

Determinação da viscosidade de vidros por meio de medidas de prolongamento de fibras

Eraldo Cordeiro Barros Filho e José Roberto Martinelli
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

A determinação da viscosidade dos vidros é importante para a otimização dos processos de produção e das propriedades térmicas e mecânicas. A viscosidade é um parâmetro muito importante para auxiliar no controle da formação dos vidros, pois influencia a cristalização, que é dificultada pela barreira cinética para o re-arranjo atômico em altas viscosidades.

A viscosidade de um vidro depende da temperatura e geralmente varia em uma faixa de 14 a 15 ordens de grandeza, partindo da fase líquida até atingir a temperatura de transição vítrea. Portanto, são necessárias diferentes técnicas para a determinação da viscosidade em função da temperatura. A escolha da técnica dependerá dos valores de viscosidade a serem determinados. Uma das técnicas possíveis determina o prolongamento de fibras de vidro em função da temperatura e correlaciona esta grandeza com a viscosidade. Este método é adequado para a determinação de valores de viscosidades na faixa de 10^5 a 10^{12} Pa.s permitindo a obtenção da temperatura de amolecimento de Littleton e das temperaturas de recozimento e transição vítrea. Este método faz uso da seguinte equação:

$$\eta = \frac{g \cdot M \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot (t_2 - t_1)}{3 \cdot V \cdot (L_2 - L_1)} \quad (1)$$

onde:

g - aceleração da gravidade

M - carga aplicada na fibra

V - volume da fibra

L_1 - comprimento inicial da fibra

L_2 - comprimento final da fibra

t_2 - tempo final

t_1 - tempo inicial

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é determinar a curva de viscosidade de vidros em função da temperatura utilizando um sistema capaz de determinar valores de viscosidade na faixa de 10^5 a 10^{12} Pa.s, assim possibilitando a aplicação para vidros potencialmente indicados para a imobilização de rejeitos radioativos e que não estão disponíveis na literatura.

METODOLOGIA

Foram produzidas fibras do vidro dissilicato de lítio ($\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$) e fibras de niobofosfato ($23\text{K}_2\text{O} \cdot 40\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 37\text{P}_2\text{O}_5$) a partir da fusão de matérias-primas inorgânicas. O vidro dissilicato de lítio será utilizado para verificar a confiabilidade do sistema comparando-se com valores reportados na literatura. O vidro niobofosfato tem sido avaliado como matriz para a imobilização de rejeitos radioativos. Foi utilizado inicialmente um forno elétrico tubular com uma zona de aquecimento para possibilitar o alongamento dessas fibras. A Fig. 1 representa esquematicamente o dispositivo utilizado.

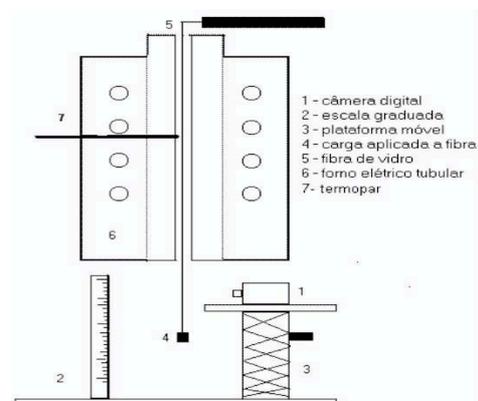


Figura 1: Dispositivo para a determinação do prolongamento de fibras de vidro em função da temperatura.

Foi determinado o perfil de temperatura no interior do forno antes da realização das experiências, utilizando um termopar externo. Observou-se que o perfil de temperatura do forno não é constante e, portanto, selecionou-se uma região com 10 cm de extensão centralizada no forno, cuja variação de temperatura não apresentasse valores acima de 15%. Uma câmera digital é acoplada a uma plataforma móvel, posicionada para permitir a visualização da fibra e seu prolongamento ao lado de uma escala com a menor graduação em 0,5 mm.

