

Compuestos de matriz cerámica: Una revisión del estado del arte.

Ceramic matrix composites: review art's state

- ¹ Luis Alfredo Auquilla Illapa  <https://orcid.org/0009-0008-2001-3278>
Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
alfredo.auquilla@unach.edu.ec
- ² Geovanny Fabián Erazo Samaniego  <https://orcid.org/0009-0007-7994-2090>
Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
geovanny.erazo@unach.edu.ec
- ³ Franklin Andrés León Borja  <https://orcid.org/0009-0006-4181-4838>
Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
franklin.leon@unach.edu.ec
- ⁴ Geovanny Patricio Aldaz Berrones  <https://orcid.org/0009-0006-6638-8580>
Investigador Independiente
geovanny.aldaz.b@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2023

Revisado: 28/06/2023

Aceptado: 14/07/2023

Publicado: 30/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.391>

Cítese:

Aquilla Illapa, L. A., Erazo Samaniego, G. F., León Borja, F. A., & Aldaz Berrones, G. P. (2023). Compuestos de matriz cerámica: Una revisión del estado del arte. AlfaPublicaciones, 5(3), 140–149. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.391>



ALFA PUBLICACIONES, es una Revista Multidisciplinar, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Compuestos,
matriz,
cerámica, fibra,
mecanizado.

Keywords:

Ceramic,
matrix,
composites,
fiber,
machining.

Resumen

Actualmente los compuestos de matriz cerámica (CMC) han ganado hola popularidad como material para una amplia variedad de componentes de alta protección, lo que aumenta la necesidad de comprender mejor los impactos de los múltiples métodos de mecanizado. se compone principalmente de fibras cerámicas incrustadas en la matriz. Se han utilizado materiales cerámicos, especialmente fibras de carbono y carbono, hola para crear la matriz y las fibras. en algunos casos, hoy estas cerámicas incluyen una gran variedad de inorgánicos no metálicos que se utilizan regularmente a altas temperaturas. En este artículo se analiza desde la perspectiva teórica el desarrollo, las propiedades y la producción de compuestos de matriz cerámica. Se procede a llevar a cabo un resumen de los principales resultados existentes en la literatura científica sobre los compuestos de matriz cerámica y sus diversas aplicaciones en el campo. Normalmente la matriz incluye materiales compuestos de los cuales se forma o son característicos a ofrecer una gran resistencia a los esfuerzos mecánicos.

Abstract

Nowadays (CMC) ceramic matrix composites have gained popularity as a material for a wide variety of high – protection components, increasing the need to better understand the impacts of multiple machining methods. It is mainly composed of ceramic fibers embedded in the matrix. Ceramic materials, especially carbon and carbon fibers, have been used to create the matrix and fibers. In some cases, these ceramics include a wide variety of non – metallic inorganic materials that are regularly used at high emperatures. In this article, the development, properties and production of ceramic matrix composites are analyzed from theoretical perspective. We proceed to carry out a summary of the main existing results in the scientific literature on ceramic matrix composites and their various applications in the field. Normally the matrix includes composite materials which are formed or are characterized to offer great resistance to mechanical stress.

Introducción

Las estructuras de materiales compuestos han ido atrayendo el interés de diversas aplicaciones industriales en función, de su capacidad para mejorar su relación directa de resistencia – peso cuando se analizan con materiales no reforzados (Miravete de Marco & Artequera, 2021). A lo largo del tiempo, se ha gestionado una cantidad significativa de investigación y se ha relatado en varias revisiones en el campo del mecanizado de materiales compuestos. Debido a su forma única, las CMC se han considerado un reto para los procesos de mecanizado. Debido al último aumento en la demanda de CMC reforzando con fibras largas, los materiales se han empleado en industrias estructurales de alta temperatura, incluidas la energía nuclear, los automóviles y los aviones.

Los materiales compuestos se componen de al menos dos partes: el refuerzo, que proporciona propiedades mecánicas especiales, como rigidez o resistencia, y el material matriz, que mantiene todo unido. Los compuestos de matriz cerámica (CMC) son un tipo especial de material compuesto en el que tanto el refuerzo (fibras refractarias) como el material de matriz son cerámicos. En algunos casos, se utilizan el mismo tipo de cerámica para ambas partes de la estructura, y también se pueden incluir fibras secundarias adicionales. Debido a esto, las CMC se consideran un subgrupo tanto de materiales compuestos como de cerámica.

