



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۰۳۸

چاپ اول

ISIRI

11038

1st. edition

حفاظت در برابر اشعه - چشمه‌های پرتوزای

بسته - روش‌های آزمون نشتی

**Radiation protection – Sealed radioactive
sources – Leakage test methods**

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹
تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
تلفن: ۸-۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶۱)
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)
پیام نگار: standard@isiri.org.ir
وبگاه: www.isiri.org
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)
بها: ۱۲۵۰ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88879461-5
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran
P.O. Box: 31585-163
Tel: +98 (261) 2806031-8
Fax: +98 (261) 2808114
Email: standard@isiri.org.ir
Website: www.isiri.org
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787
Price: 1250 Rls.

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"حفاظت در برابر اشعه - چشمه‌های پرتوزای بسته - روش‌های آزمون نشتی"

رئیس:

خادم شریعت، هاجر
(فوق لیسانس فیزیک پزشکی)

سمت و/یا نمایندگی

کارشناس فیزیک پرتوها،
سازمان انرژی اتمی ایران

دبیر:

موافقی، امیر
(دکترای مهندسی پرتوپزشکی)

سرپرست دفتر خدمات هسته‌ای و پرتوی،
سازمان انرژی اتمی ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

انصاری، شعله
(لیسانس مهندسی برق)

کارشناس علوم و فنون هسته‌ای،
سازمان انرژی اتمی ایران

خدادادی، رضا
(لیانس فیزیک)

کارشناس گروه بازرسی تأسیسات پرتوی،
سازمان انرژی اتمی ایران

رک رک، بهروز
(فوق لیسانس مهندسی هسته‌ای)

کارشناس مسئول طراحی سیستم‌های حفاظت
هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران

شاهنده، مصطفی
(لیسانس فیزیک)

کارشناس علوم و فنون هسته‌ای،
سازمان انرژی اتمی ایران

شجاعی، امیراحمد
(لیسانس فیزیک)

کارشناس شتابدهنده‌ها، پژوهشگاه علوم و فنون
هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران

صالحی، حجت‌الله
(دکترای تخصصی شیمی)

مدیر گروه پژوهشی رادیو ایزوتوپ، پژوهشگاه
علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران

صمیمی، بیژن
(فوق لیسانس هسته‌ای)

رئیس گروه صنعتی امور حفاظت،
سازمان انرژی اتمی ایران

فتحی، مهدی

(فوق لیسانس مهندسی هسته‌ای)

کارشناس علوم و فن‌آوری هسته‌ای،

سازمان انرژی اتمی ایران

کرمانی، سید ابوطالب

(فوق لیسانس مهندسی پرئوپزشکی)

کارشناس مسئول آزمایشگاه آزمون‌های

غیرمخرب، سازمان انرژی اتمی ایران

متاجی کجوری، نعیم‌الدین

(دکترای مهندسی هسته‌ای)

مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی و مطالعات فنی و

اقتصادی، سازمان انرژی اتمی ایران

محمدزاده، نورالدین

(لیسانس فیزیک)

عضو هیأت علمی سازمان انرژی اتمی ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ الزامات
۶	۵ روش‌های آزمون به وسیله ابزارهای پرتوزا
۹	۶ روش‌های آزمون به وسیله ابزارهای غیرپرتوزا
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) راهنمای انتخاب آزمون‌ها بر اساس نوع چشمه بسته و نوع کنترل
۱۶	پیوست ب (اطلاعاتی) کتابشناسی

پیش‌گفتار

استاندارد "حفاظت در برابر اشعه - چشمه‌های پرتوزای بسته - روش‌های آزمون نشتی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران / سازمان انرژی اتمی) تهیه و تدوین شده و در یکصد و نود و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۸۷/۸/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 9978: 1992 Radiation Protection, Sealed radioactive sources – Leakage test methods

مقدمه

استفاده از چشمه‌های پرتوزای بسته چنان رواج یافته که تهیه و تدوین استانداردهایی را برای راهنمایی کاربر، سازنده و مؤسسه قانون‌گذار ضروری نموده است. در تهیه این استانداردها موضوع اصلی، حفاظت در برابر اشعه است.

روش‌های آزمون نشتی برای چشمه‌های پرتوزای بسته قبلاً در استاندارد ISO/TR 4826 منتشر شده و تجارب به دست آمده از آن، تهیه نسخه کامل این استاندارد را امکان‌پذیر ساخته است.

حفاظت در برابر اشعه - چشمه‌های پرتوزای بسته - روش‌های آزمون نشتی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد توصیف روش‌های مختلف آزمون نشت برای چشمه‌های پرتوزای بسته است. این استاندارد مجموعه کاملی از دستورالعمل‌های کاربرد ابزارهای پرتوزا و غیر پرتوزا را شامل می‌شود. این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

- کنترل کیفی به منظور اعتباربخشی آزمون‌های لازم جهت تعیین رده‌بندی چشمه‌های پرتوزای بسته نمونه اولیه بر اساس استاندارد ISO 2919 : 1980؛
 - کنترل تولید چشمه‌های پرتوزای بسته؛
 - بازرسی‌های دوره‌ای چشمه‌های پرتوزای بسته در فواصل زمانی منظم طی عمر مفید چشمه.
- پیوست الف این استاندارد ملی، توصیه‌هایی به منظور راهنمایی کاربر در انتخاب مناسب‌ترین روش(ها) بر اساس نوع کنترل و چشمه ارائه می‌دهد.
- در موارد خاص ممکن است نیاز به انجام آزمون‌های ویژه‌ای باشد که در این استاندارد توضیح داده نشده است.
- با این وجود تأکید می‌گردد در مواردی که به تولید، استفاده، انبارش و حمل و نقل چشمه‌های پرتوزای بسته مربوط می‌شود، انطباق با این استاندارد جایگزین رعایت الزامات آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سایر قوانین ملی مرتبط نخواهد بود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

ISO 2919:1980, Sealed radioactive sources – Classification.

