OCTUBRE 2018 • Nº 96

FUNDI Press

REVISTA DE LA FUNDICIÓN

www.pedeca.es

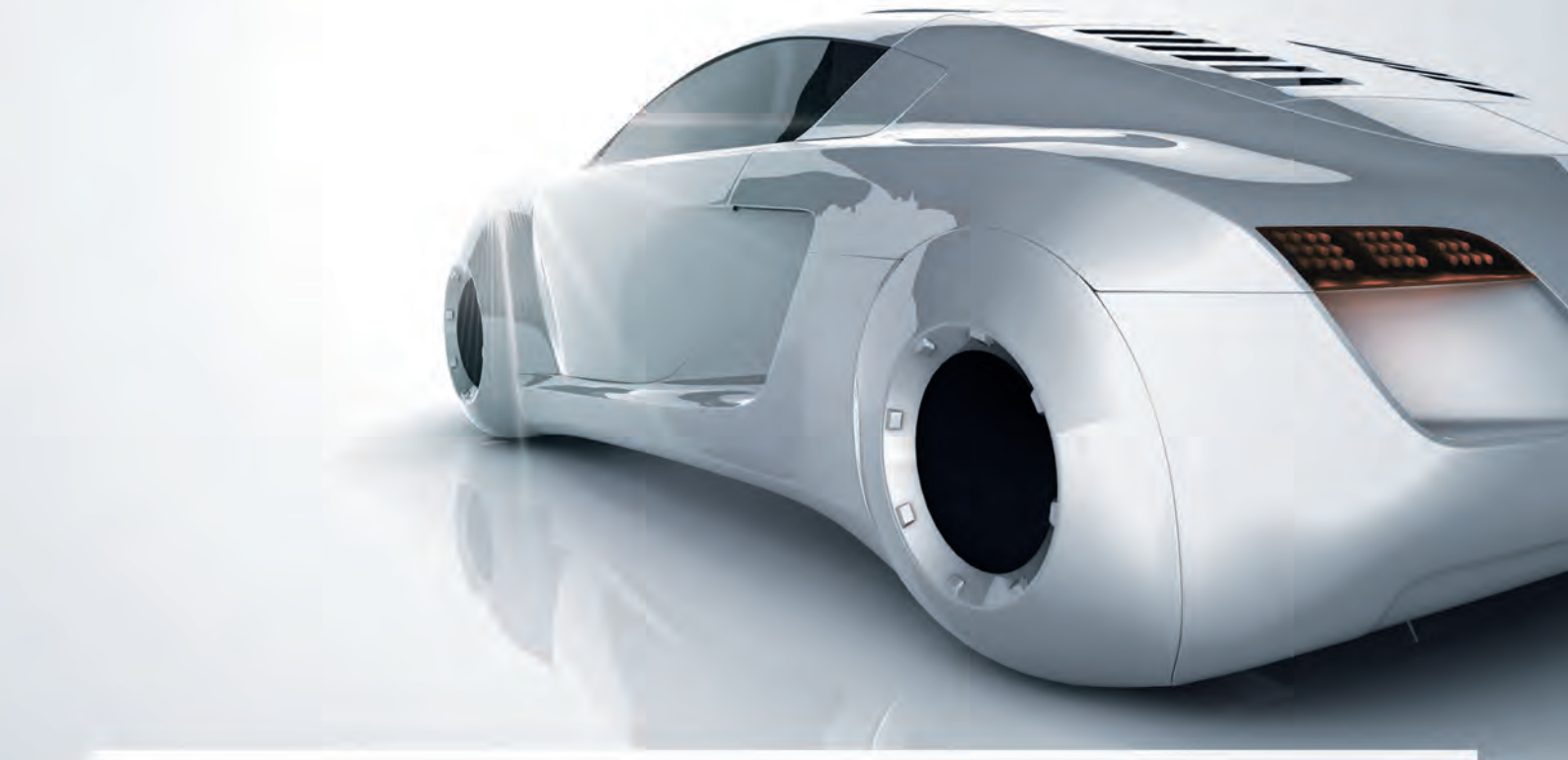
Más de
100 años
de innovación

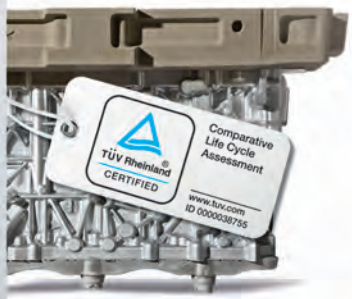
FOSECO

www.foseco.com

TECNOLOGÍA DE FUNDICIÓN
MÁS ALLÁ DE MAÑANA

Estás LISTO
para acelerar con INOTEC™?





Mayor compatibilidad con el medio ambiente, mayor productividad y piezas con mejor rendimiento

IINOTEC™ ofrece claros beneficios medioambientales, excelentes propiedades técnicas e impresionantes mejoras en la productividad - ¡asegurándote de que permaneces en el carril rápido!

Los expertos de ASK Chemicals están a tu disposición:
Tel.: +34 944 569590
E-Mail: info.spain@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow

ASKCHEMICALS
We advance your casting

Nuestra Portada

En los últimos años la industria de la Fundición en Europa está viviendo cambios notables en la búsqueda de un buen posicionamiento, con el objetivo de afrontar los retos presentes y futuros.

Los suministradores de la industria de fundición no pueden permanecer ajenos a esta evolución. En este sentido, el **Grupo Vesuvius** y en concreto **Foseco**, su División de Fundición, ha emprendido un ambicioso programa de mejora de sus centros de Investigación y Desarrollo, y de sus centros Productivos, para concentrar producciones, aprovechando las economías de escala y maximizando la eficiencia.

www.foseco.es

Sumario • Octubre 2018 - Nº 96

Información

- Ana Garzón nueva Directora de Operaciones de Grandes Industrias de Air Liquide España y Portugal **6**
- GLOBAL INDUSTRIE, en Eurexpo Lyon **8**
- Hexagon Manufacturing Intelligence amplía las opciones de temperatura de la TIGO SF. La MMC optimizada para el taller se actualiza para mediciones entre 15 °C y 40 °C **10**
- Uso de alginatos odontológicos para fundición técnica y artística - *Por José Javier Ángeles Alejo, Jorge Alberto Durán Suárez, Ricardo Marín Viadel y Sara Al Haj* **12**
- Uso de susceptores como alternativa para el descere de cascarilla cerámica en la fundición artística - *Por Juan Carlos Albaladejo González, Fátima Acosta Hernández, Soledad del Pino de León e Itahisa Pérez Conesa* **18**
- Coyuntura del metal - *Por Confemetal* **23**
- Winoa inaugura en Balmaseda la planta de granalla de acero más moderna y eficiente del mundo **26**
- GHI Smart Furnaces presenta una tecnología innovadora para estampación en caliente **28**
- Desafíos tecnológicos y medioambientales en la industria de Fundición: soluciones y materiales avanzados - *Por Instituto de Fundición TABIRA* **30**
- La mayor edición de MetaMadrid supera expectativas con más de 9.000 visitantes únicos y 550 expositores **34**
- Endurecimiento Superficial por Inducción (Hardening) en Fundiciones - *Por Dr. Valery Rudnev* **36**

Guía de compras **45**

Índice de Anunciantes **50**

Síguenos en

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Carolina Abuin
Administración: María González Ochoa
Director Técnico: Dr. Jordi Tartera
Colaboradores: Inmaculada Gómez, José Luis Enríquez, Antonio Sorroche, Joan Francesc Pellicer, Manuel Martínez Baena y José Expósito

PEDECA PRESS PUBLICACIONES
Goya, 20, 1º - 28001 Madrid
Teléfono: 917 817 776
www.pedeca.es • pedeca@pedeca.es

ISSN: 1888-444X - Depósito legal: M-51754-2007

Diseño y Maquetación: José González Otero
Creatividad: DELEY
Impresión: Villena Artes Gráficas

Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número, agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.
FUNDI PRESS se publica nueve veces al año (excepto enero, julio y agosto).

Los autores son los únicos responsables de las opiniones y conceptos por ellos emitidos.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o artículos publicados en FUNDI PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Asociaciones colaboradoras

FEAF Federación Española Asociaciones Fundidores
Associació de Fonedors de Catalunya
Asociación de Fundidores País Vasco y Navarra
Tedfun Asociación Técnica y Desarrollo de la Fundición a Presión Española
AFUMSE Asociación Fundidores Mitad Sur España I+D
FUNDIGEX Castings & Foundry Suppliers
ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

PUMPS & VALVES

FERIA INTERNACIONAL DE SISTEMA
DE BOMBAS, VÁLVULAS Y EQUIPAMIENTO
PARA PROCESOS INDUSTRIALES

BILBAO
4-6 JUNIO 2019

DONDE LOS PROBLEMAS TÉCNICOS ENCUENTRAN SOLUCIONES

IN DUS TRY · ADDIT3D · bedigital · FIT MAQ · it: INDUSTRY TOOLS by FERROFORMA · maintenance · PUMPS & VALVES · SUB CON TRATA CIÓN

Organizan:

EASYFAIRS Visit the future

BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

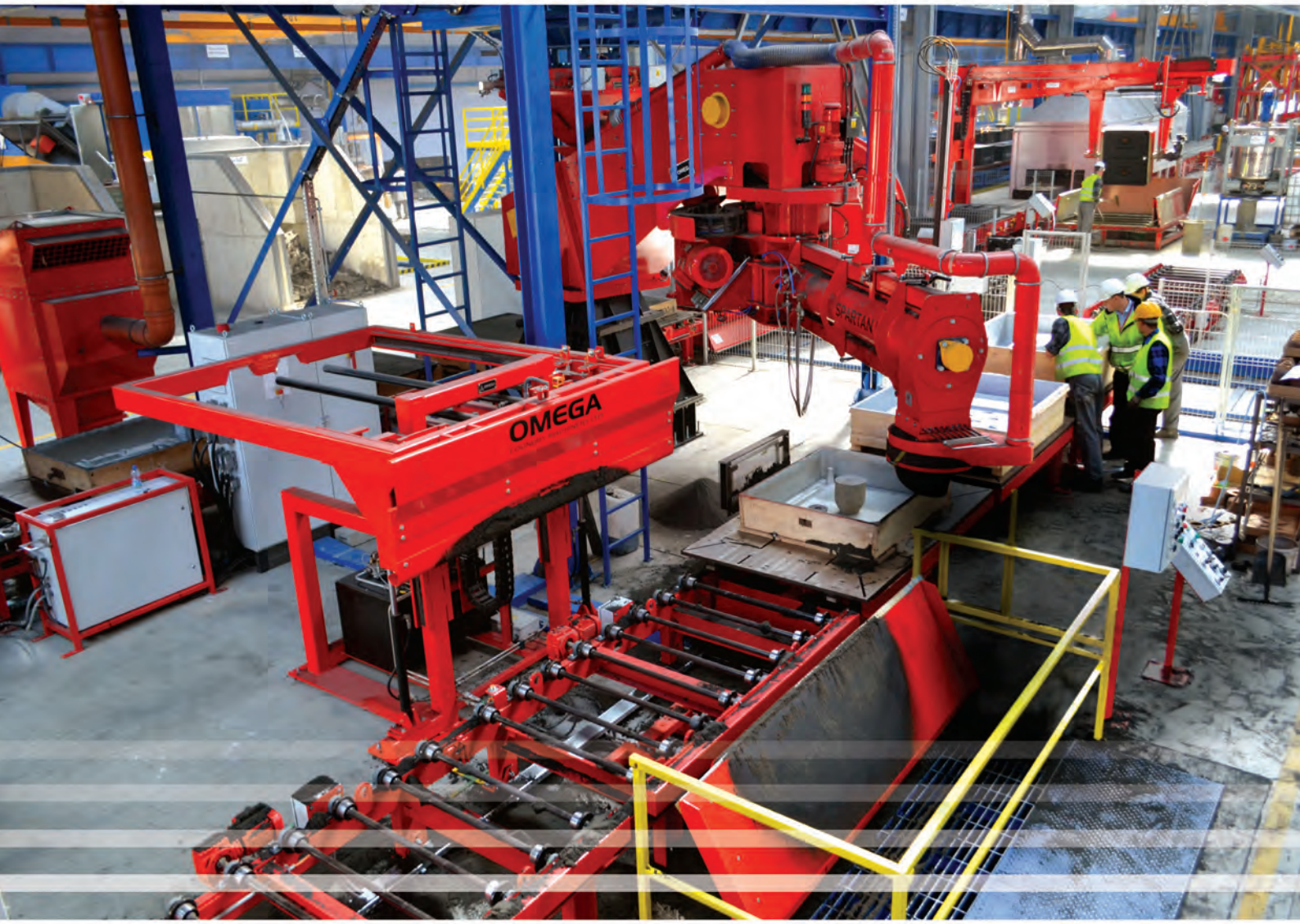
pumpsandvalves@bec.eu
www.pumpsandvalvesbilbao.com

www.bilbaoexhibitioncentre.com

sinto OMEGA

New Harmony ≫ New Solutions™

www.ofml.net



Proveedores de Mezcladores, Manejo de Moldes y Equipos de Recuperación de Arena

sinto FOUNDRY INTEGRATION™

EUSKATFUND
Maquinaria y productos de fundición

EUSKATFUND, S.L.
Polig. Ind. GOIAIN • C/ Padurea, 8, B • 01170 LEGUTIANO (Álava)
Teléf.: 945 465 581 • Fax: 945 465 953 • E-mail: administracion@euskatfund.com

Omega Sinto Foundry Machinery Ltd
Morley Way, Peterborough, PE2 7BW, UK
Tel +44 (0) 1733 232231 Fax +44 (0) 1733 237012 sales@ofml.net

Omega Sinto Foundry Machinery Ltd has subsidiaries and affiliates in the following countries USA, Republic of South Africa, India, Turkey, Italy, Australia, Malaysia and China

Ana Garzón nueva Directora de Operaciones de Grandes Industrias de Air Liquide España y Portugal

Ana Garzón ha sido nombrada Directora de Operaciones de Grandes Industrias de Air Liquide España y Portugal. En su nuevo cargo, Garzón será responsable de la gestión de las plantas de producción primaria de la compañía en la península Ibérica, así como de garantizar el cumplimiento de las normas de gestión industrial en las operaciones de Grandes Industrias.

Ana Garzón cuenta con más de doce años de experiencia en Air Liquide, en los que ha ocupado cargos de responsabilidad tanto a nivel nacional como internacional. Durante los dos últimos años ha ejercido el puesto de Transformation Project Manager para Grandes Industrias en el Suroeste de Europa.

Entre sus funciones se encontraba la gestión y coordinación de los proyectos de transformación de las plantas situadas en esta zona. Anteriormente, ocupó distintos puestos ligados a la producción o al desarrollo de proyectos relacionados con la eficiencia energética, tanto en el entorno ibérico como en otros países de Europa.

En esta nueva etapa como Directora de Operaciones de Grandes Industrias, y con una clara vocación de escucha al cliente y diálogo continuo, Garzón será responsable de los centros de producción primaria de la Península Ibérica.

Entre sus prioridades se encuentran asegurar la excelencia operacional y garantizar el cumplimiento de las Normas de Gestión Industrial en base a los principios de seguridad y fiabilidad, aprovechando las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, el big data y los modelos inteligentes.

Ana Garzón es ingeniera industrial por la Universidad Politécnica de Madrid y posee un MBA y un Executive Development Program por la Escuela de Organización Industrial.

Tenemos todas las piezas para ayudarte a exportar

FUNDIGEX, Asociación Española de Exportadores de Fundición, Maquinaria, Productos y Servicios para la Fundición, es la única asociación española del sector especializada principalmente en la exportación.

A través de nosotros podréis contactar con potenciales clientes, agentes, etc así como obtener estudios de mercado de diferentes países y acceder a nuestras más de 150 consultas de fundición al año.

