

Aplicação de ferrofluido em trocadores de calor

Application of ferrofluid in heat transfer

RESUMO

Seguindo-se de um embalo científico global de estudos referentes a nanofluidos, o presente trabalho tem por objetivos: analisar as condições de funcionamento de um trocador de calor com casco e tubo helicoidal e, após isto, utilizar o trocador de calor para analisar e comparar os dados do ferrofluido em diferentes concentrações com a água. Esta análise será embasada em dados obtidos através de medições. O ferrofluido foi sintetizado pelo método de co-precipitação com auxílio de agitação magnética. As nanopartículas produzidas possuem um formato esférico com um diâmetro médio de 8,6 nm e dispersão de 12%. Os resultados esperados para este experimento vão ao encontro dos dados presentes na literatura que comprovam uma melhoria das propriedades térmicas dos nanofluidos podendo ser utilizados como líquido de arrefecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas. Transferência de calor. Nanotecnologia. Trocador de Calor.

ABSTRACT

Following a global scientific surge of studies related to nanofluids, the present work aims to: analyze the operating conditions of a shell and helically coiled tube heat exchanger and, after that, use the heat exchanger to analyze and compare the ferrofluid data in different concentrations with water. This analysis will be based on data obtained through measurements. The ferrofluid was synthesized by the co-precipitation method with the aid of magnetic stirring. The nanoparticles produced have a spherical shape with average diameter of 8.6 nm and dispersal of 12%. The expected results for this experiment will be in agreement with the data present in the literature that shows an improvement in the thermal properties of the nanofluids as coolant liquid.

KEYWORDS: Nanoparticles. Heat transfer. Nanotechnology. Heat exchanger.

Daniel de Oliveira Mesquita
danielmesquita@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,
Brasil

Vinicius Mariani Lenart
vmilenart@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,
Brasil

Rozane de Fatima Turchiello
Gomez
turchiello@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,
Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Amplamente estudada nas últimas décadas, a nanotecnologia vem ganhando cada vez mais campos de atuação, desde as engenharias até áreas da saúde. A nanotecnologia é definida por ser o campo científico multidisciplinar que se apoia na produção, caracterização, desenvolvimento e aplicação de corpos, dispositivos, estruturas e sistemas com tamanhos nanométricos. Tais corpos podem apresentar propriedades diferentes daquelas apresentadas pelo mesmo corpo com escalas macrométricas.

Analisando-se as várias vertentes da nanotecnologia, encontramos as nanopartículas com sua principal aplicação: os nanofluidos. “São denominados **nanofluidos** aqueles materiais compostos por nanopartículas ou nanofibras, na ordem de 1 a 100 nanômetros, suspensas em fluidos refrigerantes”, (CHAUPIS, 2011, p. 19). Tal fluido base pode ser orgânico, como etanol ou inorgânico, como a água.

Para CAMPOS (2010, p. 23), os nanofluidos estão sendo considerados como a próxima geração de fluidos de transferência de calor, pois oferecem novas possibilidades de aumento do desempenho de troca de calor se comparados a líquidos puros.

Particularizando-se os nanofluidos para aqueles que são compostos por nanopartículas de ferro, temos os chamados ferrofluidos. Estes ferrofluidos possuem uma propriedade exclusiva de corpos com dimensões nanométricas e também o fato de apresentarem o fenômeno do superparamagnetismo. Propriedade esta que se caracteriza pela orientação magnética das partículas quando submetido a um campo magnético externo, porém as partículas não apresentam propriedades magnéticas intrínsecas.

Devido a esta propriedade, o ferrofluido tem uma probabilidade maior de sofrer a aglomeração e decantação. Para diminuir essas aglomerações, a produção de nanofluidos necessita da adição de elementos químicos que realizem uma “inibição” da força de atração entre as partículas, tais elementos químicos formam uma “camada” sobre as nanopartículas, essa “camada” possui duas classificações distintas, surfactantes ou iônicas. Essa classificação depende exclusivamente da composição da “camada”.

Entre as principais aplicações dos ferrofluidos, em especial na engenharia mecânica, podemos citar sua utilização em nanolubrificantes. A principal vantagem de um nanolubrificante sobre os lubrificantes convencionais está na possibilidade de adicionar várias nanopartículas diferentes, estas nanopartículas podem agregar várias propriedades tribológicas desejadas, como antidesgaste e anticorrosão.

