

RELATÓRIO DO PROGRESSO ALCANÇADO NA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM REATOR NUCLEAR A LEITO FLUIDIZADO

Farhang Sefidvash, João R.L. de Mattos, Ligia M.M. Eberle, Marco Túllio M.B. de Vilhena, Lirio Shaeffer, Luiz F.C. De grazia, Edson Z. Silva, Jorge E.M. Ramsy, Arthur B.P Macha do.

Departamento de Engenharia Nuclear da UFRGS  
Porto Alegre, RS

RESUMO:

O Reator Nuclear a Leito Fluidizado se compõe de um módulo básico a partir do qual se pode construir reatores de várias potências. Cada um destes módulos é formado de um tubo de fluidização cilíndrico de 25cm de diâmetro interno, circundado por uma carcaça de forma hexagonal. Entre o tubo e a carcaça forma-se um anel no qual a água entra pela parte superior, penetrando após no tubo de fluidização por perfurações existentes na sua extremidade inferior. Na parte superior do reator existe uma tela móvel que limita a altura de fluidização. Dentro do tubo cilíndrico existe combustível na forma de esferas de dióxido de Urânio ( $UO_2$ ) revestido com zircaloy, com diâmetro aproximado de 0,8cm. A água, passando pelas perfurações, entra no tubo, sobe através dele, fazendo com que as esferas de combustível fluidizem. Atingindo uma determinada razão entre moderador e combustível, o reator se torna crítico. O reator, em princípio, pode ser controlado apenas pela vazão de água, dispensando sofisticados sistemas de controle. Neste sentido, este reator é o único que pode ter o combustível retirado, no caso de algum acidente, através de uma válvula, que faz com que ele possa ser descarregado para um reservatório onde fica permanentemente esfriado. Este dispositivo permite, ainda, que se faça a troca de combustível de maneira rápida e segura, até mesmo com o reator em funcionamento.

Uma série de estudos deu início ao desenvolvimento deste reator, os quais prosseguem dentro dos diferentes segmentos que integram o projeto.

Vários sistemas hidráulicos foram construídos para analisar e testar novas idéias quanto ao projeto do reator. Inicialmente a fluidização acontecia dentro de um tubo com o fluido entrando diretamente na base do leito e saindo pelo topo. Numa segunda idéia, o núcleo do reator constituía-se num segmento do tubo de diâmetro maior do que sua parte inferior. Posteriormente adotam-se dois cilindros concêntricos, com o combustível fluidizado no cilindro interno e a água entrando pela parte superior do anel e saindo pelo topo do tubo. Analisando vantagens e desvantagens dos diferentes sistemas chegou-se ao modelo atual.

Foi feita uma análise teórica da transferência de calor no reator em regime permanente. Observou-se que, devido ao elevado coeficiente convectivo de transferência de calor e a grande área de troca térmica, a máxima potência que pode ser extraída do núcleo não é restringida pelas temperaturas limite do material, mas pela porosidade operacional requerida. Não sendo encontrado na literatura um valor consistente e satisfatório para o coeficiente convectivo de transferência de calor, iniciou-se um estudo experimental para sua determinação. A primeira etapa consiste em simular o calor produzido na reação de fissão, por indução em uma única esfera de aço, para o que um sistema experimental está projetado e em fase de construção. Pretende-se a determinação deste coeficiente sob regime de ebulição nucleada e pelicular.

Realizou-se uma análise de acidente de perda do refrigerante (LOCA), admitindo a hipótese de não abertura da válvula de descarga do combustível. Os cálculos mostraram que, mesmo nestas condições, o combustível não atinge temperaturas consideradas no limite de segurança.

Também está se desenvolvendo um código de computador para análise de transferência de calor em regime tran-

.....

siente. A aplicação da equação da condução de calor nas esferas e de um balanço de energia entre esferas e fluido num volume elementar do reator, resulta em duas equações diferenciais acopladas a serem resolvidas por este código.

Sob o ponto de vista neutrônico, realizaram-se estudos preliminares usando a teoria da difusão modificada para o cálculo da reatividade. Agora estão sendo utilizados códigos de reatores para o cálculo da criticalidade do reator em função de parâmetros operacionais e de projeto como: porosidade, temperatura, enriquecimento do combustível, espessura do revestimento e cálculo do burnup. Estudam-se problemas provenientes da não uniformidade do leito, sobre a reatividade do reator. Para a utilização de compostos orgânicos como refrigerantes e moderadores, foi desenvolvido um modelo teórico de espalhamento de neutrons a ser aplicado nos cálculos neutrônicos.

Foram desenvolvidos e testados alguns métodos de revestimento das esferas de combustível. Um destes trabalhos consistiu na fabricação de duas semi-esferas soldadas por diversos processos, entre os quais o método por resistência mostrou-se o mais recomendável. Apesar deste trabalho ter tido sucesso relativo, espera-se atingir melhores resultados com um novo processo que está sendo desenvolvido e que consiste em colocar as esferas dentro de um tubo de zircaloy, material que constituirá o revestimento, e, por meio de um esforço de compressão e cisalhamento sobre o tubo, no espaço compreendido entre as esferas, fazer com que elas sejam envolvidas pelo zircaloy. O fechamento das extremidades será feito por soldagem.

Este conceito de reator é especialmente adequado para o desenvolvimento de um reator de pequeno porte, complementando o programa nuclear brasileiro, merecendo, portanto, que se unam esforços da comunidade científica nacional para que se possa construir um reator nuclear brasileiro.