

Fabricación aditiva de materiales de carbono poroso 3D para la intensificación de procesos

Alejandro Reguera-García*, Raúl Llamas-Unzueta, Miguel A. Montes-Morán, J. Angel Menéndez

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

a.reguera@incar.csic.es

Palabras clave: impresión 3D, fabricación aditiva, carbón poroso, lactosuero, PLA.

Introducción

La denominada fabricación aditiva ha abierto nuevas posibilidades de aplicación de materiales tradicionales en campos tan variados como la biomedicina, la electroquímica o la intensificación de procesos, todo gracias a la posibilidad de obtener estructuras 3D complejas que no pueden lograrse mediante manufactura convencional [1]. La posibilidad de obtener piezas de carbono mediante fabricación aditiva se encuentra limitada por dos razones fundamentales: la incapacidad de sinterizar polvos de carbón y la necesidad de que cualquier precursor carbonoso mantenga la forma durante la carbonización. En nuestro grupo hemos desarrollado una alternativa basada en el uso de un precursor, el lactosuero, que ofrece una increíble versatilidad de procesado. Así, polvos de lactosuero se pueden sinterizar mediante sinterización selectiva por láser (SLS). Pastas de lactosuero preparadas en base acuosa son, también, precursores adecuados de piezas 3D de carbono poroso a partir de su extrusión en procesos de impresión directa de tintas (DIW). Por último, el empleo de polímeros sostenibles (ácido poliláctico, PLA) como moldes sacrificiales permitiría extender la posibilidad de obtener estructuras 3D complejas a partir de otros precursores como resinas poliméricas.

Experimental

En el caso de la sinterización selectiva por láser (SLS), los experimentos se realizaron en una impresora 3D Sintratec Kit. Como parámetros de trabajo se han utilizado: una temperatura de impresión de 135 °C, una altura de capa de 100 µm y una velocidad de láser (Potencia: 2.3 W y longitud de onda (λ): 445 nm) entre 80-200 mm/s. Lo que permite una correcta sinterización del polvo precursor.

Para la impresión directa de tintas (DIW) se llevó a cabo una modificación de una impresora 3D de modelado por deposición fundida (FDM). Concretamente, se modificó una impresora Prusa MK3S+, debido a su robustez estructural para soportar la impresión de tintas (DIW). Los parámetros de diseño se establecieron en función de la boquilla de la jeringuilla y de la velocidad de giro del motor, velocidad que se ve afectada por el sistema cinemático instalado en la modificación para impresión de tintas. La boquilla comúnmente utilizada es de 0.61 mm de diámetro, lo que implica una altura de capa de 0.4 mm. La velocidad de giro del motor empleada es la correspondiente a una velocidad de impresión de 13.5 mm/s.

Por último, el empleo de moldes sacrificiales se obtiene a partir de una impresora 3D FDM Prusa MK3S+ sin modificar con los parámetros convencionales de impresión para un material PLA comercial.

Resultados y discusión

En todas las técnicas es necesario realizar un post proceso para obtener la pieza final de carbono, con el añadido que durante el proceso de carbonización se produce una reducción isotrópica en las dimensiones finales de la pieza en un 23%, independientemente de la técnica utilizada.

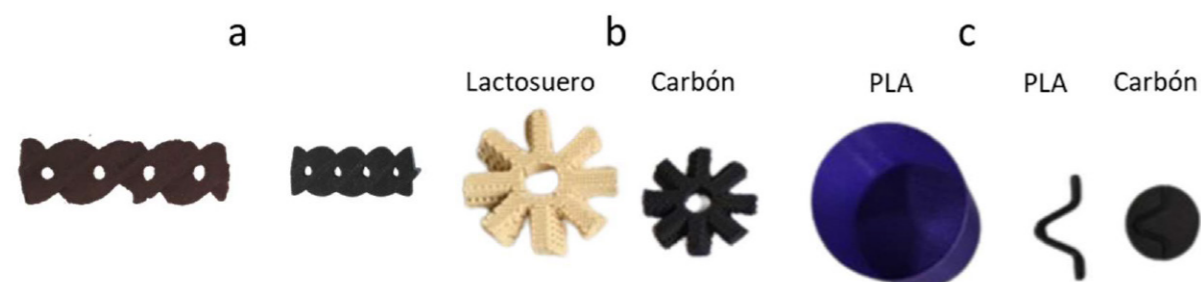


Figura 1. a) Pieza extraída de la máquina SLS (izquierda), pieza carbonizada SLS (derecha); b) pieza obtenida por DIW (izquierda), la misma pieza carbonizada (derecha), c) molde y modelo (izquierda y centro de la imagen), resultado final de la técnica PLA perdido (derecha).

Cada una de las técnicas aplicadas proporciona capacidades diferentes y la elección de una u otra técnica estaría condicionada, en gran medida, por las restricciones del modelo a imprimir.

Algunas de esas capacidades se resumen a continuación:

- SLS: permite fabricar varias piezas a la vez, además de realizar impresiones con voladizos. Sin embargo, el tiempo total de impresión es el mayor comparado con las otras técnicas.
- DIW: permite la fabricación de modelos entramados con una precisión elevada (separación de rejilla mínima de 150 µm). Por el contrario, debido a la utilización de una pasta, se debe controlar el secado durante la impresión para piezas esbeltas.
- PLA perdido: es una manera sencilla de obtener moldes, ya que no es necesaria ninguna modificación de la máquina y se emplean condiciones de impresión perfectamente conocidas de polímeros comerciales. Sin embargo, existe la limitación en el tamaño de ranuras o intrincamientos, ya que es un factor afectado por la fluidez del polvo introducido en el molde.

Conclusiones

A partir del estudio realizado de las diferentes técnicas disponibles para la obtención de piezas de carbono a partir de un precursor, el lactosuero, se concluye que, dependiendo de las restricciones del modelo a fabricar, así como, del volumen de producción a realizar o del tiempo para ejecutar la fabricación, se deberá seleccionar una u otra técnica con la que se obtendrán los mejores resultados finales.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) (Proyecto PID2020-115334GB-I00) y del Principado de Asturias (FICYT) – Unión Europea (FEDER) (Proyecto PCTI-Asturias IDI/2021/000015). J.A.M. y M.A.M.-M. son miembros de la Plataforma Temática Interdisciplinar (PTI+) de Plásticos Sostenibles hacia una Economía Circular (PTI-SusPlast+).

Referencias

- [1] P. Blyweert, V. Nicolas, V. Fierro, A. Celzard. 3D printing of carbon-based materials: a review. Carbon, 2021, 183, pp.449-485. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.07.036>.