد از تکمیل عمل قالب‌ریزی باید بر حسب مورد دست‌کم به اندازه کمینه فاصله جدول ذ-۹ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما

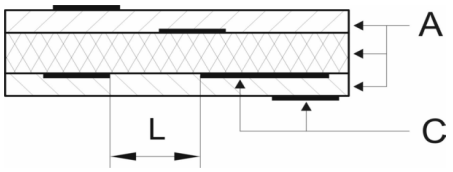
۱ لایه ۱
۲ لایه ۲
C هادی
L فاصله بین هادی‌ها

شکل ذ-۱ - فاصله بین هادی‌ها در مرز بین دو لایه

ذ-۱-۳-۳ لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند (به مورد L شکل ذ-۲ مراجعه شود) باید بر حسب مورد دست‌کم به اندازه کمینه فاصله جدول ذ-۹ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما

L فاصله بین هادی‌های مجاور
A لایه‌ها
C هادی‌ها

شکل ذ-۲ - فاصله بین هادی‌های مجاور در امتداد مرز یک لایه داخلی

جدول ذ-۹ - کمینه مقادیر فاصله یا ضخامت عایق‌بندی جامد

ولتاژ خط به خنثی	کمینه ضخامت	کمینه فاصله L (به شکل ذ-۲ مراجعه شود)
DC یا V r.m.s	mm الف	mm الف، ب
≤ ۳۰۰	۰/۴	۰/۴
> ۳۰۰ ≤ ۶۰۰	۰/۶	۰/۶
> ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰	۱/۰	۱/۰

الف این مقادیر مستقل از رده اضافه‌ولتاژ هستند.
ب این مقادیر برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده کاربرد دارند.

عایق‌بندی تقویت‌شده لایه‌های عایقی درونی بردهای ..... چاپی نیز باید استقامت الکتریکی کافی بین لایه‌های متناظر را داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم به‌اندازه مقدار جدول ذ-۹ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی، دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد، هر یک از آن‌ها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی پایه در جدول ذ-۵، جدول ذ-۶ یا جدول ذ-۷ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

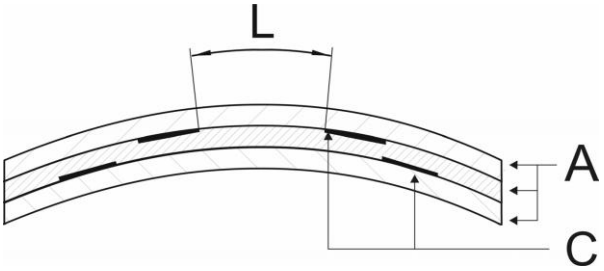
پ- عایق‌بندی، دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد، ترکیب این لایه‌ها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی تقویت‌شده در جدول ذ-۵، جدول ذ-۶ یا جدول ذ-۷ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ذ-۱-۳-۴ عایق‌بندی فیلم‌نازک

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند (به مورد L شکل ذ-۳ مراجعه شود) باید دست‌کم به‌اندازه فاصله هوایی و فاصله خزشی ارائه‌شده در زیربند ذ-۱-۲ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت، با بازرسی و یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.



راهنما:

L فاصله بین هادی‌های مجاور هم

A لایه‌هایی از جنس فیلم‌نازک مانند نوار و فیلم پلی‌استری

C هادی‌ها

یادآوری- بین لایه‌ها ممکن است هوا وجود داشته باشد.

شکل ذ-۳ - فاصله بین هادی‌های مجاور قرارگرفته بین دو لایه یکسان

عایق‌بندی تقویت‌شده قرارگرفته بین لایه‌های عایق‌بندی فیلم‌نازک نیز باید استقامت الکتریکی مناسبی داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم به‌اندازه مقدار جدول ذ-۹ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی، دست‌کم از دو لایه مجزا فیلم‌نازک تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد، هر یک از آن‌ها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژهای آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی پایه در جدول ذ-۵، جدول ذ-۶ یا جدول ذ-۷ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی، دست‌کم از سه لایه مجزا از جنس فیلم‌نازک تشکیل شده باشد و هر دو لایه دلخواه آن برای داشتن استقامت الکتریکی مناسب آزموده شده باشد.

مطابقت با آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۱ min، یا برای مدارهای متصل به برق شهر که تنها تحت تنش DC هستند، با آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت ۱ min روی دو لایه از سه لایه با ولتاژ قابل‌اعمال برای عایق‌بندی تقویت‌شده که در جدول ذ-۵، جدول ذ-۶ یا جدول ذ-۷ ارائه شده است بررسی می‌شود.

یادآوری - برای انجام این آزمون می‌توان نمونه خاصی ساخت که تنها شامل دو لایه ماده باشد.

ذ-۲ عایق‌بندی در مدارهای ثانویه

ذ-۲-۱ کلیات

در این استاندارد، مدارهایی که توسط ترانسفورماتوری که سیم‌پیچ‌های اولیه آن توسط عایق‌بندی تقویت‌شده، عایق‌بندی مضاعف، یا یک حفاظ متصل به ترمینال هادی حفاظتی از مدارهای متصل به برق شهر جدا می‌شود مدارهای ثانویه نامیده می‌شود.

یادآوری - فرض می‌شود که این مدارها نسبت به مدار متصل به برق شهر در معرض سطوح پایین‌تری از اضافه‌ولتاژ گذرا هستند.

ذ-۲-۲ فواصل هوایی

فواصل هوایی مدارهای ثانویه باید:

الف- برای عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی، مقادیر قابل‌اعمال جدول‌های ذ-۱۰، ذ-۱۱ و ذ-۱۲، یا برای عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر این مقدار را برآورده کند؛ یا

ب - مورد تائید آزمون ولتاژی زیربند ۶-۸ با مقدار قابل‌اعمال جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ باشد.

برای استفاده از جدول ذ-۱۰ تا ذ-۱۲، موارد زیر به کار برده شود:

۱- مقادیر ولتاژهای آزمون عایق‌بندی تقویت‌شده ۱٫۶ برابر مقادیر مربوط به عایق‌بندی پایه باشند؛

۲- اگر تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ m از سطح دریا ظرفیت‌دهی شده باشد، مقادیر فواصل هوایی در ضریب قابل‌اعمال جدول ذ-۱ ضرب شوند؛

۳- کمینه فاصله هوایی برای آلودگی درجه ۲، ۰٫۲ mm و برای آلودگی درجه ۳، ۰٫۸ mm باشد.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری و برای مورد ب با آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۵ s، یا با آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت ۱ min با ولتاژ آزمون قابل‌اعمال جدول‌های ذ۱۰ تا ذ-۱۲ بررسی می‌شود. مقدار ولتاژ آزمون DC، $\sqrt{2}$ مقدار موثر ولتاژ آزمون AC باشد.

جدول ذ-۱۰ – فواصل هوایی و ولتاژهای آزمون برای مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ II بیش از ۳۰۰ V