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

چشمه پرتوزای بسته

مواد پرتوزایی که به طور دائم در یک یا چند کپسول، آب‌بندی و/یا به کمک ماده‌ای کاملاً محصور شده‌اند. ساختار این کپسول(ها) و یا مواد باید بگونه‌ای باشد تا نشت‌ناپذیری چشمه‌های بسته را در شرایط کار تأمین کرده و کاملاً برای آنچه که طراحی شده است، پوشش مناسبی باشد.

یادآوری - در متن این استاندارد برای اختصار، اصطلاح «چشمه بسته» به جای «چشمه پرتوزای بسته» به کار می‌رود.

۲-۳

نشت‌ناپذیر

اصطلاح به کار رفته برای چشمه‌های بسته‌ای که پس از انجام آزمون نشتی، مقادیر حدی جدول ۱ را برآورده می‌سازند.

۳-۳

کپسول

پوشش محافظی که معمولاً فلزی بوده و برای جلوگیری از نشت مواد پرتوزا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۳

چشمه بسته کاذب

نمونه مشابه چشمه بسته، شامل کپسولی که همان ساختار را داشته و دقیقاً از همان مواد چشمه بسته ساخته شده اما به جای محتویات مواد پرتوزا از موادی پر شده که تا جای ممکن از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه مواد پرتوزا است.

۵-۳

چشمه بسته شبیه‌سازی شده

نمونه مشابه چشمه بسته، شامل کپسولی که همان ساختار را داشته و دقیقاً از همان مواد چشمه بسته ساخته شده اما به جای محتویات مواد پرتوزا از موادی پر شده که تا جای ممکن از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی، مشابه مواد پرتوزا است و حاوی مقدار بسیار کمی مواد پرتوزا به عنوان ردیاب می‌باشد.

یادآوری - ردیاب باید به شکل محلول در حلالی باشد که به کپسول آسیبی نرساند و بیشینه پرتوزایی آن با کاربردش در پوشش محافظ سازگار باشد.

۶-۳

شناسه مدل

به اصطلاح توصیف‌کننده یا شماره مرجع شناسایی یک طراحی خاص از چشمه بسته اطلاق می‌شود.

۷-۳

چشمه بسته نمونه اولیه

نمونه اصلی یک چشمه بسته که به عنوان الگو برای ساخت همه چشمه‌های بسته مشخص با یک شناسه مدل یکسان به کار می‌رود.

۸-۳

کنترل کیفی

کنترل‌هایی که بر روی یک چشمه بسته نمونه اولیه جهت بررسی تطابق با استاندارد ISO 2919 : 1980 انجام می‌گیرد. تعیین رده‌بندی چشمه بسته نیز جزو این بررسی می‌باشد.

۹-۳

کنترل تولید

آزمون کارایی چشمه بسته جدید، پیش از آن که چشمه‌های بسته‌ای با همان شناسه مدل در شرایط واقعی تولید و مورد استفاده قرار بگیرند.

۱۰-۳

بازرسی‌های دوره‌ای

کنترل‌های ویژه‌ای که در فواصل زمانی منظم به منظور اثبات نشت‌ناپذیری چشمه بسته (طی زمان انبارش و استفاده) انجام می‌شود.

۱۱-۳

نشت

به خروج مواد پرتوزا از چشمه بسته به محیط اطلاق می‌گردد.

۱۲-۳

غیر قابل شستشو

اصطلاح به کار رفته برای توضیح این مطلب که مواد پرتوزای محصور در چشمه بسته عملاً در آب نامحلول بوده و قابلیت تبدیل به محصولات قابل پخش را ندارند (به استاندارد ISO 2919 : 1980 مراجعه کنید).

آهنگ نشت استاندارد هلیوم^۱

به آهنگ نشت هلیوم در فشار بالادست $10^3 \text{ Pa} \pm 5 \times 10^5 \text{ Pa}$ و فشار پایین دست 10^3 Pa یا کمتر در دمای $(296 \pm 7) \text{ K}$ یا $(23 \pm 7) \text{ }^\circ\text{C}$ اطلاق می‌شود؛ در این استاندارد از واحد میکروپاسکال مترمکعب در ثانیه استفاده شده که به مقادیر حدی زیر می‌رسد:

$$1 \mu\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \approx 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \approx 7/5 \times 10^{-3} \text{ lusec}^2$$

۴ الزامات

آزمون‌های توضیح داده شده در این استاندارد باید توسط افراد ماهر و دارای صلاحیت که در زمینه حفاظت در برابر اشعه آموزش مناسب دیده‌اند، انجام گیرد.

بر اساس نوع چشمه بسته و نوع کنترل، حداقل یکی از آزمون‌های توضیح داده شده در بندهای ۵ و ۶ بایستی انجام شود [برای انتخاب آزمون(ها) به پیوست الف مراجعه کنید].

در صورت انجام آزمون‌های خاصی که در این استاندارد ارائه نشده است (بند ۱)، کاربر بایستی بتواند نشان دهد کارایی روش مورد استفاده حداقل در حد یکی از روش‌های شرح داده شده در این استاندارد می‌باشد.

بایستی توجه شود که اغلب در آزمایش‌های رایج، بیش از یک روش آزمون نشتی انجام می‌شود؛ همچنین یک آزمون نهایی سایش^۳ به عنوان آزمون بررسی آلودگی صورت می‌گیرد.

در پایان انجام آزمون(ها) اگر نتایج با مقادیر حدی مشخص شده در جدول ۱ تطابق داشته باشد، باید چشمه بسته نشت‌ناپذیر در نظر گرفته شود.

