

LIBRO DE RESÚMENES



**XIII Congreso Nacional de Materiales
Compuestos**

VIGO, 3, 4 Y 5 de JULIO 2019

Comité Organizador



Jacinto Tortosa
Antonio Fernández
Helena Abril
Raquel Verdejo
Xavier Martínez



Alberto Tielas Macía
Denise García Murias
Raquel Ledo Bañobre

Universidade de Vigo

Gloria Pena
Julia Cristobal
Alejandro Pereira

Comité Científico

Jacinto Tortosa	AEMAC
Antonio Fernández	AEMAC
Angel Barrio Ca	AEMAC
Josep Costa	AMADE – UdG
Alfonso Corz	CALPE Institute of Technology
Xavier Martínez	CIMNE
Alberto Tielas	CTAG
Miguel de Dios	CTAG
Thomas G Mathia	École Central de Lyon
Raquel Verdejo	ICTP – CSIC
Carlos Daniel González	IMDEA Materiales
Mchal Weczorowski	Poznan University of Technology
Gloria Pena	UVigo
Alejandro Pereira	UVigo
Carmen M ^a Abreu	UVigo
María Julia Cristóbal	UVigo
Marta Cabeza	UVigo
José A Pérez	UVigo
María Fenollera	UVigo
Teresa Prado	UVigo
Isidro Sánchez	UA
Javier Fernández	UB
María Lluïsa MasPOCH	UPC
Faustino Mujika	UPV/EHU
Alejandro Ureña	URJC
Alberto Barroso	US



PRESENTACIÓN



En Vigo, a 21 de junio de 2019

Estimados asistentes,

CTAG, conjuntamente con la Universidade de Vigo, organiza este congreso y me corresponde el honor y el placer de daros la bienvenida al XIII Congreso Nacional de Materiales Compuestos – MATCOMP´19.

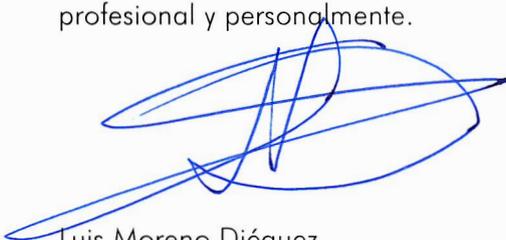
Tras el rotundo éxito de las ediciones anteriores, la Asociación Española de Materiales Compuestos (AEMAC) ha confiado en nosotros para traer este evento a la ciudad de Vigo y consolidarlo como Foro de referencia para las empresas, centros tecnológicos, universidades e investigadores de todo el país que desarrollan su trabajo en el ámbito de los materiales avanzados y de altas prestaciones.

Nuestro lema "*Composites para la industria 4.0*" expresa con claridad la orientación que hemos intentado dar a esta edición de MATCOMP: poner de manifiesto el impacto que los materiales compuestos tienen en el desarrollo industrial y económico de los sectores estratégicos de nuestro entorno.

Y valorando el entorno de Vigo, así como nuestra misión como Centro Tecnológico de Automoción, hemos querido prestar una especial atención a este sector tan relevante en el futuro de los composites y estratégico para Galicia.

El Comité Organizador, presidido por CTAG, ha trabajado muy intensamente para equilibrar los contenidos científicos del congreso con actividades que nos acercan a la realidad industrial, con el deseo de favorecer un continuo intercambio de ideas y experiencias que favorezcan la innovación en el diseño, fabricación y aplicación de los materiales compuestos.

Agradecemos su participación en este MATCOMP´19 y deseamos que su estancia sea enriquecedora profesional y personalmente.



Luis Moreno Diéguez

Director General

Me es muy grato dirigirme a ustedes en mi calidad de Rector de la Universidad de Vigo, para brindarles nuestra más cordial y sincera bienvenida a esta XIII edición del Congreso Nacional de Materiales Compuestos.

En estos primeros días de julio nuestra ciudad se convertirá en el foro en el que más de 300 expertos de los ámbitos académicos, científico-tecnológico y empresarial, abordarán aspectos como el diseño eficaz, la automatización de procesos, la predicción de comportamiento y la reciclabilidad de los materiales compuestos. Apostar por las mejoras en estos campos es la vía para intensificar la presencia de estos materiales avanzados en la industria 4.0 y en la Economía Circular, y por tanto, también es el camino para lograr incrementar la sostenibilidad de sectores industriales como el transporte, la energía y la construcción.

Y estos importantes retos podrán superarse más rápidamente y mejor aunando esfuerzos, por ello quiero destacar también la oportunidad que este MATCOMP'19 brinda de estrechar vínculos, entre Universidad y la Empresa, pero también entre los investigadores de España y otras partes del mundo, como Portugal y Colombia a través de sus representantes en este congreso.

Gracias a AEMAC por acercar a Galicia por primera vez este importante evento; al comité organizador, formado por miembros de los grupos de investigación ENCOMAT y GEF, de la Universidad de Vigo y del Centro Tecnológico de Automoción de Galicia por su esfuerzo y entrega y a todos ustedes, por la excelente acogida que han brindado a nuestra propuesta.

Esperamos que estos días de intenso trabajo sean muy productivos, pero también que puedan disfrutar de los muchos atractivos de nuestra ciudad.

Benvidos a todos e a todas

Manuel Joaquín Reigosa Roger

Rector



Para los miembros del Comité Organizador es un motivo de satisfacción el gran éxito de esta XIII edición del Congreso Nacional de Materiales Compuestos (MATCOMP'19) que reúne los días 3, 4 y 5 de Julio de 2019 en Vigo a más de trescientos participantes en procedentes de toda España, Portugal, República Dominicana y Colombia. Es por tanto un evento que, cada vez más sirve, para aproximar a los investigadores, fabricantes e usuarios de los Materiales Compuestos de ambos lados del Atlántico, consolidándose como una cita ineludible de carácter bienal.

Dado el elevado número de ponencias presentadas, éstas se desarrollarán en cinco sesiones paralelas que se celebrarán en las distintas salas del Edificio de la Sede de la Fundación, designadas como: Auditorio, Sala Ziur, Sala AEMAC, Sala Universidade de Vigo y Sala CTAG. Las ponencias técnicas se han agrupado en siete áreas temáticas, que abordan los: Avances en Materiales Compuestos; Materiales multifuncionales; bioinspirados y Smart Materials; Campos de aplicación de los materiales compuestos; Procesos de fabricación y Técnicas de unión; Comportamiento en servicio; Técnicas de inspección y reparación y Reciclaje y Sostenibilidad.

Con la selección de las cuatro conferencias plenarias, se ha intentado abordar aspectos específicos de gran interés científico-técnico en distintas áreas de aplicación de los Materiales Compuestos, La conferencia inaugural correrá a cargo de la Dra. Rosa M. Menéndez, Presidenta del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) versará sobre *“Estado actual y perspectivas futuras de los materiales de carbono tradicionales y las nuevas formas de carbono”*. La conferencia *“El futuro de los materiales compuestos en el sector de la defensa”* será impartida por D. Luis Miguel Requejo Morcillo, ingeniero de Materiales de ISDEFE S.A (Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España). El Dr. Juan José Vilatela, del Instituto IMDEA – Materiales impartirá la conferencia de título: *“Almacenamiento, captación y transferencia de energía en materiales compuestos”* y, finalmente, la conferencia plenaria *“Composites, additive manufacturing and topology optimization”* impartida polo Dr. Gilles Ausias, del Institut de Recherche Dupuy de Lôme – Université de Bretagne-Sud,

A través de la realización de dos mesas sectoriales se aporta la visión industrial en sectores fundamentales- La mesa denominada: *“Retos y oportunidades de los composites para el sector transporte”* contará con la participación de AIRBUS Defence and Space, TALGO, PSA Peugeot Citroën, ARTIFICIAL Intelligence Structures S.A. y DELTA VIGO. Y una segunda mesa sectorial girará en torno al ámbito de la Energía, Hábitat y Ocio, bajo el título: *“Composites en la Economía Circular”* y reunirá a representantes de ACCIONA, GALVENTUS, BLINDAXE SPORT, NORMAN FOSTER FOUNDATION y FINSA.

Esta orientación industrial se refuerza con la realización de visitas guiadas a tres empresas del entorno industrial de nuestra ciudad: CTAG – CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA, PSA PEUGEOT CITROËN – PLANTA DE VIGO, RODMAN POLYSHIPS y DELTA VIGO.

Destacamos también en esta edición de MATCOMP la celebración de una sesión temática específica dedicada al sector de la Automoción, dada la relevancia que este sector tiene en el ámbito de influencia de Vigo, Se incluyen otras dos sesiones temáticas específicas, una de las cuales se centrará en la innovación en Galicia y otra reunirá las presentaciones de los participantes procedentes de Colombia como país invitado.

Deseamos agradecer la colaboración de las empresas y organismos que, con su patrocinio, han permitido la realización de este evento, entre los que se encuentran : Abanca, Xunta de Galicia, Consello Social da Universidade de Vigo, Concello de Vigo, Zona Franca de Vigo, Delta Vigo, Netzsch, ADC, Zwick/Roell, ZIUR, FIDAMC, Composites Spain , METler Toledo SEM Ingeniería SL, MTS, Mankiewicz y Aralab.

Para finalizar, los miembros del comité organizador del CTAG y de los grupos ENCOMAT (Enxeñaría de Corrosión e dos Materiais) y GEF (Grupo de Enxeñaría de Fabricación) da Universidade de Vigo, agradecemos de forma especial el apoyo recibido de AEMAC y deseamos que disfruten de esta XIII edición del Congreso Nacional de Materiales Compuestos.

MAT-
COMP'19
Composites para la Industria 4.0

PROGRAMA



XIII CONGRESO NACIONAL DE MATERIALES COMPUESTOS

Vigo, 3 – 5 julio 2019

PROGRAMA DEFINITIVO

SEDE: EDIFICIO AFUNDACIÓN. C/ POLICARPO SANZ Nº 24, VIGO

ORGANIZADO POR



Universidade de Vigo

@MATCOMP19 #MATCOMP19

PATROCINADORES PREMIUM



Consello Social
Universidade de Vigo

CONCELLO
DE VIGO

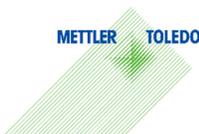


NETZSCH



COMPOSITES
SPAIN

PATROCINADORES STANDARD



Miércoles, 3 de julio 2019 – Sesión de mañana

08:15 – 09:00 **REGISTRO & ACREDITACIONES**

09:00 – 09:30 **APERTURA DEL CONGRESO:** Excmo. Sr. D. Francisco Conde, Conselleiro de Economía, Emprego e Industria; D. Luis Moreno, Dir. Gral. CTAG, Resp. Rectorado Universidade de Vigo, D. Jacinto Tortosa, Presidente AEMAC

09:30 – 10:15 **CONFERENCIA PLENARIA: Dra. Rosa M. Menéndez, Presidenta CSIC, "Estado actual y perspectivas futuras de los materiales de carbono tradicionales y las nuevas formas de carbono"**

SALA	AUDITORIO	SALA ZIUR	SALA AEMAC	SALA UNIVERSIDADE DE VIGO	SALA CTAG
BLOQUE	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	B5. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO
MODERADOR	Raquel Ledo CTAG	Iria Feijoo Universidade de Vigo	Marta Cabeza Universidade de Vigo	Josep Costa AEMAC	Faustino Mujika AEMAC
10:20 – 10:40	B4.1. Influencia de parámetros de topografía superficial en adhesivado estructural de material pulido mediante robot de aluminio 7075 y TEPEX Alejandro Pereira Domínguez UNIVERSIDADE DE VIGO	B2.1. Multilayered, bio-based polymer/clay aerogel composites Miguel Sánchez Soto CENTRE CATALÀ DEL PLÀSTIC. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	B1.1. Termoconformado de composites termoestables fabricados por pultrusión Ibon Aranberri Askargorta CIDETEC	B3.1. Towards a more efficient aircraft composite structures manufacturing through thermoplastic resins Rubén Tejerina Hernanz AIRBUS DEFENCE AND SPACE	B5.1. Determinación de los módulos de tracción y compresión en barras circulares pultruidas mediante ensayos de flexión Itziar Adarraga Usabiaga UPV/EHU
10:40 – 11:00	B4.2. Nuevos materiales en automoción. Soluciones adhesivas y sus procesos Jaime Arroyo Fernández-Rañada 3M IBERIA	B2.2. Diseño y fabricación de un panel de puerta para mejorar el confort térmico en vehículos eléctricos Carlos Bandrés Diéguez CTAG – CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA	B1.2. Impresión 3D de probetas de surlyn con nanotubos de carbono de pared múltiple: propiedades mecánicas y proceso de auto-reparación Rocío Calderón Villajos UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	B3.2. Nuevos materiales compuestos para el sector ferroviario María Ordóñez Muñoz FIDAMC	B5.2. Materiales compuestos multidireccionales de fibra continua obtenidos mediante impresión 3D: comportamiento bajo cargas de impacto Irene García Moreno UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
11:00 – 11:20	B4.3. Automated fiber placement of thermoplastic materials: pursuit of low porosity without the autoclave Farinas Mael CORIOLIS COMPOSITES	B2.3. Aplicación de residuos agroforestales en materiales compuestos de matriz polimérica Xosé Francisco Pedras Saavedra XERA – AXENCIA GALEGA DA INDUSTRIA FORESTAL	B1.3. Contribution in the definition of natural fiber manufacturing process to reinforce the mechanical behavior of mortars and cement Colette Besombes UNIVERSITÉ DE LA ROCHELLE	B3.3. Estudio de la influencia del hormigón sobre las propiedades térmicas de composites de alto gramaje vinilester-poliuretano vs. ensayos acelerados Arsenio Navarro Muedra AIMPLAS	B5.3. Cinética de descomposición y estimación de vida en servicio de materiales compuestos termoplásticos reforzados con fibras naturales Belén Enciso Ramos UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
11:20 – 11:50	PAUSA CAFÉ + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS				
BLOQUE	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	B5. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO
MODERADOR	Raquel Ledo CTAG	Carmen M. Abreu Universidade de Vigo	María Fenollera Universidade de Vigo	Alejandro Pereira Universidade de Vigo	Xavier Martínez AEMAC
12:00 – 12:20	B4.4. Utilización de matrices tenaces para mejorar unión adhesiva de capas de laminado de fibra de carbono Miguel Ángel Martínez Casanova UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B2.4. Auto-reparación extrínseca de resinas epoxi Raquel Verdejo Márquez ICTP-CSIC	B1.4. Resinas epoxi empleadas en los rodillos de fabricación de papel con propiedades mecánicas, conductividad y rugosidad mejoradas Nora Lardiés Miazza AIMPLAS	B3.4. Fabricación y caracterización mecánica de biocomposites reforzados con lino y madera. Aplicación práctica en un mini-aerogenerador eólico Alberto López Arraiza UPV/EHU	B5.4. Análisis de acoplamiento flexión-torsión en laminados angulares Juan de Gracia Igelmo UPV/EHU
12:20 – 12:40	B4.5. Fabricación de piezas de geometría compleja mediante infusión empleando tecnología de impresión 3D para la generación de moldes Rafael F. González Sánchez TITANIA, ENSAYOS Y PROYECTOS INDUSTRIALES	B2.5. Modification of carbon fibre/epoxy composites properties by the incorporation of nanoparticles functionalized electrospon polyamide 6 veils Miren Blanco Miguel IK4-TEKNIKER	B1.5. Desarrollo y simulación de un proceso de fabricación de perfiles de materiales compuesto reforzados con fibra de carbono mediante el proceso de pultrusión para aplicaciones aeronáuticas Jose Manuel Bayo Arias CT INGENIEROS	B3.5. Comportamiento frente a deslaminación en Modo I y Modo II en uniones adhesivas para diferentes tratamientos superficiales Sara Sánchez González UNIVERSIDAD DE OVIEDO	B5.5. High rate translaminar fracture toughness characterization in carbon fiber reinforced composite Carlos Daniel González IMDEA MATERIALS
12:40 – 13:00	B4.6. Analysis of the manufacturing process of a carbonnet using Compression Resin Transfer Moulding (CRTM) Laurentzi Aretxabaleta Ramos MONDRAGON UNIBERTSITATEA	B2.6. ECOFUNEL project: New ad-hoc injection moulding composites with enhanced electrical features for airborne systems Francisco J. Chamorro Alonso FIDAMC	B1.6. Fabricación Y Estudio De Las Propiedades De Materiales Compuestos De Matriz Polimérica Reforzados Con Magnetita Y Negro De Carbón Para Aplicaciones De Blindaje Andrés Orlando Garzón Posada UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	B3.6. Materiales compuestos de polietileno/boro como apantallantes de rayos X Juana Abenojar Buendía UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B5.6. Nuevas soluciones analíticas para las tensiones de borde en laminados simétricos Jesús María Romera Aguayo UPV/EHU
13:00 – 13:20		B2.7. Fabricación y monitorización de uniones multi-material (metal-composite) mediante resinas nano-reforzadas Sara Dasilva Costa AIMEN	B1.7. Integración de núcleos de impresión 3D en el proceso de CRTM Maider Baskaran Razkin MONDRAGON UNIBERTSITATEA	B3.7. Desarrollo y caracterización mecánica de una ballesta de composite para funcionamiento a pandeo Arturo González Arnaiz FUNDACIÓN CIDAUT	B5.7. Estudio experimental de la aparición del daño en laminados de material compuesto María Luisa Velasco López UNIVERSIDAD DE SEVILLA
13:20 – 14:20	COMIDA NETWORKING BY PEPEVIEIRA + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS				

Miércoles, 3 de julio 2019 – Sesión de tarde

14:30 – 15:15 **CONFERENCIA PLENARIA: D. Luis Miguel Requejo Morcillo, Ingeniero de Materiales, ISDEFE S.A, "El futuro de los materiales compuestos en el sector de la defensa"**

SALA	AUDITORIO	SALA ZIUR	SALA AEMAC	SALA UNIVERSIDADE DE VIGO	SALA CTAG
BLOQUE	B5. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES COMPUESTOS
MODERADOR	Alberto Barroso AEMAC	Raquel Verdejo AEMAC	Carlos González AEMAC	María Sánchez URJC	Carlos Bandrés CTAG

15:20 – 15:40	B5.8. Efecto escala en materiales compuestos: estudio del daño intralaminar a través de un modelo micromecánico Federico París Carballo UNIVERSIDAD DE SEVILLA	B1.8. Matrices epoxi para composites libres de bisfenol A Senén Paz Abuín GAIRESA	B4.8. Retos tecnológicos de la implementación de la inyección de plásticos en piezas aeronáuticas Diego Lastra Gil AIRBUS Miguel Reboreda Tourón TROMOSA	B2.8. Laminados aeronáuticos multifuncionales y multiescalares con diferentes contenido en grafeno obtenido por un proceso mecano-químico María Rodríguez Gude FIDAMC	B3.8. Recipientes a presión toroidal para almacenamiento de hidrógeno Alfonso Corz Rodríguez CALPE INSTITUTE OF TECHNOLOGY
15:40 – 16:00	B5.9. Ensayos biaxiales sobre sensores de fibra óptica basados en redes de Bragg Manuel González Gallego INTA	B1.9. Melt Processing of Cellulose Nanofibers Reinforced PLA from a Sustainable Masterbatch Process María Lluisa MasPOCH Rulduà CENTRE CATALÀ DEL PLÀSTIC. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	B4.9. Direct analysis of uncertainty using stochastic flow simulation of liquid composite moulding at constant thickness João Miguel Machado Eira INEGI	B2.9. Prolongación de la vida útil de un adhesivo epoxi mediante la incorporación de microcápsulas inteligentes Raquel Rodríguez Alonso TECNALIA	B3.9. Modelado y análisis de elementos de absorción de energía híbridos para estructuras aeronáuticas Jacobo Díaz García UNIVERSIDADE DA CORUÑA
16:00 – 16:20	B5.10. Descomposición de modos en ensayos DCB y ENF con asimetría geométrica y material Faustino Mujika Garitano UPV/EHU	B1.10. Superficie sustentadora de gran tamaño. Una solución optimizada en peso, coste y para alta cadencia de producción Augusto Pérez Pastor FIDAMC	B4.10. Optimización de uniones directas disimilares metal-composite termoplástico con aplicación en automoción y aeronáutica Lourdes Blanco Salgado AIMEN	B2.10. Hybrid and intelligent textile structures for composites structural health monitoring in automotive industry David Seixas Esteves CENTI - Centre for Nanotechnology and Smart Materials	B3.10. Monitorización de estructuras multi-material para aplicaciones offshore con sensores de fibra óptica Tania Grandal González AIMEN
16:20 - 16:40	B5.11. Estudio de la influencia de las pieles en comportamiento frente a impacto de alta velocidad de estructuras sándwich Luis Alonso San José UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B1.11. Simulación FEM de estructuras rigidizadas con perfiles de fibra de carbono pultruidos Raul Páez Vera TITANIA, ENSAYOS Y PROYECTOS INDUSTRIALES S.L	B4.11. Fabricación mediante laminación automática en un paso con materiales termoplásticos de una estructura altamente integrada Mar Zuazo Ruiz FIDAMC	B2.11. Impresión 3D de materiales compuestos nanodopados con CNT con capacidad de monitorización de la salud estructural Alejandro Cortés Fernández UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	B3.11. Design and optimization of a self-deployable composite structure Pedro Martins Fernandes INEGI

16:40 – 17:10 **PAUSA CAFÉ + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS**

BLOQUE	SESIÓN TEMÁTICA: AUTOMOCIÓN	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	
MODERADOR	Alberto Tielas CTAG	Fernando Rodríguez AEMAC	Carlos González AEMAC	Alfonso Corz AEMAC	
17:10 – 17:30	A1. Composites in cars – now and what will be the challenge in the transforming car industry Maik Broda FORD-WERKE GMBH	B1.12. Estudio de la influencia de aditivos ignífugos sobre las propiedades mecánicas de composites epoxy-fibra de vidrio y basalto Neus Soriano AIMPLAS	B4.12. Fabricación y caracterización de componentes multimaterial de titanio y composites de PEEK-fibra de carbono Alberto Pedreira Estévez AIMEN	B2.12. Graphene for anti-icing Tamara Blanco Varela AIRBUS OPERATION S.L.	
17:30 – 17:50	A2. Innovative hybrid steel-composite structure and car rear-end Laurent Rocheblave PLASTIC OMNIUM Laudelino Laiz Navarro PSA PEUGEOT CITROËN	B1.13. Influencia de la velocidad de aplicación de carga en la delaminación de materiales compuestos laminados Carlos López Taboada UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	B4.13. Tubuladuras bridadas: Análisis matemático y modelado de elementos finitos en recipientes de clase II Vicky Vera Cagua UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	B2.13. Recubrimientos multifuncionales de matriz epoxi con nanopartículas cerámicas para aplicaciones como superficies hidrófobas Isaac Lorero Gómez UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	
17:50 – 18:10	A3. Affordable Lightweight Technologies for Mass Production Automotive Fernando Burguera Albizuri BATZ S. COOP.	B1.14. Determinación experimental de los coeficientes de expansión térmica de un material compuesto mediante videocorrelación Enrique Graciani UNIVERSIDAD DE SEVILLA	B4.14. Automated in situ consolidation process for pre-impregnated carbon fibers: a cyber physical approach Jhony Rodrigues de Sá INEGI	B2.14. Fabricación aditiva de nanocomposites semiconductores mediante estereolitografía Alberto Sanz De León UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	

18:10 – 19:00 **MESA SECTORIAL DE DEBATE: "Composites para la Industria 4.0 – Retos para el sector transporte"**
MODERADOR: Dr. Alberto Tielas Macia, CTAG | PARTICIPAN: AIRBUS Defence and Space, TALGO, PSA Peugeot Citroën, AIRTIFICIAL Intelligence Structures S.A., DELTA VIGO

20:30 **COCKTAIL DE BIENVENIDA**
Salida de autobuses en la puerta de la sede Afundación a las 19:45. **PLAZAS LIMITADAS. NO SE OLVIDE DE LLEVAR SU TICKET**

09:00 – 09:45 **CONFERENCIA PLENARIA: Dr. Juan José Vilatela, IMDEA - Materiales, "Almacenamiento, captación y transferencia de energía en materiales compuestos"**

SALA	AUDITORIO	SALA ZIUR	SALA AEMAC	SALA UNIVERSIDADE DE VIGO	SALA CTAG
BLOQUE	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	B7. RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN
MODERADOR	Alberto Barroso AEMAC	Antonio Fernández AEMAC	María Lluisa MasPOCH AEMAC	Faustino Mujika AEMAC	Carlos Bandrés CTAG
09:50 – 10:10	B4.15. Wear characterization of surface aluminium matrix composite fabricated via Friction Stir Processing (FSP) María Julia Cristobal Ortega UNIVERSIDADE DE VIGO	B3.15. Highly Integrated Composite Wing Box Section Manufactured by Dry Fiber Placement and Liquid Resin Infusion Process Antonio Enrique Jimenez Gahete AIRBUS DEFENCE AND SPACE	B7.1. Caracterización termo-mecánica de biolaminados epoxy/henoquén Pedro González García CONACYT – CIDESI	B1.15. Interleaving light co-polyamide veils to enhance thin-ply impact tolerance with reduced penalty of in-plane mechanical properties: high resolution X-Ray tomography investigation Santiago García Rodríguez UNIVERSITAT DE GIRONA	B4.23. Fabricación y ensayo de un nuevo nodo de CFRP unido mediante adhesivos para su uso en estructuras de autobús Pedro Gálvez Villarino UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
10:10 – 10:30	B4.16. Sheet molding compounds; processing and assembly Kepa Zulueta Uriondo LEARTIKER S.Coop.	B3.16. Proyecto Fibreship: desarrollo de tecnología de materiales compuestos para grandes buques Alfonso Jurado Fuentes TSI S.L.	B7.2. Influencia del uso de fibras recicladas de latón provenientes del proceso de electroerosión por hilo en las propiedades físicas, térmicas y mecánicas de morteros autonivelantes Roque Borinaga Treviño UPV/EHU	B1.16. Enhanced interlaminar fracture toughness of woven carbon fabric/epoxy composites by interleaving home-made CNT veils Yunfu Ou Yang IMDEA Materiales	B4.24. Desarrollo y caracterización de nano-composites de polipropileno Soraya Pintos Martínez AIMEN
10:30 – 10:50	B4.17. Simulation strategy to compensate spring-in deformations in aeronautical panel made by liquid resin infusion Manuel Laspalas Casanova ITAINNOVA	B3.17. Tapes unidireccionales como refuerzo localizado en una válvula moldeada por inyección. Transferencia de tecnología de automoción a aeronáutica Raquel Ledo Bañobre CTAG	B7.3. Manufacturing of carbon fiber reinforced PET from wastes of CFRP and PET bottles Sara López de Armentia Hernández UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B1.17. El rol de los velos de nanofibras desarrolladas por electrospinning en las propiedades mecánicas de los composites reforzados con fibra de carbono Ana Pérez Márquez TECNALIA	B4.25. Evaluación de las propiedades mecánicas de biolaminados preparados mediante diferentes técnicas de manufactura Edgar Franco Urquiza CENTA-CIDESI
10:50 – 11:20	PAUSA CAFÉ + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS				
BLOQUE	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B6. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN Y REPARACIÓN	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN
MODERADOR	Antonio Mateos CTAG	Carmen Mª Abreu Universidade de Vigo	Alfredo Güemes UPM	Fernando Rodríguez FIDAMC	Miguel de Dios CTAG
11:20 – 11:40	B4.18. Compaction influence in properties of carbon reinforced polymer composites Natalia Gutiérrez Pérez de Eulate IK4-IDEKO S. Coop.	B3.18. Estudio del envejecimiento acelerado bajo radiación solar concentrada de vidrios de oxicarbono como receptores de alta temperatura M. Alejandra Mazo Fernández INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO (CSIC)	B7.4. Rheological modification of PET waste. Thermoplastic pultrusion as recycling technology María Asensio Valentín Universidad de Valladolid / Fundación CIDAUT	B1.18. Longitudinal tensile failure mechanism in unidirectional FRP composites by means of computational micromechanics Mostafa Barzegar IMDEA Materiales	B4.26. Propiedades mecánicas del nano-compuesto Al6005A-nTiC obtenido mediante molienda mecánica, extrusión caliente y FSW Iria Feijoo Vázquez UNIVERSIDADE DE VIGO
11:40 – 12:00	B4.19. Preformado rápido para aplicaciones de automoción mediante instalaciones flexibles y automatizadas Xabier Irastorza Arregi TECNALIA	B2.15. Monitoring of freeze-thaw cycles in concrete using and embedded micro-sensor and strain gauges Jesús Olivera Cabo LAB. DE LA D.G. DE ADUANAS, REP. DOMINICANA	B6.1. Sistema de visión artificial para la inspección automática de preformas Nerea Alberdi Olaizola TECNALIA	B1.19. Homogenization procedures for the numerical analysis of eco-composites Lucía G. Barbu CIMNE	B4.27. Hybridization Process of Carbon Fibre Sheet Moulding Compound with Carbon Fibre Prepregs: a Case Study Jorge Duraes Silva INEGI
12:00 – 12:20	B4.20. Sistema de corte 3D automático de preformas de fibra seca basado en visión por computador Adrián Guillén Plaza FIDAMC	B2.16. Desarrollo de nuevos recubrimientos multifuncionales: transparentes, con propiedades de superhidrofobicidad y resistencia al desgaste Nuria Mas Font CENTRO TECNOLÓGICO DE COMPONENTES (CTC)	B6.2. Monitorizado de la evolución de la rigidez durante el curado UV mediante ultrasonidos con acoplamiento de aire Ander Domínguez-Macaya MONDRAGON UNIBERTSITATEA	B1.20. FE mechanical prediction of CFRP considering different carbon fiber surface treatments Clara Valero ITAINNOVA	B4.28. Fabricación de material compuesto de aluminio reforzado con fibra de carbono Javier Bedmar Sanz UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS
12:20 – 12:40	B4.21. Machining of hybrid composite materials António Torres Marques INEGI	B2.17. Aplicación de adhesivos tipo film dopados con nanotubos de carbono para la detección de crecimiento de grietas en estructuras de material María Sánchez Martínez UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	B6.3. Ensayo de estructuras aeronáuticas de material compuesto a altas frecuencias mediante la técnica de correlación digital de imágenes proyectada Antonio Fernández López UNIV. POLITÉCNICA DE MADRID	B1.21. Interlaminar fracture toughness of 3D printed continuous-fibre reinforced polyamide Mikel Iragi Sampedro MONDRAGON UNIBERTSITATEA	B4.29. Reducción de porosidad en RTM mediante el control de la velocidad del frente de flujo Julen Mendikute San Martín MONDRAGON UNIBERTSITATEA
12:40 – 13:00	B4.22. Predicción del fallo en el entorno del taladro en uniones remachadas con materiales compuestos Alberto Barroso Caro UNIVERSIDAD DE SEVILLA	B2.18. Comparativa de propiedades de tracción, compresión, cortadura en el plano de materiales compuestos con fibras naturales Ángel Pozo Morales UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	B6.4. Estudio de la generación y evolución de daño en laminados de fibra de carbono sujetos a ciclado térmico y agentes corrosivos Iker Lizarralde Delgado IMDEA Materiales	B1.22. Ensayos biaxiales sobre probetas cruciformes de laminados CFRP ante presencia de cargas de compresión Sergio Horta Muñoz UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA	B4.30. Nuevas técnicas de soldadura de materiales termoplásticos de matriz continua Sonia Florez Fernández TECNALIA
13:00 – 14:00	COMIDA NETWORKING BY PEPEVEIRA + SESIÓN DE PÓSTERS				

SALA	AUDITORIO	SALA ZIUR	SALA AEMAC	SALA UNIVERSIDADE DE VIGO	SALA CTAG
BLOQUE	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	SESIÓN TEMÁTICA: INNOVACIÓN EN GALICIA	B7. RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD	B5. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO	COLOMBIA PAÍS INVITADO
MODERADOR	Alejandro Pereira Universidade de Vigo	Ana Paul CTAG	María Lluisa Maspocho AEMAC	Gloria Pena – Universidade de Vigo	Helena Abril - AEMAC
14:00 – 14:20	B4.31. Predicción de la orientación de fibra en composites termoplásticos Felipe Garitaondia Bidasolo LEARTIKER S. Coop.	G1. Presentación proyecto Materioteca Santiago Nieto Mengotti GAIN – AXENCIA GALEGA DE INNOVACIÓN	B2.19. Damage controlled composite materials (DACOMAT): An EU project Alfredo Guemes UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	B5.12. Acoustic emission technology suitability for testing composite materials Javier Zurbitu González IKERLAN	C1. Reciclado botellas de PET en resinas de poliéster insaturado Esteban Tous ANDERCOL S.A.S. - ALMACO
14:20 – 14:40	B4.32. Desarrollo de materiales compuestos de base ASA para fabricación aditiva de gran formato Daniel Moreno Sánchez UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	G2. Innova Galicia y otras iniciativas de emprendimiento Rosa Eguizábal ZONA FRANCA DE VIGO	B7.5. Fabricación aditiva, puerta a la reutilización de Composites Guillermo Hernaiz López AIRBUS OPERATION S.L.	B5.13. Dispositivo antipandeo para ensayos biaxiales con probetas cruciformes María del Carmen Serna Moreno UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA	C2. Sistema de Protección Térmica Basado en Polímeros Reforzados con Nanotubos de Carbono y Dióxido de Titanio para Aplicaciones Industriales Alejandra García Isaza TECNOACADEMIA SENA MEDELLIN, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
14:40 – 15:00	B4.33. Development and manufacturing of a heavily loaded camber link based on a one-shot RTM, highly integrated and lightweight CFRP concept Eduard Bellvert Rios TECNALIA	G3. Impulso público-privado a la aceleración de proyectos innovadores: Business Factories Pedro Arenas GAIN – AXENCIA GALEGA DE INNOVACIÓN	B7.6. Estudio del comportamiento reológico de los asfaltos modificados con polímeros Carmen María Abreu UNIVERSIDAD DE VIGO	B5.14. Metodología de cálculo de piezas procesadas mediante fabricación aditiva Estefanía Rodríguez Alonso FUNDACIÓN CIDAUT	C3. ALMACO, el mejor socio para un continente abierto a los materiales compuestos Esteban Tous ALMACO

PAUSA CAFÉ + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS

VISITAS*

Opción 1
CTAG – CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA



Opción 2
PSA PEUGEOT CITROËN – PLANTA DE VIGO



Opción 3
RODMAN POLYSHIPS



Opción 4
DELTA VIGO



*Salida de autobuses en la puerta de la sede Afundación a las 15:30h.

Para aquellos asistentes sin opción a visita debido a que se hayan cubierto las plazas disponibles, se ofrecerá una alternativa de **visita turística** por la ciudad de Vigo

Existe la opción de reservar una plaza de acompañante para la visita turística a un precio especial. Más información y reservas a través de mice@abramar.com

PLAZAS LIMITADAS. NO SE OLVIDE DE LLEVAR SU TICKET

ASAMBLEA GENERAL DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MATERIALES COMPUESTOS (AEMAC)

Asistencia limitada a los socios de AEMAC

CENA DE GALA EN EL PAZO LOS ESCUDOS

Avda. da Atlántida 106, Vigo

Aperitivos en jardín, pulpeira y cena de gala
Entrega de PREMIOS otorgados por AEMAC

Actuación en directo del grupo de Rock & Soul **BROKEN PEACH**

Salida de autobuses en la puerta de la sede Afundación a las 20:15h

PLAZAS LIMITADAS. NO SE OLVIDE DE LLEVAR SU TICKET



SALA	AUDITORIO	SALA ZIUR	SALA AEMAC	SALA UNIVERSIDADE DE VIGO	SALA CTAG
BLOQUE	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B7. RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN
MODERADOR	Raquel Ledo CTAG	Julia Cristobal Universidade de Vigo	Fernando Rodríguez FIDAMC	Miren Blanco - TEKNIKER	Marta Cabeza Universidade de Vigo
09:50 – 10:10	B2.20. Integración de transductores de audio en un panel de puerta composite para la creación de un sistema de sonido basado en superficies acústicas Miguel de Dios Álvarez CTAG – CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMOCION DE GALICIA	B4.34. Desarrollo de preformas de fibra seca para la fabricación de piezas estructurales de grandes dimensiones mediante la tecnología RTM para el sector aeronáutico María Ariño Palacín EURECAT	B1.24. Compression after impact test on woven CFRP laminates: the effect of ply clustering Jose Alfonso Artero Guerrero UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B7.7. Study of the influence of surface treatments in kraft paper for the compatibilization with thermoplastic polymers Carlos Miguel da Mota Mota FIBRENAMICS_TECMINHO	B4.42. Ignifugación de perfiles de pultrusión curados mediante radiación ultravioleta Isosu Tena Merino MONDRAGON UNIBERTSITATEA
10:10 – 10:30	B2.21. Bio-based aliphatic polyurethane matrix for sustainable UV-resistant composites María Almato Guiteras COVESTRO	B4.35. Desarrollo de componentes multi-material para el sector de automoción Laura Mera Álvarez AIMEN	B1.25. PostProcessing-microstructure-calorimetry effects on the mechanical response of additive manufactured continuous-fibre reinforced polymers Paula San Martín IMDEA MATERIALES	B7.8. Compressive behaviour of a natural core Edgar Arturo Gómez Meisel UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B4.43. Effect of thermal annealing and acetone vapour on the transverse mechanical properties of 3D-printed CF reinforced ABS Norbert Blanco Villaverde UNIVERSITAT DE GIRONA
10:30 – 10:50	B2.22. Desarrollo de filamentos para impresión 3D basados en cerámicas bioinspiradas Jose Rojas Lozano UNIVERSIDAD DE VIGO	B4.36. Caracterización mecánica y microestructural de materiales compuestos de base aluminio y alto contenido de refuerzo deformados en condiciones extremas Gaspar González Doncel CENIM-CSIC	B1.26. Materiales multicomponente para disipación térmica con estructuras alternadas de espuma de aluminio y material compuesto aluminio/diamante Lucila Paola Maiorano Lauria UNIVERSIDAD DE ALICANTE	B7.9. Use of biogenic silica nanoparticles derived from biomass in polymeric formulations and their applications Mariana Ornelas CeNTI	B4.44. Estudio de velocidad de resina y poros en procesos de moldeo por ruta líquida mediante tomografía rápida de rayos X Jaime Castro Arias IMDEA Materiales
10:50 – 11:20	PAUSA CAFÉ + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS				
BLOQUE	B2. MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS	B4. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN	B1. AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS	B7. RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD	B5. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO
MODERADOR	Gloria Pena Universidade de Vigo	Miguel de Dios CTAG	María Sanchez Universidad Rey Juan Carlos	Carlos Bandrés CTAG	Xavier Martínez AEMAC
11:30 – 11:50	B2.23. Bio-nanocomposites de poliamida/sepiolita para aplicación en procesos de fabricación aditiva Manuel Herrero Villar UNIV. DE VALLADOLID / FUNDACIÓN CIDAUT	B4.37. Fabricación de especímenes mediante infusión para la pirámide de ensayos estructurales del "outcome lower skin" (Programa Clean Sky 2) Patricia Tabarés Fernández FIDAMC	B1.27. Moldes fabricados en impresión 3D para el curado UV aplicado a Light-RTM Lorea Buruaga Lamarain MU-EPS	B7.10. Eco sustainable rail: production of sustainable railway sleepers from mixed plastic waste Bruno Pereira da Silva PIEP - Innovation in Polymer Engineering	B5.15. Ley cohesiva en modo mixto de uniones adhesivas Ainhoa Arrese Arratibel UPV/EHU
11:50 – 12:10	B2.24. Modificación superficial de fibras de carbono para su aplicación en supercondensadores para vehículos eléctricos José Joaquín Artigas Arnaudás UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	B4.38. Función del soporte ("carrier") en adhesivos formato film y efecto en su función Victor Capilla Díez ALESTIS AEROSPACE	B1.28. Carbon/epoxy laminates loaded with graphene related materials Jorge López Puentes UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	B7.11. Fabricación de compuestos de fibra larga reciclada de carbono mediante inyección Andrea Fernández Gorgojo IMDEA Materiales	B5.16. Multimaterial ballistic solutions for UAVs Ricardo Rodrigues Pinto INEGI
12:10 – 12:30	B2.25. Materiales híbridos bioinspirados para la disminución de la resistencia viscosa en buques Álvaro Rodríguez Ortiz UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	B4.39. Caracterización superficial avanzada de superficies CFRP previa a la unión adhesiva. Tratamiento superficial con Peel PLY vs. tratamiento con láser UV Marta Botana Galvín TITANIA, ENSAYOS Y PROYECTOS INDUSTRIALES	B1.29. A new approach to attenuate low velocity impact damages on CFRP structures Luis Amorim Machado UNIVERSIDADE DO MINHO	B7.12. Composites sostenibles basados en fibra de carbono reciclada y resinas reciclables para el sector de automoción Jose Luis Gómez Alonso GAIKER	B5.17. Comportamiento a impacto axial de tubos auxéticos fabricados mediante impresión 3D de poliamida reforzada con fibra de carbono corta Jon Aurrekoetxea Narbarte MONDRAGON UNIBERTSITATEA
12:30 – 12:50	B2.26. Influencia de la tipología de residuos agroforestales en las propiedades mecánicas de materiales compuesto de matriz polimérica Gonzalo Piñeiro Veiras XERA – AXENCIA GALEGA DA INDUSTRIA FORESTAL	B4.40. The compression behaviour of non-crimp fabrics composites for automotive applications Modesto Mateos Heis MONDRAGON UNIBERTSITATEA	B1.30. Smart composites with magnetic microwire inclusions allowing non-contact stresses and temperature monitoring Koldo Gondra GAIKER	B7.13. Uso de materiales biobasados para la fabricación y reciclaje de componentes en los sectores de la construcción y el transporte Julio Vidal Navarro AITIP	B5.18. Monitorización estructural del RPAS Milano en la fase de ensayos en vuelo Maite Frovel INTA
12:50 – 13:10	B2.27. Review of TECNALIA's activities and applications with CNTs. How to overcome the barriers to introduce nanotechnologies in composite parts Richard Seddon TECNALIA	G4. Civil.UAVs.Initiative Patricia Argerey Vilar GAIN – AXENCIA GALEGA DE INNOACIÓN	B1.31. Evaluation of impact resistant composites for aircraft canopy Ricardo Jorge Braga Rocha INEGI	B7.14. Cementos ternarios como alternativa sostenible para la ingeniería civil Isidro Sánchez Martín UNIVERSIDAD DE ALICANTE	B5.19. Comportamiento a flexión de estructuras sándwich obtenidas mediante impresión 3D con fibra continua Aritz Esnaola Arruti MONDRAGON UNIBERTSITATEA
13:15 – 14:00	MESA SECTORIAL DE ENERGIA, HÁBITAT & OCIO: "Composites en la Economía Circular" MODERADOR: Dr. Antonio Fernández, AEMAC PARTICIPAN: ACCIONA, GALVENTUS, BLINDAXE SPORT, NORMAN FOSTER FOUNDATION, FINSA				
14:00 – 14:15	ACTO DE CLAUSURA: Excmo. Sr. D. Abel Caballero, Alcalde de Vigo; D. Luis Moreno Diéguez, Director General CTAG; D. Manuel J. Reigosa, Rector de la Universidade de Vigo; D. Jacinto Tortosa, Presidente AEMAC				
14:15 – 15:15	COMIDA DE CLAUSURA BY PEPEVEIRA + SESIÓN DE PÓSTERS & STANDS				

SESIÓN DE PÓSTERS

<p>B1.</p> <p>AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS</p>	<p>P1. Optimización y caracterización del proceso de T-RTM para la poliamida 6. Isabel Harismendy. TECNALIA</p> <p>P2. Magnetic properties and applications of glass-coated ferromagnetic microwires. Mihail Ipatov. UPV/EHU</p> <p>P3. Desarrollo de nuevas formulaciones de resinas PUR de altas prestaciones para procesos de alta cadencia de producción de componentes estructurales. Oihane Echeverría Altuna. TECNALIA</p> <p>P4. Development of polyamide 6 by T-RTM process for automotive industry. Joana Nogueira Lagarinhos. UNIVERSIDADE DE AVEIRO</p> <p>P5. Mechanical Characterization of Advanced Carbon Fibre Reinforced Polymers for Down Selection of Aero-Structural Materials. Kirsá Muñoz Sánchez. ELEMENT SEVILLE</p> <p>P6. Estudio comparativo de métodos para la obtención de porcentaje de huecos, fibra y resina en materiales compuestos. Miguel Ángel Jiménez Sánchez. ELEMENT SEVILLE</p> <p>P7. Efecto de la interacción entre agujeros en la iniciación del daño en laminados. Enrique Barbero Pozuelo. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p> <p>P8. Simulating Scratch Behaviour of HDPE and Liquid-Crystalline Islands Composites through Molecular Dynamics. Ricardo Simoes. POLYTECHNIC INSTITUTE OF CAVADO AND AVE (IPCA)</p>
<p>B2.</p> <p>MATERIALES MULTIFUNCIONALES, BIOINSPIRADOS Y SMART MATERIALS</p>	<p>P9. Espectroscopía de impedancia aplicada al estudio de cementos conductores. Pablo Astray Martínez. UNIVERSIDADE DE VIGO</p> <p>P10. Evaluation of the potential of lignin for the production of carbon fibers. Miguel Pereira Guerreiro. PIEP – INNOVATION IN POLYMER ENGINEERING</p> <p>P11. Materiales espumados multifuncionales a partir de materiales compuestos multifásicos. José Miguel Molina Jordá. UNIVERSIDAD DE ALICANTE</p>
<p>B3.</p> <p>CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES COMPUESTOS</p>	<p>P12. La fibra de carbono en el mercado del lujo. Pedro Sánchez Nogueira. CARBON COMPOSITES, S.L.</p> <p>P13. Production of a composite materials hull of a vessel prototype by vacuum assisted resin infusion: numerical and experimental study. Joana Moura Malheiro. PIEP – INNOVATION IN POLYMER ENGINEERING</p>
<p>B4.</p> <p>PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN</p>	<p>P14. Procesado y ensayo de un material superestructural destinado a la industria del automóvil. Alberto Tielas Macía. CTAG – CENTRO TECN. DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA</p> <p>P15. Estudio topográfico y dimensional de material poliuretano termoestable mediante mecanizado robotizado. María Teresa Prado Cerqueira. UNIVERSIDADE DE VIGO</p> <p>P16. Optimización instalación térmica (v) Sistema de producción: caso práctico “Hot-Forming”. Marta Acosta Rodríguez. ALESTIS AEROSPACE</p> <p>P17. Fotopolimerización catiónica y postcurado térmico de nanocompuestos epoxi/BN Carmen Arribas Arribas UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</p> <p>P18. Evolución del proceso de fabricación de un mamparo vertical rigidizado con diferentes opciones tecnológicas. Rocío Palomo Vera. ALESTIS AEROSPACE</p> <p>P19. Application of ball milling in the synthesis of Al7075 composites containing carbon nanotubes Gloria Pena Uris UNIVERSIDADE DE VIGO</p>
<p>B5.</p> <p>COMPORTAMIENTO EN SERVICIO</p>	<p>P20. Comportamiento mecánico de paneles sándwich de caras disimilares. Jorge Bonhomme González. UNIVERSIDAD DE OVIEDO</p> <p>P21. Evaluación de la extensión del daño en laminados de fibra de vidrio. Shirley Kalamis García Castillo. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p> <p>P22. Análisis fractográfico y numérico del ensayo LHBT para la determinación del modo III. Victoria Mollón Sánchez. UNIVERSIDAD DE OVIEDO</p> <p>P23. Influencia de la metodología de ensayo en el comportamiento a fatiga de un compuesto sometido a modo mixto I/II de fractura. Antonio Argüelles Amado. UNIVERSIDAD DE OVIEDO</p> <p>P24. Caracterización dinámica simétrica y asimétrica a fractura en modo III de composites epoxi-fibra de carbono unidireccional. Jaime Viña Olay. UNIVERSIDAD DE OVIEDO</p> <p>P25. Efecto del envejecimiento térmico en el comportamiento mecánico de la resina epoxi reforzada con fibra de carbono. Miguel Ángel Caminero. UNIV. CASTILLA LA MANCHA</p> <p>P26. Additive manufacturing of continuous fibre reinforced thermoplastic composites using fused deposition modelling: effect of process parameters on mechanical properties. Jose María Reverte Palomino. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA</p> <p>P27. Tolerancia al daño de placas de laminados reparadas. Inés Iváñez del Pozo. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p> <p>P28. Los materiales compuestos en el ICTS-CEHIPAR. Juan Luis Martínez Vicente. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA</p>
<p>B7.</p> <p>RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD</p>	<p>P29. Mejora de la resistencia al agua en pastas y morteros autonivelantes de residuos de anhídrita natural. Carlos Lillo Polo. UNIVERSIDAD DE ALICANTE</p> <p>P30. Evaluación del daño por neblina salina en laminados fabricados a partir de fibra de carbono reciclada. Cecilia Zárate Pérez CIDESI</p> <p>P31. Geopolímeros celulares: desarrollo de hormigones ligeros ecológicos sin cemento (Proyecto GEOCEL). Paula Rodríguez Alonso. AIMEN</p> <p>P32. Caracterización de morteros ligeros de escoria de SiMn activada alcalinamente con poliestireno expandido reciclado. Emilio Zornoza Gómez. UNIVERSIDAD DE ALICANTE</p> <p>P33. Viabilidad del uso de corcho aglomerado como núcleo de estructuras sándwich sometidas a impacto. Sonia Sánchez Sáez. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p> <p>P34. Recuperación de fibras a partir de residuos de materiales compuestos por tratamiento térmico: optimización experimental y matemática de las variables de operación. Alexander López Urionabarrenechea. UPV/EHU</p>

PATROCINADORES PREMIUM



PATROCINADORES STANDARD



ORGANIZADO POR



Universidade de Vigo



Sesión Temática:

1.- Avances en Materiales Compuestos



TERMOCONFORMADO DE COMPOSITOS TERMOESTABLES FABRICADOS POR PULTRUSIÓN.

**I. Aranberri^{*1}, A.M. Salaberria¹, G. Hoyos¹, A. Rekondo¹, H.J. Grande¹,
M. Landa², X. Pavón³, D. Ramos³**

1. CIDETEC, Polímeros y Composites, Pº Miramón 196, 20014, Donostia, España

2. FIBER PROFIL S. L., Avd. Almirante Vicuña, pab. 3-4, 20230 Legazpi, España

3. LOIRE GESTAMP, Zikuñaga, 22, 20120 Hernani, España

[*iaranberri@cidetec.es](mailto:iaranberri@cidetec.es)

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de un perfil fabricado por pultrusión y posteriormente curvado por termoconformado. El perfil de pultrusión está basado en una nueva resina epoxi termoestable con enlaces dinámicos capaz de ser reprocesada, reparada y reciclada gracias a la incorporación de enlaces reversibles dentro de su estructura reticulada (Tecnología 3R). Al tratarse de una resina que contiene enlaces dinámicos, el composite curado presenta unas propiedades inimaginables hasta ahora para los materiales termoestables.

