



# I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

ANAIS - PROCEEDINGS

## CÁLCULO DA GERAÇÃO DE CALOR VIA RADIAÇÃO EM REATORES NUCLEARES

Luisa Maria Ribeiro Torres  
Itacil Chiari Gomes  
José Rubens Maiorino

Seção de Energia Nuclear  
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA - IME  
Rio de Janeiro - RJ

Divisão de Física de Reatores  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN  
São Paulo - SP

### Sumário

O estudo é realizado para calcular a geração de calor proveniente da deposição da energia da interação de nêutrons e gamas com a matéria.

Modificações foram implementadas no código ANISN, que soluciona a equação do transporte unidimensional, através do método das ordenadas discretas, para incluir o cálculo da geração de calor via radiação.

Testes das modificações implementadas foram realizados no cálculo do aquecimento nuclear em um reator a fusão.

### Abstract

The study is performed for calculating nuclear heating due to the interaction of neutrons and gamma-rays with matter.

Modifications were implemented in the ANISN code, that solves the one-dimensional transport equation using the discrete ordinate method, to include nuclear heating calculations.

Tests of the implemented modifications were performed in problems of nuclear heating due to radiation energy deposition in a fusion reactor.

## INTRODUÇÃO

O projeto de reatores nucleares é geralmente ditado pelas limitações de temperatura e tensão nos materiais. Verifica-se que o aquecimento nuclear devido à interação da radiação com os materiais pode alcançar valores significativos e deve ser calculado precisamente.

O objetivo do trabalho foi modificar o código de transporte ANISN<sup>1</sup> para incluir o cálculo da geração de calor via radiação. Para isso foram introduzidos no código novos dados de entrada e subrotinas específicas para a determinação do aquecimento por gamas e nêutrons, devido às reações de espalhamento elástico, espalhamento inelástico na região do "continuum", reações (n, $\alpha$ ) e (n,p).

Nas implementações realizadas, foi respeitada a estrutura de programação do código, bem como os formatos de entrada de dados e saída de resultados, de forma que o ANISN pudesse oferecer mais esta opção de cálculo.

## MODELO DE CÁLCULO

O aquecimento nuclear é calculado e analisado para as várias regiões de um reator a fusão. Uma comparação é feita entre os resultados obtidos com o programa implementado, ANISN-HT<sup>2</sup>, e os publicados num trabalho realizado por M.A.Abdou e C.W.Maynard<sup>3</sup>.

A figura 1 apresenta um esquema do reator estudado e indica as composições percentuais, dadas em volume, dos materiais constituintes das várias regiões.

Para o cálculo do aquecimento, M.A.Abdou e C.W.Maynard utilizaram a biblioteca DLC-29/MACKLIB, que contém fatores de "Kermas" para vários materiais de interesse com aplicação em reatores a fusão. O transporte de nêutrons e gamas para o sistema foi realizado em geometria cilíndrica unidimensional com o código ANISN, usando uma aproximação  $S_8 P_3$ .

Na versão modificada do código ANISN (ANISN-HT), o aquecimento nuclear é calculado diretamente a partir dos próprios dados de entrada do programa, sem necessidade de bibliotecas especiais. O transporte de nêutrons e gamas foi realizado em geometria cilíndrica, usando a versão do ANISN-HT, com aproximação  $S_6 P_3$ .



Nos cálculos realizados, considerou-se uma fonte monoenergética de 14,1 Mev, uniformemente distribuída na região do plasma.

### RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Tabela 1 resume os resultados para o aquecimento nuclear devido a nêutrons e gamas, nas diversas regiões do reator. Nesta tabela, observa-se que o aquecimento por gamas nas regiões constituídas por materiais leves é muito menor que o aquecimento por nêutrons e o inverso ocorre nas regiões constituídas por materiais pesados, como chumbo, aço inoxidável e vanádio.

Verifica-se que os resultados encontrados, nas regiões onde a geração de calor é mais significativa, apresentam-se dentro da ordem de grandeza esperada, observando-se, entretanto, maiores desvios nas regiões mais afastadas do núcleo, onde o aquecimento é menos relevante.

A Tabela 1 mostra que o aquecimento total, obtido por Abdou e Maynard, foi de 16.43 Mev. No cálculo realizado com o ANISN-HT chegou-se a 16.34 Mev, apresentando, portanto, um desvio de 0.55%.

As diferenças encontradas podem ser justificadas por diferenças nos dados nucleares utilizados no cálculo do aquecimento e, também, nos dados para o transporte da radiação realizado com o ANISN, como diferenças de seções de choque, estrutura de grupos de energia, discretização espacial do reator, densidades atômicas dos materiais constituintes do sistema e critério de convergência adotado.

### BIBLIOGRAFIA

- 1- W.W. ENGLE, Jr.. A Users Manual For ANISN: A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code With Anisotropic Scattering. Oak Ridge National Laboratory, 1967. (RSIC - CCC - 82).
- 2- ABDOU M.A.; Maynard C.W.. Calculational Methods for Nuclear Heating - Part II: Applications to Fusion Reactor Blankets and Shields.  
In: Nuclear Science and Engineering, 56: 381 - 398. 1975.
- 3- TORRES, L.; MAIORINO, J.R.; GOMES, I.C. - Distribuição de Temperatura devida à Geração de Calor em Blindagem de Reatores Nucleares - RJ - IME - 1985.