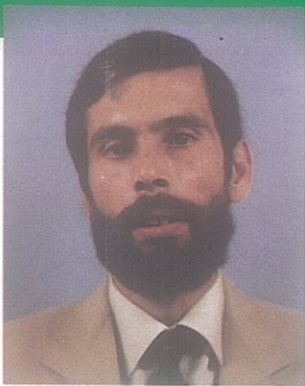




José Ramón PELAEZ MARTINEZ es licenciado en Ciencias Físicas, especialidad Ingeniería Metalúrgica y diplomado en Soldadura por el CENIM. Ha realizado trabajos de investigación en comportamiento de soldaduras en aceros al carbono de alto límite elástico, templados y revenidos. Ha sido inspector de Centrales Nucleares en construcción y jefe de Inspección de la JEN. Actualmente es el responsable del programa de Materiales del Instituto de Tecnología Nuclear.



M.ª Dolores GOMEZ BRICEÑO es licenciada en Ciencias Químicas y diplomada en Estadística en la Universidad Complutense. Ha trabajado durante doce años en el comportamiento frente a la corrosión de los materiales y recubrimientos nucleares y en los tres últimos años sobre corrosión bajo tensión en los reactores de agua, tipo BWR y PWR. En la actualidad es profesora del Instituto de Estudios de la Energía y jefe del Proyecto de Interacción de los Refrigerantes con los Materiales Estructurales del ITN del CIEMAT.

ALCANCE MULTISECTORIAL DEL PROGRAMA DE MATERIALES

J. R. PELAEZ MARTINEZ - M. D. GOMEZ BRICEÑO

Cuando nuestro país abordó el tema nuclear se creó dentro de la JEN el Área de Metalurgia, siendo fundamentalmente el combustible nuclear su campo de trabajo habitual.

Así mismo, la construcción del reactor de experimentación JEN-1 implicaba que este mismo Centro proporcionara a dicho reactor, para su funcionamiento, los elementos combustibles adecuados. Estos condicionantes hicieron que el Área de Metalurgia de la JEN se centrara en la primera parte del ciclo del combustible, creando para ello una buena infraestructura técnica y de instalaciones.

En la década de los años ochenta (1983) se planteó en profundidad la idoneidad de seguir o no en la misma línea de investigación que el Área de Metalurgia de la JEN había realizado hasta ese momento, debido a motivaciones diversas: creación de ENUSA, falta de sistemistas nacionales en Centrales Nucleares que asimilaran y explotaran los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas, paralización del reactor de investigación JEN-1 inicialmente para su remodelación y en la actualidad para su desclasificación, unidades del parque nacional nuclear con décadas de funcionamiento. Todo ello ha llevado a la Dirección del Instituto de Tecnología Nuclear del CIEMAT a enfocar la investigación fundamentalmente sobre el comportamiento de aceros y aleaciones metálicas en las condiciones de contorno de operación de planta.