ولتاژ کار ثانویه		ولتاژ برق شهر $> ۳۰۰ \leq ۶۰۰$ V r.m.s.		ولتاژ برق شهر $> ۶۰۰ \leq ۱۰۰۰$ V r.m.s.	
AC r.m.s.	DC یا AC peak	فاصله هوایی	ولتاژ آزمون	فاصله هوایی	ولتاژ آزمون
V	V	mm	V r.m.s.	mm	V r.m.s.
۱۶	۲۲٫۶	۱٫۵	۱ ۳۹۰	۲٫۹	۱ ۵۹۰
۳۳	۴۶٫۷	۱٫۵	۱ ۳۹۰	۳٫۰	۲ ۲۱۰
۵۰	۷۰	۱٫۵	۱ ۳۹۰	۳٫۰	۲ ۲۱۰
۱۰۰	۱۴۰	۱٫۶	۱ ۴۵۰	۳٫۱	۲ ۲۶۰
۱۵۰	۲۱۰	۱٫۶	۱ ۴۵۰	۳٫۲	۲ ۳۰۰
۳۰۰	۴۲۰	۱٫۸	۱ ۵۴۰	۳٫۴	۲ ۴۰۰
۶۰۰	۸۴۰	۲٫۴	۱ ۶۲۰	۳٫۹	۲ ۶۳۰
۱ ۰۰۰	۱ ۴۰۰	۳٫۵	۲ ۴۵۰	۵٫۰	۳ ۱۱۰
۱ ۲۵۰	۱ ۷۵۰	۴٫۲	۲ ۷۷۰	۵٫۸	۳ ۴۳۰
۱ ۶۰۰	۲ ۲۴۰	۵٫۲	۳ ۱۹۰	۶٫۹	۳ ۸۵۰
۲ ۰۰۰	۲ ۸۰۰	۶٫۵	۳ ۷۰۰	۸٫۲	۴ ۳۳۰
۲ ۵۰۰	۳ ۵۰۰	۸٫۱	۴ ۳۰۰	۹٫۸	۴ ۹۲۰
۳ ۲۰۰	۴ ۴۸۰	۱۰	۴ ۹۵۰	۱۲	۵ ۷۸۰
۴ ۰۰۰	۵ ۶۰۰	۱۲	۵ ۷۸۰	۱۵	۷ ۰۰۰
۵ ۰۰۰	۷ ۰۰۰	۱۶	۷ ۴۰۰	۱۸	۸ ۲۰۰
۶ ۳۰۰	۸ ۸۲۰	۲۰	۸ ۹۸۰	۲۲	۹ ۷۰۰
۸ ۰۰۰	۱۱ ۲۰۰	۲۶	۱۱ ۲۰۰	۲۸	۱۱ ۹۰۰
۱۰ ۰۰۰	۱۴ ۰۰۰	۳۳	۱۳ ۸۰۰	۳۵	۱۴ ۵۰۰
۱۲ ۵۰۰	۱۷ ۵۰۰	۴۲	۱۶ ۹۰۰	۴۴	۱۷ ۶۰۰
۱۶ ۰۰۰	۲۲ ۴۰۰	۵۵	۲۱ ۲۰۰	۵۷	۲۴ ۹۰۰
۲۰ ۰۰۰	۲۸ ۰۰۰	۷۱	۲۶ ۳۰۰	۷۳	۲۷ ۰۰۰
۲۵ ۰۰۰	۳۵ ۰۰۰	۹۱	۳۲ ۶۰۰	۹۳	۳۳ ۲۰۰
۳۲ ۰۰۰	۴۴ ۸۰۰	۱۲۰	۴۱ ۶۰۰	۱۲۲	۴۲ ۲۰۰
۴۰ ۰۰۰	۵۶ ۰۰۰	۱۵۴	۵۲ ۳۰۰	۱۵۷	۵۳ ۱۰۰
۵۰ ۰۰۰	۷۰ ۰۰۰	۱۹۹	۶۶ ۱۰۰	۲۰۲	۶۷ ۰۰۰
۶۳ ۰۰۰	۸۸ ۲۰۰	۲۶۱	۸۵ ۳۰۰	۲۶۲	۸۵ ۶۰۰
درون‌یابی خطی مجاز است.					

جدول ذ-۱۱ – فواصل هوایی و ولتاژهای آزمون برای مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ III

ولتاژ کار ثانویه		ولتاژ برق شهر ≤ ۱۵۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۱۵۰ ≤ ۳۰۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۳۰۰ ≤ ۶۰۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰ V AC r.m.s.	
AC r.m.s. V	**DC یا AC peak** V	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.
۱۶	۲۲٫۶	۰٫۴۸	۱ ۱۰۰	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۲٫۹	۲ ۸۲۰	۵٫۴	۴ ۲۴۰
۳۳	۴۷٫۳	۰٫۵۰	۱ ۱۰۰	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۳٫۰	۲ ۹۰۰	۵٫۴	۴ ۲۴۰
۵۰	۷۰	۰٫۵۳	۱ ۱۲۰	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۳٫۰	۲ ۹۰۰	۵٫۵	۴ ۳۰۰
۱۰۰	۱۴۰	۰٫۶۱	۱ ۱۷۰	۱٫۶	۱ ۸۸۰	۳٫۱	۲ ۹۶۰	۵٫۶	۴ ۳۶۰
۱۵۰	۲۱۰	۰٫۶۹	۱ ۲۰۰	۱٫۶	۱ ۸۸۰	۳٫۲	۳ ۰۲۰	۵٫۷	۴ ۴۲۰
۳۰۰	۴۲۰	۰٫۹۴	۱ ۳۶۰	۱٫۸	۲ ۰۴۰	۳٫۴	۳ ۱۴۰	۶٫۰	۴ ۶۰۰
۶۰۰	۸۴۰	۱٫۶	۱ ۸۸۰	۲٫۴	۲ ۴۴۰	۳٫۹	۳ ۴۴۰	۶٫۶	۴ ۸۶۰
۱ ۰۰۰	۱ ۴۰۰	۲٫۵	۲ ۵۰۰	۳٫۵	۳ ۲۰۰	۵٫۰	۴ ۰۰۰	۷٫۴	۵ ۲۴۰
۱ ۲۵۰	۱ ۷۵۰	۳٫۲	۳ ۰۲۰	۴٫۲	۳ ۶۲۰	۵٫۸	۴ ۴۸۰	۸٫۱	۵ ۵۶۰
۱ ۶۰۰	۲ ۲۴۰	۴٫۱	۳ ۵۶۰	۵٫۲	۴ ۱۲۰	۶٫۹	۵ ۰۴۰	۹٫۳	۶ ۱۲۰
۲ ۰۰۰	۲ ۸۰۰	۵٫۳	۴ ۱۸۰	۶٫۵	۴ ۸۰۰	۸٫۲	۵ ۶۲۰	۱۱	۷ ۰۰۰
۲ ۵۰۰	۳ ۵۰۰	۶٫۹	۵ ۰۴۰	۸٫۱	۵ ۵۶۰	۹٫۸	۶ ۳۲۰	۱۲	۷ ۵۰۰
۳ ۲۰۰	۴ ۴۸۰	۹٫۲	۶ ۰۸۰	۱۰	۶ ۴۰۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰
۴ ۰۰۰	۵ ۶۰۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰	۱۷	۱۰ ۱۰۰
۵ ۰۰۰	۷ ۰۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰	۱۶	۹ ۶۰۰	۱۸	۱۰ ۶۰۰	۲۰	۱۱ ۶۰۰
۶ ۳۰۰	۸ ۸۲۰	۱۹	۱۱ ۲۰۰	۲۰	۱۱ ۶۰۰	۲۲	۱۲ ۶۰۰	۲۵	۱۴ ۱۰۰
۸ ۰۰۰	۱۱ ۲۰۰	۲۵	۱۴ ۱۰۰	۲۶	۱۴ ۶۰۰	۲۸	۱۵ ۵۰۰	۳۱	۱۶ ۹۰۰
۱۰ ۰۰۰	۱۴ ۰۰۰	۳۲	۱۷ ۴۰۰	۳۳	۱۷ ۸۰۰	۳۵	۱۸ ۷۰۰	۳۸	۲۰ ۰۰۰
۱۲ ۵۰۰	۱۷ ۵۰۰	۴۱	۲۱ ۵۰۰	۴۲	۲۱ ۹۰۰	۴۴	۲۲ ۸۰۰	۴۷	۲۴ ۲۰۰
۱۶ ۰۰۰	۲۲ ۴۰۰	۵۴	۲۷ ۲۰۰	۵۵	۲۷ ۶۰۰	۵۷	۲۸ ۴۰۰	۶۰	۲۹ ۷۰۰
۲۰ ۰۰۰	۲۸ ۰۰۰	۶۹	۳۳ ۵۰۰	۷۱	۳۴ ۳۰۰	۷۳	۳۵ ۲۰۰	۷۶	۳۶ ۴۰۰
۲۵ ۰۰۰	۳۵ ۰۰۰	۸۹	۴۱ ۶۰۰	۹۱	۴۲ ۴۰۰	۹۳	۴۳ ۲۰۰	۹۶	۴۴ ۴۰۰
۳۲ ۰۰۰	۴۴ ۸۰۰	۱۱۸	۵۳ ۰۰۰	۱۲۰	۵۳ ۷۰۰	۱۲۲	۵۴ ۵۰۰	۱۲۵	۵۵ ۶۰۰
۴۰ ۰۰۰	۵۶ ۰۰۰	۱۵۳	۶۶ ۱۰۰	۱۵۴	۶۶ ۵۰۰	۱۵۷	۶۷ ۶۰۰	۱۶۰	۶۸ ۷۰۰
۵۰ ۰۰۰	۷۰ ۰۰۰	۱۹۸	۸۲ ۴۰۰	۱۹۹	۸۲ ۷۰۰	۲۰۲	۸۳ ۸۰۰	۲۰۵	۸۴ ۹۰۰
۶۳ ۰۰۰	۸۸ ۲۰۰	۲۶۰	۱۰۴ ۰۰۰	۲۶۱	۱۰۴ ۴۰۰	۲۶۲	۱۰۴ ۷۰۰	۲۶۵	۱۰۵ ۷۰۰
درون‌یابی خطی مجاز است.									

