

Boletín del Grupo Español del Carbón

ÍNDICE

Editorial	1
Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)	15
International Conference on Coal Science and Technology.	6
Reseña GEC 2007	7
Reseña Jornadas científicas	8
Reseña Tesis Doctoral	9

Junta Directiva del GEC

Presidente:

Rosa Menéndez López

Vicepresidente:

Diego Cazorla Amorós

Secretario:

José Rodríguez Mirasol

Tesorero:

Rafael Moliner Alvarez

Vocales:

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Francisco Carrasco Marín

M^a Victoria López Ramón

Francisco García Labiano

M^a Jesús Lázaro Elorri

Edición

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Boletín del

Abril de 2008

Editorial

Iniciamos la actividad editorial de este año con un recordatorio o resumen de lo que fue la reunión bienal que hemos celebrado en Teruel el pasado Octubre y que como muy bien recoge Gregorio Marbán además de elecciones para cubrir varios de los puestos de la Junta Directiva, tomamos decisiones en relación con las sedes de futuros eventos tanto nacionales como internacionales en los que esperamos vernos implicados. Corroboro lo interesante de sus contenidos y la activa participación en los debates, y por supuesto el buen hacer de nuestros jóvenes investigadores. Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todos los miembros la confianza que han depositado en mi persona para que continúe otro periodo como presidenta, espero no defraudar vuestras expectativas.

La actividad organizativa más inmediata se centra en el congreso de "materiales carbonosos para aplicaciones energéticas y medio ambientales" conocido como CESEP que normalmente se celebraba en Francia y que en el 2007 se trasladó a Cracovia para continuar en Málaga en el 2009. En breve se enviará la primera circular en la que se indicará el lugar exacto de celebración, fecha y otros detalles. Es esta una excelente oportunidad para incrementar la visibilidad del GEC y dar conocer la importante actividad científica que desarrollan en este campo algunos de nuestros grupos de investigadores. El pasado mes de enero la JD se reunió en Madrid para programar las actuaciones a lo largo de este año. Contamos con un nuevo miembro, Javier Narciso de la Universidad de Alicante. Entre otros se ha planteado la

mejora de la página web para adquirir una mayor agilidad con vistas a la organización de eventos anteriormente comentada y el hacernos cargo de la web de la European Carbon Association durante el tiempo que dure nuestra posición como "spokeperson". Así mismo se consideró la organización de un nuevo curso sobre "tratamiento de aguas" del que serán coordinadores Ángel Menéndez y Paco Carrasco, a través de la UNIA. Para terminar sólo me resta agradecer, una vez más, a los editores su excelente labor y hacer de correa transmisora de Ángel Menéndez para animaros a participar en estas publicaciones, que son de todos, con artículos, reseñas de tesis doctorales o cualquier otro material que estiméis oportuno.

*Rosa Menéndez
Presidenta del GEC*

Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

David Fairén Jiménez. Grupo de Investigación en Materiales de Carbón. Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

En esta Tesis Doctoral abordamos el estudio de la eliminación de varios compuestos orgánicos volátiles (COVs) de fuente an-

tropogénica -benceno, tolueno y xilenos (BTX)- mediante la utilización de materiales de carbón. El estudio de estos compuestos tiene una gran importancia debido a su elevado poder contaminante y su contribución a la creación de ozono troposférico y de smog fotoquímico [1].

Para la eliminación de estos compuestos necesitábamos preparar unos adsorbentes con un gran volumen de microporos -que es donde se produciría la captura de los contaminantes-, y que además presentasen una adecuada distribución de tamaños de porosidad. De esta manera, conseguiríamos una buena

Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

eficiencia durante la adsorción, así como durante la recuperación de los BTX tras la saturación del material. Además, el diseño de los lechos de adsorción debía permitir suficiente tiempo de contacto para la adsorción de los compuestos sin incurrir, al mismo tiempo, en una caída de presión. Por último, el material empleado en el lecho tendría que ser capaz de soportar los esfuerzos mecánicos provocados por vibraciones o movimientos de las columnas. Los materiales que empleamos -los aerogeles monolíticos de carbón- eran unos grandes candidatos ya que cubrían todos estos requisitos.

¿Qué es un aerogel de carbón?

Los aerogeles de carbón tienen una estructura reticular formada por partículas primarias interconectadas de tamaño nanométrico. De esta manera, la carbonización desarrollará los microporos en el interior de las partículas primarias, mientras que los meso- macroporos aparecen en los espacios remanentes entre las partículas, es decir, el que ha dejado el disolvente. La ventaja de los aerogeles de carbón como materiales porosos reside en que vamos a ser capaces de controlar de manera independiente la concentración de los microporos y de los mesoporos. Otras ventajas de estos materiales son su elevada pureza, sus excelentes propiedades mecánicas y la posibilidad de ser preparados con distintas formas: polvo, esferas, películas o monolitos.