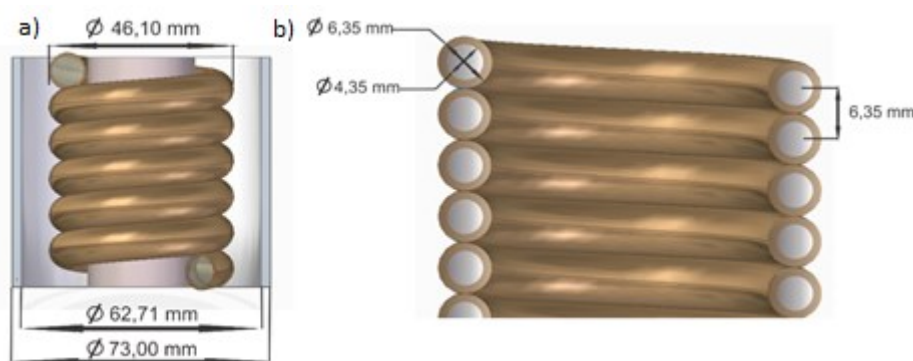
Este trabalho tem como objetivo principal demonstrar, através de testes laboratoriais, realizados em um trocador de calor com casco e tubo helicoidal, a eficácia do ferrofluido como líquido de arrefecimento quando comparado à água.

MATERIAIS E MÉTODOS

O nanofluido utilizado para a realização do trabalho foi o ferrofluido produzido pelo método de co-precipitação com auxílio de agitação magnética e transferência de calor.

O trocador de calor do tipo casco e tubo helicoidal, TCCTH, utilizado foi confeccionado com aço inoxidável SAI 304 e sofreu modificações para facilitar a aquisição dos dados. O TCCTH possui 30,5 voltas sendo que o diâmetro interno, externo e passo são, respectivamente, 6,35mm, 4,35mm e 6,35 mm. A parte a) da Figura 1 expõe as dimensões internas do trocador de calor como diâmetros internos e externos, já a parte b) da Figura 1 retrata os diâmetros interno e externo e o passo das expiras internas do trocador.

Figura 1 – Dimensão das espiras do trocador de calor tipo TCCTH



Em a), medidas internas do trocador de calor do tipo TCCTH, em b) temos as dimensões das expiras que compõem o trocador de calor. Fonte: lanczkovski (2019).

Os fluxos quente e frio percorrem o trocador de calor em contracorrente e seguem a seguinte ordem: o fluido frio sai do reservatório, percorre as espiras internas do trocador de calor, passa pelo radiador e retorna ao reservatório frio; o fluido quente sai do reservatório, entra no trocador pela parte externa das espiras e retorna ao reservatório quente.

Para a obtenção dos dados, foi utilizado um sistema automatizado, capaz de aferir as temperaturas de entrada e saída do fluido frio e quente e do casco do trocador. O sistema é capaz de controlar os fluxos dos fluidos também. Com este sistema, é possível obter os dados e fazer as correlações entre os fluidos.

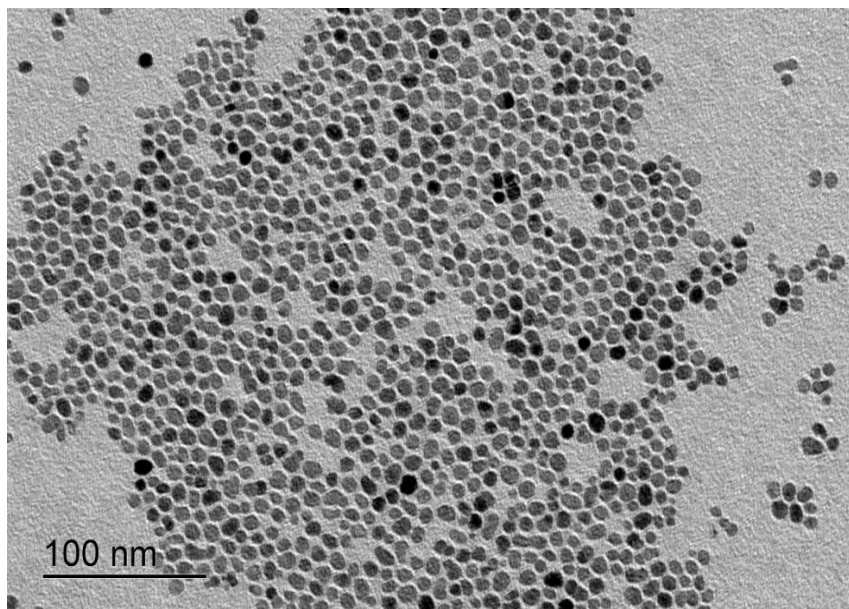
O experimento se daria do seguinte modo: passaríamos o ferrofluido pelo trocador de calor a vazão constante e o fluido quente em diferentes tensões aplicadas a bomba quente, 3V, 5V e 11V e manteríamos a temperatura de saída do fluido quente constante, com a aplicação de uma corrente de 11A, a resistência o aquece. Este experimento seria realizado com o ferrofluido em diferentes concentrações. Após isto, faríamos a comparação entre os dados obtidos para o ferrofluido em diferentes concentrações e entre a água, que passaria pelo mesmo experimento e seria utilizada como fluido frio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do processo de síntese de nanopartículas de magnetita, obtivemos partículas esféricas observadas com o auxílio da técnica de Microscopia Eletrônica

de Transmissão (TEM) realizada no centro de Microscopia da UFPR, as medidas realizadas estão mostradas na Figura 2.