جدول ذ-۱۲ – فواصل هوایی و ولتاژهای آزمون برای مدارهای ثانویه برگرفته از مدارهای متصل به برق شهر با رده اضافه‌ولتاژ IV

ولتاژ کار ثانویه		ولتاژ برق شهر ≤ ۱۵۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۱۵۰ ≤ ۳۰۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۳۰۰ ≤ ۶۰۰ V AC r.m.s.		ولتاژ برق شهر > ۶۰۰ ≤ ۱ ۰۰۰ V AC r.m.s.	
AC r.m.s. V	**DC یا AC peak** V	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	**فاصله هوایی** mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.	فاصله هوایی mm	**ولتاژ آزمون** V AC r.m.s.
۱۶	۲۲٫۶	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۲٫۹	۲ ۸۲۰	۵٫۴	۴ ۲۴۰	۸٫۳	۵ ۶۸۰
۳۳	۴۶٫۷	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۳٫۰	۲ ۹۰۰	۵٫۴	۴ ۲۴۰	۸٫۳	۵ ۶۸۰
۵۰	۷۰	۱٫۵	۱ ۸۰۰	۳٫۰	۲ ۹۰۰	۵٫۵	۴ ۳۰۰	۸٫۴	۵ ۷۴۰
۱۰۰	۱۴۰	۱٫۶	۱ ۸۸۰	۳٫۱	۲ ۹۶۰	۵٫۶	۴ ۳۶۰	۸٫۵	۵ ۸۰۰
۱۵۰	۲۱۰	۱٫۶	۱ ۸۸۰	۳٫۲	۳ ۰۲۰	۵٫۷	۴ ۴۲۰	۸٫۶	۵ ۸۶۰
۳۰۰	۴۲۰	۱٫۸	۲ ۰۴۰	۳٫۴	۳ ۱۴۰	۶٫۰	۴ ۶۰۰	۸٫۹	۵ ۹۶۰
۶۰۰	۸۴۰	۲٫۴	۲ ۴۴۰	۳٫۹	۳ ۴۴۰	۶٫۶	۴ ۸۶۰	۹٫۶	۶ ۲۴۰
۱ ۰۰۰	۱ ۴۰۰	۳٫۵	۳ ۲۰۰	۵٫۰	۴ ۰۰۰	۷٫۴	۵ ۲۴۰	۱۰	۶ ۴۰۰
۱ ۲۵۰	۱ ۷۵۰	۴٫۲	۳ ۶۲۰	۵٫۸	۴ ۴۸۰	۸٫۱	۵ ۵۶۰	۱۱	۷ ۰۰۰
۱ ۶۰۰	۲ ۲۴۰	۵٫۲	۴ ۱۲۰	۶٫۹	۵ ۰۴۰	۹٫۳	۶ ۱۲۰	۱۲	۷ ۵۰۰
۲ ۰۰۰	۲ ۸۰۰	۶٫۵	۴ ۸۰۰	۸٫۲	۵ ۶۲۰	۱۱	۷ ۰۰۰	۱۳	۸ ۱۰۰
۲ ۵۰۰	۳ ۵۰۰	۸٫۱	۵ ۵۶۰	۹٫۸	۶ ۳۲۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰
۳ ۲۰۰	۴ ۴۸۰	۱۰	۶ ۴۰۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰	۱۷	۱۰ ۱۰۰
۴ ۰۰۰	۵ ۶۰۰	۱۲	۷ ۵۰۰	۱۵	۹ ۱۰۰	۱۷	۱۰ ۱۰۰	۱۹	۱۱ ۲۰۰
۵ ۰۰۰	۷ ۰۰۰	۱۶	۹ ۶۰۰	۱۸	۱۰ ۶۰۰	۲۰	۱۱ ۶۰۰	۲۳	۱۳ ۱۰۰
۶ ۳۰۰	۸ ۸۲۰	۲۰	۱۱ ۶۰۰	۲۲	۱۲ ۶۰۰	۲۵	۱۴ ۱۰۰	۲۷	۱۵ ۱۰۰
۸ ۰۰۰	۱۱ ۲۰۰	۲۶	۱۴ ۶۰۰	۲۸	۱۵ ۵۰۰	۳۱	۱۶ ۹۰۰	۳۳	۱۷ ۸۰۰
۱۰ ۰۰۰	۱۴ ۰۰۰	۳۳	۱۷ ۸۰۰	۳۵	۱۸ ۷۰۰	۳۸	۲۰ ۰۰۰	۴۰	۲۱ ۰۰۰
۱۲ ۵۰۰	۱۷ ۵۰۰	۴۲	۲۱ ۹۰۰	۴۴	۲۲ ۸۰۰	۴۷	۲۴ ۲۰۰	۵۰	۲۵ ۵۰۰
۱۶ ۰۰۰	۲۲ ۴۰۰	۵۵	۲۷ ۶۰۰	۵۷	۲۸ ۴۰۰	۶۰	۲۹ ۷۰۰	۶۳	۳۱ ۰۰۰
۲۰ ۰۰۰	۲۸ ۰۰۰	۷۱	۳۴ ۳۰۰	۷۳	۳۵ ۲۰۰	۷۶	۳۶ ۴۰۰	۷۹	۳۷ ۶۰۰
۲۵ ۰۰۰	۳۵ ۰۰۰	۹۱	۴۲ ۴۰۰	۹۳	۴۳ ۲۰۰	۹۶	۴۴ ۴۰۰	۹۹	۴۵ ۴۰۰
۳۲ ۰۰۰	۴۴ ۸۰۰	۱۲۰	۵۳ ۷۰۰	۱۲۲	۵۴ ۵۰۰	۱۲۵	۵۵ ۶۰۰	۱۲۹	۵۷ ۱۰۰
۴۰ ۰۰۰	۵۶ ۰۰۰	۱۵۴	۶۶ ۵۰۰	۱۵۷	۶۷ ۶۰۰	۱۶۰	۶۸ ۷۰۰	۱۶۴	۷۰ ۱۰۰
۵۰ ۰۰۰	۷۰ ۰۰۰	۱۹۹	۸۲ ۷۰۰	۲۰۲	۸۳ ۸۰۰	۲۰۵	۸۴ ۹۰۰	۲۰۹	۸۶ ۳۰۰
۶۳ ۰۰۰	۸۸ ۲۰۰	۲۶۱	۱۰۴ ۴۰۰	۲۶۲	۱۰۴ ۷۰۰	۲۶۵	۱۰۵ ۷۰۰	۲۶۸	۱۰۶ ۸۰۰

درون‌یابی خطی مجاز است.

ذ-۲-۳ فواصل خزشی

فواصل خزشی عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی برای مدارهای ثانویه باید مقادیر قابل‌اعمال جدول ذ-۱۳ را بر اساس ولتاژ کاری که آن عایق‌بندی را دچار تنش می‌کند برآورده کند. مقادیر عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر مقادیر عایق‌بندی پایه باشد.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

روکش‌هایی که الزامات پیوست ح را برآورده می‌کنند هنگامی‌که روی سطوح خارجی بردهای مدار چاپی کشیده شوند باعث کاهش درجه آلودگی آن سطح پوشش‌داده‌شده به آلودگی درجه ۱ می‌شوند.

مطابقت با بازرسی و طبق آنچه در پیوست ح ارائه شده است بررسی می‌شود.

