

Translation sample by Diana Llorente: Technical report for the organisation EPRI. Title: Assessment of Hot Cell Data and Dimensional Stability Model of AgInCd Control Rod Absorber.

(Note: These sections aren't confidential, as they are published in the public domain.)

English

Background

Understanding the dimensional stability of neutron absorbers in control rods used in light water reactors (LWRs) is critical to both predicting their mechanical lifetime and establishing their design features. The *mechanical lifetime* is the length of time the control rod resides in the reactor until the control rod's outer cladding (usually stainless steel) cracks and continues to expand. This could impede the ability of the control rod to fully insert.

In PWRs, the control rod cladding may fail by fabrication defects, fretting wear with guide tubes and guide cards, or by excessive straining caused by swelling of the absorber resulting in mechanical interaction (that is, stressing) between the absorber and cladding. The latter failure mechanism usually occurs at the lower tip of the control rod that has the highest exposure or *neutron fluence* (that is, cumulative number of neutrons per unit area over a specified energy range). This expansion or dimensional change is difficult to predict; therefore, it is difficult to incorporate mitigating design features because of the lack of post-irradiation examination (PIE) and testing of the absorber materials across the entire spectrum of exposure.

Objectives

- Perform a comprehensive literature review to extract and compile all pertinent AIC data from previous EPRI research as well as open literature.
- Perform various analyses and develop models to aid in understanding control rod dimensional stability based on physical, chemical, and microstructural property data sets as well as the dynamics of neutron capture, transmutation, and metallurgical mechanisms.
- Provide an overall assessment of the data and resulting models, with guidance for monitoring AIC absorber exposure (that is, neutron fluence, effective full power years of operation, and so on) and mechanical lifetime of control rods.

Approach

EPRI's Fuel Reliability Program (FRP) and other industry stakeholders sponsored several PIE projects over the past few decades to expand the data set on irradiated AIC alloy used in PWR control rods. Control rod absorber materials from at least four different PWRs were harvested, shipped to hot cell facilities, and examined. These PIE projects have included several characterization, testing, and analytical examinations to measure physical, chemical, and microstructural properties as a function of absorber exposure. For the

preparation of this report, a collaborative research team was formed and included staff and personnel from FRP, utilities, control rod suppliers, and EPRI contractors.

Spanish translation

Antecedentes

Resulta esencial entender la estabilidad dimensional de los absorbentes de neutrones de las barras de control utilizadas en los reactores de agua ligera, tanto para predecir su vida útil mecánica como para definir sus características de diseño. La *vida útil mecánica* es el período de tiempo que la barra de control permanece en el reactor hasta que su vaina externa (normalmente de acero inoxidable) se agrieta y continúa expandiéndose, lo que podría dificultar insertar de manera completa la barra de control.

En los reactores PWR, la vaina de la barra de control puede fallar como consecuencia de defectos de fabricación, por desgaste resultado de la fricción con los tubos y las placas guía o a causa de un esfuerzo excesivo causado por el hinchamiento del absorbente, que causa una interacción mecánica (es decir, tensiones) entre el absorbente y la vaina. Este último mecanismo de fallo normalmente se da en el extremo inferior de la barra de control, sometido a una exposición mayor de fluencia de neutrones (número acumulado de neutrones por unidad de superficie en un rango de energía determinado). Esta expansión o cambio dimensional es difícil de predecir; por tanto, es difícil incluir en el diseño características que mitiguen este efecto por la falta de evaluaciones posirradiación (PIE) y de ensayos sobre los materiales absorbentes en todo el espectro de exposición.

Objetivos

- Realizar una revisión exhaustiva de las publicaciones existentes para extraer y recopilar todos los datos relevantes de estudios anteriores de EPRI sobre la aleación AIC, así como de publicaciones de acceso público.
- Realizar varios análisis y desarrollar modelos para ayudar a comprender la estabilidad dimensional de las barras de control a partir de conjuntos de datos de propiedades físicas, químicas y microestructurales, y entender las dinámicas de la captura de neutrones, transmutación y mecanismos metalúrgicos.
- Proporcionar una evaluación general de los datos y modelos resultantes, con indicaciones para monitorizar la exposición del absorbente AIC (fluencia de neutrones, años efectivos de funcionamiento a plena potencia, etc.) y la vida útil mecánica de las barras de control.

Enfoque

El Programa de Fiabilidad de Combustible de EPRI y otras partes interesadas han patrocinado varios proyectos de evaluaciones posirradiación (PIE) durante las últimas décadas a fin de ampliar el conjunto de datos disponibles sobre la aleación AIC irradiada en las barras de control de los reactores PWR. Se ha recogido material absorbente de las barras de control de al menos cuatro reactores PWR diferentes, que se ha enviado a instalaciones de celda caliente y analizado. Estos proyectos de PIE han incluido varias caracterizaciones, ensayos y análisis analíticos para medir las propiedades físicas,

químicas y microestructurales como función de la exposición del absorbente. Para preparar este informe se ha formado un equipo colaborativo de investigación con personal del programa FRP, de empresas de suministros, de proveedores de barras de control y de proveedores de EPRI.