

Espumas de carbono decoradas con nanoparticulas de plata

C. Cuesta*, E. Rodríguez, M.A. López-Antón, R. García, M.R. Martínez-Tarazona

Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, C/Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo.

crisobal.cuesta@incar.csic.es

Palabras clave: espumas de carbono, espumas de sacarosa, nanoparticulas de plata.

Introducción

Las espumas de carbono (CFs) son materiales ultraligeros constituidos por una estructura de celdas macroporosas interconectadas. Estos materiales pueden ser activados y funcionalizados, dando lugar a una variedad de productos útiles para diversas aplicaciones: adsorción, catálisis, aislamiento térmico y acústico, fabricación de electrodos, etc. La preparación de una CF mediante la técnica espumado requiere de un precursor que pase por un estado fluido. La simultánea liberación de compuestos gaseosos derivados del propio precursor o la evaporación de una sustancia espumante añadida, genera la estructura macroporosa. El objetivo de este trabajo se centró en la preparación de CFs con plata nanodispersada en su superficie. El método de preparación se diseñó con la intención de que fuera sencillo, necesitara un mínimo de reactivos y partiera de un precursor de carbono sostenible. Para ello se empleó sacarosa como precursor carbonoso [1], siendo la fuente de nanoparticulas el nitrato de plata [2,3], que, además, actúa como espumante durante la síntesis.

Experimental

El procedimiento empleado ha sido descrito en un trabajo previo [3]. Consiste en tres tratamientos térmicos: (i) obtención de la resina plástica a partir de sacarosa en disolución con nitrato de plata y ácido cítrico a 120°C; (ii) espumación de la resina enfriada a temperatura ambiente, calentando a una velocidad de 2°C min⁻¹ hasta 170°C en aire, manteniéndose esta temperatura durante 20 horas y; (iii) carbonización de la espuma verde en Ar a una velocidad de calentamiento de 5°C min⁻¹, desde temperatura ambiente hasta 900 °C, manteniéndose dos horas. Siguiendo este procedimiento se obtuvieron dos espumas con diferente concentración de plata denominadas SFAg(X:Y), donde X e Y son las proporciones de sacarosa y nitrato de plata respectivamente. Además de SFAg(800:1) y SFAg(80:1), se empleó como muestra referencia una espuma sin plata previamente preparada por un procedimiento similar, denominada SF [3]. Las espumas fueron caracterizadas mediante SEM/EDX, DRX, adsorción de nitrógeno, picnometría de helio y porosimetría de mercurio.

Resultados y discusión

En las Figuras 1a y 1b se observa la típica morfología de las espumas de sacarosa, materiales macroporosos con una red celular de tamaños variables que, en SFAg(800:1) y SFAg(80:1), llegan a las 500 µm. Las celdas presentan poros denominados ventanas en distribución heterogénea, alcanzando tamaños próximos a las 200 µm en algún caso. Las densidades real y aparente de estos materiales son similares, habiéndose calculado una porosidad abierta del 89%, mientras que SF alcanza un 93% (Tabla 1). Las partículas de plata, depositadas en la superficie e identificadas mediante análisis por EDX, se reconocen en las micrografías de la espuma con mayor concentración de plata SFAg(80:1) (Figura 1b). Estas partículas se encuentran en tamaños muy variables que oscilan entre 20 y 200 nm, observándose que algunas son aglomerados (Figura 1c).