El *objetivo* de esta Tesis doctoral fue, por lo tanto, el estudio de la preparación y caracterización de aerogeles monolíticos de carbón para su uso como adsorbentes de BTX. Por un lado comparamos la utilización de distintas técnicas de caracterización textural. Por otro lado, estudiamos el

efecto de la utilización de distintos catalizadores y disolventes en las propiedades superficiales, texturales y mecánicas de los materiales finales.

EXPERIMENTAL

Realizamos la síntesis de los aerogeles orgánicos mediante el método sol-gel, siguiendo la receta original publicada por Pekala y col. [2] Así, partiendo de una disolución de resorcinol (R) y formaldehído (F), incorporamos distintos catalizadores -carbonatos alcalinos y ácidos orgánicos- y disolventes -metanol, etanol, acetona y THF-.

El secado de los geles orgánicos es una de las etapas en las que se debe tener especial cuidado [3]. Así, tras el curado de los geles en el interior de unos moldes cilíndricos, optamos por realizar un secado supercrítico con CO₂ para eliminar el disolvente sin producir un colapso de la estructura porosa. Al trabajar en condiciones supercríticas, estaremos eliminando las tensiones superficiales que se producirían en la interfase líquido-gas del disolvente. Una vez obtenidos los aerogeles orgánicos, estos se pirolizaron para obtener así los aerogeles monolíticos de carbón. Por último, realizamos una activación de algunas de las muestras para aumentar el área superficial de las muestras y, por lo tanto, su capacidad de adsorción.

Los aerogeles de carbón monolíticos y sus activados se caracterizaron mediante distintas técnicas: i) adsorción de gases (N₂ a -196 °C y CO₂ a 0 °C), ii) porosimetría de mercurio, iii) microscopía electrónica de barrido con emisión de campo (FESEM), iv) termogravimetría (TG), v) dispersión de rayos-X a ángulo pequeño y amplio (SAXS-WAXS) y vi) ensayos mecánicos de compresión. Por último selec-

cionamos las muestras que mostraron las propiedades texturales más óptimas para la adsorción de BTX (740 ppmv) en una corriente de aire seco (60 cm³/min).

La adsorción de CO₂ a 0 °C y N₂ a -196 °C es la técnica tradicional [4] para el estudio de la textura porosa de los materiales carbonosos. Esta información puede ser complementada con medidas de SAXS-WAXS [5] ya que vamos a obtener mayor información sobre la porosidad de los materiales de carbón y su desarrollo durante la activación de los mismos. Así, mientras que la adsorción de gases no puede detectar la porosidad cerrada, SAXS sí es capaz de detectar tanto la porosidad abierta como cerrada. Si por último, realizamos medidas de Variación de Contraste (CV), obtenidas mediante la inmersión de las muestras porosas en líquidos, podremos discriminar entre porosidad cerrada y abierta. Esta técnica es, por otro lado, un método útil para obtener información sobre la existencia de microporosidad estrecha, un posible comportamiento como tamiz molecular o sobre los efectos de la química superficial [6].

ÁREA SUPERFICIAL Y MICROPOROSIDAD DE LOS AEROGEL MONOLÍTICOS DE CARBÓN A PARTIR DE ADSORCIÓN DE GASES Y DISPERSIÓN DE RAYOS-X A ÁNGULO PEQUEÑO Y AMPLIO (SAXS-WAXS)

En este apartado mostramos la metodología que hemos empleado durante la Tesis para el estudio de nuestras muestras mediante adsorción de gases y SAXS-WAXS con Variación de Contraste (CV). Con este objetivo utilizamos un aerogel de carbón, sus dos activados y su precursor orgánico.

Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

En muchas de las muestras analizadas encontramos diferencias entre las áreas superficiales obtenidas mediante adsorción de gases y SAXS-WAXS. Gracias a la técnica de CV, al comparar las curvas de dispersión de muestras secas e impregnadas en un disolvente, pudimos comprobar la existencia o no de porosidad cerrada. Uno de los resultados interesantes que encontramos fue que, en muchas de las muestras que preparamos, y al contrario de lo que en ocasiones se ha publicado [7], las diferencias entre ambas técnicas no se debían a la existencia de porosidad cerrada. Así, si bien la adsorción de gases facilita información sobre el número *real* de moléculas que pueden adsorberse en un sólido microporoso, lo cual es esencial para cualquier aplicación, puede fallar al transformar este valor en un área superficial del material. Esto se debe a que el tamaño de las moléculas utilizadas para determinar el área superficial es mayor o del mismo orden de magnitud que la rugosidad de la superficie y, en presencia de microporosidad estrecha, a la imposibilidad de formar una monocapa en cada pared del microporo.

