

EXPERIÊNCIA 7

MEDIDA DO COEFICIENTE DE REATIVIDADE DE VAZIO DO REATOR IPEN/MB-01

1. TEORIA

Em análises de acidentes em reatores nucleares é muito importante saber qual o efeito em reatividade, causado pela inserção de vazios no núcleo destes reatores. O efeito é dito ser negativo quando a reatividade decresce devido ao vazio. O valor do efeito da reatividade é comumente expresso em unidades de ΔK_{eff} por porcentagem de volume de vazio. O sinal e a magnitude do efeito de reatividade devido ao vazio é conhecido como "**Coeficiente de Reatividade de Vazio**", denotado por α_v .

Os vazios em um reator são gerados devido ao surgimento de bolhas causadas por um eventual superaquecimento do moderador em situações de acidentes. Em situações normais pode-se também gerar artificialmente vazios, através da introdução de dispositivos experimentais ou de detetores no núcleo.

Em reatores de pesquisa, normalmente se procede à determinação de α_v por intermédio de inserções de materiais transparentes à nêutrons, ou seja, materiais de baixa seção de choque de absorção para nêutrons térmicos, isto porque o material deve apenas simular vazios sem a interferência na distribuição espacial do fluxo neutrônico. Normalmente utiliza-se o alumínio como simulador de vazios.

A natureza da relação reatividade/vazio pode ser entendida através de consideração do efeito do vazio sobre os parâmetros da equação crítica do reator a seguir:

$$K_{\text{eff}} = \frac{\eta \epsilon p f e^{-\tau B^2}}{1 + L^2 B^2} \quad (1)$$

onde, cada um destes parâmetros já é de conhecimento dos alunos.

Quando o reator está crítico a equação (1) acima é igual a 1.

Ao se introduzir vazios no núcleo ocorrerão mudanças nos valores dos parâmetros desta equação, de tal forma que K_{eff} não será mais igual a 1 e como resultados a potência (período do reator) é uma função do valor da reatividade de vazio. Através de medidas do período do reator, esta reatividade pode ser determinada. Uma

vez que o volume de vazio é conhecido, pode-se calcular este coeficiente através da relação seguinte:

$$\text{Coeficiente de Vazio} \Rightarrow \alpha_v = \frac{\frac{K_{eff} - 1}{K_{eff}}}{\frac{\Delta V_v}{\Delta V_v}} = \frac{\Delta \rho}{\Delta V_v} \quad (2)$$

onde:

$$\Delta V_v = \frac{V_{\text{varetas}}}{V_{\text{moderador}}} \quad (3)$$

A influência dos vazios em cada um dos fatores é diferente de um reator para outro, mas geralmente o efeito global é no sentido de reduzir, ou seja, tornar o reator subcrítico, o que representa um fator de segurança intrínseca de um reator, relativo a uma excursão de potência.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para este experimento serão utilizados os reatímetros já utilizados em experimentos anteriores e 43 tubos de alumínio que serão distribuídos adequadamente no núcleo.

- 2.1 Anotar as posições de criticalidade das barras de controle BC#1 e BC#2 de experimentos anteriores:

$$\frac{\quad}{BC\#1} \quad \frac{\quad}{BC\#2}$$

- 2.2 Montar as varetas de alumínio no núcleo de acordo com a Tabela 1, sob a supervisão dos operadores do IPENMB-01.

- 2.3 Anotar antes da subida das Barras de Controle (BC#1 e BC#2), a temperatura do moderador. Ela deve ser a mesma usada para o item 2.1. No evento de uma divergência, ela deverá ser corrigida pelos operadores do reator através de sistema de aquecimento ou resfriamento:

$$\frac{\quad}{T_M (^{\circ}C)}$$

- 2.4 Criticalizar o reator e anotar os novos valores da BC#1 e BC#2. ATENÇÃO: a posição da BC#2 deverá ser a mesma do item 2.1:

BC#1

BC#2

2.5 Inserir BC#1 até ela atingir os mesmos valores do item 2.1, anotando as posições a seguir:

BC#1

BC#2

2.6 Determinar a reatividade através dos reatímetros, anotando-a abaixo:

 Δ_{p1} (pcm)

