

CRIANDO UM MEDIDOR DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA PARA CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS POLIMÉRICOS

Eduardo da Rocha Lopes, eduardorl@id.uff.br

Nelson Rodrigues Braga Junior, nelsonbrj@gmail.com

Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, bloco E, sala 206-d, Niterói, RJ, 24210-240, Brasil.

RESUMO: Este trabalho está centrado na criação de um medidor caseiro de condutividade térmica para medir a condutividade térmica de nano compósitos poliméricos. O dispositivo é baseado no método do Medidor de Fluxo de Calor, em que um fluxo de calor é aplicado a um corpo de prova e o gradiente de temperatura na amostra é relatado. Com o dispositivo já estabelecido, será feita uma análise experimental de materiais nano compósitos, criado pela adição de nano partículas em resinas poliméricas. Um simples e barato método de fabricação de nano compósitos é empregado, basicamente consistindo em homogeneizar os materiais constituintes com um moinho de bolas planetário.

PALAVRAS-CHAVE: Condução de calor, Nano materiais, Condutividade Térmica

ABSTRACT: *This paper is focused on designing an in-house thermal conductivity meter for measuring the thermal conductivity of polymeric nano composites. The device is based on the Guarded Heat Flow Meter Method, in which a heat flows applied to a selected sample and the temperature gradient across the material is reported. Once the device is set up, an experimental analysis of nano composite materials, created by adding of nanoparticles to polymeric resin is carried out. A simple and inexpensive nano-composite fabrication method is employed, basically consisting of homogenizing the material constituents with a planetary ball mill. The study will show how a fraction of nanoparticle can increase the thermal conductivity of a polymeric material.*

KEYWORDS: *Heat-Conduction, Nanomaterials, Thermal Conductivity*

INTRODUÇÃO

A indústria de eletrônicos está em alta. Na medida em que as novas tecnologias são criadas e aprimoradas, os dispositivos ficam cada vez menores, e acumulam mais funções. O resultado é uma alta geração de calor numa pequena área, necessitando a utilização de materiais com alta condutividade térmica, permitindo uma melhor dissipação de calor e prevenindo falhas. No entanto, muitas fábricas utilizam polímeros que tem como características alta resistência elétrica e baixa densidade apesar de uma pequena capacidade de dissipação de calor "(Telles, 2014)", sendo um obstáculo e um desafio a ser resolvido.

Uma alternativa encontrada por pesquisadores, como "Trabalho recente (Knupp, 2010)", o qual mostrou que a adição de pequenas frações de nano partículas em materiais como o poliéster e epóxi pode causar mudanças significativas nas propriedades térmicas do material. Em "(Moreira, 2012)" resultados mostraram que misturar poliéster com partículas de alumina (Al_2O_3) o aumento da condutividade térmica do polímero foi por volta de 90%, e misturar epóxi com nano partículas o aumento da condutividade térmica foi de 80%.

Nesse contexto, nano compósitos foram fabricados a partir da mistura de poliéster e epóxi com diferentes concentrações em massa de nano partículas de alumina (Al_2O_3) e óxido de zinco (ZnO), para serem analisados a propriedades térmicas.

Para que seja analisada a condutividade térmica dos nano compósitos, o principal objetivo deste artigo foi designar uma solução alternativa para esta medição. Um protótipo de um dispositivo caseiro foi construído para este fim. Foi utilizado como base o método do Medidor de Fluxo de Calor "(ASTM, 2006)". O objetivo deste dispositivo é analisar a condutividade térmica dos nano compósitos e compará-la ao resultado encontrado em um medidor comercial, como o Fox 50-device.

METODOLOGIA

Fabricação dos Nano Compósitos

A referência utilizada para a fabricação dos nanocompósitos foi "(Moreira, 2010)", onde foi apresentado resultados interessantes sobre o tema. Foi escolhida neste estudo como matriz para os nano compósitos a resina de poliéster (UPR), fornecida por Reichold. O catalisador Methyl-Ethyl-Ketone Peroxide (MEKP) numa proporção de 1,5 php por massa foi utilizado para realizar a polimerização. As nano partículas utilizadas foram: Al_2O_3 , fornecida por NanoAmor com tamanho de 27-43 nm, e ZnO , com o mesmo tamanho, fornecidas por NanoAmor.