SAXS proporciona, por lo tanto, información sobre la dimensión de la interfase de contacto carbón-aire, accesible o no a las moléculas. La técnica nos facilitó una información más precisa de la textura porosa de los aerogeles de carbón en relación con el método de preparación. Así, en el caso de detectar porosidad cerrada o porosidad muy estrecha, podremos decidir si una muestra debe ser o no activada y cual es la mejor manera de hacerlo. Por otro lado, las medidas de WAXS son necesarias para la determinación precisa del dominio de la ley de Porod, que es la ecuación que nos permite calcular el valor del área superficial. Las medidas de WAXS en muestras secas e

impregnadas son esenciales para i) la sustracción correcta de la dispersión del adsorbato y, ii) comprobar si la estructura del líquido puro en sí, la cual fue sustraída, es similar a la del adsorbato.

De esta manera, mediante la metodología que hemos utilizado, podemos ser capaces de deducir la estructura del disolvente en el interior de la porosidad si solo se produce el llenado de los microporos -sin exceso de disolvente líquido-. De esta manera, no podemos ignorar el efecto del tamaño de la microporosidad en la estructura del adsorbato y, por lo tanto, la densidad del mismo, ya que obtendríamos una información incorrecta de los resultados experimentales. Por último, hemos mostrado como el análisis del aspecto de la *curva de contraste* permitía una caracterización cualitativa de la estructura porosa de los aerogeles de carbón.

Para más información: *Journal of Physical Chemistry B*, 110, 8681-8688 (2006).

EFECTO DEL CATALIZADOR

En este apartado estudiamos los cambios producidos por distintos catalizadores básicos (Na_2CO_3 y K_2CO_3) y ácidos orgánicos (ácido oxálico y *p*-toluensulfónico) en el área superficial y la textura porosa de los aerogeles de carbón. Además, estudiamos el efecto de la activación con CO_2 en la muestra preparada con ácido *p*-toluensulfónico.

Pudimos comprobar como, para una misma relación molar R/W, las muestras preparadas con Na_2CO_3 resultaron ser más densas, con un volumen y una anchura media de meso- macroporos menor que los preparados a partir de K_2CO_3 . Estas diferencias se deben al distinto poder polarizante de los cationes Na^+ y K^+ provocado por las diferencias entre tamaños. Además, para una

misma relación molar R/W, las densidades de las muestras que preparamos en condiciones ácidas, fueron dos o tres veces mayores que las de las muestras preparadas con catalizadores básicos. Este efecto se debe a que la polimerización en condiciones ácidas produce una mayor agregación de los clusters, lo que da lugar a una disminución en el espacio entre las partículas. La mayor parte de los aerogeles de carbón que obtuvimos fueron mesoporosos, con una distribución estrecha de tamaños de poro.

Por otro lado, en los aerogeles de carbón que obtuvimos mediante catalizadores básicos, el incremento de la relación molar R/W -una mayor dilución- produjo una disminución en la S_{BET} y el $W_0(\text{N}_2)$ pero no afectó al $W_0(\text{CO}_2)$ -los microporos más estrechos-. Sin embargo, sí que pudimos ver como esta mayor dilución provocó la existencia de un mayor volumen y tamaño de meso- macroporosidad.

La activación con CO_2 de una de las muestras únicamente aumentó y ensanchó la microporosidad, pero no tuvo efecto en la mesoporosidad. El valor de la S_{BET} de la muestra activada a un 22% (y preparada con ácido *p*-toluensulfónico) aumentó hasta $1296 \text{ m}^2/\text{g}$, con una densidad elevada de $0,87 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Las muestras que preparamos mostraron resultados interesantes, con áreas superficiales muy elevadas, llegando a una superficie con SAXS de $2536 \text{ m}^2/\text{g}$ (densidad de $0,86 \text{ g}/\text{cm}^3$) para la muestra preparada con ácido oxálico. En algunas muestras se pueden justificar las diferencias entre las áreas superficiales obtenidas mediante adsorción de gases y SAXS-WAXS debido a la existencia de porosidad cerrada (detectada mediante CV). Sin embargo, en otras muestras no existe porosidad cerrada. Así, las diferencias entre ambos valores

Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

se deben a la presencia de porosidad estrecha que no permite la formación de una monocapa en cada pared del microporo, tal y como se explico en el apartado anterior.

Para más información se puede acudir a la revista Carbon, 44, 11, 2301-2307 (2006).

EFECTO DEL DISOLVENTE

En este apartado estudiamos los cambios en las propiedades texturales de los aerogeles de carbón al realizar variaciones en el disolvente utilizado. Los disolventes con los que trabajamos fueron metanol, etanol, acetona y THF. El tiempo de gelación de las muestras, y por lo tanto, la cinética de la reacción, dependió de la constante dieléctrica de los disolventes. Esto es una consecuencia de la Teoría del Estado de Transición (TST) que provoca que una disminución de la constante dieléctrica incremente el tiempo de gelación.

Estas variaciones en el proceso de curado influyen las propiedades texturales obtenidas. Así, la adición de un disolvente orgánico produjo una reducción del tamaño de las partículas primarias y, por lo tanto, la reducción del tamaño de la meso- macroporosidad. Por lo tanto, podemos ser capaces de controlar el tamaño de la mesoporosidad al variar la concentración y el tipo de disolvente orgánico en la disolución de resorcinol-formaldehído inicial.