Además, el alto costo de las fibras cerámicas ha influido mucho el crecimiento del mercado. A diferencia de la fibra de carbono, que se utiliza en la mayoría de los compuestos metálicos y poliméricos y, por lo tanto, se produce a granel, otras fibras cerámicas se producen en pequeñas cantidades, lo que evita los beneficios económicos de la producción de masa. En este contexto, en este artículo científico se hace una revisión bibliográfica acerca del estado del arte de los compuestos matriz cerámica.

Metodología

Este trabajo es característico de un análisis documental. A través de esta metodología, esta investigación científica buscó y seleccionó un conjunto de elementos basados en evidencias que ayudaron a presentar los resultados. La finalidad de haber seleccionado este método fue para buscar las evidencias idóneas y así cumplir con los objetivos de este trabajo, el proceso se centra en revisiones de artículos científicos alineados al tema principal de este trabajo. Los criterios de elegibilidad para buscar, clasificar y seleccionar toda la documentación bibliográfica pertinente conllevaron varias fases: búsqueda de bibliografías en idiomas español e inglés de autores nacionales e internacionales; las características de los documentos fueron artículos de revistas médicas, periódicos, secciones del libro, tesis de grado, maestrías, ensayos. Límite de fecha indistinto. En los motores de búsqueda como Google Scholar, entre otros, se incluyeron palabras claves como, compuestos, matriz, cerámica, dureza y resistencia entre otros. Todos los

documentos consultados contenían el identificador único y permanente para las publicaciones electrónicas de DOI.

Resultados y discusión

Los resultados en esta parte de la investigación se presentan en función a los 15 artículos seleccionados para determinar el objetivo principal de esta investigación que consiste en llevar a cabo una revisión del Estado del arte sobre los compuestos de matriz cerámica. La finalidad de este artículo se basó en la importancia que actualmente está teniendo este material y la poca información que existe en el método científico.

Mecanizado ahora sigo de compuestos de matriz cerámica

En el trabajo llevado a cabo por (Hidalgo, 2021) se hizo un análisis sobre el mecanizado abrasivo de compuestos de matriz cerámica. Este estudio se realizó con la necesidad que existe de buscar materiales que tengan mejor comportamiento al desgaste, fatiga, resistencia a la temperatura, entre otras propiedades. El resultado de este estudio hoy concluye que los materiales de matriz cerámica están en auge y con un limitado alcance de información. la muela o mecanizado abrasivo es un factor fundamental para el mecanizado.

Material compuesto de matriz cerámica de óxido de magnesio en el sector de la construcción

En esta investigación realizada por (Ramirez, 2023) se estableció una metodología para la obtención de un material cementicio a base de óxido de magnesio a partir de la evaluación de diferentes relaciones $MgO : MgCl_2$ y $H_2O : MgCl_2$. De hoy acuerdo a los resultados obtenidos se constató que el porcentaje de fibra obtuvo un efecto altamente significativo en la resistencia y el módulo. El mejor material compuesto obtenido fue el de fibra tratada e hidróxido de sodio. Esta producción provoca más impactos ambientales.

Caracterización tribológica de materiales compuestos de cerámica

En el estudio llevado a cabo por (Llorente, 2021) se realizó la caracterización tribológica de materiales cerámicos. En particular, hoy se estudió el efecto de la adición de nano plaquetas de grafeno y óxido de grafeno en distintas matrices cerámicas: nitruro de silicio, carburo de silicio y circona cúbica, hola tanto bajo deslizamiento en seco como en lubricación con isooctano. El estudio concluye que la caracterización tuvo efecto beneficioso.

Fibras cortas lignocelulósicas hoy empleadas como aditivos en materiales compuestos de matriz cerámica

Este estudio fue realizado por (Tejada, 2021) El estudio Mostró que el uso de desecho de tallo de girasol como fibra vegetal usado como refuerzo en compuestos cerámicos HP para la actividad de mampostería tiene un enorme potencial. Esto debido a que es un material sostenible y prometedor en el sector de la construcción.

Matrices cerámicas y geo poliméricas cómo vías de inmovilización de polvos de acería

En este estudio (Diaz, 2016) la viabilidad de valorizar el residuo en dos procesos: cerámicos convencional y geo polimérico. En ambos casos se efectuó un ahorro de recursos, energías y materias primas y una reducción de impactos medio ambientales.

Óxido de grafeno de matriz polimérico – cerámica

(Carbajal-De la Torre et al., 2021) analizó las propiedades mecánicas de comprensión del tema antes mencionado. el estudio demostró que las propiedades locales son adecuadas para el uso en la ingeniería de tejidos debido a la porosidad que presentan.

