

J.L. Martínez^a, M. González-Gallego^b, F. Terroba^c, M. Frövel^d,
J. Valle^e, J.C. de la Rosa^b, M.C. Serna^a

^a Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales (INEI), Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, 13071, España

^b Departamento de Tecnología y Ensayos, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), El Pardo-Madrid, 28048, España

^c Centro de I+D Aeronáutico, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), 28850, Torrejón de Ardoz (Madrid), España

^d Departamento de Estructuras y Materiales, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), 28850, Torrejón de Ardoz (Madrid), España

^e Departamento de Arquitectura Naval e Ingeniería Oceánica, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), El Pardo-Madrid, 28048, España

Los materiales compuestos en el ICTS-CEHIPAR

RESUMEN

Historia del artículo:

Recibido 11 de Junio 2019

En la versión revisada 20 de Junio 2019

Aceptado 5 de Julio 2019

Accesible online 18 de Enero de 2021

Palabras clave:

Materiales compuestos
Monitorización estructural
Sensores de fibra óptica
Redes de Bragg

El Centro de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (ICTS-CEHIPAR), considerado como Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS), es parte de la Subdirección General de Sistemas Navales (SGSN) del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" (INTA). En el Departamento de Tecnología y Ensayos del ICTS-CEHIPAR, se ha creado recientemente una línea de investigación aplicada a la industria naval y centrada en el estudio de materiales compuestos. En esta línea de investigación se ha marcado como objetivo la monitorización de esfuerzos estructurales en materiales compuestos mediante sensores de fibra óptica en redes de Bragg de difracción (FBGS).

Desde el ICTS-CEHIPAR se persigue la mejora de los procedimientos constructivos de modelos para buques y artefactos navales y por ello, el uso de materiales compuestos en estos procedimientos. En este sentido, la implementación de técnicas de instrumentación para la monitorización de esfuerzos en dichos materiales es necesaria para detectar posibles daños debidos a diferentes causas que pueden ocurrir a lo largo de su vida útil. Los resultados obtenidos en los ensayos a escala permitirán aplicar a buques reales las metodologías de fabricación e instrumentación estudiadas, con el fin de incrementar su seguridad y optimizar su mantenimiento.

Composite materials in ICTS-CEHIPAR

ABSTRACT

Keywords:

Composite materials
Structural Health Monitoring (SHM)
Optical fiber sensors
Fibers Bragg Gratings

The Center for Hydrodynamic Research of El Pardo (ICTS-CEHIPAR) is a Unique Scientific and Technical Infrastructure (ICTS) part of the Deputy Directorate of Naval Systems (SGSN) of the National Institute of Aerospace Technique "Esteban Terradas" (INTA). A new research line to study the use of advanced composite materials in the naval industry has been recently opened in the Technology and Tests Department of ICTS-CEHIPAR. One of the main goals of this new research line is the monitoring of structural stresses in composite materials by means of fiber optical sensors in structural diffraction Fibers Bragg Gratings (FBGS).

ICTS-CEHIPAR is enhancing the constructive procedures for the production of models of ships and naval devices made in composite materials. The implementation of instrumentation techniques for the monitoring of structural stresses in this kind of materials is necessary to detect possible damage due to different causes during the product lifetime. Results of scale model tests will be applied to the full scale ship construction and instrumentation methodologies, increasing ship safety and optimizing maintenance procedures.

1 Introducción

El CEHIPAR, dependiente de la SGSN-INTA, constituye una Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS-CEHIPAR) reconocida por el Ministerio de Economía y Competitividad de España en Julio de 2017. La ICTS-CEHIPAR forma parte de la ICTS distribuida de infraestructuras agregadas para la investigación marítima (MARHIS), que pretende incrementar la competitividad y eficiencia de las ICTS españolas en el ámbito de la ingeniería hidráulica marítima (costera, portuaria y offshore) ofreciendo sus infraestructuras y servicios tecnológicos asociados de modo coordinado. A la ICTS-MARHIS pertenecen también las infraestructuras del Laboratorio de Ingeniería Marítima de la Universidad Politécnica de Cataluña BarcelonaTech (LIM-UPC) y del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IH-Cantabria). Los trabajos que se realizan en este centro contribuyen decisivamente al ahorro y optimización de las condiciones de explotación de los buques así como a incrementar su seguridad, tanto por el ahorro de combustible al optimizar la resistencia al avance y el rendimiento del propulsor, como por las mejoras en sus condiciones de navegabilidad y movimientos y aceleraciones en la mar, incluyendo estudios de seguridad en condiciones extremas (Figura 1 y 2).



