



PROJETO E IMPLANTAÇÃO DO SUPERVISÓRIO DA BANCADA PARA MEDIÇÃO DO EFEITO TORSIOCALÓRICO – FASE 2

Leonardo José Constantino Franchetti (PIBIC/CNPq), Thiago Henrique de Bona, Flávio Clareth Colman, Rubens Zenko Sakiyama, Cleber Santigo Alves, e-mail: csalves@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Maringá, PR.

Área: Engenharias; Sub-área: Engenharia Mecânica

Palavras-chave: Materiais i-Calóricos; Controle e Automação; Efeito Mecanocalórico.

RESUMO

O projeto tem como objetivo a atualização, refinamento e validação do trabalho iniciado na primeira fase da pesquisa, cujo objetivo é projetar uma bancada de ensaios para medição do efeito torsiocalórico. Contextualizando, os efeitos torsiocalóricos são uma das formas em que uma gama de respostas térmicas em sólidos pode se manifestar, os chamados efeitos i-calóricos. Para a elaboração do equipamento foram empregados neste projeto a linguagem C++ e IDE Arduino para a estruturação do código do supervisório, e microcontroladores e SBC da família Raspberry para processamento. Na coleta de dados foram utilizados termopares de Cobre-Constantan (tipo K) e sensores de torque de modelo HMB-T22. Como corpo de prova para testes, foram utilizados principalmente tarugos de Teflon. Foi obtido ao fim do projeto um sistema em C++ que opera simultaneamente o sistema motor e o sistema de aquisição de informações, tendo este sistema a capacidade de manter cargas constantes, como exigido pelo método desenvolvido para a medição do efeito. Acreditamos que a elaboração do equipamento proposto na pesquisa foi bem sucedida até o momento.

INTRODUÇÃO

A humanidade tem buscado por fontes de energia ambientalmente seguras e que possam ser viáveis economicamente. Apesar de atualmente o balanço energético ser favorável, a demanda tem crescido de forma cada vez mais agressiva, havendo como um grande motivador os sistemas de refrigeração [1].

É de conhecimento da comunidade científica já há algum tempo a existência de propriedades térmicas em sólidos quando sob a perturbação de campos de força, identificadas primeiramente no século 19 pelo estudioso inglês John Gough na borracha natural [2]. O conjunto destas propriedades formam hoje o que chamamos de efeitos i-calóricos, sendo dividido em classes, a depender da sua natureza: eletrocalóricos, magnetocalóricos e mecanocalóricos. Dentro de cada classe temos



ainda particularidades na forma como as forças são aplicadas. Nosso objeto de estudo está na resposta térmica às cargas mecânicas torcionais, denominado efeito torsiocálico [3], sendo o tipo menos explorado pela comunidade científica até o momento.

Os efeitos torsiocálicos apresentam um grande potencial como alternativa de princípio de trabalho dos sistemas de refrigeração, sobretudo quando observada sua aplicabilidade, já que o uso de materiais sólidos inibe a possibilidade de emissão de poluentes para a atmosfera, ao contrário dos atuais sistemas a gás [4]. Isto impulsiona a necessidade por conhecimento acerca deste fenômeno térmico, buscando torná-lo economicamente viável no futuro. Infelizmente, o cenário atual de pesquisa na área tem se mostrado tímido, com poucas publicações e refletindo um campo de difícil exploração, porém com resultados promissores [5].

Devido então à esta falta de paralelos na literatura e potencial de descoberta no campo dos efeitos torsiocálicos, este projeto tem como objetivo a continuação do trabalho de construção de uma bancada de ensaios para a medição de efeito torsiocálico, já que não existe ainda tal equipamento no mundo. A pesquisa anterior obteve êxito na estruturação de um equipamento, porém coube à Fase 2 a integração entre o sistema de controle junto ao sistema de aquisição de dados, a implantação do sistema de manutenção de torque (dependente do primeiro item), o refinamento do equipamento e a realização de ensaios de validação com materiais poliméricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Boa parte da estrutura desenvolvida na fase anterior foi mantida. Assim, a configuração final da bancada se dá por um par de motores de passo Nema 34, sendo um responsável pela torção do material e outro pela tensão axial, estando ambos sob o controle de um drive ST10-SI e com alimentação do conjunto por uma fonte Delta PMT-48V350W1AR. Na aquisição de dados foram empregados um sensor de torque HMB-T22 de 10kN, um módulo de medição de temperatura MAX 31856 e termopares do tipo K (Cobre-Constantan).

No tocante a hardware, foi utilizado para o processamento um microcontrolador Raspberry Pi Pico 2021 e pós-processamento um SBC Raspberry Pi 400. Os softwares utilizados foram o ST Configurator e Q Programmer para configuração dos drivers, SO Raspbian no SBC, a IDE Pycharm Community para o desenvolvimento do código e a IDE Arduino para programação em C++, controle e aquisição de dados do microcontrolador. Na readequação da nova bancada foram utilizados também os softwares de desenho CAD Inventor e Drawing da Autodesk.

