

EBULIÇÃO NUCLEADA EM PISCINA COM O USO DE NANOFLUIDOS

Aécio Luís Pickler Pacheco e Bruna Carolina Pacheco Morastoni

UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Engenharia Mecânica
Campus Universitário - Trindade - CEP 88040-970 - Florianópolis – Santa Catarina
E-mail para correspondência: aeciop@hotmail.com; brunamorastoni@gmail.com

Introdução

Com o intuito de otimizar toda forma de consumo de energia, hoje em dia, há uma crescente demanda por equipamentos compactos e de alta eficiência energética. Devido às altas taxas de transferência de calor e baixos gradientes de temperatura, fenômenos de transferência de calor por mudança de fase são amplamente utilizados na indústria. Dentre esses fenômenos destaca-se a ebulição nucleada, cujo principal ponto de projeto é o fluxo crítico de calor (FCC), que se caracteriza por ser o ponto em que a ebulição passa a ter um comportamento instável, podendo causar grandes gradientes de temperatura e conseqüente danificação de equipamentos. Outro parâmetro relevante para qualquer processo de troca térmica é o coeficiente de transferência de calor (h), que define a eficiência do sistema. Recentemente, diversos estudos apontam para uma nova forma de otimizar tanto o FCC quanto o h , através da dispersão de nanopartículas com alta condutividade térmica no fluido de trabalho, os nanofluidos, primeiramente apresentados por Choi (1995). O presente trabalho visa analisar os efeitos e suas causas da utilização de nanofluidos para ebulição nucleada em piscina.

Aparato Experimental

A seção de teste (Fig. 1b) consiste de um tarugo de cobre contendo duas resistências elétricas responsáveis pelo aquecimento da peça. Apenas uma pequena área da seção é exposta ao fluido de trabalho, contido em um cilindro de vidro. A temperatura e pressão do sistema são mantidas constantes por meio de um condensador no interior do cilindro e um banho de água situado entre a cuba de vidro externa e o cilindro (Fig. 1a).

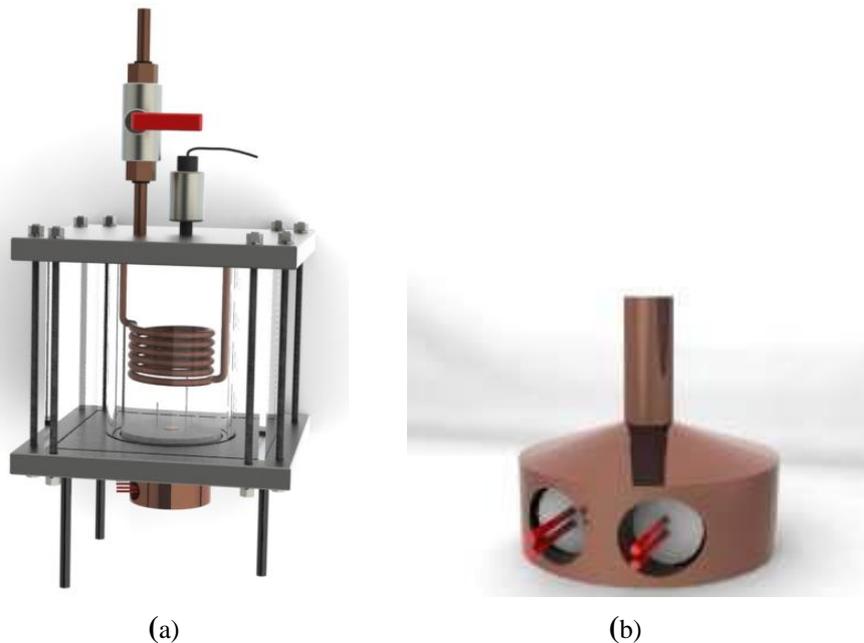


Figura 1 – (a) Aparato experimental, (b) Seção de teste

Resultados e Discussão

As curvas de ebulição de água e nanofluido $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$ (Alumina-Água), Fig. 2a, mostram o aumento no FCC seguido por uma redução do h , do nanofluido em relação a água, os mesmos resultados foram observados por Wen (2005). Uma explicação plausível para este fato pode ser o aumento da molhabilidade devido à deposição de nanopartículas na superfície aquecida, também relatado por Coursey (2008). A diminuição do ângulo de contato (Fig. 3) com o aumento da molhabilidade causa uma maior afinidade entre a superfície e o líquido, facilitando o processo de molhagem da superfície e evitando a formação precoce de um filme de vapor sobre a superfície, que caracteriza o ponto em que o fluxo crítico é alcançado. A queda do coeficiente de transferência de calor pode ser explicada também pela mudança da molhabilidade da superfície, uma vez que um líquido de maior afinidade com a superfície requer mais energia para ativar seus sítios de nucleação do que um líquido fracamente aderido.