علت عدم همخوانی بین مقادیر اندازه‌گیری شده با روش‌های مختلف، وابستگی نتایج به تجهیزات و دستورالعمل‌های اندازه‌گیری است.

بر اساس [۱۲] آهنگ نشت $10 \mu\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ برای محتویات جامد غیر قابل شستشو و آهنگ $0.1 \mu\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ برای مواد جامد، مایع و گاز قابل شستشو در اکثر موارد، معادل حد پرتوزایی رها شده 2 kBq ($\approx 50 \text{ nCi}$) در نظر گرفته می‌شود.

برای کسب اطمینان بیشتر، آستانه پذیرش حجمی^۴ در [۲] داده شده است. صرف نظر از ماهیت فیزیکی محتویات، آهنگ نشت $10^{-7} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ یا کمتر از آن در هوای خشک و در دمای $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (298 K) و در اختلاف فشار 1 atm در برابر خلاء 10^{-2} atm یا کمتر از آن، نشانه وجود نقص در نشت‌ناپذیری می‌باشد.

¹ Standard helium leakage rate

^۲ واحد مورد استفاده برای بیان نشت پمپ‌های خلأ؛ یک لوسک شار یک لیتر در ثانیه در فشار یک میکرومتر جیوه است.

³ Wipe test

⁴ Volumetric acceptance threshold

جدول ۱- مقادیر حدی و مقادیر آستانه آشکارسازی برای روش‌های مختلف آزمون

مقدار حدی		مقدار آستانه آشکارسازی	زیربند	روش آزمون
محتوای قابل شستشو یا گازی	محتوای غیر قابل شستشو			
kBq		Bq		
۰/۲	۰/۲	۱ تا ۱۰	۱-۱-۵	آزمون غوطه‌وری (مایع داغ)
۰/۲	۰/۲	۱ تا ۱۰	۲-۱-۵	آزمون غوطه‌وری (مایع جوشان)
۰/۲	۰/۲	۱ تا ۱۰	۳-۱-۵	آزمون غوطه‌وری با سوسوزن مایع ^۱
۰/۲	- ^(۱)	۰/۴ تا ۴	۱-۲-۵	آزمون خروج گاز
(^{۲۲۲} Rn / ۱۲ h)	- ^(۱)	۰/۴ تا ۰/۰۴	۲-۲-۵	آزمون خروج گاز با سوسوزن مایع
۰/۲	۰/۲	۱ تا ۱۰	۱-۳-۵	آزمون سایش، مرطوب
۰/۲	۰/۲	۱ تا ۱۰	۲-۳-۵	آزمون سایش، خشک
آهنگ نشت استاندارد هلیوم، $\mu\text{Pa.m}^3.\text{s}^{-1}$				
$۱۰^{-۲}$	۱	$۱۰^{-۴}$ تا $۱۰^{-۲}$	۱-۱-۶	آزمون هلیوم
$۱۰^{-۲}$	۱	$۱۰^{-۲}$ تا ۱	۲-۱-۶	آزمون تحت فشار هلیوم
- ^(۳)	۱	$۱^{(۲)}$	۱-۲-۶	آزمون حباب خلاء
- ^(۳)	۱	$۱^{(۲)}$	۲-۲-۶	آزمون حباب مایع داغ
- ^(۳)	۱	$۱^{(۲)}$	۳-۲-۶	آزمون حباب تحت فشار گاز
$۱۰^{-۲}$	۱	$۱۰^{-۲}$ ^(۲)	۴-۲-۶	آزمون حباب نیتروژن مایع
بهره جرمی ^۲ آب، μg				
- ^(۳)	۵۰	۱۰	۳-۶	آزمون تحت فشار آب
<p>^(۱) نامناسب.</p> <p>^(۲) این حدود آشکارسازی تنها در شرایط مطلوب مشاهده برای نشت‌های منفرد در نظر گرفته می‌شوند.</p> <p>^(۳) به اندازه کافی حساس نیست.</p>				

پیش از انجام هر آزمون، به استثنای بازرسی‌های دوره‌ای، چشمه بسته باید کاملاً تمیز شود و به دقت مورد بازبینی چشمی قرار گیرد.

کلیه تجهیزات مورد استفاده برای آزمون‌ها باید به طور مناسب نگهداری شده و به طور منظم کالیبره شوند. در صورت امکان و در موارد کاربردی، پارامترهای زیر می‌باید مشخص گردند:

- فشار،
- دما،

^۱ Liquid scintillator

^۲ Mass gain

- تناسب بین حجم چشمه بسته و حجم محفظه آزمون به کار رفته برای آزمون‌های مشخص و نیز حجم مایع مورد استفاده برای پوشاندن چشمه بسته تحت آزمون.

آزمون سنجش آلودگی با روش سایش، نبایستی به عنوان یک آزمون نشتی در نظر گرفته شود؛ مگر برای انواع خاصی از چشمه‌ها (مثلاً چشمه‌های دارای پنجره نازک)، بازرسی‌های دوره‌ای و در مواردی که هیچ آزمون مناسب‌تر دیگری وجود نداشته باشد.

نمونه‌های آزمایشگاهی مربوط به آزمون‌های سایش یا آزمون غوطه‌وری مایع را بایستی در صورت امکان بلافاصله با تجهیزات اصلی اندازه‌گیری آلودگی (مثلاً با شمارنده گایگر) بررسی کرد تا وجود هرگونه آلودگی قابل توجه قبل از اندازه‌گیری نهایی به وسیله دستگاه‌های مجهز و کالیبره شده، مشخص گردد.

