

MEC 2310 - MÉTODOS EXPERIMENTAIS TERMOCIÊNCIAS

Exercício

data de entrega: 10/09/2019 (deixar no escaninho do departamento)

Na indústria é comum a ocorrência de escoamentos com fluidos em mais de uma fase. No estudo de escoamentos multifásicos vários adimensionais são utilizados. Dependendo da aplicação alguns adimensionais são mais relevantes que outros. No estudo de fenômenos relacionados à interface entre fluidos, dois adimensionais são especialmente importantes sendo eles o número de Weber e Eötvös. O primeiro fornece uma relação entre as forças inerciais e de tensão superficial, enquanto que o segundo estabelece uma relação entre forças gravitacionais e de capilaridade. A equação desses adimensionais para um escoamento de gás líquido é dada abaixo:

$$We_g = \frac{\rho_g V_m^2 d}{\sigma} \quad \text{e} \quad Eo = \frac{(\rho_L - \rho_g)gd^2}{\sigma}$$

onde We e Eo são respectivamente os números de Weber e de Eötvös, ρ_L e ρ_G são as densidades do líquido e do gás, g é a aceleração da gravidade ($g=9.81\text{m/s}^2$, desprezar incerteza), d o diâmetro da tubulação, V_m a velocidade de mistura das fases, σ é a tensão superficial do líquido.

Deseja-se estudar experimentalmente a dinâmica de escoamentos imiscíveis sob diferentes condições em termos dos números de We e Eo . Para isso, deve-se ajustar as condições do experimento com base nas medições desses adimensionais. Nos ensaios os seguintes instrumentos foram usados:

1) Medidor de vazão de gás - Tipo turbina com saída em frequência.

Equação de calibração: $Q_g[\text{m}^3/\text{hr}] = Cte \cdot Freq[\text{Hz}]$. Incerteza da Cte de calibração, fornecida pelo fabricante, igual a 1% com 95% de confiança. Valor da $Cte=0.015$.

2) Medidor de vazão de líquido - Tipo turbina com saída de 0-5V.

Equação de calibração: $Q_L[\text{m}^3/\text{hr}] = Cte2 \cdot Voltagem$. Incerteza da $Cte2$ igual a 1% para intervalo de confiança de 99.7%. Valor da $Cte2=2.7$.

3) Paquímetro - resolução de 0.05mm

4) Termopar - resolução 0.25K

5) Barômetro - resolução de 150Pa

6) Medidor de Voltagem - Calibração feita em laboratório credenciado. Incerteza de 0.1% da faixa de medição, sendo que a faixa utilizada durante as medições foi de $\pm 10\text{Volts}$.

7) Leitor de Frequência - Resolução de 1Hz

8) Balança e bquer para medição de massa específica de líquido, com resoluções de 1mg e 10ml respectivamente.

9) Equipamento para medição de tensão superficial com resolução de 0.02mN/m.

Algumas relações são necessárias para o cálculo da incerteza. Essas relações são dadas a seguir:

- $V_m = V_L + V_G$, onde V_L e V_G são respectivamente as velocidades superficiais de líquido e gás. Elas correspondem a velocidade que cada fase teria, caso escoasse sozinha na tubulação. Logo, pode-se definir essas velocidades como:
- $V_L = \frac{Q_L}{A}$; $V_G = \frac{Q_G}{A}$, onde Q_L e Q_G são as vazões volumétricas de líquido e gás, e A é a área da seção interna do tubo ($A=\pi d^2/4$).
- A massa específica do gás é dada pela relação $\rho_G = \frac{P}{RT}$, onde P é a pressão lida no barômetro, R é a constante dos gases [$R=287\text{Nm}/(\text{Kg.K})$] e T a temperatura do escoamento (assumir que os dois fluidos estão na mesma temperatura). Desprezar a incerteza associada a constante dos gases.

As series de dados obtidas com cada medidor estão na planilha que é enviada como anexo.

Com base nas informações acima e nos anexos, estimar a incerteza combinada padrão das leituras de W_e e E_o . Depois expandir essas incertezas para um intervalo de confiança de 95%.

Analisar qual dos instrumentos ou séries de dados possuem mais influência na incerteza do instrumento. Caso exista alguma alteração que possa causar redução significativa na incerteza, descrever qual.