Para más información ponte en contacto con nosotros.

www.fundigex.es

c/ Ledesma 10 bis, 1° izq. - 48001 Bilbao - Bizkaia

Tel.: 94 470 65 05 - fundigex@fundiges.es

GLOBAL INDUSTRIE, en Eurexpo Lyon

INDUSTRIE Lyon fue un éxito considerable hasta 2017. Hoy en día es un componente esencial de GLOBAL INDUSTRIE en un conjunto que duplicará su tamaño para convertirse en un evento de alcance internacional.

En una época en la que prevalece la industria del futuro, GLOBAL INDUSTRIE reúne, por primera vez en Lyon, las competencias de las empresas industriales francesas e internacionales.

La Feria forma parte de una fuerte dinámica económica para las industrias francesas y extranjeras que desean encontrar soluciones, tecnologías, know-how y socios que les respalden en su desarrollo. Reúne 4 ferias industriales complementarias líderes en su sector: INDUSTRIE, SMART INDUSTRIES, MIDEST y TOLEXPO.

La edición 2019 reunirá a 2.500 expositores representativos de todos los sectores industriales y de la dinámica de estos sectores. Se esperan 45.000 visitantes durante 4 días en Eurexpo Lyon.

- Referencia en el conjunto de los conocimientos técnicos en materia de subcontratación industrial, MIDEST presenta una oferta global a la vanguardia de su sector y es el punto de encuentro de todos sus actores.
- Organizado por primera vez en Lyon, SMART INDUSTRIES se orienta hacia la Industria del Futuro y reúne a los actores de la industria conectada, colaborativa y eficiente.
- TOLEXPO presenta soluciones y equipos para el trabajo de la chapa.
- Fundada en 2005 en Auvernia Ródano Alpes, INDUSTRIE es la feria líder de las tecnologías y equipos de producción.

Por segunda vez en Francia a esta escala, GLOBAL INDUSTRIE reunirá una oferta de dimensión mundial que englobará a todo el ecosistema industrial (proveedores de productos y soluciones, fabricantes de equipos, subcontratistas, start-ups, contratistas principales, grandes grupos), toda la cadena de valor (investigación e innovación, diseño, producción, servicios, formación)....) y todos los sectores usuarios (transporte y movilidad, energía, agroalimentación, infraestructuras, bienes de consumo, productos químicos, cosmetología, productos farmacéuticos, defensa/militar, metalurgia, siderurgia, etc.).

De este modo, el evento contribuirá a la valorización de la industria en Francia y a la promoción de los múltiples recursos industriales de los territorios y regiones franceses. Su objetivo es promover los conocimientos técnicos de la industria nacional más allá de las fronteras y atraer a visitantes profesionales europeos.

EMPLEO

Empresa Sector Metalúrgico importante

Selecciona

TÉCNICO COMERCIAL

Empresa líder en su sector quiere incorporar a su plantilla una persona con experiencia en Metalurgia para desempeñar las funciones de **Responsable de Ventas** nacionales en acerías y fundiciones.

Enviar CV a info@cedie.com

Hexagon Manufacturing Intelligence amplía las opciones de temperatura de la TIGO SF

La MMC optimizada para el taller se actualiza para mediciones entre 15 °C y 40 °C

Hexagon Manufacturing Intelligence anunció hoy mejoras para el intervalo de temperatura de funcionamiento de su máquina de medición por coordenadas (MMC) para el taller de la serie TIGO SF. La MMC, que cuenta con un intervalo de funcionamiento de entre 15 y 30 °C como estándar, ahora ofrece la opción XT para ampliar este intervalo hasta 40 °C. La opción XT se puede aplicar a todos los pedidos de máquinas nuevas y también está disponible como una actualización para las MMCs TIGO SF instaladas.

El incremento del intervalo de la temperatura de funcionamiento mejora el potencial de la aplicación de TIGO SF, agregándolo a su amplia gama de propiedades optimizadas para el taller para hacer posible la medición precisa en el punto de producción, aún en ambientes adversos. Un pequeño espacio de montaje necesario y funcionamiento sin aire hacen posible una fácil instalación de TIGO SF en cualquier parte de la fábrica, mientras que los amortiguadores pasivos mitigan los efectos de las vibraciones del taller. Para una protección adicional en condiciones extremas, también están disponibles como opciones una carcasa para la máquina con certificación IP54, un sistema de amortiguación activa y la caja TIBOX para la protección contra polvo. El área de medición de TIGO SF cuenta con tres costados abiertos que permiten un fácil acceso a la MMC para su carga manual o automática, por lo que es posible incorporar la máquina en una gran cantidad de instalaciones de producción.

Diseñada específicamente para los usuarios del taller, TIGO SF incluye un jogbox ergonómico y una estación de trabajo incorporada para el monitor y el teclado, ofreciendo así una experiencia mejorada para el usuario para que la metrología sea más accesible para un mayor número de operadores. Las innovadoras opciones de software, incluyendo INSPECT, aseguran un fácil manejo de la máquina y análisis de datos. TIGO SF también es compatible con el sistema de seguimiento PULSE, el cual proporciona información acerca del sistema de medición y de las condiciones ambientales.

"El TIGO SF es la solución completa de 360° para cualquier entorno de taller," comentó Anna Maria Izzi, Directora de la unidad de negocios de MMCs de puente en Hexagon Manufacturing Intelligence. "Al ampliar el intervalo de temperatura de TIGO SF hasta 40 ˚C por medio de la opción XT, permitimos a nuestros usuarios aprovechar la posibilidad de una medición precisa en una gama aún mayor de entornos de operación."

Toda la información de la MMC para el taller TIGO SF y de la opción XT está disponible a través de los representantes y socios de operaciones comerciales de Hexagon Manufacturing Intelligence.

FEAF

Federación Española Asociaciones Fundidores

Asociación de Fundidores
País Vasco y Navarra

Associació de Fonedors
de Catalunya

Alameda Urquijo, 33 1º D - 48008 BILBAO
Tel. 94 470 07 07 Fax. 94 421 19 88
E-mail: info@feaf.es www.feaf.es

Uso de alginatos odontológicos para fundición técnica y artística

José Javier Ángeles Alejo[1], Jorge Alberto Durán Suárez[2], Ricardo Marín Viadel[3] y Sara Al Haj[1]

Los alginatos odontológicos se usan recientemente en procedimientos de moldeo técnico y artístico (obtención de modelos intermedios de cera, yeso o cemento), por lo que gran parte de sus aplicaciones están focalizadas, en gran medida, a la fundición de metales. Estos materiales son extraídos de las paredes celulares de las algas marinas pardas, carecen de toxicidad, tal como avalan diversos estudios científicos, por lo que su uso para contactar con la piel es adecuado. En este estudio se propone el uso de alginatos con base odontológica para fundición de metales no férricos.

Se puede abundar que el uso los alginatos en la reproducción técnica y artística, y su uso como material de moldeo ha proliferado sustancialmente en los diez últimos años, debido a su elevada capacidad de copiado de modelos artísticos y técnicos. Estos materiales de moldeo pulverulentos están basados en los ácidos D-manúronico y L-gulurónico, procedentes de algas pardas marinas, cuya principal característica consiste en su transformación a estado gel irreversible mediante disolución en agua fría. La presencia de iones de calcio en la mezcla facilita que estos productos presenten propiedades aglutinantes y adhesivas. Los alginatos se dedican a diversas especializaciones (industria farmacéutica, medicina, ortopedia, industria alimentaria o en salud odontológica).

[1]. Doctoranda/o del Programa de Doctorado de Historia y artes. Universidad de Granada

[2]. CU. Departamento de Escultura. Universidad de Granada.

[3]. CU. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical Plástica y Corporal. Universidad de Granada.

Los alginatos de uso odontológico para la obtención de moldes son compuestos que incluyen también otros componentes que confieren estructura y compacidad a la mezcla resultante. El producto en polvo se mezcla con agua hasta generar un material progresivamente plástico, que permite obtener negativos mediante contacto con los modelos elegidos y su posterior despegue sin que se produzca rotura del molde gracias a una alta flexibilidad. El negativo que se obtiene tiene suficiente estructura como para recibir determinadas coladas de metales sin alterarse.

Experimental

El material esencial en este trabajo ha sido el denominado alginato dental de la marca Pháse Plus de la compañía Zhermack, descrito por el fabricante como un aglomerante basado en alginato para procesos de moldeado odontológicos.

Este material pulverulento tiene un componente cromóforo, entre otros. Amalgamado con agua tiene un proceso lento de fraguado que facilita la operación de mezclado, homogenización y puesta en uso. El producto ha sido empleado siguiendo las instrucciones del fabricante, tanto en procesos de mezclado como en la no inclusión de aditivos.

El trabajo de investigación desarrollado tiene una fase inicial experimental que ha inferido a tenor de la composición típica del producto y previsibles características refractarias del recubrimiento. Se ha estudiado el compuesto en su composición química, junto con diversos ensayos desti-

nados a valorar las propiedades de fraguado, pérdida de plasticidad y endurecimiento respecto a las estimadas propiedades como molde refractario.

Las pruebas sobre el producto empleado Phase Plus de la compañía Zhermack han sido análisis químicos de la materia, por medio de un espectrómetro de fotoelectrones de rayos-X Kratos Axis Ultra-DLD, del CIC-UGR; control de la transmisión de pulsos elásticos durante el fraguado del material mediante un emisor-receptor de ultrasonidos marca TICO ultrasonic testing instrument, perteneciente a Universidad de Granada, para la obtención del tiempo exacto de secado y retracción de la materia, y control de la evolución térmica durante el fraguado y endurecimiento del recubrimiento refractario con un termómetro Raytek Raynger PM Infrared Thermometer, propiedad instrumental de la Universidad de Granada.

En cuanto a procedimientos técnicos y escultóricos se hicieron pruebas de obtención de moldes, a partir de elementos anatómicos humanos, obtención de modelos en cera macizos para procesos complementarios de fundición a partir de los moldes solidificados con cantidades discretas de humedad, y obtención de vaciados en metal. Los vaciados de metal obtenidos se han hecho con ZAMAK 5, a partir de fusión de lingotes de esta aleación de zinc, acorde a norma UNE-EN 1774 (porcentaje de Al, 3,8-4,2; Mg, 0,035-0,06; Cu, 0,7-1,1; Fe, máx. 0,020; Pb, máx. 0,003; Cd, máx. 0,003; Sn, máx. 0,001; Ni, máx. 0,001; Si, máx. 0,02). Los moldes de alginato fueron desecados a 200 °C/24 h, con antelación a la colada de metal.

Resultados

El alginato dental es una sustancia pulverulenta que incluye coloides extraídos de las algas marinas pardas, los cuales se componen fundamentalmente de ácido algínico, es decir: un polímero de ácido gulurónico y ácido manurónico. Estos dos ácidos son los responsables de que se produzca el proceso de gelificación, actuando como retardadores del fraguado y plastificantes de la mezcla resultante, la cual endurece hasta presentar suficiente rigidez y resistencia mecánica con cierto grado de elasticidad. Todas estas propiedades facilitan la obtención de moldes con un gran nivel de detalle y copiado, así como la extracción del modelo empleado debido a la capacidad elástica de estos materiales. Los moldes obtenidos pueden ser inmediatamente utilizados para vaciar modelos que se adapten a los requerimientos del recipiente obtenido. La contracción de estos moldes es

muy pequeña, de manera que tras el endurecimiento de los vaciados los moldes pueden ser rotos con facilidad para extraer los modelos finales. La composición típica de estos productos aglomerantes queda recogida en la tabla 1. Las principales propiedades del aglomerante Phase Plus (Zhermack. Ltd) son las siguientes: tiempo de mezcla (45"); tiempo de trabajo a 23°C/73°F (1'35"); tiempo de polimerización a 23°C/73°F (2'35"); memoria elástica según ISO 1563 (99%); deformación permanente según ISO 1563 (11'5%).

Componente	Función	Porcentaje
Tierras diatomeas	Agregado/material de carga	60%
Sulfato de calcio	Aglomerante aéreo gipsoso	16%
Alginato de sodio	Retardante y plastificante	15%
Óxido de zinc	Agregado/material de carga	4%
Fluoruro potásico	Catalizador	3%
Fosfato de sodio	Retardante	2%

Tabla 1: Componentes del alginato comercial, según Anusavice, 1996.

Esta mezcla de componentes pone de manifiesto que se trata de un aglomerante a base de escayola con una importante carga silícea (tierra de diatomeas) y elementos cromóforos inorgánicos (blanco de zinc). El resto de los compuestos actúan como retardadores del fraguado de la mezcla y generadores de elasticidad limitada.

El análisis del producto realizado en este contexto mediante espectroscopía de rayos X se puede comprobar en los datos representados en la figura 1. Los datos del análisis del aglomerante Phase Plus (Zhermack. Ltd) no son muy diferentes, composicionalmente a los propuestos de forma genérica para este tipo de materiales odontológicos.

El 18% aproximado de carbono corresponde a la parte orgánica del aglomerante, es decir a los polímeros extraídos de algas. El resto, obviando el oxígeno, se decide mayoritariamente en la cantidad de silicio incorporado en forma de tierra de diatomeas; sodio, zinc y calcio corresponden con la parte inorgánica de las algas, carga cromófora y aglomerante aéreo gipsoso. Finalmente aparecen otros elementos minoritarios que otorgan a la mezcla un retardo en el fraguado. Sí es destacable que este material y otros análogos presentaran propiedades aglomerantes (escayola) y refractarias (escayola-yeso-sílice), siendo esta última propiedad verdaderamente novedosa, así como elemento destacable en este trabajo de investigación.

En relación a sus propiedades de aglomeración y copiado de modelos (obtención de negativos), el producto pulverulento fue amasado según las indicaciones del fabricante. Para ello se emplearon proporciones exactas a partir de las relaciones siguientes: 18 gramos de producto en polvo y 36 ml de agua refrigerada, vertida sobre el polvo, hecho que aumenta los tiempos de manipulación del producto en estado gel (Bello, 2014). La mezcla así manipulada toma una coloración púrpura que prevalece durante los primeros 45 segundos, para posteriormente tornar a un color rosáceo, hasta finalmente completamente blanca, hecho que indica el inicio de coagulación de la mezcla.

La figura número 2 muestra el comportamiento de la mezcla durante el proceso de coagulación, fraguado y endurecimiento obtenido mediante aplicación de pulsos ultrasónicos desde el tiempo 0, hasta 450 (min ½). Igualmente se representa en la gráfica la variabilidad térmica de la mezcla respecto al tiempo de endurecimiento.

De su estudio se puede deducir principalmente que el tiempo de coagulación necesario en la mezcla, para que

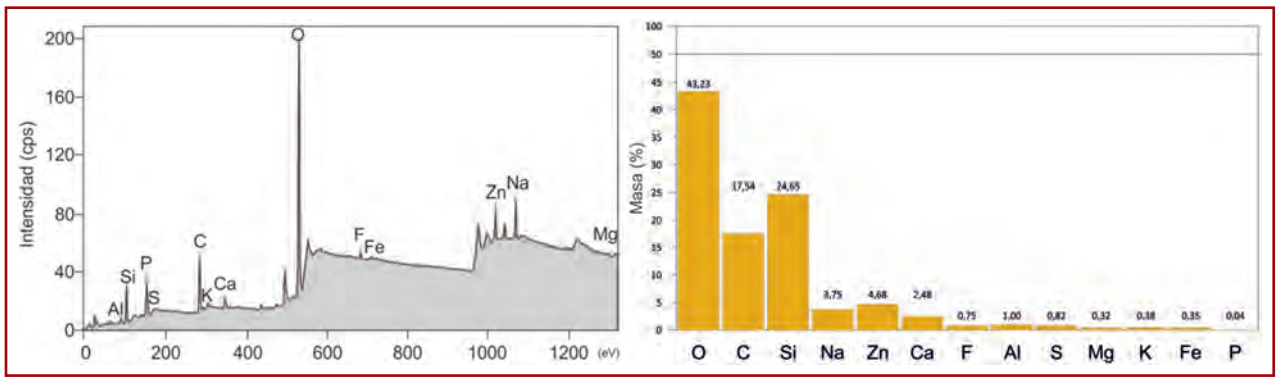


Figura 1. Espectrograma de rayos X, correspondiente a una muestra del aglomerante Phase Plus utilizado en este estudio (alginato dental) con indicación cualitativa de los diferentes elementos de la muestra (izquierda), así como histograma cuantitativo de éstos (derecha).

