

EVACUACIÓN DE CALOR MEDIANTE SISTEMAS PASIVOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DENTRO DEL CUARTO PROGRAMA MARCO DE LA COMISIÓN EUROPEA

PRESENTACIÓN

Con esta nota técnica iniciamos una serie de publicaciones encaminadas a informar de algunos de los trabajos de Investigación y Desarrollo que en el área de Seguridad Nuclear de Reactores de Fisión y Residuos se están llevando a cabo con participación española dentro del "Cuarto Programa Marco de la Comisión Europea".

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos para los futuros reactores es la simplificación del diseño siempre que esto no suponga un decremento de la fiabilidad de los sistemas de seguridad, tanto desde el punto de vista de acciones humanas como de las realizadas automáticamente por el sistema.

Bajo este aspecto conseguir que una determinada función de seguridad se realice mediante sistemas pasivos auto-actuados y por tanto sin requisitos de apoyo exterior, puede suponer una simplificación importante manteniendo el nivel de seguridad.

Ello ha llevado a buscar sistemas cuyos mecanismos de funcionamiento se creen en el propio proceso; la verificación de la eficacia de dichos mecanismos para realizar las funciones de seguridad, es uno de los objetivos prioritarios de programas de Investigación y Desarrollo que actualmente se están llevando a cabo.

La Comisión Europea, dentro del Cuarto Programa Marco y en el área de Fisión Nuclear, ha creado una línea de investigación orientada al desarrollo de nuevas tecnologías entre las que se encuentran los sistemas pasivos. En este contexto se enmarca el proyecto al que nos referimos en esta nota.

El proyecto que aquí se describe consiste en la modelización de un cambiador de calor pasivo para comprobar su eficacia en el proceso de evacuación de calor de la atmósfera de contención.

El mecanismo de enfriamiento pasivo consiste en el paso del fluido a enfriar (atmósfera de la contención) a través de los tubos de un cambiador de calor que se encuentre sumergido en una piscina. La evaporización del agua de la piscina es el mecanismo de extracción final de calor. El flujo de atmósfera de contención por los tubos del cambiador se crea por convección natural sin ningún sistema activo.

OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO TEPPS

El acrónimo "TEPPS" (Technology Enhancement for Passive Safety Systems) es el utilizado por este proyecto europeo en el cual participan las organizaciones españolas CIEMAT y las Universidades Politécnicas de Cataluña (UPC) y Valencia (UPV)

junto con Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), NUCOM y KEMA de Holanda y el Paul Sherrer Institut (PSI) de Suiza.

El objetivo fundamental del proyecto TEPPS es demostrar la capacidad de los sistemas pasivos para la refrigeración de contención tras un accidente y conocer el margen de presión de Contención en distintos escenarios. Asimismo, se pretende determinar la deposición y re-arrastré de aerosoles dentro de los tubos del cambiador de calor con el fin de obtener un cálculo más realista del término fuente en caso de accidente severo.

Adicionalmente se utilizará para disponer de una base de datos suficiente que permita validar los códigos usados en análisis de seguridad tanto en condiciones de operación normal, transitorios, accidentes y accidentes severos.

Las áreas de desarrollo de este proyecto son las siguientes:

* CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN DE PISCINAS

Investigación sobre estratificación térmica en piscinas. Estudios de plumas térmicas en piscinas profundas y pruebas de mecanismos para evitar o minimizar la acumulación del calor y creación de regiones de estratificación.

* OPTIMIZACIÓN DE VOLUMEN DE CONTENCIÓN

El modelo y configuración que se utilizará para este trabajo es el del reactor Simplified Boiling Water Reactor (SBWR) de General Electric (GE). En él se ha incrementado el volumen de pozo húmedo con el espacio existente en la parte superior de las piscinas de inundación por gravedad. Esta configuración permite disminuir el transitorio de contención sin aumento global del volumen de la misma.

* EVALUACIÓN REALISTA DEL TÉRMINO FUENTE

Pruebas demostrativas de la efectividad de los sistemas pasivos de eliminación de calor como filtros de aerosoles y comprobación de la capacidad de evacuación de calor en presencia de dichos depósitos.

En todos los casos los experimentos están acompañados por cálculos analíticos para la identificación y modelización de los fenómenos asociados.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO

El proyecto se ha configurado en tres grandes paquetes de trabajo cada uno de ellos orientado a una de las áreas de desarrollo antes mencionadas. El paquete de trabajo número 1 engloba las actividades referentes a la estratificación y mez-

clado en la piscina de supresión, y tiene como objetivo el diseño de los sistemas de seguridad de descarga en la piscina de forma que se evite o mitigue al máximo la estratificación de temperatura en la misma y se consiga una optimización del diseño de los aspersores a través de los cuales descargan los vientos del condensado del sistema de Refrigeración Pasivo de Contención (PCC). Los experimentos concernientes a este trabajo se realizarán en la instalación experimental LINX 2 del PSI en Zurich durante el año 1997.

El paquete de trabajo número 2 engloba todo lo referente a la extracción del calor residual mediante sistemas pasivos y tiene por objetivos:

- i) Demostrar la capacidad de los sistemas de seguridad pasivos de refrigeración de la contención.
- ii) Proporcionar una base de datos suficiente con los resultados de las pruebas.
- iii) Efectuar una validación de los códigos actuales para su utilización en condiciones de operación normal, transitorios y accidentes severos.

Este paquete de trabajo incluye en primer lugar un análisis del escalado a 1000 MWe de la instalación experimental PANDA del PSI, diseñada inicialmente para 600 MWe, en la cual se realizarán diversos experimentos relacionados con la extracción del calor residual de la contención a través del sistema. Estos experimentos se modelizarán con los códigos RELAP5, TRAC/BF1 y con el código MELCOR; el modelo tridimensional de la contención se incluirá en los códigos GOTHIC y FLOW3D con el fin de obtener una base de datos de validación de los mismos.

El paquete de trabajo número 3 tiene por objetivo determinar la deposición de aerosoles en los tubos del cambiador del sistema de refrigeración de Contención, y evaluar sus influencias en la degradación de la transferencia de calor. La parte experimental de este paquete de trabajo se realizará en la instalación AIDA del PSI, y los cálculos se realizarán con el código MELCOR.

CONCLUSIONES

Para los reactores de la futura generación basados en tecnología pasiva se están desarrollando nuevas tecnologías encaminadas a buscar mecanismos pasivos fiables para la realización de funciones de seguridad.

Los resultados de este trabajo permitirán obtener un mejor conocimiento de los mecanismos de extracción de calor residual por medios pasivos, así como de los de retención de productos de fisión de forma pasiva en piscinas y cambiadores de calor.

La participación española en este proyecto es una vía para mantener que se mantiene la capacidad tecnológica necesaria para evaluar la efectividad de los mecanismos pasivos que puedan incorporarse en los reactores nucleares futuros. Este conocimiento podría servir para incorporar dicha fenomenología en la evaluación de seguridad de los reactores en operación, donde algunos de estos mecanismos están ya implícitos en el diseño.