جدول ذ-۱۳ - فواصل خزشی برای مدارهای ثانویه

ولتاژ کار ثانویه مقدار موثر AC یا مقدار DC	مواد برد مدار چاپی		سایر مواد عایقی					
	آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲	آلودگی درجه ۱	آلودگی درجه ۲		آلودگی درجه ۳		
	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروهای I، II، IIIa	مواد کلیه گروه‌ها	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه I	مواد گروه II	مواد گروه III [ب]
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
۱۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۰۸	۰٫۴۰	۰٫۴۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۱۲٫۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۰۹	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۱٫۰۵	۱٫۰۵	۱٫۰۵
۱۶	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۰	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۱۰
۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۱	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۲۰
۲۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۲۵	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۵
۳۲	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۴	۰٫۵۳	۰٫۵۳	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۳
۴۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۶	۰٫۵۶	۰٫۸۰	۱٫۴	۱٫۶	۱٫۸
۵۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۴	۰٫۱۸	۰٫۶۰	۰٫۸۵	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۹
۶۳	۰٫۰۴۰	۰٫۰۶۳	۰٫۲۰	۰٫۶۳	۰٫۹۰	۱٫۶	۱٫۸	۲٫۰
۸۰	۰٫۰۶۳	۰٫۱۰	۰٫۲۲	۰٫۶۷	۰٫۹۵	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
۱۰۰	۰٫۱۰	۰٫۱۶	۰٫۲۵	۰٫۷۱	۱٫۰۰	۱٫۸	۲٫۰	۲٫۲
۱۲۵	۰٫۱۶	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۷۵	۱٫۰۵	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۴
۱۶۰	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۰٫۳۲	۰٫۸۰	۱٫۱	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۵
۲۰۰	۰٫۴۰	۰٫۶۳	۰٫۴۲	۱٫۰۰	۱٫۴	۲٫۵	۲٫۸	۳٫۲
۲۵۰	۰٫۵۶	۱٫۰	۰٫۵۶	۱٫۲۵	۱٫۸	۳٫۲	۳٫۶	۴٫۰
۳۲۰	۰٫۷۵	۱٫۶	۰٫۷۵	۱٫۶۰	۲٫۲	۴٫۰	۴٫۵	۵٫۰
۴۰۰	۱٫۰	۲٫۰	۱٫۰	۲٫۰	۲٫۸	۵٫۰	۵٫۶	۶٫۳
۵۰۰	۱٫۳	۲٫۵	۱٫۳	۲٫۵	۳٫۶	۶٫۳	۷٫۱	۸٫۰
۶۳۰	۱٫۸	۳٫۲	۱٫۸	۳٫۲	۴٫۵	۸٫۰	۹٫۰	۱۰٫۰
۸۰۰	۲٫۴	۴٫۰	۲٫۴	۴٫۰	۵٫۶	۱۰٫۰	۱۱	۱۲٫۵
۱ ۰۰۰	۳٫۲[الف]	۵٫۰[الف]	۳٫۲	۵٫۰	۷٫۱	۱۲٫۵	۱۴	۱۶
۱ ۲۵۰			۴٫۲	۶٫۳	۹٫۰	۱۶	۱۸	۲۰
۱ ۶۰۰			۵٫۶	۸٫۰	۱۱	۲۰	۲۲	۲۵
۲ ۰۰۰			۷٫۵	۱۰٫۰	۱۴	۲۵	۲۸	۳۲
۲ ۵۰۰			۱۰٫۰	۱۲٫۵	۱۸	۳۲	۳۶	۴۰
۳ ۲۰۰			۱۲٫۵	۱۶	۲۲	۴۰	۴۵	۵۰
۴ ۰۰۰			۱۶	۲۰	۲۸	۵۰	۵۶	۶۳
۵ ۰۰۰			۲۰	۲۵	۳۶	۶۳	۷۱	۸۰
۶ ۳۰۰			۲۵	۳۲	۴۵	۸۰	۹۰	۱۰۰
۸ ۰۰۰			۳۲	۴۰	۵۶	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۵
۱۰ ۰۰۰			۴۰	۵۰	۷۱	۱۲۵	۱۴۰	۱۶۰
۱۲ ۵۰۰			۵۰	۶۳	۹۰			
۱۶ ۰۰۰			۶۳	۸۰	۱۱۰			
۲۰ ۰۰۰			۸۰	۱۰۰	۱۴۰			
۲۵ ۰۰۰			۱۰۰	۱۲۵	۱۸۰			
۳۲ ۰۰۰			۱۲۵	۱۶۰	۲۲۰			
۴۰ ۰۰۰			۱۶۰	۲۰۰	۲۸۰			
۵۰ ۰۰۰			۲۰۰	۲۵۰	۳۶۰			
۶۳ ۰۰۰			۲۵۰	۳۲۰	۴۵۰			

[الف] برای ولتاژهای بیش از ۱۰۰۰ V، فواصل خزشی روی مواد برد مدار چاپی به همان اندازه فواصل خزشی سایر جداسازهای همان گروه مواد باشد.

[ب] پیشنهاد می‌شود از مواد گروه IIIb در آلودگی درجه ۳ بالای ۶۳۰ V استفاده نشود.

درون‌یابی خطی مجاز است.

ذ-۲-۴ عایق‌بندی جامد

ذ-۲-۴-۱ کلیات

عایق‌بندی جامد در مدارهای ثانویه باید قابلیت تحمل تنش‌های الکتریکی و مکانیکی که ممکن است در شرایط استفاده عادی، در کلیه شرایط اسمی محیطی (به زیربند ۱-۴ مراجعه شود)، طی عمر مورد انتظار برای تجهیز رخ دهند را داشته باشد.

یادآوری - توصیه می‌شود تولیدکننده هنگام انتخاب مواد عایق‌بندی، عمر مورد انتظار تجهیز را مد نظر داشته باشد.

مطابقت با انجام هر دو آزمون زیر بررسی می‌شود:

الف- با آزمون ولتاژی زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت s ۵ با ولتاژ آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی در جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ ارائه شده است. برای عایق‌بندی تقویت‌شده، این مقادیر ۱٫۶ برابر شوند؛

ب - علاوه بر آن، اگر ولتاژ کار بیش از V ۳۰۰ باشد، برای عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی، با آزمون ولتاژی زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت min ۱، با ولتاژ آزمون ۱٫۵ برابر ولتاژ کار و برای عایق‌بندی تقویت‌شده با دو برابر ولتاژ کار.

عایق‌بندی جامد باید الزامات قابل‌اعمال زیر را نیز برآورده کند:

الف- برای عایق‌بندی جامدی که از آن به عنوان محفظه یا مانع استفاده می‌شود، الزامات بند ۸؛

ب- برای قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده، الزامات زیربند ذ-۲-۴-۲؛

پ- برای لایه‌های داخلی عایق بردهای مدار چاپی، الزامات زیربند ذ-۲-۴-۳؛

ت- برای عایق‌بندی فیلم‌نازک، الزامات زیربند ذ-۲-۴-۴.

مطابقت بر حسب مورد طبق آنچه در زیربندهای ذ-۲-۴-۲ تا ذ-۲-۴-۴ و بند ۸ داده شده است بررسی می‌شود.

ذ-۲-۴-۲ قسمت‌های قالب‌ریزی شده و ریخته‌گری شده

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند باید از یکدیگر کمینه فاصله قابل‌اعمال جدول ذ-۱۴ (به مورد L شکل ذ-۱ مراجعه شود) را داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

جدول ذ-۱۴ - کمینه مقادیر فاصله یا ضخامت (به زیربندهای ذ-۲-۴-۲ تا ذ-۲-۴-۴ مراجعه شود)

مقدار اوج ولتاژ کار AC یا DC یا ولتاژ اوج تکراری kV	مقدار کمینه mm	مقدار اوج ولتاژ کار AC یا DC یا ولتاژ اوج تکراری kV	مقدار کمینه mm
> ۰٫۰۴۶۷ ≤ ۰٫۳۳	۰٫۰۵	> ۸٫۰ ≤ ۱۰	۳٫۵
> ۰٫۳۳ ≤ ۰٫۸	۰٫۱	> ۱۰ ≤ ۱۲	۴٫۵
> ۰٫۸ ≤ ۱٫۰	۰٫۱۵	> ۱۲ ≤ ۱۵	۵٫۵
> ۱٫۰ ≤ ۱٫۲	۰٫۲	> ۱۵ ≤ ۲۰	۸
> ۱٫۲ ≤ ۱٫۵	۰٫۳	> ۲۰ ≤ ۲۵	۱۰
> ۱٫۵ ≤ ۲٫۰	۰٫۴۵	> ۲۵ ≤ ۳۰	۱۲٫۵
> ۲٫۰ ≤ ۲٫۵	۰٫۶	> ۳۰ ≤ ۴۰	۱۷
> ۲٫۵ ≤ ۳٫۰	۰٫۸	> ۴۰ ≤ ۵۰	۲۲
> ۳٫۰ ≤ ۴٫۰	۱٫۲	> ۵۰ ≤ ۶۰	۲۷
> ۴٫۰ ≤ ۵٫۰	۱٫۵	> ۶۰ ≤ ۸۰	۳۵
> ۵٫۰ ≤ ۶٫۰	۲	> ۸۰ ≤ ۱۰۰	۴۵
> ۶٫۰ ≤ ۸٫۰	۳		