Compósitos con matrices cerámicas sustituidas por residuos orgánicos

(Vaca, 2017) evaluó la utilización de los residuos de *Crataegus mexicana* (Tejocote HT) como adición y sustituto del agregado fino en la elaboración de morteros. De todas las mezclas realizadas, la más favorable fue la adición del 5% de huesos de tejocote respecto a la arena.

Simulación de elementos finitos de un componente realizado en materiales compuestos de matriz cerámica

El estudio demostró que la aplicación del componente en motores turbofán mejoro las condiciones de trabajo, geometría de los elementos y tipo de material compuesto (Fornés, 2021)

Materiales compuestos de matriz cerámica

(Barbero, 1999) desarrollo un procedimiento de fabricación de materiales compuestos. El estudio incluye que el procedimiento fue simple y de bajo costo ya que está compuesto de una fase de conformado por compresión.

Efecto de la intercara en materiales compuestos de matriz cerámica y fibras continuas

(Elizalde, 1997) estudio las propiedades mecánicas de la intercara de los materiales compuestos de matriz cerámica. El modelo predice una fuerte localización del daño durante el proceso de rotura de un haz y esclarece el efecto de las concentraciones de tensiones en las conexiones entre los haces longitudinales y transversales en la resistencia de una capa tejida.

Inmovilización de residuos radioactivos en matrices cerámicas

(Rincon & Hidalgo, 1987) concluyeron que los diversos tipos de matrices, tales como las NTP, NZP (fosfatos de zirconio o de titanio y sodio) o las *Synroc* resultan buenas propiedades en cuanto a bajas conductividades térmicas, resistencia al ataque químico y resistencia a la radiación.

Propiedades mecánicas de compuestos de matriz cerámica con alótropos de carbono

(Balmaseda, 2020) valoraron propiedades excepcionales del grafeno tales como su alto módulo de Young y su resistencia a la tracción. Según los resultados, aquellos los convierten en unos candidatos idóneos para mejorar y reforzar las propiedades de los materiales cerámicos como la alúmina.

Método de obtención de un material compuesto nano estructurado de Matriz cerámica y mecanizable

(Pecharomán et al., 2011) se propuso como objetivo de la inversión realizar un procedimiento de obtención de un material compuesto nano estructurado de matriz cerámica que es mecanizable por el método de electroerosión.

Compuestos de matriz cerámica reforzada con fibra (FRMCC)

Los compuestos de matriz cerámica reforzada con fibra (FRMCC) son aquellos que se han desarrollado para aumentar fragilidad intrínseca y para disminuir la tenacidad a la fractura de las cerámicas monolíticas, este tipo de materiales han venido siendo desarrollado por su versatilidad estructural a alta temperatura, pues posee excelentes propiedades termomecánicas. En este contexto la fibra de carburo de silicio se usa ampliamente como refuerzo en FRCMC pues aporta con alta resistencia, soporta también altas temperaturas y tiene excelentes propiedades anticorrosivas. (Tingya, 2023)

Procesado y caracterización microestructural, mecánica y eléctrica de compuestos Cerámica – Grafeno

Con el auge del grafeno en la última década, surgen nuevas oportunidades para la ciencia de ingeniería de los materiales con la obtención de materiales compuestos de grafeno con sus propiedades mejoradas. (López, 2021)

Producción de cerámica artesanal como alternativa económica

(Marquez, 2011) analizo los rubros de producción requerida en la producción de cerámica artesanal. En la localidad llevada a cabo esta investigación se constató que producir el material de manera artesanal fortalece las capacidades de producción de medianos y pequeños productores, es decir, se optimizara eficazmente los productos.

Discusión

Los compuestos de matriz cerámica (CMC) han ganado mayor popularidad como material para una variedad de componentes de alta protección, lo que aumenta la necesidad de comprender mejor los impactos de los múltiples métodos de mecanizado. Se compone principalmente de fibras cerámicas incrustadas en la matriz, Se utilizaron materiales cerámicos, especialmente fibras de carbono y carbón para crear matriz y las fibras.

Estas cerámicas incluyen una gran variedad de materiales inorgánicos no metálicos que se utilizan regularmente a altas temperaturas. Los materiales cerámicos tienen un conjunto interesante de propiedades, que incluyen una gran resistencia y rigidez a temperaturas extremadamente altas, inercia química, baja densidad, etc. En (CMC), las cerámicas se desarrollan para aplicaciones que requieren altas características térmicas y mecánicas, que incluyen plantas de energía nuclear, aeronaves, plantas químicas, estructuras espaciales y servicio de transporte.