۵ روش‌های آزمون به وسیله ابزارهای پرتوزا

۱-۵ آزمون‌های غوطه‌وری

۱-۱-۵ آزمون غوطه‌وری (مایع داغ)

چشمه بسته را در مایعی فرو ببرید که آسیبی به پوشش خارجی چشمه وارد نکرده و تحت شرایط آزمون برای جدا کردن کوچکترین رد مواد پرتوزای موجود، مؤثر باشد. از جمله چنین مایعاتی می‌توان به آب مقطر، محلول‌های پاک‌کننده ضعیف یا عوامل خلش^۱ و نیز محلول‌های اسیدی یا قلیایی رقیق با غلظت در حدود ۵٪ اشاره کرد. مایع را تا دمای $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ یا $(5 \pm 223)^\circ\text{K}$ گرم کنید و حداقل ۴ ساعت در همان دما نگاه دارید. چشمه بسته را از مایع خارج و پرتوزایی مایع را اندازه‌گیری کنید.

یادآوری - روش تمیزکاری فراصوتی^۲ نیز قابل استفاده است. با این روش، زمان غوطه‌وری در مایع در دمای $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ یا $(5 \pm 343)^\circ\text{K}$ می‌تواند به حدود ۳۰ دقیقه کاهش یابد.

۲-۱-۵ آزمون غوطه‌وری (مایع جوشان)

چشمه بسته را در مایعی فرو ببرید که آسیبی به پوشش خارجی چشمه وارد نکرده و تحت شرایط آزمون برای جدا کردن کوچکترین رد مواد پرتوزای موجود، مؤثر باشد. مجموعه فوق را به مدت ۱۰ دقیقه بجوشانید و بگذارید خنک شود، سپس چشمه بسته را در حمام جدیدی از مایع آبکشی کنید. این کار را دو بار انجام دهید و چشمه را مجدداً در مایع اولیه فرو ببرید. چشمه بسته را از مایع خارج و پرتوزایی مایع را اندازه‌گیری کنید.

¹ Chelation agents

² Ultrasonic cleaning

۵-۱-۳ آزمون غوطه‌وری با سوسوزن مایع^۱

چشمه بسته را به مدت حداقل ۳ ساعت در دمای اتاق در محلول سوسوزن مایعی فرو ببرید که آسیبی به پوشش خارجی چشمه وارد نکند. آن را دور از نور نگاه دارید تا از رخداد پدیده فوتولومینسانس جلوگیری شود. چشمه بسته را از مایع خارج و پرتوزایی مایع را با تکنیک شمارش سوسوزن مایع اندازه‌گیری کنید.

۵-۱-۴ آزمون غوطه‌وری در دمای اتاق^۲

چشمه بسته را در مایعی فرو ببرید که آسیبی به پوشش خارجی چشمه وارد نکرده و تحت شرایط آزمون برای جدا کردن کوچکترین رد مواد پرتوزای موجود، مؤثر باشد. چشمه بسته را در دمای اتاق $(5 \pm 20)^\circ\text{C}$ یا $(5 \pm 293) \text{ K}$ در مایع فرو ببرید و بگذارید به مدت ۲۴ ساعت باقی بماند. چشمه بسته را از مایع خارج و پرتوزایی مایع را اندازه‌گیری کنید.

۵-۱-۵ معیارهای تأیید

چشمه بسته در صورتی نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود که پرتوزایی آشکار شده بیش از 0.2 kBq ($\approx 5 \text{ nCi}$) نباشد.

۵-۲ آزمون‌های خروج گاز

۵-۲-۱ آزمون خروج گاز به وسیله جذب (برای چشمه‌های بسته رادیوم - ۲۲۶)

چشمه بسته را در یک ظرف کوچک مقاوم در برابر نشت گاز که محتوی یک ماده جاذب مناسب (مثلاً پنبه، پلی اتیلن یا ذغال فعال شده) است، قرار دهید و بگذارید به مدت حداقل ۳ ساعت در ظرف باقی بماند. سپس چشمه را خارج کرده و در ظرف را ببندید. بلافاصله پرتوزایی ماده جاذب را اندازه‌گیری کنید.

۵-۲-۲ آزمون‌های خروج گاز به وسیله غوطه‌وری در یک سوسوزن مایع (برای چشمه‌های بسته رادیوم - ۲۲۶)

دستورالعمل توضیح داده شده در زیر بند ۵-۱-۳ را انجام دهید.

۵-۲-۳ آزمون خروج گاز (برای چشمه‌های بسته کریپتون - ۸۵)

چشمه بسته را در فشار کاهیده به مدت ۲۴ ساعت نگاه دارید. با تکنیک شمارش سوسوزن پلاستیکی محتوای اتاقک را برای یافتن کریپتون - ۸۵ بررسی کنید. آزمون را حداقل ۷ روز بعد تکرار نمایید.

^۱ Liquid scintillator

^۲ این آزمون ممکن است در مواردی مفید باشد که انجام آزمون‌های مایع داغ عملی نیست. به هر حال، انجام آزمون غوطه‌وری در دمای اتاق در موارد امکان‌پذیر به دلایل مختلف - از جمله مؤثر و شناخته بودن این روش برای سالهای متمادی - توصیه می‌شود.

۵-۲-۴ سایر آزمون‌های خروج گاز

هر روش آزمون دیگری که معادل توضیحات داده شده در زیربندهای ۵-۲-۱ تا ۵-۲-۳ باشد، می‌تواند به کار گرفته شود.

۵-۲-۵ معیارهای تأیید

پس از تکمیل آزمون‌های توصیف شده در زیربندهای ۵-۲-۱ و ۵-۲-۲، چشمه بسته در صورتی نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود که پرتوزایی آشکار شده در مدت زمان ۱۲ ساعت برای گاز رادون بیش از 0.2 kBq ($\approx 5 \text{ nCi}$) نباشد.

اگر مدت آزمون کمتر از ۱۲ ساعت باشد، باید اقدامات اصلاحی مناسب انجام شود.