En una primera fase, se ha desarrollado una formulación resina/endurecedor procesable por pultrusión que presenta una viscosidad, adherencia a la fibra, velocidad de curado, etc., similar a una formulación convencional y en una segunda fase se han analizado y optimizado los parámetros del proceso de termoconformado (presión, temperatura o velocidad de conformado/deformación), atendiendo a las propiedades del nuevo material compuesto. Adicionalmente, se mostrará que los perfiles fabricados mediante composites 3R pueden ser reparados y reciclados, disminuyendo la cantidad de residuo generado durante el proceso de fabricación. Por lo tanto, los perfiles que no cumplen con las especificaciones podrían ser triturados y reutilizados.

Gracias a la combinación de los procesos de pultrusión y termoconformado, el perfil longitudinal de composite 3R adquiere una nueva geometría curva definida por el diseño de un molde. De esta manera, el termoconformado de los perfiles rectos permitirá fabricar perfiles curvos en cadencias medias-altas, propias del sector automoción, a partir de perfiles de composite termoestable de altas prestaciones mecánicas fabricados mediante pultrusión.

PALABRAS CLAVE: Epoxi, Vitrímero, Enlaces covalentes dinámicos, Pultrusión, Termoconformado

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS

R. Calderón-Villajos¹, A.J. López¹, L. Peponi², J. Manzano-Santamaría¹, A. Ureña¹
¹*Dept. de Matemática Aplicada, Ciencia e Ingeniería de Materiales y Tecnología Electrónica, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos.*

C/ Tulipán s/n, Móstoles 28933 Madrid (Spain)

²*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, ICTP-CSIC, Calle Juan de la Cierva 3, 28006, Madrid (Spain)*

*rocio.calderon@urjc.es

IMPRESIÓN 3D DE PROBETAS DE SURLYN CON NANOTUBOS DE CARBONO DE PARED MÚLTIPLE: PROPIEDADES MECÁNICAS Y PROCESO DE AUTO-REPARACIÓN.

Palabras clave: Impresión 3D, surlyn, nanotubo de carbono, micro-tracción, auto-reparación.

El ácido etileno-co-ácido metacrílico (EMAA) con un 30 % de neutralización con Na produce el polímero conocido como Surlyn8940® que tiene grandes propiedades de auto-reparación pero bajas propiedades mecánicas. Se ha procedido a la fabricación de probetas de tracción con medidas 35 x 2 x 1 mm (ISO-527-2:1993 5B) con y sin nano-refuerzo de nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNTs) con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas. Para ello se ha procedido a la mezcla y homogenización del Surlyn8940® con MWNT al 0.1 % en peso en una cámara de premezcla y posteriormente se ha extruido la mezcla fabricando un filamento de 1.75 mm para realizar la impresión 3D de las probetas. Se ha comprobado la buena dispersión del nano-refuerzo mediante fractura criogénica de las probetas y su observación en FEG-SEM.

Se han realizado ensayos de tracción hasta rotura de las muestras con una máquina de micro-tracción instalada en el interior del SEM y se ha comprobado que las propiedades mecánicas mejoran con el nano-refuerzo, pasando la tensión máxima τ_s de 19.4 a 35 MPa gracias al nano-refuerzo.

También se ha evaluado la capacidad de auto-reparación del polímero y se observa que no ha existido degradación en la capacidad de auto-reparación del material por la presencia del nanorefuerto. La adición del 0.1 % en peso de MWCNTs a la muestra de Surlyn8940® mejora las propiedades mecánicas y no merma su capacidad de auto-reparación.

CONTRIBUTION IN THE DEFINITION OF NATURAL FIBER MANUFACTURING PROCESS TO REINFORCE THE MECHANICAL BEHAVIOR OF MORTARS AND CEMENT

E. Amami, Y. Massi, K. Aït-Mokhtar, R. Belarbi, C. Besombes*, K. Allaf
University of La Rochelle-Faculty of Science and Technology,
Laboratory of Engineering Science for Environment (LaSIE UMR 7356 CNRS),
Avenue Michel Crépeau, 17042 La Rochelle, France.
*colette.besombes@univ-lr.fr

ABSTRACT

The main focus of the actual research work has been the study the most effective manufacturing process of various types of natural fibers and to use them as a new way able to reinforce the mechanical behavior of mortars in terms of toughness, ductility, flexural amortization, and impact resistance. These emerging techniques shall be devoted to modify the mortar composite behavior by inserting the natural fibers. Our objectives have been to:

- 1/ define a new process for manufacturing high quality long natural fibers using Instant Controlled Pressure-Drop DIC - assisted "organosolv" type operation;
- 2/ design and build a **specific laboratory-scale TRIPOLIUM DIC reactor** devoted to such an operation by coupling the solvent treatment of various natural materials and the DIC;
- 3/ identify correlations between the nature and the specificities of such natural fibers and the characteristics of the mortars intended to reinforce their anti-seismic aspect and behavior by inducing a non-linear post-cracking stage able to absorb large amounts of energy prior to breakage and collapse.

Thus, the main objective was to insert natural fibers within mortar leading to produce Natural Fiber Reinforced Mortar (NFRM) as a paraseismic material. The analysis of the mechanical behavior of the NFRMs was achieved in a well-detailed manner. Fiber distribution and fiber orientation have been the most critical parameters. The geometry of the structure shall ultimately dictate the NFRM composition that will provide the best behavior for which the fiber reinforcement is designed.

KEYWORDS: Instant Controlled Pressure Drop DIC; Natural Fiber Reinforced Mortar (NFRM); Tripolium (intermittent organosolv treatment); paraseismic building.

TYPE OF PAPER: ORAL

THEMATIC SESSION: Trends on Compounds Materials

RESINAS EPOXI EMPLEADAS EN LOS RODILLOS DE FABRICACIÓN DE PAPEL CON PROPIEDADES MECÁNICAS, CONDUCTIVIDAD Y RUGOSIDAD MEJORADAS

A. Crespo¹, J.M. Garcés², N. Lardiés*¹, A. Navarro¹, R. Ruiz¹

¹Dpto. Composites (AIMPLAS)

²TECNOCAUCHO

*nlardies@aimplas.es

RESUMEN

En la industria de fabricación de papel se emplean rodillos de considerables dimensiones compuestos por diferentes capas de materiales (núcleo metálico, poliuretano y composite con resina epoxi entre otros). La empresa TECNOCAUCHO se dedica a la fabricación de estos rodillos y en colaboración con AIMPLAS se han modificado las dos resinas epoxi que se utilizan en dos de sus rodillos (rodillo guía y rodillo calandra). En los dos casos la capa de resina epoxi que compone los rodillos era su punto débil, por lo que se mejoraron las propiedades mecánicas para aumentar la vida útil de cada rodillo además de la conductividad del rodillo guía y la rugosidad del rodillo calandra. Actualmente no existe en el mercado una resina epoxi con las propiedades que se han conseguido en este proyecto.

El rodillo guía tiene como función tirar y tensar la tela portadora del papel. Como consecuencia de la fuerza de fricción generada se crea electricidad estática llegando a desprenderse chispas. Este fenómeno supone un grave riesgo para cualquier industria o planta, pero es especialmente alarmante en instalaciones de procesamiento de papel, dada la alta inflamabilidad de este material. Para evitar estas chispas es necesario aumentar la conductividad de la resina epoxi. Mediante adición de nanocargas se consiguió mejorar las propiedades mecánicas de la resina epoxi en un 7,7% con respecto a la resina comercial original y se consiguieron valores de resistividad inferiores a 100 Ω m (valor objetivo de la empresa), reduciendo al máximo la generación de chispas.

Respecto al rodillo calandra, éste se encuentra en la última etapa del procesamiento de papel, que consiste en hacer pasar el papel entre dos rodillos calandra y cuya finalidad es modificar las características superficiales del papel para su uso posterior. En este caso, con adición de nanocargas se consiguió mejorar en un 18,6% las propiedades mecánicas (tracción a 130°C) y la rugosidad de la última capa del rodillo que compone la resina epoxi; se consiguieron valores de rugosidad (Rz) inferiores a 0,2 micras (valor objetivo de la empresa) mejorando sustancialmente las propiedades superficiales del papel.

PALABRAS CLAVE: Nanomateriales, epoxi, rodillo, conductividad, resistencia

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en materiales compuestos

SIMULACIÓN DE UN PROCESO DE PULTRUSIÓN DE PERFILES DE MATERIAL COMPUESTO REFORZADOS CON FIBRA DE CARBONO PARA APLICACIONES AERONÁUTICAS

J. M. Bayo*, I. Gracia, C. Mellado

CT INGENIEROS Parque Tecnológico Aeroespacial C/Hispano Aviación, n.11, 2 Planta
41300 La Rinconada - SEVILLA

*jbayo@ctingenieros.es

RESUMEN

La fabricación mediante un proceso de pultrusión permite obtener perfiles estructurales de materiales compuestos, evitando procesos discontinuos necesitados del uso de autoclave para el curado del material. Este proceso suele usar fibra de vidrio como refuerzo no alcanzando calidades necesarias en aplicaciones aeronáuticas estructurales. El presente trabajo desarrolla una simulación numérica de la pultrusión con materiales compuestos reforzados con fibra de carbono para aplicaciones estructurales aeronáuticas.

Para poder obtener materiales de alta calidad, se requiere un desarrollo de producto donde se estudien los parámetros de proceso. En este sentido, se ha realizado un estudio completo del proceso de pultrusión mediante el desarrollo de simulaciones numéricas mediante el software ABAQUS y NASTRAN/PATRAN desde el punto de vista del material fabricado y el molde de pultrusión utilizado.

Estos dos enfoques se han desarrollado generando modelos de elementos finitos. En primer lugar modelos que simulan y predicen las propiedades físico-químicas del material como la temperatura de transición vítrea y grado de curado final del material ante procesos con diferente configuración de temperaturas, velocidades de tiro y geometrías. En segundo lugar se ha simulado el molde de pultrusión para obtener las dilataciones y cargas aplicadas sobre el perfil fabricado para evaluar la influencia de este en el proceso de pultrusión y la calidad del perfil obtenido.

Los resultados obtenidos han sido correlados mediante ensayos mecánicos y físico-químicos además de ensayos de fabricación que obtuvieron los perfiles simulados con objeto de introducir la tecnología y las piezas fabricadas en futuras estructuras aeronáuticas.

PALABRAS CLAVE: Materiales compuestos, pultrusión, elementos finitos

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

FABRICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA REFORZADOS CON MAGNETITA Y NEGRO DE CARBÓN PARA APLICACIONES DE BLINDAJE ELECTROMAGNÉTICO.

A. Garzón^{1,3*}, J. Ramos¹, A. Rosales², D. Landínez³, J. Roa³,

¹Departamento de Física Aplicada y Departamento de Ingeniería Química, Laboratorio de Materiales y Superficie (Unidad Asociada al CSIC), Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos, Universidad de Málaga, E29071 Málaga, España.

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia, E170003 Manizales, Colombia.

³ Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Grupo de Física de Nuevos Materiales, Universidad Nacional de Colombia, E111321 Bogotá, Colombia.

[*aogarzonp@uma.es](mailto:aogarzonp@uma.es), aogarzonp@unal.edu.co

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la fabricación y la caracterización morfológica, estructural, dieléctrica y magnética, así como las propiedades de blindaje electromagnético de compuestos basados en una matriz polimérica reforzada con diferentes cantidades de magnetita y negro de carbón. Este tipo de materiales se utilizan para la fabricación de componentes electrónicos, polímeros con memoria de forma y especialmente para la producción de materiales atenuadores de radiación electromagnética en aplicaciones de defensa militar pasiva, construcción de edificios, barcos, aviones y otros vehículos de transporte.

Para la fabricación de los compuestos se siguió la técnica de mezcla en estado fundido y vulcanización. Se fabricaron por separado compuestos reforzados con nanopartículas de magnetita sintética y magnetita mineral; en todos los casos se agregaron diferentes proporciones de magnetita a la matriz. El análisis morfológico llevado a cabo por FESEM evidencia las diferencias de aspecto y forma de los refuerzos, relacionándose directamente con su dispersión en la matriz y consecuentemente con la variación de las propiedades de los compuestos. A través de la espectroscopía RAMAN se estudió la interacción en las interfaces matriz-refuerzo. La variación de la magnetita adicionada y su procedencia afectan directamente propiedades como la resistividad eléctrica, la permitividad dieléctrica, la permeabilidad y la susceptibilidad magnética, al igual que la magnetización de saturación. Las propiedades de apantallamiento electromagnético fueron evaluadas en la banda X de frecuencia (8-12 GHz) y banda K (18-27 GHz), observándose atenuaciones superiores a los 34 dB para los compuestos con mayor cantidad de magnetita.

PALABRAS CLAVE: Blindaje electromagnético, nanopartículas, magnetización, permitividad dieléctrica, permeabilidad magnética.

TIPO DE PONENCIA: Oral.

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en materiales compuestos.

INTEGRACIÓN DE NÚCLEOS DE IMPRESIÓN 3D EN EL PROCESO DE CRTM

M. Baskaran*, J. Mendikute, U. Morales, A. Esnaola, L. Aretxabaleta y J. Aurrekoetxea

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea, España.

*mbaskaran@mondragon.edu

RESUMEN

En el presente trabajo se ha demostrado el potencial de *Compression Resin Transfer Moulding* (CRTM) para la fabricación de estructuras sándwich de núcleo de impresión 3D y pieles de CFRP, con menores tiempos de ciclo que en *Resin Transfer Moulding* (RTM). Esto se debe a que en el CRTM debido al hueco que se genera entre la preforma y la cara del molde, el flujo de llenado de la preforma pasa de ser en el plano a ser a través del espesor, lo que supone una reducción de varios órdenes de magnitud en lo que a longitud de flujo se refiere. Para poder generar un hueco en ambas caras de la estructura sándwich dentro del molde, se han integrado varios bulones con una sección que colapsa de forma controlada durante la fase de compresión y que se introduce en el núcleo de impresión 3D. La posibilidad de diseñar y fabricar núcleos complejos mediante impresión 3D permite optimizar las prestaciones de la estructura sándwich con respecto a los núcleos clásicos (espumas y nido de abeja).

En este trabajo se ha fabricado una estructura sándwich mediante RTM y CRTM. Se han comparado en términos de fuerza de cierre, tiempos de ciclo, presión interna dentro del molde, calidad de pieza final y robustez de proceso. Los resultados han demostrado que mediante CRTM, a igual presión de inyección y fuerza de cierre, el tiempo de ciclo es 3 veces menor, lo que permite integrar núcleos de menor densidad.

PALABRAS CLAVE: Sándwich, impresión 3D, CRTM.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión.

MATRICES EPOXI PARA COMPOSITOS LIBRES DE BISFENOL A

S. Paz*, P. Prendes, R. Meizoso y X. Yáñez

Dpto. I+D+i de GAIRESA

*senen@gairesa.com

RESUMEN

Aunque el contenido en Bisfenol A libre en las resinas epoxi derivadas de él (las denominadas diglicidil éteres de Bisfenol A, DGEBA) es prácticamente indetectable con las técnicas analíticas actuales, se trata de un producto altamente cuestionado por su toxicología lo que ha puesto en el punto de mira a las matrices epoxi para composites mayoritariamente basadas en resinas de DGEBA. Por ello apostamos por el estudio de nuevas matrices cuyo monómero de partida no sea el Bisfenol A, bien basadas en productos derivados de la química del petróleo (como podrían ser el trimetilolpropano, la pentaeritrita u otros) o bien productos de origen natural (como el isosorbide, la lignina o el sorbitol). Eso sí, siempre bajo el objetivo de que los productos diseñados han de adaptarse a los requerimientos del mercado de composites y diferir poco o nada de los derivados del Bisfenol A tanto en propiedades morfológicas, químicas, mecánicas y térmicas.

PALABRAS CLAVE: epoxi, Bisfenol A, toxicología.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

MELT PROCESSING OF CELLULOSE NANOFIBERS REINFORCED PLA FROM A SUSTAINABLE MASTERBATCH PROCESS

J. Cailloux ^a, J. M. Raquez ^b, G. L. Re ^c, O. Santana ^a, P. Dubois ^b, M. MasPOCH ^{a*}

^a Centre Català del Plàstic – Universitat Politècnica de Catalunya Barcelona Tech (EEBE-UPC), C/Colom, 114, Terrassa, 08222, Spain

^b Laboratory of Polymeric and Composite Materials, Center of Innovation and Research in Materials & Polymers (CIRMAP), University of Mons (UMONS), 23 Place du Parc, Mons, B-7000, Belgium

^c Department of Industrial and Materials Science, Chalmers University of Technology, Rännvägen 2, Gothenburg, 412 96, Sweden

*maria.lluisa.masPOCH@upc.edu

Over the past decades, much research has been completed on the development of cellulose reinforced poly(lactic acid) (PLA) nanocomposites. This is due to the need to obtain fully bio-based materials with a more environmentally friendly life cycle. Among all cellulose-based nanoreinforcements, cellulose nanofibers (CNF) got into the focus of investigation as reinforcement material for applications in food packaging, automotive, construction, among others. This is due to their large aspect ratio, together with their outstanding mechanical properties and their low percolation threshold. Numerous works reported that CNF loadings as low as 0.5 to 5 wt.% can positively influence PLA thermal, mechanical, rheological and foaming properties. Nonetheless, the well-established self-agglomeration issues of cellulose-based materials into polymers, restrict the full CNF expansion to specific processing methods.

This study aimed at investigating the evolution of the dispersion of 5 wt.% of CNFs into PLA nanocomposites using three different percentages of PEG (0, 10 and 20 wt.%) as carrier system through microscopy and rheological analyses. Finally, the load-bearing capacity of CNFs was studied via thermo-mechanical experiments.

Keywords: Polymer Nanocomposites, Poly(lactic acid) (PLA), Cellulose nanofibers (CNF).

SUPERFICIE SUSTENTADORA DE GRAN TAMAÑO OPTIMIZADA EN PESO Y COSTE PARA ALTAS CADENCIAS DE PRODUCCION

Pedro Nogueroles, Félix Domínguez*, Manuel Motilva, Víctor García

Airbus, FIDAMC, MTorres, Hexcel .

*Felix.Dominguez@fidamc.es

RESUMEN

La aviación comercial está evolucionando hacia altas cadencias de producción en un entorno cada vez más competitivo.

Las estructuras de materiales compuestos ofrecen las mejores prestaciones pero necesitan materiales y procesos compatibles con ese escenario.

Con la ayuda del gobierno Español (proyecto FACTORIA) se ha organizado una colaboración muy efectiva entre 3 grupos complementarios y experimentados. Estos grupos son FIDAMC, un centro tecnológico ligado a Airbus, MTorres, como diseñador e integrador de equipos de laminación automática y Hexcel, suministrador de materiales compuestos de fibra de carbono de altas prestaciones.

El resultado final, tras la realización de ensayos de menor escala, ha sido la fabricación de un componente de 18 m, demostrando una muy alta velocidad de deposición así como la aplicación de procesos de fabricación basados en la eficiencia y robustez industrial.

En todos los componentes se han aplicado los estándares de calidad aplicables a componentes de vuelo.

El material desarrollado por Hexcel es cinta preimpregnada de alto espesor con un formato optimizado para conseguir el mejor equilibrio entre propiedades, coste de material y eficiencia en el uso.

El nuevo cabezal intercambiable de MTorres representa la última evolución de máquinas tipo AFP, una tecnología bien conocida y aplicada con éxito en programas recientes. Es digno de señalar la muy alta productividad conseguida, mejorando la fiabilidad y simplificando el mantenimiento.

PALABRAS CLAVE: superficie sustentadora, alta productividad, bajo coste

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos.

SIMULACIÓN FEM DE ESTRUCTURAS RIGIDIZADAS CON PERFILES DE FIBRA DE CARBONO PULTRUIDOS

R. Páez*, M. Vázquez, P. Astola

TITANIA, Ensayos y Proyectos Industriales

P.T. Tecnobahía, ed. RETSE nave 4, El Puerto de Santa María, España.

*raul.paez@titania.aero

RESUMEN

La simulación del comportamiento de estructuras de composites por el método de elementos finitos (FEM) es ampliamente empleado en el sector aeronáutico con objeto de predecir fidedignamente su comportamiento. La incorporación de nuevos materiales que mejoren las prestaciones, así como los nuevos procesos de fabricación, requieren habitualmente el uso de estas herramientas para su validación.

El presente trabajo se ha centrado en la validación del uso de una tecnología emergente como es la pultrusión para la fabricación de elementos rigidizadores, fabricando para ello un demostrador basado en una estructura muy común en las aeronaves, los paneles rigidizados mediante perfilera. En esta ocasión, se ha sustituido el rigidizador clásico fabricado mediante prepreg y curado en autoclave por perfiles fabricados mediante pultrusión.

Para ello se fabricaron paneles planos mediante prepreg y curado en autoclave a los que posteriormente se les encolaron perfiles de fibra de carbono de alta sollicitación mecánica fabricados mediante pultrusión en forma de L.

Así mismo, se han realizado simulaciones mediante FEM sobre estos demostradores sometidos a tres tipologías de ensayos mecánicos, tracción, compresión y cortadura, con el fin de determinar la capacidad de estos métodos de simular con precisión el comportamiento mecánico del material pultruido en estructuras como las indicadas anteriormente.

Los resultados de este trabajo han sido empleados para ajustar los parámetros del modelo a fin de obtener niveles de correlación razonables, facilitando así la futura implementación de la tecnología de pultrusión en la fabricación de perfiles rigidizadores.

PALABRAS CLAVE: Pultrusión, validación, elementos finitos, ensayos mecánicos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ADITIVOS IGNÍFUGOS SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE COMPOSITES EPOXY-FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO

N.Soriano^{*1}, A.Navarro², B.López²

1.Instituto Tecnológico Del Plástico. (AIMPLAS). Departamento Físico-Mecánico.
Valencia. España,

2.Instituto Tecnológico Del Plástico. (AIMPLAS). Departamento Composites. Valencia.
España.

*nsoriano@aimplas.es

RESUMEN

Uno de los principales problemas de los composites es su comportamiento al fuego, los nuevos aditivos retardantes a la llama son capaces de mejorar en buen grado dicho problema, si bien la variación de propiedades mecánicas, pueden verse mermadas.

Es por ello, que una gran variedad de ignífugos basados en fosforo han sido estudiados, por su flamabilidad y sus propiedades reológicas y mecánicas, (Jain, 2002) (Levchik, 2004). Sin embargo, poco se ha estudiado sobre las propiedades mecánicas y reológicas de las resinas epoxi con retardantes de llama no halogenados, y estas deben ser al menos mencionadas en conjunto con las características ignífugas, para poder adquirir una visión global del compuesto.

En este trabajo se ha estudiado la correlación existente entre la adición de retardantes a la llama no alogenados con las propiedades mecánicas de composites (Tracción, Cizalla interlaminar, Flexión) con diferentes tipos de fibra (basalto y vidrio).

Estos resultados se engloban dentro de los resultados del proyecto MAT4RAIL¹ (www.mat4rail.eu) en el que AIMPLAS colabora.

PALABRAS CLAVE: Retardantes llama, epoxy, no alogenados, fibra de vidrio, basalto, cizalla, tracción, flexión.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

- **SESIÓN TEMÁTICA:** 3.Campos de aplicación de los materiales compuestos

¹ Este proyecto ha recibido financiación consorcio Shift2Rail en el marco del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 777595.

INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE CARGA EN LA DELAMINACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS LAMINADOS

L. Pérez-Martínez¹, C. López-Taboada^{1*}; G. Castillo-López¹, H. Zabala², L. Aretxabaleta², García Sánchez, Felipe¹

¹Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Málaga
C/ Dr. Ortiz Ramos s/n, 29071, Málaga, España

² Mondragon Goi Eskola Politeknikoa, Mondragon Unibertsitatea
C/ Loramendi 4; 20500 Arrasate – Mondragón, España

* clopezt@uma.es

RESUMEN

El impacto es una de las sollicitaciones más críticas que actúa sobre una estructura, induciendo en el material importantes velocidades de deformación. En impactos transversales de baja velocidad sobre materiales compuestos laminados, la secuencia de degradación es la siguiente: fractura intralaminar de la matriz que no afecta a la capacidad portante pero que facilita la aparición del segundo modo de fallo, el fallo interlaminar de la matriz o delaminación y finalmente el fallo intralaminar de la fibra.

La delaminación es uno de los mecanismos de fallo críticos de los materiales compuestos laminados, ya que supone una importante pérdida de capacidad portante, es difícil de detectar visualmente y su evolución condiciona el posterior fallo del componente. Dicho comportamiento depende de su tenacidad a fractura interlaminar. Actualmente, no existe un consenso respecto de la dependencia entre la tenacidad a fractura interlaminar, en modos I y II, y la velocidad de deformación. Sin embargo, ensayos de impacto biaxial equienergéticos permiten observar que el área delaminada aumenta con la velocidad de aplicación de carga, lo que indica una dependencia de la energía de fractura con respecto a la velocidad de aplicación de carga.

En este trabajo se presenta la metodología puesta a punto, así como los resultados experimentales de un ensayo de modo I basado en la aplicación de carga mediante caída de dardo, pudiendo alcanzarse los 20 m/s.

PALABRAS CLAVE: impacto, delaminación, fractura, correlación digital de imagen.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos.

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS COEFICIENTES DE EXPANSIÓN TÉRMICA DE UN MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE VIDEOCORRELACIÓN

J. Justo*, E. Graciani, P.L. Zumaquero

Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales. Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla. c/ Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla

*jjusto@us.es

RESUMEN

En este trabajo se describe un procedimiento para determinar los coeficientes de expansión térmica de un material compuesto mediante técnicas de videocorrelación y se presentan los resultados obtenidos en una serie de ensayos preliminares de validación. Se parte de tres probetas en forma de L, con distintas secuencias de apilado (0° unidireccional, 90° unidireccional y cuasi-isótropo), las cuales han sido sometidas a diferentes incrementos de temperatura en un horno de convección. A través de un sistema de videocorrelación en 3D se han medido los desplazamientos y deformaciones que sufren los puntos de una de las caras de las probetas. Los coeficientes de expansión térmica en el plano α_1 y α_2 se han calculado de manera directa a partir de las deformaciones medidas en la cara, el coeficiente fuera del plano α_3 se ha determinado de manera indirecta a partir de los desplazamientos en dirección perpendicular a la cara.

Se ha obtenido una diferencia significativa entre los coeficientes de expansión térmica en las direcciones perpendiculares a la fibra, α_2 y α_3 , viniendo motivada, en gran medida, por el proceso de fabricación del material, tal como se ha constatado a través de micrografías.

PALABRAS CLAVE: Material compuesto, coeficiente de expansión térmica, videocorrelación

TIPO DE PONENCIA: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y técnicas de unión

INTERLEAVING LIGHT CO-POLYAMIDE VEILS TO ENHANCE THIN-PLY IMPACT TOLERANCE WITH REDUCED PENALTY OF IN-PLANE MECHANICAL PROPERTIES: HIGH-RESOLUTION X-RAY TOMOGRAPHY INVESTIGATION

S.M. García-Rodríguez, J. Costa*, V. Singery, A. Sasikumar

^aAMADE, Polytechnic School, University of Girona, Av. Universitat de Girona, 4. 17003 Girona, Spain

^bChomarar, 39 Avenue de Chabannes, 07160, Le Cheylard, France

*josep.costa@udg.edu

RESUMEN

Interleaving polyamide veils may improve the interlaminar fracture toughness and compression after impact strength (CAI) of laminated composites compared to the non-interleaved baseline. However, the improvement usually comes along with significant reduction of in-plane mechanical properties. We devised an extensive experimental campaign to assess the suitability of interleaving two types of co-polyamide veil (V_i $i= 1,2$) as incorporated in a quasi-isotropic thin-ply non-crimp fabric baseline (impact, CAI, mode-I interlaminar fracture toughness, tension and compression experiments). Sub-micron resolution X-ray tomography provided comprehensive understanding into the effect interleaving has on the microstructure, impact resistance and the fracture process zone of double cantilever beam specimens.

The low-fibre areal weight of the veils (4 g/m^2 for both V_1 and V_2) was crucial to avoid increasing the nominal thickness of the laminate (all of the laminates fitted within the same resin transfer mould). The veil fibre diameter was the key-parameter controlling the tensile properties (the veil with thinner fibres, V_2 , avoided resin accumulation at the interfaces and enhanced the tensile properties). The compatibility between the veil fibres and the matrix controlled mode-I interlaminar fracture toughness (V_2 deflected crack propagation because of a suspected high interfacial strength with the matrix, which enhanced G_{IC} by 43%). The veils also deteriorated the pristine compressive strength by up to 9%. However, V_2 improved CAI strength by up to 28% for impact at 14 J.

Overall, the light co-polyamide veils offer a promising balance between impact response, mechanical properties, cost, commercial availability and ease of manufacture (they can be placed manually during lay-up).

PALABRAS CLAVE: thin-plies, X-ray micro-computed tomography, non-woven veils

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

ENHANCED INTERLAMINAR FRACTURE TOUGHNESS OF WOVEN CARBON FABRIC/EPOXY COMPOSITES BY INTERLEAVING HOME-MADE CNT VEILS

Y. Ou^{1,2*}, **C. González**^{1,2} and **J. J Vilatela**¹

¹ IMDEA Materials Institute, C/ Eric Kandel 2, 28906 Getafe, Madrid, Spain

² Department of Materials Science, Polytechnic University of Madrid

E. T. S. de Ingenieros de Caminos, 28040 Madrid, Spain

* yunfu.ou@gmail.com

RESUMEN

While fiber reinforced polymer (FRP) composites are widely utilized in structural components due to their favorable mechanical properties, delamination between reinforcing plies remains a major problem, weakening the composite structure and limiting more widespread applications of FRPs. Carbon nanotubes (CNTs) carry the promise of enhancing this poor out-of-plane mechanical performance, although their integration has been challenging. In this work, macroscopic CNT veils with controlled nano-meso structure were drawn from the gas-phase using a semi-industrial process and then integrated into woven carbon fiber/epoxy matrix composites utilizing a facile and scalable approach. Interlaminar fracture toughness (ILFT) of the resulting composites was determined in Mode-I (opening mode) test. Additionally, crack propagation and interlaminar toughening mechanisms were systematically analyzed by means of optical microscope, SEM, and Raman analysis. The results showed that mode I ILFT was improved as much as 60% when interleaving as-received fluffy CNT veils and also revealed that interlaminar crossing between CNT veil/CF interfaces is of paramount importance in toughening mechanism.

PALABRAS CLAVE: : CNT veils, interlaminar property, carbon fiber, fracture toughness

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

El rol de los velos de nanofibras desarrolladas por electrospinning en las propiedades mecánicas de los composites reforzados con fibra de carbono

A. Pérez-Márquez*, J. Maudes, I. Harismendy y J. Gayoso

División de Industria y Transporte, TECNALIA, Donostia-San Sebastián, España.

*ana.perez@tecnalia.com

M. Blanco, C. Monteserín

TEKNIKER-IK4, Iñaki Goenaga 5, Polo Tecnológico, Eibar, España

J. L. Vilas

Dpto. de Química Física, Lab. de Química Macromolecular. UPV/EHU, Leioa, España.

RESUMEN

La investigación sobre los velos de nanofibras utilizados como refuerzos en materiales compuestos empezó hace varios años y han sido numerosos los trabajos publicados en este tema por la comunidad investigadora. Sin embargo, queda mucho camino por recorrer para construir un conocimiento sólido en el comportamiento de las nanofibras en la modalidad de fallo más común en los composites de fibra de carbono; la delaminación que sucede entre los tejidos de las fibras y las frágiles matrices que los aglutinan. El hecho de intercalar estos velos termoplásticos en la región de delaminación ha demostrado ser un método adecuado para aumentar la tenacidad a la fractura desde el inicio de estas investigaciones, sin apenas alterar el peso total del composite.

Electrospinning es una técnica versátil y sencilla que permite la fabricación a medida de velos de nanofibras a partir de una gran variedad de polímeros, con diferentes morfologías en términos de gramaje, diámetro de nanofibra, etc. Una de las características más importantes de las nanofibras es su escala nanométrica lo que les dota de una gran relación superficie-volumen, una alta porosidad y un excelente rendimiento mecánico. Este trabajo muestra la influencia del diámetro de nanofibras desde unas pocas decenas de nanómetros a diámetros cercanos a la micra, en el comportamiento de las propiedades mecánicas del composite y de la permeabilidad de la resina durante el proceso de fabricación del composite reforzado.

PALABRAS CLAVE: electrospinning, velos, nanofibras, composite, fractura.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

LONGITUDINAL TENSILE FAILURE MECHANISM IN UNIDIRECTIONAL FRP COMPOSITES BY MEANS OF COMPUTATIONAL MICROMECHANICS

M. Barzegar^{*}, C. S. Lopes, J. Costa

IMDEA Materials, IMDEA Materials, AMADE. University of Girona

* mostafa.barzegar@imdea.org

ABSTRACT

In this work, a high fidelity finite element modelling approach for unidirectional composites was developed to predict the phenomena associated with longitudinal tensile deformation and failure in detail. The approach is based on a periodic Representative Volume Element on a micromechanical scale, to capture the progressive damage and interaction between the fibres and matrix. The carbon/fibre material AS4/8552 was chosen for the purpose of demonstration of the methodology.

This approach allows the study of important effects on longitudinal failure such as dynamic loading, residual thermal stresses and matrix plasticity. Moreover, it allows the determination of important parameters to the development of lower-fidelity but more time-efficient analysis tools, such as the Stress Concentration Factor (SCF) caused by the failure of single fibres, which has significant effect on the failure probability of adjacent fibres, and the critical fibre cluster. Regarding this topic, a study is done about the influence of interface debonding on the SCF. For this purpose, the interfaces between the matrix and fibres were modelled using cohesive surfaces to simulate the separation. This investigation revealed two important results: First, two kinds of debonding are formed based on the type of formation: 1) total debonding that form at broken fibers and encompass all the broken fiber external surface, 2) partial debonding formed at neighbouring intact fibers and encompass some part of the intact fiber that is adjacent to broken fiber. Second, the interface debonding has a significant negative impact on the SCF. That means, with increasing interface debonding the SCF reduces.

PALABRAS CLAVE: Representative volume element (RVE), unidirectional composite (UD), Fibre reinforced polymer (FRP), stress concentration factor (SCF)

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

HOMOGENIZATION PROCEDURES FOR THE NUMERICAL ANALYSIS OF ECO-COMPOSITES

L. G. Barbu^{*1,2}, X. Martinez^{1,2} and S. Oller^{1,3}

¹*Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), Campus Norte UPC, 08034 Barcelona, Spain*

²*Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Campus Norte UPC, 08034 Barcelona, Spain*

³*CONICET-UNSa (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Salta, Argentina*

*lgratiela@cimne.upc.edu

ABSTRACT

Homogenization procedures have been gaining emphasis in the field of numerical analysis of composite materials. A homogenization procedure is based on the assumption that a set of equations or a representative element that can provide a response equivalent to the one provided by the actual material exists.

Two different strategies for the analysis of composites will be shown. One is the serial/parallel rule of mixtures proposed by Rastellini et al.[1]. Its main hypothesis assumes that the components behave as parallel materials in the fibers alignment direction and as serial materials in the orthogonal directions. The other one is a numerical multiscale homogenization. Here the behavior of the whole composite is obtained by a micromechanical study of the components and their interaction within the composite microstructure through an RVE model. The proposed formulation uses a non-linear activation function at structural scale and its task is to predict if a material point in the structure is in linear or non-linear range.

Both theories are applied to the case of eco-composites which are multifunctional and ecologically improved composites from bio-sourced and recycled materials. For the specific case of ramie fibers and bio-based epoxy resin, the complex microstructural behavior of this type of composites can be captured by using these two theories. The envisioned application for this type of composite is in aircraft secondary structures and interior.

[1] F. Rastellini, S. Oller, O. Salomón, E. Oñate Composite materials non-linear modelling for long fibre-reinforced laminates continuum basis, computational aspect and validations Comput Struct, 86(2008), pp.879-896.

KEYWORDS: Eco-composites, multi-scale analysis, homogenization, FEM, nonlinear behaviour.

FE MECHANICAL PROPERTIES PREDICTION OF CFRP CONSIDERING DIFFERENT CARBON FIBER SURFACE TREATMENTS

C. Valero, A. Chiminelli*, M. Laspalas, F. Serrano y C. Sáenz
ITAINNOVA, Zaragoza, 50018, España.
*achiminelli@itainnova.es

RESUMEN

Reinforcement/matrix interaction is recognized as a key issue in polymeric composite materials. From the mechanical point of view, being the link between the fibres and the polymer, a proper loads transfer is ensured only if a good enough interface exists. This is particularly critical in carbon fibre (CF) composites since, due to the non-polar characteristics and chemical inertness of carbon, sometimes they exhibit weak interfacial adhesion. In this sense, various surface treatments for CFs are currently being investigated, in order to improve their interaction with the polymeric matrices: wet chemical or electrochemical methods, chemically or physically activated oxidation procedures, application of thin coatings and plasma treatments. This is precisely one of the challenges addressed in the MODCOMP project.

This paper describes part of the work carried out within the mentioned project in order to estimate the improvement of properties that can be achieved through enhancements of the CF/epoxy interfaces. The study covers both elastic engineering constants and strengths predictions, and it has been performed using finite element models of RVEs of UD fibres and introducing cohesive elements to take into account the interfacial failure mode. The results obtained allow identifying which range of CF/epoxy interface properties enhancement should be achieved in order to get significant effects in the composites mechanical response.

PALABRAS CLAVE: carbon fibre, finite element method, surface treatments, strength prediction, representative volume elements (RVE).

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

INTERLAMINAR FRACTURE TOUGHNESS OF 3D PRINTED CONTINUOUS-FIBRE REINFORCED POLYAMIDE

M. Iragi^{1*}, C. Pascual-Gonzalez², A. Esnaola¹, J. Aurrekoetxea¹, C.S. Lopes² and L. Aretxabaleta¹

¹Mondragon Unibertsitatea, Faculty of Engineering, Mechanical and Industrial Production, Loramendi 4, Mondragon 20500 Gipuzkoa, Spain.

²IMDEA Materials Institute, Design and Simulation of Composite Structures, Eric Kandel 2, Getafe 28906 Madrid, Spain.

*miragi@mondragon.edu

RESUMEN

Lightweight and high-performance functional components can be manufactured using Fused Filament Fabrication 3D printing technology of continuous fibre-reinforced polymers. This process is relatively new and is still under development. Currently, the printed material has process-induced defects such as high void content, non-homogeneous fibre distribution and low adhesion between layers and beads. To date, the elastic and strength behaviour of printed composites have been characterised in many studies, but their fracture toughness and damage tolerance is still barely known.

In this work, interlaminar fracture toughness in Mode I and II has been characterised for a 3D printed continuous carbon fibre reinforced polyamide. First, the manufacturing process of this type of samples has been studied. Two solutions have been developed: fully printed samples and thin printed samples stiffened with non printed composite skins. Samples with thermo-mechanical consolidation post-treatment have also been manufactured and tested to assess the performance of the printed parts and the effect of the post-processing itself.

A warping effect during the printing process has been detected, that greatly limits the manufacturing of this type of samples. Regarding fracture toughness, significant differences have been observed between the proposed solutions. The fully printed sample is more rigid than the sample with skins, but it shows lower fracture toughness. Post-compacted specimens have a much lower fracture toughness in Mode I than the rest. The causes of this behaviour are discussed in the paper.

PALABRAS CLAVE: 3D printing, continuous fibre reinforced polymers, mechanical characterisation, fracture toughness.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

ENSAYOS BIAXIALES SOBRE PROBETAS CRUCIFORMES DE LAMINADOS CFRP ANTE PRESENCIA DE CARGAS DE COMPRESIÓN

S. Horta Muñoz* y M.C. Serna Moreno

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Ciudad Real, Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha, Av. Camilo José Cela s/n, 13071 Ciudad Real, España.

*Sergio.Horta@uclm.es

RESUMEN

Se recoge un estudio numérico y experimental sobre ensayos biaxiales con probetas cruciformes en las que haya al menos una dirección comprimida. Se estudian laminados de material compuesto de matriz polimérica reforzada con fibra continua de carbono, dispuestos en secuencias de laminado angle-ply. Se profundiza en la elevada complejidad del ensayo biaxial, destacando el comportamiento no-lineal del material con respuesta pseudo-dúctil. Además, la presencia de las cargas de compresión deriva en ensayos en los que es necesario evitar inestabilidades con el objetivo de obtener resultados adecuados. Las simulaciones numéricas basadas en el Método de los Elementos Finitos permiten realizar un estudio de la iniciación y evolución del daño en el laminado. La combinación de las técnicas numéricas con los resultados experimentales, obtenidos gracias a la instrumentalización del ensayo mediante técnicas de extensometría y Correlación Digital de Imágenes, permite realizar una caracterización completa del comportamiento del material con el fin de alcanzar diseños menos conservativos de estructuras de material compuesto.

PALABRAS CLAVE: biaxial, pseudo-ductilidad, compresión, angle-ply, FEM

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

**COMPRESION AFTER IMPACT TEST ON WOVEN CFRP
LAMINATES: THE EFFECT OF PLY CLUSTERING**

**P.G. Rodríguez-Luján¹, J.A. Artero-Guerrero¹, J. Pernas-Sánchez¹,
D. Varas¹, J. López-Puente¹**

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Mecánica de Medios Continuos y
Teoría de Estructuras, Grupo de Dinámica de Estructuras Ligeras
*jartero@ing.uc3m.es

RESUMEN

One of the mayor threats for FRP is the out-of-plane loading conditions such as impacts, which produce interlaminar failures, among others, decreasing drastically the material's strengths in plane. Drop weight and compression after impacts tests have been selected as the standard methodology to evaluate laminate performance under impact loadings. The present work aims to reveal the influence of the material structure in woven laminate response under impact. To this end a complete set of experiments was designed using the actual ASTM standards (D7136/D7137), including the actual monitoring capabilities to address this problem. Composite coupons, made of AGP 280-5H carbon/Epoxy satin, were manufactured using three laminate configurations to analyze the effect of ply clustering ((0/90)8S, (+-45)8S, [(+-45)/(0/90)]4S, [(+-45)2/(0/90)2]2S, and [(+-45)4/(0/90)4]S).

Laminates have been subjected to low velocity impact using an INSTRON-CEAST Fractovis 6875 drop weight tower while compression test has been performed using a INSTRON 250 kN. Impact tests have been recorded with two high speed video-cameras (Photron SA-Z 2100K) configured at 20000 fps in order to analyze the plate behavior during the impact. In addition, a three dimensional high velocity digital image correlation (3D-HV-DIC) analysis has been done with the VIC-3D 7 system to measure the out of plane displacement and strains evolution. Also 3D-DIC analysis has been carried out for the CAI test to check the validity of the failure modes. It has been observed that the most clustered laminates increase the perforation threshold, while it decrease the residual strength of the material, due to damage spreading effect.

PALABRAS CLAVE: Woven CFRP laminates; CAI test; Low velocity impact test; Ply clustering

TIPO DE PONENCIA: Preferencia: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

PostProcessing-microstructure-calorimetry effects on the mechanical response of additive manufactured continuous-fibre reinforced polymers.

C. Pascual-Gonzalez^{1*}, M. Iragi², A. Fernandez¹, L. Aretxabalet² and C.S Lopes¹.

¹IMDEA Materials Institute, C/Eric Kandel 2, 28906, Madrid, Spain

²Mondragon Unibertsitatea, C/Loramendi 4, 20500, Arrasate-Mondragon, Spain.

*cristina.pascual@imdea.es

RESUMEN

The state-of-the-art additive manufacturing technology of continuous-fibre reinforced polymers (FRP) is based on fused filament fabrication (FFF), which has a great potential for reproducing robust and complex geometries. However, 3D printed FRP present relatively poor mechanical properties in comparison to traditional preregs. Inherent calorimetric properties of the printable materials in combination with the nature of the FFF process are likely to be the reasons behind the high porosity content. This study explores an optimised compaction stage through detailed examination of the calorimetric, microstructural and mechanical properties (from nano- to macro- scale) of additive manufactured FRP. The results reveal a progressive polymer degradation accompanied by a significant porosity reduction, which lead to an overall enhancement of resistance properties of printed specimens. Nevertheless, the fracture behaviour and associated critical energy release rates are affected negatively. The sources of this surprising behaviour are being investigated and will be discussed in the paper.

PALABRAS CLAVE: Additive manufacturing, continuous-fibre reinforced polymers, compaction stage, mechanical characterisation.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1 Avances en Materiales Compuestos

MATERIALES MULTICOMPONENTE PARA DISIPACIÓN TÉRMICA CON ESTRUCTURAS ALTERNADAS DE ESPUMA DE ALUMINIO Y MATERIAL COMPUESTO ALUMINIO/DIAMANTE

L.P. Maiorano* y J.M. Molina

Instituto Universitario de Materiales de Alicante, Universidad de Alicante,
Ap. 99, E-03080, Alicante, España

Departamento de Química Inorgánica e Instituto Universitario de Materiales de Alicante, Ap. 99,
E-03080, Alicante, España

*lucila.maiorano@ua.es

RESUMEN

Los crecientes avances de la industria electrónica, que operan con sistemas cada vez más potentes y con mayores prestaciones, necesitan el desarrollo de materiales que sean capaces de disipar la elevada cantidad de calor que generan y que, en más del 50% de las ocasiones, es el origen de fallos catastróficos. Las dos grandes aproximaciones en el diseño y fabricación de materiales disipadores de calor radican en los llamados disipadores activos y disipadores pasivos. Los alcances últimos en disipación pasiva provienen de materiales compuestos Al/diamante, que presentan elevadas propiedades térmicas que pueden modularse a través de la manipulación de las interfases. Por otro lado, las espumas metálicas de poro interconectado han sido ampliamente estudiadas por sus propiedades de disipación activa y su potencialidad como disipadores de calor en electrónica. Estas espumas pueden diseñarse y fabricarse mediante el conocido método de replicación. En este método se fabrica un material compuesto formado por una matriz y unas inclusiones de naturaleza tal que pueden eliminarse posteriormente mediante disolución o reacción química.

En el presente trabajo se propone la fabricación y caracterización de materiales formados por capas alternadas de material compuesto Al-diamante y espuma de aluminio. Las conductividades térmicas registradas alcanzaron 491W/mK y se discuten mediante modelos que consideran un sistema de capas alternadas semi-infinitas de material compuesto y espuma metálica. Además, se registraron valores de potencia disipada en condiciones de trabajo de hasta 390% superiores a espumas de aluminio convencionales.

PALABRAS CLAVE: espumas metálicas, composites aluminio/diamante, infiltración, propiedades térmicas, electrónica.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en materiales compuestos

Moldes fabricados en impresión 3D para el curado UV aplicado a Light-RTM

L. Buruaga*, I. Saenz-Dominguez, M. Baskaran, A. Esnaola, I. Tena y J. Aurrekoetxea

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea,
Mondragón 20500, España.

*lburuaga@mondragon.edu

RESUMEN

El curado ultravioleta (UV) es un proceso competitivo tanto desde el punto de vista del tiempo de ciclo, como del consumo de energía. Sin embargo, está limitado a procesos en molde abierto en los que el material puede irradiarse directamente con la luz UV. Existe una variante de RTM, Light-RTM, en el que el semi-molde flexible puede ser fabricado con materiales transparentes/translúcidos y en pequeños espesores. En el presente trabajo se estudia la viabilidad de realizar el semi-molde en impresión 3D, más concretamente estereolitografía (SLA), que permite un nivel de detalle y acabados superficiales muy finos, además de generar el menor nivel de porosidad de entre todas las tecnologías de impresión 3D de plásticos. La resina fotocurable seleccionada es transparente y tiene HDT (0,45 MPa) de 290 °C. En primer lugar, se ha caracterizado la transmisión de luz UV en función del espesor de la pared del semi-molde. También se ha estudiado la durabilidad del material impreso, caracterizando la variación del espectro transmitido en función del tiempo de irradiación. Finalmente, se ha fabricado un semi-molde para la fabricación mediante Light-RTM y curado UV de una placa plana. Durante el proceso no se han producido problemas de pérdida de vacío, la intensidad de luz UV que atraviesa el semi-molde permite curar la matriz fotocurable del material compuesto, pero no se han conseguido fabricar más de cuatro placas con el mismo semi-molde. Por lo tanto, la tecnología podría utilizarse para fabricar series unitarias.

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, Molde, Curado UV, Light-RTM

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

CARBON/EPOXY LAMINATES LOADED WITH GRAPHENE RELATED MATERIALS

C. Merino¹, J.A. Artero-Guerrero³, T. Blanco², A. Butragueño², R. del Cuvillo³, J. Pernas-Sánchez³, D. Varas³, S. Blanco¹, P. Merino¹, A. Reguero⁴, E. Cholbi⁴, B. Romero⁴, J. López-Puente³

(1) Grupo Antolin Ingeniería SA. Ctra. Madrid – Irún, km.244.8, E09007 Burgos, ES

(2) AIRBUS, Paseo John Lennon s/n, E28906 Getafe, ES

(3) Universidad Carlos III Madrid, Avda. de la Universidad 30, 28911 Leganés, ES

(4) AERNNOVA, Calle Río Zánzara s/n, E45007 Toledo, ES

jlpuente@ing.uc3m.es

RESUMEN

Nowadays carbon fibre reinforced epoxy laminates represent the standard material in the designing and manufacturing of aeronautical composite structures. However, new improvements in composite structures have to be seek in order to improve their competitiveness. Despite the outstanding specific mechanical properties of carbon/epoxy laminates they are quite vulnerable to impact loading. Hail impacts, bird strike or even tool drops could produce important damages that reduce residual strength of the material. Regarding the manufacturing of these materials, Resin Transfer Molding (RTM) could represent a significant advantage due to their lower cost, although some properties of the laminates produced are lower than those of composites obtained by autoclave manufacturing.

Graphene is a nanomaterial that possess the higher stiffness and strength ever measured. Therefore, the use of Graphene Related Material (GRM) for enhancing composite laminate materials could represent an important advance in order to reduce their impact vulnerability and to improve the performance of RTM composites. In this work epoxy resin doped with GRM was used to manufacture carbon fiber aeronautical composites by RTM. A wide experimental characterization campaign was performed in order to ascertain the impact properties improvement of the laminates produced. Concerning laminates, Double Cantilever Beam (DCB), low velocity impacts and Compression After Impact (CAI) tests were performed. All tests were performed on GRM enhanced material and reference material to compare their results.

This research is supported by the H2020 program “Graphene Flagship” Project: Core 1 and Core 2 phases.

PALABRAS CLAVE: Graphene; CAI test; Low velocity impact; RTM.

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en Materiales Compuestos

A NEW APPROACH TO ATTENUATE LOW VELOCITY IMPACT DAMAGES ON CFRP STRUCTURES

L. Amorim*, A. Santos, J. P. Nunes and J. C. Viana
IPC/i3N, University of Minho, Guimarães, Portugal
*luis.amorim@dep.uminho.pt

Abstract

Carbon Fibre Reinforced Polymers (CFRP) have been widely used in advanced markets, such as, the aeronautic, aerospace and military ones. Despite their extraordinary mechanical properties and low density, advanced composites, due to their intrinsic brittleness and layer-by-layer nature, present some vulnerability when submitted to impact, dynamic and flexural loading. Low velocity impacts (LVI) are one of the most dangerous events that composite laminate can face in their life time. These solicitations may develop imperceptible internal laminate damages, namely delaminations, that tend to propagate in service, compromising part performance.

