INSO
22651
1st Edition
2019
Identical with
IEC 62523:
2010

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

استاندارد ملی ایران
۲۲۶۵۱
چاپ اول
۱۳۹۸

حفاظت پرتوی دستگاهی – سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه

Radiation protection instrumentation– Cargo/vehicle radiographic inspection system

ICS: 13.280

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۲۶۵۱ (چاپ اول): سال ۱۳۹۸

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.gov.ir

وب‌گاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

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

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک 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، به‌عنوان 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، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس 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 به‌عنوان 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 صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمونگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس 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

« حفاظت پرتوی دستگاهی – سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه »

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
موافقی، امیر (دکتری مهندسی هسته‌ای)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای- پژوهشکده راکتور و ایمنی هسته‌ای
دبیر:	
عظیمی‌راد، روح الله (دکتری فیزیک)	انستیتو فیزیک کاربردی
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابراهیمی، حامد (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	ستاد مرکزی مبارزه با قاچاق کالا و ارز
احدی، بهزاد (کارشناسی ارشد فیزیک)	دفتر هماهنگی ایمنی پرتو
اربابی، کوروش (کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی)	سازمان انرژی اتمی ایران- شرکت پارس ایزوتوپ
بنوشی، ایوب (دکتری فیزیک هسته‌ای)	انجمن حفاظت در برابر اشعه
پورفرخ، امین (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
خادم‌حسینی، بابک (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	شرکت بهیار صنعت سپاهان
دامغانی، حمیدرضا (دکتری مهندسی برق-مخابرات)	شرکت صنایع گلدیران
رستمی، پیمان (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	شرکت آزمون صنعت باستان
رستمی‌فرد، داریوش (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
رضائیان، پیمان (دکتری فیزیک هسته‌ای)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای- پژوهشکده کاربرد پرتوها
رئیسی، محمدرضا (کارشناسی مهندسی برق)	شرکت صنایع الکترواپتیک اصفهان
ساسان‌پور، محمد تقان (دکتری مهندسی هسته‌ای)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای- پژوهشکده کاربرد پرتوها
سمیع‌پور، فرهاد (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
شجاعیان، آنوشا (کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
غنی، سید شایان (کارشناسی مهندسی مکانیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
فقیه، حمیدرضا (دکتری مدیریت تکنولوژی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
کریمی آشتیانی، حسین (کارشناسی ارشد حفاظت در برابر اشعه)	مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور
گلشنی‌پور، محمد (کارشناسی مهندسی پزشکی)	شرکت بهیار صنعت سپاهان
نوروزی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور
یاوری، حمید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت صنایع الکترواپتیک اصفهان
یوسفی‌نیا، افشین (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت زاگرس تطبیق کالا

ویراستار:	
حمید بهنام، غزال (کارشناسی ارشد پرتو پزشکی)	سازمان ملی استاندارد ایران- اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ذ
مقدمه ر
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات، تعاریف ۳
۴ مشخصه‌های کلی سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه ۷
۴-۱ کلیات ۷
۴-۲ وسیله‌های توقف اضطراری ۷
۴-۳ نرم‌افزار ۸
۴-۴ علامت‌گذاری‌ها ۸
۴-۵ کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی ۸
۴-۶ چشمه‌های پرتوزا ۸
۴-۷ قفل‌های هم‌بند ایمنی ۹
۴-۸ نشانگرهای وضعیت ۹
۴-۹ سامانه پایش ۹
۵ طبقه‌بندی سامانه بازرسی ۱۰
۶ کلیات روش اجرایی آزمون ۱۰
۶-۱ ماهیت آزمون‌ها ۱۰
۶-۲ شرایط مرجع و شرایط استاندارد آزمون ۱۰
۶-۳ سایر شرایط آزمون ۱۱
۷ آزمون‌های عملکرد تصویربرداری ۱۱
۷-۱ عمق نفوذ در فولاد ۱۱
۷-۱-۱ الزامات ۱۱
۷-۱-۲ روش آزمون ۱۱
۷-۲ تشخیص سیم ۱۳
۷-۲-۱ الزامات ۱۳
۷-۲-۲ روش آزمون ۱۳
۷-۳ حساسیت تباین ۱۵
۷-۳-۱ الزامات ۱۵
۷-۳-۲ روش آزمون ۱۵

عنوان **صفحه**

۴-۷ قدرت تفکیک مکانی ۱۶
۱-۴-۷ الزامات ۱۶
۲-۴-۷ روش آزمون ۱۶
۵-۷ توانایی تمایز مواد ۱۷
۱-۵-۷ الزامات ۱۷
۲-۵-۷ روش آزمون ۱۸
۸ آزمون‌های ایمنی پرتوی ۱۹
۱-۸ کلیات ۱۹
۲-۸ کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی ۲۰
۱-۲-۸ الزامات ۲۰
۲-۲-۸ روش آزمون ۲۰
۳-۸ آهنگ معادل دُز محیطی در مرز سامانه ۲۱
۱-۳-۸ الزامات ۲۱
۲-۳-۸ روش آزمون ۲۱
۴-۸ آهنگ معادل دُز محیطی در محل استقرار کاربر ۲۲
۱-۴-۸ الزامات ۲۲
۲-۴-۸ روش آزمون ۲۲
۵-۸ معادل دُز محیطی درمحل راننده ۲۳
۱-۵-۸ الزامات ۲۳
۲-۵-۸ روش آزمون ۲۳
۶-۸ معادل دُز محیطی جسم تحت بازرسی ۲۳
۱-۶-۸ الزامات ۲۳
۲-۶-۸ روش آزمون ۲۳
۹ آزمون‌های ایمنی الکتریکی ۲۴
۱-۹ حفاظت زمین تجهیزات ۲۴
۱-۱-۹ الزامات ۲۴
۲-۱-۹ روش آزمون ۲۴
۲-۹ مقاومت عایقی ۲۴
۱-۲-۹ الزامات ۲۴
۲-۲-۹ روش آزمون ۲۴
۳-۹ آزمون ولتاژ ۲۴

عنوان **صفحه**

۹-۳-۱ الزامات ۲۴
۹-۳-۲ روش آزمون ۲۵
۹-۴ حفاظت در برابر شوک الکتریکی ۲۵
۹-۴-۱ الزامات ۲۵
۹-۴-۲ روش آزمون ۲۵
۱۰ سازگاری الکترومغناطیسی ۲۶
۱۰-۱ الزامات ۲۶
۱۰-۲ روش آزمون ۲۶
۱۱ الزامات محیطی ۲۶
۱۱-۱ الزامات ۲۶
۱۱-۲ روش آزمون ۲۶
۱۲ مستندسازی ۲۶
کتاب‌نامه ۲۸

پیش گفتار

استاندارد «حفاظت پرتوی دستگاهی– سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در هفتصد و شصت و چهارمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۸/۰۶/۱۶ 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، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس 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 زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

IEC 62523:2010, Radiation protection instrumentation – Cargo/vehicle radiographic inspection system

مقدمه

همگام با پیشرفت فناوری روز و اهمیت مقوله امنیت، استفاده از سامانه‌های بازرسی پرتونگاری در زمینه‌های امنیتی بیش از پیش مورد استقبال قرار گرفته است. این سامانه‌های بازرسی به‌طور کلی از منبع(های) پرتو، آشکارسازها، سامانه کنترل، سامانه پردازش تصویر، تجهیزات حفاظت پرتوی و سایر دستگاه‌ها/ امکانات کمکی تشکیل می‌شود.

در این استاندارد، آزمون‌ها و روش‌های آزمون مرتبط، به‌منظور تعیین مشخصه‌های عملکردی سامانه‌های بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه، ارائه شده است.

این استاندارد جایگزین مقررات و ضوابط مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور نمی‌باشد. همچنین این استاندارد هیچ‌یک از ذینفعان را از مسئولیت رعایت مقررات و ضوابط مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور معاف نمی‌کند.

در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن و همچنین در نظر گرفتن محدودیت‌های قانونی، برعهده کاربر این استاندارد است.

حفاظت پرتوی دستگاهی– سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه آزمون‌ها و روش‌های آزمون مرتبط، به‌منظور تعیین مشخصه‌های عملکردی سامانه‌های بازرسی پرتونگاری است.

این استاندارد، برای سامانه‌های بازرسی پرتونگاری توسط فوتون‌های با انرژی حداقل ۵۰۰ keV به‌منظور بازرسی بار، وسایل نقلیه و کانتینرهای بار کاربرد دارد.

این سامانه‌های بازرسی به‌طور کلی از منبع(های) پرتو، آشکارسازها، سامانه کنترل، سامانه پردازش تصویر، تجهیزات حفاظت پرتوی و سایر دستگاه‌ها/ امکانات کمکی تشکیل می‌شود.