Os ensaios de validação foram feitos usando majoritariamente tarugos de 11 milímetros de diâmetro de Teflon, com comprimento útil de 100 milímetros e 140 milímetros totais. A amostra era travada no mandril de movimento axial e fixada no

mandril de torção, sendo a ponta do termopar fixada na superfície, no meio da amostra, com fita do tipo veda-rosca (preferencialmente). A amostra então era torcida e, após atingir o parâmetro, era destorcida, concluindo-se o ensaio. A configuração do ensaio pode seguir por um tempo determinado, ou de forma a esperar a temperatura da amostra voltar à temperatura ambiente. Os dados foram coletados e tratados no Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados obtidos são a integração do sistema de controle com o sistema de aquisição de dados, a estruturação da função de manutenção de torque constante e os resultados dos ensaios teste. Na parte da integração do sistema foi constatado que devido às dificuldades de intercomunicação das linguagens, reescrever todo o código em C++ seria mais viável, fazendo com que um único script fosse responsável por todo o sistema. Na parte de manutenção do torque, após muitos testes e ajustes, a função final obteve êxito, contando com mais de 100 linhas de código e 5 laços de análise. Por fim, os ensaios-teste possibilitaram o refinamento necessário para a obtenção de dados úteis. A figura 1 mostra o resultado do ensaio final.

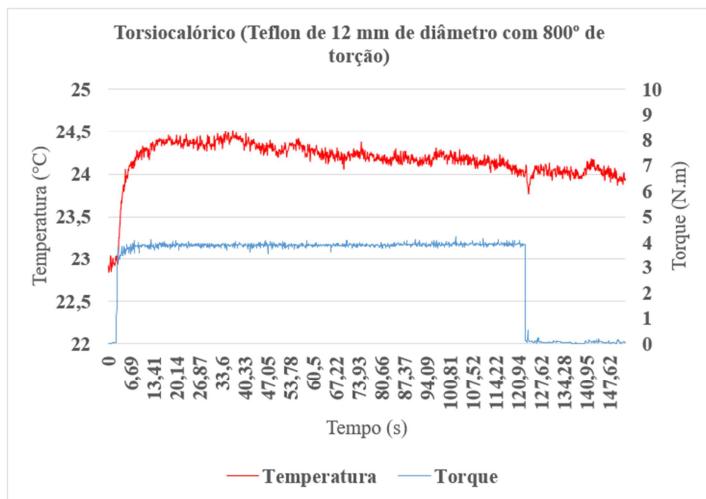


Figura 1: Ensaio final de validação da bancada

O resultado final apresenta comportamento satisfatório e condizente com a teoria, possibilitando afirmar que o equipamento inicialmente idealizado foi desenvolvido. Agora, com este resultados preliminares, podemos iniciar uma nova etapa de testes e pesquisas para averiguar a exatidão e precisão do equipamento, além de compreender o efeito torsiocalórico nos mais diversos materiais.

CONCLUSÕES



Podemos afirmar que o projeto teve êxito em seus objetivos, alcançando como resultado um equipamento que realiza as funções necessárias e que atende aos parâmetros previamente planejados, possibilitando um avanço e uma nova etapa na linha de pesquisa. Pondo em foco que o equipamento tem objetivo científico, a conclusão desta etapa traz à Universidade uma posição de vanguarda na área de estudo de materiais, sendo uma grande conquista do GEMMAT (Grupo de Estudo em Materiais e Máquinas Térmicas) da UEM.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente ao CNPq que possibilitou esta pesquisa e minha participação na mesma por meio do financiamento cedido. Também agradeço ao meu orientador Dr. Cleber Santiago Alves por acreditar em mim, me dar a oportunidade e me guiar na iniciação científica e graduação. Agradeço ao meu colega Thiago Henrique de Bona por desenvolver esse trabalho junto comigo e ao mesmo tempo ter me ensinado, e agradeço ao professor Dr. Flávio Clareth Colman por sempre se fazer presente e aconselhar quando necessário, mesmo quando excedia sua agenda. Por fim, quero agradecer também ao Departamento de Engenharia Mecânica da UEM e seus membros, pois ao longo do projeto todos me auxiliaram de alguma forma.

REFERÊNCIAS

- [1] COULOMB, D. **Refrigeration: The challenges associated with sustainable development.** in Proc. 6th Int. Conf. on Compressors and Coolants, 2006.
- [2] GOUGH, J. A. **A description of a property of Caoutchouc or Indian Rubber.** Literary and Phyiosophical Society of Manchester, v.1, p. 288-295, 1805.
- [3] IMAMURA, W.; PAIXÃO, L. S.; USUDA, E. O. et al. **I-Caloric effects: a proposal for normalization.** In: Proc. 7th Int. Conf. Magn. Refrig. At Room Tempo.: THERMAG VIII, Darmstadt, Germany, 2018.
- [4] TAKEUCHI, I.; SANDERMAN, K. **Solid-state cooling with caloric materials.** Physics Today 68(12), 2015.
- [5] WANG, R.; ZHOU, X.; WANG, W.; LIU, Z. **Twist-based cooling of polyvinylidene difluoride for mechano thermochromic fibers.** Chemical. Engineering Journal, Volume 417, 128060, ISSN 1385-8947, 2021.

32º Encontro Anual de Iniciação Científica
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023