Ensaio com $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (Maghemita) depositada na superfície e água destilada pura como fluido de trabalho (Fig. 2b) apontam que as variações observadas no mecanismo de ebulição nucleada podem ter sido causadas tão somente pela deposição das nanopartículas, e não pelas propriedades do nanofluido em si.

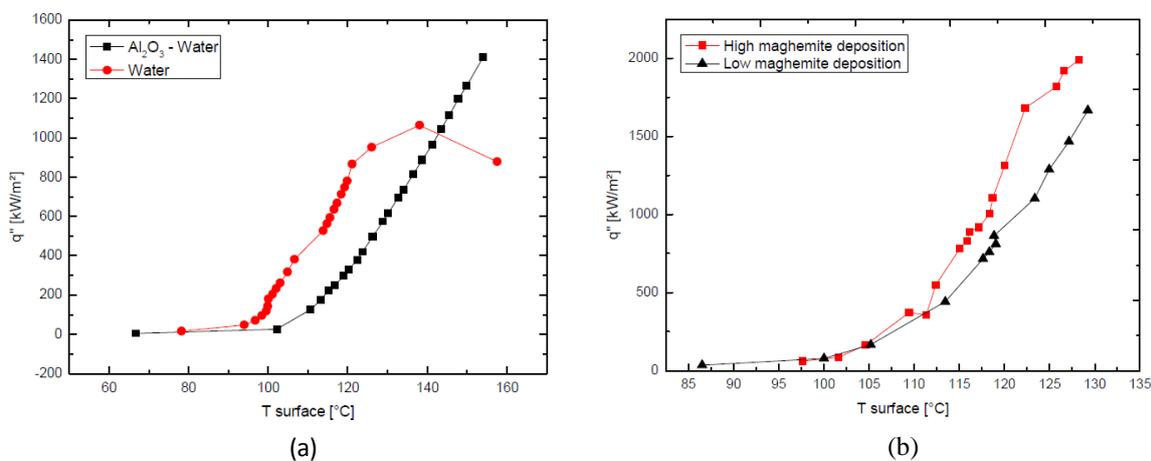


Figura 2 – (a) Curvas de ebulição: água destilada e $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$; (b) Curvas de Ebulição: $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ depositada e $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ depositada em excesso.

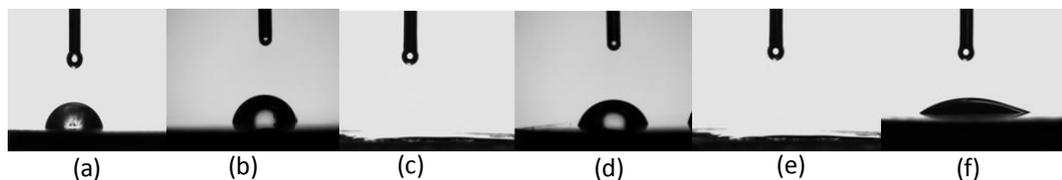


Figura 3 – Ângulos de contato em superfícies: (a) cobre liso; (b) cobre rugoso; (c) $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ depositada em excesso; (d) $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ depositada; (e) $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ depositada em excesso e (f) $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ depositada

Considerações Finais

As variações do fluxo crítico de calor e coeficiente de troca de calor para ebulição em piscina com o uso de nanofluidos mostram-se dependentes da deposição de nanopartículas na superfície e não da presença do nanofluido no teste.

Referências Bibliográficas

- Choi, U.S., 1995. "Developments and Applications of Non-Newtonian Flows", ASME FED-Vol. 231/MD, vol. 66, pp. 99–105.
- Coursey, J.S., Kim, J., 2008. "Nanofluid boiling: The effect of surface wettability", Int. J. Heat Transfer and Flow 1577-1585.
- Wen, D., Ding, Y., 2005. "Experimental investigation into the pool boiling heat transfer of aqueous based γ -alumina nanofluids", Journal of Nanoparticle Research 7: 265–274.