Antes de começar a fabricação, as nano partículas permanecem por 24 h em uma estufa com temperatura de 120° celsius, logo após as nano partículas estão prontas para serem misturadas à resina líquida. Após a escolha da fração de volume desejada (2,5%, 5%, 7,5% ou 10%), as partículas são homogeneizadas em um

misturador mecânico por 1 h a 200 RPM. A resina escolhida para endurecer o material é adicionada, e esta mistura é colocada em um molde metálico composto com quatro compartimentos redondos com diâmetros de 51 mm e 12,5mm de altura, e um canal que permite o fluido escoar. Duas placas de vidro impedem que a mistura se disperse. Os corpos de prova são retirados do molde 24 h depois e sua superfície é aperfeiçoada a fim de se obter resultados mais precisos.

Dispositivo Caseiro para Medição de Condutividade Térmica

O principal objetivo deste artigo foi construir um protótipo de um dispositivo, que baseado no método do Medidor de Fluxo de Calor, irá medir a condutividade térmica de nano compósitos já fabricados. O modelo está ilustrado na “Fig. (1)”.

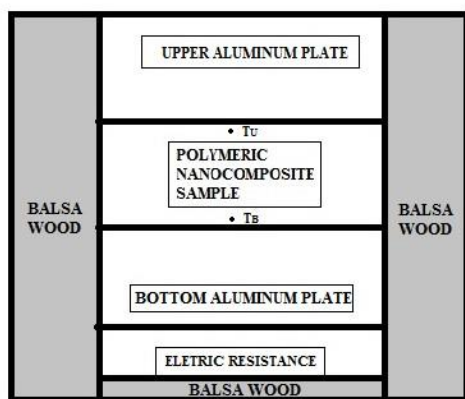


Figura 1. Modelo do dispositivo caseiro para medição de condutividade térmica.

Os materiais usados são: madeira balsa, duas placas de alumínio com 6 mm de espessura, uma resistência retangular com 100 mm de comprimento por 65 de largura, um aquisitor de dados e um termopar.

A madeira balsa foi utilizada para suportar e isolar a amostra. O responsável por gerar o calor é a resistência, que conectada em uma fonte de energia gera uma taxa de calor máximo de 200 W.

Entre a resistência e a amostra terá uma placa de alumínio permitindo que o calor suba uniformemente e sem afetar as propriedades físicas da amostra. Para medir a temperatura tanto em baixo quanto em cima da amostra, um termopar é conectado em cada placa de alumínio, mas em contato somente com a amostra.

De acordo com a lei de Fourier da condução de calor, o fluxo de calor ϕ através da amostra é proporcional à área da seção transversal A, o gradiente de temperatura entre as duas extremidades ΔT , e inversamente proporcional a espessura L da amostra.

$$\phi = -k \times A \times \frac{\partial T}{\partial L} \quad (1)$$

Para a condução de calor em 1D em um estado estável, a Lei de Fourier pode ser simplificada por:

$$\phi = k \times A \times \frac{\Delta T}{L} \quad (2)$$

Com a posse de todas essas variáveis, a constante de condutividade térmica é determinada, o principal objetivo deste dispositivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo foi construído com base na metodologia já especificada e seu resultado final é mostrado na “Fig. (2)”.



Figura 2. Protótipo do Medidor Caseiro de Condutividade Térmica.

Como este é um protótipo, possíveis erros de fabricação e materiais que proporcionam melhores resultados serão empregados. Assim o dispositivo final do Medidor Caseiro de Condutividade Térmica proporcionará melhores resultados.

CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo a fabricação de nano compósitos a partir da mistura de material polimérico com nano partículas de Alumina e Óxido de Zinco.

Outro foco foi no desenvolvimento de um protótipo de um medidor caseiro de condutividade térmica.

Com este dispositivo, será medida a condutividade térmica dos nano compósitos já fabricados, e comparados com um medidor comercial, como o Fox 50-device com objetivo de validar os dados obtidos no dispositivo caseiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao orientador, o professor Leandro Alcoforado Sphaier, por ter ajudado e dado todo suporte teórico e prático para desenvolver este trabalho.

REFERÊNCIAS

ASTM, 2006. “Standard test method for evaluating the resistance to thermal transmission of materials by the guarded heat flow meter technique”. ASTM International. 2006,

<<http://www.abcm.org.br/journal/index.shtml>.>

Knupp, D.C., 2010. Análise Teórico-Experimental De Transferência de calor em nanocompositos via Transformação Integral e Termografia por Infravermelho. Master’s thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Moreira, D., 2012. “Experimental analysis on the thermal intensification of polymers by the addition of nanoparticles”. 14th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering.

Moreira, D., 2010. “Experimental analysis of heat conduction in polyester-alumina nano-composites”. 13th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering.

Telles, M.C., 2014. “Análise de um experimento para a estimativa da condutividade térmica através da termografia usando o modelo de aleta”.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este artigo.