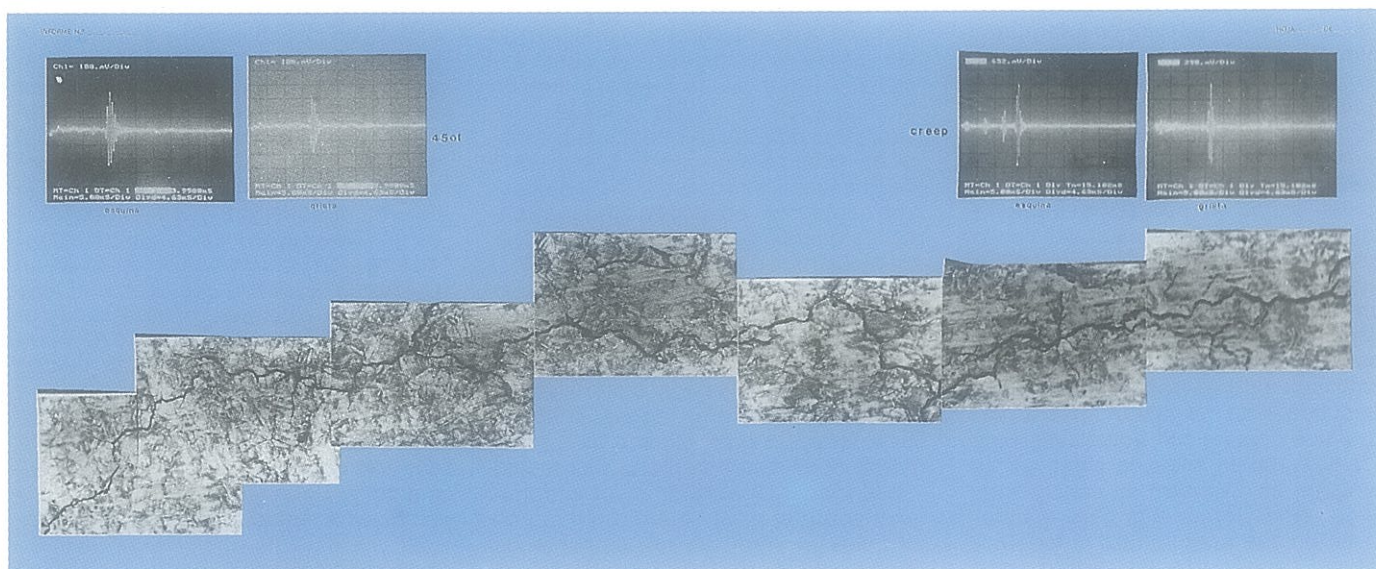
Todo proceso de adecuación y cambio es costoso aunque esté bien planificado y sus metas bien definidas. El solo hecho de desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas es una actividad compleja y costosa.

El personal existente se debe diversificar en tareas de apoyo en el proceso de desmantelamiento y las actuales de investigación.

La filosofía de investigación del Programa de Materiales es adecuar ésta a las necesidades del país, para así hacerla rentable. Con esta mira el enfoque necesario debe ser triple: investigación encaminada a resolver problemas del presente, dirigida a medio plazo (5-10 años) y enfocada al futuro (10 años en adelante).

El hecho de haber aceptado en nuestro país una filosofía multisectorial en el campo de las plantas nucleares ha conllevado la aparición de diferentes problemas debido a diversidad en diseños, condiciones de contorno propias de operación y materiales diferentes.

La labor inicial de estudio bibliográfico realizada por el investigador debe ser completada con la información de los problemas puntuales que se presentan en las plantas nucleares, ya que pequeños cambios en las condiciones de operación pueden conllevar comportamientos diferentes en materiales idénticos. Una vez identificados, definidos y estudiados los diferentes problemas se deben organizar prioritariamente en base a la seguridad propia de la planta, del costo económico y de minimizar



F I Ensayo de propagación de grietas en tubería AISI-304

la dependencia tecnología con el exterior.

Siguiendo esta línea de actuación, el Programa de Materiales tiene definidos en la actualidad varios subproyectos, englobados en dos proyectos en función del contenido de los mismos.

El proyecto de "Interacción entre Refrigerante y Materiales" tiene por objetivo global el conocer las causas de la degradación de los materiales del circuito primario en los reactores tipo BWR y en generadores de vapor en los de tipo PWR, con el fin de aumentar la disponibilidad de las plantas y conseguir mayor seguridad en la operación.

Dentro de este proyecto el subproyecto de "Corrosión Intergranular bajo Tensión" (PICI I), promovido por el interés del grupo de propietarios de las centrales de agua en ebullición, tiene por objetivo: conocer el comportamiento de tuberías de acero inoxidable austenítico con soldaduras agrietadas y reparadas por "Weld overlay", en condiciones simuladas de operación de reactor tipo BWR, así como en condiciones de química con inyección de hidrógeno (alternativa); obtener datos de velocidad de crecimiento de grietas, con probetas de mecánica de fractura, en condiciones simuladas de química de reactor y desarrollar la técnica de Emisión Acústica para la detección y seguimiento de grietas de corrosión intergranular bajo tensión.