ذ-۲-۴-۳ لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند باید از یکدیگر کمینه فاصله قابل‌اعمال جدول ذ-۱۴ (به مورد L شکل ذ-۲ مراجعه شود) را داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

عایق‌بندی تقویت‌شده لایه‌های عایقی داخلی بردهای مدار چاپی نیز باید استقامت الکتریکی کافی بین لایه‌های متناظر را داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم به‌اندازه فاصله کمینه قابل‌اعمال جدول ذ-۱۴ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد هر یک از آنها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی پایه در جدول ذ-۱۰ تا ذ-۱۲ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا از جنس بردهای مدار چاپی تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد ترکیب این لایه‌ها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم ۱٫۶ برابر مقدار ولتاژ آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی تقویت‌شده در جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ذ-۲-۴-۴ عایق‌بندی فیلم‌نازک

برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده، هادی‌هایی که بین دو لایه یکسان قرار دارند (به مورد L شکل ذ-۳ مراجعه شود) باید به‌اندازه دست‌کم فاصله هوایی و فاصله خزشی قابل‌اعمال زیربندهای ذ-۲-۲ و ذ-۲-۳ از یکدیگر فاصله داشته باشند.

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

عایق‌بندی تقویت‌شده قرارگرفته بین لایه‌های عایق‌بندی فیلم‌نازک نیز باید استقامت الکتریکی مناسبی داشته باشد. از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- ضخامت عایق‌بندی دست‌کم به‌اندازه مقدار قابل‌اعمال جدول ذ-۱۴ باشد؛

مطابقت با بازرسی و با یکی از دو مورد اندازه‌گیری مقدار جدایی یا بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

ب- عایق‌بندی دست‌کم از دو لایه مجزا فیلم‌نازک تشکیل شده باشد و تولیدکننده مواد هر یک از آنها را برای استقامت الکتریکی در برابر دست‌کم مقدار ولتاژ آزمون قابل‌اعمالی که برای عایق‌بندی پایه در جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ ارائه شده است ظرفیت‌دهی کرده باشد؛

مطابقت با بازرسی ویژگی‌های تولیدکننده بررسی می‌شود.

پ- عایق‌بندی دست‌کم از سه لایه مجزا از جنس فیلم‌نازک تشکیل شده باشد و هر دو لایه دلخواه آن برای داشتن استقامت الکتریکی مناسب آزموده شده باشد.

مطابقت با آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۱ min، یا برای مدارهای متصل به برق شهر که تنها تحت تنش DC هستند، با آزمون DC زیربند ۶-۸-۳-۲ به مدت ۱ min روی دو لایه از سه لایه با ۱٫۶ برابر ولتاژهای قابل‌اعمال جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ بررسی می‌شود.

یادآوری - برای انجام این آزمون برای مورد پ می‌توان نمونه خاصی ساخت که تنها شامل دو لایه ماده باشد.

ذ-۳ عایق‌بندی مدارهایی که در زیربند ۶-۷، بند ذ-۱ یا بند ذ-۲ به آنها اشاره‌ای نشده

ذ-۳-۱ کلیات

این مدارها دارای یک یا چند مشخصه زیر خواهند بود:

الف- بیشینه اضافه‌ولتاژ گذرای ممکن آنها توسط منبع تغذیه یا در درون خود تجهیز تا سطح مشخصی که کمتر از سطح مفروض مدار متصل به برق شهر است، محدود شده باشد؛

ب - بیشینه اضافه‌ولتاژ گذرای ممکن آنها بیشتر از سطح مفروض مدار متصل به برق شهر باشد؛

پ - ولتاژ کار آنها مجموع ولتاژهای بیش از یک مدار یا یک ولتاژ ترکیبی باشد؛

ت - ولتاژ کار آنها شامل یک ولتاژ اوج تکرارشونده باشد که ممکن است شامل یک شکل‌موج متناوب غیرسینوسی یا یک شکل‌موج نامتناوب که به طور منظم رخ می‌دهد باشد؛

ث - ولتاژ کار آنها فرکانسی بیشتر از ۳۰ kHz داشته باشد.

در موارد الف تا پ، فواصل هوایی عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی طبق زیربند ذ-۳-۲ تعیین شوند.

در موارد ت و ث، فواصل هوایی طبق زیربند ذ-۳-۳ تعیین شوند.

در کلیه موارد، زیربند ذ-۳-۴ مربوط به فاصله خزشی و زیربند ذ-۳-۵ مربوط به عایق‌بندی جامد است

یادآوری - الزامات مدارهای اندازه‌گیری در استاندارد IEC 61010-2-030 ارائه شده است.

ذ-۳-۲ محاسبه فاصله هوایی

فاصله هوایی عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\text{فاصله هوایی} = D_1 + F \times (D_2 - D_1)$$

که در آن:

F ضریبی است که از یکی از روابط زیر به دست می‌آید:

اگر $U_w/U_m > ۰/۲$: $F = (1,25 \times U_w/U_m) - 0,25$

اگر $U_w/U_m \leq ۰/۲$: $F = 0$

که در آن:

$U_m = U_w + U_t$؛

U_w = بیشینه مقدار اوج ولتاژ کار است؛

U_t = بیشینه مازاد اضافه‌ولتاژ گذرا است؛

D_1 و D_2 مقادیری هستند که برای U_m از جدول ذ-۱۵ به دست می‌آیند

که در آن:

D_1 معرف فاصله هوایی است که از آن برای اضافه‌ولتاژ گذرا با شکل‌موج ضربه ۱٫۲/۵۰ µs استفاده می‌شود.

D_2 معرف فاصله هوایی است که از آن برای اوج ولتاژ کار بدون هیچ‌گونه اضافه‌ولتاژ گذرا استفاده می‌شود.

فواصل هوایی عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر مقادیر فواصل هوایی عایق‌بندی پایه باشند.

اگر تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ m از سطح دریا ظرفیت‌دهی شده باشد، فواصل هوایی باید در ضریب قابل‌اعمال جدول ذ-۱ ضرب شوند.

کمینه فاصله هوایی برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده برای آلودگی درجه ۲، ۰٫۲ mm و برای آلودگی درجه ۳، ۰٫۸ mm باشد.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری یا با آزمون AC زیربند ۶-۸-۳-۱ به مدت دست‌کم ۵ s، یا آزمون ولتاژ ضربه زیربند ۶-۸-۳-۳ با ولتاژ قابل‌اعمال جدول ذ-۱۶ برای فاصله هوایی لازم بررسی می‌شود.