In order to improve interlaminar crack propagation, some works were already carried out using interleaved thin veils between laminate layers to enhance the interlaminar Mode I and II fracture toughness. In this work, a study was carried out on the distribution of stresses across the thickness of a carbon/epoxide laminate typically used in structural aircraft components, to define between which specific layers would be better to interleave thin veils made from four different materials (glass, carbon, aramid and polyester) to achieve better LVI damage tolerance. Samples made from the selected structural carbon/epoxy laminate were then produced by vacuum bag infusion with those thin veils located between their most appropriated layers to be submitted experimental testing and compare their mechanical and LVI performances with those without using interleaved veils. All studied laminates were observed under scanning electron microscopes (SEM) for assessing their processing quality and submitted to interlaminar shear strength (ILSS) and LVI tests to evaluate their delamination resistance and impact response, respectively.

KEYWORDS: CFRP, Advanced composites, Bioinspired composites, Low velocity impact, Damage

PRESENTATION TYPE: ORAL

THEMATIC SECTION: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

SMART COMPOSITES WITH MAGNETIC MICROWIRE INCLUSIONS ALLOWING NON-CONTACT STRESSES AND TEMPERATURE MONITORING.

A. Allue¹, P. Corte-León², **K. Gondra¹**, V. Zhukova^{2,3}, M. Ipatov^{2,3}, J. M. Blanco³, J. Gonzalez² and A. Zhukov^{2,3,4*}

¹Gaiker Technological Centre, 48170, Zamudio, Spain

²Dpto. Física de Materiales, Fac. Químicas, UPV/EHU, 20018 San Sebastian, Spain

³Dpto. de Física Aplicada, EUPDS, UPV/EHU, 20018, San Sebastian, Spain

⁴IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, 48011 Bilbao, Spain

*arkadi.joukov@ehu.es

RESUMEN

One of the prospective technologies in the field of smart composites is real time non-destructive monitoring of stresses and temperature. Recently a novel method for non-destructive monitoring utilizing ferromagnetic microwire inclusions is proposed [1]. The glass-coated microwires can provide new functionalities such as improved mechanical and corrosive properties, adherence with polymeric matrices and biocompatibility [2].

In this work we propose a novel sensing technique for non-destructive monitoring of the composites utilizing ferromagnetic glass-coated microwire inclusions with magnetic properties sensitive to stress and temperature. We provide in-situ studies of the evolution of the hysteresis loop of arrays consisting of Co- and Fe-rich microwires, as well as transmission and reflection parameters of the composites with microwire inclusions during the composites matrix polymerization. We observed remarkable change of the hysteresis loops upon matrix polymerization: remarkable coercivity change and transformation of linear hysteresis loop to rectangular or from rectangular to linear for arrays with Co-rich and Fe-rich microwires respectively. Using the free space technique we observed considerable variation of the reflection in the range of 4-7 GHz and transmission upon the matrix polymerization. Observed dependencies are discussed considering variation of temperature and stresses during the thermoset matrix polymerization and their influence on magnetic properties of glass-coated microwires.

1. J. Olivera, et.al., *Sensors*, 14 (2014) 19963.

2. M. Churyukanova, et.al. *J. Alloys Compd.*, 748, 5 (2018) 199.

PALABRAS CLAVE: Non-destructive monitoring; in-situ measurements; glass-coated microwires; fiber reinforced composites; polymerization.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos?

EVALUATION OF IMPACT RESISTANT COMPOSITES FOR AIRCRAFT CANOPY

R. Rocha^{1*}, L. Pina¹, M. Gomes² and S. José²

¹INEGI – Pólo FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal; ²ID, Instituto de Soldadura e Qualidade, Avenida Professor Doutor Cavaco Silva 33, 2740-120 Porto Salvo, Oeiras, Portugal.

*rjrocha@inegi.up.pt

ABSTRACT

Several impact events are known to affect the aircrafts airworthiness, namely, bird or hail strike and impacts from uncontained engine rotor failure or other metal debris. Therefore, improvement of impact protection materials for the cockpit, front and lateral panels is required, capable of endure such events without weight detriment. Several manufacturing technologies were implemented and tested up to 200 m/s with a compressed air gas cannon assembled a smooth bore barrel of 4 meters. Steel and hail spheres were used as projectiles and driven with a sabot. A digital chronograph and two high-speed cameras provide the impact velocities. Ultrasonic phase-array and x-ray inspection were performed to assess the damage. Evaluation was performed by comparison with the provided baselines. Among the tested solutions, carbon fibers impregnated with an epoxy resin doped with carbon nanotubes presented the best energy absorption performance for hail impacts. On the other hand, for metal sphere impacts, a fiber laminate solution made of aluminium and Dyneema present the best behaviour.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the collaboration with Juan Tomás Viana Lozoya in the scope PASSARO, a CleanSky 2 Core Partnership led by Airbus Defence and Space. This project has received funding from the Clean Sky 2 Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 807083.

Keywords: Composites, Carbon nanotube, ballistic performance, fiber metal laminate.

Presentation type: ORAL

Session: Advances in composite materials

OPTIMIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE T-RTM PARA LA POLIAMIDA 6

A. de la Calle^{a*}, I. Harismendy^a, S. Garcia^a, C. Elizetxea^a

^aÁrea de Aeroespacial, División de Industria y Transporte, TECNALIA

Paseo de Mikeletegi 2, 20009 San Sebastián, España

* amaia.delacalle@tecnalia.com

RESUMEN

En el marco del proyecto RTM 4.0 se han fabricado y, posteriormente caracterizado, composites de matriz termoplástica. Estos materiales se han obtenido mediante la incorporación de tejidos de fibra continua de carbono (FC) o vidrio (FV) al proceso de polimerización in-situ de la Poliamida 6 (PA 6) aniónica. Una de las ventajas de este método es que la baja viscosidad del monómero fundido, la ϵ -caprolactama (CL), permite infiltrarlo a través de la fibra, en un proceso muy similar al RTM de los materiales termoestables (T-RTM).

De cara a industrializar este proceso, es muy importante conocer la influencia de las variables en propiedades fisicoquímicas del material, para asegurarse una repetitividad y un control del preciso del mismo. Uno de los principales objetivos de este trabajo, ha sido la búsqueda de las condiciones óptimas de fabricación y sobre todo la comprobación mediante diferentes ensayos y técnicas de caracterización de la calidad del material s. Además, se ha estudiado la influencia del tipo de refuerzo en las fibras en estas condiciones.

PALABRAS CLAVE: Composite termoplástico, RTM-TP, fibra de carbono, fibra de vidrio.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 1. Avances en materiales compuestos

MAGNETIC PROPERTIES AND APPLICATIONS OF GLASS-COATED FERROMAGNETIC MICROWIRES

V. Zhukova^{1,2}, P. Corte-León^{1,2}, M. Ipatov^{1,2}, J. M. Blanco² and A. Zhukov^{1,2,3*}

¹Dpto. Física de Materiales, Fac. Químicas, UPV/EHU, 20018 San Sebastian, Spain

²Dpto. de Física Aplicada, EUPDS, UPV/EHU, 20018, San Sebastian, Spain

³IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, 48011 Bilbao, Spain

*arkadi.joukov@ehu.es

RESUMEN

Development of magnetic sensors is focused on the miniaturization of their size, improvement of their features and on finding of new materials. Among new magnetic materials a family of thin wire with reduced dimensions recently gained considerable attention [1]. Glass-coated magnetic microwires prepared using the Taylor-Ulitovsky technique with thin metallic nucleus (typically with diameters 0.5 to 50 μm) covered by flexible, insulating and biocompatible glass are therefore quite interesting for sensor applications [2]. This technique allows preparation of the thinnest rapidly quenched wires with amorphous or crystalline structure of metallic nucleus. Good magnetic properties can be observed either in crystalline or in amorphous magnetic wires, but amorphous magnetic wires present several advantages, such as superior mechanical properties, the absence of the microstructure defects (grain boundaries, crystalline texture, dislocations, point defects,...) [2] and hence precise post-processing is not required.. Particularly, amorphous microwires can present giant magneto-impedance (GMI) or magnetic bistability. In the case of glass-coated microwires the magnetoelastic anisotropy contribution becomes relevant since the preparation process involves not only the rapid quenching itself, but also simultaneous solidification of the metallic nucleus surrounded by non-magnetic glass-coating with rather different thermal expansion coefficients [2]. We present the results on tailoring of soft magnetic properties and GMI effect in glass-coated microwires paying special attention to achievement of high GMI effect and on optimization of domain wall dynamics.

[1] DC Jiles Acta Materialia 51 (2003) 5907

[2] V. Zhukova et al. Acta Materialia 155 (2018) 279

PALABRAS CLAVE: Glass-coated microwires; magnetoelastic anisotropy; soft magnetic properties.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos?

DESARROLLO DE NUEVAS FORMULACIONES DE RESINAS PUR DE ALTAS PRESTACIONES PARA PROCESOS DE ALTA CADENCIA DE PRODUCCIÓN DE COMPONENTES ESTRUCTURALES

O. Echeverria Altuna*^(1,2), O. Ollo ⁽¹⁾, I. Harismendy ⁽¹⁾ y A. Eceiza ⁽²⁾.

(1) Unidad aeroespacial, División Industria y Transporte, Tecnalia Research & Innovation, Mikeletegi Pasealekua 2, 20009 Donostia-San Sebastián, España

(2) Grupo `Materiales+Tecnologías`, Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Plaza Europa 1, 20018 Donostia-San Sebastián, España

*oihane.echeverria@tecnalia.com

RESUMEN

La utilización de los composites para soluciones ligeras en el mercado de automoción es todavía incipiente debido al coste de producción de estos componentes y la limitada capacidad productiva de las tecnologías de fabricación actuales.

El desarrollo de formulaciones más reactivas para procesos que permitan aumentar las cadencias de producción y reducir tiempos de procesos a pocos minutos están despertando gran interés, como por ejemplo el HP-RTM (RTM de alta presión) y el HP-CRTM (compresión RTM).

En caso de las resinas para RTM se buscan formulaciones de curado ultra-rápido (2-5min) y bajas viscosidades para optimizar al máximo los ciclos de curado e inyección. La tecnología basada en resinas de poliuretano (PUR) ofrece frente a otras alternativas la ventaja de poseer gran tenacidad y resistencia a la fatiga lo cual la hace especialmente atractiva para elementos sujetos a impactos o a cargas cíclicas como los elementos de suspensión.

Este trabajo se ha centrado tanto en el desarrollo de las nuevas formulaciones de resinas como en el diseño y optimización de procesos de fabricación de componentes estructurales. Para ello se cubrirán aspectos que abarcan desde el análisis, síntesis y caracterización de las resinas hasta la simulación y optimización del proceso de fabricación.

PALABRAS CLAVE: Poliuretano termoestable, RTM, curado rápido y composite.

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

DEVELOPMENT OF POLYAMIDE 6 BY T-RTM PROCESS FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY

J. Lagarinhos^{1,2,3*}, L. Santos^{1,2}, L. Melo de Lima^{1,2,3}, P. Lima^{1,2,4}, R. Torcato^{1,2,3},
D. Rodrigues⁵, S. Melo⁵, J. Grilo⁵ and J. Oliveira^{1,2,3}

¹EMaRT Group, Emerging Materials Research and Technologies, University of Aveiro,
Portugal

²School of Design, Management and Production Technologies Northern Aveiro, University of
Aveiro, Portugal

³CICECO, Aveiro Institute of Materials, University of Aveiro, Portugal

⁴TEMA/DEM/UA, Centre for Mechanical Technology and Automation, Department of
Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal

⁵Simoldes Plásticos, S.A., Portugal

*joanalagarinhos@ua.pt

ABSTRACT

In recent years, to reduce pollutant emissions from road transport, new strategies have been developed. The weight reduction of a vehicle is still the most cost-effective solution for reducing fuel consumption and consequently reducing CO₂ emissions. Therefore, there has been an effort by the automotive industry to develop new lightweight composites.

Thermoplastics present high impact resistance, short manufacturing cycles, thermoformability and recyclability. However, due to their high viscosity, the impregnation of reinforcements constitutes one of the main problems.

Resin transfer molding (RTM) process is widely used for thermoset matrix composites production. For thermoplastics a similar concept known by thermoplastic resin transfer molding (T-RTM) has emerged. T-RTM allows a better impregnation of reinforcements in matrix, by using low viscosity thermoplastic monomers.

In this study, T-RTM technique was used to produce polyamide 6 (PA6). For this, the PA6 precursor, ϵ -caprolactam (ϵ -CL), was polymerized in the presence of catalyst and activator. The cycle starts with the introduction of raw materials in T-RTM equipment constructed inhouse. This equipment has the possibility of using inert and vacuum conditions. The melting and mixing of the reagents were performed at 110 °C and the polymerization occurs *in situ* (mold) at temperatures between 130-160 °C.

This work shows the possibility to produce PA6 with good properties by T-RTM technique based on *in situ* polymerization of ϵ -CL. Further studies will be performed to optimize the processing parameters and the production of different polyamide-based composites, to be applied as structural components for lightweight car body construction.

KEYWORDS: Thermoplastic; T-RTM; *in situ* polymerization; Automotive.

PRESENTATION: POSTER

THEMATIC BLOCKS: Advances in Composite Materials

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF ADVANCED CARBON FIBRE REINFORCED POLYMERS FOR DOWN SELECTION OF AERO-STRUCTURAL MATERIALS

**K. Muñoz^{1*}, T.S. Plagianakos², F. Moreno¹, M. Fernández¹, M. Jiménez¹,
E. Karachalios²**

¹Element Seville, ²Hellenic Aerospace Industry

*kirsamunoz@element.com

SUMMARY

Carbon fibre reinforced polymers are widely used in primary and secondary aircraft structures, mainly due to their excellent fatigue endurance and specific strength. Nowadays, improvements related to their manufacturing costs, impact resistance and fracture toughness are pursued through the investigation of new matrix-fibre combinations and the application of cutting-edge manufacturing technologies.

This work presents the results of the coupons test campaign that has been conducted to assess the mechanical properties of different advanced carbon fibre reinforced polymers, being compared with those obtained for a composite material traditionally used in aero-structures. The effect of matrix nature (thermoset and thermoplastic), fibre orientation (unidirectional fibres, woven and Non-Crimp Fabrics), as well as the introduction of innovative elements such as reinforcing-matrix Carbon Nanotubes or acoustic damping veil is evaluated. Moreover, the effect of ageing is assessed through the evaluation of the mechanical properties after specimen environmental conditioning.

The study shown here is within the scope of SHERLOC, a project belonging to the Clean Sky 2 JU. The purpose of the project is to perform a down selection of most advanced composite materials, manufacturing processes and Structural Health Monitoring (SHM) systems that contribute moving towards a Condition-Based Maintenance. From the execution of this coupons test campaign, a comprehensive knowledge base of mechanical properties has been generated, enabling the comparative analysis with reference composite and down selection of the materials that will be applied in the regional aircraft fuselage concept developed in Clean Sky 2.

Key words: composites, mechanical characterization, down-selection, comparative analysis, regional aircraft.

Presentation format: POSTER

Thematic section: 1. Advances in composite materials

ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DE PORCENTAJE DE HUECOS, FIBRA Y RESINA EN MATERIALES COMPUESTOS

D. Alfaro, P. Morón, J. Sánchez, L. Vicente, K. Muñoz, F. Simón, M. Jiménez*

Element Seville

*miguel.jimenez@element.com

RESUMEN

La calidad de la fabricación en laminados de material compuesto es una de las cuestiones principales a tener en cuenta a la hora de producir estructuras para aeronaves. Para evaluarla, normalmente se realiza un proceso iterativo de verificación de diferentes propiedades sobre los primeros laminados fabricados. Así, los parámetros del proceso de fabricación se varían hasta conseguir incrementar su nivel de madurez y asegurar que dichas propiedades presentarán unos valores aceptables dentro de los estándares de calidad definidos.

La fracción de volumen de poros, resina y fibra forma parte del conjunto de propiedades que deben ser verificadas, especialmente en procesos de fabricación novedosos y/o de bajo coste, ya que pueden afectar al comportamiento estructural del material. Así, cobra gran importancia la capacidad para obtener resultados según la técnica utilizada.

Este estudio propone un análisis comparativo de la medición del porcentaje de huecos, fibra y resina sobre polímeros reforzados con fibra de carbono, mediante la técnica de análisis de imagen automatizada y mediante la técnica de digestión ácida, variando parámetros del proceso de ensayo para evaluar su influencia en la correcta determinación de los porcentajes.

El uso de diferentes técnicas y parámetros permite evaluar comparativamente los diferentes resultados obtenidos, y pone de manifiesto las ventajas y desventajas de ambas técnicas, a la vez que proporciona información sobre las mejores prácticas para la ejecución del ensayo siguiendo cada procedimiento.

PALABRAS CLAVE: porcentaje poros, fibra, resina, análisis automático de imagen, digestión ácida

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: AVANCES EN MATERIALES COMPUESTOS.

EFFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE AGUJEROS EN LAS INICIACIÓN DEL DAÑO EN LAMINADOS

A. Solis, S. Sánchez-Sáez, E. Barbero-Pozuelo*

Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Universidad Carlos III de Madrid

*ebarbero@ing.uc3m.es

RESUMEN

La presencia de un agujero en un laminado produce la aparición de tensiones en la dirección del espesor que contribuyen a la aparición de delaminaciones y rotura de la matriz. Estas tensiones aparecen incluso aunque la carga esté aplicada en el plano del laminado. Los mecanismos de daño que aparecen en un laminado cuando se le somete a cargas de compresión son diferentes que a tracción, siendo el micropandeo de las fibras el mecanismo que controla la iniciación del daño en compresión. La presencia de un segundo agujero cerca del primero modifica el campo tensional. En la literatura se ha analizado la influencia en el factor de concentraciones de tensiones en el plano o la carga de rotura de la interacción de dos agujeros, considerando variables como la distancia entre agujeros o la posición.

En este trabajo se analiza el efecto de la interacción entre agujeros en las tensiones fuera del plano asociadas al efecto de borde libre, considerando una carga aplicada que produce la iniciación del daño por micropandeo en el laminado. En este trabajo se ha empleado la teoría de mezclas serie/paralelo para estimar el comportamiento elástico del material y un modelo de daño continuo para modelar el inicio del fallo por micropandeo. Se analiza como el inicio del daño y las tensiones interlaminares varían cuando la posición relativa entre agujeros se modifica.

PALABRAS CLAVE: tensiones interlaminares, modelización, laminados con agujero

TIPO DE PONENCIA: POSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos

Simulating Scratch Behavior of HDPE and Liquid-Crystalline Islands Composites through Molecular Dynamics

R. Simoes^{*1}, A.M. Cunha² y W. Brostow³

1 Polytechnic Institute of Cavado and Ave (IPCA), Campus do IPCA, 4750-810 Barcelos, Portugal

2 Institute for Polymers and Composites IPC/I3N, University of Minho, Campus de Azurem, 4800-058 Guimaraes, Portugal

3 Laboratory of Advanced Polymers & Optimized Materials (LAPOM), Department of Materials Science and Engineering and Department of Physics, University of North Texas, 3940 North Elm Street, Denton, TX 76207, USA

*rsimoes@ipca.pt

ABSTRACT

To reduce material waste, damage, and replacement cost, we study the effect on the material behavior from the inclusion of a second-phase in the form of liquid-crystalline (LC) islands. Through the use of molecular dynamics simulations, we combine pure experimentation with computational models to increase efficiency and decrease inconsistency associated with traditional material science research. Beginning with pure high-density polyethylene (HDPE), we simulate the effects of adding LC islands to HDPE in order to make direct comparisons to the results from a prior study conducted by Hilbig et al. [10]. In the present study, we focused on HDPE containing different concentrations and diameters of LC islands with varying indenter diameter and forces. From the results we are able to analyze the response of the most relevant tribological properties, namely penetration depth and healing depth, as well as being able to establish trends resulting from the change in each parameter. The work conducted allowed us to conclude that the LC islands do strengthen the HDPE and this discovery has enormous potential to revolutionize the way industries create products by reducing the amount of material waste that otherwise would cost companies millions of dollars to repair.

PALABRAS CLAVE: : Molecular dynamics; polymer composites; tribology; wear; polymer liquid crystals.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Avances en Materiales Compuestos



Sesión Temática:

2.- Materiales multifuncionales, bioinspirados y Smart materials



MULTILAYERED, BIO-BASED POLYMER/CLAY AEROGEL COMPOSITES

M. Sánchez-Soto^{1*}, P. Jokinen², T. Abt¹, M. Ll. MasPOCH¹, O.O. Santana¹, J. Cailloux¹.

¹Centre Català del Plàstic. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona Tech.
C/Colom nº 114. 08222 Terrassa (Barcelona).

²Case Western Reserve University. Cleveland. Ohio (USA)

*m.sanchez-soto@upc.edu

RESUMEN

Low flammable foam-like materials based on renewable bio-based polymers and sodium montmorillonite clay (MMT) were created using water as a solvent and following a simple freeze-drying process. Composites were formed by adding different layers of the previously created gel precursors to a Polyvinyl alcohol /MMT base aerogel, combining up to three different material layers. A multi-step and a one-pot process were followed to make the multi-layered aerogels and the resultant properties of the different processing systems were compared. Higher adhesion between layers were observed in the multi-step process although it required a higher manufacturing time.

With the aim of improving the mechanical properties, chemical cross-linking of the Polyvinyl alcohol base was induced prior to lyophilization, immersing the material in a sodium borate solution. It was found that the mechanical response under compression was enhanced in regards to the non-crosslinked systems. A highly flame retardant composite material was fabricated by superposing different aerogel layers with alginate/MMT as the most promising system for fire protection at the external layer.

PALABRAS CLAVE: Bio-based, Aerogel, Multilayer, Fire resistance.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

Diseño y fabricación de un panel de puerta para mejorar el confort térmico en vehículos eléctricos

C. Bandrés*, M. de Dios, B. Rey, A. Tielas, V. Ventosinos, S. Rodríguez

Centro Tecnológico de Automoción de Galicia, CTAG

*Carlos.bandres@ctag.com

RESUMEN

La autonomía de un vehículo eléctrico se ve ampliamente afectada por el consumo de sus equipos auxiliares, representando un porcentaje importante la energía empleada para calentar el interior del habitáculo. Por este motivo, la mejora de los sistemas de confort térmico es un punto clave para lograr una mayor penetración del vehículo eléctrico en el mercado.

Además del uso de sistemas más eficientes, también es necesario adoptar nuevas estrategias de calentamiento para obtener un adecuado confort térmico. Una de ellas es la total personalización de la climatización para cada ocupante del vehículo, sin que las necesidades de un usuario se impongan sobre las de otro. Este concepto es conocido como burbuja de confort, siendo los paneles de puerta uno de los pilares fundamentales para lograr una óptima personalización del bienestar térmico de los ocupantes.

La pieza demostradora consiste en un panel de puerta fabricado en composite representativo de un vehículo segmento B y C. Como dispositivo generador de calor radiante se ha empleado un tejido calefactado desarrollado por CTAG el cual ha sido integrado como una capa interna del composite.

La geometría de la pieza demostradora ha sido diseñada teniendo en mente maximizar la eficiencia del calor transmitido por radiación.

PALABRAS CLAVE: Automoción, confort térmico, composite calefactado

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales

APLICACIÓN DE RESIDUOS AGROFORESTALES EN MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

F.Pedras*, G.Piñeiro, R.Castilla,

Axencia Galega da Industria Forestal. XERA. Xunta de Galicia

*xose.francisco.pedras.saavedra@xunta.gal

RESUMEN

Los materiales lignocelulósicos se emplean con frecuencia de elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica, debido a sus características y peculiaridades derivadas de un recurso natural abundante, de bajo impacto ambiental y coste, y que, además permite mejorar propiedades físico mecánicas del material compuesto. En la actualidad es posible encontrar en el mercado soluciones industriales realizadas con refuerzos de materiales lignocelulósicos en productos destinados a la automoción, la construcción y la fabricación de útiles de consumo.

Una posible vía de obtención de materiales lignocelulósicos procede de la valorización de los subproductos y residuos generados en el cultivo de productos agroforestales empleados por la industria agroforestal y alimentaria tales como: restos de podas forestales de frondosas y coníferas, restos de podas procedentes de plantaciones de vid, olivo y kiwi y el aprovechamiento de matorral de alto potencial (tojo, retamas y uzes).

En concreto, se cuantifica la disponibilidad y existencias de estos recursos naturales en la Eurregión Galicia - Norte de Portugal y se evalúan las tecnologías procesamiento físico mecánico empleadas para adecuar las propiedades físicas (humedad) y morfológicas (granulometría y relación de aspecto) a los requerimientos de las aplicaciones materiales compuestos como inyección, rotomoldeo y extrusión.

PALABRAS CLAVE: fibras naturales, recursos agroforestales, fraccionamiento mecánicos, granulometría, composites plásticos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart material.

Auto-reparación extrínseca de resinas epoxi

M. Peñas Caballero, Marianella Hernández Santana, M.A. López Manchado, y

R. Verdejo*

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, ICTP-CSIC, C/Juan de la Cierva, 3
Madrid 28006.

*r.verdejo@csic.es

RESUMEN

La auto-reparación, es la capacidad de un material, de repararse de forma autónoma, tras sufrir un daño por su uso, agresiones externas, etc. Este comportamiento es una alternativa eficiente para aumentar la vida útil de un material. En este trabajo, se analiza la capacidad auto-reparadora de matrices termoestables, empleados en el sector transporte. En concreto, se analiza la auto-reparación de una resina epoxi de baja viscosidad a través de un mecanismo extrínseco, usando un ionómero termoplástico. El proceso de reparación se activa térmicamente tras la fractura del material y se evaluaron 3 parámetros: la temperatura, el tiempo y la concentración de ionómero. Una vez reparada la muestra, se vuelve a ensayar, midiendo el esfuerzo máximo a tracción para determinar la eficiencia de reparación alcanzada. Los resultados preliminares revelan una capacidad de reparación del 50 % tras la fractura. Estos resultados marcan el inicio en el desarrollo de materiales innovadores, que reducirán los contenidos de residuos y permitirán su reutilización, todo ello englobado dentro de los principios de economía circular.

Agradecimientos: Se agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la financiación recibida (MAT2016-81138-R, MAT2015-73392-JIN)

PALABRAS CLAVE: Epoxi, auto-reparación, ionómero, mecanismo extrínseco

TIPO DE PONENCIA: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

MODIFICATION OF CARBON FIBRE/EPOXY COMPOSITES PROPERTIES BY THE INCORPORATION OF NANOPARTICLES FUNCTIONALIZED ELECTROSPUN POLYAMIDE 6 VEILS

C. Montesión¹, M. Blanco^{1,*}, A. Pérez-Márquez², J. Maudes², J. Gayoso², J. M. Laza³, N. Murillo², E. Aranzabe¹ y J. L. Vilas³

1. Unidad de Química de superficies y Nanotecnología, Fundación Tekniker, Iñaki Goenaga 5, 20600 Eibar, Spain; 2. Industrial and Transport Division, TECNALIA, P Mikeletegi 7, E-20009 Donostia-San Sebastian, Spain; 3. Departamento de Química Física, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco/EHU, Apdo. 644, E-48080 Bilbao, Spain
*miren.blanco@tekniker.es

RESUMEN

Epoxy resin composites inherent brittleness and poor crack resistance make necessary some form of toughening. Recently, several types of nanoparticles are being incorporated due to their theoretical high stiffness and strength. However, the addition of tougheners to the entire matrix resin could lead to a decrease in in-plane mechanical properties and to an increased viscosity of the system, being reduced the processing ability of matrix resin. Moreover, a homogeneous dispersion of these nanoparticles is still a problem.

Thermoplastic nanofibrous structures can tackle these problems. They offer a solution for the dispersion issue, since they can be readily embedded in the resin and incorporate a nanosized phase in the composite. These nanofibres also do not increase the viscosity of the resin. Moreover, due to their macro scale length, no health hazards are involved in the production and use of these nanofibres.

This paper investigates the effect of electrospun nanofibrous veils made of polyamide 6 modified with TiO₂ nanoparticles on the properties of a carbon fibre/epoxy composite. The nanofibres were incorporated in the carbon fibre/epoxy composite as stand-alone interlayered structure during a vacuum infusion process. The effect of positioning these veils in different composite positions has been investigated. Incorporation of polyamide nanofibers increases the stress at failure and the Young's modulus. Furthermore, mode I tests showed a slight improvement. When TiO₂ modified veils are incorporated in the composite, similar mechanical properties were obtained, but new antibacterial properties were achieved when irradiated with UV light widening the application area of these composites.

PALABRAS CLAVE: Polymer matrix composites; nanoparticles; electrospun nanofibres; antibacterial, mechanical properties

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

ECOFUNEL PROJECT: NEW AD-HOC INJECTION MOULDING COMPOSITES WITH ENHANCED ELECTRICAL FEATURES FOR AIRBORNE SYSTEMS

S. de Juan*¹, V. Ventosinos², T. Fournier³, E. Robert⁴.

¹FIDAMC, Foundation for the Research, Development and Application of Composite Materials. Av. Rita Levi Montalcini, 29. 28906 Getafe, Spain.

²CTAG, Automotive Technology Centre of Galicia. Pol. Ind. A Granxa 36475 Porriño, Spain.

³Canoe, Université de Pau et des Pays de l'Adour. Avenue de l'Université BP576 64012 PAU Cedex, France.

⁴Liebherr Aerospace SAS, 408 Avenue des États Unis, 31016 Toulouse, France.

*sergio.dejuan@fidamc.es

ABSTRACT

The European Commission has a strong compromise in matter of developing eco-friendly designs for airborne systems to reduce both manufacturing and in-service contamination related to those elements. One of the main approaches in this sense is to substitute metal parts by stiff, light-weight, multifunctional and recyclable polymer-based compounds which allow eliminating hazardous surface treatments and also permit reusing the materials at the end of life of the components.

In this framework, ECOFUNEL project was launched by Liebherr Aerospace SAS with the consortium formed by FIDAMC, CTAG and Canoe, and with the financial support of the European Commission under the Clean Sky 2 initiative. The work aims to giving alternatives to current metal valve bodies of air conditioning systems for aircraft, by investigating use of thermoplastic while addressing the challenge of keeping sufficient electrical conductivity and mechanical properties of the part.

The research line put the focus on the development of new functionalized material formulations based on high performance injection molding thermoplastic compounds with enhanced electrical feature. New formulations are designed, produced and studied systematically within ECOFUNEL and a final prototype element will be created employing the ad-hoc own-designed materials.

This project has received funding from the Clean Sky 2 Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme by the grant agreement No 738047.

KEY WORDS: Composites, conductivity, injection, aeronautics, systems.

TYPE OF PRESENTATION: ORAL

TOPIC SESSION: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

FABRICACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE UNIONES MULTI-MATERIAL (METAL-COMPOSITE) MEDIANTE RESINAS NANO-REFORZADAS

S. Dasilva^{a, b*}, A. Jiménez-Suárez^a, E. Rodríguez^b y S.G. Prolongo^a.

^aÁrea de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

^bDpto. Materiales Avanzados. Centro Tecnológico AIMEN, Porriño, Pontevedra, España.

*sara.dasilva@aimen.es

RESUMEN

Las uniones adhesivas Ti-CFRP son de gran interés en estructuras de altas prestaciones de cara a un mayor aligeramiento, como en el ala de flujo laminar híbrido (HLFC) de aviones; en los denominados laminados fibra-metal (FML); o en embarcaciones de competición donde la alta resistencia mecánica, baja densidad y la resistencia a la corrosión o al impacto juegan un papel predominante. Este tipo de uniones pueden ser fabricadas mediante adhesivos o empleando técnicas de co-pegado en las que la unión se efectúa al mismo tiempo que la fabricación del CFRP. Uno de los mayores retos en este tipo de estructuras multimaterial es poder confirmar el estado de la unión en servicio.

El presente trabajo aborda el uso de resinas nanorreforzadas mediante MWCNT para fabricación de uniones Ti-CFRP mediante co-pegado. Se busca con ello comprobar el potencial de estas en las propiedades de la unión y en su capacidad para la monitorización de la salud estructural (SHM).

Se han empleado diversos métodos de fabricación de uniones entre titanio y material compuesto utilizando una resina epoxi nanorreforzada y tejido bidireccional de carbono. Se ha comprobado el efecto de los MWCNT en el proceso de fabricación, así como en la resistencia mecánica mediante ensayos LSS y G_{Ic} , y su respuesta eléctrica en función de la aparición de defectos, grietas y/o deformaciones. Se concluye que pequeñas fracciones de MWCNT permiten la fabricación de las uniones multimaterial con mejor comportamiento mecánico y mayor sensibilidad a la hora de detectar el fallo en la unión.

PALABRAS CLAVE: CNT, Adhesivos, Uniones Multimaterial, Epoxi, SHM.

TIPO DE PONENCIA: ORAL (la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

LAMINADOS AERONÁUTICOS MULTIFUNCIONALES Y MULTIESCALARES CON DIFERENTES CONTENIDOS EN GRAFENO OBTENIDO POR UN PROCESO MECANO-QUÍMICO

V. García-Martínez¹, M. R. Gude*¹, M. R. Martínez-Miranda¹, S. Blanco², P. Merino², C. Merino² y T. Blanco³

¹FIDAMC, Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de Materiales Compuestos, Avda. Rita Levi Montalcini 29, 28906 Getafe

²Grupo Antolin Ingeniería, S.A. Ctra. Madrid – Irún, km. 244.8, 09007 Burgos

³Airbus Operations, S.L., Paseo John Lenon, S/N, 28906 Getafe

*maria.r.rodriguez@fidamc.es

RESUMEN

En la actualidad la industria aeronáutica está demandando una nueva generación de materiales compuestos avanzados que, además de cumplir unos exigentes requerimientos mecánicos, aporten multifuncionalidad. En esta línea, en el marco del proyecto europeo GRAPHENE FLAGSHIP, se está trabajando en la incorporación de materiales basados en grafeno (GRM, *graphene related materials*) a materiales compuestos de fibra de carbono y matriz polimérica con el fin de obtener materiales multiescalares que presenten una reducción en la absorción de humedad, elevada conductividad eléctrica, así como un aumento de la resistencia a impacto y mejor comportamiento al fuego.

En este trabajo se busca mejorar un material compuesto que consiste en una resina epoxi formulada para procesos de inyección y un tejido de fibra de carbono sin ondulación (NCF, *non-crimp fabric*). La resina se ha modificado con 3 contenidos diferentes de nanofibras de carbono exfoliadas por un proceso mecano-químico⁽ⁱ⁾ y los paneles de material compuesto se han fabricado mediante RTM. La campaña de ensayos para evaluar el efecto del grafeno consta de ensayos mecánicos así como medidas de conductividad eléctrica, incluyendo la monitorización de la resistencia eléctrica durante un ensayo mecánico. Adicionalmente se incluyen otros ensayos como el estudio del comportamiento a fuego y ensayos de LOI (*limit oxygen index*).

PALABRAS CLAVE: material multiescalar, grafeno, RTM, conductividad eléctrica

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

⁽ⁱ⁾ Del Rio-Castillo y col., “Selective suspension of single layer graphene mechanochemically exfoliated from carbon nanofibres”, Nano Research, 2014, Vol. 7, pp 963-972

PROLONGACION DE LA VIDA UTIL DE UN ADHESIVO EPOXI MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE MICROCÁPSULAS INTELIGENTES

R. Rodríguez*, H. Villaverde y S. Flórez

TECNALIA, Paseo Mikeletegi 2, 20009 Donostia-San Sebastián

*raquel.rodriguez@tecnalia.com

RESUMEN

Durante los últimos años, tanto desde el punto de vista académico como industrial, se está haciendo un gran esfuerzo en el desarrollo de materiales denominados “polímeros inteligentes”. Como si se tratase de un organismo vivo, la misión de estos materiales es mostrar la misma sensibilidad o adaptabilidad que los sistemas biológicos ante estímulos externos (temperatura, pH, luz, campos eléctricos, campos magnéticos....) dando lugar a cambios en sus propiedades (forma, color, conductividad....).

Una de las aplicaciones que está generando gran interés es el desarrollo de polímeros auto-reparantes. La idea consiste en integrar en polímeros mecanismos de reparación que contrarresten microgrietas, cortes superficiales, rasguños o daños de impacto generados tras a la degradación del material o durante su tiempo de vida. Este tipo de daños pueden causar rápidamente una alteración irreversible de las propiedades mecánicas del material, defectos estéticos o incluso problemas de corrosión.

En este campo, destaca la tecnología de microencapsulación que consiste en la encapsulación del material reparante y la posterior incorporación de las microcápsulas en una matriz polimérica. Cuando la matriz polimérica sufre un daño (microgrieta, rasguño....), las microcápsulas se rompen y liberan el agente reparante que, al encontrarse de forma aleatoria con un segundo componente (catalizador disperso en la matriz polimérica), desencadenan una reacción química que hace que se recupere la zona dañada. Siguiendo este concepto, en este trabajo se presenta el desarrollo de microcápsulas “ALL IN ONE” que debido a su morfología desencadenan la reacción química de forma más eficiente, ya que el agente reparante se encuentra en el interior de la cápsula y el segundo componente, el catalizador, se encuentra en la superficie de la misma (Sistema patentado por Tecnalia EP16382598.7). Esta morfología hace que la eficiencia del sistema autoreparante se vea beneficiada ya que el encuentro entre agente reparante y catalizador no es aleatorio.

Se analiza la eficiencia de reparación de las microcápsulas “ALL IN ONE” utilizando un adhesivo estructural epoxi como demostrador de la tecnología. Para ello, se han simulado los daños que sufren este tipo de materiales durante su vida útil mediante ensayos de single-lap shear strength, llegando a sobrepasar el 100% de recuperación. Dicho estudio constata que la localización del catalizador controla la eficiencia de las microcápsulas y que dicha eficiencia también está condicionada tanto por la concentración de microcápsulas presentes en el adhesivo, como por la naturaleza del sistema reparante (agente reparante/catalizador).

PALABRAS CLAVE: Materiales inteligentes, Adhesivo autoreparante, microcápsulas, encapsulación, polimerización en suspensión

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

Hybrid and intelligent textile structures for composites structural health monitoring in automotive industry

D. Esteves¹, K. Rodrigues¹, M. Midão¹, N. Durães¹, S. Silva¹, C. Oliveira², L. Rodrigues², F. Rodrigues², F. Oliveira², J. Guedes³, M. Martins³, J. Monteiro⁴, A. Silva⁴, G. Silva⁵, S. Oliveira⁵

¹ Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes (CeNTI), Rua Fernando Mesquita 2785, 4760-034 V. N. Famalicão, Portugal.

² Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (CITEVE), Rua Fernando Mesquita 2785, 4760-034 V. N. Famalicão, Portugal

³ INEGI – Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

⁴ Simoldes Plásticos, Rua Comendador António da Silva Rodrigues 165, 3721-902 Santiago de Riba-Ul, Oliveira de Azemeis, Portugal.

⁵ TMG – Tecidos para Vestuário e Decoração, S.A., Rua Comendador Manuel Gonçalves, 25 Vale S. Cosme, Telhado e Portela 4770-588 Vila Nova de Famalicão
desteves@centi.pt

Abstract

Automotive industry is a sector where the technologic development aims to fulfil high standard requirements regarding safety, energy efficiency and environmental pollution. The development and application of technical textiles as a reinforcement for polymeric matrixes to form high performance composite materials that comply with automotive industry standards has been increasing. Nowadays composite materials are an integral part of vehicles bringing advantages both in terms of mechanical performance and lightness. The current technical textiles applied in this sector focus on high mechanical performance through the application of fibres such as carbon fibre, aramid and glass fibre, these textiles combined with thermoplastic materials result in recyclable composites that reduce environmental pollution. This work was developed in the framework of TEXBOOST project co-financed by COMPETE 2020 – the Operational Programme for Competitiveness and Internationalization, under Portugal 2020 through the European Regional Development Fund (ERDF). TEXBOOST PPS3 (AN1/AN2) main objective is the development of smart and hybrid textile structures that when integrated in the matrix result in not only high mechanical performance composites but also smart composites with structural health monitoring capabilities, allowing the evaluation of potential structural fails and necessity of vehicle part replacement (preventive maintenance of automotive parts). Therefore, different types of sensing fibres are being developed, characterized and weaved in a textile structure with carbon fibres to be further integrated in polymeric matrixes. All the developed composites are being characterized both in terms of mechanical and electrical performance.

KEYWORDS: Smart composites, sensing fibres, structural health monitoring;

TYPE OF PRESENTATION: ORAL

THEMATIC SESSION: 2- Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart Materials

IMPRESIÓN 3D DE MATERIALES COMPUESTOS NANODOPADOS CON CNT CON CAPACIDAD DE MONITORIZACIÓN DE LA SALUD ESTRUCTURAL.

**A. Cortés*, Xoan F. Sánchez-Romate, A. Jiménez-Suárez, M. Campo,
Silvia G. Prologo, A. Ureña.**

Área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n,
Móstoles, 28933, Madrid, España.

*alejandro.cortes@urjc.es

RESUMEN:

La impresión 3D actualmente está atrayendo el interés por parte de la industria y la comunidad científica en los últimos años debido a la reducción de tiempo y operaciones de procesado. A su vez, es importante el desarrollo de materiales que aporten nuevas funcionalidades o propiedades mejoradas respecto a los materiales disponibles actualmente.

En este contexto, la adición de nanopartículas como, por ejemplo, los nanotubos de carbono (CNT) está suscitando mucho interés. Más específicamente, tienen un gran potencial en aplicaciones de monitorización de la salud estructural (SHM) debido a su capacidad piezorresistiva y a los mecanismos de conducción túnel que les confiere una gran sensibilidad eléctrica frente a la deformación.

El presente estudio busca explotar estas capacidades de los CNT para la monitorización de la salud estructural combinándolo con las novedosas técnicas de impresión 3D. Para ello, se ha empleado la tecnología de impresión 3D conocida como *Digital Light Processing* (DLP) para obtener materiales compuestos basados en una resina comercial para alta temperatura del fabricante Formlabs dopada con CNT, variando el tratamiento de post-curado y el contenido de nanopartículas.

Los primeros resultados obtenidos para ensayos de tracción y flexión arrojan una sensibilidad eléctrica cercana a los valores típicos de galgas metálicas, mientras que la respuesta mecánica está fundamentalmente condicionada por el tratamiento de post-curado y el contenido de nanotubos, observándose una caída de propiedades para las muestras con mayores contenidos en nanorrefuerzo y sin post-curar, debido al apantallamiento de la luz ultravioleta por parte de los CNT.

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, CNT, Monitorización de la salud estructural, materiales automonitorizables.

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

GRAPHENE FOR ANTI-ICING

T. Blanco^{1*}, Z. Martin¹, A. Butragueño¹, J. Sánchez¹, A. Scidà², E. Treossi², V. Palermo², F. Valorosi²

¹Airbus Operations S.L., ²CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche

*tamara.blanco@airbus.com

ABSTRACT

Graphene is a nanomaterial, an allotrope of carbon whose structure is a one-atom thick planar sheet of carbon atoms bonded in a honeycomb crystal lattice. It is usually defined as the most promising ever-discovered material due to its unique electronic, electrical, mechanical, thermal, optical, and chemical properties, which will change our world and society.

Then, aeronautical sector is also trying to benefit from this miracle material as soon as possible. In fact composite airframe enhancement by graphene related materials is part of biggest European research project, the Graphene Flagship, to bring graphene from lab to society. Then, within this scenario, a first high potential application for graphene in aeronautical composite structure was selected: de- / anti-icing.

The graphene concept studied in this project for anti-icing application is an electro-thermal system using heat generation by electrical voltage and Joule effect. Therefore, key work performed was focused on following aspects:

- Identification of use case, customer and associated requirements
- Selection of Graphene based related materials
- Integration concepts with carbon fiber reinforced plastics (CFRP): insulation, top layers..., as well as manufacturing trials to demonstrate selected concepts.
- Functionality tests, proof of concept: heating capability, de-icing...
- Preliminary value and risk assessment

As per work performed, it can be concluded that the potential of proposed innovative graphene based electro-thermal system for aeronautical part anti-icing has been proven for a Technology Readiness Level 2. However, there is still a long way to increase the maturity, exploit benefits versus other under-development systems and go for scale-up, cost reduction and Environmental, Health and Safety (EHS) demonstration in line with the needed levels for high demanding airframe applications.

KEY WORDS: Graphene, anti-icing, de-icing, composites, CFRP

PRESENTATION TYPE: ORAL or POSTER

THEMATIC SESSION: 2

RECUBRIMIENTOS MULTIFUNCIONALES DE MATRIZ EPOXI CON NANOPARTÍCULAS CERÁMICAS PARA APLICACIONES COMO SUPERFICIES HIDRÓFOBAS

I. Lorero*, M. Campo, S. G. Prolongo, A. Ureña

Departamento de Matemática Aplicada, Ciencia e Ingeniería de Materiales y Tecnología
Electrónica, ESCET. Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, España.

*isaac.lorero@urjc.es

RESUMEN

La obtención de materiales multifuncionales ha cobrado especial relevancia en los últimos años. En este sentido, propiedades como la hidrofobicidad, debido sus potenciales aplicaciones (superficies repelentes al agua, autolimpiables, anti-hielo, protectoras contra la corrosión, etc.) en combinación con otras propiedades como la conductividad térmica o el aislamiento eléctrico, pueden dar lugar a nuevos materiales y recubrimientos aptos para su uso en el campo de la energía y la electrónica.

El presente trabajo se centra en el desarrollo de recubrimientos multifuncionales de resinas epoxi con nanopartículas inorgánicas con propiedades hidrófobas y de elevada capacidad de transmisión de calor. Para lograr este objetivo, se han seleccionado nanorrefuerzos de óxidos de zinc y de titanio de diferentes tamaños y morfologías para lograr la hidrofobicidad, además de plaquetas de nitruro de boro para mejorar la conductividad y la estabilidad térmica del recubrimiento de nanocomposites.

Entre las posibles aplicaciones de estos recubrimientos estarían su utilización como aisladores eléctricos para aplicaciones de alta tensión, como superficies autolimpiables, de resistencia al rayado, etc. La adición de recubrimientos superhidrófobos, que además logren una notable estabilidad mecánica y térmica, podría dar lugar a nuevos diseños de mayor fiabilidad y durabilidad en sus funciones.

PALABRAS CLAVE: superficies autolimpiables, hidrofobicidad, recubrimientos, nanorrefuerzos ZnO, plaquetas BN.

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL (la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

FABRICACIÓN ADITIVA DE NANOCOMPOSITES SEMICONDUCTORES MEDIANTE ESTEREOLITOGRAFÍA

A.S. de León*, S.I. Molina

Dpto. Ciencia de los Materiales, I. M. y Q. I., IMEYMAT, Facultad de Ciencias,
Universidad de Cádiz, Campus Río San Pedro, s/n, 11510 Puerto Real (Cádiz), Spain.

*alberto.sanzdeleon@uca.es

RESUMEN

Las técnicas de fabricación aditiva han ganado un enorme interés tanto para la comunidad científica como para el sector industrial. Frente a las técnicas de fabricación tradicional presentan la ventaja de que permiten reproducir cualquier geometría a partir de un archivo 3D, permitiendo la diferenciación y personalización del proceso a costes competitivos. Esto permite dar una rápida respuesta a las constantemente cambiantes necesidades del mercado. La estereolitografía (SLA) es una técnica de fabricación aditiva que consiste en la producción de un objeto a través de la polimerización capa a capa de una resina fotocurable mediante un haz láser focalizado. De esta forma se pueden realizar piezas con una resolución del orden de decenas de micras. Actualmente en el mercado existen dos tipos de resinas comerciales (acrílicas y epoxy), ambas con un comportamiento eléctrico aislante. Esto limita las aplicaciones de esta técnica en el diseño de circuitos o elementos conductores en general.

En el presente trabajo proponemos una serie de materiales nanocomposites impresos mediante SLA a partir de una matriz acrílica orgánica aditivada con diferentes nanoaditivos conductores inorgánicos. La combinación polímero/carga modifica las propiedades mecánicas, mejorando la resistencia a la tracción o el módulo del material. Además, se muestra que la conductividad eléctrica de las resinas compuestas incrementa hasta 9 órdenes de magnitud, llegando a tener un material con propiedades características de semiconductores.

PALABRAS CLAVE: Fabricación aditiva, estereolitografía, materiales híbridos, conductividad eléctrica, propiedades mecánicas

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

MONITORING OF FREEZE-THAW CYCLES IN CONCRETE USING AN EMBEDDED MICRO-SENSOR AND STRAIN GAUGES

J. Olivera^{1,2*}, S. Aparicio³, M. G. Hernández³ y J. J. Anaya³

¹Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Santo Domingo, República Dominicana

²Laboratorio de la Dirección General de Aduanas, Santo Domingo, República Dominicana

³Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información “Leonardo Torres Quevedo”, ITEFI (CSIC), Madrid, Spain; E-Mails: sofia.aparicio@csic.es; m.g.hernandez@csic.es; jj.anaya@csic.es, *j.olivera@dga.gov.do

RESUMEN

The damage caused by freeze-thaw cycles in structure concrete is a complex process in which is produced a dilation of cement paste and/or aggregates when the water is frost into porous structure among others factors. This dilation process produced stress and when it beyond the limit the disintegration of material may be occurs. The produced stresses are believed to be due to the several factors as: hydraulic pressure generated when growing ice crystals displace unfrozen water, growth of capillary ice crystals and osmotic pressures.

This paper deals with the study of internal stress produced during freeze-thaw (F-T) cycles using two non-destructive measurement approaches—the first approach devoted to continuous and internal monitoring using an embedded sensor based on amorphous ferromagnetic microwire during the cycles, and the second one, measuring the strain variations at the surface of the specimens by means of strain gauges. Also, measurements of ultrasonic pulse velocity through the concrete specimens were taken simultaneously during the freeze-thaw cycles. These inspections may provide great reference for further research on the development of a calculation modelling of deterioration process in concrete structures under a freeze-thaw environment.

PALABRAS CLAVE: freeze-thaw cycles; monitoring; concrete; embedded sensors; microwires

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart material

DESARROLLO DE NUEVOS RECUBRIMIENTOS MULTIFUNCIONALES: TRANSPARENTES, CON PROPIEDADES DE SUPERHIDROFOBICIDAD Y RESISTENCIA AL DESGASTE

N. Mas, A. Yedra, C. Manteca, M. González-Barriuso, L. Soriano y L. Pérez-Gandarillas

Fundación Centro Tecnológico de Componentes (CTC)
Parque Científico y Tecnológico de Cantabria (PCTCAN)
Calle Isabel Torres Nº 1. 39011 Santander- Cantabria (Spain)

*nmas@centrotecnologicoctc.com

RESUMEN

En la última década, el fenómeno de la superhidrofobicidad (SH) ha despertado un gran interés. Esto viene motivado por las numerosas e importantes funcionalidades que se pueden alcanzar con las superficies SH: soluciones de auto-limpieza, repelencia al agua, anti-corrosión, anti-manchas, anti-hielo, antifouling. La SH viene definida por la energía superficial del material y la morfología de la propia superficie.

Sin embargo, por tratarse de una característica superficial, su mayor inconveniente es su limitada resistencia al desgaste, siendo su durabilidad baja, lo cual limita un uso comercial extendido. Ello, junto con la complejidad y poca efectividad, desde el punto de vista económico, de las técnicas actuales para la fabricación de estos recubrimientos, hacen que la búsqueda de nuevas alternativas sea una necesidad de mercado y un reto tecnológico.

Asimismo, los recubrimientos orgánicos son ampliamente empleados en industria sobre un gran número de superficies debido a que los procesos de aplicación son relativamente sencillos y de costes reducidos. Especialmente, la fabricación de nanocomposites a partir de la combinación de polímeros orgánicos con nanopartículas inorgánicas, está creando grandes expectativas en el sector de los recubrimientos.

