



Voltar

Bancada experimental para calibração e métodos medição do sensor de impedância de fração de vazio

Fernando Lucas de Oliveira e Marcelo da Silva Rocha
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN

INTRODUÇÃO

Os circuitos de circulação natural (CCN) são circuitos hidráulicos importantes, presentes na nova geração de reatores nucleares projetados para ter a função de remover o fluxo de calor residual do núcleo, garantindo uma condição segura. Em casos extremos de operação (formação de vapor), há necessidade de se conhecer bem os fenômenos envolvidos no processo de ebulição durante a transferência de calor, do CCN [1-4].

Determinar a fração de vazio em regime de escoamento bifásico é fundamental para o conhecimento do comportamento de um CCN. O CCN do CEN/IPEN é um circuito em escala reduzida e opera segundo os mesmos princípios de um CCN de um reator nuclear. Para estudá-lo será construído e instalado um sensor de medida da fração de vazio nesse circuito para que se possam realizar estudos sobre os fenômenos já citados anteriormente. Porém, a calibração desse sensor deve ser feita fora do circuito,

muito diferentes, é possível correlacionar essa variação com o valor real da fração de vazio numa seção transversal de uma tubulação. A medida é feita entre dois eletrodos montados na superfície da tubulação. As sondas de impedância são formadas por pares de eletrodos. Esta simples configuração é conhecida pela sua precisão para medir a fração de vazio média, enquanto ela for uniformemente distribuída pela seção transversal. De acordo com a frequência operacional do sinal aplicado a dominância da impedância da mistura bifásica pode ser resistiva, capacitiva ou ambas. A capacitância do fluido é muito dependente da temperatura. Para contornar esse problema, é comum utilizar a técnica de capacitância adimensional (C^*), garantindo que o efeito da temperatura do fluido não influencie o resultado.

OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho é projetar e construir uma bancada para o teste do

com controle das variáveis envolvidas, garantindo, assim, a menor incerteza de calibração possível.

Atualmente, existem várias técnicas de medida da fração de vazio e o desenvolvimento de sensores confiáveis para essa finalidade tem sido objeto de diversos estudos. Uma das técnicas mais eficientes, não invasiva barata é o uso de sensores de impedância elétrica (resistiva ou capacitiva) para a medição da fração de vazio. Essa técnica baseia-se no princípio da diferença entre as impedâncias elétricas dos fluidos envolvidos (vapor e líquido). Como as impedâncias dos dois fluidos são

vidro de 1,410 mm, diâmetro interno do tubo de vidro de 38 mm, escoamento do ar comprimido de 0 to 20 NI/min, faixa da fração de vazio de 0 to 50 %. O sensor é composto de dois eletrodos de cobre.

RESULTADOS

Como resultado preliminar, uma série de testes foi feita para se obter a curva de calibração do sensor de capacitância para os regimes de bolhas dispersas até o regime de bolhas tipo pistonadas. O método gravimétrico foi usado para medir a fração de vazio de bolhas dispersas no regime de escoamento ($0 < \alpha < 15 \%$), e as válvulas de fechamento rápido foram usadas para medir a fração de vazio no regime de bolhas pistonadas ($15 < \alpha < 45 \%$).

A curva de calibração do sensor de capacitância pode ser vista na Fig. 1. Ela foi obtida associando-se o sinal adimensional (V') e a medida média da fração de vazio (α). A curva de calibração pode ser correlacionada como uma curva polinomial como mostrado na Fig. 1. As incertezas para as medidas diretas da fração de vazio são

sensor de impedância. Depois de qualificar a bancada de testes, um sensor capacitivo de impedância será testado para a medida da fração de vazio num escoamento vertical de gás-líquido no CCN.

METODOLOGIA

A bancada de testes foi projetada e construída no Laboratório de Termo-hidráulica para calibrar o sensor fração de vazio, permitindo condições controladas de todos os parâmetros envolvidos para manter as incertezas o mais baixo possível. Os principais parâmetros da bancada de teste são: altura de 1,770 mm, altura do tubo de

CONCLUSÕES

Foi realizado o projeto, construção e testes preliminares do sensor de capacitância para medida de fração de vazio em uma bancada de testes. Os resultados mostram uma curva de dispersão baixa, porém, com pouca sensibilidade para detectar fração de vazio em regime de bolhas dispersas.

REFERENCIAS

- [1] Inada, F., Furuya, M., and Yasuo, A., "Thermo-hydraulic instability of Bowring natural circulation loop induced by flashing (analytical consideration)", *Nuclear Engineering and Design*, **Vol. 200**, pp. 187-199 (2000).
- [2] Furuya, M., Inada, F., and van der Hagen, T.H.J.J., "Flashing induced density wave oscillations in natural circulation BWR – mechanism of instability and stability map", *Nuclear Engineering and Design*, **Vol. 235**, pp. 1557-1569 (2005).
- [3] Hart J.E., "A new analysis of the closed loop thermosyphon". *Int. Journal of Heat and*

as medidas diretas de fração de vazio são por volta de 1%, e a curva de calibração mostra dispersão baixa.

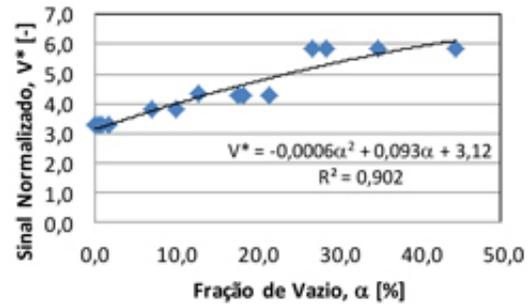


Figura 1. Curva de calibração do sensor.

Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios, mas novos ajustes no circuito eletrônico podem ser feitos porque é possível verificar baixa sensibilidade no regime de escoamento de bolhas comparado ao regime do tipo pistonado.

dep. Chem. Eng., *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, **Vol. 27**, pp. 125-136 (1984).

[4]Geraets, J.J.M., and Borst, J.C., "A capacitance sensor for two-phase void fraction measurement and flow pattern identification", *Int. Journal of Multiphase Flow*, **Vol. 14**, pp. 305-320 (1998).

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Bolsa de Iniciação Científica – PIBIC/PROBIC, 2012/2013.

[Voltar](#)