Figura 1. Ensayo en el Laboratorio de Dinámica del Buque. Fuente: ICTS-CEHIPAR (INTA).



Figura 2. Ensayo en el Canal de Aguas Tranquilas. Fuente: ICTS-CEHIPAR (INTA).

La ICTS-CEHIPAR ha respondido al continuo incremento de las demandas industriales mediante la construcción de nuevas instalaciones y la continua adaptación de las existentes, todas ellas dotadas con la adecuada instrumentación. Las permanentes actividades de I+D+i en colaboración con

Universidades, Centros de Investigación y Organizaciones y Empresas nacionales e internacionales, hacen de la ICTS-CEHIPAR un socio competente en ciencia y servicios para trabajar en las nuevas estrategias del mercado. En la actualidad, los programas de cálculo numérico, unidos a una Base de Datos con más de 24.000 ensayos y un personal con experiencia, permiten efectuar diseños, valoraciones de proyectos y simulaciones con rapidez, flexibilidad y confianza.

En cuanto a los proyectos de investigación desarrollados en la ICTS-CEHIPAR, el estudio de materiales compuestos aplicados a la industria naval ocupa una nueva línea de investigación en el Departamento de Tecnología y Ensayos. Esta línea de investigación persigue la monitorización del comportamiento en servicio de materiales compuestos con fines estructurales. Para ello, se propone el uso de sensores de fibra óptica embebidos en el propio laminado de material compuesto.

En este trabajo se presenta la colaboración en dicha investigación entre la ICTS-CEHIPAR y el Grupo de Mecánica de los Medios Continuos, Ingeniería de Estructuras y de Materiales de la Universidad de Castilla-La Mancha (COMES-UCLM). COMES es un grupo interdisciplinar formado por profesores del área de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, y del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Ciudad Real (ETSII-CR). El grupo cuenta con seis doctores y tres investigadores predoctorales con amplia experiencia en el estudio mecánico de estructuras y materiales ante distintos casos de carga desde los puntos de vista experimental, analítico y numérico así como en la caracterización y procesado de materiales metálicos y compuestos (Figura 3).



Figura 3. Máquina triaxial de la ETSII de Ciudad Real. En esta máquina se realizan los ensayos biaxiales de probetas con FBGS embebidos. Fuente: ETSII de la Universidad de Castilla-La Mancha.

2 Materiales compuestos en el ICTS-CEHIPAR

En los últimos años se ha introducido el uso de materiales compuestos para la fabricación de carenas, propulsores y apéndices estudiados a nivel de modelo en la ICTS-CEHIPAR. Con este fin, se han utilizado diferentes resinas y fibras siguiendo el proceso de fabricación por molde abierto y realizando los laminados de forma manual. De tal manera, la superficie exterior (vista) del elemento de material



compuesto está en contacto con el molde y reproduce las especificaciones dadas. En este sentido, la ICTS-CEHIPAR tiene la capacidad y los medios necesarios para la obtención de los moldes necesarios en el proceso de fabricación por molde abierto.

En la Figura 4 se muestra un demostrador a pequeña escala de una turbina para el aprovechamiento de corrientes oceánicas, desarrollado por la empresa española Seaplace y la empresa Magnomatics del Reino Unido, a través del Programa Eurostars. Fue construido y ensayado en las instalaciones experimentales del ICTS-CEHIPAR. En este caso, el material compuesto utilizado para su construcción fue fibra de vidrio, entre otros materiales compuestos.



