

**ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA
IGNICIÓN DE MEZCLAS DE CARBÓN**

TESIS PRESENTADA A LA

**ESCUELA DE GRADUADOS
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

POR

JAIME MARTÍN FAÚNDEZ BÁEZ

Para optar al grado de

**DOCTOR EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA**

**Profesores patrocinantes: Alfredo L. Gordon
Ximena García C.**

SUMARIO

El objetivo de este trabajo consistió en estudiar la ignición de mezclas de carbones distintos, mediante técnicas experimentales relevantes a la combustión de carbón pulverizado para generación de electricidad, esto es, altas velocidades de calentamiento y en condiciones que favorezcan la interacción entre partículas. Ello, para responder a la hipótesis de que la ignición de partículas de carbón pulverizado es bien representada a través de temperaturas características, indicativas de eventos particulares del proceso, y que, además, en ignición de mezclas de carbones, dichas temperaturas no necesariamente pueden ser predichas de acuerdo a promedios ponderados de las temperaturas de ignición de los carbones puros que la constituyen, debido a la posibilidad de interacción entre partículas.

Se utilizaron tres equipos experimentales distintos. Una balanza termogravimétrica, un reactor de flujo de arrastre que permitió seguir la composición de los gases de combustión y un reactor de flujo de arrastre con la posibilidad de observar la ignición mediante una cámara de video. El rango de los carbones utilizados varió desde subbituminoso (PE), bituminoso alto en volátiles (IN, CA, GU, LK), bituminoso bajo en volátiles (LD) hasta semiantracita (HV). De estos carbones se seleccionaron PE, LK y LD para ensayar muestras binarias en los tres equipos experimentales.

A partir de los experimentos con carbones individuales, realizados en balanza termogravimétrica y en el reactor de flujo de arrastre con seguimiento de los gases de combustión, se determinaron temperaturas de ignición. Las temperaturas obtenidas aumentan en la secuencia subbituminoso, bituminoso alto en volátiles, bituminoso bajo en volátiles y semiantracita, lo que concuerda con la reactividad esperada de los carbones según rango.

En estos experimentos también se determinó el mecanismo de encendido de los carbones. Al respecto, se han propuesto dos mecanismos de ignición principales: i) *mecanismo de ignición heterogéneo*, en donde la oxidación de las partículas de carbón ocurre en la superficie de la partícula, consumiéndose simultáneamente la materia volátil y el “char” y ii) *mecanismo de ignición homogéneo*, en donde la materia volátil es liberada durante el calentamiento de las partículas y sufre

TESIS DE DOCTORADO
ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA IGNICIÓN DE MEZCLAS DE CARBONES

una rápida oxidación en fase gas, formando una capa envolvente que evita la reacción del oxígeno con el “char”, generando de esta forma la combustión secuencial de volátiles y “char”. Así, se ha determinado que los carbones subbituminoso PE, bituminoso bajo en volátiles LD y semiantracita HV encienden mediante el mecanismo de ignición heterogéneo, lo que es respaldado por los ensayos termogravimétricos, por el examen de la composición de los gases y por las imágenes capturadas en reactores de flujo de arrastre. Los carbones bituminosos altos en volátiles IN, CA, GU y LK encienden siempre mediante mecanismo de ignición homogéneo, lo que se comprueba nuevamente a partir de los ensayos en los tres equipos experimentales utilizados.

En cuanto al examen del comportamiento de encendido de mezclas de carbón, los ensayos en termobalanza probaron ser inadecuados para su estudio, pues en general, los carbones componentes de la mezcla reaccionan separadamente. Sin embargo, en reactores de flujo de arrastre se lograron condiciones de interacción para las mezclas de carbones distintos, lo que se vio reflejado en el análisis de los gases de combustión, en imágenes del encendido y en fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido del “char” obtenido utilizando un reactor de flujo de arrastre.

Los ensayos en reactores de flujo de arrastre para la mezcla del carbón subbituminoso PE y el carbón bituminoso alto en volátiles LK mostraron que el mecanismo de encendido predominante fue aquél característico del carbón mayoritario en la mezcla. Incluso, las imágenes del encendido de una mezcla equiporcentual indicaron una competencia entre el mecanismo de ignición homogéneo y el mecanismo heterogéneo. Respecto de las temperaturas de encendido, éstas parecen correlacionarse con un promedio ponderado de los carbones individuales, indicio de una fuerte interacción entre los volátiles de LK y el carbón PE.

Los ensayos en reactores de flujo de arrastre para la mezcla del carbón subbituminoso PE y el carbón bituminoso bajo en volátiles LD mostraron la presencia de mecanismo de ignición heterogéneo. Las temperaturas de encendido siempre fueron cercanas a las de PE y la ignición de PE fue suficiente para encender el “char” de LD.