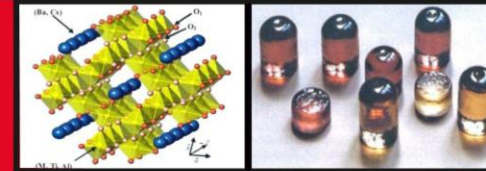


دی. کوران
بی. لوئیسیو
آ. ماجروس
وی. ابین چوال دننت
آی. باردز
آ. کوین تاس



D. CAURANT,
P. LOISEAU,
O. MAJERUS,
V. AUBIN-CHEVALDONNET,
I. BARDEZ
and
A. QUINTAS

شیشه، شیشه - سرامیک و سرامیک‌ها برای تثبیت پسماندهای هسته‌ای با پرتوزایی بالا

Glass, Glass-Ceramics and Ceramics For Immobilization of Highly Radioactive Nuclear Wastes

D. Caurant, et.al.

امروزه بیش از ۷٪ از انرژی مصرف‌شده در جهان از رآکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود (۴۴۰ رآکتور در سال ۲۰۰۴ در گوشه و کنار جهان فعال بودند). افزایش تقاضا برای انرژی، احتمال خطر پایان یافتن منابع تجدیدناپذیر نفت و گاز و نیاز به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از دلایل فعلی و آینده‌ی توسعه‌ی انرژی هسته‌ای هستند. انرژی هسته‌ای اساساً برای تولید الکتریسیته به کار می‌رود و در حدود ۱۶٪ از الکتریسیته‌ی تولیدشده در جهان از این نوع است. برای این کاربرد، حدود ۵۰ هزار تن اورانیم طبیعی سالیانه به مصرف می‌رسد و حدود ۱۱ هزار تن سوخت مصرف‌شده تولید می‌شود. همه‌ی این ملاحظات درباره‌ی انرژی هسته‌ای نشان می‌دهد که میزان تولید پسماندهای هسته‌ای پرتوزا در آینده رو به افزایش خواهد بود.

امروزه برای هر کشوری دو انتخاب در مورد سوخت‌های مصرف‌شده هسته‌ای وجود دارد:

۱. بازفرآوری سوخت مصرف‌شده

۲. دفن مستقیم سوخت مصرف‌شده

هم اکنون حدود ۳۰٪ از سوخت مصرف‌شده‌ی هسته‌ای در جهان بازفرآوری می‌شود. پسماندهای مایع با پرتوزایی سطح بالا (HLW) که از بازفرآوری به وجود می‌آید از ترکیب پیچیده‌ای از عناصر پرتوزا (محصولات شکافت، اکتینیدهای جزئی) و عناصر غیرپرتوزا تشکیل شده است. به این دلیل که این مواد حاوی هسته‌های پرتوزا با عمر طولانی (و/یا محصولات دختر با عمر طولانی هستند) که نیمه عمرشان می‌تواند به بیش از هزاران تا میلیون‌ها سال برسد، پسماندهای مایع باید برای مدتی بسیار طولانی (از هزار تا صدها هزار سال) از بیوسفر مجزا نگه داشته شود، حداقل تا زمانی که سطح آلودگی پرتوزایی آن به سطح آلودگی پرتوزایی سنگ معدن اورانیم اولیه برسد.

برای تثبیت بسیار مؤثر، چند مانع (پسماندار > محفظه‌ی فولاد ضدزنگ > مانع مهندسی > مانع زمین شناختی) در اطراف پسماندهای پرتوزا باید وجود داشته باشد تا از آزاد شدن هسته‌ی پرتوزا در محیط زیست از طریق جریان آب‌های زیرزمینی اجتناب شود. بنابراین ضرورت رو به افزایش مطالعات ریشه‌ای و کاربردی بر روی HLW و پسماندهای هسته‌ای برای تثبیت آن‌ها امری بدیهی است. این نکته موضوع اصلی این کتاب است.

معمولاً، بعد از تبخیر آب و تکلیس محلول‌های HLW، پسماندها از طریق انحلال وارد ساختار شیشه‌ها (به خصوص شیشه‌های بوروسیلیکاتی قلیایی کلسیم، و شیشه‌های آلومینوفسفات) شده، این شیشه‌ها در ذوب‌کننده‌های فلزی و سرامیکی در دمایی ذوب می‌شوند که به دلایل تکنیکی از 1150°C - 1100°C درجه تجاوز نمی‌کند. ماتریس‌های شیشه‌ای بوروسیلیکاتی نیز برای تثبیت پسماندهای دفاعی به‌دست آمده بعد از بازفرآوری سوخت مصرف‌شده نظامی به‌کار می‌روند. در این کتاب، درقدم اول

کلیاتی درباره‌ی HLW بازیابی شده بعد از بازفرآوری سوخت مصرف شده ارایه شده است (فصل ۲). اصول تثبیت آن‌ها در انواع متفاوت پسماندار (سرامیک‌ها، شیشه - سرامیک‌ها و شیشه‌ها) برای هسته‌های پرتوزای مختلط یا جداسازی شده در فصل ۳ آمده است. نتایج توسعه یافته در خصوص ماتریس‌های سرامیکی شامل سرامیک‌های هولاندیت و زیرکونولیت و شیشه - سرامیکی برای تثبیت ویژه‌ی Cs و MA که در آزمایشگاه مؤلفان تحت مطالعه قرار گرفته است در فصل ۴ ارایه شده است. در فصل ۵، انواع پسماندهای شیشه‌ای به کار برده شده یا پیش‌بینی شده برای تثبیت محلول‌های پسماند بسیار پرتوزای مختلط که از باز فرآوری سوخت‌های مصرف شده‌ی هسته‌ای به دست آمده‌اند بازگو شده است. کلیاتی درباره‌ی ساختار و خصوصیات شیشه‌های سیلیکاتی، بوراتی و بوروسیلیکاتی قبل از شرح و بسط چگونگی ورود محصولات شکافت و آکتینیدها در ساختار شیشه‌های هسته‌ای شرح داده شده است. از آن گذشته، رابطه‌ای که ممکن است بین ترکیبات شیشه‌های هسته‌ای، ساختار و تمایل به تبلور آن‌ها در طول سرد شدن مذاب وجود داشته باشد از طریق نتایجی که مؤلفان در آزمایشگاه در مورد شیشه‌های هسته‌ای بوروسیلیکات غیرپرتوزا به دست آورده‌اند، شرح داده شده است. این کتاب در سال ۱۳۹۲ به کوشش انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای در ۴۷۹ صفحه به چاپ رسیده است.

این کتاب شامل ۵ فصل با عناوین زیر است:

فصل اول: مقدمه

فصل دوم: ترکیب محلول‌های HLW به دست آمده از بازفرآوری سوخت مصرف شده‌ی هسته‌ای

فصل سوم: تثبیت HLW‌های جداسازی شده یا جداسازی نشده: اصول و مثال‌ها

فصل چهارم: مطالعات بر روی ماتریس‌های ویژه برای تثبیت هسته‌های پرتوزا با عمر طولانی

فصل پنجم: مطالعاتی بر روی شیشه‌ها برای تثبیت محلول‌های جداسازی نشده با پرتوزایی بالا