En estas muestras se volvieron a repetir las diferencias entre las áreas superficiales obtenidas a partir de adsorción de gases y SAXS-WAXS. De nuevo, la técnica de CV no permitió verificar la existencia o no de porosidad cerrada y verificar la causa de estas diferencias.

Entre las muestras que obtuvimos, llegamos a superar los 1,8 cm³/g y los 1300 m²/g de superficie DR entre los aerogeles de carbón o incluso los 3 cm³/g de volumen total de poros y los 1900 m²/g de superficie DR en las muestras activadas.

Los resultados obtenidos a partir de una de las muestras presentadas en este capítulo se publicaron en la revista Carbon, 43, 14, 3009-3012 (2005).

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AEROGEL MONOLITICOS DE CARBON

Estudiamos las propiedades mecánicas de los monolitos mediante ensayos de compresión. Los aerogeles monolíticos que preparamos no solo deben presentar unas buenas propiedades mecánicas sino que los esfuerzos a los que se sometan deben ser absorbidos en forma de deformación elástica.

Las curvas esfuerzo-deformación que obtuvimos mostraron un comportamiento típico de materiales frágiles. En ocasiones, pudimos observar picos con forma de dientes de sierra debido al colapso parcial de la estructura porosa del material. Por otro lado, la activación de los aerogeles de carbón produjo una disminución progresiva de las propiedades mecánicas.

El módulo de Young -asociado a la deformación elástica- aumentó de acuerdo con el incremento de la densidad de los monolitos. De esta manera obtuvimos una relación potencial entre ambos valores, con dos tendencias bien diferenciadas pero con una misma pendiente: una para los aerogeles de carbón y otra para los aerogeles activados.

Los monolitos con mejores propieda-

des mecánicas son los que se prepararon con catalizadores ácidos. De esta manera, la reacción de polimerización produjo una mayor agregación de las partículas primarias y una disminución de los espacios vacíos, lo que lleva a aumentar la densidad y, finalmente, las propiedades mecánicas. Los resultados que obtuvimos son muy interesantes ya que somos capaces de obtener una muestra -preparada con ácido oxálico- con un módulo de Young de hasta 1108 MPa y un esfuerzo de rotura de 39 MPa.

ADSORCIÓN DE BTX EN AEROGEL MONOLITICOS DE CARBÓN BAJO CONDICIONES DINÁMICAS

La eliminación de compuestos orgánicos volátiles en corrientes gaseosas es un tema de gran actualidad que ha sido tratado ampliamente en la bibliografía [8]. Entre las distintas posibilidades, la adsorción en un material poroso es una opción interesante ya que permite la recuperación de los compuestos.

Realizamos los experimentos de adsorción en condiciones dinámicas utilizando una corriente de 60 cm³/min de aire seco con 740 ppmv del hidrocarburo a estudiar. En todos los casos, excepto en la Serie J, preparamos las columnas con 1g de adsorbente. A partir de las curvas de ruptura, pudimos calcular la capacidad de adsorción (en el punto de ruptura y de saturación) y la altura de la zona de transferencia de masas, relacionada con la eficiencia de las columnas. Es importante señalar que la utilización de las muestras conformadas como monolitos permitió que no se produjese, en ningún momento, una caída de presión.

Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

En primer lugar, observamos como las capacidades de adsorción en el punto de ruptura y de saturación aumentaron, en general, en el orden: benceno, tolueno y xilenos, debido al incremento de las presiones relativas de los compuestos en las condiciones de trabajo.

En las condiciones de trabajo, pudimos ver como la adsorción de BTX estaba esencialmente controlada por la microporosidad. De esta manera, no existió correlación entre la cantidad adsorbida (X_B) y el volumen de microporos W_0 con un tamaño por debajo de 0,7 nm - detectados mediante adsorción de CO_2 -. Por otro lado, los valores de capacidad de adsorción frente al volumen total de microporos sí se ajustaron a una línea recta hasta un valor de tamaño medio de microporos de 1,05 nm. Así, los poros con una anchura mayor presentaron menor importancia en la eliminación de BTX del aire. De la misma manera, la altura de la zona de transferencia de masas disminuyó con la anchura media de los microporos hasta un valor de 1,05 nm, lo que indica que la velocidad de adsorción se incrementó en el mismo sentido.