جدول ذ-۱۵ - مقادیر فاصله هوایی برای محاسبات زیربند ذ-۳-۲

ولتاژ بیشینه	فاصله هوایی		ولتاژ بیشینه	فاصله هوایی	
U_m	D_1	D_2	U_m	D_1	D_2
V	mm	mm	V	mm	mm
۱۴٫۱ تا ۲۶۶	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۰	۴ ۰۰۰	۲٫۹۳	۶٫۰۵
۲۸۳	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۳	۴ ۵۳۰	۳٫۵۳	۷٫۲۹
۳۳۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۲۰	۵ ۶۰۰	۴٫۹۲	۱۰٫۱
۳۵۴	۰٫۰۱۳	۰٫۰۲۵	۶ ۰۰۰	۵٫۳۷	۱۰٫۸
۴۵۳	۰٫۰۲۷	۰٫۰۵۲	۷ ۰۷۰	۶٫۸۶	۱۳٫۱
۵۰۰	۰٫۰۳۶	۰٫۰۷۱	۸ ۰۰۰	۸٫۲۵	۱۵٫۲
۵۶۶	۰٫۰۵۲	۰٫۱۰	۸ ۹۱۰	۹٫۶۹	۱۷٫۲
۷۰۷	۰٫۰۸۱	۰٫۲۰	۱۱ ۳۰۰	۱۲٫۹	۲۲٫۸
۸۰۰	۰٫۰۹۹	۰٫۲۹	۱۴ ۱۰۰	۱۶٫۷	۲۹٫۵
۸۹۱	۰٫۱۲	۰٫۴۱	۱۷ ۷۰۰	۲۱٫۸	۳۸٫۵
۱ ۱۳۰	۰٫۱۹	۰٫۸۳	۲۲ ۶۰۰	۲۹٫۰	۵۱٫۲
۱ ۴۱۰	۰٫۳۸	۱٫۲۷	۲۸ ۳۰۰	۳۷٫۸	۶۶٫۷
۱ ۵۰۰	۰٫۴۵	۱٫۴۰	۳۵ ۴۰۰	۴۹٫۱	۸۶٫۷
۱ ۷۷۰	۰٫۷۵	۱٫۷۹	۴۵ ۳۰۰	۶۵٫۵	۱۱۶
۲ ۲۶۰	۱٫۲۵	۲٫۵۸	۵۶ ۶۰۰	۸۵٫۰	۱۵۰
۲ ۵۰۰	۱٫۴۵	۳٫۰۰	۷۰ ۷۰۰	۱۱۰	۱۹۵
۲ ۸۳۰	۱٫۷۴	۳٫۶۱	۸۹ ۱۰۰	۱۴۵	۲۵۵
۳ ۵۴۰	۲٫۴۴	۵٫۰۴	۱۰۰ ۰۰۰	۱۶۵	۲۹۰
درون‌یابی خطی مجاز است.					

جدول ذ-۱۶ – ولتاژهای آزمون بر اساس فواصل هوایی

فاصله هوایی لازم	ولتاژ آزمون	
	ضربه ۱٫۲/۵۰ µs	AC r.m.s. ۵۰/۶۰ Hz
mm	V peak	V r.m.s.
۰٫۰۱۰	۳۳۰	۲۳۰
۰٫۰۲۵	۴۴۰	۳۱۰
۰٫۰۴۰	۵۲۰	۳۷۰
۰٫۰۶۳	۶۰۰	۴۲۰
۰٫۱	۸۱۰	۵۰۰
۰٫۲	۱ ۱۵۰	۶۲۰
۰٫۳	۱ ۳۱۰	۷۱۰
۰٫۵	۱ ۵۵۰	۸۴۰
۱٫۰	۱ ۹۵۰	۱ ۰۶۰
۱٫۵	۲ ۸۶۰	۱ ۳۹۰
۲٫۰	۳ ۰۹۰	۱ ۶۸۰
۲٫۵	۳ ۶۰۰	۱ ۹۶۰
۳٫۰	۴ ۰۷۰	۲ ۲۱۰
۴٫۰	۴ ۹۳۰	۲ ۶۸۰
۴٫۵	۵ ۳۳۰	۲ ۹۰۰
۵٫۰	۵ ۷۲۰	۳ ۱۱۰
۶٫۰	۶ ۴۶۰	۳ ۵۱۰
۸٫۰	۷ ۸۴۰	۴ ۲۶۰
۱۰٫۰	۹ ۱۰۰	۴ ۹۵۰
۱۲٫۰	۱۰ ۶۰۰	۵ ۷۸۰
۱۵٫۰	۱۲ ۹۰۰	۷ ۰۰۰
۲۰	۱۶ ۴۰۰	۸ ۹۸۰
۲۵	۱۹ ۹۰۰	۱۰ ۸۰۰
۳۰	۲۳ ۳۰۰	۱۲ ۷۰۰
۴۰	۲۹ ۸۰۰	۱۶ ۰۰
۵۰	۳۶ ۰۰۰	۱۹ ۶۰۰
۶۰	۴۲ ۰۰۰	۲۲ ۸۰۰
۸۰	۵۳ ۷۰۰	۲۹ ۲۰۰
۱۰۰	۶۵ ۰۰۰	۳۵ ۴۰۰
درون‌یابی خطی مجاز است.		

یادآوری - در ادامه دو مثال از محاسبات ارائه شده است

مثال ۱:

فاصله هوایی عایق‌بندی تقویت‌شده برای ولتاژ کار با مقدار اوج ۳۵۰۰ V و ولتاژ گذرای مازاد ۴۵۰۰ V (انتظار می‌رود این حالت در یک مدار کلیدزنی الکترونیکی رخ دهد):

بیشینه ولتاژ U_m $U_m = U_w + U_t = (۳۵۰۰ + ۴۵۰۰)\ V = ۸۰۰۰\ V$

$U_w/U_m = ۳۵۰۰/۸۰۰۰ = ۰/۴۴ > ۰/۲$

بنابراین: $F = (1,25 \times U_w/U_m) - 0,25 = (۱/۲۵ \times ۳۵۰۰/۸۰۰۰) - ۰/۲۵ = ۰/۲۹۷$

مقادیر به‌دست‌آمده از جدول ذ-۱۵ برای ۱۸۰۰ V:

$D_1 = ۸/۲۵\ mm$، $D_2 = ۱۵/۲\ mm$

فاصله هوایی = $D_1 + F \times (D_2 - D_1) = ۸/۲۵ + ۰/۲۹۷ \times (۱۵/۲ - ۸/۲۵) = ۸/۲۵ + ۲/۰۶ = ۱۰/۳\ mm$

برای عایق‌بندی تقویت‌شده این مقدار دو برابر شود، یعنی ۲۰/۶ = فاصله هوایی

مثال ۲:

فاصله هوایی عایق‌بندی پایه برای مدار برگرفته از ترانسفورماتور برق شهر متصل به یک قطعه اتصال خروجی یک سیستم توزیع با ولتاژ برق شهر ۲۳۰ V و رده اضافه‌ولتاژ II. این مدار شامل افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ گذرا (به زیربندهای ۸-۱۴ و ذ-۳-۴ مراجعه شود) است که بیشینه ولتاژ (شامل اضافه‌ولتاژها) مدار را به ۱۰۰۰ V محدود می‌کند.

مقدار اوج (U_w) ولتاژ در این مدار ۱۵۰ V است.

بنابراین مقدار بیشینه ولتاژ U_m، ۱۰۰۰ V است.

$U_m = ۱۰۰۰\ V$

$U_w/U_m = ۱۵۰/۱۰۰۰ = ۰/۱۵ < ۰/۲$

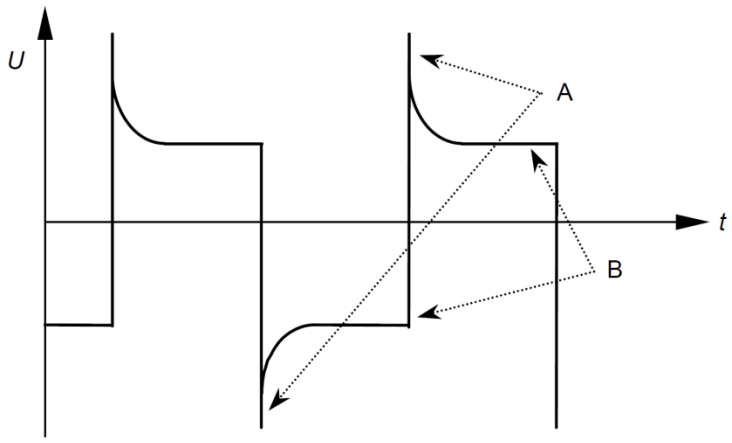
و بنابراین $F = ۰$

فاصله هوایی با درون‌یابی از جدول ذ-۱۵، $D_1 = ۰/۱۵\ mm$ است.

سپس فاصله هوایی نسبت به ارتفاع از سطح دریا تصحیح می‌شود و نسبت به کمینه فواصل هوایی مربوط به درجه آلودگی بررسی می‌شود.

ذ-۳-۳ فواصل هوایی مدارهای دارای ولتاژهای اوج تکرارشونده، یا دارای ولتاژهای کار با فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz

فواصل هوایی عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی مدارهای دارای ولتاژهای اوج تکرارشونده که در معرض فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz نیستند با استفاده از ولتاژ اوج تکرارشونده به عنوان شاخص باید مقادیر ستون دوم جدول ذ-۱۷ برآورده کنند (نمونه‌ای از ولتاژ اوج تکرارشونده در شکل ذ-۴ ارائه شده است).