این استاندارد برای سامانه‌های بازرسی بار/وسیله نقلیه‌ای که از پرتونگاری با منبع نوترونی، مقطع‌نگاری محاسباتی (CT)[1] یا از پرتونگاری با پرتوهای پس‌پراکنده استفاده می‌کنند، کاربرد ندارد.

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 این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۲۳۲: سال ۱۳۹۵، الزامات ایمنی تجهیزات الکتریکی برای استفاده در اندازه‌گیری، کنترل و آزمایشگاه- قسمت ۱: الزامات عمومی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۳۸: سال ۱۳۸۷، حفاظت در برابر اشعه- چشمه‌های پرتوزای بسته- روش‌های آزمون نشتی

2-3 IEC 60050-393:2003, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts

2-4 IEC 60050-394:2007, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors

2-5 IEC 60204-1:2005, Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements

1- Computed tomography

2-6 IEC 61000-6-2:2005, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards– Immunity for industrial environments

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۶، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)- قسمت ۶-۲: استانداردهای عام- استاندارد مصونیت برای محیط‌های صنعتی، با استفاده از استاندارد IEC 61000-6-2: 2016 تدوین شده است.

2-7 IEC 61000-6-4, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards– Emission standard for industrial environments

2-8 ISO 4948-1, Steels – Classification – Part 1: Classification of steels into unalloyed and alloy steels based on chemical composition

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۸۰، سال ۱۳۸۹، فولادها- رده‌بندی- قسمت۱: رده‌بندی فولادها به فولادهای آلیاژی و غیرآلیاژی براساس ترکیب شیمیایی، با استفاده از استاندارد ISO 4948-1: 1982 تدوین شده است.

2-9 IAEA Safety Guide No.RS-G-1.10, Safety of Radiation Generator and Sealed Radioactive Sources

یادآوری- ضابطه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای ایران شماره INRA-RP-RG-100-00/12-0-Sha.1391، سال ۱۳۹۱، راهنمای به‌کارگیری علائم ایمنی و هشداردهنده پرتو، با استفاده از مدرک IAEA No.RS-G-1.10 تدوین شده است.

2-10 IAEA Safety Guide No.TS-R-1, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material

یادآوری- ضابطه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای ایران شماره INRA-RP-RE-100-07/3-0-Aza.1386، سال ۱۳۸۶، ضوابط ترابری ایمن مواد پرتوزا، با استفاده از مدرک IAEA No.TS-R-1 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات، تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۷۷۵۱ و استانداردهای IEC 60050-393 و IEC 60050-394، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

۱-۳

تصویر عبوری

transmission image

تصویری که با عبور پرتوهای ایکس یا گاما برپایه اختلاف تضعیف این پرتوها از میان یک جسم مورد بازرسی، ایجاد می‌شود.

۲-۳

سامانه بازرسی پرتونگاری وسیله نقلیه/بار (سامانه بازرسی)

cargo/vehicle radiographic inspection system (inspection system)

سامانه‌ای که از منبع‌های پرتو ایکس یا گاما و آشکارسازهای پرتو برای به‌دست آوردن تصاویر عبوری از بار یا وسیله نقلیه استفاده می‌کند.

۳-۳

سامانه بازرسی پرتو ایکس

X-ray inspection system

سامانه بازرسی که در آن از شتاب‌دهنده(ها) یا مولد(هایی) به‌عنوان منبع تابش ایکس ترمزی[1] برای ایجاد تصاویر استفاده می‌شود.

۴-۳

سامانه بازرسی پرتو گاما

gamma-ray inspection system

سامانه بازرسی که در آن از رادیونوکلوئید(ها) به‌عنوان چشمه گاما برای ایجاد تصاویر استفاده می‌شود.

۵-۳

ناحیه کنترل‌شده

controlled area

هر ناحیه‌ای که در آن اقدامات حفاظتی ویژه و مقررات ایمنی به دلایل زیر انجام گرفته و یا مورد نیاز باشد:

الف- کنترل پرتوگیری یا جلوگیری از گسترش آلودگی در شرایط عادی کار؛ و

ب- جلوگیری یا محدودکردن گستره پرتوگیری بالقوه.

[منبع: زیربند ۴-۱۰۶ استاندارد ملی شمارهٔ ۷۷۵۱: سال ۱۳۸۴]

۶-۳

ناحیه تحت نظارت

supervised area

به هر ناحیه‌ای که تحت کنترل نباشد اما شرایط پرتوگیری شغلی در آن تحت نظارت باشد، اطلاق می‌شود. در این ناحیه معمولاً نیازی به اجرای مقررات ایمنی و اقدامات حفاظتی ویژه نیست.

[منبع: زیربند ۴-۱۰۵ استاندارد ملی شمارهٔ ۷۷۵۱: سال ۱۳۸۴]

۷-۳

مرز سامانه

system boundary

مرز خارجیِ ناحیه تحت نظارت می‌باشد.

1- Bremsstrahlung

۳-۸

جاذب کامل

total absorber

هر جسمی که شدت پرتو عبوری از آن به حدی کاهش یابد که امکان تشخیص آن از زمینه وجود نداشته باشد.

۳-۹

عمق نفوذ در فولاد

steel penetration

بیشینهٔ ضخامت فولادی (بر حسب mm)، که پرتوهای ایکس یا گامای سامانه بازرسی پس ازعبور از آن قابل اندازه‌گیری باشد و از زمینه تشخیص داده شود.

۳-۱۰

تشخیص سیم

wire detection

حداقل اندازه سطح مقطع یک سیم، به‌عنوان مثال قطر یک سیم بر حسب mm، که قابل اندازه‌گیری باشد و از زمینه تشخیص داده شود.

۳-۱۱

حساسیت تباین

contrast sensitivity

توانایی تشخیص یک تفاوت کوچک از اندازه‌گیری‌ها در ناحیه از زمینه یکنواخت پیرامون آن می‌باشد.

۳-۱۲

قدرت تفکیک مکانی

spatial resolution

توانایی تشخیص یک جفت جسم کوچک به صورت مجزا از هم می‌باشد.

۳-۱۳

سامانه با انرژی چندگانه

multiple energy system

سامانه بازرسی که با دو یا چند طیف مختلف از انرژی تابشی کار می‌کند و قادر به تشخیص مواد مختلف است.

۳-۱۴

توانایی تمایز مواد

material discrimination capability

توانایی خاص یک سامانه بازرسی برای تمایز رده‌های مختلف مواد است.

۳-۱۵

سرعت روبش

scanning speed

سرعت حرکت جسم مورد بازرسی نسبت به سامانه بازرسی، یا برعکس است.

۳-۱۶

ابعاد بازرسی

inspection dimension

ابعاد خارجی بزرگترین جسمی که می‌توان با سامانه بازرسی، روبش و بازرسی کرد.

۳-۱۷

کانتورهم‌دُز

isodose contour

محیط پیرامون سامانه بازرسی که تمام نقاط آن، مقادیر مساوی از دُز تابشی منبع پرتو در حال کار دریافت می‌کنند.

۳-۱۸

آهنگ معادل دُز محیطی

ambient dose equivalent rate

نسبت $\mathrm{d}H\mathrm{x}(10)$ به $\mathrm{d}t$، که $\mathrm{d}H\mathrm{x}(10)$ افزایش معادل دُز محیطی در بازه زمانی $\mathrm{d}t$ است.

$$\dot{H}x(10) = \frac{\mathrm{d}Hx(10)}{\mathrm{d}t}$$

در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI)، واحد آهنگ معادل دُز محیطی، سیوِرت[1] بر ثانیه ($Sv.s^{-1}$) است. واحدهای آهنگ معادل دُز محیطی، مضربی از سیوِرت یا چند رقم اعشار آن یا مضربی با واحد مناسبی از زمان (به‌طور مثال، $mSv.h^{-1}$) هستند.

[منبع : IEC 60846: 2009]

1- Sievert

یادآوری- برای یک ایزوتوپ پرتو گاما، آهنگ معادل دُز محیطی، یک آهنگ لحظه‌ای در نظر گرفته می‌شود. برای یک دستگاه مولد پرتو ایکس پالسی، آهنگ معادل دُز محیطی برای یک میانگین وزنی زمان در یک دوره پالسی کامل داده می‌شود.

۴ مشخصه‌های کلی سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه

۴-۱ کلیات

سامانه‌های بازرسی به‌منظور ایجاد یک تصویر از جسم مورد بازرسی طراحی می‌شوند تا کاربر، کالای ممنوعه پنهان شده در بار و/یا وسیله‌های نقلیه را کشف، شناسایی و موقعیت آن را تعیین کند. این سامانه‌های بازرسی معمولاً از منبع(های) پرتو، آشکارسازها، سامانه مکانیکی و کنترل، سامانه پردازش تصویر، سامانه حفاظت پرتوی جهت حفاظت کاربران و عموم مردم در مقابل پرتو و سایر دستگاه‌ها/ امکانات کمکی تشکیل می‌شود.