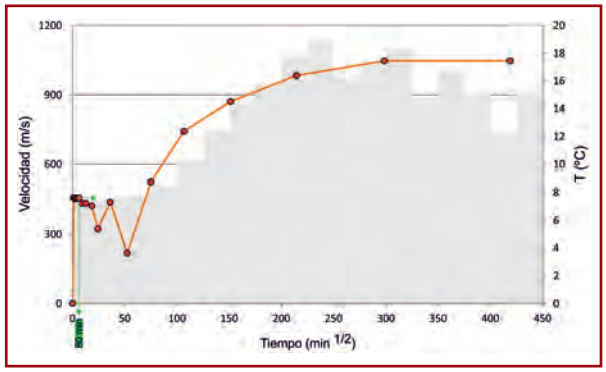


Figura 2. Variabilidad en la velocidad de transmisión de pulsos ultrasónicos (m/s) y de temperatura en la mezcla de alginato odontológica, en función del tiempo (min ½) de coagulación-fraguado y endurecimiento.

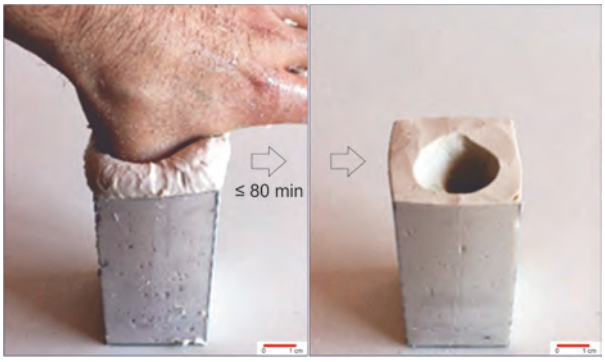


Figura 3. Proceso para obtención de molde a partir de modelo humano con aglomerante aéreo de alginato odontológico de la marca Pháse Plus. El tiempo recomendado para extraer el modelo corresponde con un máximo de 80 minutos.

presente la elasticidad suficiente se sitúa aproximadamente a los 80 minutos de su puesta en obra. Entendemos que éste es el tiempo máximo para procurar un molde adecuado y extraerlo del modelo objeto de copia con las suficientes garantías, respecto a su calidad de copiado (figura 3). Además, a partir de los 160 minutos el material adquiere rigidez suficiente, por lo que la extracción de modelos o vaciados estará exenta de elasticidad y, probablemente el molde deba romperse. Desde el momento de extracción del modelo (máximo 80 min) en adelante los moldes pueden ser empleados para obtener vaciados compatibles con el material que los constituyen: en este caso experimental el vaciado se realizó con una colada de cera líquida (167 °C), especial para fundición escultórica. Una vez endurecida la colada se procedió a su extracción mecánica (figura 4).

Para proceder a la colada de metales en este tipo de moldes no es difícil deducir, a tenor de sus principales componentes, que deben presentar suficiente refrac-

Figura 4. Proceso de obtención de vaciado en cera mediante la utilización de moldes realizados en alginato odontológico Pháse Plus, a partir de 80 minutos del amasado con agua del producto pulverulento.

tariedad (punto de fusión del yeso-escayola, 1370-1450 °C; punto de fusión del silicio, 1710 °C) como para recibir coladas de metales no férricos y férricos, habitualmente utilizados en la fundición técnica y artística.

En este estudio se empleó una aleación de ZAMAK 5, fundida a temperatura de aproximadamente 400 °C y seguidamente colada en el molde con excelentes resultados (ver figura número 5).

El tiempo de secado de los moldes consistió en un ciclo de 24 h a 200 °C, para minimizar la corrosión inter cristalina en la superficie del objeto de ZAMAK 5 resultante. Igualmente el molde refractario de alginato odontológico fue englobado en un contenedor de arena vibrada.

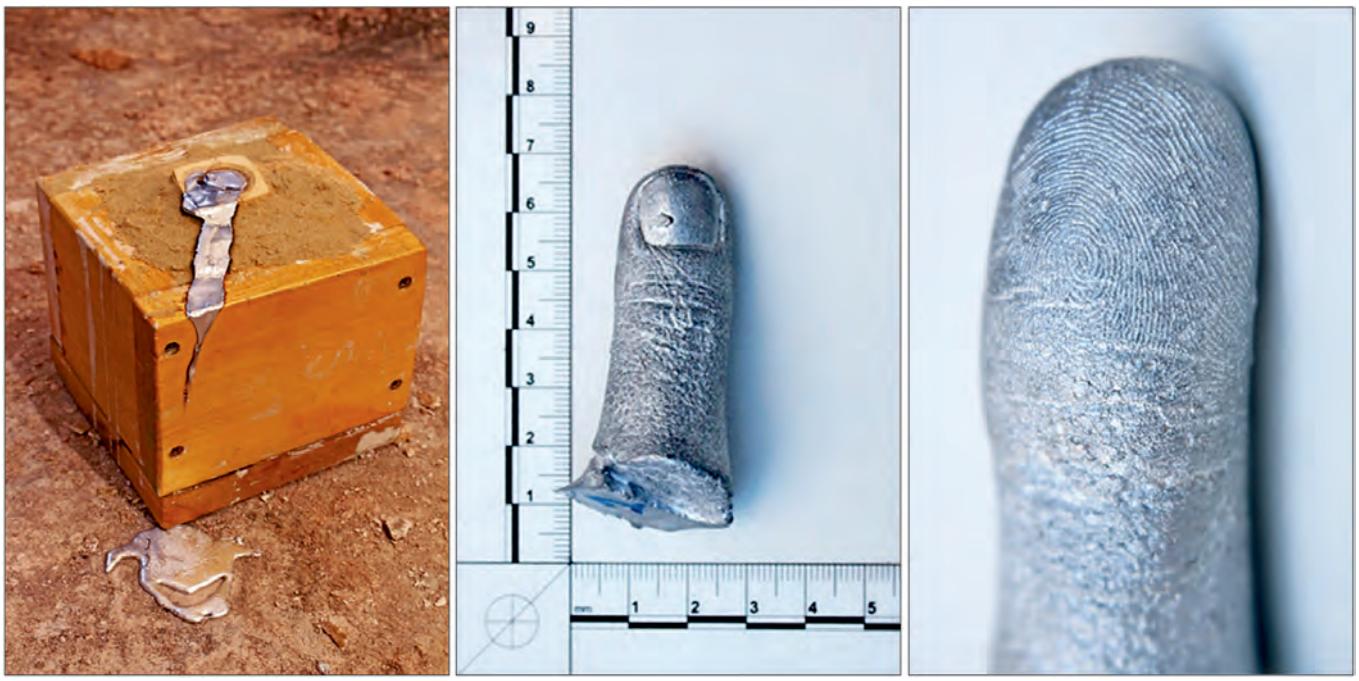


Figura 5. Proceso de obtención de vaciados en metal-aleación ZAMAK 5 a partir de moldes realizados en alginato odontológico Pháse Plus, tras secado de molde durante 24 h a 200 °C.

Los resultados concernientes a esta fase son excelentes en varios aspectos relativos a su capacidad de contención de coladas de metal y adecuada refractariedad (en este caso ZAMAK 5), así como una excelente calidad de copiado de los vaciados de metal.

Conclusiones

El material presentado (alginato odontológico Pháse Plus), puede ser empleado en procesos intermedios de fundición técnica y escultórica, facilitando los tiempos de copiado de modelos y simplificación en la elaboración de moldes (en su caso moldes de una sola pieza).

Por otra parte puede recibir coladas de metales de baja fusibilidad sin problemas añadidos en los manufacturados resultantes, con mínima presencia de rebarbas y escasos procesos de mecanizado.

Entendemos, a pesar de no haber realizado coladas de metales de fusibilidad mayor, que es posible obtener vaciados con mayores temperaturas a las expuestas en este trabajo, asociadas a coladas de aluminio (≈700-1.200 °C) y metales del grupo Cu.

Referencias

— Anusavice, K. J., (1996.) Philips Science of Dental Materials. Missouri, EEUU: Saunders Elsevier.

— Bello, J. (2014) Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos. Navarra, España. Ed. Díaz de Santos.

— UNE-EN 1774 (1998). Cinc y aleaciones de cinc. Aleaciones para fundición. Lingotes y estado líquido.

Agradecimientos

Los resultados de esta investigación se deben a la financiación del Grupo HUM 629, Universidad de Granada, de la Junta de Andalucía-España.

Uso de susceptores como alternativa para el descere de cascarilla cerámica en la fundición artística

Por Juan Carlos Albaladejo González[1], Fátima Acosta Hernández[2], Soledad del Pino de León[3] e Itahisa Pérez Conesa[4]

El origen de la presente propuesta parte del proyecto de investigación "Alternativas al descere en la fundición de cascarilla cerámica (ceramic shell casting): técnica por microondas", HAR2010-17570 financiado por el Plan Nacional de I+D+I, con la ayuda del cual se pudo fabricar el primer prototipo de horno de microondas y la primera patente ES2519990 A1 (07.11.2014). Patente que incluye el diseño y fabricación de un horno microondas específico y un procedimiento que perfecciona la fundición de moldes en cascarilla cerámica para obras de arte, joyería, diseño y objetos de pequeño y mediano formato, a la vez que permite ahorrar energía, tiempo y costes.

Se trata de un sistema de descere alternativo para moldes de cascarilla cerámica, basado en el uso de susceptores, sensibles a las microondas con alta composición molecular, teniendo una reacción magnetocalórica a la radiación producida por una fuente de microondas convencional.

Se basa, como dijimos, en el uso de unos materiales denominados susceptores, los cuales presentan un comportamiento catalizador en la transferencia de energía electromagnética hacia una energía térmica y su consecuente transmisión por conductividad a la capa de cera moldeadora de la escultura, posibilitando un descere controlado, suave y no agresivo, tanto para las piezas como para el medio ambiente, en contraposición a la técnica tradicional del choque térmico (Flash Dewaxing). Una alta conductividad resultante de la composición del material susceptor consigue una disminución drástica en los tiempos de descere, a causa de la elevada celeridad en el aumento de su temperatura, posibilitando la evacuación de la cera sin roturas en el molde.

[1] Catedrático escultura Facultad BBAA, Universidad de La Laguna.

[2] Profesora titular Facultad BBAA, Universidad de La Laguna.

[3] Profesora Facultad BBAA, Universidad de La Laguna.

[4] Profesora Facultad BBAA, Universidad de La Laguna.

La posibilidad de no combustionar la cera o cualquier otro material termodegradable, implica una mejora considerable en la manipulación y control del proceso, ya que, si bien se necesita una transmisión calórica, ésta estará siempre en unos márgenes razonables a la hora de gestionar unos residuos propios de las técnicas tradicionales: Generación de CO_2, CO y todas aquellas cenizas y restos de una combustión convencional. No solamente la eliminación de restos justificaría ya de por sí este sistema, sino que la recuperación de cera estaría en torno al 95%.

En la actualidad, esto es una cantidad imposible en cualquier otro sistema donde estaríamos hablando del 20 ó 30% de la cera utilizada.

Los objetivos de la investigación se orientan hacia la necesidad de simplificar cada vez más los distintos procesos de Fundición, pudiéndose descerar en un horno microondas con total seguridad, resolviendo problemas de emisión de gases y consumo eléctrico en los talleres de Bellas Artes y en los pequeños talleres particulares.

Cascarilla cerámica; descere

El proceso de fundición a la cera perdida, en cualquiera de sus técnicas, supone la eliminación de la cera eficazmente, no exento de los problemas inherentes que comúnmente se presentan en cualquier tipo de fundición.

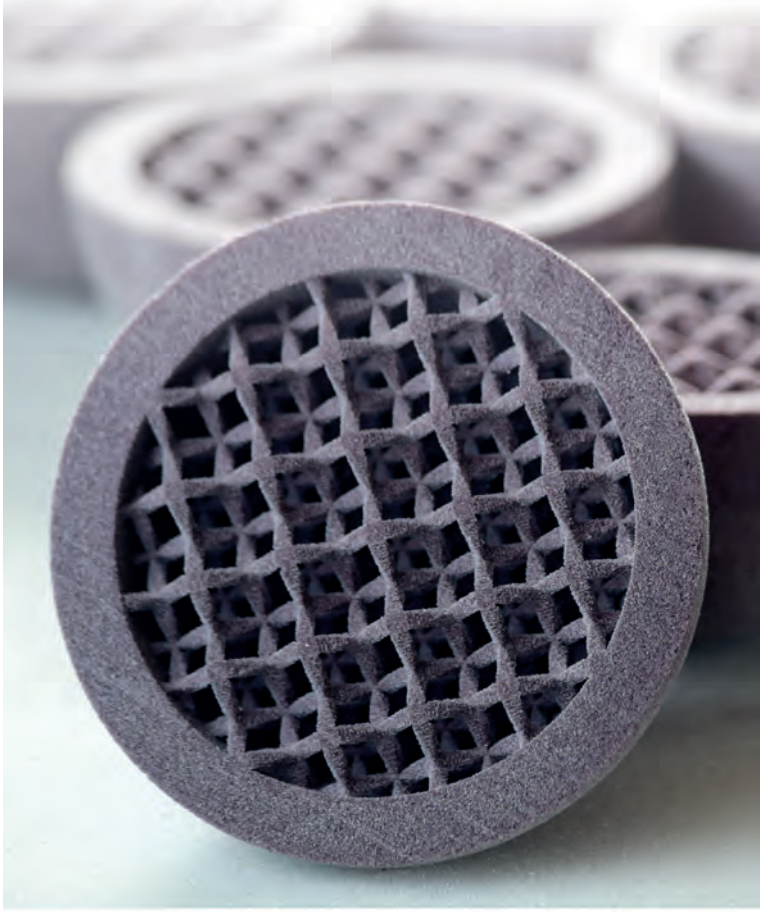
Este tipo de proceso data de la antigüedad y con muchas variantes, es por ello que podemos encontrarlo en culturas distantes ejecutado con diversas técnicas.

El descere es el punto que afianza la denominación de la técnica a la cera perdida, consistiendo ésta en la extracción total de la cera de la cavidad de un molde para que el metal fundido ocupe su lugar.

Por consiguiente, esta parte del proceso tiene como objetivo que el metal caliente no se encuentre ni con humedad ni por supuesto cera, ya que la gasificación de ésta, al ser combustible, destruiría el molde y provocaría un desastre casi inevitable.

Trabajo que se complica, ya que el objetivo radica en derretir la cera de la forma más eficaz

Maximiza
tu beneficio
con machos
y moldes
impresos en 3D.
Nuestros expertos
están a tu
disposición.



ExOne®
DIGITAL PART MATERIALIZATION
ExOne.com • europe@exone.com

OFFICIAL PARTNER:
HOSSL
Hermann Otto Suderow SL
+34 94 480 0018 • info@hossl.com

posible sin alterar las cualidades de la cascarilla cerámica. No cabe duda que si bien el objetivo es la desaparición de la cera, las infraestructuras, la peligrosidad y el espacio son factores a tener en cuenta. Por ello es el rango más crítico y violento de todo el procedimiento.