Conclusiones

- La literatura identificada con respeto al estado del arte sobre los compuestos de matriz cerámica se centra principalmente en aspectos que manifiestan que los compuestos cerámicos se están considerando para una variedad de aplicaciones de alta temperatura en la que sus propiedades de corrosión serán importantes para su desempeño.
- Los matrices cerámicas incluyen aquellos sólidos inorgánicos no metálicos basados en silicatos, los compuestos cerámicos tienen una elevada resistencia en la comprensión, pero no en tracción. un aspecto muy importante a tener en cuenta en este material es que posee diferentes coeficientes de expansión térmica de fibra y matriz.

- La literatura consultada es mayoritariamente basada en estudios que afirman su aplicación de CMC en revestimientos, cubiertas, intercambiadores de calor en centrales eléctricas de carbón, boquillas de quemadores, lanzas de inyección de gas, protectores de sensores, boquillas de colada para plantas de acero y aluminio fundido, tubos de hornos/ reformadores.

Referencias bibliográficas

- Balmaseda, M. Á. (2020). Estudio de las propiedades mecánicas de compuestos de matriz cerámica con alótropos de carbono mediante simulación por ordenador. *Universidad de Sevilla*. doi:<https://hdl.handle.net/11441/126788>
- Barbero, E. (01 de 1999). Desarrollo y caracterización de nuevos materiales compuestos de matriz cerámica y refuerzo cerámico. *Universidad Carlos III de Madrid*. doi:<http://hdl.handle.net/10016/36570>
- Carbajal-De la Torre, G., Ortiz, J., Espinosa, M. A., & Zurita, N. N. (2021). Óxido de grafeno en una matriz polimérico-cerámica: análisis de las propiedades mecánicas a compresión. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 9. doi:<https://doi.org/10.29057/icbi.v9iEspecial2.8014>
- Díaz, M. d. (2016). Desarrollo de matrices cerámicas y geopoliméricas como vías de inmovilización de polvos de acería. *UNIVERSIDAD DE CANTABRIA*. doi:<http://hdl.handle.net/10902/8247>
- Elizalde, M. d. (1997). Efecto de la intercara en materiales compuestos de matriz cerámica y fibras continuas. *Universidad de Navarra*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=279272>
- Fornés, J. (10 de 2021). Diseño y simulación con elementos finitos de un componente realizado en materiales compuestos de matriz cerámica (CMCs) para un motor turbofán. *Universitat Politècnica de València*. doi:<http://hdl.handle.net/10251/174039>
- Hidalgo, L. (2021). Mecanizado abrasivo de compuestos de matriz cerámica. doi:<http://hdl.handle.net/10810/54136>
- Llorente, J. (2021). Caracterización tribológica de materiales compuestos cerámica / grafeno. doi:<http://hdl.handle.net/10261/240358>
- López, C. P. (2021). Procesado y caracterización microestructural, mecánica y eléctrica de compuestos cerámica-grafeno. *Universidad de Sevilla*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=305686>

- Marquez, E. P. (2011). Analisis de la produccion de ceramica artesanal como alternativa economica en Huayculi, Tarata - Cochabamba. *Universidad Mayor de San Andrés*. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/8116>
- Pecharomán, C., Torrecillas, R., Moya, J. S., Díaz, L., Mata, G., Rodríguez, T., & Gutierrez, C. F. (2011). Método de obtención de un material compuesto nanoestructurado de matriz cerámica y mecanizable por electroerosión, y producto obtenible por dicho método. *OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS*. doi:<http://hdl.handle.net/10261/40349>
- Ramirez, K. D. (2023). Desarrollo de un material compuesto de matriz cerámica de óxido de magnesio para aplicaciones en construcción. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.11912/10857>
- Rincon, J. M., & Hidalgo, A. (1987). Inmovilización de residuos radiactivos en matrices cerámicas. *Universidad de Navarra*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8118425>
- Tejada, A. C. (2021). Evaluación de potencial de fibras cortas lignocelulósicas estraidas del tallo residual de girasol (*Helianthus annuus*), para ser empleadas como aditivo en materiales compuestos de matriz cerámica, con aplicación en el sector de la construccion. *Universidad EIA*. doi:<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/3338>
- Tingya Jia, Yong Deng, Yi Hao, Xinran Gao, Chao Zhang, Tianbao Cheng, Weiguo Li, Gunjin Yun, An analytical model for the high temperature fracture strength of SiC fiber reinforced ceramic matrix composites considering oxidation and residual thermal stresses, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 173, 2023, 107668, ISSN 1359-835X, <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2023.107668>.
- Vaca, L. A. (07 de 2017). Compósitos con matrices cerámicas base cemento Portland con geomateriales substituidos por residuos orgánicos. *UMSNH*. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/7611

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