سازنده باید الزامات مربوط به تغذیه دستگاه و مدت زمان آماده به‌کار شدن[1] یا مدت زمان تنظیم سامانه را تعیین کند.

۴-۲ وسیله‌های توقف اضطراری

سامانه‌های بازرسی باید با وسیله‌های توقف اضطراری مانند دکمه‌های اضطراری تجهیز شوند، به‌طوری‌که با فعال شدن یکی از این وسیله‌ها، باریکه پرتو به‌طور خودکار قطع شود یا چشمه پرتوزا به‌طور خودکار به داخل حفاظ پرتوی[2] خود بازگردد. هرگاه یکی از وسیله‌های توقف اضطراری فعال شود، سامانه نباید بتواند به‌طور خودکار تابش پرتو را دوباره شروع کند. عملکرد دستی، مانند قرار دادن یک کلید روی صفحه کنترل کاربر و چرخاندن آن به وضعیت «روشن»، برای شروع مجدد باریکه پرتو لازم است.

وسیله‌های توقف اضطراری باید علاوه بر نصب در موقعیت صفحه کنترل کاربر، موقعیت نزدیک به منبع پرتو و آشکارسازها، در موقعیت‌های دیگری نیز نصب شوند.

وسیله‌های توقف اضطراری باید در یک حالت خراب-ایمن[3] کار کنند. اگر یک وسیله توقف اضطراری خراب شود، باریکهٔ پرتو باید قطع شود، و حالت خرابی باید روی صفحه کنترل نمایش داده شود.

در صورت نقص برق در یک سامانه پرتو گاما، دریچهٔ[4] چشمه پرتوزا باید به‌طور خودکار بسته شود یا چشمه باید به داخل حفاظ پرتوی خود بازگردد.

1- Warm-up
2- Shielding assembly
3- Fail-safe mode
4- Shutter

۴-۳ نرم‌افزار

سامانه باید قادر به پردازش، نمایش، ذخیره‌سازی، پشتیبان‌گیری و بازیابی تصاویر پرتونگاری دیجیتال از جسم‌های بازرسی‌شده و سایر داده‌های مرتبط با بازرسی، نظیر شماره کانتینر، تاریخ بازرسی، مشخصات شناسایی راننده و محتویات بار باشد.

۴-۴ نشانه‌گذاری‌ها

نشانه‌گذاری‌های دستگاه باید قابل خواندن بوده و به‌طور دائمی به دستگاه الصاق شوند. و حداقل شامل موارد زیر باشد:

- نام سازنده؛
- مدل دستگاه؛
- شماره سریال مختص دستگاه؛
- عنوان عملکردی برای کنترل، سوئیچ‌ها، تنظیمات؛
- منبع پرتو و انرژی؛
- علامت هشدار پرتو یون‌ساز؛
- سایر هشدارهای ایمنی.

۴-۵ کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی

توصیه می‌شود سازنده هنگامی‌که سامانه بازرسی در حال کار است، یک کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی، پیرامون منبع پرتو تهیه کند.

این کانتور هم‌دُز، فقط به‌عنوان مرجع تهیه می‌شود. این کانتور ممکن است براساس حرکت سامانه و جسم مقابل باریکه به‌طور قابل توجهی تغییر کند.

۴-۶ چشمه‌های پرتوزا

چشمه‌های پرتوزا باید به‌طور مناسب حفاظ‌گذاری و از دسترسی‌های غیرمجاز محافظت شوند. انتقال و برچسب‌گذاری چشمه‌های پرتوزا باید از الزامات قانونی مطابق با ضوابط مرجع قانونی و ذی‌صلاح کشور [۱]، و/یا الزامات بین‌المللی پیروی کند. (به‌طور مثال، مدارک IAEA No.TS-R-1 و IAEA No.RS-G-1.10).

توصیه می‌شود برای به حداقل رساندن پرتوگیری کاربر دستگاه، شرایط برای آزمون نشت معمول چشمه‌های پرتوزا، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۳۸ سال ۱۳۸۷، ایجاد شود.

۱- مرجع قانونی و ذی‌صلاح در خصوص استفاده از چشمه‌های پرتوزا، در حال حاضر مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور، است. ضوابط مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور در وب‌گاه http://aeoi.org.ir/inra/ قابل دسترس است.

۴-۷ قفل‌های هم‌بند ایمنی[1]

برای جلوگیری از پرتوگیری تصادفی افراد، قفل‌های هم‌بند ایمنی باید نصب شوند. باریکه پرتو فقط زمانی می‌تواند روشن شود که تمام قفل‌های هم‌بند ایمنی در وضعیت «روشن» قرار داشته باشند. اگر حالت هر یک از قفل‌های هم‌بند در حین کار تغییر کند، باریکه پرتو باید متوقف یا مسدود شود. قفل‌های هم‌بند ایمنی باید برای کار در حالت خراب-ایمن طراحی شوند.

قفل‌های هم‌بند ایمنی باید یک واسط[2] برای اتصال به وسیله‌های ایمنی تکمیلی فراهم کنند.

۴-۸ نشانگرهای وضعیت

نشانگرهای وضعیت به‌منظور ایجاد علائم هشدار شنیداری و دیداری برای آگاه کردن افراد از خطر پرتوگیری، باید نصب شوند. این علائم هشداردهنده باید حداقل ۵ s قبل از فعال شدن باریکه، روشن شود و در حین روبش تا زمان خاموش شدن باریکه پرتو روشن باقی بمانند. پیکربندی نشانگرهای وضعیت باید با مقررات و ضوابط ملی، مطابقت داشته باشد.

نمادها یا پلاکاردهای هشداردهنده پرتوهای یون‌ساز باید در امتداد مرز ناحیه‌های کنترل‌شده و تحت نظارت نصب شوند[3].

۴-۹ سامانه پایش[4]

سامانه پایش تصویری باید برای کاربر به‌منظور مشاهده مناطق کنترل‌شده و تحت نظارت فراهم شود.

۵ طبقه‌بندی سامانه بازرسی

توصیه می‌شود سامانه بازرسی به‌صورت زیر طبقه‌بندی شود:

الف- سامانه بازرسی پرتو ایکس: سامانه بازرسی که در آن از مولد پرتو ایکس برای تهیه تصاویر استفاده می‌شود؛

ب- سامانه بازرسی پرتو گاما: سامانه بازرسی که در آن از چشمه پرتو گاما برای تهیه تصاویر استفاده می‌شود.

1- Safety interlocks

2- Interface

۳- علائم ایمنی و هشداردهنده پرتو باید مطابق با الزامات ضوابط مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور باشد. به ضابطه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور با شمارهٔ INRA-RP-RG-100-00/12-0 مراجعه شود.

4- Monitoring

۶ کلیات روش اجرایی آزمون

۶-۱ ماهیت آزمون‌ها

آزمون‌ها و روش‌های آزمون ارائه شده در بندهای ۹، ۱۰ و ۱۱، باید به‌عنوان آزمون‌های نوعی[1] در نظر گرفته شوند. مگر در مواردی که غیر از آن‌ها تعیین شده است.

براساس توافق بین کاربر و سازنده، تمام آزمون‌ها و روش‌های آزمون ارائه شده در این استاندارد می‌تواند به‌عنوان آزمون‌های پذیرش در نظر گرفته شوند.

۶-۲ شرایط مرجع و شرایط استاندارد آزمون

آزمون‌ها باید تحت شرایط استاندارد آزمون ارائه شده در ستون سوم جدول ۱ انجام شوند، مگر در مواردی که غیر از آن تعیین شده است. برای اجرای آزمون‌های خارج از شرایط استاندارد آزمون، مقادیر دما، فشار و رطوبت نسبی باید بیان و در صورت لزوم تصحیحات مناسب اعمال شود، تا پاسخ آزمون تحت شرایط مرجع ایجاد شود. تمام آزمون‌ها در بندهای ۷ و ۸ باید با همان مقادیر پارامترهای در حین کار انجام شوند. مقادیر مربوط به هر تصحیح بیان شود. شرایط مرجع در ستون دوم جدول ۱ داده شده است.

مقادیر ارائه شده در جدول ۱ برای آزمون‌های انجام شده در اقلیم‌های معتدل در نظر گرفته شده است. در سایر اقلیم‌ها، باید مقادیر واقعی برای آزمون بیان شوند. به‌طور مشابه فشار اتمسفری پایین‌تر از ۷۰ kPa ممکن است در ارتفاع‌های بالاتر مجاز باشد.

1- Type tests

۱- آزمونی که بر روی نمونه اولیه انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که طراحی محصول، الزامات عملکردی مورد نظر را برآورده می‌سازد.