راهنما

A مقدار اوج ولتاژ تکرارشونده

B مقدار ولتاژ کار

شکل ذ-۴ - نمونه‌ای از ولتاژ اوج تکرارشونده

فواصل هوایی عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی مدارهایی که در معرض فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz هستند با استفاده از ولتاژ اوج تکرارشونده به عنوان شاخص باید مقادیر ستون سوم جدول ذ-۱۷ برآورده کنند.

فواصل هوایی عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی مدارهایی که ممکن است در معرض هر دو عامل ولتاژهای اوج تکرارشونده و فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz باشند باید از این الزامات آن الزاماتی را که قوی‌تر است را برآورده کند.

فواصل هوایی عایق‌بندی تقویت‌شده دو برابر مقادیر مربوط به عایق‌بندی پایه باشد.

اگر تجهیز برای کار در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ m از سطح دریا ظرفیت‌دهی شده باشد، فواصل هوایی باید در ضریب قابل‌اعمال جدول ذ-۱ ضرب شوند.

کمینه فاصله هوایی برای عایق‌بندی پایه، عایق‌بندی تکمیلی و عایق‌بندی تقویت‌شده برای آلودگی درجه ۲، ۰٫۲ mm و برای آلودگی درجه ۳، ۰٫۸ mm باشد.

مطابقت با بازرسی و اندازه‌گیری بررسی می‌شود.

جدول ذ-۱۷ – فواصل هوایی عایق‌بندی پایه در مدارهای دارای ولتاژهای اوج تکرارشونده یا ولتاژهای کار با فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz

ولتاژ مقدار اوج	فاصله هوایی	
	فرکانس‌های تا ۳۰ kHz	فرکانس‌های بیش از ۳۰ kHz
V	mm	mm
۰ تا ۳۳۰	۰٫۰۱	۰٫۰۲
۴۰۰	۰٫۰۲	۰٫۰۴
۵۰۰	۰٫۰۴	۰٫۰۷
۶۰۰	۰٫۰۶	۰٫۱۱
۸۰۰	۰٫۱۳	۰٫۲۶
۱ ۰۰۰	۰٫۲۶	۰٫۴۸
۱ ۲۰۰	۰٫۴۲	۰٫۷۶
۱ ۵۰۰	۰٫۷۶	۱٫۱
۲ ۰۰۰	۱٫۲۷	۱٫۸
۲ ۵۰۰	۱٫۸	۲٫۶
۳ ۰۰۰	۲٫۴	۳٫۵
۴ ۰۰۰	۳٫۸	۵٫۷
۵ ۰۰۰	۵٫۷	۸
۶ ۰۰۰	۷٫۹	۱۰
۸ ۰۰۰	۱۱	۱۵
۱۰ ۰۰۰	۱۵٫۲	۲۰
۱۲ ۰۰۰	۱۹	۲۵
۱۵ ۰۰۰	۲۵	۳۲
۲۰ ۰۰۰	۳۴	۴۴
۲۵ ۰۰۰	۴۴	۵۸
۳۰ ۰۰۰	۵۵	۷۲
۴۰ ۰۰۰	۷۷	۱۰۰
۵۰ ۰۰۰	۱۰۰	
درون‌یابی خطی مجاز است.		

ذ-۳-۴ فواصل خزشی

الزامات زیربند ذ-۲-۳ کاربرد دارد.

مطابقت طبق آنچه در زیربند ذ-۲-۳ ارائه شده است بررسی می‌شود.

ذ-۳-۵ عایق‌بندی جامد

الزامات زیربند ذ-۲-۴ کاربرد دارد جز اینکه در زیربند ذ-۲-۴-۱الف، ذ-۲-۴-۳ب و پ، و ذ-۲-۴-۴ب و پ، به‌جای مقادیر جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ از مقادیر جدول ذ-۱۶ استفاده می‌شود.

برای تعیین ولتاژ آزمون لازم از جدول ذ-۱۶، روش زیر باید به کار برده شود:

الف- محاسبه تئوریک فاصله هوایی لازم بر اساس زیربند ذ-۳-۲ با در نظر گرفتن الزامات زیربند ذ-۳-۳. کمینه فواصل هوایی برای آلودگی‌های درجه ۲ و ۳ کاربرد ندارند.

ب - استفاده از مقدار تئوریک فاصله هوایی لازم به‌دست‌آمده از جدول ذ-۱۶ برای تعیین ولتاژ آزمون لازم.

مطابقت طبق آنچه در زیربند ذ-۲-۴ ارائه شده است، با ولتاژ آزمون به‌دست‌آمده از فوق، به‌جای ولتاژ آزمون جدول ذ-۱۰، جدول ذ-۱۱ یا جدول ذ-۱۲ بررسی می‌شود.

ذ-۴ کاهش اضافه‌ولتاژهای گذرا توسط افزاره‌های محدودکننده اضافه‌ولتاژ

اضافه‌ولتاژهای گذرای مدار را می‌توان به کمک ترکیب‌هایی از مدارها یا اجزاء محدود کرد. اجزایی که مناسب این منظور هستند شامل وریستورها و برق‌گیرهای پر شده با گاز هستند.

اگر افزاره یا مدار محدودکننده ولتاژ برای کاهش اضافه‌ولتاژهای گذرا به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده باشند که مدار بعد از آنها بتواند فواصل هوایی کمتری داشته باشد، آنگاه با در نظر گرفتن هر دو جنبه زیر باید یک ارزیابی ریسک (به بند ۱۷ مراجعه شود) انجام شود:

الف- این مدار باید اضافه‌ولتاژهای گذرا را تا سطح پایین‌تری حتی پایاین‌تر از شرایط تک اشکال کاهش دهد؛

ب - این مدار حتی بعد از تحمل اضافه‌ولتاژهای گذرای مکرر باید طبق آنچه در نظر گرفته شده است کار کند.

مطابقت با ارزیابی مستندات ارزیابی ریسک به منظور اطمینان از حذف ریسک‌ها یا باقی‌ماندن تنها ریسک‌های قابل‌تحمل بررسی می‌شود.

پیوست ر
(آگاهی‌دهنده)

فهرست اصطلاحات تعریف‌شده

اصطلاح	تعریف
دردسترس (یک قسمت)	۱-۵-۳
عایق‌بندی پایه	۱-۶-۳
فاصله هوایی	۱۱-۶-۳
فاصله خزشی	۱۲-۶-۳
تجهیز دارای چندشاخه سرخود	۶-۱-۳
عایق‌بندی مضاعف	۳-۶-۳
محفظه	۴۵-۲-۳
تجهیز ثابت	۱-۱-۳
ترمینال زمین عملیاتی	۲-۲-۳
تجهیز دستی	۴-۱-۳
خطر	۲-۵-۳
برق‌دار خطرناک	۳-۵-۳
برق شهر	۴-۵-۳
مدار متصل به برق شهر	۵-۵-۳
شرایط عادی	۹-۵-۳
استفاده عادی	۸-۵-۳
کاربر	۱۱-۵-۳
رده اضافه‌ولتاژ	۱۷-۵-۳
تجهیز نصب دائم	۲-۱-۳
آلودگی	۵-۶-۳
درجه آلودگی	۶-۶-۳
آلودگی درجه ۱	۷-۶-۳
آلودگی درجه ۲	۷-۶-۳
آلودگی درجه ۳	۸-۶-۳
آلودگی درجه ۴	۹-۶-۳
تجهیز قابل‌حمل	۳-۱-۳
مانع حفاظتی	۵-۲-۳

هم‌بندی حفاظتی	۳-۵-۷
ترمینال هادی حفاظتی	۳-۲-۳
امپدانس حفاظتی	۳-۵-۶
(مقدار) اسمی	۳-۳-۱
مشخصات اسمی (ظرفیت‌دهی)	۳-۳-۲
استفاده نادرست قابل‌پیش‌بینی منطقی	۳-۵-۱۴
عایق‌بندی تقویت‌شده	۳-۶-۴
نهاد مسئول	۳-۵-۱۲
ریسک	۳-۵-۱۵
آزمون تک‌به‌تک	۳-۴-۲
شرایط تک اشکال	۳-۵-۱۲
عایق‌بندی تکمیلی	۳-۶-۲
اضافه‌ولتاژ موقت	۳-۵-۱۹
ترمینال	۳-۲-۱
ریسک قابل‌تحمل	۳-۵-۱۶
ابزار	۳-۱-۵
اضافه‌ولتاژ گذرا	۳-۵-۱۸
آزمون نوعی	۳-۴-۱
مکان مرطوب	۳-۵-۱۳
ولتاژ کار	۳-۳-۳

کتاب‌نامه

[1] IEC 60050 (all parts), International Electrotechnical Vocabulary

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۰۴۲۵، واژگان الکتروتکنیک، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60050، تدوین شده است.

