

EIEI ACOFI 2024
INGENIERÍA:
UNA TRANSICIÓN HACIA EL FUTURO

Producción de esponjas metálicas con nanotubos de carbono para la recolección de petróleo y sus derivados en derrames en afluentes hídricos

Naren Yesith Pérez Rangel, Eder Norberto Flórez Solano, Dewar Wilmer Rico Bautista

Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña, Colombia

Resumen

Hoy en día, la mitigación de los impactos ambientales es de suma importancia. La limpieza y purificación de los cuerpos de agua, junto con el aprovechamiento de los residuos sólidos que actúan como agentes contaminantes, son esenciales para mejorar las condiciones ambientales a nivel nacional. Esta práctica conlleva a una reducción en el consumo de energía y a la reutilización de materiales particulados. Un ejemplo concreto es el aluminio, en el cual diversos métodos de fundición permiten reutilizar el material desechado, disminuyendo así su potencial contaminante. Un tipo de desecho de aluminio poco tratado es la viruta de aluminio, generada por el mecanizado de piezas para motores, partes de motocicletas, automóviles, entre otros. Este material se produce como resultado del proceso de maquinado, con un porcentaje de residuos que puede variar entre el 10% y el 90%. Este proyecto propone la reutilización de la viruta de aluminio mediante la creación de esponjas metálicas de aluminio, las cuales serán nano funcionalizadas con tecnología de nanotubos de carbono. Este enfoque permitirá que las esponjas sean capaces de recolectar petróleo y sus derivados en derrames en cuerpos de agua. El uso de nanotubos de carbono, decorados y funcionalizados, es fundamental para lograr este objetivo. De esta manera, se contribuye a mejorar y reducir el impacto ambiental causado por estos dos agentes contaminantes.

Palabras claves: nanotubos de carbono, chip de aluminio, contaminación, esponjas de aluminio, fundición.

DOI: https://doi.org/ 10.26507/paper.4083

Abstract

Today, mitigating environmental impacts is of paramount importance. The cleaning and purification of water bodies, together with the use of solid waste as pollutants, are essential to improve environmental conditions at the national level. This practice leads to a reduction in energy consumption and the reuse of particulate materials. A concrete example is aluminium, in which various smelting methods allow the waste material to be reused, thus reducing its polluting potential. A type of untreated aluminum scrap is aluminum shaving, generated by machining parts for engines, motorcycle parts, automobiles, among others. This material is produced as a result of the machining process, with a percentage of waste that can vary between 10% and 90%. This project proposes the reuse of the aluminum chip by creating aluminum metal sponges, which will be nanofunctionalized with carbon nanotube technology. This approach will allow sponges to be able to collect oil and its derivatives in spills in bodies of water. The use of carbon nanotubes, decorated and functionalized, is essential to achieve this goal. In this way, it contributes to improve and reduce the environmental impact caused by these two pollutants.

Keywords: *carbon nanotubes, aluminum chip, contamination, aluminum sponges, casting.*

1. Introducción

El aluminio primario es un material metálico que se extrae de la naturaleza. Su proceso comienza con la extracción de la bauxita, material del que proviene el aluminio, lo que implica que para la obtención de una tonelada de aluminio primario es necesario extraer de la naturaleza cuatro toneladas de bauxita, sin contar con los grandes gastos energéticos para culminar el proceso (Baffari et al, 2019)(Hiremath, 2020).

El aluminio secundario es aquel que se obtiene en procesos de reciclaje, permitiendo su aprovechamiento final. Entre los productos que se reciclan están los envases de productos de comida, piezas desgastadas de automotores, motocicletas, etc., y virutas resultantes de procesos realizados en talleres de metalmecánica. Estas últimas, a menudo, no se consideran para una adecuada disposición final y, en el peor de los casos, terminan contaminando en rellenos sanitarios (Anuar Abdul Muin et al., 2022).