جدول ۱- شرایط مرجع و شرایط استاندارد آزمون

شرایط محیطی	شرایط مرجع	شرایط استاندارد آزمون
دمای محیط	۲۰ °C	۱۵ °C تا ۳۵ °C
رطوبت نسبی	٪ ۶۵	٪ ۵۰ تا ٪ ۷۵
فشار اتمسفر	۱۰۱٫۳ kPa	۷۰ kPa تا ۱۰۶٫۶ kPa
آهنگ دُز تابش زمینه	آهنگ معادل دُز محیطی $۰٫۱\ \mu Sv.h^{-1}$	آهنگ معادل دُز محیطی کمتر از $۰٫۲۵\ \mu Sv.h^{-1}$
میدان الکترومغناطیسی محیطی	ناچیز	کمتر از پایین‌ترین مقداری که باعث تداخل می‌شود
القای مغناطیسی محیطی	ناچیز	کمتر از دو برابر مقدار القایی به دلیل میدان مغناطیسی زمین

۳-۶ سایر شرایط آزمون

توصیه می‌شود صفحه‌ها، سیم‌ها و ورق‌های ذکر شده در بند ۷، از فولاد C45، تعریف شده در استاندارد ISO 4948-1 یا معادل، ساخته شوند. آزمونه‌های فولادی می‌توانند برای حذف سطوح زنگ‌زده کثیف، رنگ زده شوند یا روکشدار شوند. تمام ابعاد آزمونه‌ها پیش از رنگ شدن یا روکشدارشدن تعیین می‌شوند. سیم‌های مورد استفاده در این استاندارد مقطع دایره‌ای دارند.

سرعت روبش، شدت منبع، انرژی منبع، آهنگ پالس منبع برای سامانه‌های دارای مولد شتاب‌دهنده خطی باید برای هرکدام از آزمون‌های ارائه شده در بندهای ۷ و ۸ بیان شود.

۷ آزمون‌های عملکرد تصویربرداری

۷-۱ عمق نفوذ در فولاد

۷-۱-۱ الزامات

سازنده باید عمق نفوذ در فولاد را بر حسب میلی‌متر، همان‌طور که در زیربند ۷-۱-۲ تعیین شده است، بیان کند.

۷-۱-۲ روش آزمون

الف- وسیله[1] آزمون در شکل ۱ نشان داده شده است. طول هر ضلع صفحه فولادی مستطیل شکل نباید کمتر از ۵۰۰ mm باشد. پایین صفحه باید موازی با زمین باشد.

ب- همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، کمینه طول هر ضلع جاذب کامل مستطیلی شکل که عمود بر باریکه پرتو است، نباید کمتر از ۲۰۰ mm باشد.

1-Apparatus

پ- توصیه می‌شود جاذب کامل در مرکز صفحه فولادی قرار بگیرد. همچنین توصیه می‌شود کمینه فاصله بین جاذب کامل و نزدیکترین لبه صفحه فولادی، کمتر از ۵۰ mm نباشد.

ت- توصیه می‌شود وسیله آزمون عمود بر باریکه پرتو در مرکز ابعاد بازرسی قرار گیرد.

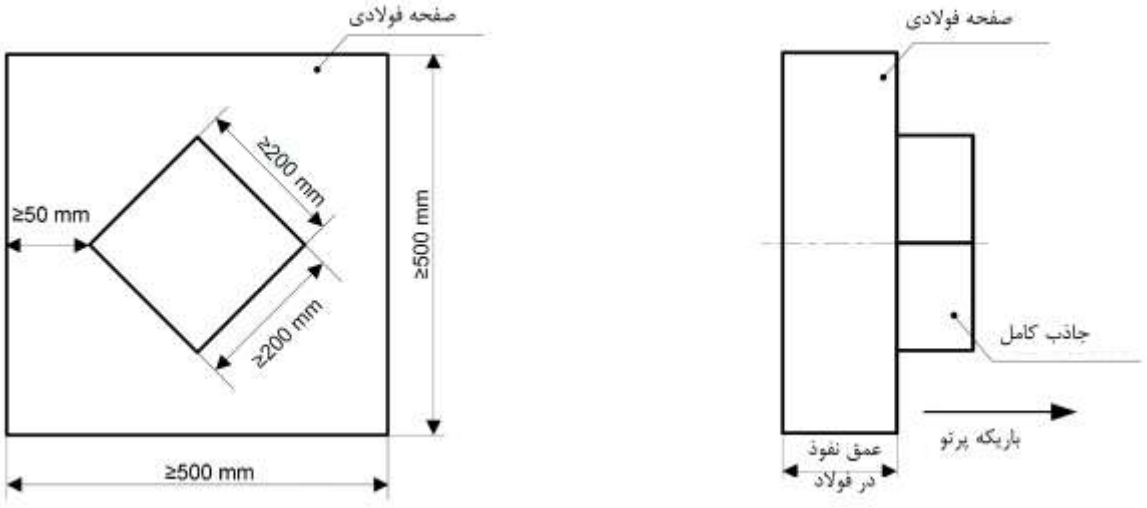
ث- وسیله را روبش کنید و تصویر را با استفاده از ابزارهای پردازش تصویر موجود در سامانه بازرسی ارزیابی کنید. سرعت روبش و سایر مشخصه‌ها را همان‌طور که در زیربند ۶-۳ بیان شده است، ثبت کنید.

ج- اگر جاذب کامل در تصویر روبش شده قابل تشخیص باشد، ضخامت صفحه فولادی را افزایش دهید و وسیله را دوباره روبش کنید تا این که جاذب کامل در تصویر روبش شده قابل تشخیص نباشد. میزان افزایش ضخامت باید ۱۰ mm باشد.

چ- عمق نفوذ در فولاد، مجموع ضخامت‌های صفحه‌های فولادی است که پشت جاذب کامل در تصویر روبش‌شده، قابل تشخیص است.

ح- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر موقعیت‌ها نیز قابل انجام است.

خ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، یک روش آماری با چندبار آزمون[1] برای تعیین عمق نفوذ به فولاد می‌تواند استفاده شود.



شکل ۱- وسیله آزمون عمق نفوذ در فولاد

1- Multiple tests

۷-۲ تشخیص سیم

۷-۲-۱ الزامات

سازنده باید تشخیص سیم را بر حسب میلی‌متر همان‌طور که در زیربند ۷-۲-۲ تعیین شده است، بیان کند.

۷-۲-۲ روش آزمون

الف- یک یا چند سیم فولادی با قطرهای مختلف باید در هوا یا پشت یک صفحه فولادی با ضخامت ۱۰۰ mm قرار بگیرند. وسیله آزمون با صفحه فولادی در شکل ۲ نشان داده شده است. طول هر ضلع صفحه فولادی مستطیل شکل، نباید کمتر از ۵۰۰ mm باشد. پایین صفحه باید موازی با زمین باشد. می‌توان برای نگهداری سیم(ها) هنگامی‌که در هوا قرار می‌گیرند از یک صفحه با عدد اتمی پایین استفاده کرد.

ب- در صورت استفاده از صفحه فولادی، فاصله بین انتهای یک سیم فولادی و نزدیکترین لبه صفحه، نباید کمتر از ۵۰ mm باشد. فاصله بین هر کدام از جفت سیم‌ها نباید کمتر از ۵۰mm باشد. طول تمام سیم‌های استفاده شده باید حداقل ۱۰۰ mm باشد و با زاویه ۴۵° نسبت به ضلع‌های صفحه قرار گیرند.

پ- توصیه می‌شود وسیله آزمون عمود بر باریکه پرتو تابش در مرکز ابعاد بازرسی، قرار گیرد.

ت- وسیله را روبش کنید و تصویر را با استفاده از ابزارهای پردازش تصویر موجود در سامانه بازرسی ارزیابی کنید. سرعت روبش و سایر مشخصه‌ها را همان‌طور که در زیربند ۶-۳ بیان شده است، ثبت کنید.

ث- اگر تمام سیم‌های فولادی در تصویر روبش شده قابل تشخیص باشند، قطر سیم‌های فولادی را کاهش دهید و وسیله را دوباره روبش کنید تا این‌که حداقل یکی از سیم‌های فولادی در تصویر روبش شده، قابل تشخیص نباشد. میزان کاهش قطر باید ۰٫۱ mm باشد.