پس از تکمیل آزمون‌های توصیف شده در زیربندهای ۵-۲-۳ و ۵-۲-۴، چشمه بسته در صورتی نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود که پرتوزایی آشکار شده بیش از $4 \text{ kBq}/24 \text{ h}$ ($\approx 100 \text{ nCi}/24 \text{ h}$) نباشد.

۵-۳ آزمون‌های سایش

اگر این آزمون برای مشخص کردن نشت‌ناپذیری نمونه اولیه پس از آزمون مکانیکی یا حرارتی انجام می‌شود، لازم است سطح خارجی چشمه‌های بسته مورد آزمون، ابتدا تمیز (آلودگی زدایی) شوند. در صورتی که آزمون سایش برای نشت‌سنجی در مرحله ساخت انجام می‌شود، سطح خارجی چشمه‌های بسته باید قبل از آزمون تمیز شده و یک دوره زمانی ۷ روزه قبل از انجام آزمون سپری گردد. در مورد روش‌های آزمون سایشی لازم است که تکنیک به کار رفته، ابزارهای سنجش و فشار مورد استفاده لحاظ شود؛ به دلیل آن که دقت لازم در تکرارپذیری نتایج را تضمین کرد.

۵-۳-۱ آزمون سنجش آلودگی با روش سایش، مرطوب

کل سطح خارجی چشمه بسته را با یک سواب^۱ از جنس کاغذ صافی یا ماده مناسب دیگری با جذب بالا، کاملاً سایش دهید. سواب با مایعی مرطوب می‌شود که آسیبی به پوشش خارجی چشمه بسته وارد نکرده و تحت شرایط آزمون برای جدا کردن کوچکترین رد مواد پرتوزای موجود، مؤثر است. سپس پرتوزایی سواب را اندازه‌گیری نمایید.

۵-۳-۲ آزمون سنجش آلودگی با روش سایش، خشک

این آزمون در مواقعی انجام می‌شود که استفاده از سواب مرطوب مناسب نیست، مثلاً برای چشمه‌های کبالت - ۶۰ با پرتوزایی بالا یا در برخی از بازرسی‌های دوره‌ای. برای انجام آزمون، کل سطح خارجی چشمه بسته را با یک سواب خشک از جنس کاغذ صافی سایش دهید و پرتوزایی سواب را اندازه‌گیری کنید.

^۱ میله‌ای شبیه به گوش پاک‌کن برای مالیدن دارو یا برداشتن نمونه

۵-۳-۳ معیارهای تأیید

چشمه بسته در صورتی نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود که پرتوزایی آشکار شده بیش از 0.2 kBq ($\approx 5 \text{ nCi}$) نباشد.

یادآوری ۴ - نکته مهم در استفاده از آزمون‌های سایشی برای سطوح در دسترسی که بیش از حد به چشمه بسته نزدیک هستند، توجه به رعایت قوانین حفاظت در برابر اشعه است (به بند ۳ قسمت ب مراجعه کنید).

۶ روش‌های آزمون به وسیله ابزارهای غیرپرتوزا

هنگام استفاده از دستورالعمل‌های روش‌های غیرپرتوزا، بایستی رابطه‌ای بین آهنگ نشت حجمی و اتلاف مواد پرتوزا برقرار باشد. در عمل به دلیل گستره وسیع خصوصیات مواد پرتوزای به کار رفته در چشمه‌های بسته و نیز انواع مختلف نشت‌ها، این کار دشوار است. اطلاعات داده شده در این استاندارد برای رابطه بین آهنگ‌های نشت حجمی و اتلاف مواد پرتوزا بر مبنای مقادیر منتشر شده در اسناد آژانس بین‌المللی انرژی اتمی بوده و هرچند با کارهای آزمایشگاهی کاملاً تأیید نشده‌اند، اما در هر حال، روش‌های آزمون نشت حجمی سالهاست که مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تجربه نشان داده که به عنوان روش‌های معتبر آزمون، قابل قبول هستند.

بهتر است پیش از انجام هریک از آزمون‌های توصیف شده در زیربندهای ۶-۱ تا ۶-۳ چشمه بسته کاملاً تمیز و خشک شود.

برای چشمه‌های بسته با محتویات قابل شستشو یا گازی، آزمون هلیوم شرح داده شده در زیربند ۶-۱ می‌تواند به کار گرفته شود.

اطمینان یابید که هیچگونه نقص آشکاری که ممکن است نتایج آزمون شرح داده شده را نامعتبر سازد وجود ندارد؛ به عنوان مثال از طریق بازرسی چشمی یا به کمک روشی با حساسیت کمتر از روش آزمون مورد نظر. برای معتبر بودن این آزمون‌ها، به استثنای مورد تشریح شده در زیربند ۶-۳، فضای خالی داخل چشمه بسته باید بزرگتر از 1 cm^3 باشد. اگر این آزمون برای چشمه‌های بسته‌ای با حجم آزاد کوچکتر از مقدار ذکر شده مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاربر باید قادر به اثبات اعتبار آزمون باشد [۹].

برای چشمه‌های بسته با محتویات قابل شستشو یا گازی، فقط آزمون‌های هلیوم، به دلیل حد آشکارسازی پایینشان، قابل استفاده است.

۱-۶ آزمون‌های نشتی طیف‌سنج جرمی^۱ هلیوم

۱-۱-۶ آزمون هلیوم

چشمه بسته محتوی هلیوم را در اتاقک خلاء مناسبی قرار دهید که بعد از طریق طیف‌سنج جرمی هلیوم خلاء می‌شود. آهنگ واقعی نشت هلیوم را طبق توصیه‌های سازنده دستگاه آزمون نشتی، ارزیابی نمایید. مطمئن شوید که فضای خالی داخل چشمه بسته محتوی هلیوم با غلظت درجه تجاری^۲ بیش از ۵٪ است. مقدار آهنگ واقعی نشت استاندارد هلیوم، از تقسیم آهنگ نشت هلیوم مشخص شده طبق ارزیابی قبلی بر غلظت هلیوم در حجم آزاد به دست می‌آید.

