



Nuevos materiales y energía para una aviación más sostenible

La aviación es una de las industrias de más rápido crecimiento en el mundo, pero también es una de las que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al impacto ambiental.

Con el objetivo de abordar estos desafíos, los investigadores y la industria aeroespacial están trabajando en el desarrollo de nuevos materiales y avances en ingeniería estructural para lograr una aviación más sostenible. Unos avances que están impulsando una mayor eficiencia energética, la reducción de emisiones y la disminución del consumo de combustible.

“La descarbonización en la industria aeronáutica implica tres pasos clave. En primer lugar, hacer aviones más eficientes mediante el desarrollo de estructuras más ligeras, orientadas a lograr un ahorro de combustible. El segundo paso es transitar hacia combustibles sintéticos tipo SAF, teniendo en cuenta desafíos tecnológicos y de distribución. Y, por último, adoptar aviones basados en hidrógeno”, enumera **Ernesto González Durán**, director de la **Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de los Materiales (FIDAMC)**.

En esa búsqueda de la eficiencia, los nuevos materiales, como los compuestos de fibra de carbono, ya están siendo utilizados en la construcción de aeronaves. Estos materiales ofrecen una mayor resistencia y rigidez en comparación con los tradicionales, como es el caso del aluminio, al tiempo que son más livianos. Además, en términos de características mecánicas, los materiales compuestos reducen el peso en un 15%, según datos del FIDAMC.

“Hemos evolucionado desde la necesidad de fabricar y ensamblar 200 o 300 piezas por separado a integrar estas estructuras en una sola pieza, eliminando remaches y sellantes. Esto tiene un impacto significativo tanto en el rendimiento operativo de la aeronave, al contar con una estructura más ligera; como en la eficiencia de la producción, al ahorrar recursos que de otra manera requerirían una implementación costosa en términos energéticos y de producción”, explica Durán.

Estructuras más ligeras

Esa disminución del peso de la estructura conduce a un menor consumo de combustible y reduce las emisiones de CO₂. Además, los compuestos de fibra de carbono tienen propiedades de resistencia a la fatiga y durabilidad superiores, lo que mejora la vida útil de los componentes y reduce la necesidad de mantenimiento.

“Nuestro objetivo es crear materiales que sean ligeros, pero al mismo tiempo más resistentes”, explica **Antonia Jiménez** colíder del grupo de investigación de **Tecnología de polvos** de la UC3M. En este contexto, están trabajando, principalmente, en dos líneas de investigación: “Por un lado, nos



centramos en el desarrollo de materiales de aluminio mediante la tecnología de impresión 3D, lo que nos permite potencialmente ahorrar costos. Y, además, estamos investigando la resistencia a la corrosión de ciertas partes del fuselaje”.

En la investigación de nuevos materiales también trabaja **Enrique Barbero**, investigador principal del grupo de **Mecánica de Materiales Avanzados** junto a **Sonia Sánchez Sáez**. En su equipo se centran en los materiales reciclables a través de dos vías: no sólo en su obtención a partir de la reutilización de desechos, también en el uso de materiales a los que se les pueda dar una segunda vida cuando las aeronaves dejen de estar operativas. “Estamos explorando la posibilidad de emplear materiales con una menor huella de carbono debido a su origen natural y su capacidad de reciclaje, junto a la investigación del uso de materiales que reduzcan el consumo de combustible durante los procesos de fabricación de las estructuras”, detalla Barbero.

En este sentido, **Eva Novillo**, responsable de innovación de **Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos (CESA)**, considera que es importante vincular el desarrollo y empleo de materiales compuestos con la integración del hidrógeno a bordo: “Tenemos el reto de manejar el hidrógeno a bajas temperaturas, lo que implica el desarrollo de intercambiadores de calor eficientes”. Además, resalta el papel clave de la fabricación aditiva en la revolución de aplicaciones con plásticos y metales, generando diseños más eficientes y reduciendo costos y tiempo de desarrollo. Así, “la superconductividad a bajas temperaturas se presenta como una oportunidad para mejorar la eficiencia en sistemas eléctricos a bordo, como motores eléctricos y sistemas de actuación”.

