

*Práctica de Combustión: Llama de
difusión*

Carlos del Pino Peñas y Luis Parras Anguita
E. T. S. Ingenieros Industriales.
Universidad de Málaga.

17 de mayo de 2009

1. Introducción

Los grupos de esta práctica serán reducidos y los estudiantes de Ingeniería deben seguir las indicaciones reflejadas en este guión de prácticas y las dadas por el profesor de prácticas.

Mediante la realización de esta práctica se pretende conocer las características de la llama de difusión. Para ello se dispone de un quemador con distintos tipos de boquilla.

Esta práctica tendrá una duración de una hora. Se recomienda la lectura del guión por parte del estudiante de Ingeniería antes de comenzar la experiencia. En particular, la sección *Montaje experimental* es de gran interés. Al final del guión se realizarán una serie de cuestiones relacionadas con la misma.

Las llamas de difusión están caracterizadas porque el combustible y el oxidante no están mezclados antes de reaccionar químicamente. Existen regiones donde solo hay combustible y regiones en las que solo hay comburente. Estas dos áreas están separadas por regiones muy delgadas comparadas con las longitudes características donde se produce la combustión. A estas regiones delgadas, que se denominan llamas, el combustible y el oxidante llegan por difusión de las zonas vecinas y desaparecen para formarse productos de la combustión. En la llama tanto el oxidante como el combustible coexisten en proporciones muy pequeñas.

Por otro lado, existen concentraciones apreciables de productos a ambos lados de la llama. La temperatura alcanza un máximo en la llama y decae a ambos lados, siendo la zona donde la temperatura es elevada mucho mayor que el espesor de la llama. Estas altas temperaturas pueden algunas veces provocar que los productos de la combustión irradien luz, dándonos la impresión de que la llama ocupa una región más extensa de lo que en realidad ocupa.

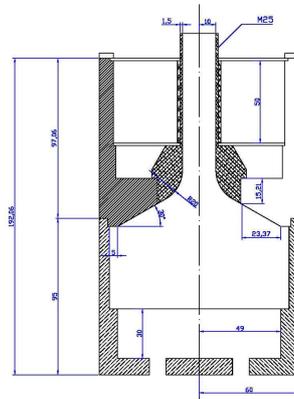


Figura 1: Esquema del quemador con sus partes internas.

2. Montaje experimental

El esquema del quemador de la instalación experimental se representa en la figura 1, mientras que en la figura 2 se muestra una foto con una llama de difusión.

El quemador, al cual llegan las corrientes de gas y aire¹ consta de tres elementos: cuerpo de premezcla, cuerpo de orientación y cuerpo de flujo coaxial. En el desarrollo de esta práctica, y al tratarse de una llama de difusión, sólo es necesario utilizar el cuerpo de premezcla con un sólo componente (gas propano). El cuerpo de orientación sirve para contraer la vena fluida y uniformizar el flujo. El cuerpo de flujo axial se utiliza para estabilizar la llama. En el caso de esta práctica, tampoco es necesario su uso.

Los elementos de medición son el rotámetro y el manómetro (ver figuras 3 y 4). Para la medición del caudal se ha utilizado un rotámetro específico para cada tipo de gas (propano y aire). En el caso de esta práctica sólo se utiliza el rotámetro de propano, estando en todo momento la válvula del rotámetro

¹La corriente de aire sólo es necesaria cuando se quiera formar una llama premezclada.

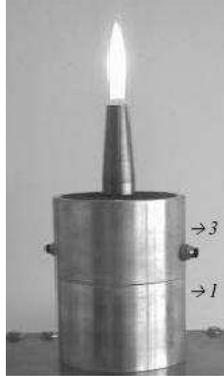


Figura 2: Fotografía de una llama de difusión.



Figura 3: Fotografía del rotámetro para la medición del caudal de propano.

de aire cerrada. Por otro lado, el manómetro mide la presión relativa, es decir, la diferencia de presión que existe entre el punto de medida y la presión atmosférica.

El combustible (gas propano) tiene una temperatura adiabática de 1980°C , es un gas licuado del petróleo (G.L.P), tiene un alto poder calorífico (superior de 25200 Kcal/m^3 e inferior de 23200 Kcal/m^3) y tiene una densidad relativa de 1.5 veces la del aire.



Figura 4: Fotografía del manómetro para la medición de la presión.

3. Experimentos y resultados

La intención de la experiencia es la de visualizar llamas de difusión y conocer sus transiciones desde el régimen laminar al turbulento. Los datos que vamos a anotar serán la presión de entrada del combustible, la altura de la llama y el caudal de propano.

Para este fin, enroscamos la boquilla de latón de 10 mm de diámetro. Las mediciones se realizarán en todo momento cerrando la válvula de entrada de aire. La presión de propano se regulará a un bar, el caudal de propano se establecerá en una centésima de litros por minuto. Una vez estabilizada la llama, se graba en vídeo y se captura una fotografía, que mediante técnicas de medición (Matlab u otro software o procedimiento) proporciona la altura de la llama. A continuación seguiremos aumentando el caudal y anotaremos también el caudal al cual se vuelve la llama turbulenta. Una vez se vuelve la llama turbulenta, volveremos a incrementar el caudal de propano para visualizar adicionalmente 2 ó 3 llamas turbulentas.

Esta operación se volverá a realizar para las boquillas de 15 y 20 mm. Una vez anotados en una tabla los puntos X e Y correspondientes a los caudales de propano y la altura de la llama, responde a las siguientes cuestiones:

1. Represente la altura dimensional de la llama frente al caudal dimensional en una gráfica. Indique la tendencia en régimen laminar.
2. Comente lo que ocurre una vez que la llama alcanza el régimen turbulento.