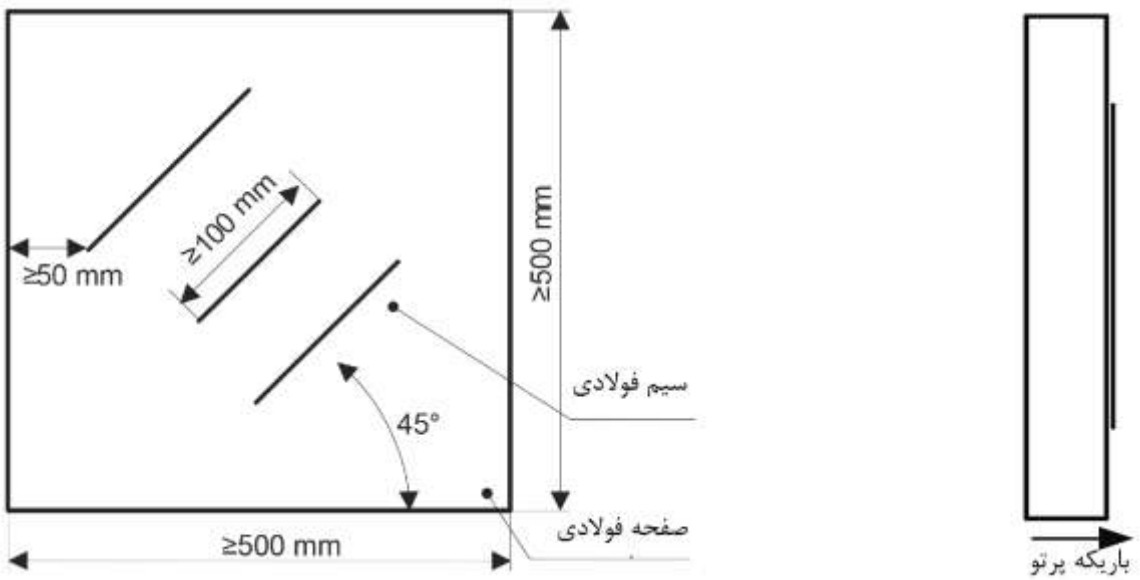
ج- تشخیص سیم، قطر نازک‌ترین سیمی است که در تصویر روبش شده قابل تشخیص باشد.

چ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی با سایر ضخامت‌های صفحه فولادی می‌تواند انجام شود.

ح- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر موقعیت‌ها می‌تواند انجام شود.

خ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، سیم‌ها همچنین می‌تواند به‌صورت دایره یا منحنی‌های سینوسی شکل‌دهی شوند.

د- براساس توافق بین کاربر و سازنده، برای تعیین تشخیص سیم می‌توان از یک روش آماری با چندبار آزمون استفاده کرد.



شکل ۲- وسیله آزمون تشخیص سیم

۷-۳ حساسیت تباین

۷-۳-۱ الزامات

سازنده باید حساسیت تباین را بر حسب درصد، همان‌طور که در زیربند ۷-۳-۲ تعیین شده است، بیان کند.

۷-۳-۲ روش آزمون

الف- یک ورق فولادی مستطیل شکل، یا چند ورق مشابه با ضخامت‌های مختلف، باید پشت یک صفحه فولادی به ضخامت ۱۰۰ mm قرار بگیرد. وسیله آزمون با صفحه فولادی در شکل ۳ نشان داده شده است. طول هر ضلع صفحه فولادی مستطیل شکل باید حداقل ۵۰۰ mm باشد. پایین صفحه باید موازی با سطح زمین باشد.

ب- طول هر ضلع ورق(ها) نباید کمتر از ۱۰۰ mm باشد و با زاویه °۴۵ نسبت به ضلع صفحه همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، قرار گیرد.

پ- کمینه فاصله بین یک ورق فولادی و نزدیکترین لبه صفحه فولادی، نباید کمتر از ۵۰ mm باشد. کمینه فاصله بین هر دو ورق فولادی نباید کمتر از ۵۰ mm باشد.

ت- توصیه می‌شود وسیله آزمون عمود بر باریکه پرتو در مرکز ابعاد بازرسی قرار بگیرد.

ث- وسیله را روبش کنید و تصویر را با استفاده از ابزارهای پردازش تصویر موجود در سامانه بازرسی ارزیابی کنید. سرعت روبش و سایر مشخصه‌ها را همان‌طور که در زیربند ۶-۳ بیان شده است، ثبت کنید.

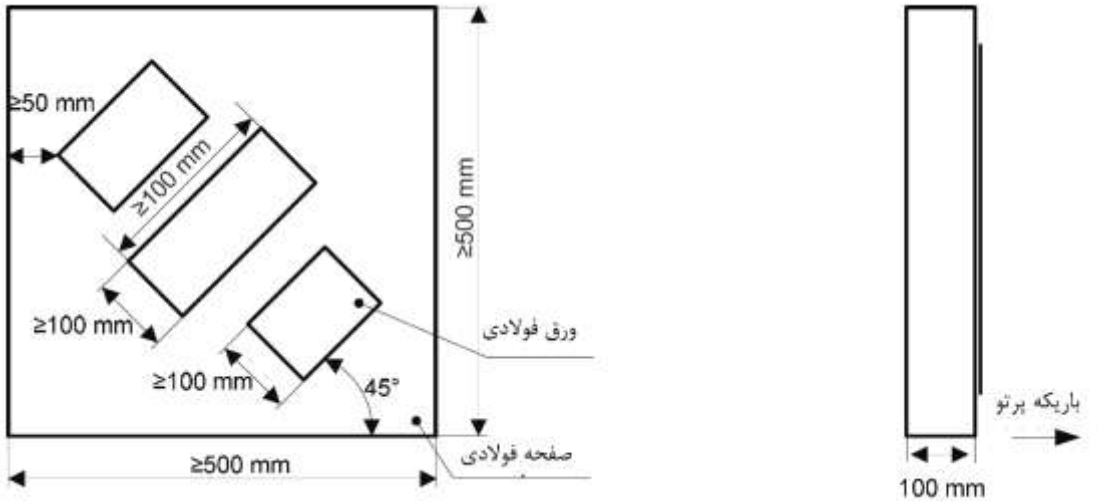
ج- اگر تمام ورق‌های فولادی در تصویر روبش شده قابل تشخیص باشند، ضخامت ورق‌های فولادی را کاهش دهید و وسیله را مجدداً روبش کنید تا این‌که حداقل یکی از ورق‌های فولادی در تصویر روبش شده، قابل تشخیص نباشد. میزان کاهش ضخامت باید ۰٫۱ mm باشد.

چ- حساسیت تباین برابر است با نسبت (بیان شده بر حسب درصد) ضخامت نازک‌ترین ورق فولادی، که پشت یک صفحه فولادی با ضخامت مشخص قابل تشخیص است، به ضخامت صفحه فولادی.

ح- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی با صفحه فولادی با سایر ضخامت‌ها می‌تواند انجام شود.

خ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر موقعیت‌ها می‌تواند انجام شود.

د- براساس توافق بین کاربر و سازنده، برای تعیین حساسیت تباین می‌توان از یک روش آماری با چندبار آزمون استفاده کرد.



شکل ۳- وسیله آزمونِ نشانگر تباین

۷-۴ قدرت تفکیک مکانی

۷-۴-۱ الزامات

سازنده باید قدرت تفکیک مکانی را برحسب میلی‌متر همان‌طورکه در زیربند ۷-۴-۲ تعیین شده است، بیان کند.

۷-۴-۲ روش آزمون

الف- توصیه می‌شود سه مجموعه از سیم‌های آزمون در این آزمون استفاده شود و برای هر یک از سه مجموعه، توصیه می‌شود دو یا چند سیم فولادی با قطر «x» mm به فاصله «۲x» mm (یعنی، یک فاصله «x» mm بین لبه‌های سیم‌ها) در هوا قرار بگیرند. وسیله آزمون در شکل ۴ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که برای نگهداری سیم‌ها می‌توان از یک صفحه از جنس ماده‌ای با عدد اتمی پایین استفاده کرد و پایین صفحه باید موازی با سطح زمین باشد.

ب- طول تمام سیم‌های استفاده شده باید حداقل ۱۰۰ mm باشد. سه مجموعه از سیم‌های آزمون باید موازی، عمود و با زاویه°۴۵ نسبت به پایین صفحه قرار داده شوند.

پ- وسیله آزمون باید عمود بر باریکه پرتو در مرکز ابعاد بازرسی قرار بگیرد.

ت- وسیله را روبش کنید و تصویر را با استفاده از ابزارهای پردازش تصویر موجود در سامانه بازرسی ارزیابی کنید. سرعت روبش و سایر مشخصه‌ها را همان‌طور که در زیربند ۶-۳ بیان شده است، ثبت کنید.

ث- اگر تمام سیم‌های فولادی در تصویر به صورت مجزا قابل تشخیص باشند، قطر سیم‌های فولادی را کاهش دهید و وسیله را مجدداً روبش کنید تا این‌که حداقل یکی از سیم‌های فولادی در تصویر روبش شده قابل تشخیص نباشد. میزان کاهش قطر باید ۰٫۱ mm باشد.