Nuevos combustibles

Uno de los principales desafíos del sector aeronáutico es reducir el consumo de combustible y buscar alternativas más sostenibles. Lo que también implica entender el comportamiento de las estructuras en condiciones extremas, ya sea en términos de temperatura o carga. En este sentido, desde el proyecto **FASTER H2** (*Fuselage, rear fuselage and empennage with cabin and cargo architecture solution validation and technologies for H2 integration*) coordinado por **Airbus Operations** se buscan fórmulas para integrar el tanque de hidrógeno en la aviación comercial.

Jesús Pernas, del grupo de **Dinámica de Estructuras Ligeras** e IP en la UC3M del proyecto **FASTER H2**, explica que “la incorporación del tanque de hidrógeno en las aeronaves reduce significativamente la huella de carbono de la aviación comercial, un aspecto crucial para mantener nuestra actual forma de viajar. Sin embargo, nos enfrentamos el desafío de cumplir con los estándares de seguridad y las regulaciones de las agencias de aviación, muy estrictas en esta industrial. Dado que el hidrógeno es un combustible que se encuentra en el fuselaje y no en las alas, tenemos el reto adicional de proteger adecuadamente el combustible en caso de cualquier eventualidad”, explica el IP del proyecto.

Los avances en ingeniería estructural están permitiendo la optimización del diseño y la fabricación de aeronaves más eficientes. Las técnicas de diseño asistido por ordenador y simulación por



elementos finitos permiten una evaluación más precisa del rendimiento y la resistencia de los materiales. Además, se están implementando técnicas avanzadas de fabricación, como la fabricación aditiva, que permite la creación de componentes más livianos y complejos, reduciendo así el consumo de materiales y energía en la producción.

“El propósito es trabajar en el desarrollo continuo de materiales avanzados y estructuras innovadoras que faciliten y promuevan la evolución sostenible de las aeronaves”, defiende el investigador italiano **Andrea Cini**, del grupo de **Ingeniería aeroespacial**, quien participa en proyectos como INDIGO (*Integration and digital demonstration of low-emission aircraft technologies and airport operations*), centrado en el diseño de fuselajes para una aviación más sostenible, concretamente en el desarrollo e integración de sistemas de propulsión de hidrógeno para aviones de pasajeros ecológicos de corto alcance”.

“Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta el sector aeroespacial en la inclusión del hidrógeno (H₂) está directamente relacionado con la seguridad, puesto que el H₂ tiene propiedades aerotermoquímicas que lo hacen singular: alta difusividad, muy baja densidad que obliga a almacenarse a muy alta presión o muy baja temperatura, baja energía de autoignición, alta temperatura adiabática de llama, alta detonabilidad, entre otros. Todas estas propiedades han de considerarse en el desarrollo de nuevos materiales que permitan operar con H₂ en condiciones exigentes y seguras”, sostiene **César Huete**, investigador del grupo de **Mecánica de Fluidos**.

En esta línea, **Jose Antonio García Souto**, investigador del grupo de **Sensores y Técnicas de Instrumentación**, lidera proyecto ESCAPHIB (Estructuras y sistemas en cola para un avión de pasajeros de propulsión híbrida), centrado en la monitorización de la temperatura de los motores híbridos. “Utilizamos sensores especiales de fibra óptica para detectar posibles fallos por fuego y condiciones de criogenización”, aporta. Unos sensores, que, a su vez, también se emplean en el proyecto AEROMIC para realizar mediciones acústicas. “Nos encargamos de la parte de la electrónica de control y diseño de sensores para monitorizar emisiones acústicas del fuselaje durante ensayos en túneles de viento y vuelos. Esto permite modificar previamente el diseño de los aviones para reducir emisiones acústicas”.