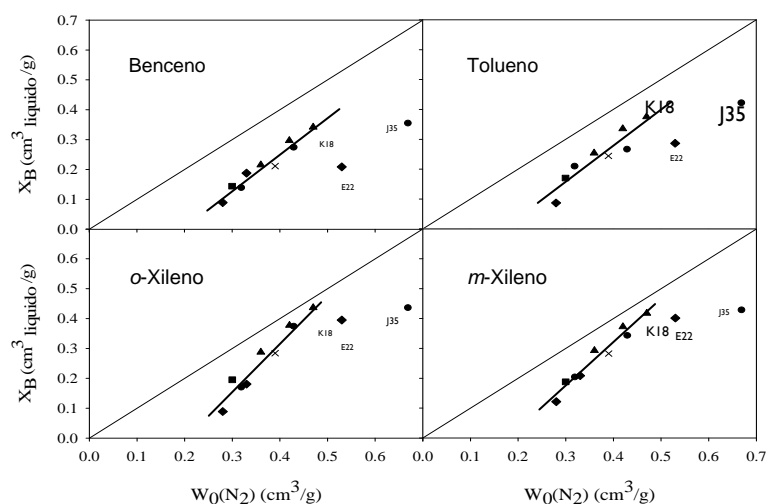
Uno de los mejores adsorbentes fue la muestra K18, con menor altura de la zona de transferencia de masas y una de las más altas capacidades de adsorción (365 mg/g). Por otro lado, a la hora de trabajar en unas condiciones donde el volumen esté limitado, no solo nos interesará una elevada capacidad de adsorción sino una elevada densidad del material. De esta manera, la muestra E22 presenta la mayor capacidad de adsorción por unidad de volumen (303 mg/cm³C, con una densidad de 0,87 g/cm³) debido a una porosidad muy desarrollada y una alta densidad.

Cuando preparemos una columna de adsorción debemos tener en cuenta la posibilidad de regeneración de las mismas. Así, una vez que saturamos la columna con el hidrocarburo estudiado, llevamos a cabo la desorción (24 horas con un flujo de He a 250 °C) y volvimos a repetir el proceso de adsorción en régimen dinámico. Los estudios preliminares de los procesos de adsorción-desorción indicaron que el proceso es reversible en las condiciones de trabajo estudiadas ya que no se apreció ninguna pérdida en la capacidad de adsorción.

Para más información sobre este apartado, se puede acudir al artículo publicado en la revista *Langmuir*, 23, 10095-10101 (2007).

BIBLIOGRAFÍA

1. Atkinson, R.; *Atmospheric Environment* 2000, 34, 2063.
2. Pekala, R.W.; *J. Mater. Sci.* 1989, 24, 3221.
3. Al-Muhtaseb, S. A., Ritter, J. A.; *Adv. Mater.* 2003, 15, 101.
4. Rodríguez-Reinoso, F., Linares-Solano, A.; en *Chemistry and Physics of Carbon*; Thrower, P. A., Ed.; Marcel Dekker: New York, 1989; vol. 21, p.11.
5. Porod, G.; en *Small-Angle X-ray scattering*; Glatter, O., Kratky, O. Eds.; Academic Press: London, 1982.
6. Hua, D.W. et al.; en *Characterization of Porous Solids III*, Rouquerol J. et al., Eds., Elsevier 1994, p. 255.
7. Berthon-Fabry, S. et al.; *J. Non-Cryst. Solids* 2004, 350, 136.



David Fairén Jiménez realizó su Tesis Doctoral en la Universidad de Granada con el título "Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)". Este trabajo fue dirigido por Carlos Moreno Castilla y Francisco Carrasco Marín y ha obtenido el premio "Jóvenes Investigadores Doctores" GEC 2007. David Fairén ha realizado estancias breves en el European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble, Francia y en la Université Joseph Fourier/CNRS, Saint Martin d'Herès, Francia. En la actualidad trabaja como investigador postdoctoral en aspectos relacionados con la simulación molecular, dentro de la Universidad de Edimburgo, bajo la supervisión de Nigel Seaton.

International Conference on Coal Science and Technology. University of Nottingham 28 al 31 de Agosto de 2007.

La edición de 2007 de la International Conference on Coal Science and Technology (ICCS&T) se llevó a cabo en el East Midlands Conference Centre de la Universidad de Nottingham. El acto inaugural fue presidido por el Profesor David Greenway, Pro Vice Chancellor de la Universidad de Nottingham, y por el Profesor Colin Snape, Chairman del Comité Organizador.

La sesión inaugural del martes por la tarde se inició con una visión general de la situación del carbón en el mundo, con tres conferencias: "Major Recent Advances in Clean Coal Technology World Wide" impartida por Robert Davidson (IEA), "R&D Requirements for Keeping Coal in the Energy Mix in a Carbon Constrained World" impartida por el profesor Allan Jones (E.ON UK), "A European Perspective on the Implementation of Clean Coal Technologies", impartida por Nick Otter (Alstom), y continuó con un plenario, impartido por el profesor Xie Kechang (Universidad de Taiyuan) titulado "Fundamental Research and Innovation of Coal Chemical Technology in China".

A continuación, se iniciaron las sesiones paralelas dedicadas a áreas como la combustión, gasificación, preparación de carbón y técnicas analíticas, y la tarde finalizó con una recepción en el salón Portland de la Universidad de Nottingham.