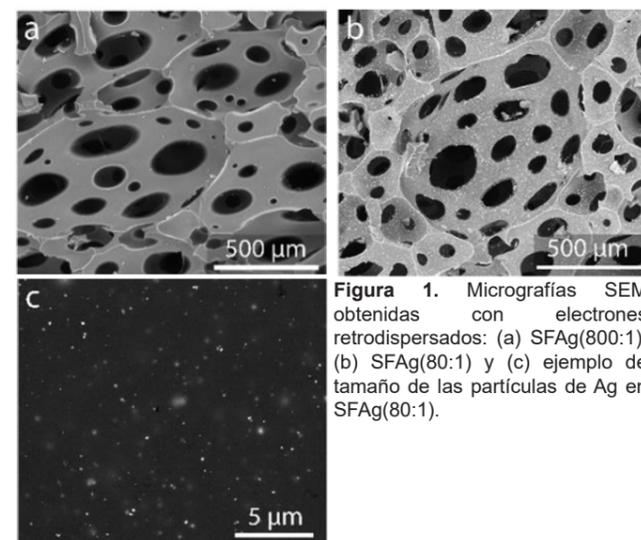


Figura 1. Micrografías SEM obtenidas con electrones retrodispersados: (a) SFAg(800:1), (b) SFAg(80:1) y (c) ejemplo de tamaño de las partículas de Ag en SFAg(80:1).

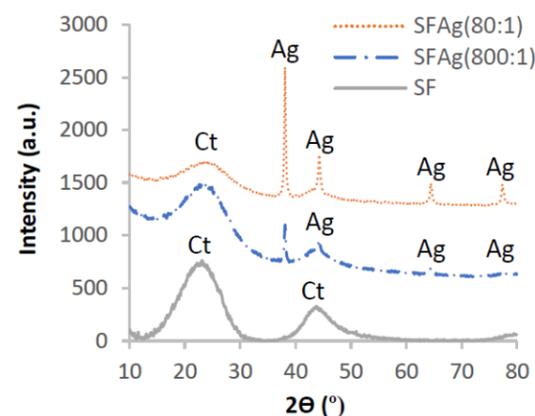


Figura 2. DRX de las espumas SFAg(800:1), SFAg (80:1) y SFS.

Mediante DRX (Figura 2) se identifica únicamente Ag elemental, consecuencia de la reducción durante los procesos de espumación y carbonización de la sal de plata originalmente añadida. A su vez, en los difractogramas se observan las bandas correspondientes a carbono turbostrático (Ct) poco ordenado. En la Tabla 1 se presentan los datos texturales de las espumas y como puede verse, el aditivo (nitrato de plata) actúa como agente de activación en las concentraciones evaluadas, generando una microporosidad que no tiene lugar en la espuma sin plata (SF).

Tabla 1. Parámetros texturales y densidades de las espumas

	SBET (m ² g ⁻¹)	V _{micro} (cm ³ g ⁻¹)	V _{meso} (cm ³ g ⁻¹)	ρ _{He} (g cm ⁻³)	ρ _a (g cm ⁻³)	ε (%)
SF	<5	nd	nd	2,14	0,16	93
SFAg(800:1)	36	0,02	0,00	1,77	0,20	89
SFAg(80:1)	666	0,26	0,01	1,66	0,19	89

Conclusiones

La utilización de nitrato de plata como aditivo favorece el proceso de espumado y desarrollo de microporos en las CFs derivadas de sacarosa, además de conseguir la incorporación de nanopartículas de plata elemental en su superficie.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, (proyecto PID2020-113558RB-C43, MCIN/AEI/10.13039/501100011033) y del Gobierno del Principado de Asturias (proyecto IDI/2021/000031).

Referencias

- [1] K. Prabhakaran, P.K. Singh, N.M. Gokhale, S.C. Sharma, Processing of sucrose to low density carbon foams, J. Mater. Sci. 42 (2007) 3894–3900. <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0481-1>.
- [2] M.J.G. De Araújo, J. Villarroel-Rocha, V.C. De Souza, K. Sapag, S.B.C. Pergher, Carbon foams from sucrose employing different metallic nitrates as blowing agents: Application in CO₂ capture, J. Anal. Appl. Pyrolysis. 141 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.05.016>.
- [3] R. García, E. Rodríguez, M.A. Díez, A. Arenillas, S.F. Villanueva, N. Rey-Raap, C. Cuesta, M.A. López-Antón, M.R. Martínez-Tarazona, Synthesis of Micro- and Mesoporous Carbon Foams with Nanodispersed Metals for Adsorption and Catalysis Applications, Materials (Basel). 16 (2023) 1336. <https://doi.org/10.3390/ma16041336>.