

ANÁLISE POR FTIR DO EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA NA RESINA EPOXI, UTILIZADA COMO AGENTE IMOBILIZADOR DE REJEITOS RADIOATIVOS

Chun Hung LIU, Selma M. L. GUEDES* e Humberto G. RIELLA

Ministério da Marinha
Coordenadoria para Projetos Especiais - COPESP
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária
05508-900, São Paulo - S.P.

*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN/CNEN
Caixa Postal 11049, CEP 05499-970, São Paulo, S.P.

ABSTRACT

ABSTRACT: In this work the effects of gamma radiation on Epoxy resin, used as solidification agent of radioactive wastes, were studied by Fourier Transform Infrared (FTIR). The spectra showed no significant modifications on Epoxy resin functional groups (irradiated with dose from 0 to 1 MGy). Up to 1 MGy Epoxy resin did not oxidize, confirming the Epoxy good radiation strength. The presence of aromatic chain and amine group, mainly tertiary amine, give good radiolitic stability to the Epoxy, increasing the interest to use this material in nuclear facilities.

INTRODUÇÃO

As instalações nucleares geram diversos tipos de rejeitos radioativos, tais como concentrados do evaporador, lamas do filtro, resinas de troca iônica, etc. A quantidade desses rejeitos gerados tem aumentado significativamente, a qual tem tornado uma questão preocupante quanto aos seus tratamentos apropriados em relação a segurança do meio ambiente.

Uma das formas apropriada para acondicionar os rejeitos radioativos, em especial as resinas de troca iônica, é imobilizá-las em uma matriz sólida monolítica, de tal forma que reduza a mobilidade dos radionuclídeos e portanto diminua o potencial de liberação para o meio ambiente.

Existem diversos materiais que podem ser utilizados como agente imobilizador, entre eles o cimento, o betume, os polímeros orgânicos, o vidro, e etc. No entanto todos estes agentes apresentam suas vantagens e limitações.

O cimento é atualmente o mais utilizado devido a baixo custo de matéria prima e em decorrência do processo utilizado basear-se na engenharia civil, onde a técnica é bastante conhecida. Entretanto a alta porosidade desta matriz e a baixa fração de rejeito permissível a ser incorporado fazem com que as pesquisas atuais, neste aspecto, sejam voltadas para uma alternativa, no propósito de substituir o cimento, visando diminuir a taxa de lixiviação ao meio ambiente e reduzir o volume final.

Após a imobilização dos rejeitos é preciso assegurar a integridade da matriz imobilizada durante estocagem intermediária, transporte e disposição final, para isso é necessário se avaliar previamente as propriedades da mesma. Neste aspecto, o trabalho inicial [1] mostrou o comportamento de certos ensaios mecânicos, tais como densidade, dureza, tração, e etc, em função da concentração do rejeito (resinas de troca iônica) e das doses irradiadas. A nível molecular, o presente trabalho mostra os espectros de absorção na região do infravermelho, nos quais são identificados, na molécula da resina epoxi, grupos funcionais e suas eventuais modificações, consequentes da interação com a radiação. Esta identificação torna-se útil para justificar, ou relacionar, o comportamento dos ensaios mecânicos mencionados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho o agente imobilizador utilizado foi a resina epoxi G260 e o endurecedor Hy830 de base amina, ambos são produzidos pela empresa Ciba-Geigy S.A.. Para esses elementos as massas específicas são 1,16 e 1,26 g/cm³, respectivamente. A razão entre a epoxi e o endurecedor utilizada foi de 1,67, a mistura foi efetuada em um misturador com uma bomba de vácuo acoplada para evitar a formação de bolhas de ar, e a cura foi em temperatura ambiente. Após a confecção de corpos de prova, as amostras foram expostas à radiação gama de uma fonte de cobalto-60, em forma "panorâmica", com doses de 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0 MGy, a taxa de dose foi aproximadamente 1,27 KGy/h.

Os espectros de absorção na região de infravermelho foram obtidos com o espectrofotômetro da Perkin-Elmer, modelo 1760, com resolução de 4 cm⁻¹ e 4 scans. As amostras irradiadas e não irradiadas foram preparadas na forma de pó e misturada homogeneamente com KBr numa proporção de 1g de amostra para 200g de KBr. A mistura é comprimida até formar uma pastilha, apropriada para ser analisada pelo aparelho, cujo diâmetro e espessura foram 1,3 e 0,1 cm, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do espectro obtido foi possível identificar grupos funcionais presentes no polímero e eventuais alterações decorrentes da interação com a radiação.

A Figura 1 mostra o espectro FTIR da resina epoxi irradiado com doses de 0 a 1 MGy. Na amostra não irradiada foi identificada a banda em 3401 cm⁻¹ como sendo o modo de deformação axial do N-H livre [2]. Uma banda, de pequena intensidade, na região de 3034 cm⁻¹ corresponde ao estiramento C-H do grupo aromático. Este grupo é também identificado pela banda de 3040 cm⁻¹. A banda da região 1608 cm⁻¹ corresponde ao estiramento C-C de ligações multiplas do anel aromático. As bandas em 1291, 1248 e 1181 cm⁻¹ correspondem ao grupo éter

aromático, devido ao estiramento C-O-C. As bandas em 1119, 1037 e 572 cm^{-1} são identificadas como éter alifático, também devido ao estiramento C-O-C, e a banda em 828 cm^{-1} que corresponde ao estiramento C-H do grupo alcano e/ou ao estiramento C-O-C do grupamento éter cíclico do grupo epoxi.