Se ha avanzado mucho en cuanto a la fusión del metal desde el horno de reverbero renacentista hasta los hornos de Inducción, pasando por crisoles, quemadores, resistencias eléctricas, etc.

Pero una mufla sigue siendo una mufla. Claro que han mejorado en diseño y economía, pero leña o electricidad, gas o gasoil, el concepto de quemada sigue siendo el mismo.

Esto es, meter un molde refractario en un horno, subir lentamente la temperatura en una curva cuidadosamente controlada, y esperar que primero el agua y luego la cera hayan desaparecido por completo. Así fue siempre y así es ahora, aunque en los últimos veinte años ha irrumpido un nuevo tipo de molde y su técnica correspondiente. La "Ceramic Shell Casting" o Cascarilla Cerámica.

Desde luego es un molde cerámico, y eso es muy antiguo, pero es una cerámica muy especial. La cascarilla cerámica tiene forma, material y constitución cerámica, pero no es una cerámica, sino un híbrido final entre cerámica y vidrio. La cascarilla cerámica no tiene el mismo tratamiento que cualquier otro molde cerámico.

Debido a su porosidad y resistencia es el material óptimo para dirigir el diseño y construcción de esta nueva alternativa. Si sometemos la cascarilla a un aumento de temperatura gradual debido a la expansión de la cera, éste se acabaría rompiendo, ya que la expansión del molde es inferior al que se produce con la cera.

Para evitar roturas en el molde, la cascarilla cerámica se somete al modo de descere denominado descere rápido (ing. flash dewaxing) o choque térmico, que consiste en

Probeta con los 3 recubrimientos

calentar un horno previamente (entre 600 y 800 °C) e introducir el molde con la intención de calentar rápidamente la superficie de la cera en contacto con la cascarilla, creando una junta de dilatación entre el modelo y el molde, es decir, un pequeño espacio que dé cierto margen de dilatación al resto de cera. Será entonces cuando se evacuará el resto de la cera sin provocar roturas.

Uso de susceptores para el descere por microondas

El funcionamiento de un microondas se basa en la radiación electromagnética que excitan las moléculas de agua, que son las que por conducción, producen el calor. Si introducimos un material de naturaleza orgánica como es la cera, conseguiremos derretirla gracias a las moléculas de agua que posee.

El descere con microondas no es posible utilizando el procedimiento de la cascarilla cerámica, tal y como hasta ahora se viene realizando, ya que al calentarse la cera de manera gradual y heterogénea, el aumento de volumen de la cera acaba por quebrar el molde cerámico. Esto ocurre porque los componentes del molde, al ser

cerámicos, no se ven afectados por las microondas, siendo las moléculas de cera la que las recibe.

Esta reacción o acumulación de calor se produce de manera progresiva, ya que si bien es posible gracias a la naturaleza magnética de la molécula de agua, ésta no es suficientemente potente para provocar un aumento de temperatura inmediato.

Por ello, si queremos calentar la pieza hasta una temperatura determinada, debemos contar con el factor tiempo. Este factor tiempo es contraproducente para nues-

tro objetivo, ya que en milésimas de segundo se debe calentar la superficie de la cera, para crear una junta de dilatación y acercarnos lo más posible, al descere por choque térmico.

Para poder reproducir dicho efecto, iremos añadiendo a la primera capa del molde de moloquita materiales de alta composición molecular, que consiguiendo que se caliente gradualmente pero mucho más rápido que las moléculas de agua de la cera, generando así la junta de dilatación que estamos buscando. Este material aditivo al molde refractario captador de microondas, se llama susceptores, consistentes en un material de recubrimiento eléctricamente activo.

En términos genéricos, los susceptores son materiales dieléctricos con alta conductividad capaces de absorber las microondas e incrementar su temperatura, es decir, convertir la energía electromagnética en calor. Éste absorbe una porción de la energía de microondas dentro de la cavidad del horno y esta absorción reduce la cantidad de energía microondas disponible.

Simultáneamente, el susceptor proporciona energía térmica mediante transferencia de calor por conducción o radiación. Este procedimiento que genera el susceptor es óptimo para nuestro procedimiento. La fundición a la cascarilla cerámica permite incidir directa e independientemente en la composición de cada una de las capas que conforman el molde, por lo que se convierte en el procedimiento perfecto para incorporar una sustancia que haga las veces de molécula bipolar.

Añadiendo sobre la primera capa del molde una sustancia electromagnética, ésta absorberá las microondas para convertirla en calor, así pues la capa superficial de cera se calentará simultáneamente de forma inmediata y creará una junta que evacuará de forma efectiva el resto de la cera sin afectar al molde. Evitando una expansión térmica de la cera excesiva que provoque grietas en el molde cerámico.

Los resultados de ensayos experimentales sirvieron de estudio y se extrajeron conclusiones de gran valor para la eficacia de esta nueva técnica de descere.

Sólo la superficie de cera en contacto con el molde debía licuarse para dejar una junta de dilatación segura, para la expansión posterior del resto de la cera y reproducir casi a la perfección el choque térmico.

Para ello hay que desarrollar la idea de un sistema que tiene como protagonista los estucos absorbentes de microondas (SUSCEPTORES), aumentando así la tasa de velocidad en el aumento de temperatura en una zona controlada.

Añadiendo el estuco a la primera capa del molde de cascarilla, conseguiremos que esta capa se caliente gradualmente pero mucho más rápido que las moléculas de agua de la cera.

Los susceptores son materiales conductores con un comportamiento resistivo cuando son expuestos a campos electromagnéticos, dadas sus propiedades dieléctricas y que se calientan por el efecto Joule en un periodo de tiempo muy corto.

De esta manera se consigue un efecto muy parecido al que se produce en el descere rápido (ing. flash dewaxing), por medio de un calentamiento brusco de toda la superficie de la cera, lo suficiente como para que comience a derretirse estratificadamente y a extraerse del molde por la boca del mismo, evitando así su fractura mecánica. Además, el calor irradiado por la capa del susceptor contribuye a la deshidratación del molde.

CONCLUSIÓN

Basado este procedimiento en un sistema de susceptores, se procede a un estudio exhaustivo de materiales determinando un proceso que facilite y resuelva los problemas de descere que cualquier fundidor ha tenido que solventar. De este modo habremos llegado a nuestro principal objetivo; reproducir la técnica (ing. flash dewaxing) o choque térmico, sin intervenir en las cualidades de la cascarilla cerámica. Este proyecto ha derivado en el trabajo y desarrollo de la tesis doctoral de Itahisa Pérez Conesa, dirigido por Juan Carlos Albaladejo, investigador principal del proyecto y Soledad del Pino profesora de la Facultad de Humanidades y coordinadora del grupo de investigación implicado en el proyecto; "Técnicas y Procedimientos Escultóricos".

La aplicación y mezcla de los susceptores adquiere un papel importante. El objetivo principal de su empleo es calentar homogéneamente la superficie de cera en contacto con el molde, aumentando su temperatura antes que en cualquier otra zona de la pieza. En la actualidad, la investigación se encuentra en constante evolución y desarrollo con el fin de implementar en los centros tanto docentes como profesionales este procedimiento.

Debido a la velocidad de desarrollo e innovación de los sistemas de microondas, se continúa trabajando en un segundo proyecto nacional I+D+I "Alternativas al descere en la fundición de cascarilla cerámica (ceramic shell casting): técnica por microondas II"(2016-2019) contando como investigadoras principales Fátima Acosta y Soledad del Pino de León.

Coyuntura del metal

Por Confemetal

COYUNTURA DEL METAL

Actividad Productiva

La producción industrial de Metal, medida con el Índice de Producción del Metal (IPIMET) corregido de efecto calendario, anota en el mes de julio un crecimiento del 3,6% respecto al mismo mes del año anterior, tras el 4,7% registrado en el mes de junio; en la serie original aumentó un 7,9% en julio, tras el 1,6% registrado en junio. En el segundo trimestre del año, el índice en su serie corregida se anota un incremento del 3,8%, cinco déci-

INDICADORES DE ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DEL METAL

Tasas de Variación. Índices Base 2015=100

% sobre mismo periodo del año anterior	% variación - Índices de Producción			% variación - Índices de Cifra de Negocios			% variación - Índices de Entrada de Pedidos		
	jul-18	jun-18	ENE-JUL 18	jul-18	jun-18	ENE-JUL 18	jul-18	jun-18	ENE-JUL 18
24. Metalurgia, fab. productos acero, acero y ferroaleaciones	1,0	4,5	2,6	7,5	18,4	12,4	8,7	15,7	11,9
25. Fab. prod.metálicos exepto maquinaria y equipo	5,1	5,7	3,0	4,9	5,1	5,4	-13,7	12,6	3,7
26. Fab. prod. informáticos, electrónicos y ópticos	6,9	15,7	7,8	5,5	9,0	3,9	7,5	14,7	8,8
27. Fabricación de material y equipo eléctrico	6,4	8,2	5,2	21,8	17,8	12,6	2,9	18,8	9,5
28. Fab. de maquinaria y equipo n.c.o.p. (*)	3,3	4,8	6,0	-0,5	6,6	5,6	-0,5	5,4	1,0
29. Fab. vehículos de motor, remolques y semirremolques	6,1	2,1	2,0	2,4	6,7	4,8	0,1	-3,1	2,0
30. Fabricación de otro material de transporte	-3,4	-2,4	0,7	14,8	-0,3	1,7	-17,1	-41,6	10,6
33. Reparación e instalación de maquinaria y equipo	0,1	9,5	6,4	3,8	-4,5	0,6	6,2	-4,8	-1,6
Industria del Metal	**3,6**	**4,7**	**3,6**	**6,0**	**6,8**	**5,8**	**-3,5**	**2,8**	**4,4**

(*) n.c.o.p.= no clasificado en otra parte. - Fuentes: INE y Confemetal

mas más que en el trimestre anterior. En lo que va de año, se anota un aumento del 3,6% en la serie corregida de calendario (2,9% en 2017), y un 4,3% en la serie original (2,9% en 2017). Por ramas de actividad en el mes de julio, cabe destacar en la serie corregida de efecto calendario el tono positivo en todas las ramas de actividad, excepto la fabricación de otro material de transporte.

El Índice de Cifra de Negocios de la Industria del Metal (ICNMET) corregido de efecto calendario, que mide la evolución de la demanda actual y la facturación, aumentó en julio un 6% (provisional), tras el 6,8% de junio. En el segundo trimestre, se registró un crecimiento del 5,9%, dos décimas más que en el trimestre anterior.

En el acumulado del año, se anota una tasa de variación positiva del 5,8% (6,3% en 2017). La evolución de la cifra de negocios, según las ramas de actividad del Metal en el mes de julio, ha sido positiva en todas las ramas de producción, destacando la fabricación de material y equipo eléctrico, a excepción de la fabricación de maquinaria y equipo.

El Índice de Entrada de Pedidos de la Industria del Metal (IEPMET) corregido de efecto calendario, que mide la evolución de la demanda futura, experimentó un disminución en julio del 3,5% (provisional), después de un incremento de 2,8% registrado en junio, acumulando así en lo que va de año, un incremento del 4,4% (6,7% en 2017).

En el segundo trimestre, la tasa de variación de la serie corregida fue de un 6,5%, un punto y medio más que en el primer trimestre. Según las ramas de actividad, la evolución de la entrada de pedidos en el mes de julio ha sido positiva en todas las ramas de actividad, a excepción de la fabricación de productos metálicos y fabricación de maquinaria y equipo.

Comercio Exterior

Las exportaciones del Sector del Metal en julio aumentaron un 5,4% en comparación al mismo mes del año anterior, después del incremento registrado en junio, del 2,2%. En lo que va de año, las exportaciones suben la tasa del año hasta el 2,7%, en comparación al mismo periodo del año anterior. Por su parte, las importaciones del Metal aumentaron en julio un 12,3%, tras el incremento del 7,9% en junio. En lo que va de año, las importaciones registran una tasa de 5,4%, en comparación al mismo periodo del año anterior. El saldo comercial en julio fue negativo (-954 millones de euros), tras la también negativa tasa de variación de junio (-833 millones de euros). El saldo acumulado en los siete primeros meses del año es -5.286 millones (-3.284 en 2017).

Por tipos de bienes y para el mes de julio, las exportaciones de metales comunes y sus manufacturas suben un 11,4%, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico suben 4%, las de material de transporte suben un 4,4% y las de instrumentos mecánicos de precisión caen un 2,1%.

Asimismo, las importaciones de metales comunes y sus manufacturas suben un 23,5%, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico suben un 10,4%, las de material de transporte aumentan un 10,1%, y las de instrumentos mecánicos de precisión igualmente suben un 7,2%.

Mercado Laboral

El número de afiliados a la Seguridad Social en la Industria del Metal alcanzó en el mes de agosto de 2018 la cifra de 770.247 personas, lo que supone 8.553 personas menos con respecto al mes anterior y 23.876 más que en el mismo mes del año anterior. En términos relativos, se anota un incremento del 3,2% interanual, cinco décimas menos que el registrado en julio. Se alcanza así un promedio en lo que va de año de 769.968 afiliados, un 4,3% superior al crecimiento registrado en el mismo periodo del año anterior.

Según la EPA, el número de ocupados en la Industria del Metal (divisiones CNAE 2009 del 24 al 30 y el 33) alcanzó la cifra de 1.020.100 en el segundo trimestre de 2018, lo que supone un aumento del 6,3% respecto al mismo trimestre del año anterior y 60.400 empleos más que un año antes, y 27.800 empleos más que en el trimestre anterior.

El número de parados EPA en la Industria del Metal en el segundo trimestre de 2018 alcanzó la cifra de 42.600 personas, lo que supone un decremento del 9,2% en comparación al mismo trimestre del año anterior, alcanzándose en la media de año 2018 un total de 49.300 personas desempleadas de media en toda la Industria del Metal, lo que supone un aumento del 4,2% con respecto al año anterior.

La población activa se mantiene por encima del millón de personas (1.062.700), un 5,6% más que en el mismo trimestre del año anterior. La tasa de paro baja hasta el 4% de la población activa, desde el 5,3% del trimestre anterior.

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS MEDIOS (1) - PRODUCTOS SIDERÚRGICOS
(Índice Base Octubre 2003 = 100)

AÑO 2018	MAR	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
- Perfiles estructurales (HEB)	152	151	147	155	154	156
- Perfiles comerciales (angulares)	158	158	155	152	158	158
- Corrugado	159	157	154	157	160	162
- Chapa laminado frío	164	164	164	164	164	164
- Chapa laminado caliente	181	181	181	183	183	183
- Chapa galvanizada	164	164	164	164	164	164
- Tubos decapados	129	147	144	141	141	141

(1) Estos datos deben tomarse como un índice de tendencia, en ningún caso como referencia firme de precios. Fuente: UAHE

ÍNDICE DEL PRECIO PARA EL ACERO CORRUGADO

Índice Base enero 2014 = 100	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
INDICE	109,09	106,25	105,11	107,17	109,22	109,24
% var. con respecto al mes anterior	-0,87	-2,60	-1,07	1,96	1,91	0,02
% variación con respecto al mismo mes del año anterior	17,19%	17,99%	19,89%	18,13%	11,28%	6,66%

Fuente: Cámara de Comercio de España

Evolución del Mercado de Productos de Acero

Productos Siderúrgicos Largos

La información facilitada por la Unión de Almacenistas de Hierros de España (UAHE) se refiere a la evolución de los precios medios de diversos productos siderúrgicos, referidos a un índice base=100. Este índice se calcula en base a los datos obtenidos en los diez primeros días de cada mes. El índice toma como referencia el precio del producto en el mes de octubre de 2003 al que se le da valor 100.