۲-۱-۶ آزمون تحت فشار هلیوم

چشمه بسته را در یک اتاقک فشار قرار دهید. هوای اتاقک را با استفاده از هلیوم تخلیه کنید. اتاقک را تحت فشار معین هلیوم قرار داده و به مدت زمان مشخص در آن حالت نگاه دارید. سپس فشار هلیوم را از اتاقک بردارید؛ چشمه بسته را با فشار نیتروژن خشک یا آبکشی به وسیله مایع فلوروکربن فرّار، تمیز نمایید و آن را به یک اتاقک خلاء مناسب منتقل کنید. آهنگ نشت هلیوم را آنگونه که در زیربند ۱-۶-۱ توضیح داده شده، اندازه‌گیری نمایید.

اگر آهنگ مشخص شده نشت هلیوم را Q بنامیم، آهنگ واقعی نشت استاندارد هلیوم (L)، با استفاده از معادله زیر به دست می‌آید:

$$Q = \frac{L^2 pt}{p_0^2 V} \quad (1)$$

که در آن مقدار p_0 عبارت است از: $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$.

یادآوری ۱ - در فشار هلیوم p بر حسب مگاپاسکال (در عمل بین 0.5 MPa و 1.0 MPa) برای یک مدت زمان مفروض t ، بر حسب ساعت، یک زمان تأخیری بین تحت فشار گذاشتن و اندازه‌گیری کمتر از ۱۰ دقیقه وجود دارد و با احتساب حجم خالی V بر حسب cm^3 بزرگتر از 0.1 cm^3 داخل چشمه بسته، پارامترهای مناسب آزمون انتخاب شده و نتایج آن با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q = 0.35 \frac{L^2 pt}{V} \quad (2)$$

که در آن:

Q آهنگ نشت مشخص شده ($\mu\text{Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$)؛

L آهنگ واقعی نشت استاندارد هلیوم ($\mu\text{Pa.m}^3.\text{s}^{-1}$) در گستره‌ای بین مقادیر حدی $1 \mu\text{Pa.m}^3.\text{s}^{-1}$ و

$10^{-2} \mu\text{Pa.m}^3.\text{s}^{-1}$ است.

$$\left(L \leq 1.7 \sqrt{QV / pt} \right)$$

¹ Mass spectrometer

² Commercial grade

یادآوری ۲ - معادله ۲ در مورد جریان مولکولی برای یک نشت یا بیشتر صادق است. در موارد درصد بالای جریان گرانروی^۱ لایه‌ای، این معادله به یک بیش برآورد اندک از آهنگ واقعی نشت استاندارد هلیوم منجر می‌شود؛ اما این ضریب فقط به میزان کمی نتیجه آزمون را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۳-۱-۶ معیارهای تأیید

پس از تکمیل آزمون‌ها، چشمه بسته در صورتی نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود که آهنگ واقعی نشت استاندارد هلیوم کمتر از $1 \mu\text{Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$ برای محتویات غیر قابل نشست و $10^{-2} \mu\text{Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$ برای محتویات گازی یا قابل نشست باشد (جدول ۱).

۲-۶ آزمون‌های نشتی حباب

آزمون‌های نشتی حباب بر پایه افزایش فشار داخلی انجام می‌شوند؛ به دنبال افزایش فشار، گاز می‌تواند از منافذ درونی به هر شکافی نفوذ کرده و در یک حمام مایع تشکیل حباب‌های مرئی دهد. برای هر نشت خاص، آهنگ ایجاد حباب با کاهش کشش سطحی افزایش می‌یابد.

۱-۲-۶ آزمون حباب خلاء

با استفاده از اتیلن گلیکول، ایزوپروپیل الکل، روغن معدنی یا سیلیکونی و یا آب حاوی عوامل مرطوب‌کننده^۲ می‌توان آزمون نشت مایع را در یک اتاقک خلاء انجام داد. حجم هوای روی مایع داخل اتاقک با تخلیه به مدت حداقل ۱ دقیقه کاهش دهید. فشار هوای اتمسفر را مجدداً برقرار نمایید و چشمه بسته را کاملاً در عمق حداقل ۵ cm زیر سطح مایع فرو ببرید. فشار مطلق اتاقک را به ۱۵ kPa تا ۲۵ kPa کاهش دهید و بعد حباب‌های خارج شده از چشمه بسته را حداقل به مدت ۱ دقیقه مشاهده کنید.

۲-۲-۶ آزمون حباب مایع داغ

مطمئن شوید که چشمه بسته هم‌دمای محیط است. چشمه را در عمق حداقل ۵ cm زیر سطح آب در حمام آبی که دارای دمای بین (۹۰ °C و ۹۵ °C) و ۳۶۳ K و ۳۶۸ K فرو ببرید. گلیسرین در دمای (۱۲۰ °C تا ۱۵۰ °C) ۳۹۳ K تا ۴۲۳ K نیز جایگزین قابل قبولی برای آب است. حباب‌های خارج شده از چشمه بسته را حداقل به مدت ۱ دقیقه مشاهده کنید. هرچند در صورت امکان به ویژه برای کپسول‌هایی که دارای ظرفیت گرمایی بالا و رسانایی گرمایی کم هستند، حداقل مدت مشاهده ۲ دقیقه توصیه می‌شود.

