

تبسيط نقل وتخزين الوقود المستهلك من مفاعلات القوى النووية

بقلم نيكول جاويرث

المعتادة، وتحتوي هذه البراميل على الوقود النووي المستهلك أو النفايات المشعة القوية الإشعاع أثناء النقل أو التخزين المؤقت. وتُصنع البراميل المزدوجة الغرض عادةً من الفولاذ أو الحديد المصبوب، وهي ذات مغلاق وغطاء مزدوج يمنع التسرب، وفي الوقت نفسه يكون من الممكن استعادة الوقود حسب الضرورة بطريقة مأمونة وبسيطة.



”يجب أن يفي كل برميل مزدوج الغرض
بمعايير الأمان الصارمة وأن يغطي
أربع وظائف رئيسية: السلامة
الميكانيكية، وإزالة الحرارة، والتدريع،
والمراقبة الحرجة.“

— بيرند رويث، قسم النقل ومرحلة ما قبل التخلص،
هيئة التفتيش الاتحادية السويسرية
المعنية بالأمان النووي (ENSI)

ويجب أن يفي كل برميل مزدوج الغرض بمعايير الأمان الصارمة وأن يغطي أربع وظائف رئيسية: السلامة الميكانيكية، وإزالة الحرارة، والتدريع، والمراقبة الحرجة. وتضمن كل هذا في تصميم واحد، مع التقيد في الوقت نفسه بمتطلبات النقل الدولي والتخزين الوطني، يجعل تطوير واستخدام البراميل مزدوجة الغرض مسألة معقدة للغاية، ولكن بمجرد تهيئتها، فإنها تبسط الخطوات الأخرى في عملية التصريف في الوقود المستهلك.

تتطلب عملية تخزين وأيضاً نقل الوقود النووي المستهلك القوي الإشعاع اتخاذ احتياطات وإجراءات قوية في مجال الأمان والأمن. وحتى الآن، تُستخدم في العادة حاويات منفصلة، أو براميل، لتخزين ونقل الوقود المستهلك من محطات القوى النووية إلى مكان التخزين، ومن ثم في نهاية المطاف إلى مكان التخلص منه أو إعادة تدويره. وثمة طريقة أخرى، باستخدام براميل مزدوجة الغرض صالحة للتخزين والنقل كليهما، تبسط هذه العملية، ما يجعلها أرخص تكلفة وأكثر أماناً.

ولمعرفة المزيد عن هذه البراميل الفريدة ودورها في التصريف المأمون في الوقود النووي المستهلك، جلست نيكول جاويرث، مديرة تحرير مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مع بيرند رويث، من قسم النقل ومرحلة ما قبل التخلص في هيئة التفتيش الاتحادية السويسرية المعنية بالأمان النووي (ENSI). وتمتد خبرة رويث لمدة 8 أعوام في العمل مع حلول النقل والتخزين للوقود النووي المستهلك. كما يشارك رويث بانتظام كخبير في مشاريع الوكالة المتعلقة بتعزيز التصريف المأمون في الوقود المستهلك.

سؤال: بما أن الوقود النووي المستهلك هو مزيج من العناصر المشعة، مثل اليورانيوم والبلوتونيوم، فإن مداولته المأمونة والأمنة مسألة بالغة الأهمية. ما هي بالضبط البراميل المزدوجة الغرض وكيف تلائم التصريف المأمون والأمن في الوقود المستهلك؟

جواب: لا يوجد حلٌ واحدٌ «يناسب الجميع» للتصريف في الوقود المستهلك؛ فكل بلد له عملية واستراتيجية خاصتان به. فبعض البلدان يخزن الوقود المستهلك في أحواض، والبعض الآخر يستخدم أنظمة قائمة على البراميل أو مبانٍ خاصة ذات حالة جافة. وإعادة معالجة الوقود نهج آخر مستخدم من قبل بعض البلدان.

وتُعد البراميل المزدوجة الغرض أحد خيارات الخزن الجاف والنقل. وهذه البراميل مصممة بما يكفل عدم انطلاق أي مواد مشعة، سواء أثناء تخزينها أو أثناء نقلها. وعلى الرغم من أن سماتها الدقيقة تعتمد على احتياجات كل بلد في مجال التصريف في الوقود المستهلك، إلا أن هذه البراميل، على وجه العموم، هي حاويات كبيرة وضيقة إلى حد ما تشبه في تصميمها تصميم البراميل