Figura 4. Turbina de corrientes marinas laminada con fibra de vidrio.
Fuente: ICTS-CEHIPAR (INTA)

No obstante, en los últimos años además de las técnicas de laminado manual a través de moldes, la fabricación aditiva por extrusión (FDM/FFF) con equipos de impresión 3D, está siendo aplicada para la construcción de todo tipo de apéndices, como timones, barquillas, aletas estabilizadoras, henchimientos, hélices, PODs, etc., siendo los materiales plásticos utilizados ABS y PLA (Figura 5 y 6).



Figura 5. Enrejillado en impresión 3D con material ABS de los orificios de proa. Fuente: ICTS-CEHIPAR (INTA).



Figura 6. PODs fabricados en impresión 3D con material ABS. Fuente: ICTS-CEHIPAR (INTA).

3 Monitorización de modelos de Buques

Desde el Departamento de Tecnología y Ensayos de la ICTS-CEHIPAR del INTA, se ha iniciado una línea de investigación basada en la monitorización de esfuerzos estructurales en cascos de modelos de buques con sensores de fibra óptica en redes de Bragg de difracción (FBGS). La justificación de esta línea de investigación es el interés de la ICTS-CEHIPAR en el estudio del comportamiento mecánico en servicio de las embarcaciones, poniendo especial énfasis en situaciones críticas para su integridad estructural.

Con tal fin, se propone el uso de materiales compuestos en la fabricación de modelos de carenas monitorizados con tecnologías basadas en FBGS. Estos modelos serán ensayados en los canales de la ICTS-CEHIPAR reproduciendo situaciones reales de operación. De esta manera, se podrán observar en tiempo real posibles daños generados en la carena y cambios en su estructura durante los diferentes ensayos. A partir de estos ensayos, se obtendrá un conjunto de datos que serán utilizados para alcanzar los principales objetivos de la industria naval:

- Incrementar la seguridad y vida útil.
- Automatizar el mantenimiento.
- Reducir costes operativos

Las diferentes fases del proyecto de investigación presentado se muestran en la siguiente figura:

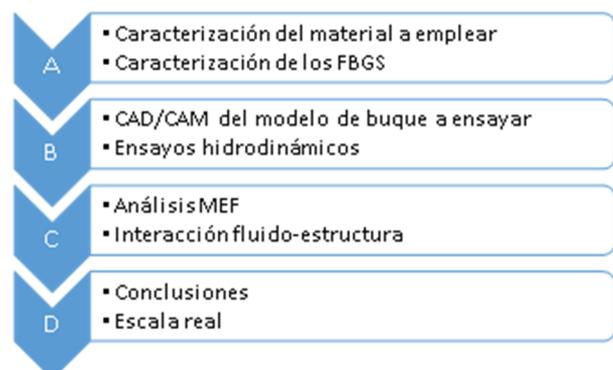


Figura 7. Fases del proyecto Monitorización de modelos de Buques.



4 ICTS-CEHIPAR y Grupo COMES- UCLM

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto presentado es un trabajo de investigación en colaboración entre la ICTS- CEHIPAR y el Grupo COMES-UCLM. En este proyecto, el Grupo COMES participará principalmente en la caracterización experimental, en el análisis y en la interpretación de resultados. Por su parte, la ICTS-CEHIPAR se encargará de la fabricación de los modelos y de su ensayo experimental y simulación numérica. Los resultados esperados en este proyecto servirán de base para futuras líneas de investigación relacionadas con el estudio de la interacción fluido-estructura, de importancia capital para el desarrollo de nuevos buques.

5 Conclusiones

Con la línea de investigación antes mencionada (en monitorización de esfuerzos estructurales en cascos de modelos de buques) permite apostar por el empleo de materiales compuestos con tejidos en vía húmeda, así como el uso de la fabricación aditiva, potenciando la industria 4.0 en el sector de la investigación naval. En estos últimos años, la construcción de modelos de buques así como sus apéndices fabricados en material compuesto se ha incrementado notablemente en el ICTS-CEHIPAR, por lo que la previsión de uso en el futuro inmediato, hace que se amplíe el campo de la investigación en el ámbito estructural y de monitorización.

Mencionar en estas líneas, la colaboración activa entre distintos departamentos del INTA y del Grupo COMES de la ETSII de Ciudad Real, así como de otros Organismos de Investigación nacional e internacional.