En este trabajo se han desarrollado nuevos recubrimientos orgánicos basados en la integración de nanopartículas modificadas superficialmente con moléculas hidrofóbicas, para conseguir hidrofobicidad en matrices poliméricas comerciales (pinturas). Además, se han empleado diferentes nanopartículas para conseguir efectos sinérgicos que faciliten una determinada rugosidad superficial y así alcanzar de manera simultánea recubrimientos hidrofóbicos, con resistencia al desgaste por abrasión y transparencia.

PALABRAS CLAVE: superhidrofobicidad, autolimpieza, nanomateriales, materiales compuestos, nanorecubrimientos.

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

APLICACIÓN DE ADHESIVOS TIPO FILM DOPADOS CON NANOTUBOS DE CARBONO PARA LA DETECCIÓN DE CRECIMIENTO DE GRIETAS EN ESTRUCTURAS DE MATERIAL COMPUESTO SOMETIDAS A FLEXIÓN

M. Sánchez^{a*}, Xoan F. Sánchez-Romate^{a,b*}, Rocío Moriche^c, Alberto Jiménez-Suárez^a, A. Güemes^b y A. Ureña^a

^aÁrea de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Calle Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid

*maria.sanchez@urjc.es

^bDepartamento de Materiales y Producción Aeroespacial, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid, Plaza del Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid

^cDepartamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte, Universidad de Sevilla, Avda. Camino de los Descubrimientos, s/n, 41092 Sevilla

RESUMEN

La búsqueda constante de ahorros en peso y coste representa un objetivo claro y permanente en la industria aeroespacial actual. En el contexto de las uniones adhesivas entre laminados de fibra de carbono, el conocimiento del comienzo y la propagación de despegados son fundamentales para evitar el colapso o el fallo catastrófico final de las mismas. En la actualidad, se plantea una tecnología basada en el dopado de adhesivos con nanotubos de carbono (CNT) para conseguir dicha finalidad.

En este trabajo se ha investigado la capacidad de detección de un adhesivo aeronáutico tipo film dopado con CNT en condiciones de flexión. Se fabricaron cupones estándar de Modo II y sub-elementos piel-larguero y se monitorizó la variación de resistencia eléctrica durante la realización de los ensayos mecánicos. La energía de fractura aumentó al añadir los CNT en comparación con uniones adhesivas realizadas con adhesivo sin dopar. El registro de la señal eléctrica mostró un aumento estable de la resistencia eléctrica con la longitud de la grieta con una sensibilidad más baja que la obtenida en ensayos de Modo I, debido a un menor efecto de apertura de la grieta. Se observó una buena concordancia al comparar los resultados con las estimaciones teóricas, lo que indica una distribución uniforme del adhesivo dentro de la unión, que posteriormente se confirmó con el análisis realizado mediante microscopía electrónica de barrido. Las pruebas de monitorización de sub-elementos piel-larguero sometidos a flexión mostraron un comportamiento similar, pero se observaron algunos aumentos bruscos, especialmente en los últimos estadios del ensayo, debido a una distribución menos uniforme del adhesivo en la región central. Por lo tanto, la técnica propuesta muestra un alto potencial y aplicabilidad para la monitorización de la salud estructural de estructuras de material compuesto.

PALABRAS CLAVE: Estructuras de fibra de carbono, Adhesivos, Nanotubos de Carbono, Propiedades mecánicas.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

(O también en Técnicas de Inspección y reparación)

Comparativa de propiedades de tracción, compresión, cortadura en el plano de materiales compuestos con fibras naturales

A. Pozo^a, A. Fernández-López^a, A. Güemes^a

a) Departamento de Materiales Compuestos, Center of Composite Materials and Smart Structure (CCMSS), Universidad Politécnica de Madrid, Plaza Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid, Spain, ar.pozo@aero.upm.es, www.aero.upm.es/departamentos/smart-composites

RESUMEN

Desarrollar una industria sostenible basada en materiales respetables con el medioambiente, a través de procesos óptimos con bajo impacto es un objetivo fundamental, pero sigue siendo un desafío considerable por lograr. A pesar de la gran cantidad de investigaciones sobre materiales compuestos basados en fibras naturales, limitadas conclusiones robustas se han obtenido, siendo habitual encontrar resultados mecánicos con un amplio coeficiente de variación y valores muy inferiores a lo esperado.

La industria de productos con la fibra de bambú ha aumentado en aplicaciones decorativas porque es una de las materias primas de menor coste. Sin embargo, tiene limitadas aplicaciones del tipo estructural, debido a las bajas propiedades mecánicas. Se ha realizado un estudio de la metodología y zona óptima de extracción, con el fin de maximizar el módulo de Young, llegando a duplicar el valor con respecto al material vidrio tipo E y epoxi. A su vez, se ha considerado fibras aisladas continuas como el lino, sisal, seda y algodón, para desarrollar una cinta unidireccional semi-impregnada mediante un proceso de bobinado, que permite la fabricación de estructuras con curvatura, con valores a cortadura en el plano comparables con el material de referencia.

Finalmente, además de la extensa campaña de ensayos mecánicos, se ha fabricado cinco demostradores con su respectivo envejecimiento para mostrar la capacidad de uso y limitaciones de los materiales desarrollados, los cuáles podrían satisfacer los requisitos en términos mecánicos específicos y cumplir con las restricciones futuras en términos medioambientales, en sectores industriales como el eólico o la automoción.

PALABRAS CLAVE: Fibras naturales, Materiales Compuestos Estructurales, Proceso de fabricación RFI, Propiedades mecánicas

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y smart materials

DAMAGE CONTROLLED COMPOSITE MATERIALS (DACOMAT): AN EU PROJECT.

A. Güemes¹, N. Fuentes², A. Fernandez-Lopez¹

1. ETSI Aeronauticos, UPM, Plaza Cardenal Cisneros, 3 Madrid

2. AIRTIFICIAL.Crta Nac 4, Km 628 Jerez de la Frontera, Cadiz

*alfredo.guemes@upm.es

RESUMEN

The objective of DACOMAT is to develop more damage tolerant and damage predictable low cost composite materials in particular aimed for usage in large load carrying constructions like bridges, buildings, wind-turbine blades and offshore structures. It is expected to improve durability and reduce lifetime costs of bridges by 30 %, this goals being achieved by improving the interlaminar material toughness (the concept of fiber bridging is exploited), and by monitoring the damage initiation and growth, by SHM techniques. It is a 4 year Project, started in Jan 2017, to be done by 12 companies and institutions, led by SINTEF (Norway). The spanish participants are UPM as leader for the WP5 (SHM techniques) and AIRTIFICIAL (formerly CARBURES), as responsible for manufacturing the large bridge demonstrator.

A dense fiber optic sensor array will be embedded at the composite structure, and incipient damages are detected by the sight changes produced at the strain field. Numerical model is used to optimize the sensor distribution, and to calculate the critical damage size. To demonstrate the reliability of this Damage monitoring system is a main goal for the Project.

PALABRAS CLAVE: Damage detection, composite bridges, strain sensing

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL
(la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: Sesión 2- Materiales multifuncionales y Smart materials.

INTEGRACIÓN DE TRANSDUCTORES DE AUDIO EN UN PANEL DE PUERTA COMPOSITE PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE SONIDO BASADO EN SUPERFICIES ACÚSTICAS.

M. de Dios*, C. Bandrés, B. Rey, R. Ledo, D. García, S. Rodríguez

Centro Tecnológico de Automoción de Galicia - CTAG

*miguel.dedios@ctag.com

RESUMEN

La evolución del sector de la automoción hacia la progresiva implantación del coche eléctrico y autónomo, requiere el rediseño de los sistemas de confort y entretenimiento para adaptarlos a las nuevas exigencias de los usuarios. En este sentido, cada vez es más frecuente la implementación de habitáculos adaptables a distintos escenarios mediante elementos móviles, como el volante retráctil o asientos giratorios, superficies inteligentes con funciones sensoricas y hápticas, o innovaciones estéticas en materiales e iluminación para proporcionar un entorno alejado del concepto actual de vehículo de transporte. El confort acústico es parte de esta nueva concepción de movilidad siendo necesario encontrar nuevas soluciones de sonorización que aporten nuevas funcionalidades y mayor confort.

En este trabajo se estudia la integración de transductores de audio sin membrana en un panel de puerta realizado en composite de fibra de carbono, con el fin de crear una superficie acústica que no requiere rejillas específicas en la superficie de la puerta. De esta forma el sonido deja de estar focalizado en una zona concreta de la pieza, ya que la propia superficie del panel pasa a ser la emisora de la onda sonora.

Mediante este sistema es posible sonorizar la mayoría de las piezas interiores del habitáculo, permitiendo la creación de un entorno sonoro inmersivo, invisible y totalmente personalizable.

Así mismo, el diseño geométrico de la pieza puede ser adaptado para optimizar la experiencia del usuario, estudiando la orientación de las distintas superficies que conforman el interior del habitáculo, y su influencia en la calidad de sonido percibida.

PALABRAS CLAVE: Sistema de sonido, superficies acústicas, composites multifuncionales.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales

BIO-BASED ALIPHATIC POLYURETHANE MATRIX FOR SUSTAINABLE UV-RESISTANT COMPOSITES

Stamo Mentizi

Covestro Deutschland AG

stamo.mentizi@covestro.com

SUMMARY

During the last years, composites based on renewable sources gained huge interest due to a globally increased awareness on sustainability issues. In order to address these issues and to achieve ambitious sustainability targets, such as the reduction of greenhouse gas emissions, Covestro recently introduced polyurethanes from a new aliphatic polyisocyanate, which bears a bio-content of ca. 70%. This polyisocyanate is being manufactured using a special route, which includes a biotechnological step for the conversion of biomass. A combination of such bio-based polyurethanes with reinforcing fibers can lead for the first time to a composite with a bio-content of appr. 90%. Due to the aliphatic nature of the bio-based isocyanates, the resulting composites are characterized by an inherent UV- and weathering resistance, which makes them primarily suitable for outdoor applications and allows to omit additional protective coatings steps. A corresponding matrix material for pultruded composites, which is based on conventional raw materials, is currently being launched under the brand name Desmocomp®. This solution has recently been awarded with the JEC Innovation Award in the category Raw Materials.

PALABRAS CLAVE: polyisocyanate, bio-based, outdoor

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2

DESARROLLO DE NUEVOS FILAMENTOS PARA IMPRESIÓN 3D BASADOS EN CERÁMICAS BIOINSPIRADAS

J. Rojas-Lozano*, P. Barreiro, E. López-Senra, C. Rodríguez-Valencia, M. López-Álvarez, P. González, J. Serra

New Materials Group, Department of Applied Physics, University of Vigo, IISGS, MTI, Campus Lagoas-Marcosende, Vigo 36310, Spain.

*joserojaslozano23@gmail.com

RESUMEN

La impresión 3D ha marcado un antes y un después en el área de la ingeniería del diseño y la fabricación. Esta nueva tecnología permite la producción de componentes muy diversos en un amplio abanico de sectores, incluyendo la industria de la automoción, construcción, aeronáutica, alimentaria, textil y también la biomédica. Dentro de esta prometedora técnica existen diversas variantes, siendo la impresión por deposición fundida (FDM) unas de las más extendidas.

En el caso particular de la ingeniería biomédica la impresión 3D supone ya una verdadera revolución, permitiendo un gran avance de cara a personalizar los dispositivos biomédicos y abordar desarrollos que con otras técnicas no serían posibles. Entre las aplicaciones más conocidas podemos destacar la fabricación de audífonos, férulas, vasos sanguíneos, andamios para ingeniería de tejidos, etc.

El objetivo del presente trabajo de investigación se centra en el desarrollo de un nuevo hilo para impresión 3D-FDM compuesto por un polímero sintético y una biocerámica de origen marino. Abordamos este desarrollo empleando como materiales de partida el ácido poliláctico (PLA) y una biocerámica cristalina bifásica producida a partir de un subproducto de la pesca sostenible. La extrusión del hilo se realizó en base a la utilización de diferentes formulaciones y parámetros de procesamiento/bobinado. El estudio de las propiedades físico-químicas y la optimización de parámetros, tanto del hilo como de los dispositivos de prueba impresos por FDM, se llevó a cabo por difracción de rayos x, termogravimetría, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía infrarroja.

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, FDM, biocerámicas, PLA.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

BIO-NANOCOMPOSITES DE POLIAMIDA/SEPIOLITA PARA APLICACIÓN EN PROCESOS DE FABRICACIÓN ADITIVA

M. Herrero^{1*}, M.Asensio¹, L. Alonso¹, K. Núñez², J.C. Merino^{1,2}, J.M. Pastor^{1,2}

¹ Departamento de Física de la Materia Condensada, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Paseo de Cauce, 47011 Valladolid, España.

² Fundación Cidaut, Parque Tecnológico de Boecillo, 47151 Boecillo, España.
manher@cidaut.es

RESUMEN

La impresión 3D engloba un conjunto de tecnologías de fabricación donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición sucesiva de capas de material. De entre todas las tecnologías, posiblemente el modelado por deposición fundida (FFF) sea la más madura. Esta tecnología se ha empleado principalmente para el prototipado rápido, pero en la actualidad se está implantando a nivel industrial debido a la disminución del consumo de energía durante moldeo y mayor eficiencia en el empleo de materias primas.

Los dos polímeros más comúnmente empleados en FFF son el políácido láctico (PLA) y el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Sin embargo, sus propiedades mecánicas y su temperatura de servicio no permiten su utilización en aplicaciones con altas demandas técnicas. Estas deficiencias han llevado a los investigadores a centrarse en plásticos técnicos como el policarbonato, polieteretercetona (PEEK), polieterimida (PEI), etc. Durante los últimos años, además de la utilización de plásticos técnicos, se han destinado numerosos esfuerzos a mejorar las propiedades de los tradicionales mediante su refuerzo con distintas cargas y nanocargas, capaces de ampliar la funcionalidad de la matriz o manipular las propiedades de la pieza impresa desde su composición.

En este trabajo se ha validado el empleo de una matriz de bio-poliamida, reforzada con una nanoarcilla fibrilar, para procesos de FFF. Los nanocompuestos impresos presentan una buena precisión dimensional, así como una combinación de módulo y temperatura de servicio que los permiten ocupar el espacio comercial existente entre los materiales convencionales (PLA y ABS) y los técnicos (PEEK y PEI).

PALABRAS CLAVE: fabricación aditiva, FFF, bio-poliamida, sepiolita, nanocompuestos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y smart materials

MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE FIBRAS DE CARBONO PARA SU APLICACIÓN EN SUPERCONDENSADORES PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

J. Artigas*, B.K. Muñoz, M. Sánchez, J. de Prado, M.V. Utrilla y A. Ureña
Área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Calle Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid
*joaquin.artigas@urjc.es

RESUMEN

La necesidad de aumentar la autonomía de los vehículos eléctricos ha impulsado la búsqueda de nuevos métodos para almacenar energía. Existe un creciente interés en el almacenamiento de energía en materiales compuestos estructurales, donde las propiedades de los materiales, el peso de los componentes y el consumo de combustible están estrechamente relacionados.

Los actuales sistemas de almacenamiento de energía, baterías de ion Litio, presentan altas densidades de energía, pero menor densidad de potencia. El uso de supercondensadores compensaría las necesidades de potencia al presentar valores más altos que las baterías en este aspecto.

La principal limitación de los supercondensadores se encuentra en su baja densidad de energía. Para aumentar la capacidad de almacenamiento es necesario desarrollar electrodos con elevadas áreas superficiales y excelente conductividad eléctrica. El uso de materiales compuestos con refuerzo de fibra de carbono permite obtener componentes de muy alta resistencia y bajo peso. Además, la elevada conductividad de la fibra de carbono permite su utilización como electrodo para supercondensadores o baterías estructurales.

En este estudio se analizan diferentes vías para incrementar el área superficial de fibras de carbono mediante el recubrimiento de las fibras con nanopartículas de carbono (GNP, CNT), carbonos porosos y óxidos metálicos. La eficacia de estas vías se analiza mediante medidas de área BET y caracterización superficial. El incremento del área superficial permitiría el uso de estas fibras como electrodos. Se analiza por tanto el efecto de estos tratamientos sobre las propiedades mecánicas de las fibras individuales y su capacidad de almacenamiento mediante ensayos de ciclo voltametría.

PALABRAS CLAVE: Supercondensadores, Materiales Multifuncionales, Fibra de Carbono, Propiedades eléctricas, Almacenamiento Energía.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

MATERIALES HÍBRIDOS BIOINSPIRADOS PARA LA DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA VISCOSA EN BUQUES

A. Rodríguez*, J.C. Suárez, P. Pinilla

Departamento de Ciencia de Materiales, Centro de Investigación en Materiales Estructurales (CIME), Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Navales, Avda. de la Memoria 4, 28040 Madrid, España.

*alvaro.rodriguez@upm.es

RESUMEN

La naturaleza ha ido creando a lo largo de millones de años una gran cantidad de materiales para desempeñar funciones muy diferentes. Si observamos a los tiburones, excelentes nadadores, tienen una piel que está formada por miles de pequeñas escamas o dentículos con una geometría compleja de canales y estriaciones paralelas a la dirección del flujo, que varían en tamaño y orientación en distintas partes del cuerpo. El propósito de estos dentículos es reducir la resistencia viscosa al avance, controlando las características del flujo a escala microscópica y aumentando la velocidad del pez. Ello es una fuente de inspiración que nos permite el diseño de nuevos materiales avanzados para su empleo en aplicaciones de ingeniería naval, con el objetivo de reducir la resistencia viscosa del buque y por ende las emisiones de gases de efecto invernadero durante la navegación.

El presente trabajo estudia la fabricación de materiales híbridos bioinspirados que permitan ser usados como recubrimiento de cascos de barcos. Este nuevo material está formado por unos dentículos que se han hecho mediante fabricación aditiva. Para que los dentículos adopten una forma o ángulo de ataque respecto al fluido de una forma independiente y autoregurable se necesita situar debajo del dentículo otro material que responda como un muelle y que permita las deformaciones necesarias. El material que se ha elegido es un hidrogel de PVA. Se ha desarrollado el sistema de síntesis para que responda a las propiedades buscadas. Además se han utilizado herramientas de CFD para comprender la física implicada en este fenómeno, que nos permita fabricar materiales guiados por los modelos numéricos para su ensayo y posterior perfeccionamiento de cara a conseguir un material apto para su uso real en condiciones de navegación.

PALABRAS CLAVE: Híbridos, bioinspirados, capa límite, resistencia viscosa

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materiales.

INFLUENCIA DE LA TIPOLOGÍA DE RESIDUOS AGROFORESTALES EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

G. Piñeiro^{1*}, F. Pedras¹, R. Castilla¹, H. Martins², A. Vilela², B. Silva², A. Tielas³, R. Ledo³, M. de Dios³

1- Axencia Galega da Industria Forestal XERA. Xunta de Galicia;

gonzalo.pineiro.veiras@xunta.gal

2- Polo de Inovação em Engenharia de Polímeros - PIEP, Universidade do Minho,

Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, bruno.silva@piep.pt

3- Centro Tecnológico de Automoción de Galicia - CTAG, raquel.ledo@ctag.com

RESUMEN

La aplicación de materiales lignocelulósicos en la fabricación de materiales compuestos atiende a sus características y peculiaridades derivadas de un recurso natural abundante, de bajo impacto ambiental y coste reducido.

Una posible vía de obtención de materiales lignocelulósicos procede de la valorización de los subproductos y residuos generados en el cultivo de productos empleados por la industria agroforestal y alimentaria tales como: restos de podas forestales de frondosas y coníferas, restos de podas procedentes de plantaciones de vid, olivo y kiwi y el aprovechamiento de matorral de alto potencial (tojo, retamas, uz).

Se analiza la influencia de la tipología de cuatro materiales lignocelulósicos de referencia: Podas de frondosas, podas de vid y kiwi y de matorral de tojo en las propiedades mecánicas (tracción e impacto), densidad e índice de fluidez (MFI y Spiral flow test) de compuestos de matriz polimérica obtenidas del compounding de estos materiales con Polipropileno PP.

PALABRAS CLAVE: recursos agroforestales, granulometría, partícula, propiedades mecánicas, densidad.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

REVIEW OF TECNALIA'S ACTIVITIES AND APPLICATIONS WITH CNTS. HOW TO OVERCOME THE BARRIERS TO INTRODUCE NANOTECHNOLOGIES IN COMPOSITE PARTS.

R. Seddon*, M. Chapartegui, I. Gaztelumendi y S. Flórez
División de Industria y Transporte, TECNALIA, Parque Tecnológico de Miramón, Donostia- San Sebastián, España.
* richard.seddon@tecnalia.com

RESUMEN

Recent activities at Tecnalia have focused on the creation of nano-enabled products (NEPs) based on carbon nanotubes (CNTs) with applications aimed primarily at composite structures for the transport sector. There is now an increasing demand for these products in other sectors such as energy, construction, water treatment and health. The materials use the inherent physical and chemical properties of CNTs to enhance those of the host structures.

Previous methods to introduce CNTs have identified considerable drawbacks. To avoid these issues Tecnalia has developed a CNT sheet or “buckypaper” manufacturing technology that enables the direct addition of 100% CNT layer(s) into a structure whilst avoiding all the previous drawbacks.

The CNT “buckypaper” (BP) interlayer is a low weight sheet consisting of entangled carbon nanotubes that has been manufactured in a continuous filtering mode on a pilot plant designed and developed by Tecnalia. This plant can produce continuous filtered films at scales suitable for industrial uptake and enables the manufacturing of buckypapers up to 100m long with widths up to 300 mm, with controlled thicknesses in the range of 10-200 microns. Areal weights are in the range of 30-200 g/m².

This paper discusses the activities to date related to the development of the Tecnalia pilot line using safe-by-design approaches for its implementation and validation; the manufacture of continuous CNT sheets; their introduction into a range of industrial components; management of all related EHS risks and descriptions of how this process helps overcome existing barriers for the introduction of nanotechnologies into composite parts.

PALABRAS CLAVE: Carbon nanotubes, buckypaper, multifunctional, pilot plant, safe-by-design manufacturing.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 2. Materiales multifuncionales

Espectroscopía de impedancia aplicada al estudio de cementos conductores

P. Astray *, B. Díaz, A. Lorenzo y X. R. Nóvoa

Grupo Encomat, Universidad de Vigo, Campus As Lagoas-Marcosende,
36310 Vigo (España)

*pablo_astray@hotmail.com

RESUMEN

La incorporación de fibras de carbono es la principal alternativa empleada para la fabricación de cementos conductores, ya que, a un coste relativamente bajo, proporciona una buena combinación de propiedades estructurales y funcionales. Las aplicaciones de este tipo de sistemas son numerosas, incluyendo la fabricación de elementos de calefacción o de ánodos empleados en protección catódica. La mayoría de los estudios en esta área se centran en la mejora en la dispersión de las fibras, siendo este objetivo validado mediante medidas de resistividad. En este sentido no existe una metodología universal de “análisis”, existen numerosas alternativas en la literatura: medidas con dos o cuatro electrodos, ensayos en corriente alterna o continua...

Este trabajo ofrece la metodología de impedancia, ya empleada para la caracterización de cementos comunes sin refuerzo, como una opción de análisis en el campo los cementos conductores. En este estudio, se incluyen como variables, la cantidad de fibra empleada y el uso de dispersantes para favorecer la preparación de una mezcla homogénea. El ajuste de los resultados obtenidos, siguiendo un modelo equivalente adaptado para este tipo de sistemas, nos ha permitido determinar los valores de conductividad de las distintas mezclas. Además, se han podido evaluar los fenómenos de polarización asociados a las fibras, que resultan de interés a la hora de validar la dispersión de las fibras.

PALABRAS CLAVE: cementos conductores, fibra de carbono, impedancia, dispersante

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

EVALUATION OF THE POTENCIAL OF LIGNIN FOR THE PRODUCTION OF CARBON FIBERS

M. Guerreiro^{1,2}, J. Gonçalves¹, E. Oliveira¹, B. Silva^{1*}, M. C. Paiva²

1- Polo de Inovação em Engenharia de Polímeros - PIEP, Universidade do Minho, Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, *bruno.silva@piep.pt

2- Institute for Polymers and Composites/i3N, University of Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal, mcpaiva@dep.uminho.pt

ABSTRACT

Lignin is one of the three major polymeric constituents of wood. It is a natural and renewable resource, and due to its structure is the most abundant aromatic polymer on Earth.

In the present work processed lignins were obtained from the pulp and paper industry, namely a Kraft lignin (KL) and a liginosulfonate (LS). The materials were characterized thermally and chemically, to evaluate their composition and processing window for extrusion processes.

The results obtained lead to the selection of KL as the main extrusion precursor for green fibre, and a precursor for carbon fibre processing. KL was mixed with several thermoplastics, used as plasticizers to allow the production of lignin rich fibres, at different ratios, namely 50:50, 60:40, 75:25, 85:15 and 95:5 (w/w).

The polymers that could be processed within the lignin's thermal limits were extruded and stretched into filaments of green fibre, with diameters below 250 μm .

Poly(lactic acid) (PLA), poly(hydroxybutyrate) (PHB) and acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) demonstrated to be the most effective plasticizers. It was observed that for PLA and PHB mixtures with KL, in spite of their ease of mixing, the filaments produced could not be thermo-stabilized. A KL/ABS blend (60:40) was successfully set into filament form and could withstand the thermal stabilization process.

KEYWORDS: lignin, thermoplastic polymers, filaments, thermal stabilization, melt processing.

PRESENTATION TYPE: POSTER

THEMATIC SESSION: 2. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials

MATERIALES ESPUMADOS MULTIFUNCIONALES A PARTIR DE MATERIALES COMPUESTOS MULTIFÁSICOS

J.M. Molina-Jordá*

Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Alicante, Ap. 99, E-03080, Alicante,
España
Instituto Universitario de Materiales de Alicante, Universidad de Alicante, Ap. 99, E-
03080, Alicante, España
*jmmj@ua.es

RESUMEN

Los materiales espumados poseen características que los hacen especialmente adecuados para multitud de aplicaciones tecnológicas. Actualmente, una de las técnicas más extendidas para la fabricación de materiales espumados consiste en fabricar un material compuesto formado por una matriz y unas inclusiones de una determinada naturaleza, que pueden eliminarse bajo condiciones controladas (disolución, reacción química, etc.). Éste método se conoce como de replicación y lleva a espumas de poro interconectado.

Hasta el momento, durante más de 50 años desde su patente original, el método de replicación ha permitido generar espumas de metales, polímeros e incluso de brea de mesofase, a partir de la cual se han podido obtener espumas de grafito de altas prestaciones. La funcionalidad de los materiales espumados que han sido fabricados hasta el momento depende del material del que está hecha la espuma, así como del tamaño, forma y distribución de tamaños de sus poros. Recientemente el autor del presente trabajo ha desarrollado una nueva familia de materiales multifuncionales, formados por espumas de poro interconectado obtenidas a partir de materiales compuestos por el método de replicación en los que en las cavidades de los poros existen fases huésped que otorgan diferentes funcionalidades al material. En el presente trabajo se presentan resultados obtenidos a partir de espumas de aluminio con fases huésped de dos naturalezas: i) partículas de carbón activo, con objeto de conferir propiedades adsorbentes; y ii) partículas de acero, que otorgan propiedades magnéticas capaces de acelerar los procedimientos de calefacción del material a través de inducción magnética.

PALABRAS CLAVE: material espumado, material compuesto, multifuncional, multifásico

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y smart materials



Sesión Temática:

3.- Campos de aplicación de los materiales compuestos



MATCOMP'19
**Towards a more efficient aircraft composite structures manufacturing
through thermoplastic resins.**

Rubén Tejerina Hernanz, Manuel Iglesias Vallejo
Airbus Defence and Space,
ruben.tejerina@airbus.com

SUMMARY

Airbus Defence and Space is working in developing a feasible out-of-autoclave manufacturing process for thermoplastic CFRP in terms of environmental impact, cost, production rate and resulting component performance. This target is focused on automatic fibre deposition and in-situ consolidation of thermoplastic prepreg including co-consolidation with previously consolidated stringers by rollforming process. Component integration and reparability of the resulting structures will take benefit of the reprocessability characteristics of thermoplastic polymers.

In order to develop and demonstrate the potentiality of these technologies and its applicability to military combat and transport aircraft, several demonstrators are being accomplished: manufacturability, testing and flying demonstrators; primary and secondary structure and reparability demonstrators. The most ambitious of them is currently a primary structure wingbox integrated upper cover to be installed on a C295 flying platform together with other emerging technologies within Clean Sky 2 Airframe Integrated Technology Demonstrators.

This lecture will show a global overview of the thermoplastic development roadmap within Airbus Defence and Space.

KEY WORDS: Thermoplastics, In-situ consolidation, High Integration, Airframe

TYPE OF PAPER: ORAL Presentation

THEMATIC SESSION: 3. Campos de aplicación de los materiales compuestos

Nuevos materiales compuestos para el sector ferroviario

M. Ordóñez*, R. Guzmán de Villoria

FIDAMC

*maria.ordonez@fidamc.es

RESUMEN

Las propiedades intrínsecas de los materiales compuestos hacen que su uso sea especialmente atractivo para distintas industrias, especialmente en el sector del transporte, donde la reducción de peso y la consiguiente reducción del consumo de energía son factores clave.

El principal problema al implementar el uso de los materiales compuestos dentro del sector ferroviario es que cada componente y ensamblaje en el tren completo debe cumplir con los requisitos de Humo y Toxicidad (FST) descritos en la norma EN 45545-2. En la actualidad, hay muy pocas resinas que cumplan con esta regulación, debido en gran medida a la reciente entrada en vigor de la normativa (2013) y las resinas que logran cumplirla están altamente dopadas, dificultando así el poder obtener buenos resultados de fabricación con ellas.

Se realizará una selección preliminar de distintos materiales desarrollados para la industria ferroviaria. Además, será necesario abordar un estudio y caracterización de las diferentes opciones para encontrar la mejor opción posible de acuerdo con las distintas posibles aplicaciones. Por tanto, los materiales se evaluarán en términos de procesabilidad, propiedades físico-químicas y mecánicas.

Para los materiales preimpregnados se analizarán las propiedades obtenidas con distintos procesos de curado: Curado en estufa, prensa de platos calientes y autoclave (sólo como referencia comparativa). Para los materiales de fibra seca se utilizarán dos procesos: Infusión (Light Resin Infusion, *LRI*) e inyección (Resin Transfer Moulding, *RTM*). El objetivo es obtener una evaluación previa del material y comparar los distintos materiales entre sí.

PALABRAS CLAVE: Ferrocarril, FST, fuego, RTM, prepreg

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL HORMIGÓN SOBRE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS DE COMPOSITES DE ALTO GRAMAJE VINILESTER-POLIURETANO VS ENSAYOS ACELERADOS

A. Navarro^{*1}, E.F. Segovia², A. Crespo¹, N. Lardies¹, R. Ruiz¹

1. Instituto Tecnológico Del Plástico (AIMPLAS). Departamento Composites. Valencia. España.

2. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universidad Politécnica de Valencia, España.

*anavarro@aimplas.es

RESUMEN

Los materiales composites en edificación cada vez están más presentes. Tanto desde el punto de vista estructural, como de refuerzo, elementos ornamentales, etc.

Concretamente el uso de resinas viniléster viene estudiándose con profusión tanto en el sector marítimo como industrial y con menor tiempo, en el uso de refuerzo en estructuras de ingeniería civil y arquitectura como armaduras pasivas. La resina utilizada en el presente trabajo es novedosa, y todavía poco utilizada. Se trata de resina viniléster de segmento bisfenol-A modificado con poliuretano. Ésta presenta una mayor resistencia a los agentes químicos como los de la industria del petróleo, agentes alcalinos y vapores; junto con una menor exotermia que facilita la fabricación de laminados gruesos.

Se ha realizado una caracterización térmica y mecánica a través de las técnicas de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Espectroscopia Infrarroja (FTIR) y Termogravimetría (TGA) de dicha resina reforzada con tejido de alto gramaje (780 g/cm²) de fibra de vidrio E para evaluar la degradación del composite y sus propiedades mecánicas a la cizalladura interlaminar a cortadura y flexión. Se comprueba la influencia del contacto con hormigón autocompactante (HAC) sobre dicho material, embebiendo dentro de su matriz a modo de refuerzo, como si se tratase de una armadura pasiva, así como un estudio de envejecimiento acelerado en disolución simulando el líquido de exudación de los poros de hormigón (L.P.H) a través de dicha caracterización. Con los resultados obtenidos se evalúa y compara, desde el punto de vista de degradación-rigidización vs. propiedades mecánicas, con las tradicionales resinas Bisfenol-A (VEBA), así como su idoneidad para las mencionadas aplicaciones, resultando ser una resina de propiedades mejores que las VEBA.

PALABRAS CLAVE: Vinil-éster, poliuretano, construcción, fibra de vidrio, cizalladura.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 3.Campos de aplicación de los materiales compuestos

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE BIOCOMPOSITOS REFORZADOS CON LINO Y MADERA. APLICACIÓN PRÁCTICA EN UN MINI-AEROGENERADOR EÓLICO

J. Vallori¹, G. Vargas², A. Boyano³ y A. Lopez-Arraiza*¹

¹Escuela de Ingeniería de Bilbao (UPV/EHU), ²Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa (UPV/EHU), ³Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gas (UPV/EHU).

*alberto.lopeza@ehu.eus

RESUMEN

En el presente trabajo se han fabricado y caracterizado mecánicamente nuevos biomateriales compuestos por una resina de origen natural (SuperSap®) reforzada por tejido bidireccional de lino y madera de roble.

Se han realizado ensayos normalizados de tracción y flexión tres puntos, observándose que el refuerzo de madera de roble en las capas exteriores otorga al biomaterial, además de un gran acabado estético, un aumento del 2% en la rigidez a tracción frente al biocomposite reforzado exclusivamente con tejido de lino. En cuanto a los resultados de flexión, el roble en el núcleo proporciona una mayor resistencia a la rotura siendo ésta un 10% superior a la obtenida con el biocomposite de lino. Además, las Micrografías de SEM dan una idea de la buena adhesión entre la matriz y las distintas fibras naturales de refuerzo.

Por último, tanto la simulación por elementos finitos como la comprobación en el túnel del viento, ha validado mecánicamente la utilización de los biomateriales desarrollados en la fabricación de palas para mini-aerogenerador eólico.

PALABRAS CLAVE: Biocomposite, lino, roble, elementos finitos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: 3. Campos de aplicación de los materiales compuestos

COMPORTAMIENTO FRENTE A DESLAMINACIÓN EN MODO I Y MODO II EN UNIONES ADHESIVAS PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

S. Sánchez*, J.Bonhomme⁽¹⁾, V.Mollón⁽²⁾, A. Argüelles⁽¹⁾, J. Viña⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo.

⁽²⁾ Departamento de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Oviedo

*sanchezsara@uniovi.es

RESUMEN

Las industrias del automóvil, la aeroespacial y la generación de energía renovable, han remplazado significativamente el uso de materiales tradicionales, como acero y aluminio, por compuestos de fibra reforzados. Es conocido que las uniones mediante perforaciones y atornillado dañan las fibras introduciendo una mayor concentración de tensiones. Es por ello, que la aplicación de adhesivos estructurales como método de unión de compuestos reforzados ha incrementado en los últimos años. La deslaminación es el modo de fallo más crítico de los compuestos dando lugar a pérdidas de rigidez y resistencia estructural.

Este trabajo estudia el comportamiento a deslaminación bajo modos I y II de fractura en uniones adhesivas de materiales compuestos reforzados carbono-epoxi, utilizando adhesivos estructurales de composiciones epoxídicas y acrílicas. Para la ejecución de las uniones se han empleado diferentes tratamientos superficiales: abrasión, chorreado, peel-ply y ataque químico, permitiendo realizar un estudio de resistencia a la fractura comparada. Se emplearon ensayos de viga doble en voladizo (DCB) y flexión en tres puntos (ENF) para determinar el comportamiento esfuerzo-deformación y la tenacidad a la fractura para modo I (G_{IC}) y modo II (G_{IIC}), respectivamente. Las modificaciones superficiales se han evaluado mediante: medidas de ángulo de contacto, espectroscopía fotoeléctrica de rayos X (XPS) y microscopio electrónico de barrido (SEM). Los resultados experimentales obtenidos muestran que, aun no presentándose misma tendencia frente a deslaminación para ambos modos de fractura, los valores de la tasa de relajación de la energía son mayores para una mejora de la humectación y aumento de la rugosidad superficial.

PALABRAS CLAVE: unión adhesiva, deslaminación, tratamiento superficial, tasa de relajación de la energía.

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión.

MATERIALES COMPUESTOS DE POLIETILENO/BORO COMO APANTALLANTES DE RAYOS X

J. Abenojar*, S. Lopez de Armentia, P. Gálvez, M. A. Martínez

Dpto. de Ciencia e Ingeniería de los Materiales e Ingeniería Química, IAAB
Grupo de Comportamiento en Servicio de Materiales. Universidad Carlos III de Madrid.
Av.Universidad, 30. 28911-Leganés-España.
*abenojar@ing.uc3m.es

RESUMEN

Tanto en las protecciones personales como en el blindaje de equipamiento, en la actualidad, se emplea plomo como protección radiológica por su alta densidad. También pueden utilizarse hierro, hormigón o agua para detener los rayos X y la radiación gamma. Al tener diferentes densidades los espesores de blindaje son diferentes, y se expresan en valores de HVL (espesor hemirreductor en cm). En el caso del plomo, los cálculos para detener un fotón con una energía de 3000keV, dan un blindaje de 1.5cm de espesor. Por lo tanto, una plancha de 30x40cm² pesará 20kg, teniendo en cuenta su densidad. Los materiales compuestos de LDPE y B son materiales usados como blindajes de neutrones: el polietileno, por su alto contenido en hidrógeno y el boro por su habilidad de absorber neutrones.

Por este motivo, se plantea el objetivo de sustituir el plomo u otros materiales pesados por PMC's de boro con densidades más bajas para la fabricación de blindajes radiológicos. Para ello, se fabrican films de polietileno de baja densidad y films de materiales compuestos de LDPE con 15-30 y 60% en peso de boro. Los films han sido fabricados mediante extrusión y compresión en caliente. El ensayo que se ha llevado a cabo es calcular el efecto apantallante sobre el aluminio de estos films usando los rayos X proporcionados por un equipo de laboratorio usado para la caracterización de materiales. Los resultados han mostrado un apantallamiento mayor para un sistema multicapa, que una sola capa con mayor porcentaje de boro.

PALABRAS CLAVE: Composites Polietileno/boro, protección radiológica, Rayos- X

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE UNA BALLESTA DE COMPOSITE PARA FUNCIONAMIENTO A PANDEO

A. González*¹, **J.R. Izquierdo**¹, **E. Cañibano**^{1,2}, **J. Romo**¹, **J.C. Merino**^{1,3}

¹ Fundación Cidaut, Parque Tecnológico de Boecillo, 47151 Boecillo, España.

² Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Paseo del Cauce, 47011 Valladolid, España.

³ Departamento de Física de la Materia Condensada, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Paseo del Cauce, 47011 Valladolid, España.

*artgon@cidaut.es

RESUMEN

Tradicionalmente se han empleado ballestas metálicas, como elementos elásticos, creando una conjunción entre los mismos y los muelles helicoidales.

Este tipo de sistemas, basados en materiales féreos agrupados en láminas independientes, presentan varios problemas como puede ser la fricción intercapa o el funcionamiento del material en régimen plástico. Lo cual propicia que se pierdan propiedades mecánicas a lo largo del tiempo, derivando por ello, en problemas por fatiga. Para solventar estos problemas, y en el caso particular de las ballestas, se ha seleccionado fibra de vidrio unidireccional de alto límite elástico, obteniendo por lo tanto una alta elongación máxima y buenas propiedades de carga. Para asegurar un ciclo de vida adecuado, se ha optado por una base epóxica, que mejora asimismo el procesado de la pieza. En cuanto al proceso productivo de los prototipos se ha optado por un proceso CRTM. Por último, es posible eliminar otros problemas empleando para ello la multitud de herramientas de diseño asociadas a los mismos.

Con este pretexto se ha diseñado una ballesta con funcionamiento a pandeo, de una sola lámina, eliminando los problemas existentes en la tecnología del acero. Asimismo se aprovechan las amplias ventajas de los composites, en materia de reducción de peso y su flexibilidad en la producción. Todo ello con el objetivo de optimizar el componente en todos los sentidos para su implementación en la industria.

PALABRAS CLAVE: Composite, Epoxi, Fibra de Vidrio Unidireccional, Ballesta, Pandeo.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

RECIPIENTE A PRESION TOROIDAL PARA ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO

Alfonso Corz*¹, Darwin Patiño²

[1] Calpe Institute of Technology , [2]Universidad de Guayaquil .

*alcorz@caltech.es

RESUMEN

El futuro del transporte, pasa por dos variantes, almacenamiento energético en baterías o almacenamiento de hidrogeno para consumo como combustible. En el caso de la utilización de hidrogeno, es necesario almacenar el mismo en recipientes adecuados que den al vehiculo una autonomía suficiente similar a la que tendría con otro tipo de combustible como la gasolina o el gasoil. Los recipientes de materiales compuestos, son una solución idónea para la solución de este problema, dada su relación resistencia peso muy favorable frente a los metálicos. Una de las soluciones que actualmente se están estudiando es utilizar recipientes a presión de forma toroidal la cual se adapta muy bien a las disposiciones típicas de los vehículos actuales. Por otra parte se puede ver en este trabajo que esta forma de recipiente tiene ventajas evidentes. Se ha utilizado un material como el AS/3501 (Carbono-epoxy), obteniéndose una solución que cumple con el criterio de fallo de Tsai-Wu para obtener un diseño correcto, mediante una simulación por el Método de Elementos Finitos.

PALABRAS CLAVE: Hidrogeno, recipientes a presión, MEF, toroidal, composite

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Aplicaciones

MODELADO Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA HÍBRIDOS PARA ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS

J.Paz, J. Díaz* y L. Romera

Grupo de Mecánica de Estructuras.

ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidade da Coruña.

*jacobodiaz@udc.es

RESUMEN

El diseño de estructuras atendiendo a criterios de *crashworthiness*, o protección frente a impacto, requiere proyectar el colapso de los componentes con el fin de disipar la mayor cantidad de energía cinética posible, reduciendo de este modo las aceleraciones experimentadas por los ocupantes. Una de las posibilidades para la mejora de la protección de los pasajeros frente a impacto en aeronaves es la incorporación de absorbedores colapsables en la estructura principal. En esta comunicación se lleva a cabo la simulación computacional del comportamiento de elementos de absorción de energía híbridos de pared delgada. Estos absorbedores combinan un revestimiento metálico con un núcleo reforzado con elementos de materiales compuestos y relleno de espuma estructural. Los componentes son caracterizados según diversas métricas de respuesta ante impacto y *crashworthiness*, incluyendo la energía total y específica absorbida y la fuerza máxima experimentada durante el colapso. La aplicación de estos elementos supone un incremento significativo de la capacidad estructural para absorber cargas dinámicas de impacto y de mejora de la protección de los ocupantes con respecto a los absorbedores convencionales metálicos. Los resultados muestran que, a nivel de componente, el uso de refuerzos internos puede modificar los patrones de colapso y mejorar la absorción específica de energía, principalmente debido al efecto de interacción entre el núcleo de refuerzo y la estructura confinante. Asimismo, los niveles de daño en los ocupantes bajan de severos a moderados.

PALABRAS CLAVE: *Crashworthiness*, impacto, elementos finitos, aeronáutica

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS MULTI-MATERIAL PARA APLICACIONES OFFSHORE CON SENSORES DE FIBRA ÓPTICA.

T. Grandal^{*1}, S. Dasilva¹, R. de la Mano¹, D. Pérez¹, S. Fraga¹, L. Mera¹ y E. Rodríguez¹.

Centro Tecnológico AIMEN, Porriño, Pontevedra, España.

*tania.grandal@aimen.es

RESUMEN

El desarrollo de las energías renovables es una necesidad fundamental para cumplir los ambiciosos objetivos energéticos demandados por la industria y la Unión Europea de los próximos años. En el caso de la energía eólica offshore, ésta presenta ciertas limitaciones debidas a su relativa juventud y sus costes asociados, sobre todo en las operaciones de mantenimiento, operación y reparación. Dentro del proyecto en el que se engloba este trabajo se ha desarrollado un nuevo componente multi-material con elevados requerimientos estructurales para el sector eólico offshore. Una combinación de acero-composite fabricado por filament winding, con un sistema de protección de biofouling y corrosión, validado todo ello en un ensayo en condiciones reales sobre un demostrador a escala 1:5 en la zona experimental del INEGA (Ferrol).

Para la monitorización en tiempo real de la estructura multi-material, se ha desarrollado un sistema de monitorización basado en sensores de fibra óptica tipo Fiber Bragg Grating (FBG), integrado en dicha estructura. Este sistema está compuesto por sensores de corrosión, temperatura y deformación. En este trabajo se muestra el desarrollo y la caracterización de estos sensores a nivel laboratorio frente a ensayos mecánicos, térmicos y estudio durabilidad en ambiente marino. Además, se describe la integración del sistema de monitorización en el demostrador y su respuesta durante la fase de validación.

PALABRAS CLAVE: Estructura multi-material, sensores fibra óptica, Fiber Bragg Grating, offshore.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 3. Campos de aplicación de los materiales compuestos.

Design and optimization of a self-deployable composite structure

P. Fernandes^{1*}, R. Marques¹, R. Pinto¹, P. Mimoso¹, J. Rodrigues¹, A. Silva¹, J. Tavares², G. Rodrigues³, N. Correia¹

¹INEGI – Institute for Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering, ²FEUP – Faculty of Engineering of the University of Oporto, ³ESTEC – European Space Research and Technology Centre.

*pnfernandes@inegi.up.pt

ABSTRACT

Self-deployable composite structures are attractive for space applications as they provide lightweight, low cost and simple solutions that can replace mechanical systems. These structures can be folded and use the stored strain energy to self-deploy. However, these structures are notoriously difficult to design, manufacture and optimize.

This article describes the process of designing and optimizing an elastic-hinge, for a telecommunications satellite considering both structural and frequency specifications using finite element analysis, manufacturing and experimental testing. Furthermore, the paper details the sequence of optimization algorithms that were used to produce a solution capable of meeting the original design specifications.

The structural assessment consists of the elastic-hinge numerical modelling during the folding and deployment processes, by means of an explicit formulation. This model correlates well to the experimental test data and was used to evaluate the damage installed in the hinge using the Hashin's failure criteria.

The frequency analysis considers the numerical modelling of a system constituted by the elastic-hinge and a telecommunications satellite antenna. This model was used to estimate the natural frequency of the system and was also correlated and validated with experimental tests.

Results show that a design methodology which uses a genetic algorithm (GA) for a global search, followed by a particle swarm optimization (PSO) method for a local search provides a good approach to the optimization problem. It is also shown that the efficiency of these algorithms can be maximized by tailoring their architecture and internal parameters.

KEYWORDS: deployable structures; composite materials; numerical modelling; optimization methods

TYPE OF PRESENTATION: oral

SESIÓN TEMÁTICA: fields of application of composite materials

MATCOMP'19
**Highly Integrated Composite Wing Box Section Manufactured by Dry
Fiber Placement and Liquid Resin Infusion Process**

Antonio Enrique Jiménez Gahete
Airbus Defence and Space,
Antonio.e.jimenez@airbus.com

SUMMARY

Airbus Defence and Space is developing a primary structural outer wing box section integrating lower skin with stringers and stiffened front and rear spars in a one shot infused part laminated by dry fiber automatic fiber placement, that will be installed into a flying prototype within Clean Sky 2 project.

This lecture presents the CleanSky2 flying prototype infused wing part design and current steps and achievements in component and technology development towards the target of in flight prototype demonstrator specimen in 2022.

Up on the base of first Airbus Defence and Space as former EADS CASA trials with infusion (producing a fuselage frame section and a pressure bulkhead within Clean Sky 1 Green Regional Aircraft Cockpit (GRA-LW) on ground demonstrator); additional complementary activities have been conducted in other Research and Technology projects like APOLO, to improve, mature and enlarge the applicability of the explored Liquid Resin Infusion techniques into more complex structures combined with automation manufacturing. The suitable material candidate has been explored. Currently the Test Pyramid is being conducted from coupons and details (already finished), subcomponents (currently in progress) and finally until full scale component test level up to Ultimate Load to get a characterization and design qualification of the elements.

Manufacturability aspects are being covered since flat panels up to complex elements with different techniques and several wing box portions manufacturing trials (demonstrators).

KEY WORDS: Infusion, Dry Fiber Placement, High Integration, Airframe

TYPE OF PAPER: ORAL Presentation

THEMATIC SESSION: 3. Campos de aplicación de los materiales compuestos

PROYECTO FIBRESHIP: DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES COMPUESTOS PARA GRANDES BUQUES

A. Jurado*

TSI (Técnicas y Servicios de Ingeniería S.L.)

*alfonso.jurado@tsisl.es

RESUMEN

El proyecto FIBRESHIP (H2020 Grant 723360) es un ambicioso proyecto de I+D+i financiado por la Comisión Europea y participado por 18 socios europeos, el cual está liderado por la empresa española TSI. El objetivo principal de FIBRESHIP es superar el gran desafío técnico y normativo que significa sustituir los materiales metálicos utilizados actualmente por material compuesto en la construcción naval convencional de buques de gran eslora.

Para llevar a cabo este objetivo, desde mediados de 2017 se está abordando el problema desde diferentes puntos de vista: i) análisis de negocio y potencial mercado de grandes buques en material compuesto; ii) análisis y modelado numérico de materiales elegibles; iii) desarrollo de diseño estructural y modelos numéricos asociados; y, iv) análisis de metodologías de construcción naval aplicadas a esta tecnología, de monitorización y de ciclo de vida.

El estudio e implantación de la tecnología de materiales compuestos para buques de gran eslora se está llevando a cabo a través del diseño de tres tipos de buques de más de 50 metros, los cuales son considerados como los más prometedores respecto a futuro interés de mercado: portacontenedores de 245 metros de eslora entre perpendiculares, ROPAX de 185 metros y en la tipología de buque de servicios especiales, un oceanográfico de 80 metros.

Además, se están desarrollando modelos numéricos específicos los cuales están siendo validados a través de campañas de ensayos, estudiando diferentes estrategias de medición de salud estructural y definiendo modelos de producción adaptados a esta tecnología.

PALABRAS CLAVE: buques, compuestos, innovación, construcción naval

TIPO DE PONENCIA: Preferiblemente ORAL, si no es posible, PÓSTER .

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

Tapes unidireccionales como refuerzo localizado en una válvula moldeada por inyección. Transferencia de tecnología de automoción a aeronáutica

R.Ledo*, V. Ventosinos, C.Bandrés, S.Casado
CTAG – Centro Tecnológico de Automoción de Galicia.
*raquel.ledo@ctag.es

RESUMEN

Los tapes unidireccionales (en adelante, UD-tapes) consisten en láminas de bajo espesor basados en matrices termoplásticas que embeben fibras de refuerzo continuas (carbono o vidrio) orientadas axialmente. Su uso se está extendiendo en los últimos años gracias a la mejora en la automatización de los procesos y la posibilidad de controlar la dirección de las fibras, optimizando el producto final según sus requisitos específicos. Habitualmente, se utilizan varias capas de UD-tape posicionadas según el diseño de la pieza, consolidadas entre sí y preformadas para obtener un producto final de altas prestaciones.