Según la literatura sobre las diferentes técnicas para fundir viruta de aluminio, no se muestra un procedimiento exacto para este propósito. Se analizan de forma general diversas técnicas como la pulvimetalurgia, la extrusión en caliente, la fundición y la aglomeración por horno de inducción electromagnética. Por ello, se decidió desarrollar técnicas de forma experimental que orienten hacia el perfeccionamiento de estas prácticas (Narayana et al., 2022; Sarath Chandra Reddy et al., 2022; Xi et al., 2022).

Se recurrió al estudio de procesos físicos que permitan desarrollar técnicas para llevar a cabo un buen proceso de reciclaje y aprovechamiento de materiales metálicos que, hasta el momento, no han sido reutilizados (Jain et al., 2022).

Las problemáticas ambientales causadas por los derrames de petróleo en fuentes hídricas son innegables. Estos derrames pueden deberse a diversos factores, incluidos atentados contra las tuberías que transportan petróleo, lo que resulta en grandes contaminaciones y afecta a las poblaciones que, en muchos casos, se abastecen de agua de estas fuentes hídricas contaminadas (Rodríguez et al., 2023; Smith et al., 2024) (Mohan et al., 2022).

Con el objetivo de mejorar una técnica adecuada para la fusión de viruta de aluminio, se llevaron a cabo diferentes experimentos, cambiando y controlando parámetros que podrían orientar hacia la técnica adecuada. Entre estos parámetros se encuentran la temperatura, tipo de viruta, compresión de viruta antes y/o después de la fusión, tipo de horno, descontaminación de la materia prima y tipo de molde a utilizar (Ahmadian et al., 2022; Song et al., 2022).

La investigación se culmina con la incorporación de nanomateriales que permitan que las esponjas metálicas tengan la capacidad de recolectar petróleo y sus derivados en derrames en fuentes hídricas.

2. Materiales y Métodos.

El material utilizado es viruta de aluminio reciclada, que se transforma en esponjas metálicas para reciclar, reutilizar y contribuir a la conservación del medio ambiente.

El siguiente paso implica la realización de aleaciones de la viruta con un material que permita a las esponjas metálicas recolectar petróleo y sus derivados en derrames en fuentes hídricas.

Según varias pruebas, se determinó que para fundir las virutas de aluminio en un horno mufla, primero se debe limpiar el aluminio antes de fundirlo. Para esta limpieza, se utilizó una solución de soda cáustica en agua. El recipiente que contiene las virutas de aluminio se lava y se agita electromagnéticamente. Posteriormente, se retira la solución de soda cáustica que contiene alúmina disuelta y se lava con agua. A continuación, las virutas pretratadas se comprimen en una prensa hidráulica. A partir de ahí, se introducen en un horno de mufla que se programa con una curva de temperatura, que sube 10 °C por minuto hasta alcanzar los 750 °C; esta temperatura se mantiene durante un período de al menos 3 horas. Luego, se retira la muestra del horno, se vuelve a comprimir para obtener las esponjas metálicas, y finalmente, se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente y se retira la pieza de aluminio fundido. Todo el proceso cumple con la secuencia descrita en la Ilustración 1.