Las sesiones del miércoles incluyeron aportaciones de combustión oxyfuel, limpieza de gases, carbonización y estructura molecular del carbón. Por la tarde, tras la sesión de posters, se continuó con presentaciones sobre propiedades de la materia mineral, emisiones, modelado y licuefacción.

Esa noche, el Ayuntamiento de la ciudad de Nottingham invitó a los participantes extranjeros, donde los miembros del Grupo Español del Carbón pudimos

asistir a una curiosa recepción por parte del Lord Mayor Muhammed Munir, y a una visita guiada por las dependencias del Ayuntamiento. Mientras tanto, los asistentes británicos eran invitados a un buffet en el Hotel Britannia con magníficas vistas al Castillo de Nottingham.

El jueves se continuó con unas intensas sesiones simultáneas sobre cocombustión de biomasa y residuos, elementos traza, mercurio y metales tóxicos, pirólisis y captura, secuestro y uso de CO₂. Tras la pausa para la comida, se celebró la sesión de posters y a continuación se reanudaron las sesiones. Esa noche se celebró la Cena de Congreso en el Hotel Cowick Hall, amenizada por la vocalista Anna Wu. Lo mejor de la velada fue la copa de bienvenida en el magnífico jardín del Hotel.

Y por último, el viernes se trataron la beneficiación, el bioprocesado, materiales carbonosos, control de SO₂ y NO_x y coprocesado. Antes del almuerzo, asistimos a la sesión de clausura, en la que el profesor Colin Snape anunció Sudáfrica como país anfitrión para la celebración de la edición ICCS&T del 2009, y Johannes van Heerden (Sasol) realizó una

sugerente presentación invitando a los asistentes a participar en la próxima edición. También se entregaron los premios a la mejor presentación oral y a los mejores posters.

La distribución de las nacionalidades de los asistentes al Congreso merece unos comentarios. De los 236 inscritos, 81 eran británicos, tal y como era de esperar. De los restantes, las tres nacionalidades con mayor participación fueron Japón (con 30 asistentes), España (con 25) y China (con 19). Le siguen USA (con 13) y Sudáfrica y Australia (ambos con 10), y 18 países más con menor representación. Los españoles procedían del INCAR y el Instituto de Carboquímica, con dos magníficas excepciones procedentes de la Universidad (Politécnica de Madrid y Politécnica de Cataluña). El Grupo Español del Carbón estuvo muy bien representado, tal como puede verse en la fotografía. Seguramente, esta distribución por países y la alta presencia de estudiantes cambiará en la siguiente edición, aunque muchos de los presentes mostraron su ánimo para el largo viaje a Sudáfrica.



Reseña GEC 2007

Teruel 2007: LA TECHUMBRE

Por: Gregorio Marbán
INCAR

El domingo 21 de Octubre alrededor de 170 miembros del GEC, casi un 60% del total, nos reunimos en una Teruel movilizada en busca del tesoro, como habría apreciado Dani de Vito de haberse encontrado en la ciudad. La IX Reunión del Grupo iba a comenzar al día siguiente, de la mano organizativa del Instituto de Carboquímica de Zaragoza (CSIC). Un número tan elevado de participantes exigió novedosos métodos de identificación, consistentes durante el día en una especie de taparrabos colgados de unas elegantes cintas azules, y por la noche en unas coquetas pegatinas de colores adheridas a nuestros rostros. De este modo, la ciudad de Teruel empezó a reconocernos desde el principio, y con el reconocimiento se llegó rápidamente al cariño; especialmente el que nos profesaron los regentes de un agradable local nocturno denominado Lennon. Pero vayamos por partes.

Programa científico: En un auditorio en el que unos duendecillos invisibles alteraban de forma regular y aleatoria la ubicación de la puerta de entrada, se desarrolló el programa científico, recogido en un volumen de edición impecable. Aunque caracterizado, como de costumbre, por abarcar una amplia temática, puesto que el carbono vale para todo, es también cierto que las conferencias plenarias se centraron principalmente en cuestiones energéticas.

Muchas caras nuevas de jóvenes con una seguridad expositiva sin precedentes pusieron de manifiesto la continua renovación científica existente bajo el amoroso manto del GEC. Qué digo manto; un cobijo tan sólido y duradero como el GEC ha de ser considerado a la par que la obra cumbre del arte mudéjar turolense, esto es, techumbre que soporta y resguarda, y no mero artesonado decorativo.

Las sesiones transcurrieron con un gran respeto de la audiencia a los actores y de los actores a los horarios establecidos; esto último algo inusual en congresos con tan elevado número de conferencias programadas. Desde mi personal punto de vista, me parece obligado destacar la significativa cantidad de disertaciones que versaban en todo o en parte sobre lo "catalítico", y que tuve el gusto de escuchar. Disfruté enormemente con todas las conferencias, por lo que espero que nadie se ofenda si os digo que tuve un placer especial degustando un trabajo sobre nanomacarrones con un intenso aroma rondeño. Las sesiones de pósters, un tanto abigarradas, nos permitieron ahondar en el debate científico, así como comer croquetas a las cinco de la tarde, ya que a esas horas sólo toman té los ingleses. Por cierto, ¿sabíais que un museo solicitó uno de los pósters para exhibirlo en una de sus salas?