Sin embargo, proyectos como FORTAPE (H2020 FoF02-2014 GA nº636860, liderado por CTAG) han explorado otros usos de los UD-tapes, utilizándolos como refuerzo localizado de piezas plásticas únicamente en las áreas más solicitadas, de forma que se pueda aligerar la pieza en su conjunto. El UD-tape se introduce automáticamente en el molde y se sobreinyecta, siguiendo un proceso convencional de moldeo por inyección. Este nuevo uso permite unas altas cadencias de producción y reduce el consumo de materia prima, lo que lo hace adecuado para su aplicación en el sector de la automoción.

Los resultados prometedores obtenidos en FORTAPE para dicho sector llevaron a la idea de transferir la tecnología a otros sectores, como la aeronáutica. Este caso de estudio se ha integrado en el marco del proyecto AEROCAR (Interreg SUDOE SOE1/P1/E0020), en el que los UD-tapes se aplicarán como refuerzo de una válvula del sistema de aire acondicionado de un avión, realizada actualmente en PEEK con fibra de carbono.

PALABRAS CLAVE: UD-tape, aeronáutica, automoción, refuerzo localizado, Termoplástico

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Sesión temática 3- Campos de aplicación de los materiales compuestos.

ESTUDIO DEL ENVEJECIMIENTO ACELERADO BAJO RADIACIÓN SOLAR CONCENTRADA DE VIDRIOS DE OXICARBURO COMO RECEPTORES DE ALTA TEMPERATURA

M.A. Mazo,*¹ I. Padilla,² A. Tamayo,¹ A. López-Delgado² y J. Rubio¹

¹ Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC) C/Kelsen 5, 28049 Madrid (Spain), ² Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC), Avda. Gregorio del Amo 8, 28040 Madrid (Spain).

*sandra@icv.csic.es

RESUMEN

La energía solar en especial los sistemas de energía solar de concentración (CSP) necesitan materiales que puedan soportar sus exigentes condiciones de trabajo. En este sentido los receptores, están sometidos a grandes flujos de radiación solar que producen unas elevadas temperaturas. Además, debido a la propia naturaleza de los sistemas de CSP se producen grandes variaciones de temperatura durante el día o la noche o en días nublados, siendo estos los principales factores de envejecimiento sin que puedan quedar excluidos los efectos de la humedad ambiental, ambientes salinos u agentes contaminantes en zonas industriales. Los vidrios de oxcarburo (SiOC) pueden ser unos candidatos idóneos en este tipo de aplicaciones debido a sus buenas propiedades intrínsecas, tales como su elevada resistencia frente a la oxidación y ambientes agresivos a elevadas temperaturas, buenas propiedades mecánicas, etc.

En este trabajo nos hemos centrado en la evaluación de materiales candidato (SiOC porosos y densos) frente al choque térmico producido por una lente Fresnel que concentra la radiación solar más de 2600 veces. En cada ciclo se lleva a cabo un calentamiento ($32\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$) y enfriamiento ($27\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$) muy rápido desde temperatura ambiente hasta $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 10 minutos hasta un máximo de 100 ciclos. La evolución de la superficie del material se ha llevado a cabo mediante microscopia confocal y electrónica, así como espectroscopia infrarroja, Raman y de UV-Vis. Los materiales porosos sufren una degradación severa desde los primeros ciclos de tratamiento, mientras que los los materiales densos permanecen prácticamente inalterados tras los ciclos.

PALABRAS CLAVE: Envejecimiento de materiales, Resistencia choque térmico, vidrios de oxcarburo, energía solar de concentración, receptores solares de alta temperatura

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

LA FIBRA DE CARBONO EN EL MERCADO DEL LUJO

A. P. Sanchez

General Manager de Carbon Composites, SL
pedro@ixocarbon.com

Nuestra empresa lleva años peleando por sobrevivir en un mercado elitista, muy exigente y minoritario: el mercado del lujo extremo.

Vehículos de alta gama (Ferrari, Lamborghini, Bentley, McLaren, etc. en los que somos la única empresa del mundo capaz de forrarlos por completo), jets privados y yates de lujo, nos han obligado a trabajar en los acabados superficiales ofertados, que nos permitan distinguirnos de la posible competencia, y ofrecer a nuestros clientes algo único y especial.

Desde el desarrollo de pinturas metalizadas transparentes, colores camaleón, pasando por los últimos materiales con incrustación de oro de 22 quilates sobre las fibras (para cajas de reloj de lujo), pasando por diferentes tipos de tejidos formando lo que se conoce como marquetería en carbono, es decir, poder reproducir dibujos, logos, formas, etc., combinando texturas y materiales diferenciados entre sí.

La necesidad de estar en la cumbre de la oferta comercial nos obliga a la constante innovación e incorporación de nuevos materiales como el zylon, fibras de basalto tejido, etc., en nuestros diseños.

Desde la fabricación de la única mesa de billar jamás fabricada en fibra de carbono (ELYSIUM), hasta el desarrollo de un grifo de cerveza de alta gama para una conocida marca gallega, IXO siempre ha sido reconocida como la empresa más innovadora en el segmento de los composites de lujo, nicho en el cual no tenemos prácticamente competencia en el mundo.

PRODUCTION OF A COMPOSITE MATERIALS HULL OF A VESSEL PROTOTYPE BY VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION: NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY

J.Malheiro^{1*}, M.Vasconcelos¹, R.Alves¹, F.Duarte², B.Marques³, C.Aroeira⁴, B.P. Silva¹

1PIEP, Innovation in Polymer Engineering, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

2SWB – Seismic Workboats Lda

3AMY – Antartic Module Yard, S.A.

4dBwave.i Group ISQ

*Corresponding author: J. Malheiro. Senior Research. Email: joana.malheiro@piep.pt

ABSTRACT

The use of natural materials in composites, with aesthetic purpose, allows the production of structural parts subject to high demanding conditions keeping the traditional aspect. This is particularly interesting in the nautical industry.

In this research work, the hull of a vessel prototype, designed to operate efficiently and completely safe in different scenarios of sea pollution combat, was produced. To meet all the specifications required, the hull of the vessel was manufactured with advanced composite materials using a vacuum assisted resin infusion process (VARI), in order to obtain a lighter structure with high resistance, less % of voids and higher % of fibre volume. For the finishing, natural materials were used, in the form of lightweight composite materials, to add the traditional wood aspect without compromising the vessel structure. The production process of the hull was first numerically analysed, using a finite element based software, to find the best infusion strategy. For that, both laminates and resin were experimentally characterized and numerically validated, and different resin entry and exit points were defined and simulated. The selected infusion strategy was implemented in the production of a small-scale vessel hull prototype. The simulation showed that the numerical results are a good reference to define the strategy for the production of the full size hull of the vessel. However, the accuracy of the numerical results are highly dependent on the precision of materials characterization.

KEYWORDS: Nautical Industry, VARI, Composite Materials Manufacturing Simulation, Finite Elements Simulation, Material Characterization.

TYPE OF PAPER: ORAL

THEMATIC SESSION: 3. Fields of Application of Composite Materials



Sesión Temática:

4.- Procesos de fabricación y Técnicas de unión



INFLUENCIA DE PARÁMETROS DE TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL EN EL ADHESIVADO ESTRUCTURAL DE ALUMINIO 7075 PULIDO MEDIANTE ROBOT Y TEPEX®.

J .Martínez^a, M.T. Prado^b, M. Fenollera^b, J.A. Perez^b, A. Pereira^b

^aHergome, Estrada Puxeiros – Mos, nº 76, Nave 5. Mos 36416, España

^bEscuela de Ingeniería Industrial, Campus Lagoas Marcosende, Universidad de Vigo.

*apereira@uvigo.es

RESUMEN

En el proceso de mejora continua de procesos de fabricación en el ámbito del sector del automóvil surge este estudio desarrollado dentro del marco del proyecto Ecovoss cuyo objetivo se basa en sustitución de operaciones de soldadura de aluminio con la opción de operaciones de adhesivado con otro tipo de materiales como pueden ser poliamidas o como, en este caso, un material compuesto TEPEX® (dynalite 202-c200 /50% TYP 13). En este trabajo se pretende testear el mejor texturizado en la unión de probetas de aluminio 7075 fabricadas mediante pulido robotizado con robot ABB 6640, con probetas en material TEPEX® cortadas con objeto de tener una superficie para aplicación del producto adhesivado. Se utiliza un film adhesivo estructural AF-163-2 de la casa 3M, que debe ser aplicado con presión y temperatura determinada. Los ensayos realizados se basan en la medición topográfica de las superficies a adhesivar con interferómetro Alicona y en los ensayos a cortadura de la unión adhesivada. Los resultados esperados deben suministrar las condiciones de estado de superficies de las superficies para optimizar el adhesivado de los materiales estudiados.

PALABRAS CLAVE: Pulido robotizado, topografía, Tepex, Aluminio, adhesivo estructural.

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Procesado de materiales

NUEVOS MATERIALES EN AUTOMOCIÓN. SOLUCIONES ADHESIVAS Y SUS PROCESOS

J. Arroyo, J.M. Benito, C Martin A. Martinez, L. Patino
3M ESPAÑA S.L.
*jarroyo@mmm.com

RESUMEN

La introducción de materiales compuestos en la industria de la automoción introduce la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías de unión, siendo los adhesivos una tecnología clave. Esto supone la aparición de nuevas variables en la selección y caracterización de los adhesivos estructurales.

El estudio se centra en dos vertientes, la primera analiza la compatibilidad de diferentes químicas adhesivas desarrolladas por 3M, (epoxi, poliuretano, acrílico), y que responden a los interrogantes del pegado estructural de compuestos en automoción. Utilizando para ello sustratos como TEPEX, CFRP, o Aluminio, y a su vez, empleando la menor preparación superficial posible. Para este estudio, los ensayos realizados consisten en la medición de valores de adhesión a esfuerzos de cizalladura con diferentes adhesivos y sustratos, tanto de forma inicial como después de distintos ciclos de envejecimiento.

La segunda vertiente analiza la inducción de adhesivos tanto líquidos como en film con el objeto de conseguir tiempos de ciclo inferiores a 180s y mantener un flujo de proceso constante.

Parte del estudio se engloba dentro del proyecto ECOVOSS, cuyo objetivo es el desarrollo de estructuras ligeras para automoción, e incluye también diferentes experiencias de 3M en el campo del pegado de materiales compuestos.

PALABRAS CLAVE: Unión, Estructural, Adhesivo, Automoción, Compuestos

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER (la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación y Técnicas de Unión.

AUTOMATED FIBER PLACEMENT OF THERMOPLASTIC MATERIALS: PURSUIT OF LOW POROSITY WITHOUT THE AUTOCLAVE

Justin Merotte¹, Denis Cartié¹, Kevin Henry², Yves Gohens², Alexandre Hamlyn¹

1 : Coriolis Composites Technologies, ZA du Mourillon, Rue Condorcet, 56530 Queven, France 2 : IRMA, 2 allée Copernic, 56270 Ploemeur, France

1. ABSTRACT

In-situ consolidation, where very low porosity content is sought, has been focusing attention of the aircraft industry for the past few years. This paper presents the latest advances made by Coriolis on such topic. A state of the art laser assisted automated fiber placement (AFP) head developed by Coriolis was used to produce in-situ and autoclave consolidated samples. Porosity content, degree of crystallinity and interlaminar shear strength were measured for each consolidation type. Manufacturing settings leading to very limited porosity content and acceptable degree of crystallinity are presented and improvement paths are proposed to highlight key features needed for the next generation of AFP machines.

PALABRAS CLAVE: Fiber Replacement, porosity, thermoplastic

UTILIZACIÓN DE MATRICES TENACES PARA MEJORAR UNIÓN ADHESIVA DE CAPAS DE LAMINADO DE FIBRA DE CARBONO

M.A. Martínez*, J. Abenojar, J.A. Butenegro, B. Enciso

1Dpto. de Ciencia e Ingeniería de los Materiales e Ingeniería Química, IAAB
Grupo de Comportamiento en Servicio de Materiales. Universidad Carlos III de Madrid.
Av.Universidad, 30. 28911-Leganés-España.

*mamc@ing.uc3m.es

RESUMEN

Una de las características de los laminados de tejido de fibra de carbono que emplean matriz epoxi, es la alta rigidez la matriz una vez polimerizada ($E \approx 3200 \text{ N/mm}^2$) con una baja deformación ($\approx 3 \%$). Es común que los materiales compuestos con matrices de este tipo, sometidos a esfuerzos de tracción, fallen por fractura de la matriz produciendo la delaminación y la separación de la fibra de carbono. Cuando no es necesario tener unos valores de rigidez altos y lo que se requiere es una gran capacidad de deformación, es posible utilizar otro tipo de matrices como son las resinas base poliuretano o base acrílico más tenaces. Los poliuretanos tienen un comportamiento elástico admitiendo deformaciones de un 30%. Las acrílicas llegan a deformaciones de un 150 %. En ambos casos las tensiones de rotura no superan los 10 MPa, pero hay que recordar que la resistencia a tracción del de estos laminados la aportan las fibras del tejido que están colocadas en la dirección de los esfuerzos. Para analizar estos comportamientos se preparan primeramente probetas de tracción, flexión y Charpy de las resinas epoxi SC8500 (Sicomín Composites), poliuretano SF7720L45 (Sika) y acrílico SF 5115NT (Sika), determinando sus características mecánicas mediante ensayos en condiciones semejantes. De igual forma se preparan laminados por infusión en bolsa de vacío de tres capas de tejido de fibra de carbono empleando las tres matrices. Se obtiene finalmente una mayor resistencia a la delaminación al aumentar la tenacidad de la matriz.

PALABRAS CLAVE: Laminados de fibra de carbono, Matrices tenaces. Resistencia mecánica

TIPO DE PONENCIA: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

FABRICACION DE PIEZAS DE GEOMETRÍA COMPLEJA MEDIANTE INFUSIÓN EMPLEANDO TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D PARA LA GENERACION DE MOLDES

R.F. González*, R. Páez, M. Vázquez, P.J. Astola

TITANIA, Ensayos y Proyectos Industriales

P.T. Tecnobahía, ed. RETSE nave 4, El Puerto de Santa María, España.

*rafael.gonzalez@titania.aero

RESUMEN

Los procesos de fabricación con materiales compuestos fuera de autoclave están actualmente en auge, debido a la flexibilidad y la reducción de costes del proceso que conllevan. Entre estos métodos de fabricación destaca el proceso de infusión por vacío modificada, el cual permite obtener geometrías relativamente complejas, de grandes dimensiones y con un mayor nivel de integración, mediante el apilado de tejido seco y la posterior inyección de resina líquida. Uno de los principales costes asociados a este método es el coste de fabricación de los moldes necesarios, el cual se incrementa considerablemente al aumentar la complejidad de la geometría de la pieza a fabricar.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la fabricación de piezas complejas mediante infusión, empleando para ello moldes fabricados con tecnología de impresión 3D de plástico. Más concretamente, se fabricó un perfil alar de dimensiones aproximadas 500 x 340 mm con capacidad sustentadora (cuya sección corresponde al perfil PSU-90-125WL-IL), empleando un conjunto de 16 moldes fabricados en PLA mediante impresión 3D.

A este respecto, se diseñó el molde necesario en CATIA a partir de la geometría del perfil a fabricar, para posteriormente diseccionarlo en secciones fabricables usando los medios de impresión 3D disponibles en TITANIA. Se estudiaron los métodos de relleno de y encolado de las secciones, a fin de lograr un único molde con la geometría requerida. Así mismo, se estudió el sistema de sellado de la superficie del molde que permitiese la generación y mantenimiento del vacío necesario para infundir la pieza, logrando finalmente su fabricación.

De este trabajo práctico se han extraído una serie de conclusiones y limitaciones a considerar en el futuro desarrollo de esta técnica de fabricación de moldes, la cual puede resultar de interés para la fabricación de piezas mediante infusión a bajo coste.

PALABRAS CLAVE: Infusión, Impresión 3D, Geometrías complejas.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

ANALYSIS OF THE MANUFACTURING PROCESS OF A CAR BONNET USING COMPRESSION RESIN TRANSFER MOULDING (CRTM)

L. Aretxabaleta^{1*}, M. Baskaran¹, J. Aurrekoetxea¹ and Rytka, Christian²

¹ Mondragon Unibertsitatea, Faculty of Engineering, Mechanical and Industrial Production, Loramendi 4, Mondragon 20500 Gipuzkoa Spain

² FHNW University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland, School of Engineering, Institute of Polymer Technology (IKT), 5210 Windisch, Switzerland

*laretxabaleta@mondragon.edu

ABSTRACT

Compression resin transfer moulding (CRTM) can help to reduce costs and increase the productivity of composite parts in the automotive industry. Compared with traditional RTM, in C-RTM the resin flows easier in the filling stage, since a small empty cavity or gap is left between the preform and the upper dye. Once the required resin volume is injected into the gap, the mould is closed in a controlled manner to its final position; this drives the resin front through the preform until all the preform is impregnated and the final part thickness and fibre volume fractions are achieved. This process is suited for fast production of high quality parts, but a number of parameters must be precisely characterised and well controlled during the process. All in all, the manufacturing of complex geometry automotive parts in competitive cycle times is still a challenging task.

In this work, the CRTM manufacturing process of a real car bonnet is described. Resin and carbon fibre reinforcement have been characterised (viscosity, permeability), and this information has been used to perform numerical simulations to optimise the process parameters in order to reduce cycle time as much as possible. Once the process parameters have been defined, the mould has been manufactured and bonnet prototypes have been manufactured. This work has been carried out within the framework of the project ADVANCRTM (Eurostars).

PALABRAS CLAVE: Compression RTM, C-RTM, Car Bonnet, Permeability

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

RETOS TECNOLOGICOS DE LA IMPLEMENTACION DE LA INYECCIÓN DE PASTICOS EN PIEZAS AERONAUTICAS.

Diego Lastra Gil (Airbus Operaciones SL), Miguel Reboreda Tourón (TROMOSA)

RESUMEN

La potencial implementación en la industria aeronáutica del proceso de fabricación mediante inyección de plásticos reforzados con fibra corta fue estudiada en diferentes piezas de baja responsabilidad estructural dentro de los estabilizadores horizontal y vertical debido a su atractivo en costes recurrentes y su cadencia de producción ampliamente demostrados en la industria automovilística. El presente trabajo muestra las diferentes actividades realizadas, desde el punto de vista de ingeniería y fabricación con la finalidad de demostrar la viabilidad de la aplicación de esta tecnología. Estas actividades comprenden las fases de diseño, cálculo y ensayos mecánicos, el estudio de las diferentes estrategias de inyección así como las implicaciones que supone en la fase de diseño del molde el paso de plásticos convencionales a plásticos reforzados debido principalmente a sus altas temperaturas de operación y anisotropía

Los desarrollos anteriores se incluyen dentro del proyecto FACTORIA, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), en el marco del Programa Estratégico CIEN 2018.

PALABRAS CLAVE: Inyección, ingeniería, fabricación, fibra corta.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos.

DIRECT ANALYSIS OF UNCERTAINTY USING STOCHASTIC FLOW SIMULATION OF LIQUID COMPOSITE MOULDING AT CONSTANT THICKNESS

J. Machado^{1*}, M. Bodaghi², N. Correia¹

¹ INEGI, Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal

² Polymers and Composites Technology & Mechanical Engineering Department, IMT Lille Douai (Ecole Nationale Supérieure Mines-Telecom Lille Douai), 941, rue Charles Bourseul B.P.10838-59508 Douai Cedex, FRANCE

*jmmachado@inegi.up.pt

ABSTRACT

Liquid Composite Moulding (LCM) process design requires that the resin impregnation minimizes both mould filling time, as well as the probability of occurrence of dry, unsaturated zones. This can be challenging, as the degree of variability present in material properties and the manufacturing process itself, can be substantial.

The main purpose of this study is to understand and quantify how the different sources of variability, present in LCM, may affect the performance of the mould filling process, creating defects and to quantify how lower scale interactions may affect macro-scale flow. In order to transfer the meso-scale stochastic behaviour towards a complete macro-scale model, an uncertainty propagation model is proposed, whereby local statistical properties are used to predict the upscaled flow behaviour.

This is done by means of flow simulation, using stochastic models for the input process variables. Local fabric distortions, combined with fabric permeability, pressure and race-tracking serving as inputs to estimate the joint probability distribution that characterizes the global uncertainty in flow performance.

Preliminary uncertainty analyses investigating individual sources of variability are available in the literature, however, a complete framework combining the different variables into a mould filling scenario, was not found. Therefore, this study tries to develop a new multi-variable aggregating concept that is applied to mould filling simulation. The individual contribution of each source of variability used in this work is quantified, providing a better understanding of the reliability of alternative process designs.

KEYWORDS: Vacuum Infusion, sensitivity analysis, racetracking, random-fields

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación y Técnicas de unión

OPTIMIZACIÓN DE UNIONES DIRECTAS DISIMILARES METAL – COMPOSITE TERMOPLÁSTICO CON APLICACIÓN EN AUTOMOCIÓN Y AERONAÚTICA

L. Blanco^{1*}, P. Rey¹, A. Pedreira¹ y Ml. Coto²

¹Materiales Avanzados, ²Tecnologías de Microprocesado, Centro Tecnológico AIMEN,
Porriño, Pontevedra, España.

[*lbsalgado@aimen.es](mailto:lbsalgado@aimen.es)

RESUMEN

La industria del transporte está dominada por el reto de aligerar peso debido a las restricciones medioambientales y la reducción de costes. El uso de diferentes materiales y diseños multi-material proporcionan una gran oportunidad para desarrollar productos capaces de alcanzar este reto. Aspectos críticos a considerar en la fabricación multi-material son la preparación superficial y la unión disimilar. La unión multi-material metal-composite termoplástico (CTP) es crítica por diferentes aspectos como la baja adhesión debido a una baja afinidad química o los problemas de corrosión en el caso del uso de composites reforzados con fibra de carbono. Por otra parte, el texturizado laser es una de las técnicas más prometedoras para crear superficies con rugosidad controlada, fabricando en un solo paso y mejorando la adhesión metal-CTP, sin necesidad de usar adhesivos.

Este trabajo, desarrollado en el marco del proyecto europeo COMMUNION (GA 680567) aborda la optimización del proceso de unión directa entre diferentes metales de altas prestaciones y cintas de composite termoplástico. El estudio aborda la preparación de la superficie mediante texturizado laser, el estudio de distintas estrategias de unión y la caracterización de las uniones mediante diferentes ensayos como los de solape simple y fractura.

Dependiendo de la textura, tipo de materiales o estrategia de fabricación, se mejora la resistencia de la unión entre un 50-200%, consiguiéndose en las uniones optimizadas valores de resistencia estructural (>10MPa).

PALABRAS CLAVE: Unión directa disimilar, Multi-material, composite termoplástico, automoción, aeronáutica.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión

FABRICACIÓN MEDIANTE LAMINACIÓN AUTOMÁTICA EN UN PASO CON MATERIALES TERMOPLÁSTICOS DE UNA ESTRUCTURA ALTAMENTE INTEGRADA.

M. Zuazo*, F. Chamorro, V.García-Martínez, S. Calvo y E. Lorenzo
FIDAMC, Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de Materiales
Compuestos, Avda. Rita Levi Montalcini 29, 28906 Getafe, Madrid, Spain
*mar.zuazo@fidamc.es

RESUMEN

En los últimos años se han discutido y defendido los beneficios de los materiales compuestos de matriz termoplástica (CTP) (resistencia a fatiga, mayor tenacidad, durabilidad, reprocesados, reciclabilidad, etc) como la futura tecnología innovadora capaz de fabricar estructuras altamente integradas, mejorando el aligeramiento y reduciendo costes energéticos al utilizar procesos fuera de autoclave. Por todo ello, los CTP pueden ser considerados futuros sustitutos de los materiales metálicos y de los materiales compuestos de matriz termoestables en aplicaciones aeroespaciales, automoción u otros sectores.

El lento desarrollo de las materias primas termoplásticas de altas prestaciones con matrices tales como PEEK, PEKK o PEI, la baja madurez de los diferentes procesos de fabricación, así como la falta de base de datos de admisibles de diseño, son algunos de los factores que hacen que la inclusión de los CTP en grandes estructuras, no sea una realidad a día de hoy.

En el marco del proyecto OUTCOME (programa Clean Sky II) se está desarrollando el diseño y posterior fabricación del “Upper Skin” (piel superior del ala rigidizada) para el avión militar C295, avión de transporte táctico medio de ADS

La materia prima seleccionada para este trabajo es un material compuesto con matriz de PEEK reforzado con fibra de carbono unidireccional suministrado por Solvay (APC2/AS4). Con este material se fabricaron diferentes paneles planos, elementos de detalle y subelementos que están siendo ampliamente caracterizados con el fin de obtener los admisibles de diseño.

Además, con el objetivo de reducir costes, tiempos de fabricación e impacto medioambiental, los procesos de fabricación seleccionados fueron: a) Conformados en caliente mediante estufas o útiles calefactados para la fabricación de larguerillos y b) Laminación automática en un solo paso para el proceso de integración de la piel a los larguerillos por co-consolidación.

Se realizará un breve resumen de los trabajos realizados hasta el momento, centrándose en el caso de la fabricación de un elemento de detalle.

PALABRAS CLAVE: Termoplástico, PEEK, OUTCOME, fuera de autoclave, laminación automática.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Bloque 4: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPONENTES MULTIMATERIAL DE TITANIO Y COMPOSITES DE PEEK-FIBRA DE CARBONO

A. Pedreira^{a*}, A. Collazo^b y E. Rodríguez^a

^aDpto. Materiales Avanzados. Centro Tecnológico AIMEN, Porriño, Pontevedra, España.

^bGrupo ENCOMAT. Universidad de Vigo, E.E.I. Campus Universitario, 36310 Vigo, España.

*alberto.pedreira@aimen.es

RESUMEN

Actualmente en el sector aeronáutico se emplean materiales compuestos reforzados con fibras de altas prestaciones. En este ámbito, los compuestos de matriz termoplástica (TPCs) reforzados con fibras continuas de carbono, combinan alta resistencia y ligereza por lo que ofrecen un gran potencial para sustituir, al menos parcialmente, a las aleaciones metálicas. La matriz termoplástica permite reducir los costes de fabricación y minimizar los problemas de reciclado. La integración de TPCs en ocasiones obliga a combinar piezas de composición y naturaleza muy diferentes, creando así un multimaterial.

Durante el desarrollo del trabajo se ha realizado la fabricación y caracterización físico-mecánica del material compuesto CF-PEEK y de la unión de dicho material con titanio.

En primer lugar, se ha desarrollado la caracterización y optimización del proceso de conformado en prensa del monolítico CF-PEEK. La caracterización se ha realizado mediante ensayos de DSC y TGA, ensayos mecánicos de tracción según la norma UNE-EN 527-5 y análisis microscópico.

Posteriormente se realizaron y evaluaron las uniones CF-PEEK-Ti. Para mejorar la calidad de las uniones se ha empleado Ti-6Al-4V con dos acabados superficiales (granallado y texturizado láser) y aditivado la superficie con film de PEEK. La caracterización mecánica se ha realizado mediante el ensayo de SLJ (Single Lap Joint) según la norma ASTM D5868.

Los resultados han mostrado como el tratamiento láser mejora la calidad de la unión, consiguiendo la mayor eficiencia enriqueciendo la superficie con film de PEEK. Se ha demostrado la viabilidad de las uniones multimaterial mediante fabricación directa en prensa.

PALABRAS CLAVE: composite, termoplástico, caracterización, multimaterial, unión

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión.

TUBULADURAS BRIDADAS: ANÁLISIS MATEMÁTICO Y MODELADO DE ELEMENTOS FINITOS EN RECIPIENTES A PRESIÓN DE CLASE II.

V. Vera¹, A. Corz²

¹Doctorando Universidad de Cádiz, ²Director General CALPE

* vicky.veracagua@alum.uca.es

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar modelos exactos de elementos finitos de tubuladuras bridadas para determinar las tensiones y deformaciones que se forman alrededor de este componente en el cuerpo del recipiente. Los modelos geométricos necesarios para la discretización de los elementos finitos de la tubuladura bridada están desarrollados para la fabricación de recipientes cilíndricos de plástico reforzado con fibra. Esto incluye el material compuesto con la secuencia de apilamiento y el número de láminas adecuadas en cada sección del recipiente. Se presentan y resuelven los procedimientos para determinar el diseño de los métodos de análisis de tensión y la teoría clásica de laminado. Otras constantes, como la rigidez, se utilizan para el cálculo de la lámina ortotrópica. Con este objetivo, este artículo muestra un análisis mecánico y estructural basado en la simulación por elementos finitos (FEM), a través del software ANSYS. En el diseño, la teoría de la deformación máxima y el criterio de interacción cuadrática están involucrados, ambos métodos se comparan y mediante simulación con elementos finitos se corroboran. Con el modelo desarrollado se ha analizado las tensiones en el área de mayor concentración, siendo así el área de inserción de la tubuladura en el centro del cuerpo del recipiente. Esto se minimiza con la secuencia del laminado óptima dada por varias pruebas para este tipo de recipientes a presión.

PALABRAS CLAVE: Tubuladura Bridadas, FEM, ASME, ANSYS.

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

AUTOMATED IN SITU CONSOLIDATION PROCESS FOR PRE-IMPREGNATED CARBON FIBERS: A CYBER PHYSICAL APPROACH

J. Rodrigues*¹, F. Silva¹, J. Santos², J. Tavares³ L. Pina⁴

¹INEGI, Instituto de Ciência e Inovação em Eng. Mecânica e Eng. Industrial, Porto, Portugal, Researchers

²USB, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, Processes and Systems Department, Professor

³FEUP, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Associated Professor

⁴INEGI, Instituto de Ciência e Inovação em Eng. Mecânica e Eng. Industrial, Porto, Portugal, Project coordinator and researcher

*jsrodrigues@inegi.up.pt

ABSTRACT

The concept known as the fourth industrial revolution (Industry 4.0) has developed a wide field of study, such as the Internet of Things (IoT), Cyber-Physical Systems (CPS) and Information and Communication Technology (ICT), with the objective to achieve enhancing the processes performance of automated systems. This work focuses on the field of CPS for an in situ consolidation machine, which handles pre-impregnated, in this case unidirectional carbon fiber tapes with polyamide 6, in order to create composite laminates. The physical model involves an unwinding system that feeds the tape into a turning table through a pressing mechanism, which has a radiation heater before and refrigeration after the presser to guarantee the composite temperature. The objective is to model and simulate the heating process before, during and after the pressing mechanism to feed an optimization algorithm in order to calculate the optimal working parameters such as heaters power, pressing force and process speed taking into account the temperatures of the tape, to avoid overheating and to improve process time. The results are processed, so that they can send and receive data constantly, to an optimization system to alter parameters, without making programming code changes and avoiding the need to stop the consolidation. The CPS can handle different classes of pre-impregnated composites, by learning during the consolidation process, in order to improve the overall result, without the need of fully or partially reprogramming the code, which a main characteristic of CPS.

KEYWORDS: Composites, Control, Cyber Physical Systems, Process Optimization, Simulation

PRESENTATION TYPE: ORAL

THEME SESSION: Manufacturing processes and union techniques.

WEAR CHARACTERIZATION OF SURFACE ALUMINIUM MATRIX COMPOSITE FABRICATED VIA FRICTION STIR PROCESSING (FSP)

R. Acuña¹, M. J. Cristóbal^{1,*}, C.M. Abreu¹, M. Cabeza¹, D. Verdera²

¹ENCOMAT Group, University of Vigo, 36310 Vigo, Spain

²Technological Centre AIMEN, Relva 27A, 36410, O Porriño, Pontevedra, Spain

*mortega@uvigo.es

ABSTRACT

Friction Stir Processing (FSP) has also been recently investigated for composite manufacturing. FSP tool can be used to distribute ceramic particles on the surface of light metals like aluminium or magnesium, with the aims to improve properties such as hardness, fatigue and wear resistance.

The objective of this research was to fabricate a surface composite layer on two aluminium alloys (AA2024-T351 and AA6061-T6) by FSP, to increase their wear resistance. The reinforced particles used are SiC and Al₂O₃. Different tool geometry and reinforcement strategies (number and direction of FSP passes) were tested in order to obtain homogeneous particles distribution on the processed zone. On the other hand, the groove filling method, which is the most used to fabricate surface composite by FSP, has been used with 3 combinations. With and without sealing, and the third combination was to cover the groove with Al tape to minimize the putting out of the particles. The other strategy, was to deposit the particle on the top of aluminium plate and fix with Al tape before FSP. This method also has been done with and without sealing.

The microstructure of the processed region was characterized by means of an optical and electron microscopy.

The study of the tribological behavior was carried out by “pin-on-disc” wear tests. These results were completed with Vicker's hardness test on the surface and cross section of the processed zone.

The best results were obtained with SiC particles on both studied alloy, but with different processing conditions and tool geometry.

PALABRAS CLAVE: FSP, aluminium alloy, wear, SiC and Al₂O₃

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: PROCESOS DE FABRICACIÓN Y TÉCNICAS DE UNIÓN

SHEET MOLDING COMPOUNDS; PROCESSING AND ASSEMBLY

K. Zulueta^{1*}, P. Larreategi¹, R. Hernandez¹, A. Arriaga¹

1: Leartiker Polymer, Xemein Etorbidea 12A, 48270 Markina-Xemein, Bizkaia

*kzulueta@leartiker.com

SUMMARY

Carbon dioxide emission of new cars should be reduced by 30% for 2020 compared to the admissible emissions in 2011. One of the ways used by the automotive industry in order to fulfill this objective is to reduce the overall weight of the cars. During the last decades the application of fiber reinforced composite materials has been a key topic to obtain the necessary light weighting. Within this large material family, Sheet Molding Compound (SMC) materials are becoming a hot topic due to their easy handling, their flexibility in design and high mechanical properties, among other reasons. However, having SMC been esthetical-application-oriented materials, their sensitivity between process parameters and mechanical performance and their assembly to other components have not been deeply studied yet.

On one hand, this project has analyzed the influence of the compression molding parameters such as pressure, temperature, time and speed, in the final mechanical properties of the SMC. For this purpose, carbon fiber reinforced and glass fiber reinforced vinylester SMCs have been studied.

On the other hand, in order to include mooring points within the SMC components, several in-mold inserts have been included. These, have been mechanically tested for ensuring their validity.

These examinations have shown that the mechanical properties are closely associated to the processing parameters and the importance of each processing parameter has been identified. Besides, testing the inserts has demonstrated the necessity of a robust design in order to assure proper assemblies between components.

KEY WORDS: Sheet Molding Compound, processing, assembly, compression molding, in-mold insert.

PRESENTATION TYPE: ORAL

THEMATIC SESSION: 4.-Procesos de fabricación y Técnicas de unión.

COMPACTION INFLUENCE IN PROPERTIES OF CARBON REINFORCED POLYMER COMPOSITES

N. G. Pérez-de-Eulate, y E. J. Vallejo*

IK4-IDEKO S. Coop., Arriaga industrialdea, 2, E-20870 Elgoibar (Gipuzkoa), Spain

[*fjvallejo@ideko.es](mailto:fjvallejo@ideko.es)

ABSTRACT

Vacuum infusion (VI) is a liquid moulding process, commonly used to consolidate dry carbonnon-crimp fabrics (NCFs) preforms, to manufacture carbon reinforced polymer composite parts. The properties of these composite final parts depend on the fibre resin ratio and void content. To get suitable values of these parameters, preform compaction degree just before the infiltration of the resin, is extremely important. For this reason, the study of the compaction behaviour of these NCF's, is essential to optimize the manufacturing processes of these composites in terms of time and cost. In this work, results regarding compaction and VI behaviours of NCFs are shown. The compaction behaviour includes the influence of NCFs composition, such as the presence of an organic binder or the number of compaction steps. The quality of the infused laminates is analysed in terms of internal void content, measured by means of a non-destructive testing (NDT), and fibre resin ratio, quantified by matrix acid digestion.

RESUMEN

La infusión de resina es un proceso de moldeo por vía líquida, comúnmente utilizado para consolidar preformas de tejidos non-crimp fabrics (NCF) empleados en la fabricación de piezas composites poliméricos reforzados con fibra de carbono. Las propiedades de estos composites dependen de la relación fibra/resina y de la porosidad del producto final. Para la obtención de unos valores adecuados de dichos parámetros, es de vital importancia controlar el grado de compactación de la preforma justo antes de la infiltración de la resina. Por esta razón, el estudio del comportamiento de la compactación de los NCFs es esencial para la optimización de los procesos de fabricación de materiales compuestos en términos de tiempo y coste.

En este trabajo, se muestran los resultados del comportamiento de los NCF en la compactación y en la infusión. El comportamiento en la compactación incluye la influencia de la composición de los NCFs, como por ejemplo la presencia de un adhesivo orgánico o el número compactaciones. La calidad de los laminados infusionados se ha analizado en términos del contenido de poro en la pieza final, por medio de métodos no destructivos (NDT), y de la relación fibra/resina, cuantificada por medio de digestión ácida de la matriz.

PALABRAS CLAVE: Non-crimp fabrics, compaction, vacuum infusion, fibre resin ratio, void content

TIPO DE PONENCIA: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación y técnicas de unión

SIMULATION STRATEGY TO COMPENSATE SPRING-IN DEFORMATIONS IN AERONAUTICAL PANEL MADE BY LIQUID RESIN INFUSION

M.Laspalas*, I. Conde, A.Chiminelli, M. Lizaranzu
ITAINNOVA, Zaragoza, 50018, España.
*mlaspalas@itainnova.es

RESUMEN

Spring-in in composite manufacturing is a relevant non desired effect that complicates the industrialization process of new composite parts. Geometrical deviations of the part with regard to the nominal dimensions hinders posterior assembly operations or even can cause unconformities (part rejection). Although some correction operations may be introduced in the assembly method to absorb these deviations, a preferred approach is to compensate the mould geometry to have part within tolerances. This is usually done by correcting mould cavity after first moulding trials where deviations have been quantified. However, many times this cannot be done in the original mould and requires building a second one.

This contribution presents a methodology that, using a simulation workflow for the prediction of string-in deformations, performs an iterative process of distortion prediction, best fit routine to compute deviations and mould cavity surface update, till the deviations are within a target tolerance. The spring-in calculation engine is implemented in Abaqus Standard with specific subroutines to model resin curing kinetics, heat generation, cure dependent mechanical constitutive model with consideration of thermal expansion and cure shrinkage, and specific strategies to simulate the tool/part interactions. The spring-in engine is incorporated in an external python manager in charge of post-processing results, updating the mesh and launching the executions.

This methodology aims at proposing a modified mould surface geometry that could be used to build a compensated mould at first, reducing industrialization time and cost.

PALABRAS CLAVE: Spring-in, simulation, mould geometry compensation

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión

PREFORMADO RÁPIDO PARA APLICACIONES DE AUTOMOCIÓN MEDIANTE INSTALACIONES FLEXIBLES Y AUTOMATIZADAS.

X.Irastorza (1), R.Mezzacasa (1), M.Segura (1), J.Acosta (2), U.Argarate (2)

(1) Área Estructuras en Composites, División Industria y Transporte, Tecnalia.

(2) Fagor-Arrasate-Koniker

xabier.irastorza@tecnalia.com

RESUMEN

El uso de composites de matriz polimérica y, en particular, basados en fibra de carbono, está despertando cada vez más interés en el sector automoción, por el gran potencial de reducción de peso que ofrecen para el aligeramiento de las estructuras de los vehículos. El caso del BMW (con el i3, i8 y Serie 7) y algunos otros fabricantes, representan los primeros casos de uso de “producción a gran escala” con estos materiales, con una perspectiva de crecimiento de la mano del vehículo eléctrico. Para conseguir una implementación en masa de estos nuevos materiales es clave el desarrollo de procesos y equipamiento que permitan una fabricación con tiempos de ciclo muy breves.

El preformado es la etapa clave donde el apilado de fibra adquiere la forma del molde de inyección en el que se introducirá posteriormente. Esta etapa del proceso es la que tiene un mayor impacto sobre el coste del proceso global, por lo que es especialmente necesario desarrollar técnicas de optimización y automatización para el preformado rápido.

En este contexto, Tecnalia y Fagor-Arrasate están colaborando con el objetivo de desarrollar instalaciones de preformado competitivas para el sector automoción. Se ha desarrollado un proceso de preformado rápido basado en precalentamiento y conformado en frío combinado con una alimentación automática del material en base a un sistema transfer y completado también con la automatización del apilado inicial y del recorte de la preforma final. Se expondrán las ventajas competitivas que ofrece esta tecnología sobre otras alternativas y se presentará la célula completa desarrollada. Con el fin de demostrar las capacidades de esta instalación, se está validando el proceso de fabricación de preformas para un demostrador de automoción.

PALABRAS CLAVE: composites, procesos de fabricación, automatización, automoción.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Sistemas de fabricación

SISTEMA DE CORTE 3D AUTOMÁTICO DE PREFORMAS DE FIBRA SECA BASADO EN VISIÓN POR COMPUTADOR

A. Guillén, J. Peña*, F. Domínguez, A. Calero, S. Delgado

FIDAMC

*jose.pena@fidamc.es

RESUMEN

El corte de preformas de geometrías complejas (3D) continúa siendo uno de los desafíos de los procesos de fabricación de piezas de fibra de carbono que utilizan materiales de fibra seca o preimpregnado. Aún en el caso de cortar capa a capa las telas de fibra de carbono, se sigue requiriendo un proceso posterior de corte de la preforma –que hoy por hoy se realiza de forma manual– debido a las tolerancias de posicionado y a la necesidad de sanear los bordes.

Estos cortes manuales se realizan sobre sufrideras y con útiles que mantienen la preforma en una posición fija, a fin de evitar movimientos indeseados que empeoren las tolerancias del proceso. El proceso de corte manual es lento y supone una tarea de pobres condiciones ergonómicas para los trabajadores debido a las posturas de los mismos y a la fuerza necesaria a realizar para cortar preformas de grandes espesores.

El proceso aquí desarrollado evita este problema mediante un corte automático sin soportarlo con un útil que actúe como sufridera, para evitar tener que mover la preforma a diferentes posiciones y agilizar así el proceso. La mayor dificultad de este enfoque radica en la flexibilidad de las preformas, que al no tener una matriz de resina carecen de la rigidez suficiente para mantener su posición cuando la cuchilla corta el material.

Esta solución combina un sistema de corte con vibración de ultrasonidos embarcado en un brazo robótico y visión por ordenador. Así, se consigue por una parte minimizar las deformaciones locales inducidas por la cuchilla en la preforma y por otra se tiene un sistema flexible que puede responder a dichas deformaciones y corregir su posición en tiempo real.

Todo ello redundará en un incremento tanto en productividad como en calidad (tolerancia de corte y acabado del mismo) y repetitividad en comparación a los procesos manuales, pudiendo facilitar el desarrollo de tecnologías a neto.

Al no requerirse plantillas y simplificarse enormemente el utillaje, disminuyen los costes recurrentes y los tiempos de set-up. No necesitar utillajes específicos es especialmente útil de cara a prototipos y series cortas, ya que se pueden modificar los trazos de corte rápidamente sin fabricar nuevas plantillas dejando que el sistema localice automáticamente el nuevo recorrido.

PALABRAS CLAVE: Corte, visión por computador, automatización, robótica, preformas

TIPO DE PONENCIA: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión

MACHINING OF HYBRID COMPOSITE MATERIALS

M. Rodrigues, M. Freitas, A. Jesus, A. Marques*
INEGI/FEUP, R. Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal
*marques@fe.up.pt

ABSTRACT

Composite materials have been having an increasing importance in the industry. Their high specific properties and their high flexibility that allows tailoring materials that suit the needs of practically every project have been leading to a growth in the demand of this kind of materials. Fiber-Metal Laminates have an established usage on the aeronautic industry and lately have been subject of research by the automotive industry.

Since composite manufacturing methods allow the obtention of components with their final geometry, drilling is the most used machining operation in the machining of composites. Drilling of composites is very demanding from the tools point of view, with very high wear rates and several defects can occur to the workpiece like delamination, fiber pull-outs, burrs and matrix degradation. When combined with a metal, additional challenges appear in drilling these materials such as loads of different magnitudes during a single operation and surface defects on the interface because of chip removal. Orbital drilling is seen as a promising alternative to conventional drilling, presenting several advantages that result in holes with higher quality.

Given the interest the automotive industry has been showing in fiber-metal laminates constituted by steel and carbon fiber reinforced plastics (CFRP) and due to the lack of information regarding drilling of this combination of materials, the aim of this work was to evaluate the influence of the machining parameters in the quality of holes obtained by orbital drilling. A full factorial design of experiments was done and the influence of the parameters was then evaluated by means of an Analysis of Variance (ANOVA).

PALABRAS CLAVE: Orbital drilling, steel/CFRP hybrid, roughness, dimensional precision

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

PREDICCIÓN DEL FALLO EN EL ENTORNO DEL TALADRO EN UNIONES REMACHADAS CON MATERIALES COMPUESTOS

A. Barroso*, I. Silva

Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales.
Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla
*abc@us.es

RESUMEN

Las uniones remachadas presentan distintos mecanismos de fallo, unos asociados a la pieza que se taladra (tracción, cortadura y aplastamiento) y otros asociados al elemento de unión (cortadura, arrancamiento). La predicción del fallo para cada mecanismo requiere la comparación de alguna componente del estado tensional, con su correspondiente valor admisible de resistencia.

La determinación del estado tensional en el entorno del taladro en presencia de piezas de material compuesto, admite una resolución numérica razonablemente sencilla. Basta con realizar un análisis por elementos finitos del problema no lineal local que presenta el contacto del remache con las paredes del taladro.

La determinación de los admisibles es más difícil. En el caso de materiales isótropos, las resistencias son valores únicos con independencia del lugar y orientación concretos en el que se evalúen. Sin embargo, en el caso de los materiales compuestos, las resistencias pueden variar fuertemente al variar la ubicación en el entorno del taladro motivado por el cambio de orientación de la disposición del laminado.

En el presente trabajo se realiza un detallado análisis tensional del problema no lineal de contacto mediante elementos finitos y se realiza una estimación de las resistencias basada en la misma ley de transformación que tienen las propiedades de rigidez. Se presenta así una herramienta que permite estimar, para cada mecanismo de fallo de la pieza taladrada, la orientación en la que se produce el fallo y el modo de fallo asociado. Este análisis se ha realizado para distintas secuencias de apilado.

PALABRAS CLAVE: Uniones, Remaches, Fallo, Contacto, Elementos Finitos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación y Técnicas de Unión.

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANO-COMPOSITES DE POLIPROPILENO

S. Pintos*,¹ E. Rodríguez¹ y A. González²

¹ Departamento de Materiales Avanzados, AIMEN Centro Tecnológico, Polígono Industrial de Cataboi SUR-PPI-2 (Sector 2) Parcela 3
36418 O Porriño (Pontevedra) España

[*soraya.pintos@aimen.es](mailto:soraya.pintos@aimen.es)

² Centro Tecnológico Grupo COPO (CETEC), Estrada Puxeiros-Mos, nº 45, Tameiga, 36416 Mos (Pontevedra) España

RESUMEN

La modificación de las matrices poliméricas posee un gran interés en el campo de los nuevos materiales, dado el abanico de posibilidades que ofrece la aditivación, pudiendo modular las propiedades del material base en función de los agregados incorporados. Entre las mejoras buscadas destacan el aumento en la resistencia mecánica del material o la mejora en la interacción con otros materiales (adhesión), además de aportar multifuncionalidad, aunando propiedades que presentan los materiales por separado con el fin de obtener un material compuesto con prestaciones superiores.

En este estudio se abarca la modificación de un co-polímero de polipropileno-etileno mediante la incorporación de nanoarcillas y nanotubos de carbono (MWCNTs) en bajas concentraciones (0.1% en peso). Con el fin de facilitar la dispersión de los nanomateriales en la matriz mediante mezclado y extrusión, se empleó anhídrido maleico como compatibilizante. Se caracterizó el comportamiento de estos composites mediante el estudio de la variación del torque durante la aditivación, además de determinar el índice de fluidez del material fundido (MFI) y realizar un análisis mediante DSC, TGA y TEM de los composites obtenidos. Dada la baja polaridad del polipropileno, la introducción en la matriz de anhídrido aportaría cierta polaridad al compuesto, por lo que se estudió el aumento en la energía superficial de las distintas formulaciones mediante medida de ángulo de contacto (mediante el método OWRK/Fowkes). El aumento en la energía superficial supone una mayor afinidad por materiales polares, como el poliuretano (PU) u otras espumas.

PALABRAS CLAVE: polipropileno, nanoaditivación, nanoarcillas, CNTs, adherencia.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación y Técnicas de Unión

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE BIOLAMINADOS PREPARADOS MEDIANTE DIFERENTES TÉCNICAS DE MANUFACTURA

EA. Franco-Urquiza^{*1-2}, V. Rentería¹, V. Gómez-Culebro¹, MA. Vergara¹

¹Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas, Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial. Carretera Estatal 200, Querétaro-Tequisquiapan KM 23 No. 22547, Localidad Galeras, 76270. Parque Aeroespacial Querétaro, México.

²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

*edgar.franco@cidesi.edu.mx

RESUMEN

Los laminados son materiales compuestos de matriz termoestable reforzada con fibras largas. Se constituyen por la superposición de varias capas de fibras, las cuales pueden tener una configuración unidireccional, tejido o mat. Los laminados de fibra de vidrio otorgan estabilidad dimensional, baja densidad, estabilidad química, resistencia a la corrosión y prolongada vida útil. A pesar de las ventajas estructurales que presentan los laminados sintéticos, existen relevantes inconvenientes como la dificultad de encontrar soluciones a temas relevantes como el reciclaje. Una alternativa para solventar este grave inconveniente es el desarrollo de biolaminados, que son materiales compuestos con fibras naturales y resinas bioepoxi. Las fibras naturales son un recurso renovable de bajo coste, poseen una baja densidad (lo que les confiere una elevada resistencia específica), no son irritantes ni tóxicas, no presentan efectos abrasivos como las fibras de vidrio, y son totalmente biodegradables. Sin embargo, las fibras naturales presentan ciertas desventajas respecto a las fibras sintéticas, como lo es su baja temperatura de descomposición y su elevada hidrofilia.

Existen numerosas técnicas de fabricación de laminados: infusión, transferencia de resina (RTM) y autoclave. El autoclave proporciona una mejora en las propiedades mecánicas de los laminados debido al control de los parámetros de manufactura. Sin embargo, esta técnica es muy costosa, por lo que no todos los sectores industriales pueden acceder a ella. Conocer el rendimiento mecánico de biolaminados preparados a partir de diferentes técnicas de manufactura abrirá una ventana de posibilidades alternas al uso de autoclave, lo cual incluye el desarrollo de biolaminados nanoreforzados .