Precios de Acero Corrugado

La Cámara de Comercio de España elabora mensualmente el Índice de Precios para el Acero Corrugado en España. En la elaboración de este índice colaboran las empresas del sector, tanto productores de la materia prima, como demandantes.

El Índice Cámaras del Precio para el Acero Corrugado de septiembre de 2018 fue 109,24 puntos, lo que supone una variación del 0,02% respecto al dato de agosto (109,24). Con respecto al mismo mes del año anterior, el Índice de Precios ha aumentado un 6,66%.

OCASIÓN

GRANALLADORA DE TAMBOR
ALJU – TAMBRO 1000
CAPACIDAD DE CARGA : 500 kg
PUESTA A PUNTO EN 2016

EN JEGAN SAL
TF. 943 199290
email: kibarzabal@jegan.es

Winoa inaugura en Balmaseda la planta de granalla de acero más moderna y eficiente del mundo

La nueva planta de Winoa Ibérica, en las afueras de la localidad vizcaína de Balmaseda, es la más moderna del mundo en su campo y produce granalla de acero de alto valor añadido de forma sostenible y eficiente. La multinacional ha invertido más de 20 millones de euros en estas instalaciones.

La fábrica ocupa una superficie de 30.000 m² en la que se han edificado cuatro naves interconectadas entre sí, para mejorar la distribución y comunicación en los procesos productivos. Los trabajos dieron comienzo en junio de 2016 y han concluido este pasado verano.

Cuenta con hornos de inducción, hornos para el tratamiento térmico, estaciones de cribado y cintas transportadoras para el almacenamiento y empaquetado. Además, las instalaciones auxiliares incorporan la mejor tecnología disponible en el control de agua y tratamiento del aire.

"La planta está completamente automatizada y controlada de forma centralizada para asegurarnos la producción de abrasivos de acero de máxima calidad de forma eficiente y flexible. Gracias a las nuevas instalaciones

podemos adaptarnos mejor a las cambiantes necesidades de nuestros clientes y especializarnos en productos "Premiun", con alto valor añadido", destaca Luis Resusta, Director General de Winoa Ibérica.

La operación ha sido posible gracias al convenio suscrito con el Ayuntamiento de Balmaseda, la Diputación Foral de Bizkaia y el Gobierno Vasco, para favorecer la implantación de un proyecto estratégico.

Producción sostenible de granalla para un mercado global

El uso de la granalla de acero para el tratamiento de superficies es habitual en diferentes sectores industriales: automóvil, acero, energías renovables, transporte ferroviario y naval, y construcción, entre otros.

Al igual que otras plantas del grupo, la fábrica vizcaína se caracteriza por la sostenibilidad en sus procesos al utilizar acero de fuentes recicladas para la producción de la granalla, que tras su uso por parte de los clientes vuelve a ser procesada para lograr nuevo abrasivo listo para su consumo.

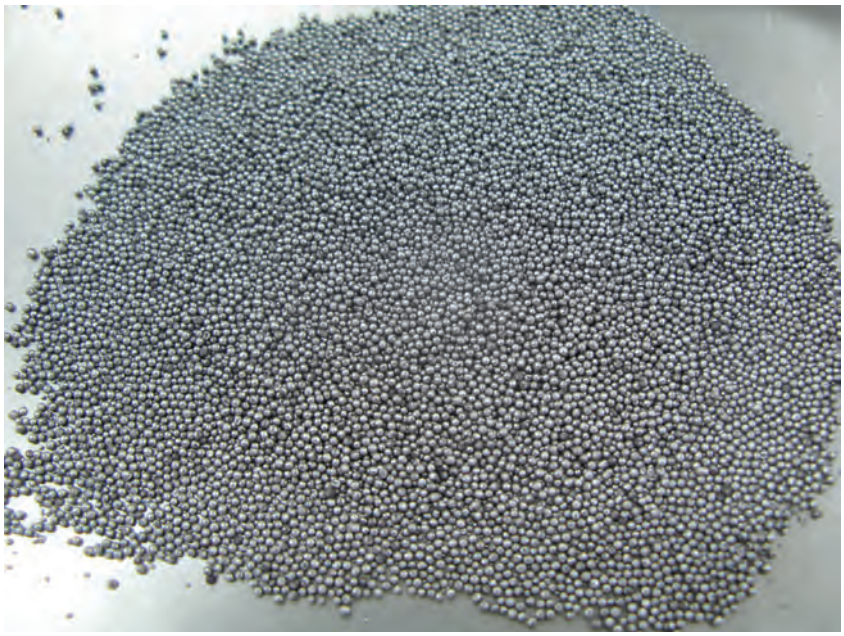
La nueva planta de Winoa en Balmaseda cuenta con las más modernas técnicas de producción para reducir la huella medioambiental: sistemas dobles de depuración para garantizar un ambiente limpio dentro y fuera de la planta, equipos de recuperación de calor, iluminación inteligente y una estación de tratamiento de agua.

Sobre Winoa Group

Winoa Group es líder mundial en su sector gracias a los 10.000 clientes de 120 países que confían en sus productos. Para seguir siendo la empresa más competitiva del mercado apuesta por la renovación permanente, tanto en producto como en los servicios personalizados que proporcionan sus expertos técnicos.

"Nuestra compañía ha establecido su liderazgo y su estrategia sobre varios pilares: formar un equipo con nuestros clientes para la optimización de sus procesos productivos, ofrecer oportunidades a nuestros empleados y trabajar por su seguridad y demostrar al mercado que somos un proveedor rentable y de confianza", éstas son las claves del éxito para Pierre Escolier, Presidente Director General de Winoa Group.

Winoa Group cuenta con 1.000 empleados en 120 países repartidos por todos los continentes, 11 plantas de producción y centros propios de investigación y desarrollo para ofrecer siempre a sus clientes productos de alta calidad, con un tratamiento personalizado para buscar en cada caso las soluciones más adecuadas.



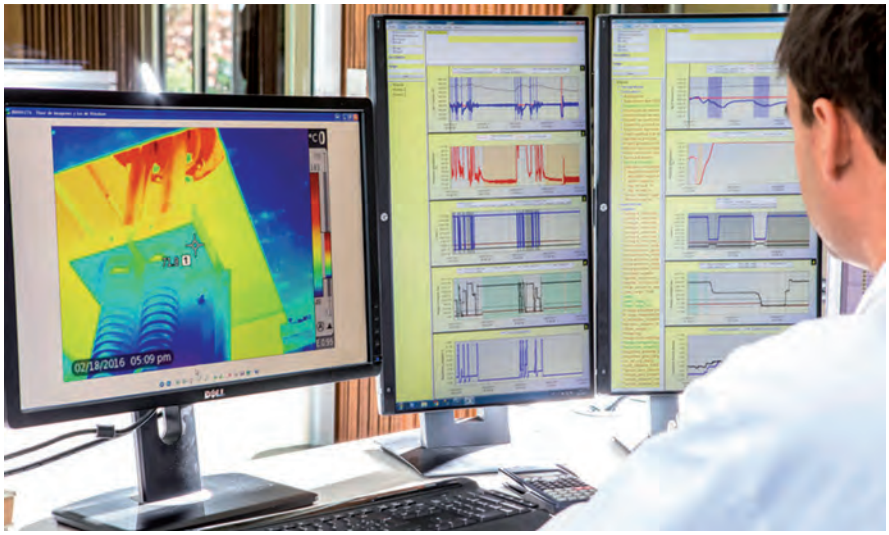
GHI Smart Furnaces presenta una tecnología innovadora para estampación en caliente

Mayor disponibilidad con mínimos costes de mantenimiento

Construido sobre un equipo de ingeniería con amplia experiencia en productos y procesos, GHI Smart Furnaces ofrece un nuevo concepto de horno inteligente que combina las más altas especificaciones de productividad con un mínimo coste de mantenimiento. El nuevo horno de calentamiento desarrollado por GHI, "OnStamp by GHI" presenta una tecnología innovadora, en proceso de patente, que elimina las limitaciones que generalmente se encuentran con los equipos tradicionales de estampación en caliente, como la baja disponibilidad y los altos costes de mantenimiento. El proceso de estampación en caliente es un proceso cada vez más utilizado en la industria de automoción, ya que permite la producción de piezas estructurales de acero endurecido de ultra alta resistencia. Esto da como resultado vehículos más ligeros y un consumo más eficiente de combustible; también aumenta la resistencia contra choques y por lo tanto da como resultado estándares de seguridad más altos.

El horno recientemente desarrollado para estampación en caliente utiliza un sistema original que comprende un mecanismo doble para movimiento de avance y elevación.

Tecnología original que ayudará a aumentar el OEE



Los equipos de GHI se diseñan desde el primer momento para estar integrados a la Industria 4.0.

GHI ha desarrollado su propia tecnología innovadora "OnStamp by GHI" para mover blanks a través del horno. Esta tecnología se basa en un sistema original que comprende un mecanismo doble para el movimiento de avance y elevación. La tecnología ha sido probada, utilizada y validada en varias plantas por uno de los principales proveedores mundiales de piezas estampadas en caliente para el sector de la automoción. El profundo conocimiento de GHI sobre el producto y el proceso, junto con un gran esfuerzo en el desarrollo de la tecnología, ha permitido el desarrollo de equipos robustos y de alta calidad.

OnStamp by GHI ofrece ventajas significativas sobre otros equipos tradicionales en el mercado. Proporciona alta precisión y repetibilidad en la salida de piezas, evitando la ubicación incorrecta de piezas y evitando movimientos innecesarios.

Esto ha permitido a GHI simplificar la mesa de centrado y hacerla más segura. Además, se elimina la necesidad de reemplazar y mantener los rodillos, lo que reduce enormemente el coste de operación del horno. Todo esto da como resultado, altas tasas de disponibilidad debido a un menor número de interrupciones de línea, lo que permite a los clientes de GHI aumentar su OEE.

El nuevo horno está disponible en diferentes configuraciones. GHI tiene una gama de tamaños de horno que, a través del diseño modular, cubren diferentes escalas de producción y pueden alcanzar una tasa máxima de 7.400 kg/h, con la capacidad de procesar lotes de hasta 8 blanks. Además, para la misma tasa de producción, el horno ocupa aproximadamente el 30% de la superficie, ya que la distancia entre los lotes de piezas es menor y es posible el diseño en línea.

SMART FURNACES FOR A SMART WORLD

Desde el inicio, Onstamp by GHI fue diseñado para integrarse en la Industria 4.0, lo que garantiza sus características durante toda su vida útil y asegura el cumplimiento de los requerimientos del sector de la automoción y los estándares de estampación en caliente. Onstamp by GHI está equipado con la tecnología más avanzada, capaz de transmitir más de 1.000 valores por segundo para ser analizados por los sistemas de Big Data e ingenieros especializados en GHI.

El lanzamiento global de la solución SmartFurnace ofrece a los clientes de GHI sugerencias para mejoras, mantenimiento predictivo inteligente y asistencia para usar la instalación. Esto se traduce en trabajar en los más altos niveles de eficiencia en cualquier parte del mundo, a través de su servicio SAT 4.0.

Sobre la empresa

GHI es una empresa de ingeniería industrial con más de 80 años de experiencia diseñando y fabricando plantas llave en mano y hornos industriales para fundición, tratamiento térmico y calentamiento de cualquier tipo de metal. GHI ha equipado a cientos de empresas de diferentes sectores como el de automoción, aeronáutico, ferroviario, siderúrgico, energías renovables, entre otros, que suman más de 8.000 referencias en todo el mundo.

Los equipos de GHI utilizan tecnología de vanguardia, que permite la identificación de anomalías, brinda soporte para la mejora en uso y planifica actividades de mantenimiento predictivo. El objetivo es minimizar el tiempo de inactividad inesperado y maximizar el potencial de las instalaciones de GHI.

Desafíos tecnológicos y medioambientales en la industria de Fundición: soluciones y materiales avanzados

Por Instituto de Fundición TABIRA. Septiembre 2018

La industria de fundición es un sector extraordinariamente dinámico, en el que el desarrollo tecnológico y la innovación son claves fundamentales para su mejora competitiva. En un mercado globalizado y en el que la evolución de las estrategias de producción está marcada por la transformación digital, este sector también debe responder a los retos que se le plantean desde este nuevo paradigma.

Del mismo modo, los requisitos técnicos de sectores consumidores de piezas fundidas tan exigentes como el de Automoción, así como los objetivos marcados con

Cerca de 50 profesionales de 30 empresas profundizaron en el tema principal de la jornada.

las distintas regulaciones medioambientales que afectan al sector, plantean desafíos que requieren un alto grado de innovación en toda la cadena de valor de la industria de Fundición.

Conocer, por tanto, las claves tecnológicas que se plantean en estos desafíos, así como las distintas soluciones más destacadas desde un punto de vista avanzado, se convierte en un aspecto muy relevante de cara a la competitividad de sus empresas.

Con el objetivo de profundizar en estos aspectos, las compañías Hüttenes-Albertus, HA ILARDUYA, el Centro Tecnológico IK4-AZTERLAN y el Instituto de Fundición Tabira plantearon una jornada de trabajo con empresas en Durango.

(Mesa principal, derecha) David Zorita, General Manager de HA ILARDUYA, introduciendo a las empresas presentes algunas reflexiones sobre los objetivos de la jornada técnica.

La contextualización inicial a los asistentes fue realizada por José Javier González, Secretario General del Instituto de Fundición Tabira, y por David Zorita, General Manager & CEO de HA Ilarduya, quien pudo poner en valor la celebración de este espacio técnico en el momento en que su compañía celebra 100 años de existencia.

La jornada de trabajo se inició con una ponencia bajo el título Innovation and advanced technologies to meet the new Foundry challenges, realizada por el Dr.-Ing. Ion-Alexandru Bacanu, Director Global Product Management de HÜTTENES-ALBERTUS Chemische Werke GmbH.

El Dr. Bacanu abordó en su presentación algunos de los desafíos tecnológicos y medioambientales presentes en la industria de Fundición, derivados de requisitos de Automoción, nuevas regulaciones o nuevas tecnologías, así como soluciones y desarrollos innovadores para abordarlos.

La intensificación en las leyes de protección del medio ambiente exige avances en nuevas esferas de actividad, con el fin de reducir los contaminantes en la industria de Fundición. Las materias primas son cada vez más volátiles y la competitividad de los productos es todo un reto. Así, mediante una innovación constante y creciente, se están ofreciendo soluciones que respondan a estos retos traccionados por las regulaciones medioambientales y la volatilidad en las materias primas. En concreto, y desde los desarrollos de su compañía, el ponente significó los siguientes:

— Reducción del contenido orgánico de los sistemas de caja fría.

— Sistemas de caja fría con menor contenido fenólico.

— Sistemas No-Bake híbridos.

— Química inorgánica.

Dr. Ing. Ion-Alexandru Bacanu, Director Global Product Management de HÜTTENES-ALBERTUS Chemische Werke GmbH.

Una de las tecnologías que el ponente detalló a lo largo de su presentación, fue el 3D Printing. Además de introducir las distintas tecnologías y materiales, se apuntaron algunas claves para nuestro sector, detallando especialmente algunas de dichas tecnologías como más relevantes para el mercado de Fundición, como el Powder Bed Fusion o el Binder Jetting.

En cuanto a los siguientes pasos dentro del desarrollo de esta tecnología en nuestro sector, el ponente señaló principalmente avanzar en el camino del proceso PDB (Phenol Direct Binding), mejorar la eficiencia del IOB, reducir la toxicidad de los sistemas furánicos y desarrollar proyectos para optimizar los recubrimientos.

En cuanto al modo de abordar estos retos en el sector, el ponente señaló la siguiente idea, extraída de un estudio realizado por el FraunhoferInstitute de Ingeniería Industrial IAO: "Es la capacidad de creación de redes de trabajo por parte de las empresas, la que va a determinar su éxito económico o el fracaso en el futuro. Esto es debido a que la complejidad de los procesos y productos está aumentando a tal punto que solo podrá ser abordada de forma colaborativa, es decir, a través de formas cooperativas de división del trabajo".