Los ensayos necesarios para alcanzar estos objetivos se están realizando en una instalación diseñada y construida en el Instituto de Tecnología Nuclear que permite simular las condiciones de operación de reactores BWR en cuanto a temperatura, presión y características químicas del agua. En esta instalación se han generado y propagado grietas

intergranulares por corrosión-tensión en componentes de tamaño real, habiéndose conseguido grietas de morfología semejante a las detectadas en este tipo de plantas. Así mismo, se dispone en la actualidad de la tecnología necesaria para obtener datos cuantitativos de velocidad de crecimiento de grietas para su evaluación con criterios de mecánica de fractura.

Paralelamente, se está desarrollando la técnica de Emisión Acústica para la detección y seguimiento de grietas de corrosión intergranular bajo tensión, con el fin último de que sea un método fiable de detección precoz en planta, disminuyendo, por tanto, los tiempos de inspección a planta parada.

El subproyecto de "Examen de tubos de Generadores de Vapor" tiene por objetivo el evaluar el comportamiento de dichos tubos durante su vida en planta, así como comprobar la fiabilidad de las inspecciones de los mismos realizados *in situ*.

El examen de los tubos procedentes de la plantas en operación no es posible realizarlo en laboratorios convencionales debido a su nivel de actividad.

El Instituto de Tecnología Nuclear dispone de Celdas Calientes Metalúrgicas adecuadas para la recepción y END de

los mismos. De la misma forma, este Instituto ha montado una instalación radiactiva que incluye laboratorios de Metalografía, corrosión, análisis cuantitativo de elementos por espectrometría, LECO y difracción de Rayos X. En la actualidad, en dicha instalación se está llevando a cabo la inspección de tubos de generadores de vapor extraídos de dos plantas nacionales, pudiéndose abordar la inspección de material contaminado procedente de diferentes circuitos de nuestras plantas.

Otro de los subproyectos que integran el proyecto de "Interacción entre Refrigerante y Materiales" es el de "Corrosión en Tubos de Generadores de Vapor", que tiene por objetivo el estudio de los problemas de corrosión que pueden aparecer en el lado del circuito primario, y en el del secundario, de los tubos de los generadores de vapor de los reactores de agua a presión tipo PWR.

Los objetivos parciales de este subproyecto son definir la influencia del pH del agua del primario en la generación de grietas por corrosión bajo tensión; cuantificar la deformación originada

F II Dispositivo para la generación de grietas por corrosión intergranular



por el "denting", relacionándola con la aparición de grietas por corrosión-tensión, y estudiar el efecto de posibles contaminaciones del agua del circuito secundario y de la concentración de estos contaminantes en los "crevices" existentes entre los tubos y la placa tubular sobre la resistencia frente al ataque intergranular de las aleaciones base níquel. Para la realización del trabajo experimental necesario para la consecución de estos objetivos, se ha diseñado, y está en fase de montaje, una instalación capaz de reproducir las condiciones de operación del primario y secundario de los generadores de vapor y que contará con autoclaves para la realización de ensayos estáticos de corrosión bajo tensión en condiciones del primario y maquetas para el estudio de ataque intergranular y fenómenos de "denting". La instalación tiene la instrumentación necesaria para el control de las características químicas de ambos medios, primario y secundario.

El segundo proyecto "Efectos de la Irradiación Sobre los Materiales", encuadrado en el Programa de Materiales, está formado, como en el caso anterior, por diferentes subproyectos. Por una parte se realiza el estudio de la pérdida de características mecáni-

cas por la irradiación de los aceros de las vasijas de las plantas nucleares nacionales. Para ello se cuenta, tanto con la Instalación de Celdas Calientes Metalúrgicas del CIEMAT como de las técnicas desarrolladas en el Laboratorio de Ensayos Destructivos. Dichos ensayos se realizan en celdas blindadas capaces de albergar probetas irradiadas, manipulándose a distancia.

Para aumentar la fiabilidad del trabajo anterior, el CIEMAT se integró en un proyecto coordinado por el OIEA sobre el comportamiento frente a la irradiación neutrónica de los materiales de vasijas de reactores de agua ligera. Este proyecto complementará el anterior al optimizar los procedimientos de vigilancia y obteniendo mayor información sobre el nivel de daño sufrido en el material irradiado; al comparar los efectos de la irradiación acelerada en reactores experimentales frente a los usuales en reactores comerciales de potencia y así prever el estado final de la vasija; estudiar las posibilidades del alargamiento de vida de una vasija mediante un recocido *in situ* y los efectos de la irradiación en la tenacidad de detención de grietas.