PALABRAS CLAVE: biolaminados, propiedades mecánicas, tomografía, manufactura

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL NANO-COMPUESTO AI6005A-nTiC OBTENIDO MEDIANTE MOLIENDA MECÁNICA, EXTRUSIÓN EN CALIENTE Y FSW

I. Feijoo^{a(*)}, M. Cabeza^a, P. Merino^a, G. Pena^a, M.C. Pérez^a, P.Rey^b

^a Departamento de Ingeniería de los Materiales, Mecánica Aplicada y Construcción, Grupo de investigación ENCOMAT, Universidad de Vigo, Vigo, 36310, España

^b AIMEN Centro Tecnológico, O Porriño, 36410, España

(*) E-mail: ifeijoo@uvigo.es

RESUMEN

Se obtuvo un material nano-compuesto de matriz de aluminio (MNCMAI) por un proceso de pulvimetalurgia (PM), consistente en un refuerzo ex situ de polvos pre-aleados de la aleación AA6005A con un 3% vol. de nanopartículas de TiC (nTiC), molienda mecánica de alta energía (MMAE) y extrusión de los polvos en caliente (EPC). La aleación AA6005A fue elegida como matriz por ser una aleación de aluminio de resistencia media tratable térmicamente, con excelente resistencia a la corrosión, fácilmente extruible y buena soldabilidad; y las partículas nTiC por su baja densidad, buena estabilidad química y excelente combinación de dureza y módulo elástico. La MMAE permitió obtener una matriz de granos ultra-finos (GUF), una dispersión uniforme del nano-refuerzo y su correcta incorporación a la matriz dúctil. Simultáneamente, la deformación plástica repetida del polvo de la matriz condujo a una alta densidad de defectos cristalinos que, unido al efecto de la adicción de las partículas nTiC son responsables de las propiedades mecánicas de los compuestos nanoestructurados obtenidos. La EPC permitió obtener perfiles extruidos de alta calidad con una distribución homogénea de las nanopartículas. La dureza del nano-compuesto en la condición de extruido es casi un 43 % más alta que la de la aleación AA6005A sin reforzar, mostrando importantes incrementos en el límite elástico y resistencia a la tracción con un 5% de alargamiento. Los perfiles extruidos fueron soldados por Fricción-Agitación (FSW) obteniéndose soldaduras libres de defectos. En la zona batida se produjo un refinamiento del tamaño de grano que condujo a un ligero aumento en la dureza de las soldaduras.

PALABRAS CLAVE: Nanocompuesto de Aluminio, Metalurgia de polvo, Extrusión, FSW, Propiedades Mecánicas.

TIPO DE PONENCIA: Presentación: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión.

Hybridization Process of Carbon Fibre Sheet Moulding Compound with Carbon Fibre Prepregs: a Case Study

Jorge Nuno Silva¹, Luís Pina¹, Susana Sousa¹

¹ Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering (INEGI).

*jnsilva@inegi.up.pt

ABSTRACT

The main objective of this work was to show the technical viability of a traditional Sheet Moulding Compound process hybridized with Carbon fibre prepreg reinforcements, in a demonstrative car seat structure. The new reinforced seat is lighter, has better mechanical resistance to impact and the typical carbon fibre visual aspect in the reinforced areas.

Currently, the seat structure is composed by the hybrid solution with the matrixes of both materials being epoxy, therefore compatible which promotes a good adhesion under the correct processing conditions.

To ensure the viability of this hybridization, an extensive laboratorial test campaign was conducted in a laboratorial hot plate press to study the Sheet Moulding Compound flow dynamics during the moulding process and how it interacts with the prepreg preforms. The cure process of both materials was also analysed to establish the optimal temperature profiles. Finally, mechanical tests were performed according to ASTM D 5868-01 to evaluate the mechanical properties of the bonding between the two materials.

The reinforced car seat prototype was validated according to the ECE-R17 and FMVSS202a impact tests on the head rest and a 25% reduction in overall weight was achieved. The life-cycle cost and the visual aspect benefits are expected to compensate the slightly higher manufacturing cost in relation to the original part due to the cost of the prepreg material.

Further research will be needed to in terms of process automation to ensure the required process quality.

KEY WORDS: Composite, Car Seat Structure, Automotive, SMC, Carbon-Fibre Prepreg

TYPE OF PRESENTATION: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

FABRICACIÓN DE MATERIAL COMPUESTO DE ALUMINIO REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO

J. Bedmar*, B. Torres, M. Sánchez, P. Rodrigo, A. Ureña y J. Rams

Área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Escuela Superior de Ciencias Experimentales
y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, C/ Tulipán s/n, Móstoles 28933 Madrid.

*javier.bedmar@urjc.es

RESUMEN

El aluminio y sus aleaciones destacan por su conductividad térmica y buenas propiedades mecánicas, lo que, combinado con una baja densidad, alta resistencia ambiental y un coste razonable, hace que sean muy adecuados para múltiples aplicaciones.

A pesar de ello, diferentes aplicaciones, como puede ser el caso de los sistemas de iluminación basados en LED, hacen necesario incrementar la conductividad térmica; mientras que el sector del transporte demanda mejorar sus propiedades mecánicas, tanto en su rigidez, como resistencia y límite elástico.

Para cumplir estos requisitos se han desarrollado materiales compuestos de aluminio reforzados con fibra de carbono unidireccional y tejida, fabricando inicialmente piezas de geometría sencilla, pero llegando a fabricar elementos complejos, como son luminarias o carcasas de embrague, con propiedades mecánicas y térmicas mejoradas respecto a aquellas fabricadas sin refuerzo cumpliendo las demandas de esta clase de aplicaciones.

El proceso empleado se ha basado en la inyección de aluminio de alta presión sobre el tejido seco dando lugar a un proceso muy rápido y eficiente en el que se evita la formación de intercaras frágiles y no hay problemas de viscosidad, como los que se presentan en los procesos de fabricación más habitualmente empleados.

En conclusión, mediante un proceso de inyección de alta presión de aluminio sobre fibras de carbono unidireccionales y sobre tejidos, se han fabricado piezas de material compuesto de matriz metálica que presentan superiores propiedades térmicas y mecánicas respecto a las aleaciones de aluminio sin reforzar.

PALABRAS CLAVE: Aluminio, Fibra de Carbono, Inyección, Conductividad Térmica.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

Reducción de porosidad en RTM mediante el control de la velocidad del frente de flujo

J. Mendikute*, M. Baskaran, L. Aretxabaleta y J. Aurrekoetxea

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea, España.

*jmendikute@mondragon.edu

RESUMEN

La calidad final de las piezas fabricadas mediante el proceso de transferencia de resina (Resin Transfer Moulding, RTM) es sensible a las variaciones de las propiedades del material y de las condiciones de proceso. La porosidad generada durante el proceso, tiene un impacto directo en la reducción de las propiedades mecánicas.

Las inyecciones a presión constante o a caudal constante no aseguran una porosidad mínima, ya que la velocidad del frente de flujo varía con la distancia de inyección. Esto demuestra la necesidad de un sistema adaptativo, donde la velocidad del frente de flujo es controlada a fin de reducir el contenido de poros.

En este trabajo se han realizado varios ensayos de inyección lineal con condiciones de presión constante. Durante el proceso se ha registrado la velocidad del frente de flujo, y posteriormente se ha caracterizado la cantidad de poros en cada una de las zonas de la placa. De esta forma, se ha identificado la velocidad que menor porosidad genera. Posteriormente, se ha realizado una inyección con presiones variable para mantener la velocidad constante en toda la longitud de flujo. El resultado final muestra que la porosidad total se reduce y es homogénea en todas las zonas de la placa.

PALABRAS CLAVE: RTM, Optimización, Porosidad

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

NUEVAS TÉCNICAS DE SOLDADURA DE MATERIALES TERMOPLÁSTICO DE MATRIZ CONTINUA

B. Pérez, H. Villaverde, M. Mendizabal, S. Flórez
TECNALIA. Paseo Mikeletegi,2. 20009 San Sebastián
beatriz.perez@tecnalia.com

RESUMEN

Los materiales compuestos termoplásticos reforzados con fibra continua (CFRTP) cada vez están adquiriendo más relevancia en diferentes ámbitos industriales. Estos materiales presentan excelentes propiedades mecánicas (resistencia, rigidez) así como una serie de ventajas adicionales como resistencia ambiental (alta temperatura, humedad, fluidos agresivos), tiempos de procesamiento cortos y no inflamabilidad. Dos de las ventajas fundamentales que presentan estos materiales frente a las resinas termoestables son la importante reducción de los ciclos de producción, que pasan de ser de varias horas a pocos minutos y su bajo coste.

Sin embargo, debido a la limitada deformación permitida para las fibras de refuerzo, los componentes termoplásticos producidos actualmente tienen una geometría bastante simple, lo que hace que la unión sea un paso indispensable en el proceso de fabricación de estructuras basadas en TPC.

Como propiedad destacable de las matrices termoplásticas cabe destacar su capacidad para ser soldadas, abriendo un nuevo campo de uniones soldadas para la fabricación y ensamblaje de estructuras. De esta forma, debido a la eliminación de remaches metálicos, se disminuye el peso de la estructura final, además los procesos de unión presentan gran potencial de ser automatizados, con la consecuente reducción de los ciclos productivos.

Este trabajo presenta un estudio comparativo a nivel proceso y a nivel resultados mecánicos de uniones soldadas de CFRPC (Plastic welding), basadas en procesos de soldadura mediante varias técnicas de calentamiento del material a la temperatura de fusión de la matriz termoplástica en la zona de unión. Entre los métodos de calentamiento a presentar se incluyen la inducción, ultrasonidos, calentamiento mediante elemento calefactor, y calentamiento por resistencia eléctrica embebida.

PALABRAS CLAVE: Unión, Soldadura, materiales compuestos termoplásticos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Sesión 4: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

PREDICCIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE FIBRA EN COMPOSITES TERMOPLÁSTICOS

***F. Garitaonandia¹, A. Arriaga¹, R. Hernandez¹, P. Larreategui¹, K. Zulueta¹ E.
Acuña¹, M. Iturrondobeitia², J. Ibarretxe²**

¹Leartiker S.Coop.,

²Universidad del País Vasco

*fgarita@leartiker.com

RESUMEN

La predicción de la orientación de fibra en composites termoplásticos, fabricados mediante el proceso de moldeo por inyección, permite la determinación de las propiedades y comportamiento mecánico con una mayor precisión.

En el presente trabajo se ha analizado la predicción de la orientación de fibra realizada por el programa Autodesk Moldflow Insight mediante el modelo ARD-RSC.

Este modelo presenta seis coeficientes que pueden ser modificados y según que valores tomen el resultado de la predicción de la orientación de la fibra será diferente. Es por ello que se ha aplicado el método de superficies de respuesta para conocer la relación entre los coeficientes del modelo ARD-RSC y su predicción de la orientación de fibra.

La precisión y correlación de esta orientación de fibra calculada se ha analizado de dos formas. La primera de ellas empleando el análisis tomográfico con el que se puede visualizar y comparar con la disposición real de la fibra en el composite termoplástico y la segunda trasladando la orientación calculada por Autodesk Moldflow Insight al programa Digimat y comparando su predicción de propiedades mecánicas con las propiedades reales que presenta el composite termoplástico en los ensayos mecánicos realizados.

PALABRAS CLAVE: Autodesk-Moldflow, Orientación, Fibra, ARD-RSC, Digimat

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de Fabricación

DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS DE BASE ASA PARA FABRICACIÓN ADITIVA DE GRAN FORMATO

D. Moreno-Sanchez^{1,*}, D. Moreno Nieto², V. Casal³ y S.I. Molina¹

¹Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Facultad de Ciencias. IMEYMAT. Universidad de Cádiz. Campus Río San Pedro, 11510-Puerto Real, Cádiz, España.

²Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial. Escuela Superior de Ingeniería. IMEYMAT. Universidad de Cádiz. Campus Río San Pedro, 11510-Puerto Real, Cádiz, España

³ Navantia S.A., S.M.E, Astillero Bahía de Cádiz, Polígono Astillero s/n, 11519-Puerto Real, Cádiz, España

*danielmoreno.sanchez@uca.es

RESUMEN

Las tecnologías de fabricación aditiva se comienzan a implantar en el tejido industrial, no sólo para la creación de prototipos, sino también como técnicas para la creación de piezas finales. Una de las tecnologías más interesantes es la de extrusión de material, mayoritariamente de termoplástico fundido, que permite conseguir piezas tridimensionales por la deposición controlada de cordones fundidos de material.

En el ámbito industrial, nos parece de especial interés resaltar los desarrollos que se están realizando en impresión 3D en volúmenes de impresión de varios metros cúbicos, que permiten crear piezas para los sectores como la automoción, la habilitación naval y el sector eólico.

Para el empleo de estas nuevas técnicas de fabricación aditiva de gran formato y para conseguir piezas adecuadas, el desarrollo de nuevos materiales que satisfagan las necesidades reológicas, funcionales y mecánicas que se demandan es fundamental. Los últimos avances llevados a cabo se centran en el desarrollo de materiales termoplásticos cargados con fibras (carbono y vidrio, principalmente), que les otorgan las propiedades adecuadas para tal fin.

Dentro de esta línea de investigación, en esta comunicación se presenta desarrollo de materiales de base ASA (*Acrilonitrilo Estireno Acrilato*) cargados con fibras de carbono para su empleo en equipos de fabricación aditiva de extrusión de material de gran formato para el sector naval. Gracias a las propiedades intrínsecas de resistencia a la radiación ultravioleta del ASA, este estudio permite crear piezas que estén expuestas en el exterior, ampliando su vida útil en servicio.

PALABRAS CLAVE: Fabricación Aditiva, BAAM, naval, ASA

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Campos de aplicación de los materiales compuestos

**DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF A HEAVILY
LOADED CAMBER LINK BASED ON A ONE-SHOT RTM,
HIGHLY INTEGRATED AND LIGHTWEIGHT CFRP CONCEPT**

**R.Mezzacasa (1), M.Segura (1), I. Harismendy (1), X. Irastorza (1), A. Iriarte (1),
V. Shafi (2), M. Martin (3)**

(1) Area Estructuras en Composites, División Industria y Transporte, Tecnia.

(2) Gestamp

(3) Gonvarri

ricardo.mezzacasa@tecnalia.com

ABSTRACT

Fibre-reinforced polymer composite materials are leading candidates as component materials to improve the efficiency and sustainability of many transport modes and specially in new vehicles based on electric mobility where weight is also an important requirement. The advantages of high performance composites are numerous: they include lighter weight and reduced assembly costs due to high level of integration potential. This translates into greater weight savings resulting in improved performance, greater payloads, fuel or battery energy savings and emissions reductions.

However, the manufacturing processes to provide high level of integration are still a challenge as the process becomes more complex in terms of materials preparation (cutting, stacking, etc), 3D preforming and toolings involved.

In this context, during the present project, Tecnia, Gestamp and other partners have recently developed a suspension highly loaded camber link based on a one-shot RTM, highly integrated and lightweight CFRP concept, with the following features:

- Lightweight CFRP concept despite of the very high demanding mechanical loads requirements
- Fast stacking, cutting and 3D net shape preforming including also the corresponding advanced toolings and equipment
- one shot HP RTM and highly integrated concept to optimize the mechanical performance and reduce the process steps and joining operations

The complete concept and process developed will be presented and is now being evaluated for industrialization.

PALABRAS CLAVE: RTM, automotive, composites, CFRP, multimaterial

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y tecnologías de unión

Desarrollo de preformas de fibra seca para la fabricación de piezas estructurales de grandes dimensiones mediante la tecnología RTM para el sector aeronáutico

M. Ariño*^a, C. Builes^a, ME. Rodríguez^a y A. Lagraña^b

^a Departamento de Composites de Centro Tecnológico Eurecat

^b Desarrollo de Negocio del Centro Tecnológico Eurecat

*maria.arino@eurecat.org

RESUMEN

La tecnología Resin Transfer Moulding (RTM) está tomando importancia en el desarrollo de piezas estructurales de composites para la industria aeronáutica debido a la alta carencia productiva y, como consecuencia, a la minimización de costes.

El presente documento describe la fabricación de las costillas del fuselaje en material compuesto, orientado a la construcción de la preforma de fibra seca, uno de los principales factores que intervienen en el proceso RTM y que, influye directamente a la calidad estructural de la pieza.

El documento expone la definición de una estrategia de solapes para la adaptación del tejido seco Non Crimp Fabric en piezas estructurales aeronáuticas de grandes dimensiones y la implementación de dicha estrategia para la fabricación de un demostrador a escala real, exponiendo la reducción del tiempo de proceso en base a un diseño de utillajes que colaboran en la reducción del tiempo de ciclo. Paralelamente, se describe un desarrollo para estudiar la influencia de los solapes a nivel dimensional, estructural y defectología.

PALABRAS CLAVE: Preforma, RTM, aeronáutica.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión

DESARROLLO DE COMPONENTES MULTI-MATERIAL PARA EL SECTOR AUTOMOCIÓN

L. Mera*, R. de la Mano, y L. Blanco

Centro Tecnológico AIMEN

[*lmera@aimen.es](mailto:lmera@aimen.es)

RESUMEN

El presente trabajo aborda diferentes aspectos de la optimización del proceso de fabricación de componentes estructurales para el sector automoción. En este sentido, se persigue la fabricación de la traviesa de un bumper mediante la combinación de acero y composite para alcanzar, de este modo, el aligeramiento del componente actual. Para ello ha sido fundamental tener en consideración, no sólo los requerimientos de la pieza especialmente críticos desde el punto de vista de la seguridad, sino también criterios de proceso.

El estudio efectuado ha incluido desde el diseño de la pieza hasta la evaluación de un amplio abanico de materiales tanto de origen termoestable como termoplástico. Esto se ha traducido en el estudio de diferentes tecnologías de fabricación y su consiguiente ventana de proceso y utillajes. Además, se ha incluido el estudio de tecnologías de tratamiento superficial de última generación tales como el texturizado laser, en combinación con diferentes estrategias adicionales para garantizar, así, el rendimiento óptimo de la solución.

Finalmente, la elaboración de demostradores a medida ha permitido identificar el diseño y materiales más adecuados. Del mismo modo ha sido posible cuantificar las prestaciones de las piezas, tiempos de proceso y coste final. De este modo se ha determinado que la pieza híbrida permite obtener un ahorro de peso de un 25%, manteniendo las propiedades mecánicas y tiempos de ciclo de hasta 5 minutos.

PALABRAS CLAVE: Multi-material, híbrido, cadencias productivas, tecnologías de fabricación, unión disimilar

TIPO DE PONENCIA: ORAL (la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y técnicas de unión

Caracterización mecánica y microestructural de materiales compuestos de base aluminio y alto contenido de refuerzo deformados en condiciones extremas

R. Fernández^{1,*}, I. Sabirov², S. Señorís¹, J. Ibañez¹ y G. González-Doncel¹

¹⁾ Dept of Physical Metallurgy, National Centre for Metallurgical Research
CENIM - CSIC, Av. Gregorio del Amo 8, 28040 Madrid, Spain

²⁾ IMDEA Materiales, C. Eric Kandel, 2, 28906 Getafe, Madrid

*ric@cenim.csic.es

RESUMEN

La motivación final de este trabajo es optimizar el proceso de soldadura por fricción-agitación, FSW, y su implementación en centros de mecanizado convencionales. El proceso de FSW ocurre en estado sólido a alta temperatura y mediante deformación plástica severa (alta deformación y alta velocidad) del material. En este trabajo se ha estudiado el comportamiento a alta temperatura y altas velocidades de deformación de materiales compuestos de matriz metálica AA2124-25%SiC y AA6061-40%SiC. La capacidad de deformación plástica en el régimen de alta temperatura se ha estudiado mediante ensayos de compresión y torsión a temperaturas por encima de 300°C y altas velocidades de deformación, superiores a 1s⁻¹. Se han obtenido grandes deformaciones plásticas sin la aparición de defectos severos a pesar de la alta carga de refuerzo. El buen comportamiento resultante en las condiciones estudiadas presume la buena soldabilidad mediante la técnica de fricción-agitación. Por otro lado, los datos obtenidos de la microestructura han permitido determinar algunas de las constantes que aparecen en la ecuación de fluencia. Finalmente, se ha conseguido explicar el comportamiento en fluencia mediante los modelos desarrollados expresamente para esta técnica a partir de los resultados experimentales.

PALABRAS CLAVE: Al-MMC, soldadura, fricción-agitación, deformación plástica

TIPO DE PONENCIA: ORAL (la decisión final será tomada por el Comité Científico)

SESIÓN TEMÁTICA: 4.- Procesos de fabricación y Técnicas de unión

FABRICACION DE ESPECÍMENES MEDIANTE INFUSIÓN PARA LA PIRÁMIDE DE ENSAYOS ESTRUCTURALES DEL “OUTCOME LOWER SKIN” (PROGRAMA CLEAN SKY 2)

***P. Tabarés, J. Cuenca**

FIDAMC, Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de Materiales Compuestos, Avda. Rita Levi Montalcini 29, 28906 Getafe, Madrid, Spain

*Patricia.Tabares.F@Fidamc.es

RESUMEN

El objetivo de este proyecto ha sido la fabricación de los especímenes destinados a los ensayos estructurales que se han realizado para soportar el diseño, análisis y cualificación del “Outcome Lower Skin” dentro del marco del programa Clean Sky 2. Se trata de la pirámide de ensayos del revestimiento inferior rigidizado para el avión militar C295 de Airbus Defence & Space.

El objetivo de este proyecto es desarrollar los métodos de fabricación con fibra de carbono UD seca hasta obtener un proceso automatizado, robusto y eficiente para conseguir llegar a fabricar el revestimiento inferior de un ala con larguerillos y largueros integrados, y que podrá competir con los procesos típicos de preimpregnado en lo relativo a fabricabilidad, ratio, rendimiento y coste.

El proceso de fabricación empleado para la obtención de dichos especímenes consiste en la laminación automática de las preformas de fibra seca mediante AFP (Automated Fiber Placement), un posterior conformado en caliente y finalmente el proceso de infusión mediante la técnica VAP (Vacuum Assisted Process).

Para conseguir este objetivo se ha realizado la puesta a punto de la máquina de Fiber Placement optimizando los parámetros de encintado para el procesado del material a utilizar. El material empleado en este desarrollo ha sido la cinta unidireccional de Hexcel Hi-Tape UD210 (IMA/V800E/ZD4/12.7mm) y la resina RTM6.

Por otro lado se han realizado diversas pruebas de conformado en caliente de los laminados encintados mediante el proceso anterior, modificando variables de proceso, detalles de utillaje y configuración de bolsa de conformado.

Por último diversas configuraciones de bolsa así como variables del proceso y detalles de utillaje se han estudiado y probado para la integración de rigidizadores y revestimiento mediante infusión hasta llegar a encontrar los parámetros de proceso claves para la obtención de piezas válidas para alimentar la pirámide de ensayos.

PALABRAS CLAVE: Infusión, fibra seca, OUTCOME, VAP, AFP.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Bloque 4: Procesos de fabricación y Técnicas de unión

FUNCIÓN DEL SOPORTE (“CARRIER”) EN ADHESIVOS FORMATO FILM Y EFECTO EN SU FUNCIÓN

Marta Maria Acosta Rodriguez, Victor Capilla Diez, Carlos Manuel G. E. do C. Saleiro

Departamento de Materiales & Procesos/Ingeniería, Alestis Aerospace.

C/ Ingeniero Rafael Rubio Elola, nº1, P.T. Aerópolis, 41309 La Rinconada, Sevilla

marta.acosta@alestis.aero , victor.capilla@alestis.aero , carlos.saleiro@alestis.aero

RESUMEN: Uno de los principales “drivers” en el desarrollo de estructuras aeronáuticas en material compuesto es el desarrollo de estructuras más integradas que sean fabricadas en un solo paso (“One-Shot”) para optimizar tiempos. Los materiales adhesivos en formato film son una de las principales variables a tener en consideración para lograr la referida integración. Ésta necesidad ha promovido la creatividad a nivel de utilización/parametrización de nuevos adhesivos en forma de película/film.

Los adhesivos film son utilizados en la integración de estructuras de material compuesto, Sándwich o Monolíticas. Respecto a estructuras Sándwich, el adhesivo film se utiliza para garantizar una buena adherencia entre el núcleo y el prepreg, a través de la formación de un menisco de material adhesivo en la celdilla del núcleo. Esta función se cumple en función del tipo de “carrier”. Para estructuras Monolíticas, el adhesivo film se utiliza para garantizar una buena adherencia en procesos de co-encolado (unión de laminado curado con prepreg fresco) y encolados (unión entre 2 laminados previamente curados), intercalado entre materiales para lograr el espesor óptimo, garantizando las mejores propiedades mecánicas del elemento a nivel interlaminar. Esto, sin olvidar, los procesos de reparación que se encuentran dentro de los procesos de co-encolado, con todas sus especificidades y limitaciones operativas, bien en fabricación como en servicio.

Las opciones del mercado, calificadas por OEMs o no, son amplias, habiéndose desarrollado diferentes materiales de soporte, o variantes de un mismo material, con el objetivo de lograr las mejores propiedades mecánicas de los elementos donde son empleados.

PALABRAS CLAVE: Adhesivos; Resinas Termoestables; Carrier; Soporte; Encolado; Sándwich; Monolítico; Calidad interna.

ORAL o POSTER: Oral.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de Unión

CARACTERIZACIÓN SUPERFICIAL AVANZADA DE SUPERFICIES DE CFRP PREVIA A LA UNIÓN ADHESIVA. TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON PEEL PLY VS TRATAMIENTO LÁSER UV

M. Botana*, F. Serrano,
TITANIA, Ensayos y Proyectos Industriales
P.T. Tecnobahía, ed. RETSE nave 4, El Puerto de Santa María, España.
[*marta.botana@titania.aero](mailto:marta.botana@titania.aero)

J. Botana
Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Grupo de Corrosión (Labcyp), Universidad de Cádiz, Avenida de la Universidad de Cádiz s/n, 11519 Puerto Real (Cádiz), España.

RESUMEN

Uno de los pasos más importantes a la hora de realizar uniones adhesivas es la preparación superficial, cuyo objetivo eliminar los agentes contaminantes de la superficie, modificar la rugosidad superficial y aumentar la energía libre superficial, sin dañar la superficie del material compuesto.

Actualmente, los métodos aprobados por el sector aeronáutico para la preparación superficial de elementos de CFRP previa al encolada son manuales y algunos de ellos dependen de la destreza del operario que los efectúe. Por ello, se están estudiando nuevas alternativas automatizables que permitan sustituir a estos métodos. Una de estas alternativas es el uso de radiación láser UV.

En este trabajo se ha realizado una caracterización superficial avanzada de superficies de CFRP activadas mediante peel ply y procesado láser UV. Se han utilizado técnicas avanzadas con el objetivo de evaluar los cambios que se producen en la superficie y que se relacionan con la adhesividad. Así, se ha utilizado la microscopía electrónica de barrido (SEM), la espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDS), la espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS), la determinación de la energía libre superficial y la perfilometría óptica 3D confocal, para evaluar las propiedades físicas y químicas de las superficies activadas con los dos tratamientos.

Los resultados obtenidos han reflejado que la radiación láser UV produce cambios superficiales que mejorarían la adhesividad de las superficies, si bien los cambios observados hacen pensar que el mecanismo por el cual tendría lugar la adhesión es diferente al que se produce para el tejido pelable.

PALABRAS CLAVE: SEM, XPS, mojabilidad, perfilometría, láser

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

THE COMPRESSION BEHAVIOUR OF NON-CRIMP FABRICS COMPOSITES FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS

M. Mateos*, J. A. Arakama, M. Baskaran, L. Aretxabaleta y J. Aurrekoetxea

Mechanical Engineering and Industrial Manufacturing Department,

Faculty of Engineering - Mondragon Unibertsitatea,

Loramendi 4, 20500 Mondragón, Spain

*mmateos@mondragon.edu

ABSTRACT

The automotive industry is making great effort to reduce costs and increase the productivity of composites manufacturing processes. Even if all these technologies are still emerging, it appears that Liquid Composite Moulding (LCM) processes in which there is a compression phase, as the Wet Compression Moulding (WCM) or Compression Resin Transfer Moulding (CRTM), are the best positioned. In these cases, it is essential to know the compression behaviour of these materials in order to correctly model the manufacturing process by simulation tools.

When dealing with the compression process, the preforms have usually been considered to exhibit an elastic linear behaviour. Nevertheless, the last publications have shown that this behaviour is mainly viscoelastic.

In this work the compression of a wet 50k carbon fibre Non-Crimp Fabric (NCF) for 3 different compression velocities has been analysed. To do so, the compression behaviour has been described by fractional models. These, compared with classical models, are able to correctly reproduce the compression behaviour of the fabric.

PALABRAS CLAVE: Compression, RTM, CRTM, wet fibre preform, viscoelasticity

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión.

IGNIFUGACIÓN DE PERFILES DE PULTRUSIÓN CURADOS MEDIANTE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

**I. Tena^{1*}, I. Saenz-Dominguez¹, J. Torre², L. Aretxabaleta¹, M. Sarrionandia¹,
J. Aurrekoetxea¹**

¹ Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea,
Mondragón, 20500, España

² Irurena Group, Ctra. de Tolosa s/n, 20730 Azpeitia. España.

*itena@mondragon.edu

RESUMEN

Los composites están en las agendas estratégicas de todos los constructores del sector del transporte (automóvil, vehículo industrial, autobús, tren...), y el desarrollo de nuevos procesos de fabricación como la pultrusión mediante curado ultravioleta (UV) fuera del molde pueden hacer realidad muchos conceptos que a día de hoy son inviables. Este proceso permite fabricar perfiles estructurales 3D con un elevado nivel de flexibilidad en la producción (reconfiguración de máquina fácil, rápida y fiable), permitiendo su empleo en un amplio abanico de sectores de componentes estructurales de composite. Este hecho acarrea la exposición a una extensa variedad de amenazas; y su uso creciente en aplicaciones de alto riesgo de incendio aumenta la probabilidad de graves incidentes. Por lo tanto, es esencial que los composites para automoción, transporte u obra civil, tengan excelentes propiedades de resistencia al fuego, particularmente cuando se usan en aplicaciones estructurales.

Existen múltiples estrategias de mejora de la resistencia al fuego de composites, pero las peculiaridades del proceso de pultrusión 3D obligan a utilizar sistemas que permitan la transmisión de luz UV a través del material y aseguren un rápido curado del perfil a la salida del molde para evitar su expansión. De ahí que se pretendan estudiar diferentes estrategias de ignifugación: cargas o aditivos, compuestos reactivos y recubrimientos intumescentes. Además, después de analizar las diferentes vías de ignifugación se caracterizó la combinación más efectiva, presentando una capacidad de resistencia al fuego significativamente mayor que la formulación base.

PALABRAS CLAVE: Curado Ultravioleta, fibra de vidrio, ignifugación, pultrusión.

TIPO DE PONENCIA: Oral.

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión.

EFFECT OF THERMAL ANNEALING AND ACETONE VAPOUR ON THE TRANSVERSE MECHANICAL PROPERTIES OF 3D- PRINTED CF REINFORCED ABS

N. Blanco^{*}, I. Saad, D. Puig, J. Torrent y I. Ferrer^a

AMADE y GREP^a, Escola Politècnica Superior, Universitat de Girona, c/. de la
Universitat de Girona 4, E-17003 Girona

*norbert.blanco@udg.edu

RESUMEN

3D printing of polymeric materials using the Fused Filament Fabrication (FFF) (also known as Fused Deposition Modelling (FDM)) technique has made possible the fabrication of polymer parts with complex geometries impossible just a few years ago. However, in spite of the many advantages of this manufacturing process one of the main drawbacks is related to the intrinsic low mechanical properties of the polymer materials used. In order to improve these mechanical properties there are different commercially available composite polymer filaments reinforced with short carbon fibres or commercial printing systems able to reinforce the parts with long and oriented carbon, glass or aramid fibres. However, because of the working principle, these fibres reinforce the material in the direction of the filament improving the mechanical properties in this direction but not in the transverse directions. In the present work the effect of using two different post-processing techniques to improve the transverse mechanical properties of 3D printed composite specimens is analysed. The first technique is based on a thermal annealing process of the manufactured parts to facilitate the formation of chemical bonds between the material filaments. The second technique considered considers using of acetone vapour to partially melt the thermoplastic filaments and improve the adhesion between filaments. The results show that maximum stress and strain at failure of 3D printed composites can be improved when the material is post-processed with one of these two methods after the fabrication.

El resumen podrá estar redactado en español o inglés, escrito con fuente 10 puntos Times New Roman a espaciado sencillo y contener, como máximo, 250 palabras. El Título debe estar escrito en letras mayúsculas y fuente Times New Roman de 13 puntos, a espaciado sencillo.

PALABRAS CLAVE: CF reinforced ABS, 3D-printed composite 3D, mechanical properties, acetone vapour, thermal annealing

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

Estudio de velocidad de resina y poros en procesos de moldeo por ruta líquida mediante tomografía rápida de rayos X

Jaime Castro^{1,2*}, Federico Sket¹, Christian Schlepütz³ y Carlos González^{1,2}

¹IMDEA Materials - Madrid Institute for Advanced Studies of Materials,
c/ Eric Kandel, 2 - Parque Científico y Tecnológico TecnoGetafe, 28906, Getafe, Madrid,
Spain.

²Polytechnic University of Madrid, Department of Material Science, E. T. S. de
Ingenieros de Caminos, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

³Paul Scherrer Institut, PSI, Forschungsstrasse 111, 5232 Villigen Switzerland

*jaime.castro@imdea.org

RESUMEN

Uno de los principales problemas asociados a la fabricación de materiales compuestos mediante ruta líquida, inyección, infusión, etc. es la generación de porosidad. La optimización de las propiedades de los compuestos resultantes pasa por un mejor entendimiento de los mecanismos de formación y transporte de poros. Esta formación de poros está asociada a una no homogeneidad del flujo de la resina durante el proceso de fabricación como consecuencia de la porosidad a doble escala presente en preformas textiles. En los canales entre mazos de fibras, la resina fluye controlada por el gradiente de presiones y su viscosidad. Sin embargo, dentro de los mazos de fibra, la resina fluye como consecuencia de la presión de capilaridad. Como consecuencia, si las fuerzas viscosas y de capilaridad no están compensadas, se produce flujo no homogéneo y la formación de poros bien sea entre los mazos de fibras o internamente a los mazos. En este trabajo se presenta un estudio sistemático del proceso de inyección en molde rígido. En estos ensayos de caudal constante, se ha utilizado fibra de vidrio E y resina *epoxy* cuyas propiedades de viscosidad, tensión superficial y ángulo de contacto han sido previamente determinadas. La visualización de la posición del frente del flujo de resina a escala mesoscópica, así como la formación y transporte de los poros entre fibras y canales, se ha realizado mediante técnicas de tomografía rápida de rayos X utilizando radiación de sincrotrón. Los volúmenes reconstruidos han permitido obtener información cuantitativa detallada sobre la velocidad de la resina en los canales y sobre la velocidad de transporte de las burbujas bajo distintas condiciones de caudal. Estas técnicas de caracterización constituyen una herramienta fundamental para la optimización del procesado de materiales compuestos.

PALABRAS CLAVE: Moldeo por ruta líquida, porosidad, tomografía

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

PROCESADO Y ENSAYO DE UN MATERIAL SUPERESTRUCTURAL DESTINADO A LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL.

A. Tielas^{*1}, C. Bandrés¹, M.T. Prado², M. Fenollera² J.A.Perez² y A. Pereira²

¹CTAG, Polígono Industrial A Granxa Calle A, par. 249-250 E-36475 Porriño, España.

Escuela de Ingeniería Industrial, Campus Lagoas Marcosende, Universidad de Vigo.

*Alberto.tielas@ctag.com

RESUMEN

La necesidad de desarrollar nuevos materiales más ligeros y sus procesos de fabricación, han de cumplir con los requerimientos que se le exige a la industria de automoción. En este marco surge el presente trabajo, que pretende desarrollar un material composite termoplástico de altas propiedades mecánicas.

Estos composites se basarán en el refuerzo de matrices termoplásticas de poliamida y poliamida con un 35% de fibra corta de vidrio con distintos tipos de tejido. Para los tejidos de refuerzo se tomará como base los textiles de fibra de vidrio a los cuales se les ha realizado distintos procesos, tanto químicos como físicos, para controlar su adhesión a las matrices.

Para fabricar estos composites se ha optado por la tecnología de sobreinyección de textiles, que está desarrollada para piezas estéticas forradas y ha conseguido gran implantación en el sector. Se han estudiado los efectos del procesado como la anisotropía, la contracción y las deformaciones dimensionales. Los objetivos a tener en cuenta se basan en la mejora del comportamiento mecánico de los materiales.

Una vez fabricados los nuevos composites, se les ha realizado distintos ensayos, como calorimetría diferencial de barrido, ensayos de tracción, análisis de estructura morfológica, peeling, resultados de impacto y flexión en tres puntos para evaluar su comportamiento buscando una mejora en su rigidez y en su absorción de impacto.

El análisis de la estructura morfológica de los composites, por microscopia de reflexión, mostró que la baja conductividad térmica de los tejidos híbridos, indujo una asimetría en la estructura morfológica de los composites, debida a la menor velocidad de enfriamiento del lado del tejido, con respecto al lado de la inyección. Esta asimetría influye directamente en el gradiente de propiedades de las piezas.

Los resultados obtenidos han determinado que composites de matriz de poliamida que pueden llegar a tener mejoras de hasta un 5%, por lo cual, se puede concluir que el proceso podría ser viable optimizando la compactación tejido matriz, en el caso de la matriz de poliamida.

PALABRAS CLAVE: PA66, PA66GF, tejidos, refuerzo, sobreinyección.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Procesado de materiales

ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y DIMENSIONAL DE MATERIAL POLIURETANO TERMOESTABLE MECANIZADO MEDIANTE MECANIZADO ROBOTIZADO.

M.T. Prado^a, A. Pereira^a, M. Fenollera^a, J. Martínez^b, J.A.Pérez^a

^aEscuela de Ingeniería Industrial, Campus Lagoas Marcosende, Universidad de Vigo.

^bHergome, Estrada Puxeiros – Mos, nº 76 / Nave 5 36416 Mos (Pontevedra), España

*apereira@uvigo.es

RESUMEN

El poliuretano termoestable es un material utilizado en el sector de modelizado y actualmente está sustituyendo a piezas estructurales en maquetas de control del sector del automóvil y aeronáutico, por su facilidad de mecanizado, además de aportar unas buenas propiedades mecánicas.

En este trabajo se ha experimentado el mecanizado robotizado de un material poliuretano comercial tipo Necurom® 651. El mecanizado robotizado ofrece una amplia posibilidad de mecanizar y modelar materiales con la ventaja de aumentar la accesibilidad a las piezas, en comparación con los centros de mecanizado convencionales de tres o más ejes. El mecanizado se ha llevado a cabo con una instalación consistente en un robot ABB® 6640-235 con un cabezal de alta velocidad Peroni® y mesa rotativa ABB. La desventaja del mecanizado robotizado, causado por la falta de rigidez de la morfología del robot, son los errores macro y micro dimensionales. En esta investigación, se han realizado geometrías sencillas con herramientas enterizas de acero rápido. La programación CAM se ha obtenido con el software Powermill® de la compañía DELCAM, teniendo en cuenta dos tipos de estrategias, para verificar resultados geométricos. Finalmente se ha medido y analizado la superficie generada mediante interferómetro autofocus Alicona y se ha medido la macrogeometría de las muestras en máquina de medición por coordenadas. Los resultados muestran que los errores tanto micro como macro disminuyen significativamente si se hacen fijos alguno de los siete ejes, del sistema robotizado.

PALABRAS CLAVE: Mecanizado robotizado, metrología dimensional, metrología superficial.

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Procesado de materiales

OPTIMIZACIÓN INSTALACIÓN TÉRMICA (vs) SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO PRÁCTICO “HOT-FORMING”

Marta Maria Acosta Rodriguez, Carlos Manuel G. E. do C. Saleiro

Departamento de Materiales & Procesos/Ingeniería, Alestis Aerospace.

C/ Ingeniero Rafael Rubio Elola, nº1, P.T. Aerópolis, 41309 La Rinconada, Sevilla

marta.acosta@alestis.aero, carlos.saleiro@alestis.aero

RESUMEN: Productividad y reducción de costes, son actualmente dos de los principales “drivers” que motivan nuevas formas control de parámetros de procesos de fabricación de materiales compuestos. El sector aeronáutico no es propiamente conocido como de producción en masa, sin embargo, por la naturaleza y requisitos de autoridades certificadoras requiere que todos los pasos del proceso estén controlados y documentados. Esto supone la ventaja de ser una fuente de generación de datos de control que analizados correctamente, creando las correlaciones pertinentes y con un objetivo claro pueden permitirnos establecer otras formas alternativas de control que cumplan con los requerimientos y nos conduzcan a un aumento de la productividad y ahorro de costes.

Uno de los procesos de mejora es el de Hot-Forming. Este es un proceso utilizado para conferir, a laminados de espesor considerable, una pre-forma antes del proceso de curado, garantizando una mejor calidad del conformado de detalles intrincados de pieza, que en el caso de no realizarse producirían defectos no aceptables, como ejemplo, en zonas de radios.

Después de varios años trabajando con plantas de fabricación de materiales compuestos, se han definido los parámetros claves del proceso en un medio industrial (medio de calentamiento, materiales auxiliares, construcción de pieza, parámetros de control, limitaciones de equipamiento, limitaciones de material, posible envejecimiento de material). Esta es la base de la presentación sobre la cual se expondrá el método experimental seguido para justificar la correlación de datos de control del proceso de Hot-Forming por membrana en vez de control en pieza.

PALABRAS CLAVE: Hot-Forming; Resinas Termoestables; Parametrización; Materiales Auxiliares; Parámetros de Control; Membrana; Calidad interna.

ORAL o POSTER: Poster.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de Unión

FOTOPOLIMERIZACIÓN CATIONICA Y POSTCURADO TÉRMICO DE NANOCOMPUESTOS EPOXI/BN

**C. Arribas^{1*}, A. González-González¹, G. Bougeard¹, M.G. Prolongo¹
y S.G. Prolongo²**

¹ Dpto. Materiales y Producción Aeroespacial Universidad Politécnica de Madrid.

² Dpto. Matemática Aplicada, Ciencia e Ingeniería de Materiales y Tecnología
Electrónica. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

*carmen.arribas@upm.es

RESUMEN

Las resinas epoxídicas cicloalifáticas que contienen iniciadores catiónicos activables por radiación UV son sistemas que forman redes termoestables al ser expuestos luz UV. Los curados UV presentan ventajas respecto a los curados térmicos como alta velocidad de producción y operación a bajas temperaturas. Por otro lado debido a sus buenas propiedades mecánicas, adhesivas, estabilidad térmica y aislamiento eléctrico las resinas epoxi se utilizan ampliamente en aplicaciones electrónicas. Con el fin de aumentar la conductividad térmica en estas aplicaciones las resinas epoxi se pueden aditivar con partículas cerámicas. El nitruro de boro (BN) se ha utilizado para mejorar la conductividad térmica de matrices epoxídicas de curado térmico.

El objetivo de este trabajo es estudiar el proceso de curado de epoxi/BN utilizando como matriz una resina cicloalifática fotocurable. En la aplicación de estos nanomateriales, es necesario conocer la variación del grado de conversión durante el proceso de fotopolimerización, este estudio se ha realizado mediante foto-calorimetría (UV-DSC) en muestras de pequeño espesor (~250 μm). Se ha analizado el efecto de la presencia de nanopartículas de BN en la cinética de curado ultravioleta y posterior postcurado. Finalmente con el objeto de estudiar las propiedades termo-mecánicas de los nanocompuestos se han preparado probetas gruesas (1mm de espesor). Debido a la limitada penetración de la luz en muestras gruesas que incorporan BN el fotocurado no se produce de manera eficiente en el interior, por ello ha sido necesario optimizar el proceso de fabricación combinando secuencias de irradiación UV y curado térmico en la oscuridad (“dark curing”).

PALABRAS CLAVE: epoxi cicloalifática, nitruro de boro, curado ultravioleta

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 4

EVOLUCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN MAMPARO VERTICAL RIGIDIZADO CON DIFERENTES OPCIONES TECNOLÓGICAS

J. Martín, R. Palomo, I. López

Departamento de R&T y Desarrollo de Composites, ALESTIS Aerospace.
Sevilla, España.

jose.martin@alestis.aero; rocio.palomo@alestis.aero; isabel.lopez@alestis.aero

RESUMEN

La solución clásica para la fabricación de un mamparo rigidizado, consiste, en un panel plano monolítico de CFRP rigidizado por ambas caras mediante elementales metálicas y de CFRP a través de uniones convencionales de remachado, resultando un componente de alto coste debido al número de operaciones y elementos individuales implicados.

El objetivo de este proyecto es dar una visión de la evolución del desarrollo de este componente usando diferentes alternativas tecnológicas con objeto de obtener una estructura altamente integrada que represente una ventaja de ahorro de costes y peso.

Se presentan el recorrido por dos soluciones adicionales. Inicialmente una “solución cocurada en autoclave” mediante un proceso innovador de rigidizadores de geometrías en “Ω” y “T” cocurados por ambas caras del panel en material pre-preg y en segundo lugar, una “solución de curado fuera de autoclave-OoA” mediante un panel completamente integrado con una estructura reticular de larguerillos fabricados con diferentes materiales de fibra seca y tecnología de infusión.

Los resultados obtenidos mediante estos desarrollos tecnológicos garantizan la fabricabilidad y requerimientos de la estructura y no sólo reportan una reducción de costes mediante la disminución de tiempos de fabricación y eliminación de operaciones de montaje, adicionalmente suponen una oportunidad de aplicación a futuros componentes.

PALABRAS CLAVE: CFRP, Rigidizadores, integración, cocurado, OoA, infusión.

TIPO DE PONENCIA: Presentación POSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 4. Procesos de fabricación y Técnicas de unión

APPLICATION OF BALL MILLING IN THE SYNTHESIS OF Al7075 COMPOSITES CONTAINING CARBON NANOTUBES.

I. Feijoo^a, G.Pena^{a*}, M. Cabeza^a, J. Cristobal^a, P. Merino^a, P.Rey^b

^a Materials Engineering, Applied Mechanical and Construction Department, Encomat Group, University of Vigo, EEI, E36310, Vigo, Spain.

^b AIMEN, Technological Centre, Polígono de Cataboi, E36418 Porriño, Pontevedra, Spain.

*. E-mail address: gpena@uvigo.es (G. Pena)

ABSTRACT

Through powder metallurgy techniques, it is intended to obtain a metal matrix composite (MMC) of 7075 aluminum alloy reinforced with 1% of multiple wall carbon nanotubes (MWCNTs), which after hot extrusion present mechanical properties similar or even superior to the conventional AA7075 alloy in condition T6. This MMC should be able to be welded by friction stir welding (FSW), thus avoiding the disadvantages presented by the hardenable alloys by precipitation in the welding process.

This work focuses on the optimization of the dispersion stage of the MWCNTs in the prealloyed powders of the matrix. For this, three mechanical ball milling strategies are compared. In the first, the pre-alloyed powders and MWCNTs are milled together following a cycle of variation of low energy rotation speeds (LE) (300-200rpm). The second also performs the milling of the mix of powders and nanotubes by varying the rotation speed in a high energy cycle (HE) (1300-1200rpm). In the third one (H+LE), powders of 7075 are initially milled at high following a cycle of high rotation speed (high energy), followed by a low rotation speed stage (low energy) in which the MWCNTs are mixed.

From the morphological characterization by SEM and determination of the crystallite size of the powders (XRD), a complete discussion of each of said pathways will be presented in the extended paper.

Keywords: Aluminium matrix composite, Carbon nanotubes, Powder Metallurgy, Microstructure.

TIPO DE PONENCIA: Presentación: PÓSTER.

SESIÓN TEMÁTICA: Procesos de fabricación y Técnicas de unión.



Sesión Temática:

5.- Comportamiento en servicio



DETERMINACIÓN DE LOS MÓDULOS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN EN BARRAS CIRCULARES PULTRUIDAS MEDIANTE ENSAYOS DE FLEXIÓN

I. Adarraga(1)*, F. Mujika (1), F. de Caso (2) y L. Etxeberria (2)

(1) Grupo de Materiales + Tecnologías// Mecánica de Materiales.

Departamento de Ingeniería Mecánica. Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa.

Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

(2) University of Miami, Florida, USA.

*itziar.adarraga@ehu.eus

RESUMEN

La corrosión de las armaduras de acero es la principal causa en la degradación en las estructuras de hormigón armado. Esta es la causa de que en los últimos años se estén utilizando materiales no corrosivos para aumentar la vida útil de estas estructuras. Las barras de polímero reforzado con fibra de vidrio, (GFRP, Glass Fiber Reinforced Polymer) son una alternativa a las barras tradicionales de acero.

Estas barras se fabrican a partir de fibras continuas de vidrio embebidas en una matriz de resina polimérica mediante el proceso de pultrusión. Debido a la gran variabilidad en las propiedades mecánicas aportadas por los diferentes fabricantes, puede ser de utilidad definir un procedimiento de ensayo para caracterizar el material de manera sencilla.

En este estudio se propone un procedimiento para determinar los módulos de tracción, compresión, flexión de una barra circular de GFRP mediante ensayos de flexión.

PALABRAS CLAVE: GFRP, Módulos de tracción, compresión, flexión

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

MATERIALES COMPUESTOS MULTIDIRECCIONALES DE FIBRA CONTINUA OBTENIDOS MEDIANTE IMPRESIÓN 3D: COMPORTAMIENTO BAJO CARGAS DE IMPACTO

I. Garcia-Moreno*, M. A. Caminero, G. P. Rodríguez, A. Romero

E.T.S. Ingenieros Industriales de Ciudad Real
Campus universitario de Ciudad Real, 13071, Ciudad Real

[*irene.gmoreno@uclm.es](mailto:irene.gmoreno@uclm.es)

RESUMEN

La fabricación de materiales compuestos de matriz polimérica reforzados con fibra continua mediante impresión 3D se encuentra actualmente en pleno auge debido a que se trata de un proceso sencillo, de bajo coste y capaz de producir componentes estructurales con geometrías complejas [1].

El filamento debe ser un polímero termoplástico, que además de ser reciclable, reduce significativamente los costes de fabricación ya que no requiere el uso de autoclave para el curado, a diferencia de lo que ocurre con polímeros termoestables, siendo ésta una de las mayores oportunidades para la impresión 3D [1,2].

El proceso de fabricación mediante impresión 3D guarda cierta similitud con el proceso de fabricación convencional de laminados ya que se basa en el apilamiento de una serie de capas pero con mayor automatización, siendo posible optimizar el diseño de cada lámina. Sin embargo, la adhesión conseguida entre las fibras y la matriz sigue siendo insuficiente y en consecuencia, se consiguen piezas con propiedades mecánicas inferiores.

La impresión 3D es todavía un campo poco explotado y a pesar de que algunos estudios se han interesado en evaluar el efecto de determinados parámetros de impresión en las propiedades mecánicas de las piezas resultantes, todavía sigue siendo un reto reforzar la matriz polimérica logrando buena consolidación y mejorando las propiedades mecánicas [2,3,4].

En este trabajo, se propone fabricar materiales compuestos utilizando como matriz filamento de nylon y como refuerzo fibra continua de carbono, vidrio y Kevlar orientadas en diferentes direcciones. El objetivo del trabajo es evaluar la resistencia y la tolerancia al impacto de materiales compuestos multidireccionales obtenidos mediante impresión 3D.

[1] J.M. Chacón, M.A. Caminero, E. García-Plaza, P.J. Núñez, Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection, *Materials and Design* 124 (2017) 143-157

[2] M. A. Caminero, J. M. Chacón, I. Garcia-Moreno, J.M. Reverte. Interlaminar bonding performance of 3D printed continuous fibre reinforced thermoplastic composites using fused deposition modelling. *Polymer Testing* 68 (2018) 415-423.