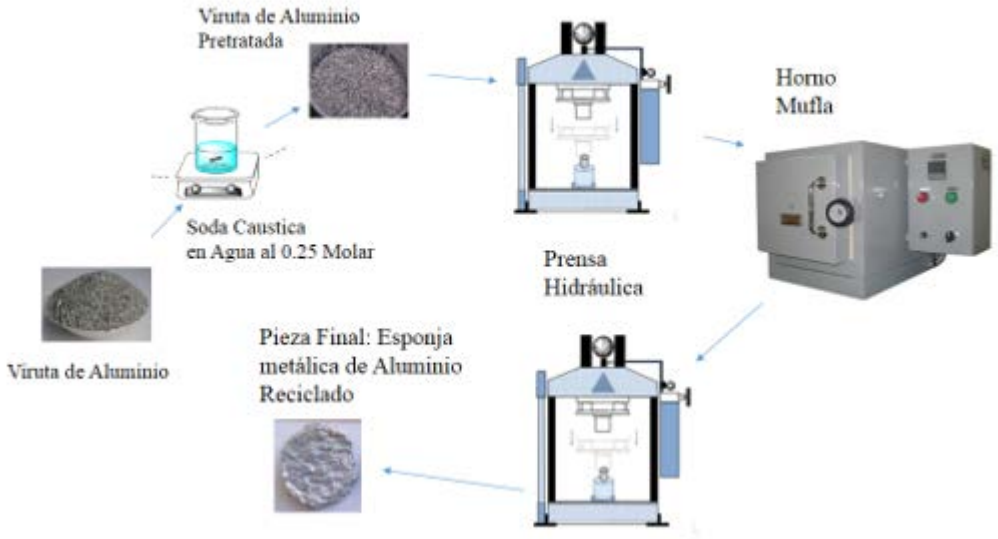


Ilustración 1.Esquema del proceso de fabricación de esponjas metálicas a partir de viruta de aluminio reciclada mediante fundición y tratamiento con nanotubos de carbono

3. Resultados

La Ilustración (2) muestra el producto obtenido al fundir la viruta de aluminio en el laboratorio usando horno mufla, siguiendo el esquema de la Ilustración (1) mencionado anteriormente.

El proceso se lleva a cabo mediante cambios en el estado físico del aluminio, que consiste en llevar su estado líquido a unos 700 °C para la unión de la viruta, y al enfriar a temperatura ambiente hace que el material solidifique y genere una pieza con poros definidos, permitiendo la creación de una pieza en forma de esponja con propiedades físicas y mecánicas favorables para realizar el filtrado de líquidos como en este caso de estudio que son afluentes hídricos. Los nanotubos de carbono se han logrado caracterizar, los cuales van a ser de fundamental utilidad para lograr la finalidad trazada, que es absorber las partículas contaminantes sobre los afluentes.



Ilustración 2. Esponja de aluminio obtenida mediante fundición de viruta reciclada y tratamiento con nanotubos de carbono

A continuación, se procede a polarizar cada uno de los componentes en una solución de etanol, lo que permite la adhesión de las partículas de nano refuerzo con la viruta de aluminio.

El siguiente paso es realizar aleaciones de viruta de aluminio con materiales que permitan absorber componentes como el petróleo y sus derivados. Los estudios arrojan grandes porcentajes en la utilización de nanomateriales que ayudan a alcanzar este objetivo, lo cual se encuentra en investigación para el desarrollo final de esponjas metálicas capaces de recolectar petróleo y sus derivados en derrames en fuentes hídricas.

Los resultados obtenidos hasta el momento muestran un avance significativo en el proceso de desarrollo de esponjas metálicas para la recolección de petróleo en derrames en fuentes hídricas. La fundición de la viruta de aluminio, seguida de su tratamiento con nanomateriales, ha demostrado generar esponjas con propiedades físicas y mecánicas favorables para esta aplicación. Además, el proceso de aleación con materiales absorbentes de petróleo muestra promisorios resultados preliminares. Estos hallazgos son fundamentales en la búsqueda de soluciones efectivas y sostenibles para la gestión de desastres ambientales, ofreciendo una herramienta potencialmente invaluable para mitigar los impactos de los derrames de petróleo en los ecosistemas acuáticos y las comunidades afectadas.

4. Conclusiones

El uso de esponjas metálicas fabricadas mediante irradiación de microondas ha demostrado ser una metodología efectiva para la selección de los nanotubos de carbono más adecuados como

agentes de recuperación en los procesos de fundición y recolección de contaminantes en afluentes hídricos.

El proyecto actualmente se encuentra en una etapa de desarrollo del 85%, en la cual se ha logrado avanzar significativamente en la fabricación de las esponjas metálicas. Se destaca la investigación en curso para la incorporación de nanomateriales en la aleación, con el objetivo de potenciar la capacidad de las esponjas para recolectar petróleo y sus derivados en casos de derrames ambientales en afluentes hídricos. Este enfoque prometedor abre nuevas posibilidades para abordar los desafíos asociados con la gestión de desastres ambientales, ofreciendo una solución innovadora y potencialmente efectiva para la limpieza y recuperación de cuerpos de agua contaminados.