De este modo, se señaló que la participación de todos los involucrados en la cadena de valor mejora el valor para el cliente. En el entorno de Fundición, la cadena de trabajo es compleja (numerosos factores, interrelaciones…). Además, la interacción de campos de conocimiento complejos exige expertos, en un momento en el que las Fundiciones están perdiendo especialistas.

En este escenario, la compañía Hüttenes Albertus ha inaugurado recientemente el denominado Center of Competence, donde estas ideas se están llevando a la práctica. Se mostraron ejemplos concretos de cooperación llevados a cabo en base a esta filosofía.

La jornada continuó con una ponencia conjunta entre Hüttenes-Albertus ILARDUYA, por parte de Alex Zalloetxebarria (Técnico), e IK4-AZTERLAN, de la mano de Lucia Unamunzaga (Coordinadora de Sostenibilidad y Medio Ambiente), que bajo el título Retos ambientales y avances en los sistemas autofraguantes, abordó los últimos avances alcanzados en los últimos años en torno a la problemática ambiental asociada a los sistemas químicos aglomerantes.

Se inició la presentación compartiendo con las empresas presentes una visión de la problemática ambiental que está asociada al empleo de los sistemas autofraguantes y su significancia, dado el amplio uso o presencia de estos sistemas de aglutinación de la arena en Fundición.

Se detallaron también las regularizaciones ambientales y las nuevas actualizaciones que afectan a una amplia gama de agentes químicos, que bien se encuentran formando parte de la formulación de las resinas o se desprenden al ambiente durante su utilización en el proceso de fundición.

Finalmente, se mostraron los resultados obtenidos en los desarrollos llevados a cabo en colaboración entre HA-Ilarduya e IK4-Azterlan, orientados a dar respuesta a estos nuevos desafíos ambientales a través de la formulación de nuevas resinas autofraguantes fenólico uretano y furánico, cuya mejora ambiental y prestaciones técnicas han sido evaluadas y validadas por el Centro Tecnológico. En el caso del sistema fenólico Uretano, los nuevos desarrollos se han caracterizado por presentar reducciones significativas de emisiones COVs, principalmente bencenos, y en el caso del sistema furánico, la innovación ha estado centrada en la minimización de las emisiones de formaldehido, dos agentes que están categorizados como cancerígenos.

La sesión finalizó con una ponencia del Dr. Christian Lustig, Product Manager de HÜTTENES-ALBERTUS Chemische Werke GmbH, denominada Technically renewed, environmentally friendly: Inorganic Binders.

Lucía Unamunzaga (I+D de Procesos Metalúrgicos. Coordinadora de Sostenibilidad y Medio Ambiente de IK4-AZTERLAN) y Alex Zalloetxebarria (Técnico de Hüttenes-Albertus ILARDUYA).

Dr. Christian Lustig, Product Manager de HÜTTENES-ALBERTUS Chemische Werke GmbH.

Como introdujo el ponente, las principales motivaciones para utilizar sistemas de aglomerantes inorgánicos IOB son la intensificación de los requisitos ambientales y la búsqueda de una mayor protección de los empleados.

Los sistemas modernos de IOB se basan en aglomerantes (soluciones de silicato alcalino modificadas) y aditivos (sintéticos, aditivos inorgánicos). El aglomerante IOB reacciona con el aditivo y forma una red tridimensional a través del cambio de temperatura, en un proceso virtualmente irreversible.

Según el Dr. Lustig, el desarrollo de IOB debe responder a las siguientes necesidades del mercado:

— Sistemas aglomerantes flexibles y robustos.

— Un sistema aglomerante que pueda ajustarse a las condiciones climáticas.

— Buena vida útil de los machos IOB en condiciones de alta humedad.

— Baja absorción de humedad y formación de gas durante la colada.

— Mantener o mejorar el resto de las propiedades del macho de arena.

Hoy en día, el uso de sistemas IOB está bien consolidado en las fundiciones de aluminio que producen para el sector de Automoción. El reto, por tanto, es avanzar en su desarrollo para la fundición de hierro.

En resumen, un encuentro de trabajo en el que las empresas asistentes pudieron profundizar en estrategias tecnológicas orientadas a resolver los desafíos en Fundición derivados de requisitos de sectores clientes como Automoción, así como conocer en profundidad la problemática habitual planteada por las regulaciones medioambientales y sus soluciones.

Desde la organización del acto, se agradece el esfuerzo y la colaboración de los técnicos de las distintas empresas y centros que han hecho posible la coordinación y materialización de este interesante espacio técnico de trabajo entre empresas.

Los ponentes y facilitadores de la Jornada Técnica.

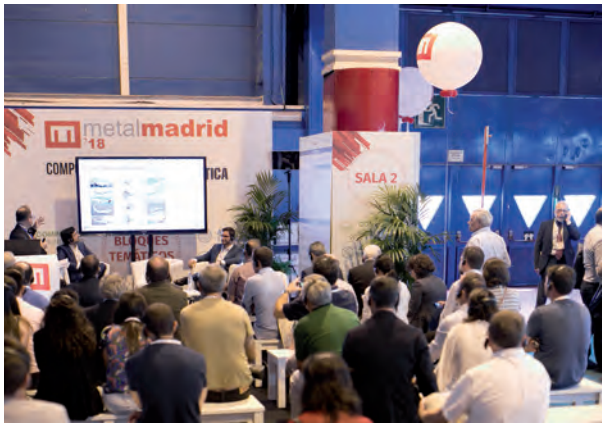
Organizadores y entidades/compañías colaboradoras:

La mayor edición de MetalMadrid supera expectativas con más de 9.000 visitantes únicos y 550 expositores

La undécima edición de MetalMadrid fue clausurada tras reunir a más de 9.000 profesionales en IFEMA. Durante estas dos jornadas la feria del sector industrial ha sido escaparate de la innovación industrial, donde la digitalización y la tecnología ocupan un lugar fundamental.

Esta edición ha marcado un punto de inflexión en el crecimiento del evento, con un aumento del 30% respecto al pasado año, tanto en número de expositores como de visitantes, con más de 550 empresas expositoras y 9.000 profesionales que visitaron el evento.

Oscar Barranco, director de MetalMadrid ha destacado, además del crecimiento obtenido, la confianza renovada de las más de 300 empresas que, durante los días de



Feria y en vista del negocio generado, ya han confirmado su participación para la edición 2019. "En Easyfairs estamos muy satisfechos con los resultados obtenidos en nuestra primera edición como organizadores de MetalMadrid. La experiencia de visitante y la capacidad para generar negocio por parte del expositor se han visto beneficiadas por las nuevas herramientas facilitadas en esta edición, como la aplicación Visit Connect y la nueva acreditación inteligente".

El evento, que ha contado con 2 salas de congresos y mas de 40 ponentes ha sido también punto de conocimiento, donde compartir experiencias en innovación y transformación digital y tratar diferentes temáticas de actualidad, como la analítica avanzada, la simulación de procesos y el blockchain como tecnologías clave de este nuevo entorno.

La primera jornada estuvo protagonizada por los bloques de Connected Manufacturing, Composite y Additive Engineering, donde se pusieron de relieve los avances tecnológicos en nuevos materiales, más respetuosos con el medio ambiente, o las tecnologías disruptivas que están ya presentes en la realidad de nuestra industria.

Durante la segunda jornada, diferentes sectores productivos se han visto representados a través de los bloques Automotive Engineering, Agrifood Engineering, Energy Engineering y Aerospace Engineering. En todos ellos, los expertos han coincidido en señalar la creciente incorporación de tecnología en las empresas industriales españolas, si bien aún estamos por debajo en nivel de digitalización con respecto al sector a nivel global. Por ello, han insistido en la necesidad de seguir trabajando y colaborando en el desarrollo de modelos productivos más competitivos, donde la innovación forme parte del ADN de las compañías.

La próxima edición se celebrará los días 27 y 28 de noviembre de 2019 en los pabellones 4 y 6 de Feria de Madrid y cuenta ya con 300 empresas que han confirmado su participación.

Endurecimiento Superficial por Inducción (Hardening) en Fundiciones

Por Dr. Valery Rudnev, FASM, IFHTSE Fellow. Director of Science & Technology en Inductoheat Inc., an Inductotherm Group company

Traducción: Eugenio Pardo. Responsable de forja y calentamiento en Ondarlan S.L. an Inductotherm Group company

Introducción

Son las piezas de acero, principalmente, las que representan la mayoría de los productos tratados térmicamente, cuya fuente de generación de calor es la inducción electromagnética. Al mismo tiempo, la inducción electromagnética también se ha aplicado con éxito a una gran variedad de fundiciones de hierro ofreciendo numerosas y atractivas propiedades, microestructuras interesantes y ventajas de coste de cara a diferentes aplicaciones prácticas (Figura 1). Todo ello incluye el endurecimiento superficial de cigüeñales, piñones, ruedas de grúa, cajas de rodamientos, guías cilíndricas, rodillos, volantes de inercia, bielas y muchas piezas más.

Figura 1. El Calentamiento por Inducción se aplica con éxito al tratamiento térmico de multitud de Fundiciones, ofreciendo numerosas propiedades atractivas, y ventajas de costes para diferentes aplicaciones prácticas (Cortesía de Inductoheat Inc., an Inductotherm Group company).

El endurecimiento superficial (Induction Hardening-IH) de las fundiciones tiene muchas similitudes con el de los aceros; al mismo tiempo, existen características especiales que deberían ser tenidas en cuenta [1] En este artículo se revisan algunas de ellas.

La Familia de las Fundiciones de Hierro

El término fundición de hierro no se corresponde con ningún material en particular, sino con una amplia familia de aleaciones metálicas correspondiente a la región de alto contenido en carbono en el diagrama de fases (2% o más). En general, la familia de las fundiciones de hierro se puede clasificar en seis grupos: Fundición blanca, gris, maleable, dúctil (también denominada nodular, esferoidal o SG), de grafito compactado (CGI), y fundiciones de hierro especiales de alta aleación [2-5].

Durante el proceso de solidificación de las fundiciones se forman partículas de grafito de diferentes morfologías (en la mayoría de las fundiciones comerciales) o bien cementita Fe3C (por ejemplo en la fundición blanca).

Además de carbono, las fundiciones comerciales de hierro contienen desde un 0.6% a un 4% de silicio (Si)

(siendo lo más normal entre un 2% y un 3.5% de Si), por lo que el silicio y el carbono son los dos elementos de aleación principales. El Silicio fomenta la formación de grafito. Por consiguiente, merced a su considerable porcentaje, es más adecuado considerar las fundiciones de hierro no como aleaciones binarias, sino al menos como terciarias Fe–C–Si. En contraste con el diagrama Fe–C, las reacciones eutécticas en el diagrama Fe–C–Si se producen a temperaturas más altas, en un rango de temperaturas que van aumentando conforme el incremento del contenido de ambos elementos aumenta: carbono y silicio.

Con objeto de proporcionar determinadas propiedades para cada particular tipo de fundición, se pueden añadir también otros elementos de aleación (Mn, P, Ni, Mg, Ce, etc.) [2-5]. Frente a los aceros, los diferentes tipos de fundiciones pueden tener composiciones químicas similares, pero respuestas muy diferentes al endurecimiento superficial por Inducción (IH).

Cabe señalar que las partículas de grafito aparecen en las fundiciones bajo diferentes formas, desde escamas hasta esferoides. Los cuatro grupos, dentro de las fundiciones, que más frecuentemente se tratan térmicamente con inducción para su endurecimiento superficial son: la fundición gris, la dúctil (nodular), y en menor medida la maleable y la de grafito compactado.

La fundición gris, es muy atractiva para gran variedad de aplicaciones, al ser relativamente barata, con buenas aptitudes al colado y a la mecanización, con excelente resistencia a la abrasión, al rozamiento y al desconchamiento (las partículas de grafito actúan como lubricantes).

Es muy sencillo distinguir la fundición gris de la fundición dúctil. La fundición dúctil tiene el grafito en forma de esferoides o nódulos (Figura 2, derecha). Por el contrario, las partículas de grafito de la fundición gris aparecen en forma de escamas, como se ve bajo inspección metalográfica 2-D (Figura 2, izquierda).

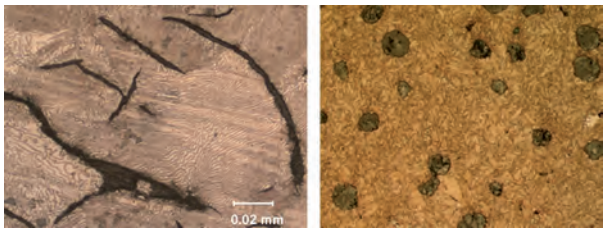


Figura 2. (Derecha) la Fundición Dúctil contiene grafito en forma de esferoides o nódulos. (Izquierda) partículas de grafito en forma de escamas en Fundición Gris según metalografía 2-D [1].

Endurecimiento superficial por inducción (IH) de Fundición Gris

Las propiedades de la Fundición Gris y su aptitud para el endurecimiento superficial por Inducción, dependen de su tipo de estructura (ferrítica, ferrítica-perlítica, o perlítica). Las fundiciones de matriz ferrítica, o predominantemente ferrítica no son comúnmente aptas para un rápido IH debido a su incapacidad para obtener los niveles de dureza típicamente necesarios. Las Fundiciones Grises totalmente perlíticas o predominantemente perlíticas (por ejemplo una fundición que contenga un 90% de perlita y un 10% de ferrita) responden mejor al IH en comparación con una matriz de mayor contenido de ferrita.

Son preferibles de cara al IH las partículas de grafito finas distribuidas uniformemente y orientadas al azar (tipo "A") [1]. Como fuente de tensiones, las partículas de grafito pueden funcionar a la manera de puntos de iniciación de grietas, sufriendo alguna fragilidad y añadiendo otras dificultades, debido a la tendencia al agrietamiento asociada al calentamiento rápido, así como a un intenso temple, en particular para casos de geometrías complejas. Para reducir las tensiones térmicas se puede recurrir a un precalentamiento y al uso de agentes de temple de intensidad moderada.

Al mismo tiempo, hay casos en los que las Fundiciones Grises se han endurecido superficialmente con éxito, utilizando tiempos cortos de calentamiento (menores de 3 s) y temples con agua rociada. Como ejemplo, la figura 3 muestra una máquina para IH de guías cilíndricas en motores para vehículos comerciales. Así se unifican dos estaciones independientes de calentamiento para temple y revenido. Las recetas optimizadas del proceso, así como los motores rastreadores servo controlados de alta velocidad, permiten tiempos muy cortos de calentamiento y productividades tan altas como son 50 piezas a la hora. La profundidad del endurecimiento es de l 0.75 mm (0.03 in.). Se endurece superficialmente la totalidad del interior de las guías, excepto una banda

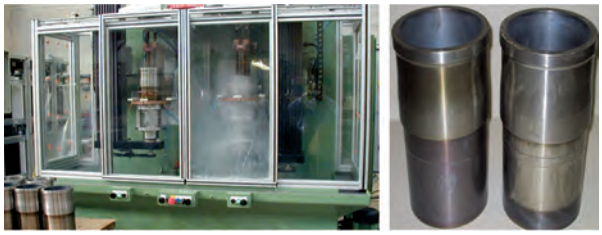


Figura 3. Máquina de IH para guías cilíndricas de Fundición Gris en motores de vehículos comerciales. (Cortesía de Inductoheat Inc., an Inductotherm Group company).

de 6-mm (1/4-in.) a cada extremo, todo ello bajo mínimas distorsiones.