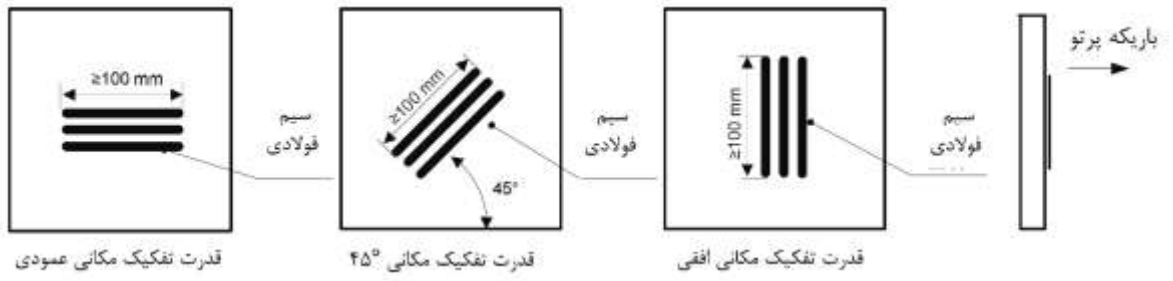
ج- اگر دو یا چند سیم با قطر «x» mm با فاصله «۲x» mm (یعنی، یک فاصله «x» mm بین لبه‌های سیم‌ها) از هم قرار داشته باشند، آن‌گاه کوچکترین مقدار«x» mm که برای آن تعداد سیم‌های آزمون در تصویر قابل تشخیص باشد، قدرت تفکیک مکانی سامانه بازرسی تحت آزمون را تعریف می‌کند.

چ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی با صفحه فولادی استفاده شده به‌عنوان ماده سدکننده می‌تواند انجام شود. ضخامت صفحه فولادی باید بیان شود.

ح- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر موقعیت‌ها می‌تواند انجام شود.

خ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر جهت‌گیری‌های سیم‌ها می‌تواند انجام شود.

د- براساس توافق بین کاربر و سازنده، برای تعیین قدرت تفکیک مکانی می‌توان از یک روش آماری با چندبار آزمون استفاده کرد.



شکل ۴- وسیله آزمونِ قدرت تفکیک مکانی

۷-۵ توانایی تمایز مواد

۷-۵-۱ الزامات

سازنده باید توانایی تمایز مواد برای سامانه انرژی چندگانه را در صورت وجود چنین توانایی، تعیین کند.

۷-۵-۲ روش آزمون

الف- وسیله آزمون باید شامل ۴ نمونه آزمونی به‌ترتیب از جنس‌های سرب، فولاد، آلومینیم و گرافیت باشد.

ب- ابعاد نمونه‌ها در شکل ۵ نشان داده شده‌اند، که در آن نمونه‌های پلکانی با ضخامت‌های مختلف برای پوشش کل گستره بازرسی استفاده می‌شوند. ضخامت‌های پلکانی مشخص برای هر ماده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ضخامت برای هر ماده

ضخامت / mm / ماده	T1	T2	T3	T4	T5
سرب	۱۰	۲۰	۴۰	۶۰	۱۰۰
فولاد	۱۵	۳۰	۶۰	۹۰	۱۵۰
آلومینیم	۴۰	۸۰	۱۶۰	۲۵۰	۴۰۰
گرافیت	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	کاربرد ندارد

پ- اندازه هر ضلع سطح مستطیل شکل از تمام نمونه‌های پلکانی نباید کمتر از ۲۰۰ mm باشد.

ت- توصیه می‌شود یک نمونه آزمون عمود بر باریکه پرتو در مرکز ابعاد بازرسی قرار گیرد (به شکل ۵ مراجعه کنید). طول نمونه‌های آزمون، موازی با سطح زمین قرار داده شوند.

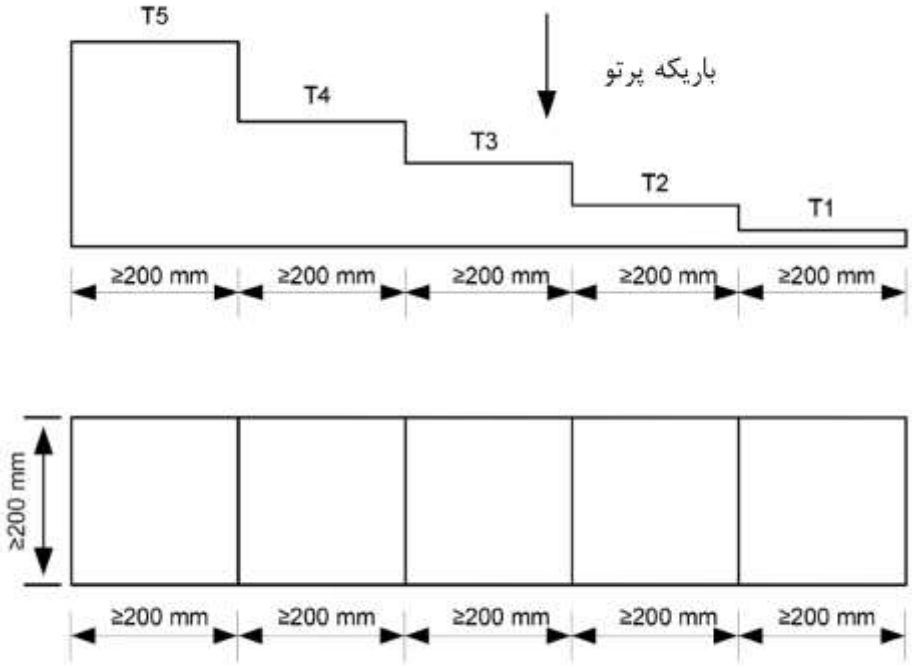
ث- وسیله را روبش کنید و تصویر را با استفاده از ابزارهای پردازش تصویر موجود در سامانه بازرسی ارزیابی کنید. سرعت روبش و سایر مشخصه‌ها را همان‌طور که در زیربند ۶-۳ بیان شده است، ثبت کنید.

ج- توصیه می‌شود مواد مختلف در فام‌های[1] مختلف در تصویر روبش شده سامانه بازرسی، نمایش داده شوند. توصیه می‌شود یک نوع ماده با ضخامت‌های مختلف در فام یکسان نمایش داده شود. برای تحلیل رنگ تصویر می‌توان از نرم‌افزار تکمیلی استفاده کرد.

چ- سامانه‌ای که می‌تواند یک ماده را از ماده دیگر (به جدول ۲ مراجعه شود) تشخیص دهد باید قادربه نشان دادن یک نوع ماده با حداقل دو ضخامت مختلف با فام یکسان باشد. یک سامانه که می‌تواند مواد مختلف را متمایز کند، باید قادر باشد حداقل دو ماده را از مواد دیگر جدول ۲ تشخیص دهد.

ح- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی با مواد سدکننده می‌تواند انجام شود.

خ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، برای تعیین توانایی تمایز مواد می‌توان از یک روش آماری با چندبار آزمون استفاده کرد.



شکل ۵- یک نمونه آزمون برای آزمون توانایی تفکیک مواد

1-Hues

۸ آزمون‌های ایمنی پرتوی

۸-۱ کلیات

آزمون ایمنی پرتوی هنگامی باید انجام شود که منبع پرتو سامانه بازرسی در بالاترین سطح تابشی عملیاتی کار کند، و سایر شرایط آزمون باید با آزمون عملکردی تصویربرداری تعیین شده در بند ۷، یکسان باشد.

پرتوهای پراکنده از جسم روبش شونده، در اغلب اوقات آهنگ معادل دُز محیطی پیرامون سامانه بازرسی را افزایش خواهند داد. بنابراین یک کانتینر، وسیله نقلیه یا پالت[1]، هر کدام که برای سامانه بازرسی مناسب‌تر است، به‌عنوان جسم مرجع روبش شونده برای آزمون ایمنی پرتوی پیشنهاد می‌شود. براساس توافق بین کاربر و سازنده، یک جسم مرجع روبش شونده متفاوت دیگری را نیز می‌توان به‌کار برد.

سازنده باید دستگاه اندازه‌گیری (آهنگ) معادل دُز محیطی مناسب برای منبع(های) پرتو استفاده شده در سامانه را به‌کار برد و باید نوع دستگاه، سازنده و شماره سریال، و گواهی کالیبراسیون آن را ارائه کند.

۸-۲ کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی

۸-۲-۱ الزامات

کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی $\mu Sv.h^{-1}$ ۲٫۵ پیرامون سامانه باید اندازه‌گیری و ارائه شود.

برای هر سامانه‌ای که فاصله و/یا یک ناحیه تحت نظارت را به‌عنوان بخشی از کنترل تابشی سامانه به‌کار می‌برد، این مجموعه از اندازه‌گیری‌ها الزامی است. در جایی‌که آهنگ معادل دُز محیطی در فاصله ۵ cm تمام سطوح خارجی قابل دسترس سامانه، کمتر از $\mu Sv.h^{-1}$ ۲٫۵ بالاتر از زمینه طبیعی باشد، این آزمون الزامی نیست.

۸-۲-۲ روش آزمون

الف- سامانه باید در حالت ایستا[2] آزمون شود تا اندازه‌گیری‌ها درست‌تر و تکرارپذیر باشند.