[3] M. A. Caminero, J. M. Chacón, I. Garcia-Moreno, G. P. Rodríguez. Impact damage resistance of 3D printed continuous fibre reinforced thermoplastic composites using fused deposition modelling. *Composites Part B* 148 (2018) 93-103.

[4] M. A. Caminero, I. Garcia-Moreno, G. P. Rodríguez, J. M. Chacón. Internal damage evaluation of composite structures using phased array ultrasonic technique: Impact damage assessment in CFRP and 3D printed reinforced composites. *Composites Part B* 165 (2019) 131-142

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, material compuesto, resistencia a impacto, tolerancia a impacto.

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en Servicio

CINÉTICA DE DESCOMPOSICIÓN Y ESTIMACIÓN DE VIDA EN SERVICIO DE MATERIALES COMPUESTOS TERMOPLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRAS NATURALES

¹B. Enciso*, **¹J. Abenojar**, **²G.M. Aparicio** y **¹M.A. Martínez**

¹Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, IAAB, Grupo de Comportamiento en Servicio de Materiales, Universidad Carlos III de Madrid, Av. Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, Spain.

²Ginsai Group, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia

*menciso@ing.uc3m.es

RESUMEN

El presente estudio pretende analizar la influencia del tipo de fibra natural y del tratamiento superficial de plasma de baja presión, sobre la cinética de descomposición de materiales compuestos de matriz termoplástica, así como estimar su vida en servicio. Para ello se compararon dos modelos cinéticos, Kissinger y Model Free Kinetics.

Los materiales se prepararon utilizando LDPE como matriz y fibras naturales de lino y coco, tratadas con plasma y sin tratar y a un 20 y un 30% en peso, como refuerzo. Se fabricaron empleando una mezcladora de rotores y una prensa de platos calientes. Posteriormente, para cada material, se llevaron a cabo los ensayos termogravimétricos a seis velocidades diferentes y mediante un espectrómetro de masas se identificaron los elementos desprendidos durante el proceso y la temperatura a la cual lo hacían. A partir de las energías de activación del proceso de descomposición y mediante la ecuación de Toop, se estimó la vida en servicio de cada uno de los nueve materiales objeto de estudio.

Se ha demostrado que el tratamiento de plasma no tiene una influencia notable en la cinética de descomposición de los materiales, si bien, tiende a aumentar ligeramente la vida en servicio en todos ellos. La variable decisiva a este respecto es la composición de las fibras naturales, aumentando de manera significativa la vida útil de los materiales cuanto mayor es el contenido de celulosa de las fibras de refuerzo.

PALABRAS CLAVE: Fibras naturales, cinética, tratamiento de plasma, vida en servicio.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en Servicio / Reciclaje y Sostenibilidad

ANÁLISIS DEL ACOPLAMIENTO FLEXIÓN-TORSIÓN EN LAMINADOS ANGULARES

J. DE GRACIA*, A. BOYANO

Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.

Universidad del País Vasco. Nieves Cano, 12, 01006 Vitoria-Gasteiz, España.

*j.degracia@ehu.es

A. ARRESE, F. MUJICA

Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería de Guipúzcoa, Universidad

del País Vasco. Plaza de Europa, 1, 20018 San Sebastián, España.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es la evaluación del efecto del acoplamiento flexión-torsión en el análisis del ensayo DCB mediante la determinación analítica de la tasa de liberación de energía de composites laminados angulares. Se trata de ampliar un estudio anterior de los mismos autores a nuevas configuraciones de laminado.

Se analizan laminados angulares de brazos simétricos, ya que, en este caso la aplicación de un momento flector por medio de las bisagras provoca una rotación de torsión en cada uno de los brazos. Dicha torsión es impedida por las bisagras, debido a la propia configuración del ensayo. La resolución del sistema de fuerzas y momentos resultante permite obtener analíticamente la tasa de liberación de energía, y analizar los términos debidos exclusivamente al acoplamiento flexión-torsión.

Para los ensayos se preparan y caracterizan laminados angulares de simétricos y anti-simétricos, pero siempre con brazos de configuración simétrica. En el primer caso los brazos sufren la deformación en sentidos opuestos mientras que en el segundo caso lo hacen en el mismo sentido. Los ensayos muestran una buena correlación entre los resultados obtenidos mediante el cálculo analítico propuesto y otros métodos habitualmente utilizados.

PALABRAS CLAVE: Deslaminación, Double Cantilever Beam, Multidireccional

ORAL O POSTER: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

HIGH RATE TRANSLAMINAR FRACTURE TOUGHNESS CHARACTERIZATION IN CARBON FIBER REINFORCED COMPOSITE

M.A. Riezzo^{1,3}, **M. Simmons**², **C. González**^{1,3}, **F. Sket**¹

¹IMDEA Materials Institute, C/Eric Kandel, 2, 28906 Getafe, Madrid, Spain

Email: maria.azzurra@imdea.org,

²Hexcel Composites, Duxford, Cambridge CB22 4QB, United Kingdom

³Department of Materials Science, Polytechnic University of Madrid, 28040 Madrid, Spain

ABSTRACT

The use of composite materials in other parts of the planes that could benefit from the low weight, such as the fan blades of engines and/or nacelles, is progressing slowly. This is partly because, even though some composite materials have shown a good response against strike incidents (bird or ice impact), experts do not yet fully understand why. No dedicated high strain test methods and procedures exist for fibre reinforced polymeric composite materials.

A knowledge of the rate dependence of fracture toughness measured at high crack growth rates is particularly important for cases involving crack propagation.

In this work, the compact tension specimen has been investigated numerically and experimentally for the measurement of Mode I fracture toughness associated with fibre tensile failure, G_I , over a wide range of loading rates (0.5 mm/min – 2000 mm/s) at room temperature. Two different materials system, both unidirectional carbon-fibre epoxy composite laminates, have been tested. Quasi-static fracture tests are performed in a screw-driven testing machine (INSTRON 5966), while the dynamic tests are performed using a Gleeble 3800GTC. For performing the dynamic tests, a special setup was designed and manufactured. A load-independent data reduction scheme was developed, using the compressive strain measured in several location of the specimens. For the two material systems, the fracture toughness doesn't shows a rate-sensitivity.

PALABRAS CLAVE: *Fracture Mechanics, Crack Growth, Dynamic test method, Translaminar fracture toughness*

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

NUEVAS SOLUCIONES ANALITICAS PARA LAS TENSIONES DE BORDE EN LAMINADOS SIMETRICOS

J.M. Romera^{1,*}, N. Carbajal², U. Garitaonaindia³ y F. Mujika⁴

^{1,*}Departamento de Ingeniería Mecánica, Grupo de investigación Mecánica de Materiales (MECMAT), Universidad del País Vasco UPV/EHU, Rafael Moreno 'Pitxitxi', 2, 48013 Bilbao, España.
jesusmaria.romera@ehu.eus

^{2,3,4}Departamento de Ingeniería Mecánica, Grupo de investigación Mecánica de Materiales (MECMAT), Universidad del País Vasco UPV/EHU, Plaza de Europa 1, 20018 Donostia-San Sebastián, España.

RESUMEN

Los efectos de borde en laminados compuestos son un tema recurrente en la bibliografía desde los años setenta debido a su influencia en la reducción de la resistencia de los mismos.

En trabajos anteriores se obtuvieron soluciones analíticas de forma explícita para laminados simétricos angulares y cuasi-isótropos mediante un nuevo planteamiento. En esta ocasión, se propone un nuevo modelo para la resolución de laminados simétricos generales. Este está basado en la hipótesis de un nuevo campo de desplazamientos que permite la flexión transversal del laminado.

Se plantean diferentes estrategias para la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales, así como diferentes hipótesis para las condiciones de contorno.

Como resultado se obtienen diferentes soluciones para las tensiones interlaminares en las intercaras.

PALABRAS CLAVE: Laminados simétricos, tensiones de borde, aproximación analítica, efectos de acoplamiento

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 5.- Comportamiento en servicio

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA APARICIÓN DEL DAÑO EN LAMINADOS DE MATERIAL COMPUESTO

M.L. Velasco*, E. Correa y F. París

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla.

*mvelasco7@us.es

RESUMEN

El efecto escala en Materiales Compuestos, el cual consiste en un retraso en la aparición del primer daño a medida que se reduce el espesor de las láminas, es un fenómeno actualmente estudiado debido al uso de láminas ultradelgadas, láminas que pueden tener un espesor de hasta 20 micras. Por este motivo, en este trabajo se estudia experimentalmente la aparición de éste primer daño en laminados $[0_n, 90_n, 0_n]$ para valores de $n=1,2,4,8,16,32$ utilizando láminas de espesor convencional, con el objetivo de comparar los mecanismos de daño que tienen lugar en función del espesor de la lámina más débil cuando son sometidos a cargas de tracción uniaxial y corroborar así si el efecto escala está presente o no en ellos. Para la detección del daño se han empleado técnicas acústicas y para su estudio se ha hecho uso de la microscopía óptica y electrónica.

Las conclusiones obtenidas de este trabajo muestran unos mecanismos de aparición del primer daño bien diferenciados para los distintos espesores, mostrando un daño fulminante en espesores gruesos desencadenando un fallo catastrófico del laminado mientras que en los pequeños espesores el daño es más controlado y poco significativo de cara a la sustentación del laminado. Además, la fuerza a la que se genera el daño es menor a medida que se aumenta el espesor de la lámina, muestra de la presencia del efecto escala.

En trabajos futuros se presentará este mismo análisis, pero empleando láminas ultradelgadas en lugar de láminas convencionales.

PALABRAS CLAVE: Efecto escala, láminas ultradelgadas, mecanismos de daño, microscopía óptica

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

EFEECTO ESCALA EN MATERIALES COMPUESTOS: ESTUDIO DEL DAÑO INTRALAMINAR A TRAVÉS DE UN MODELO MICROMECAÍNICO

F. París*, M.L. Velasco y E. Correa

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla.

*fparis@us.es

RESUMEN

El efecto escala en Materiales Compuestos es conocido como el retraso en la aparición de daño en las láminas más débiles de un laminado (las láminas de 90). Esta cuestión se ha traído a un primer plano de atención con la aparición de las láminas ultradelgadas, de hasta 20 micras de espesor, en la idea de que su uso puede retrasar la aparición de daño en un laminado de forma muy significativa. El presente trabajo se enmarca en un estudio micromecánico de las diferentes fases del daño que se suponen dan lugar al fallo de la lámina de 90. Primero, despegues aislados entre fibra y matriz, segundo, abandono de la interfase y penetración en la matriz, y tercero, progresión por la matriz o por la interfase de otras fibras con la matriz para generar un daño total en la lámina de 90. El estudio se hace en base a un modelo multiescala basado en el Método de los Elementos de Contorno, con células de control en las que se permiten los daños a nivel micromecánico que se han descrito anteriormente. Se aplican los conceptos derivados de la Mecánica de la Fractura y de la Mecánica de la Fractura de Grietas de Interfase, cuando ello lo requiere. Las conclusiones obtenidas de este estudio se comparan con las que ponen de manifiesto claramente el efecto escala basadas en un balance energético global que involucra la situación libre de daño y la situación final con la lámina de 90 completamente dañada.

PALABRAS CLAVE: Modelos multiescala, Mecánica de la Fractura de Grietas de Interfase, Mecánica de la Fractura, despegues fibra-matriz,

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

ENSAYOS BIAXIALES SOBRE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA BASADOS EN REDES DE BRAGG

M. González-Gallego^{*a}, F. Terroba^b, M. Frövel^c, J.L. Martínez^d y M.C. Serna^d

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

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

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

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

*gonzalezgm@inta.es

RESUMEN

Los sensores de fibra óptica basados en redes de Bragg, ampliamente usados en sistemas de monitorización estructural, son sensores cuyo funcionamiento es perfectamente conocido desde el punto de vista teórico cuando son sometidos a deformaciones en la dirección de la propia fibra. No obstante, las deformaciones transversales tienen efecto en el comportamiento de la fibra óptica como sensor, aunque dicho efecto ha sido menos estudiado y es menos conocido. Cuando un sensor se encuentra embebido en una estructura de material compuesto, su deformación rara vez es unidireccional, debido a la presencia de estados de carga complejos o al efecto que el módulo de Poisson tiene sobre la deformación del propio laminado.

El objetivo del trabajo es someter al sensor a un estado de deformación controlado en los dos ejes del plano principal mediante la aplicación de cargas perpendiculares entre sí. Para ello, se va a realizar una campaña de ensayos biaxiales sobre probetas de material compuesto con sensores de fibra óptica embebidos. Con esta metodología de ensayos en el plano, se observará la influencia de las deformaciones transversales en los valores de deformación longitudinal medidos por el sensor.

Para la realización de los ensayos biaxiales se va a utilizar una máquina de ensayos que permite controlar las cargas aplicadas en las tres direcciones espaciales de forma independiente y un equipo de medición de deformaciones mediante correlación digital de imagen (CDI). De esta forma, se realizará una caracterización del sensor antes dicho bajo un estado de cargas.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de monitorización estructural, Bragg, Caracterización Biaxial.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio. Materiales multifuncionales, materiales bioinspirados y Smart materials.

DESCOMPOSICIÓN DE MODOS EN ENSAYOS DCB Y ENF CON ASIMETRÍA GEOMÉTRICA Y MATERIAL

F. Mujika*, A. Arrese, N. Insausti, I. Adarraga

GRUPO MATERIALES + TECNOLOGÍAS / MECÁNICA DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería Mecánica. Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa

Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

Plaza Europa 1, 20018 Donostia-San Sebastián

*faustino.mujika@ehu.eus

RESUMEN

Para caracterizar la fractura interlaminar en modos I y II en materiales compuestos las configuraciones de ensayo más utilizadas son la de Viga en Doble Voladizo (*Double Cantilever Beam*, DCB) y Flexión con Entalla Final (*End Notched Flexure*, ENF). Los mismo ensayos se utilizan también para determinar las características resistentes de uniones adhesivas. La grieta inicial suele estar situada habitualmente en el plano medio y la probeta suele ser de un único material.

Cuando la grieta inicial no está situada en el plano medio o cuando los brazos de grieta son de distintos materiales, surgen modos combinados en los ensayos inicialmente diseñados para modo I y II. En el caso del ensayo en modo I, el ensayo asimétrico (*Asymmetric DCB*, ADCB) ha sido analizado analítica, numérica y experimentalmente.

En el presente trabajo se analiza un método para descomponer los modos de fractura originados por la asimetría, basándonos en las consideraciones realizadas en MATCOMP'17, incluyendo en este caso el efecto de la deformación en el espesor de la punta de grieta debida a modo I. La descomposición se aplica a los ensayos DCB y ENF con asimetría geométrica, material o ambas.

PALABRAS CLAVE: fractura interlaminar; uniones bimateriales; DCB; ENF; descomposición de modos

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en Servicio

Estudio de la influencia del núcleo en comportamiento frente a impacto de alta velocidad de estructuras sándwich

L. Alonso ^a, F. Martínez-Hergueta ^b, F. Teixeira-Dias ^b, S.K. García-Castillo ^{a*}, C. Navarro^a

^aDepartamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universidad Carlos III de Madrid, 28911 Leganés, España.

*sgcastil@ing.uc3m.es

^b School of Engineering, The University of Edinburgh, Edinburgh, United Kingdom.

RESUMEN

Las estructuras fabricadas con materiales compuesto tipo sándwich con pieles de fibra de vidrio/poliéster se emplean ampliamente en la industria naval y del transporte terrestre debido a sus buenas propiedades mecánicas. Aunque, estas estructuras no sean diseñadas inicialmente para soportar cargas dinámicas, durante su vida en servicio, pueden verse expuestas a cargas de tipo impulsivo por lo que un diseño estructural más seguro obliga a un mejor conocimiento de su comportamiento mecánico frente a altas velocidades de deformación.

Numerosos estudios han determinado que el espesor de las pieles así como el del núcleo son aspectos determinantes en el comportamiento frente a impacto de alta velocidad de estructuras tipo sándwich. Por ello en este trabajo se pretende evaluar el comportamiento frente a impacto de alta velocidad de estructuras tipo de sándwich, con pieles de laminados de fibra de vidrio y núcleo de espuma, que presenten espesores y densidades diferentes en cada uno de sus constituyentes.

Para ello se ha desarrollado un modelo numérico mediante la programación de una subrutina VUMAT para modelar la degradación de la estructura en las pieles de material compuesto. El núcleo ha sido modelado con el módulo de espumas que presenta el software Abaqus.

PALABRAS CLAVE: Impacto, modelización, espuma, pieles, densidad, espesor

TIPO DE PONENCIA: Presentación Oral

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en Servicio

ACOUSTIC EMISSION TECHNOLOGY SUITABILITY FOR TESTING COMPOSITE MATERIALS

M. Aguirre*¹, J. Zurbitu², M. Olave², I. Urresti²

¹ IKERLAN, IK4-Ikerlan Technology Research Centre, Control and Monitoring Area. Pº J.M. Arizmendiarieta, 2. 20500 Arrasate-Mondragón.

² IKERLAN, IK4-Ikerlan Technology Research Centre, Mechanics Area. Pº J.M. Arizmendiarieta, 2. 20500 Arrasate-Mondragón.

*maguirre@ikerlan.es

Abstract

In this work the suitability of using Acoustic Emissions (AE) technology for evaluating the damage in composite materials during coupon tests is analyzed. The selected material for the evaluation tests is a carbon fiber reinforced epoxy composite material (multidirectional and woven structure).

Using coupon level tests two permanent damage detection methods are evaluated: the felicity effect (applying load up to a known level and then discharging it, to verify in a subsequent load if the sensors detect acoustic emissions before the 95% of the previous load is reached) and the Palier effect (a structure is kept at a certain load level, during the first 2 minutes some hits can be emitted, but in the next 2 minutes period the material should not show acoustic activity, unless the structure is permanently damaged). During the same coupon tests, the damage location technique by AE is also evaluated, on samples with drilled holes at different positions on the tested area.

Results show that it is possible to detect damage with Acoustic Emissions technology, and to establish procedures able to predict the final failure before it happens. Moreover, the use of several sensors allows the damage to be located, and the best sensor location is discussed. In the same samples the damage characterization is performed in order to try to distinguish different failure mechanisms (fiber failure, delamination, matrix cracking, etc).

PALABRAS CLAVE: Acoustic emission, damage detection, damage location, CFRP.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Técnicas de inspección

DISPOSITIVO ANTIPANDEO PARA ENSAYOS BIAXIALES CON PROBETAS CRUCIFORMES

M.C. Serna Moreno*, S. Horta Muñoz

ETS Ingenieros Industriales-CR, Dpto. Mecánica Aplicada e Ing. de Proyectos,
Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales, Universidad de
Castilla-La Mancha, Av. Camilo José Cela s/n, 13071 Ciudad Real, España.

*mariacarmen.serna@uclm.es

RESUMEN

Se propone el uso de un dispositivo antipandeo para evitar la aparición de inestabilidades no deseadas durante la realización de ensayos biaxiales con probetas cruciformes en las que la compresión se aplique directamente sobre los brazos de la muestra por medio de platos de compresión. El dispositivo consiste principalmente en un accesorio en forma de cruz que restringe los desplazamientos fuera del plano y un soporte en forma de L para forzar la alineación del útil, la probeta y la máquina de ensayos. Además, se realizan recomendaciones sobre la metodología de ensayo y el acondicionamiento de las probetas cruciformes sometidas a cargas biaxiales con al menos una dirección comprimida. Con este propósito, se desarrolla un estudio analítico y numérico para diseñar los experimentos y describir tanto el pandeo global de la probeta cruciforme como la inestabilidad local de la región central sometida a carga biaxial. El riesgo de inestabilidad en los brazos de la muestra se reduce tanto en casos de carga compresión-tracción como en compresión-compresión siempre que se utilice el dispositivo, asegurando que los resultados no se vean afectados por el pandeo prematuro de la probeta y favoreciendo la aparición de modos de fallo apropiados.

PALABRAS CLAVE: Ensayos biaxiales, pandeo, probeta cruciforme, FEM, materiales compuestos.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE PIEZAS PROCESADAS MEDIANTE FABRICACIÓN ADITIVA

E. Rodríguez^{1*}, L. M. Sánchez¹, E. Cañibano^{1,2}, J. C. Merino^{1,3}

¹ Fundación Cidaut, Parque Tecnológico de Boecillo, 47151 Boecillo, España.

² Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Paseo del Cauce, 47011 Valladolid, España.

³ Departamento de Física de la Materia Condensada, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Paseo del Cauce, 47011 Valladolid, España.

*estalo@cidaut.es

RESUMEN

Las tecnologías de fabricación aditiva permiten la creación de objetos 3D mediante superposición de capas. Este proceso implica ventajas frente a los métodos tradicionales de fabricación como la rapidez del procesado y la personalización de las piezas. El modelado por deposición de hilo fundido (FDM) es la tecnología más extendida actualmente. Sin embargo, debido a la naturaleza del proceso de fabricación, las piezas así obtenidas presentan comportamientos mecánicos complejos, al variar sus propiedades en función de la dirección y del tipo de esfuerzo al que sean sometidas, lo que limita su aplicación en piezas funcionales.

Para predecir el comportamiento en servicio de cualquier componente se realizan análisis de elementos finitos (FEA) mediante programas de simulación. Sin embargo, los modelos de material utilizados por estos programas no son adecuados para definir el comportamiento mecánico de los productos de la fabricación FDM. Por ello, en este trabajo se ha desarrollado un modelo basado en una herramienta de cálculo por elementos finitos, capaz de simular el comportamiento mecánico de materiales poliméricos procesados por FDM, tanto en la zona elástica como en la plástica, válido para cualquier geometría y estado de carga.

El modelo se ha construido a partir de modelos teóricos de comportamiento de materiales y de diferentes ensayos experimentales del material una vez procesado, permitiendo tener en cuenta la anisotropía del material y su diferente comportamiento a tracción, compresión y cortadura. Todo ello, implementado en un software FEA, ha permitido obtener una herramienta de cálculo versátil, fácil de utilizar y experimentalmente validada.

PALABRAS CLAVE: fabricación aditiva, FDM, modelo de comportamiento, anisotropía, FEA

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: comportamiento en servicio

LEY COHESIVA EN MODO MIXTO DE UNIONES ADHESIVAS

A. Arrese

GRUPO MATERIALES + TECNOLOGÍAS / MECÁNICA DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería Mecánica Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa.

*ainhoa.arrese@ehu.eus

RESUMEN

Este trabajo presenta un método experimental para determinar la ley cohesiva de uniones adhesivas de pequeño espesor en modo mixto.

El método propuesto se basa en el ensayo MMB (Mixed Mode Bending test).

La reducción de datos se realiza mediante un método basado en teoría de vigas donde el registro la carga y el desplazamiento del punto de carga del ensayo se utilizan para determinar la tasa de liberación de energía y el desplazamiento relativo en la punta de grieta.

Finalmente, representando la tasa de liberación de energía frente al desplazamiento relativo y mediante la derivación numérica se determina la ley cohesiva.

El método se valida numéricamente mediante ensayos virtuales incluyendo el modelo de zona cohesiva.

Los resultados revelan que el método propuesto proporciona una manera simple de determinar la ley cohesiva en modo mixto utilizando solo datos de carga-desplazamiento proporcionados por la máquina de ensayo universal, sin la necesidad de ninguna medición de desplazamiento externo y sin asumir la forma de la ley cohesiva.

PALABRAS CLAVE: Unión adhesiva, Ley cohesiva, Modo Mixto, ensayo MMB.

TIPO DE PONENCIA: ORAL o PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 5.-Comportamiento en servicio

MULTIMATERIAL BALLISTIC SOLUTIONS FOR UAVs

R. Pinto^{1*}, F. Oliveira², J. Borges³, N. Correia¹

¹INEGI, Instituto de Ciência e Inovação em Eng. Mecânica e Eng. Industrial, ²CICECO, Instituto de Materiais de Aveiro, ³CINAMIL, Centro de Investigação da Academia Militar

*rpinto@inegi.up.pt

ABSTRACT

One of the main challenges for UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) used in defence and military operations is to effectively conclude a flight mission in a harsh environment. The platform survivability is critical and, therefore it is imperative that the vehicle is able to withstand ballistic impacts in flight and still be able to reach its destination. In addition, if this ballistic protection is within an acceptable mass range having low impact in the overall weight of the structure, the resulting solution promotes longer missions with a significant increase in range.

In the current article, the authors discuss the development of a lightweight ballistic armour to be implemented in an UAV in order to protect critical areas of the vehicle, such as the control systems and/or the payload. The structure response during and after a 9 mm bullet impact, shows that the proposed hybrid composite panels can withstand high-energy ballistic impacts.

The present work describes how the different material combinations are developed using the FEA (Finite Element Analysis) method. Amongst the possible solutions, ceramic plates are attached to the CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymer) structural plate. An Eulerian-Lagrangian modelling technique is implemented with different damage models for the various materials, such as the Hashin damage criteria for CFRP and the JH2 (Johnson–Holmquist 2) for ceramics in order to capture the material response in this particular impact scenario.

Multi material plates manufactured for the experimental campaign are processed separately. The base structural CFRP plate is cured in autoclave followed by a post-cure to integrate all the components for the ballistic solution by means of an adhesive. Experimental tests are conducted at a shooting range where 9 mm projectiles are fired at a distance of 10 m of the impacted plates. The data is collected recurring to a chronograph to measure the impact velocity and a high speed camera to assess the residual velocity and projectile deformation/damage. For the scenarios under analysis, the models show good correlation with the experimental data.

KEYWORDS: composite materials, numerical modelling, ballistic impact, hybrid solutions

PRESENTATION TYPE: Oral

SESIÓN TEMÁTICA: 3. Campos de aplicación de los materiales compuestos

Comportamiento a impacto axial de tubos auxéticos fabricados mediante impresión 3D de poliamida reforzada con fibra de carbono corta

U. Morales*, A. Esnaola, L. Aretxabaleta y J. Aurrekoetxea

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea,
Mondragón 20500, España.

*umorales@mondragon.edu

RESUMEN

La fabricación aditiva, y más concretamente la FFF (Fused Filament Fabrication), permite fabricar diseños complejos difícilmente fabricables con procesos convencionales que mejoran el comportamiento mecánico del componente. En el presente trabajo se ha caracterizado el comportamiento a impacto axial de tubos cilíndricos con una estructura auxética reentrante. El material empleado es una poliamida 6 reforzada con fibra de carbono corta. Como referencia se ha diseñado un tubo de espesor macizo con el mismo diámetro exterior y misma masa que la del tubo con la estructura auxética. Se han utilizado dos estrategias de impresión, longitudinal paralela al eje del tubo, y concéntrica alrededor del eje. El principal resultado es que la estructura auxética no sólo mejora la capacidad de absorción específica, sino que también permite un colapso progresivo gracias al diseño y localización de iniciadores fallo. Por ello, las tecnologías de impresión 3D presentan unas propiedades muy atractivas para el diseño de absorbedores de impacto en el sector del transporte. Por otra parte, los tubos impresos presentan un comportamiento anisotrópico inducido por la trayectoria de impresión, siendo las propiedades de los tubos concéntricos mejores que las de los tubos impresos longitudinalmente.

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, Perfil tubular, estructuras auxéticas, Impacto

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

MONITORIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL RPAS MILANO EN LA FASE DE ENSAYOS EN VUELO

M. Frovel^{*a}, F. Terroba^b, J.C.Plaza^b, J.Cabezas^b, A.Güemes^c y A.Fernandez-Lopez^c

^a Departamento de Estructuras y Materiales, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) crta Ajalvir pk 4 28850, Torrejón España

^b Centro de I+D Aeronáutico, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) crta Ajalvir pk 4 28850, Torrejón España

^c Departamento de Materiales y Producción Aeroespacial, ETSI Aeronáutica y del Espacio, Universidad Politécnica de Madrid, Plaza del cardenal Cisneros 3, 28040, Madrid, España

*frovelm@inta.es

RESUMEN

El RPAS (Remote Piloted Air System) MILANO es el mayor sistema aéreo no tripulado desarrollado por INTA, pretende convertirse en una plataforma de investigación capaz de realizar ensayos en vuelo con multitud de cargas de pago científicas complementando de este modo a las plataformas Aéreas de Investigación (PAIs) tripuladas del propio INTA.

A nivel estructural, el RPAS MILANO está realizada en su práctica totalidad en material compuesto (pre-impregnado de fibra de carbono IM) y en su diseño se han seguido las normativas de aeronavegabilidad aplicables al tipo de aeronave (STANAG-4671).

Uno de los apartados más destacables a nivel estructural del RPAS MILANO es la implementación de un sistema de Monitorización de su Salud estructural (SHM) que emplea sensores de fibra óptica basados en redes de Bragg y un interrogador óptico rugerizado para su empleo en aeronaves.

En pasado mes de Diciembre ha comenzado la fase de ensayos en vuelo del RPAS MILANO y el sistema SHM se está empleando para recoger datos antes, después y durante los vuelos, proporcionando una información muy útil a la hora de evaluar y analizar el estado de la estructura y la posible aparición de sobrecargas estructurales no previstas durante la misión.

En el trabajo se presentan esquemas de la instalación así como resultados obtenidos en diferentes fases de vuelo.

PALABRAS CLAVE: SHM, Bragg, RPAS, Ensayos en vuelo.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en Servicio

Comportamiento a flexión de estructuras sándwich obtenidas mediante impresión 3D con fibra continua

A. Esnaola*, U. Morales, M. Iragi, L. Aretxabaleta y J. Aurrekoetxea

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Mondragon Unibertsitatea,
Mondragón 20500, España.

*aesnaola@mondragon.edu

RESUMEN

La fabricación aditiva, más concretamente la FFF (Fused Filament Fabrication) con fibra continua, permite diseños de estructuras y materiales más complejos que los permitidos en procesos convencionales. En el presente trabajo se ha estudiado el comportamiento a flexión de vigas con estructura sándwich en las que las pieles están compuestas por laminados unidireccionales a 0 grados y el núcleo es de tipo nido de abeja. La novedad radica en el material (poliamida 6 reforzada con fibra de carbono continua) y la fabricación del núcleo obtenido directamente mediante impresión 3D. La variable de estudio ha consistido en la disposición espacial de la viga; en el primer tipo de viga las pieles son paralelas a la mesa de impresión, mientras que en el segundo tipo de estructura sándwich las pieles están perpendiculares a la mesa. De esta forma, en ambos casos se obtienen pieles con la misma orientación, pero la fibra está orientada de forma diferente en el núcleo; perpendicular al eje de los hexágonos en el primer caso y paralelo en el segundo. Los resultados para las vigas en las que la fibra está orientada verticalmente en el núcleo son mejores tanto en lo que a rigidez como a resistencia se refiere.

PALABRAS CLAVE: Impresión 3D, Estructuras sándwich, Flexión

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE PANELES SÁNDWICH DE CARAS DISIMILARES

J. Bonhomme^{1*}, V. Mollón², S. Estrada³, J. Viña², A. Argüelles¹

¹Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Escuela Politécnica de Ingeniería, Universidad de Oviedo, 33203 Gijón, Asturias

²Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Escuela Politécnica de Ingeniería, Universidad de Oviedo, 33203 Gijón, Asturias

³ITMA Materials Technology (Fundación ITMA), Parque Tecnológico de Asturias, 33428 Llanera, Asturias

*bonhomme@uniovi.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el de adaptar los modelos analíticos de cálculo para el caso particular de paneles sándwich de caras disimilares utilizados en construcción.

Los paneles considerados están fabricados con un núcleo de espuma de poliestireno extruido (XPS). Las caras del sándwich están fabricadas con paneles de madera tipo OSB (Oriented Strand Board).

Las caras del sandwich tienen espesores distintos y módulos elásticos distintos. El modelo se aplica al ensayo en flexión de un panel sándwich bajo carga repartida en dos vanos. También se realiza un modelo numérico de elementos finitos para comparar finalmente resultados analíticos, experimentales y numéricos.

Se ha observado que las simplificaciones que establecen algunos modelos para el cálculo de la rigidez a cortadura de estructuras sándwich, aceptables para sándwich con caras de poco espesor, no son válidas para esta tipología de paneles en la que el espesor de las caras no es despreciable.

En este trabajo se ha comprobado que los modelos analíticos no simplificados, presentan una buena coincidencia con los modelos numéricos y ensayos experimentales.

PALABRAS CLAVE: Panel sándwich, FEM, Elementos Finitos, Modelo Analítico

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

EVALUACIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL DAÑO EN LAMINADOS DE FIBRA DE VIDRIO

Raúl Gil-Alba^a, L. Alonso^a, S.K. García-Castillo^{a*} y C. Navarro^a

^a Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
Universidad Carlos III de Madrid, 28911 Leganés, España.

*sgcastil@ing.uc3m.es

RESUMEN

El estudio de la extensión del área dañada en laminados de material compuesto que han sido sometido impactos, es un aspecto fundamental en la evaluación de las propiedades residuales en este tipo de estructuras.

En el caso de laminado de fibra de vidrio en resina poliéster, el estudio de la extensión del área dañada mediante técnicas no destructivas (IND) se puede realizar por inspección visual o ultrasonidos. De las técnicas de inspección por ultrasonidos, el tipo C-Scan se ha establecido como el método de inspección primaria y de gran aplicación en laminados de material compuesto, porque permite cuantificar el daño total producido. Sin embargo, con esta técnica no es posible evaluar la evolución y localización del daño a lo largo del espesor, el cual varía significativamente en laminados de espesor grueso. De allí la necesidad de recurrir a la técnica de inspección por ultrasonidos tipo B-Scan que permite evaluar la evolución del daño a lo largo del espesor.

En este trabajo se pretende estudiar experimentalmente la variación del daño en laminados de tejido de fibra de vidrio E en resina poliéster de cuatro espesores que previamente han sido sometidos a impactos de alta velocidad, mediante la técnica de inspección no destructiva (IND) de ultrasonidos (C-Scan y B-Scan), evaluando aspectos cualitativos y cuantitativos.

PALABRAS CLAVE: Impacto, área dañada, deslaminación, IND.

TIPO DE PONENCIA: Indicar preferencia de presentación: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO Y NUMÉRICO DEL ENSAYO LHBT PARA LA DETERMINACIÓN DEL MODO III

V. Mollón^{1*}, J. Bonhomme², A. Argüelles¹, J. Viña²

¹Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Escuela Politécnica de Ingeniería, Universidad de Oviedo, 33204 Gijón, Asturias

²Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Escuela Politécnica de Ingeniería, Universidad de Oviedo, 33204 Gijón, Asturias

*mollonvictoria@uniovi.es

RESUMEN

En este trabajo se ha caracterizado la fractura interlaminar en modo III de un laminado unidireccionalmente del material compuesto de matriz epoxídica AS4/3501-6. El ensayo que se ha utilizado para determinar la tasa de relajación crítica de energía (G_{IIIc}) es el LHBT (Longitudinal Half Beam Test). Los resultados experimentales se han comparado con un análisis numérico por elementos finitos. Además se ha llevado a cabo un estudio fractográfico utilizando técnicas de microscopía óptica al objeto de analizar la tipología de fractura en diferentes secciones cercanas al frente de grieta y perpendiculares al plano de deslaminación de las probetas.

La concordancia entre los resultados experimentales analizados con un modelo analítico basado en la teoría de vigas de Timoshenko y los resultados obtenidos mediante análisis por elementos finitos ha sido variable en función de la longitud inicial de grieta a_0 analizada (con errores que varían entre 7-24%).

El análisis por elementos finitos reveló una contribución apreciable de modo II en los bordes de la probeta para longitudes iniciales de grieta, a_0 , grandes. Al disminuir a_0 la contribución del modo II en los bordes de la probeta disminuye, pero para longitudes muy pequeñas aumentan los efectos locales por la influencia del punto de aplicación de la carga aplicada sobre el frente de la grieta. La solución óptima para esta configuración de ensayo podría ser una solución de compromiso entre ambas situaciones. Por otro lado, el estudio fractográfico ha revelado la existencia de grietas orientadas a 45° en la sección transversal al plano de deslaminación.

PALABRAS CLAVE: LHBT, FEM, Modo III, Tasa crítica de liberación de energía

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

INFLUENCIA DE LA METODOLOGÍA DE ENSAYO EN EL COMPORTAMIENTO A FATIGA DE UN COMPUESTO SOMETIDO A MODO MIXTO I/II DE FRACTURA

A. Argüelles*, J. Viña, S. Rubiera, C. Rocandio, S. Sanchez, J. Bonhomme, I. Viña, V. Mollón

Dpto. de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, 33204 Gijón, Asturias, Dpto. de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Oviedo, 33204 Gijón, Asturias

*antonio@uniovi.es

RESUMEN

Los Materiales compuestos fabricados mediante la superposición de láminas y algunas morfologías específicas, son susceptibles de perder parte de su capacidad resistente por la presencia de deslaminaciones entre sus láminas. El objetivo de este trabajo es evaluar experimentalmente la generación y propagación de estas grietas interlaminares en un compuesto carbono-epoxi sometido a sollicitación dinámica bajo modo mixto de fractura I/II, utilizando para este propósito dos metodologías de ensayo diferentes, por una parte la estandarizada MMB (Mixed-Mode Bending) y por otra el ensayo tipo ADCB (Asymmetric Double Cantilever Beam), con la intención de explorar la viabilidad del ensayo ADCB como alternativa más sencilla de ejecución, en especial en ensayos de fatiga, al ensayo MMB.

Con este propósito y tras una previa caracterización estática del material en la que se determinaron los valores críticos de la tasa de liberación de energía en ambos métodos de ensayo se definieron los niveles de tasa de liberación de energía a aplicar en los ensayos de fatiga, para dos grados de modo mixto G_{II}/G_c , de 0,2 y 0,4 y una relación de niveles de sollicitación a fatiga de $R = G_{min}/G_{max} = 0,1$. A partir de estos datos experimentales se obtuvieron las curvas de iniciación a fatiga $\Delta G-N$. El resultado más relevante del trabajo es que, en general, el modo mixto MMB proporciona límites de fatiga diferentes en función del grado de modo mixto, mientras que en el ensayo tipo ADCB los límites de fatiga tienden a un mismo valor

PALABRAS CLAVE: Deslaminación, fatiga, modo mixto, compuesto

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 5- comportamiento en servicio

CARACTERIZACIÓN DINÁMICA SIMÉTRICA Y ASIMÉTRICA A FRACTURA EN MODO III DE COMPOSITES EPOXI-FIBRA DE CARBONO UNIDIRECCIONAL

C. Bertorello¹, J. Viña*¹, S. Sánchez², V. Mollón¹, J. Bonhomme², I. Viña² y A. Argüelles²

¹ Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Edificio Departamental Este, Campus Universitario, 33203 Gijón

² Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Edificio Departamental Oeste, Campus Universitario, 33203 Gijón

*jaure@uniovi.es

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos tras ensayar a fatiga en modo III materiales compuestos de resina epoxi con refuerzo de fibra unidireccional de carbono. Para poder llevar a cabo los ensayos se ha empleado un dispositivo de ensayo que ha sido ideado por el grupo de investigación y cuya validez ya ha sido comprobada en trabajos anteriores, pero para ensayos estáticos. La novedad de este trabajo radica en que es la primera vez que se lleva a cabo un estudio de fatiga a fractura según modo III de fractura y además esta fatiga se realiza de dos maneras distintas. En primer lugar, cargando en una dirección (hasta un cierto ángulo) y volviendo al punto de inicio y, en segundo lugar, cargando tanto en una dirección como en la contraria (\pm el mismo ángulo, mitad del ángulo empleado en el primer caso). De ahí que en el primer caso se denomine de asimetría y en el segundo se le asigne la denominación de simétrico. Los resultados en ambos casos son distintos puesto que el caso de carga es sustancialmente diferente. En ambos casos, se ha llevado a cabo un análisis estadístico de los resultados con objeto de poder contrastar de mejor manera las diferencias existentes.

PALABRAS CLAVE: fractura, fatiga, modo III

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

EFFECTO DEL ENVEJECIMIENTO TÉRMICO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LA RESINA EPOXI REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO

I. Garcia-Moreno*, M. A. Caminero, G. P. Rodríguez, J.J. López Cela

E.T.S. Ingenieros Industriales de Ciudad Real

Campus universitario de Ciudad Real, 13071, Ciudad Real

[*irene.gmoreno@uclm.es](mailto:irene.gmoreno@uclm.es)

RESUMEN

La mayoría de los materiales compuestos que se utilizan actualmente para la fabricación de componentes estructurales destinados a la industria aeronáutica se han fabricado utilizando una matriz termoestable, como la resina epoxi [1]. La región de estabilidad de estos polímeros está definida por la temperatura de transición vítrea (T_g) [2]. Sin embargo, las temperaturas de servicio cercanas y por encima de la T_g pueden causar una variación en las propiedades del polímero y, en consecuencia, modificar las propiedades mecánicas del material compuesto [3]. Por lo tanto, es necesario comprender los mecanismos de degradación térmica que ocurren en el material para asegurar la estabilidad y durabilidad del componente [4,5].

En este trabajo se estudia el efecto de la temperatura y el tiempo de exposición en el comportamiento a impacto y a flexión de los materiales compuestos de resina epoxi reforzada con fibra de carbono. Para ese propósito, se consideran tratamientos de envejecimiento a temperaturas por debajo y por encima de la T_g y posteriormente se realizan ensayos de impacto y de flexión para evaluar el efecto de la temperatura en las propiedades mecánicas del material compuesto. Se ha observado que el envejecimiento térmico causa dos efectos diferentes: a temperaturas por debajo de la T_g , se produce un aumento de la resistencia máxima debido a un efecto de post-curado; sin embargo, a temperaturas de envejecimiento mayores, las propiedades mecánicas disminuyen debido a la termo-oxidación de la resina epoxi y la pérdida de adherencia en la interfaz matriz / fibra.

[1] E. Selver, P. Potluri, C. Soutis, Impact damage tolerance of thermoset composites reinforced with hybrid commingled yarns, *Compos. Part B* 91 (2016) 522-538.

[2] E. Ernault, E. Richaud and B. Fayolle, Origin of epoxies embrittlement during oxidative ageing, *Polymer Testing* 63 (2017) 448-454

[3] A. Mlyniec, J. Korta, R. Kudelski and T. Uhl, The influence of the laminate thickness, stacking sequence and thermal ageing on the static and dynamic behaviour of carbon/epoxy composites, *Composite Structures* 118 (2018) 208-216

[4] A. P. C. Barbosa, A. P. P. Fulco, E. S. S. Guerra, F. k. Arakaki, M. Tosatto, M. C. B. Costa and J. D. D. Melo, Accelerated ageing effect son carbon fibre/epoxy composites, *Composites Part B*, 110 (2017) 298-306

[5] S. Marouani, L. Curtil and P. Hamelin, Ageing of carbon/epoxy and carbon/vinylester composites used in the reinforcement and/or the repair of civil engineering structures, *Composites Part B*, 43 (2012) 2020-2030

PALABRAS CLAVE: Envejecimiento térmico, material compuesto reforzado con fibra de carbono, temperatura de transición vítrea, Charpy, resistencia a flexión

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 5-Comportamiento en servicio

ADDITIVE MANUFACTURING OF CONTINUOUS FIBRE REINFORCED THERMOPLASTIC COMPOSITES USING FUSED DEPOSITION MODELLING: EFFECT OF PROCESS PARAMETERS ON MECHANICAL PROPERTIES

J.M. Reverte*, J.M. Chacón, M. A. Caminero, P.J. Núñez, E. García-Plaza, I. García-Moreno

E.T.S. Ingenieros Industriales de Ciudad Real
Campus universitario de Ciudad Real, 13071, Ciudad Real

[*JoseMaria.Reverte@uclm.es](mailto:JoseMaria.Reverte@uclm.es)

RESUMEN

Continuous Fibre Reinforced Thermoplastic Composites (CFRTPCs) are becoming alternative materials to replace the conventional thermosetting polymers and metals due to excellent mechanical performance, recycling and potential used in lightweight structures. Fused deposition modelling (FDM) is a promising additive manufacturing technology and an alternative of conventional processes for the fabrication of CFRTPCs due to its ability to build functional parts having complex geometries [1,2]. The mechanical properties of a built part depend on several process parameters [3]. The aim of this study is to characterize the effect of build orientation, layer thickness and fibre volume content on the mechanical performance of 3D printed continuous fibre reinforced composites components manufactured by a desktop 3D printer. Tensile and three-point bending tests are carried out to determine the mechanical response of the printed specimens. SEM images of fractured surfaces are evaluated to determine the effects of process parameters on failure modes.

It is observed that the effect of layer thickness of nylon samples on the mechanical performance is marginally significant. In addition, continuous fibre reinforced samples show higher strength and stiffness values than unreinforced ones. The results show that carbon fibre reinforced composites exhibit the best mechanical performance with higher stiffness and flat samples exhibit higher values of strength and stiffness than on-edge samples. Additionally, the results show that strength and stiffness increase as fibre volume content increases in most cases but, conversely, the level of increment in mechanical performance is moderate with continued rise in fibre content, particularly in the case of Kevlar® and glass fibres, due to weak bonding between the fibre/nylon layers as well as the presence of increased levels of defects [4]. Finally, the practicality of the results is assessed by testing an evaluation structure.

[1] M. A. Caminero, J. M. Chacón, I. Garcia-Moreno, G. P. Rodriguez. Impact damage resistance of 3D printed continuous fibre reinforced thermoplastic composites using fused deposition modelling. *Composites Part B* 148 (2018) 93-103.

[2] M. A. Caminero, I. Garcia-Moreno, G. P. Rodriguez, J. M. Chacón, Internal damage evaluation of composite structures using phased array ultrasonic technique: Impact damage assessment in CFRP and 3D printed reinforced composites. *Composites Part B* 165 (2019) 131-142

[3] J.M. Chacón, M.A. Caminero, E. García-Plaza, P.J. Núñez, Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection, *Materials and Design* 124 (2017) 143-157

[4] M. A. Caminero, J. M. Chacón, I. Garcia-Moreno, J.M. Reverte. Interlaminar bonding performance of 3D printed continuous fibre reinforced thermoplastic composites using fused deposition modelling. *Polymer Testing* 68 (2018) 415-423.

PALABRAS CLAVE: 3D printing; Fused deposition modelling; Continuous fibre-reinforced thermoplastic composites; Process parameters; Failure analysis

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 5-Comportamiento en servicio

TOLERANCIA AL DAÑO DE PLACAS DE LAMINADOS REPARADAS

I. Iváñez*, S.K. García-Castillo, S. Sánchez-Sáez, E. Barbero-Pozuelo

Universidad Carlos III de Madrid

*idel@ing.uc3m.es

RESUMEN

Con el fin de aliviar el impacto adverso del transporte aéreo sobre el medio ambiente, la UE ha mostrado un gran interés en aumentar la eficiencia y seguridad de las aeronaves. Este interés cubre el ciclo de vida completo de la estructura de un avión (diseño, producción, mantenimiento, reparación y actualización).

Las estructuras de material compuesto muestran susceptibilidad frente a cargas dinámicas, como por ejemplo, los impactos a baja velocidad. El reemplazo completo de los componentes dañados no siempre es posible, debido al alto nivel de integración y al gran tamaño de los componentes estructurales.

A este respecto, la reparación y posterior puesta en funcionamiento de estructuras de material compuesto deben ser procesos rentables que requieran cada vez menos tiempo y más fiabilidad. Las reparaciones adhesivas presentan ventajas con respecto a las mecánicas, pero aun requieren de estudios más detallados para conocer su comportamiento bajo cargas de impacto.

El objetivo principal de este trabajo es el análisis de la tolerancia al daño de estructuras de material compuesto reparadas. Para ello se ha llevado a cabo un estudio experimental sobre probetas de laminados intactos y reparados que permita comparar la respuesta estructural de ambas configuraciones.

Este estudio implica la generación de daño a través de impactos de baja velocidad (mediante el uso de una torre de caída de peso) y posteriores ensayos de compresión que permitan medir su resistencia residual (CAI). Adicionalmente, se estudia la influencia del nivel de energía de impacto y la localización del mismo sobre los resultados.

PALABRAS CLAVE: Reparaciones adhesivas, estudio experimental, impacto de baja velocidad, CAI

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Comportamiento en servicio

LOS MATERIALES COMPUESTOS EN EL ICTS-CEHIPAR

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

[*juanluis.martinez@uclm.es](mailto:juanluis.martinez@uclm.es)

RESUMEN

La Subdirección General de Sistemas Navales (SGSN) del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) se encuentra en el Centro de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR), considerado como Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS). En el Departamento de Tecnología y Ensayos del CEHIPAR, se ha creado recientemente una línea de investigación aplicada a la industria naval y centrada en el estudio de materiales compuestos. Esta línea de investigación se ha iniciado con la monitorización de esfuerzos estructurales en materiales compuestos mediante sensores de fibra óptica en redes de Bragg de difracción (FBGs).

Desde el CEHIPAR se persigue la mejora de los procedimientos constructivos de modelos para buques y artefactos 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.

En este trabajo se presenta la colaboración en dicha investigación entre el 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), que tiene entre sus principales líneas de investigación el procesado y caracterización mecánica de materiales compuestos reforzados con fibras de carbono (CFRP) y de vidrio (GFRP).

PALABRAS CLAVE: materiales compuestos, monitorización estructural, sensores de fibra óptica, redes de Bragg

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: 5. Comportamiento en servicio

MEJORA DE LA RESISTENCIA AL AGUA EN PASTAS Y MORTEROS AUTONIVELANTES DE RESIDUOS DE ANHIDRITA NATURAL

C. Lillo*^a, **E. Zornoza**^b, **P. Garcés**^b, **E.G. Alcocel**^c

^aDpto. Ingeniería Química de la Universidad de Alicante

^bDpto. Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante

^cDpto. Construcciones Arquitectónica de la Universidad de la Alicante.

*carlos.lillo@ua.es

RESUMEN:

Una de las aplicaciones más ampliamente usada en Europa para los residuos de anhidrita es su uso en suelos autonivelantes. La anhidrita es un compuesto natural que coexiste junto con el yeso en algunas formaciones geológicas. Se trata de un sulfato cálcico anhidro, el cual puede activarse mediante catalizadores hidratándose y transformándose en yeso dihidrato. Este material presenta grandes ventajas para su aplicación en suelos autonivelantes, por su buena reología y poca retracción en su fraguado. Su aplicación más generalizada es en interiores y en lugares de poca humedad, ya que el producto fraguado es yeso, cuya solubilidad en agua limita su aplicación en otros ambientes más húmedos. El presente trabajo trata de mejorar su resistencia al agua, mediante la dosificación de productos hidrofugantes e hidrófobos, tales como derivados de silanos y estearato de cinc. Se ha obtenido una reducción del 60% de la absorción de agua por capilaridad con el estearato de cinc. La absorción superficial usando compuestos de silano se reduce al 3%. Además se ha estudiado el efecto de estos aditivos sobre las propiedades mecánicas de las pastas autonivelantes y morteros y para estos últimos la influencia de diferentes áridos. En general, se ha observado una reducción de las resistencias mecánicas provocadas por los aditivos hidrofugantes. Esto implica hacer una valoración de las mejoras obtenidas de resistencia al agua y la resistencia mecánica requerida.

PALABRAS CLAVE: Anhidrita, autonivelante, hidrofugantes, absorción agua

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y sostenibilidad



Sesión Temática:

6.- Técnicas de inspección y reparación



SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA INSPECCIÓN AUTOMÁTICA DE PREFORMAS.