Endurecimiento Superficial por Inducción (IH) de Fundiciones Dúctiles (o Nodulares)

Contrariamente a la Fundición Gris, la Fundición Dúctil tiene partículas de grafito en forma de nódulos aislados (Figura 2, derecha). Los nódulos de grafito actúan como "descargadores de grietas", proporcionando a las Fundiciones Nodulares ventajas importantes con respecto al resto de las Fundiciones, incluyendo la ductilidad pero no limitándose a ella, como son unas resistencias a la rotura por tracción y doblado relativamente altas, elongaciones moderadas y mejores tenacidades con mecanizabilidades comparables. Pese a que existe una combinación óptima entre el tamaño, número y distribución de los nódulos en cada aplicación, se prefieren normalmente los nódulos de grafito de tamaño más pequeño y uniformemente distribuidos en la matriz.

Las Fundiciones Nodulares representan un grupo de materiales que ofrece propiedades versátiles. El grupo se puede subdividir en cinco subgrupos basados en la estructura de la matriz: ferrítica, perlítica-ferrítica, perlítica, martensítica y Fundiciones Nodulares austemperizadas. Al igual que en la Fundición Gris, la estructura de las Fundiciones Nodulares se controla también mediante la intensidad de enfriamiento durante la colada, así como permitiendo a ciertos elementos (por ejemplo, los Ce, Mg, etc.) alearse y ser tratados térmica y superficialmente.

La tecnología IH se aplica normalmente a las Fundiciones Nodulares de matriz martensítica, y perlítica (o predominantemente perlítica), y a menor escala se aplica a Fundiciones Nodulares de matriz perlítica-ferrítica con una considerable cantidad de ferrita. Las Fundiciones Nodulares consistentes en una matriz ferrítica, a menudo se consideran no templables por Inducción, debido a la imposibilidad de obtener los niveles de dureza típicamente necesarios para la gran mayoría de las aplicaciones.

Sin embargo, como ocurre en esta vida, siempre hay algunas excepciones. Se ha observado [6] que tras un calentamiento rápido, una corta austenización y un temple intenso, se ha mejorado significativamente la resistencia a la fatiga de Fundiciones Nodulares ferríticas con respecto a las Fundiciones no tratadas. Se sugieren varios factores para explicar las mejoras encontradas. Uno de ellos es la formación de la martensita denominada anular, formada alrededor de los nódulos de grafito, merced a la corta distancia de la difusión del carbono desde los propios nódulos de grafito. La presencia de martensita anular provoca un incremento de la dureza localizada y se asocia ésta con el aumento de la resistencia. Otro posible factor puede estar asociado con una favorable distribución y magnitud de las tensiones residuales compresivas. Como resultado de los ensayos de fatiga al doblado de una muestra no tratada, se constató que la iniciación de grietas tuvo lugar alrededor de las esferas de grafito y se propagó a través de la matriz ferrítica y de los nódulos de grafito [6]. En el caso de la muestra tratada térmicamente mediante Inducción el área de grafito era más pequeña y la grieta se inició en la fase de ferritea para propagarse posteriormente, evitando los nódulos de grafito rodeados por un halo de martensita anular.

Sin embargo, el Endurecimiento Superficial por Inducción (IH) de Fundición Nodular utilizado en este caso, es más la excepción que la regla. Para la mayoría de aplicaciones de IH, no es de ningún modo deseable una matriz ferrítica o predominantemente ferrítica, por la incapacidad de alcanzar los niveles de dureza y consistencia necesarios para la industria.

Al ser inherentemente resistentes, las Fundiciones Nodulares pueden soportar tensiones mayores que las de la Fundición Gris. A pesar de que los nódulos de grafito se comportan como "descargadores de grietas", su existencia no garantiza que las Fundiciones Nodulares no se agrieten durante un calentamiento rápido o un temple severo. Se deben elegir los parámetros de proceso con precaución cuando se trata de endurecer superficialmente las Fundiciones en geometrías complejas.

Propiedades termo-eléctricas de la Fundición

Frente a otros procesos alternativos, las prestaciones de los sistemas de Inducción se ven afectadas por las propiedades electromagnéticas de los materiales susceptibles de calentamiento, incluyendo la resistividad eléctrica ρ y la permeabilidad magnética relativa μ_r.

La composición química y la fracción volumétrica del grafito, su morfología, y la estructura de la matriz de la Fundición no sólo afectan a las propiedades mecánicas, sino también a las propiedades electromagnéticas y térmicas. Por ejemplo, las Fundiciones Grises con escamas de grafito grandes experimentan una conductividad

térmica k más alta y una menor resistividad eléctrica ρ. La Fundición Nodular con matriz ferrítica tiene una más alta conductividad k en comparación con la perlítica o con la Fundición templada y revenida.

La conductividad térmica de la Fundición disminuye con el incremento en el contenido de Mn y P. Se ha observado [2] que si el contenido en Cu es menor que el 2%, se reduce k. Para adiciones de Cu mayores de un 2% no se aprecian efectos en k. Un incremento en Si reduce k. Para un determinado tipo de Fundiciones, k generalmente decrece con la temperatura.

La ref. [2] nos proporciona datos comprensibles respecto a las propiedades electromagnéticas de las fundiciones y se pueden resumir utilizando los puntos elegidos a continuación:

- ρ aumenta gradualmente con el incremento de temperatura y se comporta de una manera compleja, siendo función de la composición química, morfología del grafito y microestructura de la matriz.
- Las fundiciones con grafito nodular o cuasi-nodular (por ejemplo: Fundiciones Dúctiles o maleables) experimentan valores de ρ más bajos, en comparación con la Fundición Gris.
- La fundición gris con escamas grandes de grafito experimentan valores más altos de ρ, respecto a las de un grafito más pequeño.
- La Figura 4 izquierda muestra el efecto del silicio en ρ para Fundición Dúctil perlítica y ferrítica a temperatura ambiente. La Figura 4 derecha muestra la influencia del Al, Mn, y Ni en ρ para Fundición Gris a temperatura ambiente [2,7].
- Una matriz perlítica implica una mayor ρ cuando la comparamos con Fundición Gris de matriz ferrítica. La Fundición gris perlítica con pequeños espacios interlaminares, tiene mayor ρ que las Fundiciones perlíticas con láminas más gruesas. La Fundición Dúctil de matriz ferrítica tiene el valor más bajo de ρ.

La Fundición de matriz ferrítica tiene valores más altos en sus propiedades magnéticas respecto a la perlítica. Las Fundiciones Dúctil y Maleable tienen mayores valores de Inducción magnética B y μ_r con respecto a la Fundición Gris. Las Fundiciones experimentan valores significativamente más bajos de magnetismo que en el caso de los aceros.

Buenas prácticas en Endurecimiento Superficial por Inducción en Fundiciones

Características particulares del proceso

Entre otros factores, la aptitud de la Fundición para alcanzar dureza y resistencia como consecuencia del temple, depende del contenido en carbono de la austenita, lo cual se ve afectado sobremanera por la matriz. Los parámetros apropiados para el endurecimiento incluyen, aunque no se limitan sólo a ellos, una adecuada temperatura y tiempo en la fase austenítica, los cuales entre otros factores, son funciones del tipo de Fundición, su matriz, la intensidad de calor y las características específicas del temple.

En los aceros, el contenido en carbono viene fijado por la composición química y, durante la austenización, no

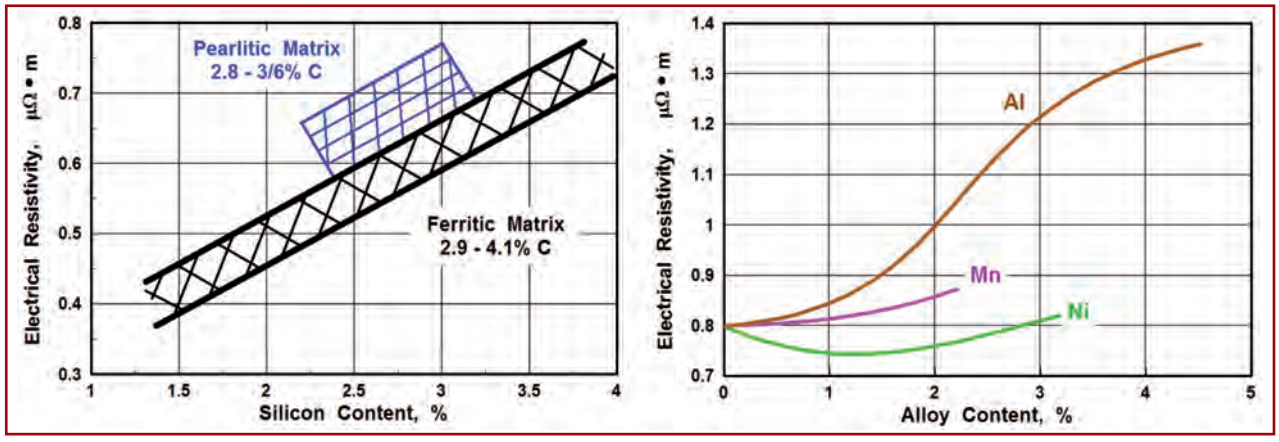


Figura 4. (Izquierda) efecto del Si sobre ρ en Fundiciones Dúctiles perlíticas y ferríticas a temperatura ambiente. (Basado en www.ductile.org.). (Derecha) la influencia de Al, Mn, y Ni sobre ρ en Fundición Gris a temperatura ambiente (De C. Walton, T. Opar, Iron Castings Handbook, Iron Castings Society, Inc., 1981; I. Iitaka, K. Sekiguchi, Influence of added elements and condition of graphite upon ρ of cast iron, Reports of the Casting Research Laboratory, No. 3, Waseda University, Tokyo, Japan, 1952, pp. 23–25.).

puede exceder este valor fijo (se excluyen de esta consideración casos de utilización de entornos enriquecidos de carbono). Sin embargo, en fundición, hay una "reserva" de carbono en las partículas primarias de grafito (eutéctico). La presencia de estas partículas de grafito y la aptitud del carbono para su difusión en la matriz a las temperaturas de la fase austenítica, puede comportar potencialmente una variabilidad del proceso, porque podría producir una desviación/aumento en la cantidad del carbono disuelto en la matriz austenítica, afectando respectivamente a la dureza obtenida y a su uniformidad después del temple [1].

Temperaturas superiores en la fase austenítica y tiempos más prolongados a las mencionadas temperaturas, se asocian a una mayor cantidad de carbono disuelto en la matriz. Dado que parte del grafito puede disolverse en la proximidad de los nódulos o de las escamas, se puede incrementar localmente el nivel de carbono en la austenita, desplazando las curvas CCT, afectando a la formación de martensita y las temperaturas de M_s, así como a la cantidad de la austenita retenida (RA). Esta tendencia es un factor metalúrgico importante que representa una de las mayores diferencias entre fundiciones y aceros, y produciendo potencialmente un contenido variable del carbono en la estructura templada. Ésta es una de las razones por la que los requisitos de control y monitorización del proceso en el Endurecimiento Superficial de Fundiciones, son normalmente más exigentes que en los aceros.

Un intento de compensar la falta en el contenido de carbono en una matriz ferrítica se produce mediante difusión deliberada de carbono en la austenita, aplicando temperaturas excesivamente altas para disolver las partículas de grafito primarias, pero no se puede considerar como una buena práctica universal. Esto es así porque se requiere la necesidad de alcanzar temperaturas de austenización excesivamente altas, así como de mantenerlas durante un período largo. Esto perjudica una de las ventajas principales de la Inducción, el corto tiempo de ciclo y comporta además el crecimiento de los granos, una cantidad excesiva de austenita, patrones irregulares de dureza y predisposición al agrietamiento.

Por otro lado, una insuficiente austenización produce estructuras heterogéneas, formándose una mezcla de productos martensíticos y no martensíticos (productos "fantasma") y de propiedades no deseadas por los ingenieros. La Industria ha acumulado multitud de recomendaciones a la hora de estimar las temperaturas para el endurecimiento. Como estimación aproximada de la temperatura mínima de austenizacion de una Fundición no aleada calentada a intensidad moderada, se aplican las expresiones siguientes:

Temperatura de austenización, °C =
800 + 28(%Si) - 25(%Mn)

Temperatura de austenización, °F =
1472 + 50(%Si) - 45(%Mn).

Además de la temperatura austenítica mínima, hay un máximo de temperatura recomendada que no se debería exceder en ningún caso. El rango de temperaturas desde 860 °C (1.580 °F) hasta 930 °C (1.706 °F) es el típico para el IH en Fundiciones Grises y Dúctiles. Como ejemplo, la Figura 5 muestra la influencia de la temperatura de austenización en la dureza de una Fundición Dúctil templada al agua [8].

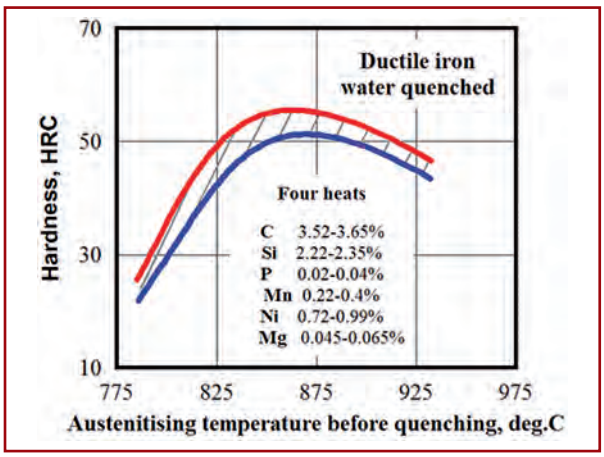


Figura 5. Influencia de la temperatura de austenización en la dureza de la Fundición Dúctil. Las probetas se calentaron lentamente, mantenidas al aire 1 hora, y templadas al agua. (De ASM Handbook, Vol. 4, Heat Treating, ASM Int'l, 1991.)

Como resultado de la naturaleza de no-equilibrio en el calentamiento rápido por Inducción, todas las temperaturas críticas se desplazan hacia temperaturas más altas. La Fundición funde a temperaturas aproximadamente de 150 a 250 °C más bajas que la mayoría de los Aceros al Carbono. Por ejemplo, en el caso de intensidad moderada de calor, una Fundición eutéctica no aleada funde a temperaturas de alrededor de 1.130 °C (2.066 °F). Por tanto, si algo va mal, hay posibilidad de sobrecalentamiento a las temperaturas relativamente bajas de sólido y líquido de las Fundiciones. Esta situación deviene más complicada, con ciertos elementos de aleación (tales como el cobre o el estaño que se suelen añadir a las Fundiciones), los cuales tienen temperaturas de fusión más bajas.

Frente a los Aceros, hay información muy limitada en la literatura respecto a los Diagramas de Transformación de Calentamiento Continuo (CCT) disponibles para el IH de Fundiciones, obligando a los tratamentistas a confiar en experimentos singulares y en desarrollos de laboratorio, a la hora de determinar las temperaturas adecuadas para el IH rápido.

Cuando se calientan Fundiciones susceptibles de agrietamiento, a veces es útil precalentar los productos, permitiéndose así la reducción del impacto térmico o con objeto de aplicar una pequeña cantidad de calor, particularmente durante la etapa inicial (desde temperatura ambiente hasta aproximadamente 550 °C/1.000 °F).

Se pueden utilizar aceites de temple a elevadas temperaturas y soluciones poliméricas acuosas para el Endurecimiento Superficial de las Fundiciones Grises, posibilitando minimizar la probabilidad de agrietamiento y distorsión excesiva. Por el contrario, para tratar Aceros, el "temple masivo" no se suele aplicar incluso en casos de penetraciones poco profundas. Sin embargo regularmente se aplica un retraso en el temple de (0.5 to 1.5 s).