سؤال: وما مزايا البراميل المزدوجة الغرض مقارنةً بأساليب التخزين الأخرى؟

جواب: تزيل البراميل المزدوجة الغرض الحاجة إلى بعض المناولة الإضافية للوقود المستهلك. فعادةً، في حال العديد من الخيارات الأخرى، ثمة حاجة إلى حاويات أو مرافق تخزين مختلفة مع كل خطوة، ما يعني عمليات نقل إضافية للوقود، وغالباً لا تُصمّم هذه الحاويات لنقلها على طرق عامة. أما البراميل المزدوجة الغرض فيمكن تعبئتها بالوقود، ونقلها إلى التخزين المؤقت والإبقاء عليها هناك إلى حين، ومن ثمّ نقلها إلى مرفق التخزين النهائي أو إعادة المعالجة، وكل ذلك دون إعادة مناولتها أو إعادة تعبئتها. وهذا يجعلها واحدة من أكثر الخيارات رواجاً بالنسبة للبلدان التي يتم فيها نقل الوقود المستهلك على الطرقات العامة.

سؤال: وأين تتناسب الوكالة مع تطوير البراميل المزدوجة الغرض واستخدامها؟

جواب: يتأثر تصميم البراميل المزدوجة الغرض بنوع مرفق التخزين وموقعه. وهذا يعني أنه ليس من السهل إعداد المتطلبات المحددة التي تناسب جميع البراميل المزدوجة الغرض في جميع أنحاء العالم دون مراعاة هذه الاختلافات. لذا أنشأت الوكالة متطلبات الأمان المتعلقة بنقل البراميل المزدوجة الغرض وهي في وضع يسمح لها بمواءمة متطلبات التخزين المختلفة للبراميل المزدوجة الغرض على امتداد البلدان. لذلك، عندما تبدأ البلدان بإنتاج الطاقة النووية، يمكنهم الرجوع إلى الوثائق الداعمة الصادرة عن الوكالة لتحديد ما إذا كانت البراميل المزدوجة الغرض تلائم احتياجاتها، وكيفية تصميم واستخدام البراميل المزدوجة الغرض للتعامل مع الوقود المستهلك.

وتنسّق الوكالة أيضاً بالبحوث التي تتناول كيفية تحقيق المستوى الأمثل على صعيد تصميم واستخدام البراميل

المزدوجة الغرض. وعلى سبيل المثال، تناولت إحدى المناقشات التي أثيرت في اجتماعات الوكالة تقادّم الوقود المخزن في الخزن الجاف. وعلى وجه العموم، تُصمّم البراميل المزدوجة الغرض لما لا يقل عن ٤٠ أو ٥٠ عاماً من الاستخدام، ولكن ثمة المزيد من التفكير اليوم في إمكانية استخدامها لمدة ١٠٠ عام أو أكثر. وقد يتطلب ذلك إدخال تعديلات على التصميمات الفعلية أو التصميمات الجديدة لتقليل التأثير المحتمل للتخزين طويل الأجل على البراميل المزدوجة الغرض والتأكد من استمرارها في تلبية معايير الأمان العالية، سواء كان ذلك أثناء نقلها أو تخزينها.

سؤال: وفي اعتقادك ماذا يحمل المستقبل للبراميل المزدوجة الغرض؟

جواب: يحاول مصمّمو البراميل المزدوجة الغرض على الدوام تحسين تصميماتهم مع تطوّر محطات القوى النووية. وحيث أنّ محطات القوى النووية تعمل لفترات أطول، فإنه يتم توليد المزيد من الوقود المستهلك، وبالتالي ثمة هدف لتحقيق المستوى الأمثل في تصميماتها بحيث تستوعب البراميل المزدوجة الغرض أكبر قدر من محتوى الوقود. وهذا يعني أيضاً استخدام مواد جديدة لاستيعاب تخزين أطول، وكذلك أحمال حرارة أعلى لأنّ محطات القوى النووية تستخدم المزيد من الوقود المثرى. ومن المرجح أن تكون التصميمات الجديدة أكثر بساطة، ما يجعلها أسهل وأقلّ تكلفة عند تصنيعها، مع تلبية جميع متطلبات النقل والتخزين.

ويتخلّص بعض البلدان تدريجياً من إنتاج الطاقة النووية، وسيقاعد الجيل الحالي من الخبراء في نهاية المطاف. وقد يقلّ اهتمام الأشخاص الأصغر سناً بالعمل في هذه الصناعة، لكن من الواضح أننا سنحتاج إلى أشخاص في هذا المجال في المستقبل. وهنا يمكن للوكالة أن تساعد حقاً من خلال تنظيم دورات التعلّم الإلكتروني وتوفير التدريب لبناء المعرفة.

براميل مزدوجة الغرض في مرفق تخزين ZWILAG في سويسرا.

(الصورة من: ZWILAG)