Por último, quisiera hacer mención especial a nuestros colegas portugueses e iberoamericanos, cuya aportación fue muy significativa tanto en cantidad como en calidad.

Programa social: Las tardes se vistieron de ladrillo mudéjar, escayola modernista y minitoros, en una ciudad sometida a los vaivenes del tiempo meteorológico. Hubo varios actos programados por la organización, incluyendo en lo cultural una representación en el Casino de "Los amantes de Teruel" (Isabel ella y Diego él) y una visita guiada por la ciudad, centrada en sus cuatro torres mudéjares (Santos Pedro, Salvador, María y Martín). En el deguste de manjares, fuimos agasajados con innumerables platos de exquisito jamón turolense recién cortado; un placer para la vista y para el gusto. ¡Qué bueno estaba el jamón!. El último día, en la cena oficial del congreso en el restaurante Milagros, disfrutamos de los mismos conceptos de un banquete nupcial, incluyendo cóctel, baile, somero cotillón (las ínclitas pegatinas identificativas), exal-

tación de la amistad y cánticos populares. Eso sí, no había novios.

Por las noches el Lennon, escenario de bailes de destrucción masiva y causa probable de cierta apatía en los debates matinales, hizo literalmente su agosto con nuestra presencia.

La Asamblea: Vestidos con el corsé de los nuevos estatutos, ratificamos por unanimidad a los nuevos miembros del GEC, cuya novedad futura ya no será provisional sino directamente ratificada... o algo así. Previamente habíamos renovado nuestra confianza en la presidenta; la Señora Doña Rosa Menéndez López. Concedióse en reñida votación la calidad de mejor investigador novel a Don David Fairén Jiménez y diósele una pesarosa despedida al Señor Tesorero. Nuevos miembros fueron elegidos en una exótica votación en la que las urnas fueron sustituidas por las blancas manos de nuestro secretario y de la investigadora más joven del grupo. El calendario de futuras reuniones fue establecido tras un debate entre catedráticos, titulares y profesores. Finalmente, decidióse la sede de nuestra próxima reunión, en marzo de 2010, que será Girona.

Gracias. A Rafa, Juan, Paco, Luis, Menchu, Isabel, Pili, Mayte y demás plantilla de Carboquímica por el enorme esfuerzo realizado en la organización de una reunión, sobre todas las cosas, tan entrañable. Teruel existe y permanecerá en nuestros corazones. La próxima será en Girona. Llevaos vuestros amores y pasiones, que en Girona los besos no matan como en Teruel, porque allí... la primavera es muy bonita.

Reseña Jornadas científicas

Jorge Bedia García-Matamoros
Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Málaga

Una vez más, al finalizar la IX Reunión del Grupo Español del Carbón, tuvieron lugar unas jornadas científicas, las cuales, en esta ocasión, versaron sobre un tema tan actual como la Generación Sostenible de Energía Limpia a partir de Combustibles Fósiles. En esta ocasión las jornadas contaron con la presencia de un total de 38 asistentes procedentes fundamentalmente de Alicante, Málaga, Oviedo y Zaragoza.

Las jornadas se desarrollaron en siete charlas, distribuidas entre los días 25 y 26 de Octubre, que trataron aspectos muy diversos relacionados con la generación limpia de energía.

Se iniciaron las jornadas tras la apertura realizada por Dña. María Victoria Álvarez, subdelegada del Gobierno en Teruel, Dra. M^a Jesús Lázaro Elorri y Dr. Francisco García Labiano, como directores de las jornadas, D. Miguel Ferrer, alcalde de Teruel y Dra. Rosa Menéndez López, como Presidenta del Grupo Español del Carbón.

La primera charla la realizó el Dr. Antonio Valero y trató sobre la plataforma tecnológica española y europea del CO₂, que es una iniciativa promovida por muy diversos organismos y que tiene como objetivos el desarrollo de tecnologías que disminuyan los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En la segunda ponencia el Dr. Juan Carlos Abanades analizó las diferentes tecnologías para la captura del CO₂ y el coste que la captura de este CO₂ tendrá sobre los costes de generación de energía eléctrica.

Posteriormente, D. Roberto Martínez Orío, explicó las opciones de almacenamiento geológico de CO₂ y las posibles

localizaciones que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) ha encontrado en nuestro país y que arrojan una capacidad de almacenamiento teórica estimada en torno a 45-50 · 10⁹ ton de CO₂.

Como última conferencia del día, el Dr. José Juan Pis desarrolló las ventajas que tiene la utilización de la biomasa junto con el carbón en la producción de energía eléctrica, centrándose fundamentalmente en la tecnología que ha alcanzado un mayor grado de desarrollo comercial como es la co-combustión en centrales térmicas.