ب- آهنگ معادل دُز محیطی را در فاصله ۱ m، مقابل منبع پرتو در راستای باریکه اولیه به‌عنوان سطح تابشی خروجی آن، اندازه‌گیری و ثبت کنید.

پ- جسم مرجع روبش شونده را در موقعیت روبش قرار دهید.

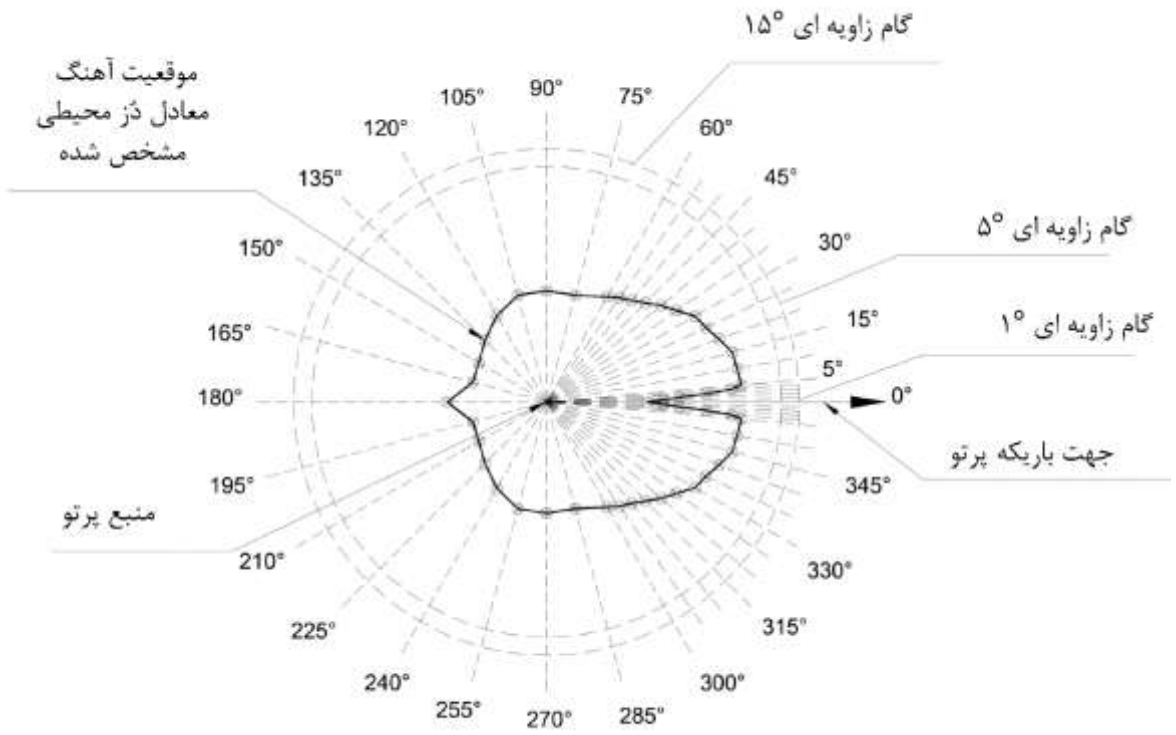
ت- دستگاه اندازه‌گیری پرتو را در راستای زوایای مشخص شده در شکل ۶ برای پیدا کردن موقعیتی که آهنگ معادل دُز محیطی $\mu Sv.h^{-1}$ ۲٫۵ بالاتر از زمینه طبیعی است به داخل و خارج حرکت دهید. دستگاه باید در ارتفاع ۱ m ±۰٫۱ m از سطح زمین باشد و از صفر درجه تا ۳۶۰° بچرخد.

1- Pallet
2- Static mode

توصیه می‌شود اندازه‌گیری‌ها، همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، در فاصله‌های زاویه‌ای مناسبی انجام شوند.

ث- برای ترسیم کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی $\mu Sv.h^{-1}$ ۲٫۵ سامانه، خطوط را با اتصال موقعیت‌ها رسم کنید.

ج- براساس توافق بین کاربر و سازنده، می‌توان اندازه‌گیری‌های بیشتری در زوایه‌ها یا ارتفاع‌های مختلف دیگری را انجام داد.



شکل ۶- طرحی از یک نمونه کانتور هم‌دُز آهنگ معادل دُز محیطی

۸-۳ آهنگ معادل دُز محیطی در مرز سامانه

۸-۳-۱ الزامات

در مدت زمان روبش و در امتداد مرز سامانه که توسط سازنده تعیین می‌شود، حداکثر مقدار آهنگ معادل دُز محیطی نباید بیشتر از $\mu Sv.h^{-1}$ ۲٫۵، بالاتر از زمینه طبیعی باشد، با وجود این ممکن است حدود قانونی ملی دیگری، اعمال شود.

۸-۳-۲ روش آزمون

الف- آهنگ معادل دُز محیطی را در فاصله ۱ m، مقابل منبع پرتو در راستای باریکه اولیه به‌عنوان سطح تابشی خروجی آن، اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ب- جسم مرجع روبش شونده را در موقعیت روبش قرار دهید.

پ- آهنگ معادل دُز محیطی در ارتفاع ۱ m ±۰٫۱ m از سطح زمین در امتداد مرز سامانه که توسط سازنده بیان شده است را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ت- اگر منبع پرتو در سامانه بازرسی در طی روبش حرکت کند، آهنگ معادل دُز محیطی در هر موقعیت مشخص شده در مرز سامانه باید بیشینه قرائت در مدت زمان این روبش باشد.

ج- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های بیشتری در سایر موقعیت‌ها را نیز می‌توان انجام داد. اگر حفاظ باریکه[1] ارتفاع کامل باریکه پرتو را پوشش ندهد، در موقعیت‌های اشغال شده که توسط حفاظ باریکه حفاظت نشده است، و ممکن است آهنگ معادل دُز محیطی در آن‌جا بیشتر از $2{,}5\ \mu Sv.h^{-1}$ باشد، باید اندازه‌گیری‌های بیشتری، انجام داد.

چ- براساس توافق بین کاربر و سازنده، آهنگ‌های معادل دُز محیطی در مرز سامانه را با قراردادن دیگر اجسام مرجع روبش شونده در موقعیت روبش نیز، می‌توان اندازه‌گیری کرد.

۸-۴ آهنگ معادل دُز محیطی در محل استقرار کاربر

۸-۴-۱ الزامات

بیشینه آهنگ معادل دُز محیطی در محل استقرار کاربر در مدت زمان روبش نباید بیشتر از $1{,}0\ \mu Sv.h^{-1}$ بالاتر از زمینه طبیعی باشد، با وجود این ممکن است حدود قانونی ملی دیگری اعمال شود.

۸-۴-۲ روش آزمون

الف- آهنگ معادل دُز محیطی را در فاصله ۱ m، مقابل منبع پرتو در راستای باریکه اولیه به‌عنوان سطح تابشی خروجی آن اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ب- جسم مرجع روبش شونده را در موقعیت روبش قرار دهید.

پ- آهنگ معادل دُز محیطی را در محل استقرار کاربر، به‌عنوان مثال در محل صفحه کنترل یا محل ارزیابی تصویر و در مدت زمان روبش، اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ت- اگر منبع پرتو در سامانه بازرسی در مدت زمان روبش حرکت کند، آهنگ معادل دُز محیطی در محل استقرار کاربر باید بیشینه قرائت در مدت زمان این روبش باشد.

1-Beam stop

ث- براساس توافق بین کاربر و سازنده، آهنگ‌های معادل دُز محیطی در محل استقرار کاربر را با جسم مرجع روبش شونده دیگر نیز در موقعیت روبش می‌توان اندازه‌گیری کرد.

۸-۵ معادل دُز محیطی درمحل راننده

۸-۵-۱ الزامات

اگر راننده در مدت زمان روبش در وسیله نقلیه روبش شونده باقی بماند، معادل دُز محیطی درمحل راننده نباید بیشتر از ۵ μSv در هر روبش باشد، با وجود این ممکن است حدود قانونی ملی دیگری اعمال شود.

۸-۵-۲ روش آزمون

الف- آهنگ معادل دُز محیطی را در فاصله ۱ m، مقابل منبع پرتو در راستای باریکه اولیه به‌عنوان سطح تابشی خروجی آن اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ب- دُزسنج‌های غیرفعال[1] یا دُزسنج‌های تجمعی دیگر را به‌صورت مناسب در موقعیت راننده قرار دهید.

پ- معادل دُز محیطی تجمعی حاصل از حداقل ۱۰ بار روبش با یک سرعت بازرسی معمولی را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ت- حاصل تقسیم دُز تجمعی ثبت‌شده منهای دز زمینه طبیعی بر تعداد روبش‌ها، معادل دُز محیطی به راننده به ازای هر روبش را نشان می‌دهد.

