

SIMULACIÓN CFD DEL NÚCLEO DE UN PEQUEÑO REACTOR MODULAR REFRIGERADO POR PLOMO

CFD SIMULATION OF A LEAD-COOLED SMALL MODULAR REACTOR CORE

Ivan K. Umezu^a, Dario M. Godino^b, Damian Ramajo^b, Claubia Pereira^a, Carlos E. V. Cabrera^a, Clarysson A. M. da Silva^a y Antonella L. Costa^a

^a*Departamento de Engenharia Nuclear - DEN, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte - MG, Brazil.*

^b*CIMEC Centro de Investigación de Métodos Computacionales, UNL, CONICET, FICH, Col. Ruta 168 s/n, Predio Conicet "Dr Alberto Cassano", 3000 Santa Fe, Argentina, dmgodino@gmail.com*

Palabras clave: CFD, Medios porosos, Energía Nuclear.

Resumen. Los pequeños reactores modulares (SMR) se definen como reactores nucleares avanzados que ofrecen hasta 300 MW de potencia eléctrica. Un importante diseño de SMR que está siendo desarrollado por KTH y LeadCold, es el SEALER (reactor de plomo avanzado sueco), que es un pequeño reactor nuclear refrigerado por plomo de 8 MW_{th}. En el presente trabajo, se utilizó la dinámica de fluidos computacional (CFD) para investigar la capacidad de extracción de calor del núcleo y el comportamiento del flujo de fluidos de la región central del núcleo del reactor SEALER. Las características geométricas y los parámetros operativos, como el caudal de refrigerante y las distribuciones de potencia axial y radial del núcleo, se aplicaron al modelo de acuerdo con el diseño original publicado de SEALER. El refrigerante plomo líquido se modeló con propiedades termofísicas dependientes de la temperatura y se utilizó el enfoque de medios porosos para modelar los elementos combustibles. Además, se presentan los resultados para los campos de velocidad, temperatura y presión, especialmente el comportamiento y patrones de flujo en el pleno superior, debido a las influencias de la flotabilidad y la convección natural en esta región de gran volumen. Se realizó un extenso análisis de los resultados y se llegaron a conclusiones prometedoras.

Keywords: CFD, Porous media, Nuclear Energy.

Abstract. Small Modular Reactors (SMRs) are defined as advanced nuclear reactors that offer up to 300 MW of electrical power. One significant SMR design, under development by KTH and LeadCold, is the SEALER (Swedish Advanced Lead Reactor), which is a 8 MW_{th} lead-cooled small nuclear reactor. In the present work, Computational Fluid Dynamics (CFD) was used to investigate the core's heat removal capacity and fluid flow behavior of the SEALER reactor's core barrel region. Geometrical features and operational parameters such as coolant flow rate and core axial and radial power distributions were applied to the model in accordance with SEALER's original published design. The liquid lead coolant was modeled with temperature-dependent thermophysical properties and the porous media approach was used to model the fuel assemblies. Finally, the results are presented for the velocity, temperature and pressure fields, especially the flow behavior and patterns in the upper plenum, due to the influences of buoyancy and natural convection in this large volume region. An extensive analysis of the results was carried out and promising conclusions are reached.