۳-۲-۶ آزمون حباب تحت فشار گاز

چشمه بسته را در اتاقک فشار مناسب با حداقل حجم دو برابر حجم چشمه و حداقل پنج برابر حجم فضای خالی درون چشمه قرار دهید. فشار اتاقک را به وسیله گاز هلیوم تا حداقل ۱ MPa بالا ببرید و در همان

¹ Viscous

² Wetting agent

فشار به مدت ۱۵ دقیقه نگاه دارید. سپس فشار را بردارید، چشمه بسته را از اتاقک خارج نمایید و آن در عمق ۵ cm زیر سطح حمام اتیلن گلیکول، ایزوپروپیل الکل، استون یا آب محتوی یک عامل مرطوب‌کننده فرو ببرید. حباب‌های خارج شده از چشمه بسته را حداقل به مدت ۱ دقیقه مشاهده کنید.

۴-۲-۶ آزمون حباب نیتروژن مایع

چشمه بسته را به مدت ۵ دقیقه کاملاً در نیتروژن مایع فرو ببرید. سپس آن را به داخل مایع آزمون (معمولاً متانول) منتقل کنید. حباب‌های خارج شده از چشمه بسته را حداقل به مدت ۱ دقیقه مشاهده کنید.

۵-۲-۶ معیارهای تأیید

اگر در پایان آزمون‌های توصیف شده در زیربندهای ۱-۲-۶ تا ۴-۲-۶ هیچ حبابی مشاهده نشود، آهنگ نشت چشمه بسته کمتر از $1 \mu\text{Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$ خواهد بود و تنها در صورتی که محتوای چشمه غیر قابل شستشو باشد، چشمه بسته نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود.

۳-۶ آزمون تحت فشار آب

جرم چشمه بسته را با ترازو تعیین کنید. با آب آزمون فشار تجربی را انجام دهید، چشمه بسته را با دستمال خشک کنید و جرم آن را با همان ترازو مجدداً اندازه‌گیری نمایید. در صورتی که افزایش جرم کمتر از $50 \mu\text{g}$ باشد، چشمه بسته تنها برای محتویات غیر قابل شستشو، نشت‌ناپذیر در نظر گرفته می‌شود. برای آن که آزمون معتبر باشد، فضای خالی محاسبه شده داخل چشمه بسته باید قادر به نگهداری حداقل پنج برابر آبی باشد که تجهیزات اندازه‌گیری جرم به سنجش آن حساس هستند. این آزمون به ویژه برای ارزیابی آزمون فشار خارجی در کلاس‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ از استاندارد ISO 2919 : 1980 انجام‌پذیر است.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

راهنمای انتخاب آزمون‌ها بر اساس نوع چشمه بسته و نوع کنترل

این پیوست، راهنمایی برای کمک به انتخاب مناسب‌ترین آزمون‌ها برای انجام کنترل کیفی، کنترل تولید و بازرسی‌های دوره‌ای با در نظر گرفتن نوع چشمه بسته (طراحی، مشخصات و ...) است. هرچند که جدول الف - ۱ طیف گسترده‌ای را در بر می‌گیرد و می‌تواند به عنوان راهنمایی برای بسیاری از طراحی‌های چشمه‌های بسته به کار رود، اما کاملاً جامع نیست. این جدول، آزمون ترجیحی و آزمون انتخابی دوم را ارائه می‌نماید.

الف - ۱ آزمون نشتی جهت تولید چشمه‌های بسته

مناسب‌ترین آزمون نشتی برای تولید چشمه‌های بسته محتوی رادیونوکلئید، بر اساس فن‌آوری و طراحی ویژه چشمه بسته از جدول الف - ۱ انتخاب می‌شود.

الف - ۲ آزمون‌های نشتی جهت چشمه‌های بسته نمونه اولیه

آزمون‌های نشتی، امکان اعتباربخشی برای تعیین رده‌بندی چشمه بسته نمونه اولیه را بر اساس استاندارد ISO 2919 : 1980 فراهم کرده و در موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- چشمه‌های بسته نمونه اولیه با محتوای پرتوزایی اسمی^۱
- چشمه‌های بسته شبیه‌سازی شده
- چشمه‌های بسته کاذب

برای آخرین مورد، استفاده از یک روش آزمون نشتی غیر پرتوزا ضروری است. مناسب‌ترین آزمون نشتی به فن‌آوری و طراحی چشمه بستگی داشته و می‌تواند از جدول الف - ۱ انتخاب شود.

الف - ۳ بازرسی‌های دوره‌ای

بدیهی است که انجام آزمون‌های منظم در فواصل زمانی مشخص پس از تأمین چشمه بسته از سوی سازنده ضروری است و به این منظور صورت می‌گیرد که از نظر بررسی وجود نشتی بازبینی شود. تعیین تناوب آزمون‌ها بر عهده واحد قانونی است. فاصله زمانی بین آزمون‌ها می‌تواند بر اساس نوع و طراحی چشمه بسته و نیز محیط کار تغییر کند.

^۱ Nominal radioactive content

این آزمون‌ها لزوماً همانند آزمون‌هایی که طی پروسه ساخت مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیستند. لازم است حین انجام آزمون، شرایط به کارگیری چشمه بسته و هرگونه ریسک خاصی که در طول عمر مفید چشمه می‌تواند ایجاد شود، مد نظر قرار گیرد.

بنابراین ممکن است در عمل، هنگام انجام آزمون‌های دوره‌ای شرایط مختلفی در نظر گرفته شود:

الف- چشمه بسته تنها در محلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، قابل آزمون بوده و انجام آزمون سایش بر روی نزدیک‌ترین قسمت در دسترس امکان‌پذیر است. در این مورد، آزمون سایش (بند ۵-۳) انتخاب می‌شود. در صورت امکان می‌باید بررسی چشمی نیز انجام گیرد.