۸-۶ معادل دُز محیطی جسم تحت بازرسی

۸-۶-۱ الزامات

معادل دُز محیطی جسم تحت بازرسی، نباید از ۱ mSv به ازای هر روبش، بیشتر باشد، با وجود این ممکن است حدود قانونی ملی دیگری اعمال شود.

۸-۶-۲ روش آزمون

الف- آهنگ معادل دُز محیطی را در فاصله ۱ m، مقابل منبع پرتو در راستای باریکه اولیه به‌عنوان سطح تابشی خروجی آن اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ب- دُزسنج‌های غیرفعال یا دُزسنج‌های تجمعی دیگر را به‌صورت مناسب در مرکز ابعاد بازرسی قرار دهید.

پ- معادل دُز محیطی تجمعی حاصل از حداقل ۱۰ بار روبش با یک سرعت روبش معمولی را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ت- حاصل تقسیم دُز تجمعی ثبت‌شده منهای دز زمینه طبیعی بر تعداد روبش‌ها، معادل دُز محیطی جسم تحت بازرسی به ازای هر روبش را نشان می‌دهد.

1- Passive dosimeters

ث- براساس توافق بین کاربر و سازنده، اندازه‌گیری‌های تکمیلی در سایر موقعیت‌ها را می‌توان انجام داد.

۹ آزمون‌های ایمنی الکتریکی

۹-۱ حفاظت زمین تجهیزات

۹-۱-۱ الزامات

سامانه‌های بازرسی باید دارای مدار حفاظتی[1] باشند و مقاومت بین بدنه سامانه[2] و پایانه اتصال زمین حفاظتی (PE)[3] نباید از ۰٫۱ Ω بیشتر شود (به زیربند ۶-۵-۱-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۲۳۲ سال ۱۳۹۵مراجعه شود).

۹-۱-۲ روش آزمون

از یک زمین‌سنج[4] برای اندازه‌گیری مقاومت بین بدنه سامانه و پایانه اتصال زمین حفاظتی با جریان آزمونی ۲۵ A استفاده کنید.

۹-۲ مقاومت عایقی

۹-۲-۱ الزامات

تحت شرایط آزمون نشان داده شده در جدول ۱، مقاومت عایقی بین مدار حفاظتی و هر فاز از برق تجهیزات الکتریکی با منبع تغذیه مستقل در سامانه بازرسی نباید کمتر از ۱ MΩ باشد (به زیربند 18.3 استاندارد IEC 60204-1: 2005 مراجعه شود).

۹-۲-۲ روش آزمون

مقاومت عایقی باید در ۵۰۰ V d.c. بین مدار حفاظتی و هر فاز از منبع اصلی اندازه‌گیری شود. نتیجه نباید کمتر از ۱ MΩ باشد.

۹-۳ آزمون ولتاژ

۹-۳-۱ الزامات

تجهیزات الکتریکی باید مطابق با الزامات ارائه شده در جدول ۳ مورد آزمون قرار گیرد و نباید هیچ شکست ولتاژ یا جرقه بیش از حد[5] مکرری در حین آزمون رخ دهد.

1- Protective circuit
2- System case
3- Protectiveearthing terminal
4- Ground meter
5-Arc-over

اتصال قطعات و دستگاه‌هایی که آستانه تحمل ولتاژ آزمون آن‌ها، طبقه‌بندی نشده است، باید در حین آزمون قطع شوند.

جدول ۳- ولتاژ آزمون

ولتاژ آزمون V (مقدار واقعی[1] AC یا ولتاژ DC)	مدت زمان انجام آزمون s
۱۰۰۰	بزرگتر یا مساوی ۱

(به زیربند 18.4 استاندارد IEC 60204-1: 2005 مراجعه شود)

۹-۳-۲ روش آزمون

ولتاژ آزمون باید بین مدار حفاظتی و رساناهای مدار برق اعمال شود، و به‌تدریج از صفر ولت تا ۱۰۰۰ V در ۱۰ s افزایش یابد و حداقل برای ۱ s در ۱۰۰۰ V نگه داشته شود. اگر هیچ تخلیه الکتریکی مخربی رخ ندهد الزامات برآورده شده است.

۹-۴ حفاظت در برابر شوک الکتریکی

۹-۴-۱ الزامات

قطعات سامانه بازرسی باید حفاظت شوک الکتریکی را تحت شرایط کاری عادی تأمین کند. هنگامی‌که برق به سامانه متصل می‌شود، اجزای قابل لمس نباید برق‌دار شوند. ولتاژ بین اجزای قابل لمس و پایانه اتصال زمین ایمنی[2]، یا ولتاژ بین هر دو قسمت جدا از هم قابل لمس یک تجهیز، با فاصله کمتر از ۱٫۸ m، نباید بیشتر از ۳۳ V باشد (مقدار واقعی ۳۳ V، مقدار قله[3] ۴۶٫۷ V، یا ۷۰ V DC) (به زیربند ۶-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۲۳۲: سال ۱۳۹۵مراجعه شود).

۹-۴-۲ روش آزمون

یک مقاومت ۲۰۰۰ Ω با یک ولت‌سنج AC به صورت موازی وصل شود و با آن مقدار ولتاژ بین تمام اجزا که به‌طور مستقیم قابل لمس هستند، باید مورد آزمون قرار گیرند و هر دو انتهای پایانه زمین ایمنی باید اندازه‌گیری شود.

یادآوری- توصیه می‌شود آزمون‌های ایمنی الکتریکی قبل از تحویل هر نوع از سامانه‌های بازرسی، انجام شود. براساس توافق بین کاربر و سازنده می‌توان آزمون‌های بیشتری را نیز انجام داد.

1- Virtual value

۱- منظور ولتاژ مؤثر است

2- Safety grounding terminal

3- Peak

۱۰ سازگاری الکترومغناطیسی

۱۰-۱ الزامات

مقدار حد انتشار امواج الکترومغناطیسی واحدهای مرتبط یک سامانه بازرسی باید مطابق با مقدار حد انتشار تعیین شده در استاندارد IEC 61000-6-4، باشد.

مصونیت اختلال در واحدهای مرتبط سامانه‌های بازرسی، باید مطابق با الزامات مشخص شده در استاندارد IEC 61000-6-2 باشد (به زیربند 1.3 جدول 1، زیربندهای 2.2 و 2.3 جدول 2، زیربندهای 3.2 و 3.3 جدول 3، زیربندهای 4.2، 4.3، 4.4 و 4.5 جدول 4، و زیربند 5.2 جدول 5، در استاندارد IEC 61000-6-2 مراجعه شود). قفل‌های هم‌بند ایمنی باید در حین آزمون و بعد از آن به‌درستی کار کنند.

۱۰-۲ روش آزمون

آزمون سازگاری الکترومغناطیسی باید در فاصله m ۱۰ از ناحیه تحت نظارت تابشی سامانه مطابق با شرایط آزمون توصیف شده در بندهای 6 و 9 استاندارد IEC 61000-6-4 انجام شود. نتیجه آزمون باید مطابق با الزامات زیربند ۱۰-۱ این استاندارد باشد.

آزمون ایمنی باید مطابق با شرایط و الزامات آزمون در بندهای 6 و 9 استاندارد IEC 61000-6-4 اجرا شود. نتایج آزمون باید مطابق با الزامات در زیربند ۱۰-۱ این استاندارد باشد.

۱۱ الزامات محیطی

۱۱-۱ الزامات

سازنده باید سازگاری محیطی سامانه بازرسی یا قطعات تشکیل‌دهنده آن، شامل دما، رطوبت، درجه حافظت در برابر خیس‌شدگی و گرد و غبار، اما نه محدود به آن‌ها، را بیان کند. قطعات مرتبط با ایمنی باید در گستره کامل شرایط کاری تعیین شده توسط سازنده به‌درستی عمل کنند.

۱۱-۲ روش آزمون

توصیه می‌شود روش آزمون براساس توافق بین کاربر و سازنده طراحی شود.

۱۲ مستندسازی

برخی از مستندات، شامل، اما نه محدود به، اطلاعات زیر باید برای هر سامانه فراهم شوند:

- نام سازنده یا علامت تجاری ثبت‌شده.
- نوع سامانه، شماره سریال.
- گزارش آزمون‌ها.

- کتابچه‌های راهنما[1]
- گواهینامه منبع (چشمه) پرتو.
- تأییدیه انطباق با این استاندارد.

1- Instruction manuals

کتاب‌نامه

[1] IEC 60846-1:2009, Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional doseequivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portableworkplace and environmental meters and monitors

[2] IAEA Safety Series No.115, International basic safety standards for protection againstionizing radiation and for the safety of radiation sources

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۵۱، سال ۱۳۸۴، حفاظت در برابر پرتوهای یون‌ساز و ایمنی منابع پرتو- استانداردهای پایه، با استفاده از استاندارد IAEA No.115: 1996 تدوین شده است.