

# PROPAGAÇÃO DE CHAMAS PRÉ-MISTURADAS GERADAS POR FONTES DE ENERGIA DOS TIPOS PONTUAL, LINEAR E PLANA, NO LIMITE ASSIMPTÓTICO DE ALTA ENERGIA DE ATIVAÇÃO

Fernando Fachini Filho, Demétrio Bastos Netto, Leon Sinay

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, C.Postal 01, 12630-000 Cachoeira Paulista - SP, Brasil*

e

Amable Liñán

*E.T.S.I. Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 - Plaza Cardenal Cisneros 3, Madrid, España*

## Introdução

Analisaremos os processos que controlam a propagação de uma chama tipo pré-misturada formada pela liberação instantânea de uma certa quantidade de energia a partir de fontes idealmente caracterizadas como pontuais, lineares ou planas.

Nesta forma de liberação de energia, a temperatura dos gases atinge valores elevados e a ignição da mistura ocorrerá somente se a quantidade de energia for suficiente para aquecer até a temperatura da chama uma zona de largura igual a espessura da mesma, que envolve a zona de reação e a zona de transporte. Ocorrendo tal condição, a chama se estabelece e começa a propagar-se na direção dos gases não queimados, deixando atrás de si produtos da combustão com temperatura superior à da chama, porque a energia inicial não teve tempo para ser transportada para o meio. Nas etapas iniciais, a velocidade de propagação é controlada pelo processo de condução de calor da zona atrás da chama para a zona adiante da mesma. Este controle é tanto mais duradouro quanto maior for a quantidade da energia liberada em relação ao calor de combustão.

Existe um valor para a relação entre a energia liberada e o calor de combustão que faz a chama alcançar uma posição fixa, embora este estado estacionário, contudo, seja instável (Zel'dovich et alli 1985). Nos casos esférico e cilíndrico esta posição é chamada de raio de Zel'dovich.

Para quantidades de energia abaixo deste valor, os efeitos transitórios do transporte de massa dos reagentes e o transporte de calor controlam a propagação da chama. Neste caso a chama não é abastecida com uma quantidade suficiente de reagentes e, para manter sua temperatura, é obrigada a retroceder para a região mais quente, causando a redução na taxa de transporte de reagentes dada a inexistência de combustível na retaguarda da chama. Entretanto, como as reações químicas são fortemente dependentes da temperatura, a chama não se extingue apesar de retroceder, até que, colapsando na origem, deixará de existir.

Se a energia for suficiente para fazer a chama ultrapassar o raio de Zel'dovich, ela se propagará indefinidamente, dependendo apenas da taxa da reação química. Neste caso

sua velocidade de propagação tende para a velocidade da chama plana adiabática e sua temperatura para seu valor adiabático.

## BIBLIOGRAFIA

- Cambray, P., e Joulin, G., Stoichiometry effects in the point-source initiation of lean flames of light fuel. *Combustion Science and Technology*, vol. 65, pag.167-179, 1989.
- Champion, M., Deshaies, B., Joulin, G. e Kinoshita, K., Spherical flame initiation: Theory versus experiments for lean propane-air mixture, *Combustion and Flame*, vol. 65, 1986.
- Deshaies, B. and Joulin, G. , On the initiation of a spherical flame kernel, *Combustion Science and Technology*, vol. 37, pag. 99-116, 1984.
- Deshaies, B. and Joulin, G. e Clavin P., Etude asymptotique des flammes sphériques stationnaires non adiabatiques. *Journal de Mécanique*, vol. 20, N° 4, 1981.
- Holman, J.P., Transferência de Calor, *Editora McGraw-Hill*, pag. 124, 1983.
- Joulin, G., Point source initiation of lean spherical flames of light reactants: An asymptotic theory. *Combustion Science and Technology*, vol. 45, pag. 99-113, 1985.
- Liñán, A., Crespo, A., An Asymptotic of unsteady diffusion flames for large activation energy. *Combustion Science and Technology*, vol. 14, pag. 95-117. 1976.
- Liñán, A, Williams, F., Fundamental Aspects of Combustion, Oxford University Press,pag. 30, 1993.
- Tromans, P.S. e Furzeland, R.M., Analysis of Lewis number and flow effects on the ignition of premixed gases, *21th Symp. (Int.) on Combustion*, Munich, Germany, 1986.
- Williams, F., Combustion Theory, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.,pag. 154, 1985.
- Zel'dovich, Barenblatt, Librovich e Makhviladze, The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, *Consultants Bureau*, New York, 1985.