2.7 Desligar o reator de acordo com os procedimentos específicos da operação.

2.8 Retirar todos os vazios (tubos de alumínio).

2.9 Criticalizar o reator anotando os dados a seguir (corrigindo a temperatura se necessário).

BC#1

BC#2

2.10 Promover excursão da BC#1, levando-a até o valor obtido em 2.4.

2.11 Determinar a reatividade correspondente através das seguintes formas:

- Reatímetro

 Δ_{pR} (pcm)

- Curvas de Calibração (ORIGIN)

 Δ_{pc}

- Inhour (veja parâmetros no início)

 Δ_{pI}

2.12 Desligar o reator conforme procedimentos específicos da operação.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Calcule ΔV_v , dado por:

$$\Delta V_v = \frac{V_{\text{varetas}}}{V_{\text{moderador}}}$$

Dados:

- Número de varetas (Al) = 43;
- Dimensões das varetas (Al) = $\phi_e = 4,6$ mm;
 $\phi_i = 3,2$ mm;
 comprimento = L (*);
- Número de varetas combustíveis = 680;
- Dimensões das varetas combustíveis = $\phi_I = 9,8$ mm;
 comprimento = L (*);
- Arranjo do núcleo = 26 x 28;
- Total de varetas no núcleo: combustíveis + absorvedoras = 728 (**);
- Altura do núcleo = L (*).

Obs.: (*) L arbitrário, já que será anulado na equação 2;

(**) Admitir volume da vareta combustível $\cong$ vareta absorvedora.

3.2 Calcule α_v , dado por:

$$\alpha_v = \frac{\Delta\rho}{\Delta V_v} \times 100\%$$

4. QUESTÕES

4.1 Por que se procurou manter a mesma temperatura nas 3 operações do reator?

4.2 Qual o valor do erro percentual nas medidas de $\Delta\rho$ pelas 3 possibilidades?

4.3 Sabendo que f na fórmula 1 é dado por:

$$f = \frac{\sum_f}{\sum_f + \left(\frac{\bar{\phi}_m}{\phi_f} \right) \sum_m}$$

onde:

- $\sum_f$ é a seção de choque macroscópica de absorção do combustível;
- $\sum_m$ é a seção de choque macroscópica de absorção do moderador, e
- $\frac{\bar{\phi}_m}{\phi_f}$ o fator de desvantagem,

Pergunta-se: o que aconteceria com f se fossem introduzidos vazios. E com K_{eff} ?

Tabela 1: Posições das 43 Varetas de Alumínio no Núcleo do Reator IPENMB-01.

NÚMERO DA VARETA	POSIÇÃO NO NÚCLEO	NÚMERO DA VARETA	POSIÇÃO NO NÚCLEO
01	ab-A / 2-3	23	M-N / 16-17
02	ab-A / 7-8	24	M-N / 18-19
03	ab-A / 9-10	25	M-N / 20-21
04	ab-A / 11-12	26	M-N / 22-23
05	ab-A / 17-18	27	M-N / 25-26
06	ab-A / 21-22	28	O-P / 14-15
07	ab-A / 23-24	29	Q-R / 14-15
08	ab-A / 26-27	30	S-T / 14-15
09	A-B / 14-15	31	T-U / 2-3
10	C-D / 14-15	32	T-U / 26-27
11	D-E / 2-3	33	U-V / 14-15
12	E-F / 14-15	34	W-X / 14-15
13	F-G / 14-15	35	Y-Z / 14-15
14	F-G / 26-27	36	Z-za / 2-3
15	I-J / 14-15	37	Z-za / 7-8
16	K-L / 14-15	38	Z-za / 9-10
17	M-N / 2-3	39	Z-za / 11-12
18	M-N / 6-7	40	Z-za / 17-18
19	M-N / 8-9	41	Z-za / 21-22
20	M-N / 10-11	42	Z-za / 23-24
21	M-N / 12-13	43	Z-za / 26-27
22	M-N / 14-15		

Relação: $\frac{\text{volume de alumínio}}{\text{volume do moderador}} = 0,00353 = 0,353\%$