N. Alberdi, R. Pacheco, X. Irastorza, I. Harismendy.
División de Industria y Transporte, TECNALIA
Paseo de Mikeletegi 7, 20009 San Sebastián, España
nerea.alberdi@tecnalia.com

RESUMEN

El preformado consiste en procesar el refuerzo para obtener una geometría de la fibra seca, cercana a la del producto final antes de ser impregnado por la resina durante el proceso de inyección. Durante el proceso, las fibras son manipuladas para alcanzar la forma deseada sufriendo esfuerzos de tracción, cortadura y torsión que pueden provocar cambios en la orientación de las fibras, desalineamientos, defectos como arrugas o rotura de fibras que pueden afectar a las prestaciones de la preforma.

En este trabajo se plantea una solución para la automatización del proceso de control de calidad mediante visión artificial. Se proponen dos enfoques, visión 3D para la inspección superficial y aprendizaje basado en Deep Learning (DL) para detección de irregularidades en la orientación.

La solución basada en visión 3D detecta automáticamente los defectos a partir de la comparación de un modelo 3D teórico y una reconstrucción 3D de la pieza real. Se utiliza un sistema de luz estructurada para generar nubes de puntos densas y precisas. Una vez alineadas se analizan las disimilitudes entre ambas superficies.

La solución se complementa con un sistema de visión 2D basado en DL que clasifica las irregularidades en las orientaciones del tejido. Se entrena el modelo con imágenes de orientaciones de fibra clasificadas para identificar de forma automática zonas de fibra cuya orientación no se corresponde con la esperada.

La combinación de ambas tecnologías permite dar una solución completa a la inspección automatizada de calidad de preformas de cara a la fabricación 0 defectos.

PALABRAS CLAVE: Luz estructurada, Deep Learning, Inspección visual, Zero defectos, Preformado.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Técnicas de inspección y reparación

MONITORIZADO DE LA EVOLUCIÓN DE LA RIGIDEZ DURANTE EL CURADO ULTRAVIOLETA MEDIANTE ULTRASONIDOS CON ACOPLAMIENTO DE AIRE

A. Dominguez-Macaya^{1*}, T.E.G. Álvarez Arenas², I. Saenz-Dominguez³, I. Tena³, J. Aurrekoetxea³, A. Iturrospe¹

¹Mondragon Unibertsitatea, Departamento de Electrónica e Informática, Loramendi 4, 20500 Mondragon, España

²CSIC, Departamento de Sensores y Sistemas Ultrasónicos, Serrano 144, 28006, Madrid, España

³Mondragon Unibertsitatea, Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Loramendi 4, 20500 Mondragon, España

*adominguez@mondragon.edu

RESUMEN

El proceso de curado ultravioleta (UV) está ganando interés debido a la velocidad del curado, ya que aumenta la producción de los procesos de fabricación. Las altas exigencias mecánicas de los materiales compuestos requieren del aseguramiento de la calidad desde el punto de vista mecánico. La inspección tras el procesado es una operación adicional que aumenta los costes y los tiempos de producción, por lo que el monitorizado de las propiedades mecánicas, más concretamente la evolución de la rigidez durante el proceso de curado, es estratégico para la mayor penetración de los materiales compuestos en sectores dominados por el precio final de la pieza. Monitorizar las propiedades elásticas durante el curado, cuando el contacto entre la pieza y el sensor no es posible, es un reto para procesos rápidos como el curado UV. El presente trabajo demuestra la validez de la técnica de monitorizado de ultrasonidos con acoplamiento de aire (ACUS por sus siglas en inglés) para diferentes condiciones de curado UV. Se han estudiado tres condiciones de curado UV (0.8, 1.6 y 2.4 W/cm²) sobre una resina vinil éster. Los resultados del ACUS son coherentes con los del sensor de corriente directa con contacto. La principal conclusión es que la evolución de la rigidez con respecto al grado de conversión es similar para las diferentes condiciones estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Testeo de materiales, Propiedades mecánicas, ACUS, curado UV, caracterización.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Bloque 6: Técnicas de inspección y reparación.

ENSAYO DE ESTRUCTURAS AERONAUTICAS DE MATERIAL COMPUESTO A ALTAS FRECUENCIAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA CORRELACIÓN DIGITAL DE IMÁGENES PROYECTADA

A.Z. Fernandez-Lopez*, A. Souto, P.Perez-Merino, M.Chimeno, P. Garcia-Fogeda y A. Guemes

Afiliación nº 1, afiliación nº 2, Afiliación 3 y 4 .

*antonio.fernandez.lopez@upm.es

RESUMEN

Complex composite structures have unexpected mechanical behaviour, specially under high dynamic loads or in bucking conditions. The complexity and the number of sensors of these types of structural testing require non-standard instrumentation in order to detect local phenomena before critical failure appears. The main problem introduced by accelerometers or strain sensors is the cabling, due to the weight and complexity introduced.

Digital Image Correlation (DIC) is a strain and deformation measurement technique well know and extendedly applied in composite structural testing. In this paper it is proposed a new DIC methodology based on project the aleatory patter over the structure instead of paint it. Furthermore, an UAV wing full made of composite will be tested at high frequency and vibrations modes will be observed with a stroboscope and, simultaneously, the aleatory patter will be projected in order to measure the shape of the vibration mode applying the DIC technique. Additionally, strain and shape sensing at high frequencies will be validated with Distributed Fiber Optic at high frequency rates.

In this paper, the different technologies will be tested and compared in order to validate their capabilities and limitations.

PALABRAS CLAVE: Correlación Digital de Imágenes, Fibra óptica, Medida distribuida, ostroboscopia, ensayos estructurales

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 6. Técnicas de inspección y reparación

ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y EVOLUCIÓN DE DAÑO EN LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO SUJETOS A CICLADO TÉRMICO Y AGENTES CORROSIVOS

I. Lizarralde*^{1,2,3}, **E. Sapountzi**⁴, **F. Sket**¹ y **C. González**^{1,3}

¹ IMDEA Materiales, c/ Eric Kandel 2, 28906 Getafe, Madrid, España

² Hexcel Composites SL, c/ Bruselas 10-16, 28983, Parla, Madrid, España

³ Departamento de Ciencia de los Materiales, UPM, 28040, Madrid, España

⁴ Hexcel Composites Limited, Ickleton Road, Duxford, Cambridge CB22 4QB, UK

*iker.lizarralde@imdea.org

RESUMEN

Las estructuras aeronáuticas fabricadas mediante laminados de material compuesto experimentan fenómenos de daño como consecuencia de las severas condiciones térmicas y químicas a las que se ven sometidas en vuelo. Las microgrietas son una de las manifestaciones más comunes en cuanto a daño se refiere. Por ello, el estudio de su generación y propagación es fundamental de cara a la mejora en las tareas de diseño.

En este trabajo, se estudian los procesos de generación y propagación de microgrietas en probetas de laminados de fibra de carbono, fabricados por moldeo por transferencia de resina (RTM), sometidas a diferentes condiciones de ciclado térmico e inmersión en agentes corrosivos. En dicho estudio, se obtuvieron imágenes de las probetas mediante la técnica de tomografía computarizada (TC) por rayos X. Gracias a tales imágenes, se extrajeron datos geométricos de las microgrietas, así como sus trayectorias preferenciales, que contribuyeron a entender los mencionados fenómenos de generación y propagación.

La investigación ha proporcionado nuevos conocimientos sobre la compleja interacción entre los distintos mecanismos de daño.

PALABRAS CLAVE: Microgrietas, tomografía, RTM, termociclado, MEK

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Técnicas de inspección y reparación



Sesión Temática:

7.- Reciclaje y Sostenibilidad



CARACTERIZACIÓN TERMO-MECÁNICA DE BIOLAMINADOS EPOXY/HENEQUÉN

A. Castillo-García¹, P. González García^{1*} y E.A. Franco-Urquiza¹

¹CONACYT – CIDESI, Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (CENTA).
Carretera Estatal 200 Querétaro-Tequisquiapan km 23 No. 22547, 76270, Colón,
Querétaro, México.*pedro.gonzalez@cidesi.edu.mx

RESUMEN

Durante los últimos años, se ha propuesto el uso de laminados compuestos de fibra natural biodegradable para la industria del transporte y la construcción; puesto que el compuesto de polímero reforzado con fibra natural ofrece una buena alternativa a los compuestos de fibra sintética. Por lo anterior, hemos propuesto el uso de fibras de henequén (virgen y modificado con NaOH y ácido acético) como refuerzo de una resina biobasada (20 % de la estructura derivada de un polímero natural) para preparar biolaminados y estudiar sus propiedades térmicas y mecánicas.

Los laminados se han preparado por el método de infusión al vacío, impregnando (con una resina biobasada) un apilado de cuatro capas de un tejido de fibra natural y se han dejado curar por 12 h a temperatura ambiente.

Los análisis termogravimétricos han mostrado cambios en el proceso de degradación de las fibras modificadas en comparación con las fibras sin modificar; no obstante, en los materiales compuestos, no se observan cambios significativos. Las pruebas de desgaste de los laminados muestran una reducción significativa de este que va de 0.00035 mm³/Nm (resina) a 0.00005 mm³/Nm (resina/henequén). Finalmente, en los ensayos de flexión a tres puntos, se observa un deterioro casi del 50 % en los materiales compuestos en comparación con la resina utilizada como referencia.

PALABRAS CLAVE: Bioresina, henequén, termogravimetría, desgaste.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y sostenibilidad

Influencia del uso de fibras recicladas de latón provenientes del proceso de electroerosión por hilo en las propiedades físicas, térmicas y mecánicas de morteros autonivelantes.

R. Borinaga*, A. Orbe, S. Plaza, E. García-Vadillo y J. Canales

Universidad del País Vasco UPV/EHU, Escuela de ingeniería de Bilbao, Departamento de ingeniería mecánica.

*roque.borinaga@ehu.eus

RESUMEN

En la actualidad, son numerosas las aplicaciones en las que se emplean morteros reforzados con fibras metálicas: en forjados, soleras, prefabricados de hormigón, etc. Las fibras reducen la fisuración por retracción y aumentan la resistencia a tracción, la tenacidad y la durabilidad del material cementicio compuesto resultante. Frente al uso de las fibras comerciales actualmente empleadas, la reutilización de residuos metálicos industriales permite reducir la energía requerida para la fabricación de las fibras a valores prácticamente nulos.

Este trabajo plantea el uso del latón residual generado en el proceso de electroerosión por hilo como fibras de refuerzo en morteros. Para ello, se ha tomado como referencia un mortero autonivelante, al que se le han añadido diferentes proporciones de fibras de latón reciclado (1% y 2%) o fibras de acero (1% y 2%). para evaluar el cambio que su uso produce en las propiedades físicas, térmicas y mecánicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que al aumentar las proporciones de fibra empleadas, aumentan la densidad, la porosidad, la conductividad térmica y las resistencias a flexión y a compresión de los materiales compuestos resultantes. Sin embargo, la mejora es menor para el caso de las fibras de latón recicladas, debido a la menor longitud de las fibras (5 mm) frente a las de acero (13 mm). Por lo tanto, es necesario variar el parámetro de corte de la bobina de latón en el equipo de electroerosión para acercar su longitud a la normalmente empleada en fibras comerciales.

PALABRAS CLAVE: Mortero; Latón; Reciclado; fibras; cemento;

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y sostenibilidad.

MANUFACTURING OF CARBON FIBER REINFORCED PET FROM WASTES OF CFRP AND PET BOTTLES

S. Lopez de Armentia^{1*}, J. Sierra¹, J. Abenojar¹, M.A. Martinez¹

¹ Materials Science and Engineering Department, IAAB, Universidad Carlos III de
Madrid, Av. Universidad 30, 28911 Leganés, Spain

* slopezar@pa.uc3m.es

ABSTRACT

This work is focused on two current and important issues. On one hand, 12 millions of tons of PET are thrown into the sea each year. In fact, in spite of being a recyclable polymer, only 9 % of processed PET is recycled. On the other hand, thermoset matrix composites are widely used in the industry and the end-of-life products and scraps need to be recycled. Compared to thermoplastics, thermosets present a problem for being recycled or remolded due to their irreversible curing.

Many researches are focused on the recycling of carbon fiber reinforced epoxy, presenting three different paths: mechanical, thermal and chemical recycling. Thermal recycling is the most promising because it allows to recover clean fiber. However, it is an energetically expensive and non-environmentally friendly process. Chemical recycling, for its part, needs hazardous products, such as nitric acid, to dissolve the matrix. Finally, both, fibers and matrix, are recovered with mechanical recycling which consists on milling the composite to obtain finer parts.

In this work, unidirectional carbon fiber reinforced epoxy is blade-milled and it is used as reinforcement of a new composite. As matrix, PET coming from recycled bottles is used. First of all, pellets of PET are produced from the bottles with a blade mill. Recycled composite and PET are mixed and a sheet is manufactured with a hot plates press. The resulting material is chemically and mechanically tested.

KEYWORDS: Mechanical recycling, carbon fiber reinforced epoxy, recycled PET, thermoplastic composite

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y sostenibilidad

RHEOLOGICAL MODIFICATION OF PET WASTE. THERMOPLASTIC PULTRUSION AS RECYCLING TECHNOLOGY

M. Asensio*¹, J. Guerrero², M. Herrero¹, K. Núñez², J.C. Merino^{1,2}, J.M. Pastor^{1,2}

¹ Departamento de Física de la Materia Condensada, Escuela de Ingenierías Industriales,
Universidad de Valladolid, Paseo de Cauce, 47011 Valladolid, España.

² Fundación Cidaut, Parque Tecnológico de Boecillo, 47151 Boecillo, España.
marase@cidaut.es

RESUMEN

Packaging sector generates 40% of the plastics consumption in Europe, among them Polyethylene terephthalate (PET) is still the material that undoubtedly continues to boom in the packaging sector. However, only the 57% of this PET is collected in the recycling process after its use (5.4 Mt). At present, there are tons of thermoplastic material accumulated in landfills that becomes a potential source of raw material. Like PET waste, there are environmental problems associated with the disposal of composite materials in landfills, especially compounds of thermosets materials (which are not recyclable).

In this sense, thermosets are beginning to be replaced by thermoplastics. This can be explained by certain advantages associated with thermoplastics, e.g. good chemical resistance, good recyclability and their ability to be post-formed. The main problem in the use of thermoplastic matrices in composites lies in the total impregnation of the fibre reinforcement due to the high viscosities of the matrix. To this end, this work has been focused on obtaining new materials by modifying the less recyclable fractions of PET (multilayer and coloured r-PET). In this sense this material has been modified rheologically by reactive extrusion. This fact is essential to feed mass composite production processes that are highly material-consuming and automated, such as thermoplastic pultrusion. From the first materials developed it has been possible to manufacture profiles from recycled material. This study, would transform a waste into a product of high added value, reducing the carbon footprint and the costs of the composite process.

PALABRAS CLAVE: recycled poly(ethylene terephthalate); reactive extrusion; rheological modification; composite materials; thermoplastic pultrusion.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y sostenibilidad

FABRICACION ADITIVA, PUERTA A LA REUTILIZACIÓN DE COMPOSITES

G. Hernáiz López^a, J. P. Díaz Vázquez^b, F. García Móstoles^c, E. Guinaldo Fernández^a, J. Sánchez Gómez^d y T. Blanco Varela^a

^a Departamento de Investigación y Tecnología, Airbus Operations S.L., Getafe, España.

^b Departamento de Tecnologías Genéricas, Airbus Operations S.L., Getafe, España.

^c Departamento de Materiales Avanzados, FIDAMC, Getafe, España.

^d Departamento de Materiales y Procesos, Airbus Operations S.L., Getafe, España.

*Guillermo.hernaiz-lopez@airbus.com

RESUMEN

Los materiales compuestos son uno de los pilares fundamentales de la industria aeronáutica actual debido a su alta resistencia y rigidez específica. Sin embargo, su utilización implica grandes cantidades de desechos que requieren tratamientos difíciles y costosos para su eliminación. El objetivo de este análisis es presentar la fabricación aditiva mediante deposición de filamento fundido como un proceso capaz de dar una segunda vida a los desechos tanto de los materiales compuestos como de los materiales auxiliares utilizados durante su proceso de fabricación.

Los filamentos de impresión se desarrollan a partir de una matriz de PA 6,6 proveniente de bolsas de vacío utilizadas para la fabricación de pre-impregnados y mediante un refuerzo de fibra corta de carbono obtenida de los residuos de piezas de material compuesto o fibra sin curar.

Las pruebas de impresión así como las probetas para ensayos y demostradores se han realizado en un sistema de impresión abierto permitiendo la obtención de los parámetros óptimos de proceso para este tipo de materiales.

La aplicación de estos materiales y tecnologías dentro del campo aeroespacial tanto en piezas de vuelo como en medios auxiliares de producción así como en otras industrias como la automoción, artículos deportivos o accesorios constituye un elemento clave para alinear la utilización de materiales compuestos con los objetivos de ecoeficiencia que demanda la sociedad para el futuro inmediato.

Estas actividades forman parte del proyecto FACTORIA, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del CDTI en el marco del Programa Estratégico CIEN 2016.

PALABRAS CLAVE: Reciclaje, fabricación aditiva, compuestos, aplicaciones.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y sostenibilidad.

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LOS ASFALTOS MODIFICADOS CON POLÍMERO

Feijoo Iria ¹; Abreu C.M.^{1(*)}; Gómez-Barreiro S.² Echeverría M.³, Echeverría C.A.⁴

¹ Grupo ENCOMAT, EEI, Universidad de Vigo. 36310 Vigo, España.

² Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior, 5403, Ferrol, España.

³ Department of Civil and Environ. Engineering. Florida International University, FL 33174, Miami. USA.

⁴ Universidad de Matanzas, Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), Matanzas, Cuba.

(*) Email: cabreu@uvigo.es

RESUMEN

Los asfaltos modificados con polímeros (MAP) encuentran cada día una mayor y más amplia aplicación como impermeabilizante, pavimentos y membranas, siendo objeto de numerosas publicaciones y patentes. Los procesos de modificación de asfalto con polímeros son muy utilizados para lograr utilizar asfaltos que por sí solos no son recomendables para algunas aplicaciones, debido a su alta susceptibilidad térmica, su tendencia a oxidarse o por su alto contenido de compuestos saturados y aromáticos. En este trabajo se ha empleado caucho molido como modificador del asfalto para la fabricación de cubiertas impermeabilizantes. El hecho de utilizar el caucho molido permite buscar una salida viable a las grandes cantidades de neumáticos desechados que se acumulan en los depósitos y lograr un beneficio ecológico. Para ello, se han llevado a cabo el estudio reológico de nuevas composiciones con distintos porcentajes de adición de polímero. Como principales resultados, se observa que reológicamente el comportamiento del asfalto sin polímero (MA) a 30° C es el de un líquido prácticamente newtoniano, mientras que las muestras MAPs se comportan como fluidos no-newtonianos. Se observa también que la adición de caucho conduce a un aumento en dos órdenes de magnitud del módulo elástico y viscoso, al igual que la viscosidad compleja. El esfuerzo de fluencia es mayor en las muestras MAPs, y aumenta claramente tanto la fuerza máxima como el trabajo de adhesión. La adición de elastómero aumenta mucho la viscosidad del producto, pero aumenta aún más su componente elástica. En la muestra MA, la componente viscosa es mayor que la elástica mientras que en las muestras MAPs se invierte este comportamiento.

PALABRAS CLAVE: Material Compuesto, Propiedades físico-químicas, DSC, Reología.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: RECICLAJE Y SOSTENIBILIDAD

STUDY OF THE INFLUENCE OF SURFACE TREATMENTS IN KRAFT PAPER FOR THE COMPATIBILIZATION WITH THERMOPLASTIC POLYMERS.

C Mota^{1*}, L Nobre¹, J Bessa¹, F Cunha¹, C Costa², J Teixeira² and R Figueiro³

¹2C2T – Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

²SIR – Sonae Indústria De Revestimentos, Via Norte, 4470-909 Maia, Portugal

³Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Mecânica, 4800-058 Guimarães, Portugal

*cmota@tecminho.uminho.pt

ABSTRACT

The transports industry has been presenting a set of solutions that integrates natural fibers and their compatibility with structural materials, like polymers, is fundamental to ensure the fulfillment of requirements.

One of the main reasons that is driving the use of this type of fibers, instead of synthetic fibers, is related with the some actual trends, such as weight reduction, which is related with its lower density). Moreover, weight reduction also contributes, indirectly, to the sustainability and decrease of greenhouse gases emissions, since it makes possible to reduce the fuel consumption of transports.

However, due to the different polarities verified between apolar thermoplastic polymers, such as polypropylene (PP), and natural fiber reinforcements, such as kraft paper, a study of the effect of physical and chemical surface treatments was carried out in order to verify their influence on the fiber-matrix interface properties.

The physical process, corona treatment, was applied in the kraft paper with a discharge dosage of 1,25 kW min m⁻², while the chemical treatment was performed through the use an alkali solution of 5% w/w NaOH.

The obtained results from the performed tests shows that the alkali treatment improved the interface properties between the matrix and kraft paper, in the composite material, up to 70%, comparatively with the effect corona treatment application on its surface.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the funding by P2020, under the Individual Project SI I&DT n° NORTE-023541, entitled as “ FlexComp - Compactos pós-deformáveis para componentes na indústria dos transportes (automóvel e aeronáutica)”.

KEYWORDS: Surface Treatments, Interface properties, Sustainability.

TYPE OF PRESENTATION: Preference for ORAL presentation.

THEMATIC SESSION: 7 – Recycling and Sustainability.

COMPRESSIVE BEHAVIOR OF A NATURAL CORE

E. A. Gómez-Meisel*, S. Sánchez-Sáez y E. Barbero

Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

Universidad Carlos III de Madrid

*edgomez@ing.uc3m.es

ABSTRACT

Composite sandwich structures with core cellular materials are widely used in diverse industries. Current environmental concerns and increasingly social pressure for the use of less harmful material has created a new paradigm towards the implementation of raw materials from biodegradable and renewable sources.

During recent years, there has been an increasingly growing interest in the use of agglomerated cork as a core material in sandwich structures, replacing synthetic polymeric foams in specific applications. Agglomerated cork is produced from the waste of the cork industry. This material is triturated and the granules are mixed with polymeric binders and cured in a mould.

Among its remarkable combination of properties, we can find hyper-elasticity, low thermal conductivity, low permeability, and good energy absorption/vibration damping properties. Additionally, it is a renewable and biodegradable material making it environmentally sustainable.

The aim of this work is to address the quasi-static and dynamic compression testing of two types of agglomerated cork with different densities, using a servo-hydraulic testing machine and drop weight tower. The mechanical behaviour and energy absorption properties at different strain rates are evaluated from the contact force measurements and estimations of impact kinetic energy.

KEY WORDS: sandwich structure, core, cork, renewable, recyclable

TYPE OF PRESENTATION: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: “Reciclaje y sostenibilidad”

USE OF BIOGENIC SILICA NANOPARTICLES DERIVED FROM BIOMASS IN POLYMERIC FORMULATIONS AND THEIR APPLICATIONS

**H. Aguilar¹, D. Conceição¹, A. Barros¹, V. Bouça¹, M. Ornelas^{1*}, R. Malgueiro¹,
A. Carvalho¹, A. Portela¹, C. Silva¹**

¹ *CeNTI, Centre for Nanotechnology and Smart Materials, V. N. Famalicão, Portugal*

E. Döpelheuer²

² *KORENA, Kroppenstedter Ölmühle Walter Döpelheuer GmbH, Kroppenstedt, Germany*

S. Grishchuk³, L. Gryshchuk³, M. Gilberg³, B. Wetzel³

³ *IVW, Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Kaiserslautern, Germany*

*mornelas@centi.pt

RESUMEN

In view of moving towards a post-petroleum society, several attempts are being made to integrate better biomass producing and processing sectors in order to reconcile natural resource scarcity and environmental objectives with the use of biomass for multisector industrial applications. This paper describes the work undergone by the ReInvent project aiming to deliver novel bio-based materials and frameworks as additives/bio-nanofillers for insulation and structural products used in buildings and lightweight soft foams for vehicle interior products. The extraction and/or fractionation processes for different agro-based biomass and (by-) products from biorefineries to provide sustainable raw materials for development of functional bio-nanosilica particles is highlighted. These nanoparticles will be incorporated in polymeric matrices to be used for the production of new advanced cellular and composite materials with enhanced hydrophobic, antifungal and flame retardancy properties for the above mentioned applications. Particularly, this work lies on the extraction, purification and characterization of biogenic silica nanoparticles extracted from different rich-silicate residues (e.g. rice husks, hempshells, hempfibres, solid residues of oil pressing). Morphological behaviour of bio-nano silica was examined using scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and dynamic light scattering (DLS). Various aspects, such as interfacial interaction, processing conditions, particle dispersion, and other physical properties, are highlighted for further exploration on the use of these novel, sustainable biogenic silica nanoparticles.

This work has been performed under the framework of the ReInvent project (Grant number 792049) funded by the H2020-BBI-JTI-2017 joint undertaking initiative.

PALABRAS CLAVE: Sustainable functionalized bio-(nano)fillers, circular economy, sustainability, adhesives and composites, construction and automotive applications

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y Sostenibilidad

ECO SUSTAINABLE RAIL: PRODUCTION OF SUSTAINABLE RAILWAY SLEEPERS FROM MIXED PLASTICS WASTE

B. P. Silva^{1*}, M. C. Paiva^{1,2}, J. P. Nunes^{1,2}, H. Martins¹, A. Vilela¹, A. Marques¹, S. Castro³, R. Rodrigues³, J. Amaro³, S. Santos⁴, P. Gaiato⁴

¹PIEP, Innovation in Polymer Engineering, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

²Institute for Polymers and Composites, Minho University, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

³Extruplás, Rua dos Serralheiros, Estrada do Marco do Grilo, 6, Paio Pires, 2840 Seixal

⁴IP, Infraestruturas de Portugal, Campus do Pragal, Praça da Portagem, 2809-013 Almada

*Corresponding author: B. P. Silva. Project Director. Email: bruno.silva@dep.uminho.pt

ABSTRACT

Plastic materials production and consumption had an exponential growth due to their unique properties, becoming one of the most used materials in the last century. As a consequence large volumes of plastic waste is produced, part of which can be separated and recycled. A large fraction of the plastic waste does not find recycling solutions (Mixed Plastics Waste, MPW) being frequently landfilled at End-of-Life (EoL). It is imperative to find new solutions for MPW valorization into added-value products. An interesting application is the manufacture of Plastic Lumber (PL) to produce plastic posts for non-demanding applications. Our objective is to improve the properties of PL produced from MPW to provide it with the required characteristics for railway sleeper applications. Currently, there is a request for viable solutions for the replacement of wood railway sleepers, for application where concrete sleepers cannot be used [1].

The ECO SUSTAINABLE RAIL focuses the preparation and characterization a new composite materials based on MPW/glass fibres obtained by extrusion compounding. Prototype eco-friendly railroad plastic-sleepers will be produced by intrusion and will be characterized and tested in simulated operating conditions on a test track. MPW-based materials present low mechanical properties; within the project the properties of the composites were increased to reach a tensile modulus of 4,6 GPa. Other relevant properties such as electrical, thermal and flammability properties, dimensional stability are being adjusted to the necessary performance to meet the requirements of ISO/DIS 12856, the International Standard for Plastic Railway Sleepers.

The ECO SUSTAINABLE RAIL aims at contributing with a technical solution with a positive impact on the EoL problem of MPW, aligned with the principles of circular economy.

References

[1] European Parliament and European Union Council, Directive 2008/98/CE from 19 November 2008, J. of the European Union, vol. 321, pp. 3-30,2008

KEYWORDS: Railway sleepers; Mixed plastics waste; Recycling; Composites; Glass fibres; Mechanical properties; Dissipative electrical properties

TYPE OF PAPER: ORAL

THEMATIC SESSION: 7. Recycling And Sustainability

FABRICACIÓN DE COMPUESTOS DE FIBRA LARGA RECICLADA DE CARBONO MEDIANTE INYECCIÓN

A. Fernández^{1*}, M. Santangelo-Muro¹, J. Molina-Aldareguia¹ y C.S. Lopes¹

¹Instituto IMDEA Materiales, C/Eric Kandel 2, 28906 Getafe, Madrid, España

*andrea.fernandez@imdea.org

RESUMEN

El incremento en la demanda de los materiales compuestos origina un aumento de sus desechos. Por ello, es necesario su reciclaje, incentivado también por la implantación de directivas europeas que tratan de minimizar sus repercusiones sobre el medio ambiente (EU 2000/53/CE [1], 2000/76/EC [2], 2004/35/EC [3]).

Dados los altos requerimientos energéticos y la gran cantidad de material exigida para su fabricación, mediante el reciclaje, se abaratan los costes un 70% y se reduce la energía empleada un 98% [4].

Una vez obtenidas las fibras tras una optimización del método de reciclaje por pirólisis –resultando una retención de las propiedades mecánicas superiores al 95% respecto las fibras vírgenes [5]-, se procede a su fabricación por moldeo de inyección con una matriz polimérica termoplástica de polipropileno, polímero ampliamente utilizado en el sector de los composites. Para ello, se realiza un estudio de la compatibilidad de la fibra con el polímero anhídrido maleico a proporciones fibra/polímero de 10, 20 y 30%; así como con la combinación de polipropileno comercial, polipropileno anhídrico maleico y fibras de carbono, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas gracias a la incorporación del polipropileno comercial. Una vez obtenidos los pellets, se procede a la inyección. En las probetas resultantes se analiza la distribución de las fibras, así como las propiedades mecánicas a través de ensayos de tracción, impacto y térmico dinamomecánicos, determinando la mejor relación fibra/resina.

Adicionalmente se emplean tratamientos de sizing mediante plasma con la finalidad de mejorar la adhesión fibra/resina. El análisis se realiza mediante ensayos push-in y micro-droplet.

- [1] European Parliament and Council of the European Union, “Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles - Commission Statements,” *Off. J. Eur. Union*, vol. 269, no. September 2000, p. 34, 2000.
- [2] European Parliament and Council, “Directive 2000/76/EC on the Incineration of Waste,” *Off. J. Eur.*, vol. L 332, no. February 1997, pp. 91–111, 2000.
- [3] T. E. P. & T. C. of European, “Directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage,” *Regulation*, vol. 2003, no. 807, pp. 56–75, 2004.
- [4] G. Oliveux, L. O. Dandy, and G. A. Leeke, “Progress in Materials Science Current status of recycling of fibre reinforced polymers : Review of technologies , reuse and resulting properties,” vol. 72, pp. 61–99, 2015.
- [5] A. Fernández, C. S. Lopes, C. González, and F. A. López, “Characterization of Carbon Fibers Recovered by Pyrolysis of Cured Prepregs and Their Reuse in New Composites,” *Recent Dev. F. Carbon Fibers*, 2018.

PALABRAS CLAVE: Reciclado, pirólisis, fibra de carbono, inyección, polipropileno

TIPO DE PONENCIA: ORAL.

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y Sostenibilidad

COMPOSITES SOSTENIBLES BASADOS EN FIBRA DE CARBONO RECICLADA Y RESINAS RECICLABLES PARA EL SECTOR DE AUTOMOCIÓN

K. Gondra*, A. Allue

GAIKER Centro Tecnológico, 48170 Zamudio, España.

*gondra@gaiker.es

RESUMEN

Los composites termoestables, a pesar de ser ligeros y poseer una alta resistencia mecánica, son difíciles de reciclar, viéndose su uso muy restringido en ciertos sectores. La reciclabilidad es un punto especialmente importante, un ejemplo de ello es el sector automoción, ya que la Directivas 2000/53/CE sobre vehículos en fin de vida útil tiene por objetivo aumentar la tasa de reutilización, recuperación y reciclaje, y estipula la reutilización obligatoria y el reciclaje de 85% del vehículo, no contemplando la "recuperación de energía" de polímeros como medio para su reciclado.

Los composites reforzados con fibra permiten aligerar las estructuras metálicas entre 15 y un 40% en función del tipo de fibra. En el sector de automoción, una de las estrategias más empleadas para el aligeramiento es la sustitución de materiales metálicos por materiales compuestos basados en resinas termoestables. Los beneficios de la ligereza se podrían traducir en un ahorro potencial de 8 millones de toneladas de CO₂ al año, calculado suponiendo una reducción de peso teórica del 33% en el 10% de toda la flota de la UE [1].

Habitualmente, al final de su vida útil los composites acaban en vertederos o incinerados con el problema ambiental que ello conlleva. Es por ello que el hecho de poder desarrollar composites sostenibles para el sector de automoción [2] basados en carbono reciclado y resinas reciclables toma especial relevancia, ya que al final de la vida útil de los componentes se podrían recuperar tanto la resina como la fibra para su posterior reutilización.

[1] www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/variation-of-co2-emissions-from-1

[2] Towards eco-friendlier automotive composites” Laboratory of Polymer and Composite Technology (LTC) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Lausanne, Switzerland. JEC 2012

PALABRAS CLAVE: Composites Sostenibles, Fibra de carbono reciclada, resinas reciclables y reprocesables, Recuperación de fibra y resina.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y Sostenibilidad

Uso de materiales biobasados para la fabricación y reciclaje de componentes en los sectores de la construcción y el transporte

J. Vidal^{1*}, J. Cuartero² y P.Castell¹

¹ Fundación AITIIP, C/ Romero 12, Polígono Empresarium. 50.720 Zaragoza

² Área de Ingeniería e Infraestructura de los transportes. Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, I3A, Universidad de Zaragoza, 50018 Zaragoza

*julio.vidal@aitiip.com

RESUMEN

In the last years composite materials have gained notorious relevance and have been used in many applications. However these materials have still some limitations and drawbacks for their application. Composite materials due to their highly cross-linked architecture cannot be reprocessed, and are difficult to be repaired and barely recycled.

In order to reduce the negative impact of such materials, renewable sources have been used as raw materials for the production of biocomposites, which are generally comprised of reinforcements made from plant fibres opening a broad range of applications reducing their negative impact.

The present work details the use of biobased resins (ELO) and its combination with natural fabrics and humins (a by-product of the production of PEF) to produce sustainable composites. The results obtained so far have demonstrated the feasibility of using humins in the production of sustainable composites via Liquid Resin Infusion (LRI).

The detailed methodology describes an industrial process to produce large biobased composite parts which can be efficiently separated and recycled. The paper shows the optimization of the process and the characterization of the composite for building applications. The results pointed out similar values for the mechanical and thermal performance to those materials currently used, with significant resistance to fire, and low water absorption.

Besides, the materials have been validated for transportation applications, with formulations combining 15% of humins with Linseed flax fabric with performances fulfilling the sector requirements.

PALABRAS CLAVE: Biocomposites, economía circular, aditivos biobasados, fibras naturales, Liquid Resin Infusion,.

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y sostenibilidad

CEMENTOS TERNARIOS COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA INGENIERÍA CIVIL.

C. Rodríguez, J.M. Ortega, M. Hernández, I. Sánchez*

Departamento de Materiales de Construcción, Centro Tecnológico de la Construcción,
Alcantarilla, Murcia y Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Alicante,
España.

*isidro.sanchez@ua.es

RESUMEN

La industria de la construcción es una de las más contaminantes, principalmente debido a las emisiones de carbono que se producen durante la fabricación del cemento Portland. En este sentido la industria se ha ocupado de incorporar subproductos de otros procesos industriales que contribuyen a producir un material más sostenible, ya que disminuyen el consumo de materias primas, eliminan residuos de forma segura y mejoran las propiedades del cemento producido, incluyendo la durabilidad de las estructuras. El principal problema que presentan es que las propiedades del cemento son peores a corto plazo.

En este sentido en los últimos años se está trabajando en la incorporación de dos o más adiciones que producen efectos sinérgicos en la mejora de las propiedades del mortero o del hormigón producido. Este tipo de cementos es lo que se ha venido llamando cementos ternarios.

En este trabajo se han producido cementos ternarios con combinaciones de tres diferentes adiciones: escoria de alto horno, y ceniza volante como adiciones activas y un filler calizo como adición inactiva. La suma del total de adiciones se limita al 35% del contenido de cemento, tal y como establece la EHE-08 para la adición de ceniza volante al cemento portland ordinario.

Se han estudiado a edades cortas la resistencia a compresión y parámetros de durabilidad en morteros de cementos ternarios, comparados con cementos con una sola adición y un cemento puro. Los resultados muestran un buen comportamiento de este tipo de cementos, lo cual podría permitir su uso en obra real.

PALABRAS CLAVE: cementos ternarios, sostenibilidad, adiciones, durabilidad, propiedades mecánicas

TIPO DE PONENCIA: ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y sostenibilidad.

EVALUACIÓN DEL DAÑO POR NEBLINA SALINA EN LAMINADOS FABRICADOS A PARTIR DE FIBRA DE CARBONO RECICLADA

C. Zárate^{a*}, P. González^b y E.A. Franco^b.

^aCentro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Desarrollo San Pablo, Av. Playa Pie de la Cuesta No. 702, C.P. 76130, Querétaro, QRO., México

^bCatedrático CONACYT-CIDESI, Desarrollo San Pablo, Av. Playa Pie de la Cuesta No. 702, C.P. 76130, Querétaro, QRO., México.

*c.zarate@posgrado.cidesi.edu.mx

RESUMEN

En este proyecto se realiza el reciclado de fibra de carbono de una matriz termoestable por un método químico empleando un pretratamiento del compuesto con ácido sulfúrico y etilenglicol con KOH, como catalizador, a 180 °C por 3.5 h. Por otra parte, un método térmico basado en un diseño experimental con variaciones de tiempo (15 y 30 min) y temperatura (450, 550, 650 y 750 °C). Posterior a la obtención de la fibra de carbono se realiza la funcionalización de la superficie mediante un tratamiento químico a base de NaOH variando el porcentaje en peso del mismo en la solución y el tiempo de tratamiento de la muestra.

Los procesos de manufactura para la fabricación del nuevo material compuesto serán platos calientes e infusión de resina. Dentro de ello con el fin de realizar la comparación de las propiedades de resistencia a las condiciones climáticas para las cuales el nuevo material compuesto será sometido se realizarán pruebas en estado estático y dinámico (neblina salina) de acuerdo a las condiciones establecidas en la norma ASTM G85-11 lo que permitirá simular las condiciones de mayor demanda de las propiedades de los materiales con el fin de evaluar su desempeño ante las condiciones ambientales.

PALABRAS CLAVE: Fibra de carbono, reciclaje, funcionalización química, manufactura y neblina salina.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER.

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y Sustentabilidad.

GEPOLÍMEROS CELULARES: DESARROLLO DE HORMIGONES LIGEROS ECOLÓGICOS SIN CEMENTO (PROYECTO GEOCEL)

S. Pintos,¹ L. Freire,¹ P. Rodríguez*,¹ G. J. Guzmán,² J. Fernández,³ J. M. Lago,⁴ C. Trancón⁵

¹ Departamento de Materiales Avanzados, AIMEN Centro Tecnológico, Polígono Industrial de Cataboi SUR-PPI-2 (Sector 2) Parcela 3
36418 O Porriño (Pontevedra) España

[*paula.rodriguez@aimen.es](mailto:paula.rodriguez@aimen.es)

² CYE Control y Estudios, S.L. Polígono de La Gándara, Avda. del Mar, 123
15570 Narón (A Coruña) España

³ STROW Sistemas – Fachadas del Norte S.L., Av. Coruña, 162
15185 Cerceda (A Coruña) España

⁴ PROSISTEMAS, S. A. As Gándaras de Budiño, s/n
36475 O Porriño (Pontevedra) España

⁵ Construcciones Francisco Gómez y Cía S.L., Lg. La Mina, s/n
15882 Touro (A Coruña) España

RESUMEN

El cemento es el material de construcción más usado en el mundo (se generan unas 3670 MT/año), siendo altamente contaminante, emitiéndose aproximadamente una tonelada de CO₂ por tonelada de cemento. En este sector, en el que se hace imprescindible la búsqueda de materiales más sostenibles, surgen los geopolímeros o cementos alcalinos como una alternativa más ecológica, resultando en un 80% menos contaminantes y requiriendo un 50% menos de consumo energético en su fabricación.

En el marco de esta necesidad nace el proyecto GeoCel, orientado al desarrollo de materiales de construcción ecológicos con el fin de obtener morteros y hormigones (sin cemento Portland) de estructura celular. Se han desarrollado diferentes soluciones constructivas, como son paneles de revestimiento y aislamiento, pavimentos celulares continuos y drenantes, empleando una arcilla calcinada y residuos industriales. Se ha llevado a cabo la caracterización de las diferentes soluciones mediante ensayos de resistencia mecánica, resistencia al fuego y conductividad térmica, entre otros, en base a los requisitos impuestos a nivel industrial, con el fin de evaluar la viabilidad técnica de los nuevos materiales. Los resultados obtenidos han sido positivos, consiguiendo resistencias mecánicas superiores a los materiales convencionales en el caso de los morteros, así como clasificación de reacción al fuego A1.

PALABRAS CLAVE: geopolímero, construcción, sostenible, residuo.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y Sostenibilidad

CARACTERIZACIÓN DE MORTEROS LIGEROS DE ESCORIA DE SiMn ACTIVADA ALCALINAMENTE CON POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

H. Hafez^a, V. Ferrándiz^a, E.G. Alcocel^b, R. Navarro^c, I. Sánchez^c, E. Zornoza^{*c}

^aDpto. Arquitectura e Ingeniería Civil de la Universidad de Bath

^bDpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante

^cDpto. Ingeniería Civil de la Universidad de la Alicante.

*emilio.zornoza@ua.es

RESUMEN

Uno de los principales retos de la industria de los conglomerantes es la reducción de su impacto ambiental. En este contexto es clave la obtención de materiales cuya fabricación emplee menos recursos naturales y un reducido consumo energético. Una de las principales estrategias para lograrlo está constituida por la aplicación de un proceso de activación alcalina sobre materiales de desecho o subproductos industriales. En el presente trabajo se ha aplicado un proceso de activación alcalina a una escoria de SiMn para la fabricación de morteros ligeros en los que parte del árido se ha sustituido por poliestireno expandido reciclado con un grado de reemplazo variable de hasta el 45%. A su vez se ha utilizado la propia escoria de SiMn como árido de cara a explorar esta aplicación como vía de valorización de la misma. Las principales propiedades que se han medido son: trabajabilidad en estado fresco, resistencias mecánicas a compresión, retracción autógena y de secado, absorción de agua por capilaridad, densidad aparente y conductividad térmica. La principal aplicación a la que se destinaría este tipo de materiales sería su uso como revestimiento ligero y con propiedades mejoradas de aislamiento. Los resultados han mostrado que cuando se reemplaza hasta un 45% del árido natural por el poliestireno expandido reciclado se observan caídas en la resistencia a compresión de hasta un 70%, una reducción de la densidad entorno al 32%, un aumento de la absorción de agua del 75% y una reducción de la conductividad térmica del 87%.

PALABRAS CLAVE: Escoria de SiMn; activación alcalina; morteros ligeros; propiedades mecánicas; conductividad térmica.

TIPO DE PONENCIA: Póster

SESIÓN TEMÁTICA: 7. Reciclaje y sostenibilidad

VIABILIDAD DEL USO DE CORCHO AGLOMERADO COMO NÚCLEO DE ESTRUCTURAS SANDWICH SOMETIDAS A IMPACTO

C. Sergi¹, S. Sánchez-Sáez^{*2}, E. Barbero², J. Tirillo¹ y F. Sarasini¹

1. Departamento de Ingeniería Química, Materiales y Ambiente
Universidad de Roma “La Sapienza”

2. Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
Universidad Carlos III de Madrid

*ssanchez@ing.uc3m.es

ABSTRACT

Las estructuras tipo sándwich de pieles de material compuesto y núcleo celular se utilizan ampliamente en el diseño mecánico debido a sus rasgos característicos, como su excelente resistencia y rigidez específicas, alta capacidad de disipación de energía, facilidad de fabricación y flexibilidad en el diseño. Estudios previos de la literatura científica han demostrado que su respuesta estructural no depende solo de las pieles, sino también del núcleo utilizado.

Actualmente, el aumento de la conciencia ambiental de la sociedad, hace que cada vez haya mayor interés en la utilización de materiales que, sin comprometer el comportamiento mecánico de los componentes estructurales, reduzcan el impacto medioambiental de los procesos de fabricación. En este sentido, el empleo del corcho aglomerado por su origen natural, renovable y reciclable, y sus buenas propiedades puede ser una alternativa a los núcleos de espumas poliméricas.

En este trabajo se estudia la viabilidad del uso de corcho aglomerado como núcleo de estructuras sándwich sometidas a impacto como una alternativa natural y reciclable a los núcleos de espumas poliméricas. Se ha estudiado el comportamiento frente a impacto, de diferentes energías, de corcho aglomerado con diferentes densidades comparándolo con el de espumas poliméricas de PVC de densidades similares, sometidos a impactos; analizando la capacidad de absorción de energía como principal variable de comparación.

KEY WORDS: Sándwich, corcho aglomerado, espuma polimérica, impacto.

TYPE OF PRESENTATION: POSTER

SESIÓN TEMÁTICA: “Reciclaje y sostenibilidad”

RECUPERACIÓN DE FIBRAS A PARTIR DE RESIDUOS DE MATERIALES COMPUESTOS POR TRATAMIENTO TÉRMICO: OPTIMIZACIÓN EXPERIMENTAL Y MATEMÁTICA DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN

A. Lopez-Urionabarrenechea*, I. de Marco, B.M. Caballero, N. Flores y A. Achutegui

Dpto de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Bilbao,
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

alex.lopez@ehu.eus

RESUMEN

Las fibras de carbono y de vidrio que se encuentran en los residuos que se generan en los sectores industriales que fabrican o utilizan materiales compuestos reforzados con fibra pueden recuperarse a través del tratamiento térmico. Este tratamiento consiste en el calentamiento del material en atmósfera inerte (pirólisis) hasta la temperatura suficiente para que se descomponga la resina polimérica y la posterior oxidación de los productos carbonosos generados en esta descomposición en presencia de aire. El resultado de este tratamiento es la eliminación completa de la resina y la recuperación de las fibras, que mantienen buenas propiedades físico-químicas.

En este trabajo se ha utilizado el diseño estadístico de experimentos para determinar la influencia que tienen las tres variables de operación principales involucradas en la recuperación de fibras por tratamiento térmico: temperatura de pirólisis, temperatura de oxidación y tiempo de oxidación. La estrategia experimental utilizada ha sido el diseño factorial completo 2^k , donde $k=3$, las variables de operación estudiadas. El método se ha aplicado a residuos procedentes del sector eólico y del sector aeronáutico, tanto de piezas curadas como pre-pregs caducados, y reforzadas con fibra de carbono y fibra de vidrio. Los resultados experimentales obtenidos en termobalanza se han alimentado a programas informáticos dedicados al diseño factorial y su procesamiento ha determinado los valores óptimos de las tres variables para cada una de las muestras estudiadas. Posteriormente, se han probado estas condiciones de manera experimental, resultando en un alto grado de concordancia, lo que valida el método de optimización.

PALABRAS CLAVE: Reciclaje, fibra de carbono, fibra de vidrio, diseño factorial.

TIPO DE PONENCIA: PÓSTER

SESIÓN TEMÁTICA: Reciclaje y Sostenibilidad



SESIÓN TEMÁTICA:

COLOMBIA, PAÍS INVITADO



SISTEMA DE PROTECCIÓN TÉRMICA BASADO EN POLÍMEROS REFORZADOS CON NANOTUBOS DE CARBONO Y DIÓXIDO DE TITANIO PARA APLICACIONES INDUSTRIALES.

A. García^{1*}, S. Molina².

Tecnoacademia, SENA CDHC Medellín, Colombia. ¹Estudiante Universidad de Antioquia. ²Estudiante Universidad Nacional de Colombia.

*alejandra.garciai@udea.edu.co

RESUMEN

Los sistemas de protección térmica son materiales diseñados y fabricados para actuar ante cualquier condición térmica o de combustión mediante el control de la temperatura superficial, restringiendo en gran medida el flujo de calor hacia el interior del material o sustrato. En esta investigación, se desarrolló y caracterizó térmicamente un material compuesto basado en un polímero termoestable reforzado con nano y micro estructuras. El polímero empleado fue el epóxico, las microestructuras, el dióxido de titanio TiO₂ y las nanoestructuras, los nanotubos de carbono multicapa, estos últimos, se integraron en la matriz por el método de mezclado en solución, en dos etapas, una primera en la que se dispersaron en un tiempo de 5 minutos en el equipo de ultrasonificación con energía de 750 Watts y frecuencia de 20 kHz, empleando como solvente, el estireno monómero, para una posterior integración de esta solución en la matriz, correspondiente a la segunda etapa, donde se siguieron las especificaciones anteriores, por un tiempo de 1 minuto. Se establecieron diseños configuracionales para el sistema de protección térmica y se caracterizó bajo la normatividad internacional ASTM E 285- 80, observando su efecto en la forma, mecanismos y velocidad de degradación térmica; y se reportó en términos de gradiente térmico. Se obtuvo una eficiencia térmica del 24% en el nanocompuesto, y una mejora de alrededor del 15% con respecto a los polímeros reforzados convencionales.

PALABRAS CLAVE: Polímero, reforzante, nanocompuesto, dispersión.

TIPO DE PONENCIA: Póster.

SESIÓN TEMÁTICA: Bloque 1. Avances en Materiales Compuestos.



RECICLADO BOTELLAS DE PET EN RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO

Esteban Tous, Daniel H. Builes,

Investigación y Desarrollo, Andercol S.A.S. Autopista Norte 95- 84. Medellín, Colombia

e-mail: daniel.builes@andercol.com.co, esteban.tr@andercol.com.co

RESUMEN

La empresa Andercol S.A.S. recicla botellas de poli (etilen tereftalato) (PET) para ser usadas como materia prima de las resinas de poliéster insaturado (UPR) con viabilidad técnico-económica a nivel comercial. Desde hace varios años es posible asegurar la cadena de recolección, tratamiento y suministro de botellas de PET con la calidad requerida. Para esto fue necesario un proyecto social llevado a cabo entre Andercol S.A.S. y la Fundación Pintuco (antes Fundación Orbis), logrando la consolidación de pequeñas y medianas empresas (PYMES) en ciudades como Medellín, Cartagena y Barranquilla. Solo en Medellín, alrededor de 250 familias de bajos recursos han trabajado como proveedores en esta cadena de suministro. Además, a través de un convenio entre el Andercol y el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA), se implementaron cursos de capacitación a propietarios y administradores de plantas de transformación de PET reciclado. En estos cursos se trataron temas como infraestructura, manejo ambiental, seguridad industrial, proceso productivo, control de calidad, y fundamentos en manejo tributario y administrativo. De esta manera se estructuró una industria que tenía un gran porcentaje de componente artesanal. Hoy Andercol ha logrado consumos de alrededor de 10.000 botellas de PET por cada tonelada de UPR, permitiendo reducir la contaminación en los rellenos sanitarios en más de 11.000 ton de PET por año. El Departamento de I+D de Andercol logró usar PET reciclado para desarrollar la línea de resinas de poliéster insaturado Ecoline®, como una línea más sostenible que las ya tradicionales resinas Cristalán®. Los análisis mecánicos, térmicos, dinámico-mecánicos mostraron que es posible lograr propiedades comparables a las resinas convencionales, todo esto a un menor coste. Es por esto que las resinas Ecoline® son usadas hoy en aplicaciones como carrocerías, tuberías de alto diámetro y postes para alumbrado y electrificado, siendo estos últimos fabricados por el método de enrollamiento de filamentos (filament winding).

PALABRAS CLAVE: resinas de poliéster insaturado, sostenibilidad, reciclado, PET

TIPO DE PONENCIA: Podría ser para presentación ORAL o PÓSTER