5. Referencias

- Ahmadian, H., Sallakhniknezhad, R., Zhou, T., & Kiahosseini, S. R. (2022). Mechanical properties of Al-Mg/MWCNT nanocomposite powder produced under different parameters of ball milling process. Diamond and Related Materials, 121, 108755. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.diamond.2021.108755
- Anuar Abdul Muin, M., Sabihah Zakaria, N., & Nur Azella Zaini, S. (2022). Optimization of thin polystyrene waste embedded multiwall carbon nanotubes (MWCNT) film for solid electrolyte of flexible dye-sensitized solar cell (DSSC). Materials Today: Proceedings. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.690
- Hiremath, A. (2020). Effect of volumetric heat capacity of chill material on the hardness and thermal diffusivity of Al6061-quartz composite. Materials Today: Proceedings, 28, 2241–2246. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.535
- Jain, H., Gupta, G., Mondal, D. P., & Pandey, A. (2022). An effective process to reinforced open cell 316LSS foams with MWCNT for improving biocompatibility. Materials Chemistry and Physics, 288, 126353. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.126353
- Mohan, S., Dinesha, P., & Aiswarya, V. (2022). Synergetic influence of hydrogen peroxide emulsification and MWCNT nanoparticles to reduce engine exhaust emissions using B20 biodiesel blend. International Journal of Hydrogen Energy, 47(51), 21863–21877. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.05.016
- Narayana, A. L., Venkataprasad, G., Praveen, S., Ho, C. W., Kim, H. K., Reddy, T. M., Julien, C. M., & Lee, C. W. (2022). Li2TiO3-MWCNT nanocomposite electrodes for determination of dopamine in electrochemical sensing platform. Sensors and Actuators A: Physical, 341, 113555. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113555
- Rodríguez, A. B., & López, C. D. (2023). Impacto ambiental de los derrames de petróleo en fuentes hídricas. Revista de Medio Ambiente, 15(2), 45-57.
- Sarath Chandra Reddy, G., Manjunath, L. H., & Manjunath, G. K. (2022). Development of Al 6061 MWCNT MMC processed by Multi-Directional Forging. Materials Today: Proceedings, 54, 196–198. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.291
- Smith, J. K., & García, M. L. (2024). Tecnologías emergentes para la gestión de desastres ambientales relacionados con derrames de petróleo. Journal of Environmental Engineering, 28(3), 102-115.
- Song, M., Kalsar, R., Miller, C., Overman, N., Johnson, K. I., Roosendaal, T., Lavender, C., & Joshi, V. V. (2022). Correlation between Interface Microstructure and Bond Strength of Al6061/Al6061

HIP-Bonded Plates for Fuel Cladding Application. Materialia, 23, 101458. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mtla.2022.101458
- Xi, L., Lu, Q., Wang, R., & Feng, L. (2022). Effect of carbon nanotubes on the microstructure and tribological properties of in situ synthesized MWCNTs/Ti6Al4V composites fabricated by Selective laser melting. Optics & Laser Technology, 153, 108176. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2022.108176

Sobre los autores

- **Naren Yesith Pérez Rangel:** Ingeniero Mecánico, Especialista en gestión de mantenimiento industrial, Docente de aula de la I. E Puerto Santander, Coordinador del grupo de investigación INGAP y semillero de investigación DETIMEC. nperezr@ufpso.edu.co
- **Eder Norberto Flórez Solano:** Ingeniero Mecánico, Magíster en Ingeniería Mecánica, Estudiante de Doctorado en ingeniería de Universidad Pontificia Bolivariana. Docente de Planta de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. enflorezs@ufpso.edu.co
- **Dewar Wilmer Rico Bautista:** Ingeniero de sistemas, Doctor en ingeniería. Docente de Planta de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. dwricob@ufpso.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2024 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)