

DESENVOLVIMENTO DE UM QUEIMADOR DE CALIBRAÇÃO PARA ESTUDOS DA COMBUSTÃO

Aluno: Camila Uriarte Peña
Orientador: Luís Fernando Figueira da Silva

Introdução

A combustão é uma ciência que permeia quase todos os setores de uma sociedade, em qualquer parte do mundo, independentemente do grau de desenvolvimento da nação. A geração de energia a partir da combustão de derivados do petróleo, gás natural, carvão mineral, lenha, carvão vegetal e dos derivados da cana de açúcar corresponde a mais de 80 % da energia utilizada no Brasil, de acordo com o balanço energético nacional publicado pelo MME (Ministério de Minas e Energia).

Com o objetivo de maximizar a taxa de conversão de reagentes em produtos, freqüentemente a queima ocorre em escoamentos turbulentos. Dentre os problemas abertos relevantes para este regime de combustão, o estudo da interação entre combustão e turbulência é de fundamental importância para processos industriais da cadeia do refino e que envolvem, em particular, fornos e caldeiras e também para turbinas a gás.

Este estudo requer o desenvolvimento de técnicas de medição capazes de caracterizar os processos físicos e químicos que ocorrem na vizinhança da frente de chama. Nos últimos 10 anos foram desenvolvidas técnicas de medição, baseadas na utilização de luz laser, capazes de caracterizar as distribuições de temperatura, espécies químicas e de fuligem, por exemplo. Entretanto, a aplicação destas técnicas a escoamentos turbulentos requer uma prévia calibração dos equipamentos em situações de escoamento laminar.

Objetivos

Desenvolver e caracterizar um queimador de calibração para realizar estudos experimentais da combustão. Este queimador deverá propiciar um acesso óptico irrestrito à frente de chama, de modo a permitir a realização de medidas de concentração de espécies químicas, temperatura e concentração de partículas de fuligem baseadas em técnicas laser.

Metodologia

Este estudo teve início no mês de janeiro de 2008, sendo constituído das seguintes etapas: a primeira fase consistiu em uma pesquisa bibliográfica visando (i) a familiarização com o processo de combustão e (ii) o levantamento dos tipos de queimadores utilizados para a calibração da medição da concentração das espécies químicas.

A etapa de familiarização envolveu um estudo dirigido baseado em um livro clássico de combustão [1]. Foram estudados temas como: Termoquímica (entalpia, mistura reagentes-produtos, equilíbrio químico e alguns exercícios com o auxílio do software HPFLAME); Fundamentos de Transferência de Massa (taxa de transferência de massa e conservação de espécies); Cinética Química (taxas de reação e alguns mecanismos químicos importantes para a combustão); chamas laminares pré-misturadas e não pré-misturadas (de difusão); entre outros. Vale frisar que a cada tópico estudado houve oportunidade de debater sobre o assunto e poder esclarecer eventuais dúvidas.

Dentre os diversos queimadores encontrados na literatura, optou-se pela utilização do queimador tipo Tsuji I [2, 3, 4] por permitir a estabilização de chamas laminares de reagentes

pré-misturados ou não. Além disso, este tipo de queimador, que opera em configuração de jatos em contra-corrente, teve sua utilização demonstrada para diversos combustíveis e oxidantes, tais como hidrogênio, n-heptano, metanol, ar, oxigênio, etc.

Neste momento, inicia-se a segunda fase, que é o desenvolvimento do aparato experimental. Para este fim, a literatura referente ao projeto de túneis de vento foi abordada [5]. Procurou-se identificar os critérios de dimensionamento de seções convergentes e de grades de tranquilização do escoamento [6, 7, 8]. Além disso, procedeu-se à escolha de medidores de vazão capazes de operar na faixa selecionada para combustão de hidrogênio e de ar.

Conclusões

Em seguida, será feito um estudo bibliográfico cuja a meta é a familiarização com a técnica de medição de espécies químicas por fluorescência induzida por plano laser (PLIF). Uma vez concluída a construção do queimador e sua montagem no Laboratório de Combustão e Turbulência do DEM/PUC-Rio, serão realizados ensaios visando determinar os diferentes regimes de operação deste queimador. Por fim, medições da concentração do radical OH (hidroxila) serão realizadas utilizando-se a técnica de fluorescência induzida por plano laser (PLIF) em situações representativas dos diversos regimes de funcionamento do queimador.

Referências

- 1 – TURNS, S. R. **An Introduction to Combustion: Concepts and Applications**. 2.ed. McGraw-Hill, 2000.
- 2 – TSUJI, H. Counterflow Diffusion Flames. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 8, p. 93-119, 1982.
- 3 – ROLON, J. C., VEYNANTE, D., MARTIN, J. P. Counter Jet Stagnation Flows. **Experiments in Fluids**, v. 11, p. 313-324, 1991.
- 4 – DAGUSE, T., CROONENBROEK, T., ROLON, J. C., DARABIHA, N., SOUFIANI, A. Study of Radiative Effects on Laminar Counterflow H₂ / O₂ / N₂ Diffusion Flames. **Combustion and Flame**, v. 106, p. 271-287, 1996.
- 5 – BARLOW, J. B., RAE JR., W. H., POPE, A. **Low-Speed Wind Tunnel Testing**. 3.ed. New York: A Wiley-Interscience Publication, 1999.
- 6 – SCHEIMAN, J., BROOKS, J. D. Comparison of Experimental and Theoretical Turbulence Reduction from Screens, Honeycomb, and Honeycomb-Screen Combinations. **Journal of Aircraft**, v. 18, n. 8, p. 638-643, 1981.
- 7 – LOEHRKE, R. I., NAGIB, H. M Control of Free-Stream Turbulence by Means of Honeycombs: A Balance Between Suppression and Generation. TRANSACTIONS OF THE ASME. **Journal of Fluids Engineering**, p. 342-353, set. 1976.
- 8 – MOREL, T. Comprehensive Design of Axisymmetric Wind Tunnel Contractions. TRANSACTIONS OF THE ASME. **Journal of Fluids Engineering**, p. 225-233, jun. 1975.