Debido al carácter multisectorial de este Programa, se consideró idóneo, según se expone en las "Líneas estra-

tégicas en investigación y desarrollo en tecnología nuclear. 1988-1991" del Instituto de Tecnología Nuclear, el abordar temas relacionados con futuros materiales a emplear en el Programa de Fusión. De esta manera, en 1987 se comenzó un proyecto consistente en el diseño, fabricación y caracterización de un nuevo acero válido para las condiciones de contorno previsibles en un reactor de fusión y que, frente al flujo neutrónico existente, cumpliera la característica de que su activación fuera mínima o que el gradiente en tiempo de desactivación fuera máximo.

Con este fin se han fabricado dos coladas diferentes de un material ferrítico, con el fin de caracterizarlo inicialmente y, después de un proceso de irradiación, estudiar su comportamiento.

Evidentemente, todos estos proyectos están soportados mediante laboratorios metalúrgicos y de control metrológico con el equipamiento idóneo para realizar dichos trabajos.

El Programa de Materiales del Instituto de Tecnología Nuclear, al ser éste un centro público, está decididamente abierto a llevar a cabo trabajos de investigación del sector industrial metalúrgico, aunque esté fuera del campo nuclear, si se le demanda.

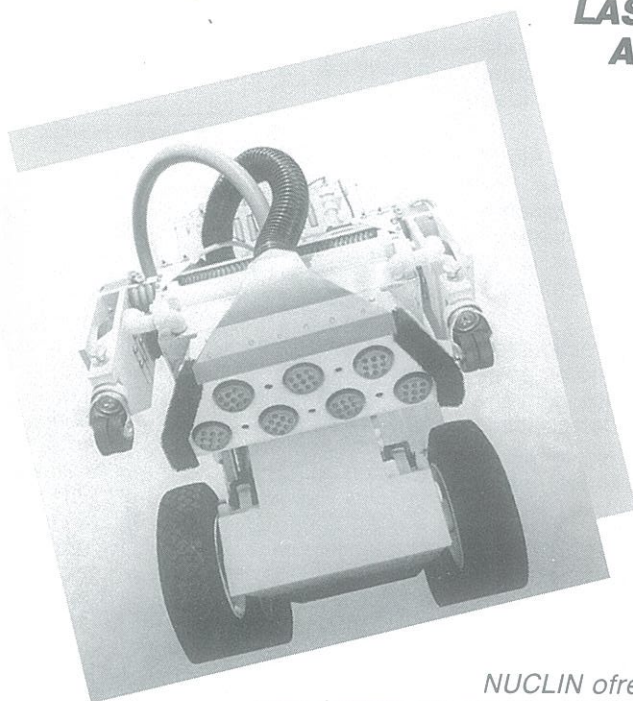
LAS TECNICAS MAS ACTUALES APLICADAS A LAS NECESIDADES DE HOY

DESCONTAMINACION

- Equipos de electropulido, tratamiento químico, granallado, etc.
- Equipos de control remoto para descontaminación de superficies
- Pinturas autopelables y procesos químicos
- Servicios completos con personal propio

RESIDUOS RADIOACTIVOS

- Sistemas de manipulación de R. R.
- Sistemas de solidificación de resinas
- Incineradores de R. R. (NUCLIN-NORSK HYDRO)
- Programas de software para la gestión de Residuos Radiactivos y predicción de rotura de vainas
- Técnicas de reducción de volumen de R. R.



NUCLIN ofrece actualmente sus nuevos servicios en el área de **Garantía de Calidad** de los desarrollos informáticos (Software), así como la **Dedicación** de componentes de grado comercial para su uso en aplicaciones relacionadas con la seguridad según tecnología aplicada en USA y aceptada por la NCR.

NUCLIN, S. A. Castelló, 39 28001 Madrid
Tel. 91/431 04 93 Fax 275 98 96 Tlx. 22558