[2] IEC 60050-151, International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices

[3] IEC 60050-195, International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock

[4] IEC 60050-604, International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation

[5] IEC 60050-826, International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵: سال ۱۳۸۶، واژگان الکتروتکنیک - قسمت ۸۲۶: تاسیسات الکتریکی، با استفاده از استاندارد IEC 60050-826: 2004 تدوین شده است.

[6] IEC 60079 (all parts), Explosive atmospheres

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۵۰۵، وسایل الکتریکی برای محیط‌های گازی انفجارپذیر، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60079، تدوین شده است.

[7] IEC 60085, Electrical insulation – Thermal evaluation and designation

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۰: سال ۱۳۸۶، عایق‌بندی الکتریکی - ارزیابی حرارتی و نمادگذاری، با استفاده از استاندارد IEC 60085: 2007 تدوین شده است.

[8] IEC 60112:1979, Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۳۳: سال ۱۳۹۰، روش تعیین شاخص مقایسه‌ای و شاخص مقاومت در برابر ایجاد مسیر جریان خزشی مواد عایقی جامد، با استفاده از استاندارد IEC 60112 : 2009 تدوین شده است.

[9] IEC 60127 (all parts), Miniature fuses

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۰۱۲۷، فیوزهای مینیاتوری، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60127، تدوین شده است.

[10] IEC 60204 (all parts), Safety of machinery – Electrical equipment of machines

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۰۲۰۴، ایمنی ماشین‌آلات – تجهیزات الکتریکی ماشین‌ها، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60204، تدوین شده است.

[11] IEC 60332-1 (all parts), Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱-۳۰۸۱، آزمون بر روی کابل‌های الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60332-1، تدوین شده است.

[12] IEC 60332-2 (all parts), Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲-۳۰۸۱، آزمون بر روی کابل‌های الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60332-2، تدوین شده است.

[13] IEC 60335 (all parts), Household and similar electrical appliances – Safety

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۵۶۲، ایمنی وسایل برقی خانگی و دستگاه‌های مشابه، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60335، تدوین شده است.

[14] IEC 60364 (all parts), Low-voltage electrical installations

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۳۷، تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60364، تدوین شده است.

[15] IEC 60439 (all parts), Low-voltage switchgear and controlgear assemblies

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۲۸، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60439، تدوین شده است.

[16] IEC 60439-1:1999, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۳، تابلوهای قطع‌ووصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: مقررات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 60439-1: 2011 تدوین شده است.

[17] IEC 60445:1999, Basic and safety principles for man-machine interfaces, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹: سال ۱۳۹۳، اصول ایمنی و پایه برای واسط انسان- ماشین- نشانه‌گذاری و شناسایی- شناسایی هادی‌ها- ترمینال‌های هادی‌ها و ترمینال‌های تجهیزات، با استفاده از استاندارد IEC 60445: 2010 تدوین شده است.

[18] IEC 60447:1993, Man-machine-interface (MMI) – Actuating principles

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۱۷: سال ۱۳۸۹، اصول اولیه و ایمنی برای واسط انسان- ماشین، نشانه‌گذاری و شناسایی- اصول تحریک، با استفاده از استاندارد IEC 60447: 2004 تدوین شده است.

[19] IEC 60601 (all parts), Medical electrical equipment

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۳۳۶۸، تجهیزات الکتریکی پزشکی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60601، تدوین شده است.

[20] IEC 60664-1, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵: سال ۱۳۸۸، هماهنگی عایق بندی برای تجهیزات در سیستم های ولتاژ پایین- قسمت ۱: اصول - الزامات و آزمون ها، با استفاده از استاندارد IEC 60664-1: 2007، تدوین شده است.

[21] IEC 60695-10-2, Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰-۳۱۳۴: سال ۱۳۸۳، آزمون خطر آتش‌سوزی - قسمت۲-۱۰: حرارت غیرعادی- آزمون فشار ساچمه، با استفاده از استاندارد IEC 60695-10-2: 2003، تدوین شده است.

[22] IEC 60950 (all parts), Information technology equipment – Safety

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۲۳۳، تجهیزات فناوری اطلاعات- ایمنی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60950، تدوین شده است.

[23] IEC 60950-1, Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۲۳۳: سال ۱۳۹۱، تجهیزات فنآوری اطلاعات - ایمنی قسمت ۱: الزامات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 60950-1: 2005، تدوین شده است.

[24] IEC 60990, Methods of measurement of touch current and protective conductor current

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۰۳۰-۲-۴۲۳۲: سال ۱۳۸۷، روش‌های اندازه‌گیری جریان تماس و جریان هادی حفاظتی ، با استفاده از استاندارد IEC 60990: 1999، تدوین شده است.

[25] IEC 61010-2-030, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Special requirements for testing and measuring circuits

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۰۳۰-۲-۴۲۳۲: سال ۱۳۸۹، الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای اندازه‌گیری -کنترل و مصارف آزمایشگاهی- قسمت ۲-۳۰: الزامات ویژه برای مدارهای اندازه‌گیری و آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61010-2-030: 2010، تدوین شده است.

[26] IEC 61032, Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۲۳: سال ۱۳۸۹، حفاظت افراد و تجهیزات توسط محفظه‌ها – پراب‌های مخصوص تصدیق، با استفاده از استاندارد IEC 61032: 1997 + Cor 1: 2003، تدوین شده است.

[27] IEC 61243-3, Live working – Voltage detectors – Part 3: Two-pole low-voltage type

[28] IEC 61326 (all parts), Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۲۱۱، تجهیزات الکتریکی برای اندازه‌گیری، کنترل و کاربرد آزمایشگاهی – الزامات EMC، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61326، تدوین شده است.

[20] IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical electronic/programmable electronic safety-related systems

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۱۵۰۸، ایمنی وظیفه‌ای مرتبط با ایمنی الکتریکی/الکترونیکی/ الکترونیکی قابل برنامه‌ریزی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61508، تدوین شده است.

[30] IEC 61558 (all parts), Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۹۲۰، ایمنی ترانسفورماتورها، راکتورها، واحدهای منبع تغذیه و محصولات مشابه برای ولتاژهای تا V ۱۱۰۰، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61558، تدوین شده است.

[31] ISO 9241, (all parts), Ergonomics of human-system interaction

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۲۴۱، الزامات ارگونومیکی - سامانه تعامل، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 9241، تدوین شده است.

[32] ISO 13852, Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs

[33] ISO 13854, Savety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳: سال ۱۳۸۸، ایمنی ماشین‌آلات - حداقل فضای خالی به منظور اجتناب از له‌شدگی اعضای بدن، با استفاده از استاندارد ISO 13854: 1996، تدوین شده است.

[34] ISO 14121-1, Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles

[35] ISO 14738, Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery

[36] ISO 14971, Medical devices – Application of risk management to medical devices

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۳۶: سال ۱۳۸۸، وسایل پزشکی - کاربرد مدیریت ریسک در وسایل پزشکی، با استفاده از استاندارد ISO 14971: 2007، تدوین شده است.

[37] ANSI B11.TR3, Risk Assessment and Risk Reduction – A Guide to Estimate, Evaluate and Reduce Risks Associated with Machine Tools

[38] ANSI/UL 248-14, Low-Voltage Fuses – Part 14: Supplemental Fuses

[39] ANSI/UL 471, Standard for Commercial Refrigerators and Freezers

[40] ANSI/UL 746E, Standard for Polymeric Materials – Industrial Laminates, Filament Wound Tubing, Vulcanized Fibre, and Materials Used In Printed-Wiring Boards

[41] ANSI/UL 2556, Wire and Cable Test Methods

[42] EN 294, Safety of machinery. Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs

[43] EN 349, Safety of machinery. Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body

[44] EN 563, Safety of machinery – Temperatures of touchable surfaces – Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces

[45] EN 894-2, Safety of machinery. Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators. Displays

[46] EN 894-3, Safety of machinery. Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators. Control actuators

[47] SEMI S8, Safety Guidelines for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing Equipment

[48] SEMI S10, Safety guideline for risk assessment

[49] UL 1439, Standard for Tests for Sharpness of Edges on Equipment