

Concentrações típicas de radionuclídeos dos rejeitos radioativos em reatores de água pressurizada

Júlio de Oliveira Júnior e Roberto Vicente
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Neste trabalho buscou-se estimar os valores típicos das concentrações de radionuclídeos que podem ser encontrados em rejeitos radioativos operacionais encontrados em reatores de água pressurizada, conhecidos pela sigla PWR.

Para este fim, levantou-se informações a respeito das concentrações típicas de radionuclídeos nos rejeitos em PWRs de diferentes lugares do mundo, bem como seus fatores de escala. Além disso, simulou-se os resultados possíveis com base nas informações obtidas pelo software Origin, do pacote Scale 6.0 [1].

Os dados foram usados para estimar um intervalo de valores defensáveis como “valores típicos”, que podem ser esperados em rejeitos radioativos de PWRs de condições similares.

Esse tipo de informação pode ajudar a classificar os rejeitos radioativos desse tipo de reator nuclear utilizando métodos teóricos de análise não-destrutiva, que são mais baratos e possuem execução mais rápida.

OBJETIVO

Objetivou-se descobrir valores que pudessem ser usados como base para estimar as concentrações de radionuclídeos para PWRs em condições similares aos reatores estudados. Esses valores podem ser usados para inferir a radioatividade e o risco radiológico relativo [2] dos rejeitos gerados por um reator PWR.

METODOLOGIA

Revisou-se a bibliografia disponível a respeito do tema abordado; em particular relatórios da UNSCEAR e documentos com resultados específicos para determinadas usinas.

Comparou-se então, os valores obtidos para tentar encontrar alguma correlação entre eles que permitisse estimar um intervalo no qual esses valores fossem demonstrativos das concentrações reais que podem ocorrer em PWRs.

Usou-se também o software Origin, do pacote Scale 6.0 para rodar simulações diretas dos valores para as concentrações, dado um conjunto de condições específicas, criando-se assim um conjunto de dados que permite comparar os valores levantados com os valores esperados de uma simulação computacional.

RESULTADOS

Os resultados foram dispostos em tabelas do Excel e alguns podem ser conferidos a seguir. Como os resultados do Origin são dispostos em tabelas demasiadamente grandes, eles foram omitidos e só podem ser conferidos na versão completa deste trabalho.

Cada tabela avalia fatores diferentes ou regiões diferentes. A última coluna de todas as tabelas exhibe quais radioisótopos são mais presentes na composição do tipo de rejeito que representam. Os resultados de cada tabela foram calculados com base nos dados obtidos da bibliografia especificada.

Tabela 1 - Composição Isotópica de Rejeitos Radioativos Sólidos em PWRs nos EUA [3]

Nuclídeo	Porcentagem	Composição (maior para o menor)
H-3	0,5	Cs-137
C-14	0,1	Co-60
Ni-59	0,01	Sr-90
Ni-63	1	Cs-134
Co-60	20	Ni-63
Sr-90	5	H-3
Tc-99	0,001	Pu-241
I-129	0,0001	C-14
Cs-134	2	Cm-244
Cs-137	30	Pu-238
U-234	0,00001	Pu-240
U-235	0,00001	Ni-59
U-238	0,0001	Tc-99
Pu-238	0,01	Pu-239
Pu-239	0,001	Am-241
Pu-240	0,01	I-129
Pu-241	0,1	U-238
Am-241	0,001	U-234
Cm-244	0,01	U-235

Tabela 2 - Concentração Isotópica Média de Usinas PWR na Europa [4]

Nuclídeo	Fator de Escala Médio (Co-60)	Composição (maior para o menor)
H-3	1,21E-02	Co-60
C-14	3,18E-03	Cs-137
Fe-55	4,09E-02	Cs-134
Co-60	1,00E+00	Fe-55
Sr-90	1,79E-03	H-3
Tc-99	2,10E-05	C-14
I-129	3,33E-06	Sr-90
Cs-134	6,36E-02	Pu-241
Cs-137	1,48E-01	Am-241
U-234	1,19E-07	Pu-238
U-235	3,02E-09	Pu-240

U-238	1,79E-07	Tc-99
Pu-238	2,56E-05	Cm-244
Pu-240	2,49E-05	Cm-242
Pu-241	1,35E-03	I-129
Am-241	3,59E-05	U-238
Cm-242	7,02E-06	U-234
Cm-244	1,69E-05	U-235

CONCLUSÕES

Concluiu-se quais são os isótopos mais frequentes nos rejeitos radioativos operacionais das usinas do tipo PWR. Embora os valores flutuem entre cada usina, é possível estipular um intervalo de valores nos quais pode-se encontrar esses nuclídeos, sendo que os mais frequentes sempre serão Co-60, Fe-55, Cs-137, Cs-134, Sr-90 e Pu-241 complementados por mais alguns isótopos que variam entre os reatores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Informação disponível em: <http://www.oecd-neo.org/tools/abstract/detail/ccc-0834/>

[2] Oliveira, Júlio Jr. Cálculo do risco radiológico de fontes seladas em desuso em função do tempo. Ipen-Cnen/SP, São Paulo, Setembro de 2016. (IPEN/GRR-REL-06/16)

[3] UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. New York, USA, 1988. Anexo B pag 215.

[4] E. Hertelendi et al. Application of scaling technique for estimation of radionuclide inventory in radioactive waste. Slovenia, Setembro de 1996.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

PIBIC CNPq e IPEN-CNEN/SP.