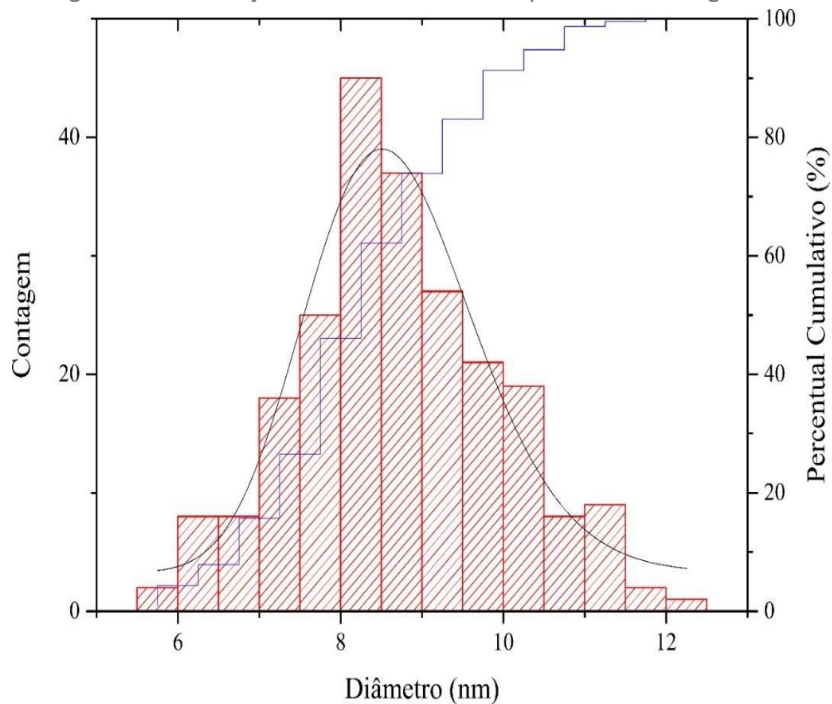
Figura 2 - Medidas de TEM das nanopartículas de magnetita.



Fonte: Grupo de sistemas nanoestruturados (2020).

Em relação ao tamanho, obtivemos uma distribuição gaussiana com o tamanho médio das partículas de magnetita sendo 8,6 nm e dispersão de 12%. A Figura 3 explicita essa distribuição.

Figura 3 - Distribuição do tamanho das nanopartículas de magnetita.



Fonte: Grupo de sistemas nanoestruturados (2020).

Infelizmente, devido ao fechamento e suspensão das atividades da UTFPR no dia 16 de março de 2020 até o presente momento, devido a declaração de pandemia pelo COVID-19, não foi possível a realização das medições no trocador de calor com o ferrofluido e com a água.

CONCLUSÃO

Esperava-se, de todo modo, encontrar dados que comprovassem a eficiência do ferrofluido sobre a água como líquido de arrefecimento, estes dados iriam ao encontro do referencial teórico estudado para a realização dos experimentos.

Caso os dados obtidos não fossem como os descritos na literatura, um fator que seria investigado seria a aglomeração das nanopartículas, fato este muito recorrente entre nanopartículas. Outro fator estudado seria as variáveis não controladas do sistema, como umidade do ar e temperatura da sala.

AGRADECIMENTOS

Agradeço: À professora Dr^a Rozane de Fatima Turchiello Gomez pela orientação durante este ano que se passou. Ao pós-doutorado Vinícius M. Lenart pelos ensinamentos indispensáveis ao trabalho. Aos meus pais e a minha namorada pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho. E a Deus pelas oportunidades apresentadas.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, E. R. V. **Modelagem do Uso de Nanofluidos no Sistema de Arrefecimento de Motores a Combustão Interna**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CHAUPIS, J. E. R. **Simulação Numérica de Nanofluidos Escoando no Interior de Dutos Retos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

IANCZKOVSKI, H; LENART, V. M.; GOMEZ, R. F. T. Medidas de transferência de calor utilizando nanofluidos como líquido de arrefecimento. *In: SICITE, SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 24, 2019, Pato Branco. **Anais Eletrônicos**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. Disponível em:
<https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2019/paper/viewFile/4338/1786>. Acesso em: 5 ago. 2020.