As amostras irradiadas da resina epoxi mostraram poucas alterações, na estrutura funcional, até 1 MGy. Observou-se visualmente que a banda em 3401 cm^{-1} decresceu com o aumento da dose. O índice de amina foi calculado como sendo a razão A_{3401}/A_{1608} , onde A_{3401} é o pico correspondente à absorvância da deformação axial do N-H e A_{1608} é o pico correspondente à absorvância da deformação axial das ligações C=C do anel aromático, que é estável radioliticamente. Analogamente o índice de carbonila foi calculado como sendo a razão A_{1720}/A_{1608} , onde A_{1720} é o pico correspondente ao estiramento C=O.

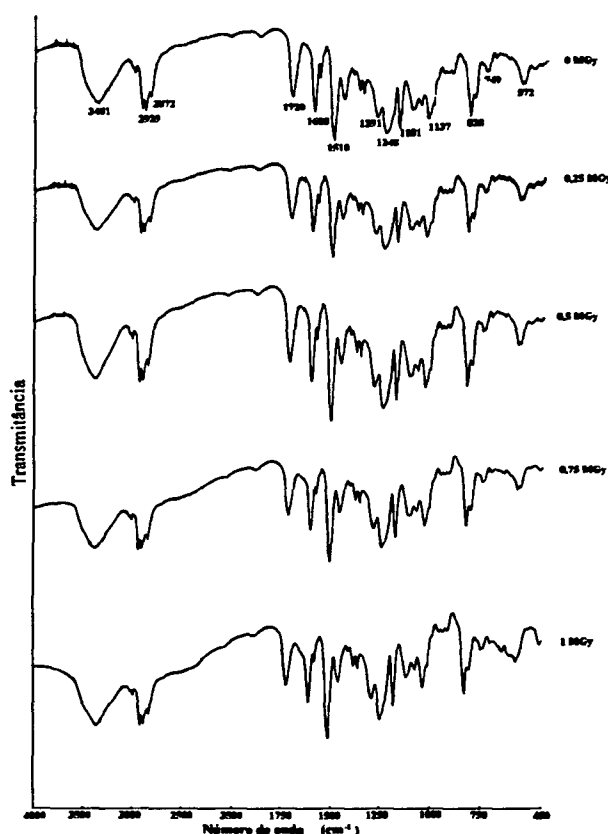


Figura 1: Espectro de FTIR da resina epoxi em função da dose.

As ligações cruzadas no processo de cura do polímero geram, na molécula, uma estrutura reticular tridimensional, a qual pode aprisionar certos radicais decorrente ou não da interação da radiação com o polímero. A exposição da amostra à radiação gama foi realizada na presença do ar, onde o oxigênio presente pode migrar através desta estrutura reticular, reagindo com o radical aprisionado e formando grupo carbonila (C=O).

A Figura 2 mostra índices de amina e carbonila da resina epoxi em função da dose de irradiação.

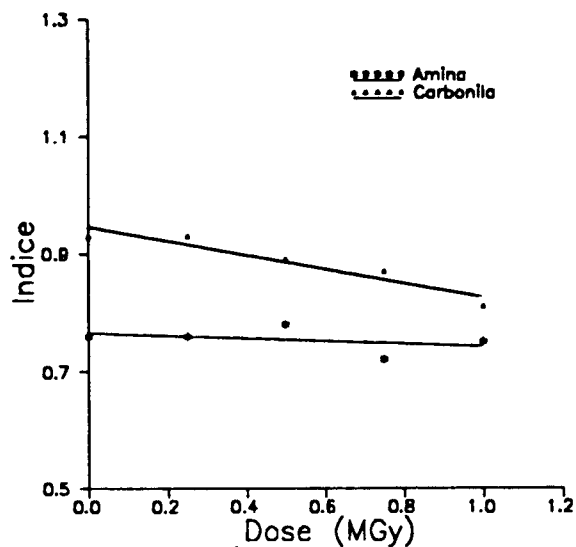


Figura 2: Índice de amina e carbonila da resina epoxi em função da dose de irradiação.

A diminuição do índice de carbonila à medida que se aumenta a dose de irradiação pode ser explicada pela cisão do grupo carbonato e/ou do grupo carbonila, com formação de CO e CO₂ [3]. O índice de amina é praticamente constante até a dose de 1 MGy, indicando que o grupo amina, principalmente amina terciária em que a resina epoxi foi reticulada, é muito estável radioliticamente.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a resina epoxi é bastante resistente radioliticamente. As estruturas funcionais não sofreram alterações significativas até a dose de 1 MGy. Não ocorreu oxidação durante todo o processo de irradiação. As características inerentes do polímero, tais como baixa permeabilidade à água, baixo peso, facilidade de conformação, e etc, comparadas com as do cimento, no processo de imobilização de rejeitos radioativos, contribuem para aumentar o interesse do uso deste material nas instalações nucleares, visando sempre a segurança em relação ao meio ambiente.

É observado também que os materiais que contêm anel aromático e grupo amina terciária, na sua estrutura molecular como no caso da resina epoxi, são bastante resistentes à radiação, sendo assim indicados não só como agente imobilizador, nos processos de solidificação de rejeitos, mas também como matéria prima básica, onde se faz necessária apresentar as propriedades (densidade, dureza, tração, etc.) deste polímero, associadas à resistência radiolítica (vedações, juntas, etc.).

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à empresa Ciba-Geigy S.A. pelo fornecimento de matérias primas e concessão do uso de seus equipamentos.

REFERÊNCIAS

- [1] Liu, C. H. *Imobilização de Resinas de Troca Iônica em Polímero* V Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 29/8-02/9/94.
- [2] Liu, C. H. *Imobilização de Resinas de Troca Iônica em Polímeros* São Paulo, 1994. (Tese de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)
- [3] Araújo, E. S. *Degradação e Estabilidade Radiolítica do Policarbonato*. São Paulo, 1993. (Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)