Como todo no iba a ser trabajo, al final de este primer día se realizó una visita al "Centro de Exposiciones de la Ciencia y Arqueología Minera" situado en el antiguo Hospital Minero de Utrillas. Para llegar hasta allí nos desplazamos en autobús, con la calefacción a una temperatura excesivamente elevada y eso que llevábamos todo el día reflexionado sobre el ahorro y la eficiencia energética.

Una vez en Utrillas, el antiguo alcalde guió la visita al centro de exposiciones, en el que se visitó una reproducción de una galería de una mina que contaba con una gran cantidad del utillaje original empleado por los mineros a lo largo de la historia de la mina. Además, el centro contaba con numerosa documentación, fotografías, videos y hasta reproducciones de antiguas locomotoras destinadas a transportar tanto mineral como pasajeros, y es que en esta zona la historia de la minería y del ferrocarril se encuentran íntimamente unidas. Gran parte de lo allí mostrado se debe a la perseverancia de D. Manuel Beltrán Corbatón que se encargó de buscar y restaurar una importante cantidad del utillaje e incluso reproducir aquellas herramientas que no encontró, hasta tal punto, que en el centro se encuentra una reproducción de una de las locomotoras empleadas en el transporte de mineral junto con sus vagones

y parte de la estación, además de diversas maquetas. En la visita se enfatizó el enorme impacto social que tuvo el cierre de las minas del que la zona todavía no se encuentra totalmente recuperada.

Una vez finalizada la visita, volvimos al autobús. Esta vez, alguien le sugirió al conductor que bajara la calefacción, así que el viaje de vuelta se hizo a una temperatura más razonable. Finalmente, se llegó a Teruel para disfrutar de la última noche en la ciudad, cuya vida nocturna había descendido mucho como consecuencia de la finalización de la Reunión del Grupo Español del Carbón.

El viernes comenzó con la presentación a cargo del Dr. Rafael Moliner Álvarez acerca de la producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles. En esta presentación se enfatizó el papel que aún tienen que realizar los combustibles fósiles en la producción de hidrógeno, ya que la producción de éste a partir de energías renovables no podrá satisfacer a corto plazo nuestra demanda de energía.

La segunda conferencia del día la impartió el Dr. Juan Adanes Elorza sobre la reducción en las emisiones de SO₂ analizando los métodos tanto por vía seca como húmeda.

La charla con la que se cerraron las jornadas, versó sobre tecnologías de reducción de óxidos de nitrógeno y fue impartida por el Dr. Rafael Bilbao Duñabeita. En ella se detallaron los posibles mecanismos de formación de NO y las tecnologías para la reducción de los mismos.

No quisiera finalizar esta reseña sin agradecer antes a los directores y ponentes la organización y participación en estas interesantísimas jornadas científicas. Para concluir recordar que la X Reunión del Grupo Español del Carbón será en Girona en el año 2009, aunque antes tenemos una cita en Málaga en el CESEP de 2008, donde esperamos veros a todos!!!

Reseña Tesis Doctoral

Título: Nuevos Materiales de Carbono para el Almacenamiento y la Producción de Energía

Doctor que la ha presentado: Marta Sevilla Solís

Director/es de la Tesis: Antonio Benito Fuertes Arias, Teresa Álvarez Centeno

Dirección: Instituto Nacional del Carbón (C.S.I.C), Apdo. 73, 33080-Oviedo.

E-mail: abefu@incar.csic.es

Fecha: 29 de Enero de 2008, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Facultad de Química, Universidad de Oviedo.

Resumen: La presente Tesis Doctoral se centra en la preparación de materiales de carbono con diferentes características estructurales mediante las técnicas de nanomoldeo y de la grafitización catalítica. La técnica de nanomoldeo permitió sintetizar materiales de carbono mesoporoso con una elevada porosidad textural y un tamaño de poro controlable, manteniendo en todos los casos elevadas superficies y altos volúmenes de poros. A continuación, se llevó a cabo un estudio sobre el comportamiento de estos materiales de carbono como electrodos en condensadores electroquímicos, mostrándose la influencia tanto de su superficie total como de su concentración en grupos oxigenados en dicho comportamiento. Por su parte, la combinación de las técnicas de nanomoldeo y de la grafitización catalítica ha permitido la síntesis de materiales de carbono mesoporoso (porosidad accesible, elevada superficie específica y alto volumen de poros) con una alta proporción de estructuras gráficas. Finalmente, la técnica de la grafitización catalítica ha conducido a la obtención de materiales de carbono compuestos por nanoestructuras de carbono grafitico caracterizadas por un elevado grado de ordenamiento cristalino y una superficie fácilmente accesible. Posteriormente se estudió su comportamiento como soportes de electrocatalizadores de Pt, evaluando la eficiencia de los mismos en la electrooxidación de metanol. Los resultados obtenidos son prometedores para la aplicación de estos materiales en dispositivos de producción de energía.