ب- چشمه تنها در محل کار قابل آزمون بوده و دسترسی مستقیم به چشمه نیز یا مقدور نیست و یا به دلیل امکان پرتوگیری غیر ضروری آزمون‌کنندگان، مطلوب نمی‌باشد؛ به عنوان مثال چشمه‌های با پرتوژی بالایی پرتودرمانی از دور^۱ و یا سایر چشمه‌ها با محفظه بسته^۲. در این مورد می‌باید آزمون سایش بر روی نزدیک‌ترین بخش در دسترس انجام شود.

هشدار - در صورت وجود پرتوژی حتی پایین‌تر از مقدار حدی^۳ ($0.2 \text{ kBq} \approx 5 \text{ nCi}$)، لازم است اقدامات مقتضی انجام گیرد تا مشخص شود که پرتوژی ناشی از نشت چشمه است یا خیر. دستورالعمل توصیه شده تکرار آزمون‌ها در فواصل زمانی منظم، برای بررسی آن است که آیا پرتوژی مشاهده شده، افزایش می‌یابد یا خیر.

پ- هنگامی که امکانات لازم برای آزمون چشمه با روش‌های دیگر وجود داشته باشد - به عنوان مثال در برخی بیمارستان‌های خاص، با ارجاع به سازنده یا ارسال به سایر آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت - بهتر است از روش‌های توصیه شده برای تولید چشمه‌ها در جدول الف - ۱ استفاده شود. بهتر است در صورت امکان بازبینی چشمی چشمه بسته نیز انجام گیرد.

هشدار - هنگام انجام آزمون‌های دوره‌ای، ضروری است اطمینان حاصل شود که مقدار پرتوگیری تابشی در حدود مجاز می‌باشد.

¹ Teletherapy

² Sealed housing

^۳ مقدار حدی 0.2 kBq به این دلیل در نظر گرفته شده که در صورت وجود پرتوژی، لازم است آزمون‌های بیشتری انجام شود.

جدول الف - ۱، انتخاب روش‌های آزمون نشت مربوط به فن آوری ساخت

آزمون‌های تعیین رده‌بندی چشمه‌ها		آزمون‌های تولید چشمه‌ها		نوع چشمه
انتخاب دوم	ترجیحی	انتخاب دوم	ترجیحی	
روش سایش (۳-۵)	غوطه‌وری (۱-۵)	روش سایش (۳-۵)	غوطه‌وری (۱-۵)	A چشمه‌های بسته محتوی مواد پرتوزا A1 پنجره تجمعی منفرد نازک، مثلاً آشکارسازهای دود A2 چشمه‌های مرجع دارای پرتوزایی پایین، مثلاً کپسول شده با پلاستیک
حباب (۲-۶)	غوطه‌وری (۱-۵) هلیوم (۱-۶)	حباب (۲-۶)	غوطه‌وری (۱-۵) هلیوم (۱-۶)	A3 چشمه‌های دارای یک یا دو کپسول (به استثنای ^3H ، ^{226}Ra) برای کمیت‌سنجی، پرتونگاری و پرتودرمانی از نزدیک ^۱
غوطه‌وری (۱-۵)	خروج گاز (۲-۵)	غوطه‌وری (۱-۵)	خروج گاز (۲-۵)	A4 ^{226}Ra دارای یک یا دو کپسول و سایر چشمه‌های گازی
حباب (۲-۶)	غوطه‌وری (۱-۵) هلیوم (۱-۶)	روش سایش (۲-۳-۵)	هلیوم (۱-۶)	A5 چشمه‌های دارای دو کپسول برای پرتودرمانی از دور و چشمه‌های با پرتوزایی بالا
حباب (۲-۶)	غوطه‌وری (۱-۵) هلیوم (۱-۶)			B چشمه‌های بسته شبیه‌سازی شده از انواع A3، A4 و A5
حباب (۲-۶)	هلیوم (۱-۶)			C چشمه‌های بسته کاذب

^۱ Brachytherapy

پیوست ب
(اطلاعاتی)
کتابشناسی

- [1] McMasters, R.C., ed., *Non-destructive Testing Handbook, Vol. 1, Leak Testing*, American Society for Non-destructive Testing/American Society for Metals, 2nd ed. 1982.
- [2] American National Standard for Radioactive Materials, *Leakage Tests on Packages for Shipment*, ANSI No. 14.5-1987.
- [3] ASTM E 515-74 (Reapproved 1980), *Standard Method of Testing for Leaks Using Bubble Emission Techniques*.
- [4] ASTM F 98-72 (Reapproved 1977), *Standard Recommended Practices for Determining Hermeticity of Electron Devices by a Bubble Test*.
- [5] ASTM F 134-78, *Standard Recommended Practices for Determining Hermeticity of Electron Devices by a Helium Mass Spectrometer Leak Detector*.
- [6] ASTM F 730-81, *Standard Test Methods for Hermeticity of Electron Devices by a Weight-gain Test*.
- [7] Biram J., and Burrows B., Bubbles tests for gas tightness, *Vacuum*, 14(7), 1964, pp.221-226.
- [8] Howl D.A., and Mann C.A., The back-pressurizing technique for leak-testing. , *Vacuum*, 15(7), 1965, pp.347-352.
- [9] Aston D., Bodimede A.H., Hall E.G. and Taylor C.B.G., The specifications and testing of radioactive sources designated as "special form" under the IAEA transport regulations, *Report EUR 8053 EN*, 1982.
- [10] Dwight D.g., A new method for leak-testing sealed sources of radium-226 and thorium-228, *Report RCC-R 176* (1964) and *Addendum RCC-R 176* (1965).
- [11]* IAEA Safety Series No.6, *Regulations for the safe transport of radioactive materials*, Vienna, 1985.
- [12]* IAEA Safety Series No.37, *Advisory material for the application of the IAEA transport regulation*, Vienna, 1987.

ICS: 13.280

صفحة : ١٠