Mejoras operativas

Junto con los avances en materiales y diseño estructural, la aviación sostenible también se está enfocando en la mejora de la propulsión y la reducción de emisiones. Se están desarrollando motores más eficientes y menos contaminantes, como los de baja emisión de carbono y los motores híbridos-eléctricos. Además, se están investigando otras fuentes de energía alternativas, como biocombustibles y celdas de combustible, para reducir aún más la dependencia de los combustibles fósiles.



Guillermo Robles, investigador del grupo de **Diagnóstico de Máquinas Eléctricas y Materiales Aislantes (DIAMAT)** y del grupo **Redes y Sistemas de Energía Eléctrica (REDES)**, trabaja en el proyecto HECATE (*Hybrid electric regional Aircraft distribution technologies*). “Queremos cambiar el paradigma, buscamos cambiar el sistema eléctrico del avión para que pueda soportar más potencia, permitiendo así la sustitución de actuadores mecánicos por actuadores eléctricos que son más ligeros y tienen un mantenimiento más sencillo. El aumento de potencia debe hacerse de forma segura y el grupo DIAMAT está desarrollando métodos de detección de fallos en los aislamientos eléctricos. En definitiva, la idea final es crear un avión más eléctrico para reducir el peso y, por ende, el consumo de combustible”, afirma Robles.

En este sentido, no hay que perder de vista que, en las aeronaves cada vez habrá más componentes electrónicos, actualmente superan incluso el 10% del peso total debido, principalmente a los cables y la aviónica necesaria. A medida que esta industria se enfrenta a nuevos desafíos, como la incorporación de más sensores, cables y computadoras, hay que considerar que ya existen casuísticas claras relacionadas con la operativa y el tipo de material utilizado para transportar esta energía eléctrica, diferenciándola de otros sectores.

“Aunque la aplicación de estos avances a la aviación civil aún está en desarrollo, la fotónica, busca reemplazar a la electrónica tradicional. Una transición que podría dar lugar a variaciones de peso significativas y tener un gran impacto en la eficiencia, permitiéndonos reducir el porcentaje actualmente asignado a la electrónica”, asegura **Miguel Ángel de Frutos**, director de **UAV Navigation – Grupo Oesía**. “La sostenibilidad en la aviación va más allá de la aeronave y abarca toda la cadena de valor, desde el vuelo hasta el mantenimiento preventivo y el uso eficiente de los residuos. Para agregar valor, la adopción de nuevas tecnologías, como el manejo de grandes cantidades de datos y sistemas de procesamiento más potentes, es esencial”.

Con todo ello, los nuevos materiales y avances en ingeniería estructural están desempeñando un papel crucial en la búsqueda de una aviación más sostenible. Los compuestos de fibra de carbono y otros materiales avanzados están permitiendo la construcción de aeronaves más livianas y eficientes, lo que reduce el consumo de combustible y las emisiones. Además, los avances en diseño y fabricación están optimizando la eficiencia y la resistencia de las estructuras aeroespaciales. Junto con mejoras en la propulsión y la reducción de emisiones, estos avances están allanando el camino hacia una aviación más sostenible, con un menor impacto ambiental y una mayor eficiencia energética.

ODS





Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Diagnóstico de Máquinas Eléctricas y Materiales Aislantes \(DIAMAT\)](#)
- [Dinámica de Estructuras Ligeras](#)
- [Ingeniería Aeroespacial](#)
- [Mecánica de Fluidos](#)
- [Mecánica de Materiales Avanzados](#)
- [Sensores y Técnicas de Instrumentación](#)
- [Tecnología de Polvos](#)

Empresas / Entidades relacionadas:

- [Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos \(CESA\)](#)
- [Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de los Materiales \(FIDAMC\)](#)
- [UAV Navigation – Grupo Oesía](#)

uc3m

Universidad **Carlos III** de Madrid

Vicerrectorado de Investigación y Transferencia
Servicio de Apoyo al Emprendimiento y la Innovación