

Cinética de reacción de hollín de referencia diésel (SRM 1650b – NIST) con NO₂ en condiciones del filtro de partículas diésel (DPF)

María Abián, Ricardo Pernía, Ángela Millera, Rafael Bilbao, María U. Alzueta

Afiliación: Grupo de Procesos Termoquímicos (GPT)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.
Tel. +34-976762707, e-mail: mabian@unizar.es

Abstract

Uno de los principales contaminantes que se generan en la cámara de combustión de los motores diésel son los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el hollín, por ello en la actualidad se utilizan filtros o trampas de partículas que sirven para retener la materia particulada (hollín) cuando los gases de escape circulan a su través. Este estudio tiene como objetivo principal el análisis de la reactividad e interacción del NO₂ con hollín, para cuantificar la posible reducción de ambos contaminantes y determinar la cinética del proceso.

Introducción y objetivo

Hoy en día, los vehículos diesel incluyen tecnologías de tratamiento de los gases de combustión, tales como filtros antipartículas (DPF, “*diesel particulate filters*”), para cumplir con las limitaciones de emisión de hollín.

El hollín acumulado en el DPF puede ser oxidado por la interacción con óxidos de nitrógeno (NO_x) presentes en los gases de combustión. No obstante, el grado de esta interacción depende de las condiciones específicas de la trampa, del óxido de nitrógeno considerado (NO₂ o NO) y de la naturaleza de la muestra de hollín [1].

En este contexto, se ha analizado la reactividad de un hollín de referencia diesel estándar (denominado SRM 1650b – obtenido del NIST) con NO₂ para las condiciones características de los filtros de partículas de diesel (DPF).

Metodología

El estudio se ha llevado a cabo desde un punto de vista experimental haciendo reaccionar el NO₂ con el hollín de referencia estándar (materia particulada de diesel - NIST), así como desde un punto de vista teórico procesando los datos y obteniendo las cinéticas y mecanismos de reacción entre ambos contaminantes.

Los experimentos de interacción hollín-NO₂ se han realizado, a escala de laboratorio, en un reactor de flujo de gas de cuarzo, discontinuo para el sólido [2]. La Figura 1 muestra una imagen de la instalación experimental utilizada.

Por un lado, se ha analizado la interacción de hollín con 200 ppm de NO₂ en el intervalo de temperaturas de 400-700°C. Por otro lado se ha analizado a 500 y 650°C, respectivamente, la interacción de hollín con distintas concentraciones de NO₂ (100-500 ppm NO₂).

Para cuantificar la reactividad del hollín se ha utilizado el parámetro τ (*tiempo necesario para la conversión completa del carbono*); calculado para cada una de las condiciones analizadas a través de la utilización de las ecuaciones del Modelo de Núcleo Decreciente con control de la reacción química [3]. Este modelo ha sido utilizado satisfactoriamente en estudios similares realizados por nuestro grupo de investigación [4]. En el presente estudio, los resultados experimentales se ajustan también de forma satisfactoria a las ecuaciones del MND. Así mismo, estos resultados han servido para determinar la cinética de reacción (energía de activación y orden de reacción) de la oxidación de hollín diesel de referencia con NO₂.

Adicionalmente, se ha analizado el perfil de oxidación del hollín de referencia estándar con 5% O₂ desde temperatura ambiente hasta 900°C, con una rampa de calentamiento de 10°C/min, en un analizador termogravimétrico (TGA). Este test se ha utilizado como herramienta de caracterización del hollín. La Figura 2 muestra el perfil de conversión y la velocidad de reacción en función de la temperatura.

Conclusiones

Los primeros resultados indican que tanto la temperatura de reacción como la concentración de NO_2 son parámetros clave para maximizar la conversión del hollín. Existe un *threshold* de temperatura y de concentración de NO_2 para iniciar la interacción hollín- NO_2 así como para conseguir una conversión completa de toda la muestra de hollín.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su gratitud al Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo y a MINECO y FEDER (Proyecto CTQ2015-65226) por la financiación recibida.

REFERENCIAS

- [1]. MESSERER, A., NIESSNER, R. and PÖSCHL, U. Comprehensive Kinetic Characterization of the Oxidation and Gasification of Model and Real Diesel Soot by Nitrogen Oxides and Oxygen under Engine Exhaust Conditions: Measurement, Langmuir-Hinshelwood, and Arrhenius Parameters. *Carbon*. 2006, 44, 307-324.
- [2]. ABIAN, M., MILLERA, A., BILBAO, R., and ALZUETA, M.U. Interaction of Soot- SO_2 : Experimental and Kinetic Analysis. *Combustion Science and Technology*. 2016, 188, 482-491.
- [3]. LEVENSPIEL, O., *Chemical Reaction Engineering*, John Wiley & Sons Inc., 1999, pp. 566
- [4]. ARNAL, C., ALZUETA, M.U., MILLERA, A., and BILBAO, R. Experimental and Kinetic Study of the Interaction of Commercial Soot with NO at High Temperature. *Combustion Science and Technology*. 2012, 184, 1191-1206.



Figura 1. Sistema experimental para el estudio de la reactividad de hollín con NO_2 .

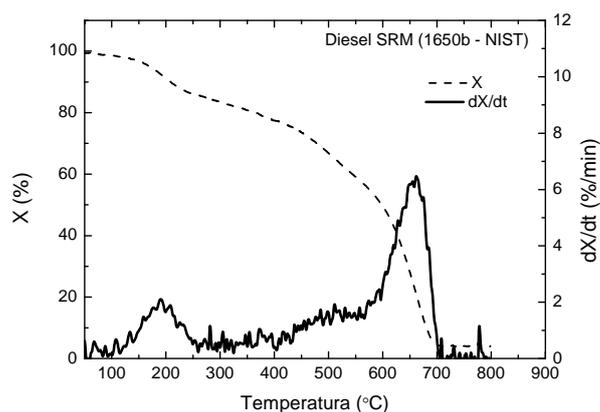


Figura 2. Perfil de oxidación (5 % de O_2) de hollín de referencia estándar (SRM 1650b - NIST) en función de la temperatura de reacción. X: conversión, dX/dt : velocidad de reacción. Experimento realizado en TGA.