RESULTADOS

Usando a equação (1) foi determinada a viscosidade do vidro $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ em função da temperatura e a Figura 2 apresenta os dados experimentais obtidos neste trabalho junto com os dados reportados na literatura por outros autores.

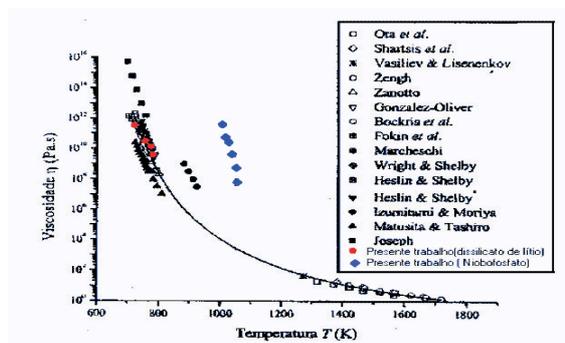


Figura 2 : Viscosidade de vidros dissilicato de lítio e niobofosfato em função da temperatura.

Pode-se notar que os valores obtidos no presente trabalho estão de acordo com os resultados previamente reportados, demonstrando a confiabilidade do presente método. Foram determinadas também as viscosidades de vidros niobofosfato que não estão disponíveis na literatura e são mostradas na Fig. 2. Porém, o método de prolongamento de fibras apresenta algumas dificuldades que devem ser superadas, tais como a correção do decréscimo contínuo da área seccional da fibra durante o seu prolongamento na equação (1), a necessidade de se manter temperaturas estáveis e perfis uniformes durante a medida, correções do efeito paralaxe na determinação do prolongamento da fibra e a obtenção de fibras quimicamente homogêneas. Para a solução destes problemas e aperfeiçoamento do método, está em desenvolvimento um forno elétrico com três zonas de aquecimento, que permite um perfil de temperatura controlável no

interior do forno, e um patamar estável. Este dispositivo está em testes e deve contribuir significativamente para aumentar a confiabilidade do sistema. Além disso, cálculos que estimam o decréscimo da área seccional da fibra em função do tempo foram adicionados para a correção deste parâmetro na equação (1), e um guia foi posicionado na plataforma da câmara para a correção do efeito paralaxe, visando a deconvolução dos resultados em relação aos fatores experimentais e tornando-os ainda mais precisos. Na próxima etapa, assim como já realizado com o niobofosfato, pretende-se iniciar a determinação das viscosidades de outros vidros de interesse nuclear, cujos valores não são encontrados na literatura.

CONCLUSÕES

A partir de um sistema que determina o prolongamento de fibras de vidro em função da temperatura, foram determinados valores de viscosidade de um vidro conhecido ($\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$), comparados com valores de viscosidade previamente reportados na literatura para a verificação do grau de confiabilidade do sistema proposto, e valores de viscosidade de um vidro niobofosfato investigado para o uso como matriz imobilizadora de rejeitos radioativos. Os resultados do vidro dissilicato de lítio são compatíveis com os resultados reportados na literatura, o que demonstra que o sistema usado apresenta bom grau de confiabilidade e portanto pode ser utilizado para a determinação de valores de viscosidade desconhecidas. Vidros niobofosfato apresentam valores de viscosidade similares, no entanto, em temperaturas superiores. Propõe-se o aperfeiçoamento do sistema por meio da modificação do forno elétrico e da introdução de correções dos parâmetros utilizados para o cálculo da viscosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1].James E.Shelby, Introduction to Glass Science and Technology,The Royal Society of Chemistry(1997)
- [2].Arun K.Varshneya,Fundamentals of Inorganic Glasses, Academic Press, Inc(1994)
- [3].Jose Maria Fernandez Navarro, El Vidrio, CSIC,(1991)

APOIO FINANCEIRO

AIEA, CNPq /PIBIC