Puesto que las temperaturas Mf de las fundiciones están siempre por debajo de la temperatura ambiente, habrá siempre una cantidad de austenita retenida en las estructuras templadas. La magnitud depende de la composición química, especificaciones del tratamiento y de la receta del proceso. Como cabe esperar, una mayor cantidad de austenita retenida afecta directamente a la dureza obtenida y a la magnitud de las tensiones superficiales residuales compresivas. Esto podría alterar propiedades mecánicas críticas, incluyendo la resistencia a la abrasión y a la fatiga. Además de ello, las tensiones de carga que aparecen durante la operación del componente pueden transformar la austenita retenida en martensita no revenida, provocando fragilidad y potencialmente inestabilidad dimensional. Hay procedimientos que especifican los niveles máximos de austenita retenida, tolerables para aplicaciones particulares de Fundición; algunos especifican niveles máximos de entre 8%–12% de austenita retenida).

Es bueno revenir las Fundiciones templadas lo antes posible para aliviar las tensiones residuales excesivas y para formar una estructura martensítica revenida, mejorando la tenacidad y evitando agrietamientos posteriores.

Microestructuras previas favorables/no favorables. El objetivo de tener éxito en IH para fundiciones se simplifica cuando se tienen microestructuras previas favorables al calentamiento rápido. Como se ha señalado anteriormente, las fundiciones ferríticas.o que tienen una importante cantidad de ferrita en su matriz, no se adaptan al endurecimiento rápido por culpa de la baja solubilidad del carbono en la ferrita.

Unas pequeñas cantidades de ferrita adyacentes a los nódulos de grafito ("dianas") no afectan normalmente a las durezas alcanzables, porque el carbono puede difundirse con la rapidez suficiente en las regiones delgadas de los nódulos de carburo, enriqueciéndolos con la adecuada cantidad de carbono (asumiendo adecuados el tiempo y la temperatura de austenización).

Las estructuras consistentes en acumulaciones de grafito (Figura 6) no se consideran favorables. Las escamas de grafito grandes o las acumulaciones con orientación preferente según la profundidad de penetración actúan como generadores fuertes de tensiones. En este caso, la sensibilidad de la Fundición Gris respecto a la iniciación de grietas durante el calentamiento rápido, aumenta y puede haber redistribución del flujo de las corrientes de Inducción (particularmente para frecuencias de 50 kHz o mayores). De este modo, pueden aparecer puntos blandos en la estructura templada en áreas de acumulación.

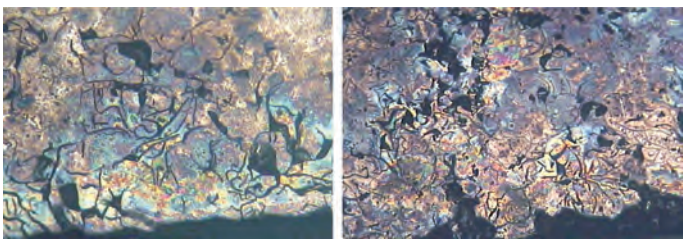


Figura 6. Escamas grandes de grafito o agrupaciones con orientación preferente de las escamas cerca de la superficie, que actúan como generadoras de tensiones y deberían considerarse como microestructuras no deseadas [1].

Una estructura favorable de la matriz de las Fundiciones (ejemplo: perlita) permite transformaciones rápidas a temperaturas mínimas del proceso de endurecimiento, siendo esto imperativo en aras de minimizar la distorsión.

Apropiada composición química. Si, por alguna razón, una Fundición no responde al IH de la manera esperada, uno de los pasos primeros para determinar la raíz de tan inesperado problema consiste en asegurar que tanto la composición química como la matriz sean las adecuadas. Hay casos, en los que si los materiales provienen de dos proveedores diferentes, puede haber variaciones a-

preciables en la composición, en la matriz y en las propiedades.

Se debe controlar el silicio con precisión, debido a su poderoso impacto en la formación de ferrita y de grafito, en la reacción eutéctica y en la solubilidad del carbono en la austenita. No se desean valores extremos de Si; Un contenido de Si muy bajo ayuda a la formación de carburos, mientras que niveles excesivos de Si favorecen la formación de más ferrita en la matriz. [9].

Pese a que el carbono y el silicio son los dos principales elementos de aleación en Fundiciones Grises, Maleables y Dúctiles, con influencia significativa en las microestructuras de temple, el examen no debería limitarse únicamente a una evaluación exclusiva de estos dos elementos. Las Fundiciones comerciales pueden tener una considerable cantidad de otros elementos de aleación y sus niveles inapropiados pueden modificar los resultados del IH. Por ejemplo, las concentraciones de fósforo deberían estar siempre por debajo del nivel máximo del nivel prescrito. Se ha descubierto que un valor excesivo de P (la cantidad normalmente especificada para fundición es ≤0.05%, mientras que en fundición gris es de ≤0.2%) puede formar un punto de fusión menor, con mayor fragilidad y reducción de la resistencia al impacto, empeorando con temperaturas crecientes de tratamiento y con la concentración creciente de fósforo.

Unas cantidades excesivas de P conllevan también mayor riesgo de fusión en un eutéctico del fósforo. Por tanto, debería considerarse que los niveles de fósforo pueden ser elevados cuando surgen problemas. Al mismo tiempo, no se debería asumir que los niveles elevados de P producen problemas de agrietamiento automáticamente. En ocasiones, las investigaciones demuestran que también hay Fundiciones que contienen elevadas cantidades de fósforo (0.39%–0.57% P) que se han tratado por inducción sin agrietamiento [9].

Todas las Fundiciones, hasta cierto punto, contienen trazas de impurezas residuales como resultado de las materias primas y del proceso de obtención del hierro. Estos residuos y los elementos de aleación, bajo ciertas condiciones, pueden interactuar mutuamente y afectar a los resultados del tratamiento por Inducción. Incluso mínimas cantidades de tales elementos como el Bi, Pb, Ti, Ni pueden tener un marcado efecto en los resultados del Endurecimiento Superficial.

Es imperativo recordar que algunos elementos tienen un efecto combinado (por ejemplo el carbono y el silicio, el azufre y el manganeso); por tanto, es importante controlar sus efectos combinados. Un aumento en el Mn implica una tendencia a aumentar la austenita retenida, produciendo una segregación del Mn y la reducción de las lecturas de dureza [10]. Por otra parte, es necesario contar con una cantidad suficiente de Mn para neutralizar el S. Algunos investigadores sugieren la correlación siguiente entre Mn–S para la cantidad mínima recomendada de Mn en Fundición Gris [9]:

$$Mn(\%) = 1.7 \square S(\%) + 0.3\%$$

Factores de diseño y calidad de colada. Las coladas de mala calidad y los defectos de colada pueden causar problemas por sí mismos. Por ejemplo, la presencia de defectos como la porosidad, inclusiones anormales, arena y defectos de gases, burbujas, agujeros y excesiva segregación pueden ser causa de desviaciones en las corrientes de Inducción, sobrecalentamientos localizados, concentración de tensiones, agrietamientos, dispersión en durezas, etc...

Las piezas de fundición con formas complejas, que experimentan discontinuidades geométricas e irregularidades, o las zonas con masas sustancialmente diferentes tienden a calentarse y enfriarse diferentemente. Esto produce la aparición de gradientes térmicos y tensiones no deseadas, que podrían crear las condiciones para una distorsión excesiva y agrietamientos.

Conclusión

Entre otros factores, el éxito en el Endurecimiento Superficial por Inducción de las Fundiciones y la repetitividad en los resultados obtenidos, están enormemente condicionados por la potencial variación del contenido de carbono en la matriz. Esto obliga a un control más estricto de las recetas/protocolo del proceso. Un paso sería seleccionar una receta de proceso que permita evi-

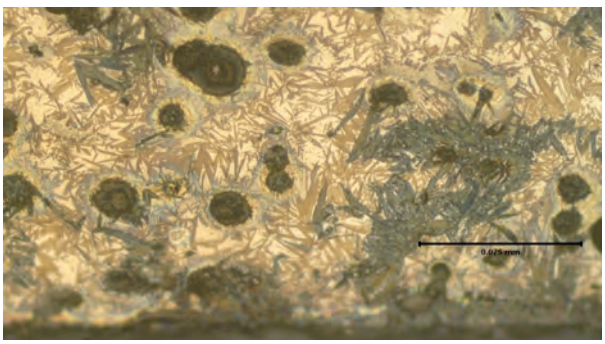


Figura 7. Debería evitarse la formación de mezclas indeseadas de martensita y productos superiores de transformación en microestructuras templadas [1].

SUB CON TRATA CIÓN '19

FERIA INTERNACIONAL
DE PROCESOS
Y EQUIPOS PARA
LA FABRICACIÓN

4/6 DE JUNIO DE 2019

CONNECTING COMPANIES, GROWING BUSINESS

IN DUS TRY · ADDIT3D · bedigital · FIT MAQ · it: INDUSTRY TOOLS by FERROFORMA · maintenance · PUMPS & VALVES · SUB CON TRATA CIÓN

Mª Carmen Gorostiza
Tel. 94 404 00 78/93
subcontratacion@bec.eu

www.subcontratacionbilbao.com

B! BILBAO EXHIBITION CENTRE
BEC!

EXPOSSIBLE!

tar la formación de productos de la transformación no deseados en la microestructura resultante del temple. La Figura 7 muestra un ejemplo de las mencionadas estructuras no deseadas.

Las microestructuras previas "favorables" junto con una avanzada tecnología producen transformaciones rápidas de fase a las temperaturas mínimas de tratamiento con una distorsión minimizada [1,11,12]. Por ejemplo, el caso estudiado en [11] muestra la obtención de cigüeñales tratados, con distorsión prácticamente indetectable de aproximadamente 3–5 micras (basado en motores diésel o de gasolina de 1.5- y 2.0-L) mediante la tecnología no rotativa de Inductoheat (SHarP-C). En muchos casos, esta tecnología elimina la operación de enderezado siguiente. La Figura 8 muestra en primer plano el diseño único del inductor SHarP-C (izquierda) y la microestructura tratada (derecha) que consta de una estructura de dos fases (grano fino de martensita y grafito nodular) con una cantidad insignificante de austenita retenida.

Figura 8. Primer plano (a) del inductor de Inductoheat SHarP-C y de la micoestructura endurecida (b) que revela las dos fases (martensita de grano fino y grafito nodular) con una insignificante cantidad de austenita revenida. (Cortesía de Inductoheat Inc., an Inductotherm Group company.).

Nuevos Recursos Técnicos para Profesionales del Calentamiento por Inducción

No disponemos de espacio suficiente para discutir toda la complejidad del Calentamiento por Inducción para el Tratamiento Térmico de Fundiciones. Se puede encontrar más informción en el libro "2nd Edition of the Handbook of Induction Heating" (Figura 9), el cual aborda el paso siguiente que consiste en diseñar procesos de Inducción eficientes económica y energéticamente.

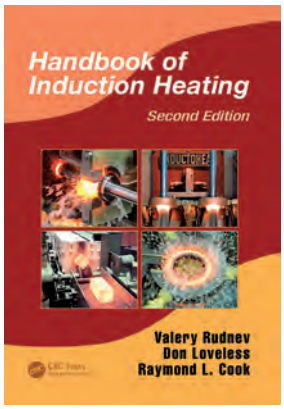


Figura 9. Más información respecto al Calentamiento por Inducción y al Tratamiento Térmico, en la segunda edición de Handbook of Induction Heating, aquí mostrado (CRC Press, 2017). El material contenido en este artículo se ha publicado con los permisos correspondientes.

El libro está destinado a técnicos de inducción, ingenieros, metalúrgicos, tratamentistas, directores, estudiantes y científicos.

Sobre el autor

El Dr. Valery Rudnev, FASM, IFHTSE Fellow es director científico y tecnológico en Inductoheat, Inc., una compañía del Grupo Inductotherm.

Parte de la información presentada fue publicada por primera vez en "Handbook of Induction Heating", Second Edition, by V. Rudnev, D. Loveless and R. Cook, CRC Press, 2017.

Referencias

1. V.Rudnev, D.Loveless, R.Cook, Handbook of Induction Heating, 2nd Edition, 2017.
2. C.Walton, T.Opar, Iron Castings Handbook, Iron Castings Society, Inc., 1981.
3. Heat Treater's Guide: Practices and Procedures for Nonferrous Alloys, ASM Int'l, 1996.
4. J.Davis, ASM Specialty Handbook: Cast Irons, ASM Int'l, 1996.
5. ASM Handbook, Volume 4D: Heat Treating of Irons and Steels, J.L.Dossett and G.E.Totten (editors), ASM Int'l, 2014.
6. Y.Misaka, K.Kawasaki, J.Komotori, M.Shimizu, Fatigue strength of ferritic ductile cast iron hardened by super rapid induction heating and quenching, Mater. Trans., 45(9): 2930–2935, 2004.
7. I.Iitaka, K.Sekiguchi, Influence of added elements and condition of graphite upon electrical resistance of cast iron, Reports of the Casting Research Laboratory, No.3, Waseda University, Tokyo, Japan, 1952, p.23–25.
8. ASM Handbook, Vol. 4: Heat Treating, ASM Int'l, 1991.
9. M.J.Fallon, The surface hardening of cast iron, British Cast Iron Research Association (BCIRA), 1988.
10. A.P.Druschitz, S.Thelen, Induction hardened ductile iron camshafts, SAE Report: 2002-01-0918, 2002, p.161–166.
11. G.Doyon, V.Rudnev, J.Maher, Low-distortion, high-quality induction hardening of crankshafts and camshafts, Heat Treating Progress, September, 2013, p.59–61.
12. V.Rudnev, Induction hardening cast irons, Heat Treating Progress, ASM Int'l, March, 2003, p.27–32

"Este artículo fue publicado originalmente en el ejemplar de Julio/Agosto 2018 de Thermal Processing magazine (USA). Utilizado con su permiso".

FABRICAMOS:

MÁQUINAS PARA EL DESENGRASE, LAVADO Y LIMPIEZA TÉCNICA DE TODO TIPO DE PIEZAS INDUSTRIALES

Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Secar... Todo tipo de piezas eliminando: Óxidos, fangos, pastas de pulir, pegamentos, virutas, ferrichas, aceites, grasas, polvo...
En máquinas de tipo: TÚNEL, ROTATIVAS, CUBAS, CABINAS, TAMBORES.

***Disponemos de laboratorio propio para el control de calidad de la limpieza.**

CUBAS

CABINAS

TÚNELES

ROTATIVAS

Bautermic S.A.

Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.bautermic.com
comercial@bautermic.com

MODELBAGES
MOTLLOS MODELBAGES S.L.

Applus ISO 9001

Especializados en la fabricación de moldes y modelos para fundición con tecnología CAD-CAM.

www.modelbages.com modelbages@modelbages.com
Ronda Sant Pere, 336. Santpedor, 08251 - BARCELONA Tel. 93 827 28 73

SU MEJOR COMUNICACIÓN
REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

Estrenamos Nueva Web
www.pedeca.es

PREGUNTE POR NUESTROS PACKS DE PUBLICIDAD IMPRESIÓN + DIGITAL

- Nuevo diseño y navegación más fácil, rápida e intuitiva
- Nuevos contenidos con los temas que le interesan
- Nueva presentación e información actualizada día a día
- Web responsive para que consulte desde su dispositivo favorito

PEDECA Press Publicaciones
Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

SU MEJOR COMUNICACIÓN
REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

Estrenamos Nueva Web
www.pedeca.es

- Nuevo diseño y navegación más fácil, rápida e intuitiva
- Nuevos contenidos con los temas que le interesan
- Nueva presentación e información actualizada día a día
- Web responsive para que consulte desde su dispositivo favorito

PREGUNTE POR NUESTROS PACKS DE PUBLICIDAD IMPRESIÓN + DIGITAL

PEDECA Press Publicaciones
C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID
Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26
pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

Agentes desmoldeantes revolucionando la fundición.

DESMOLDEANTES + LUBRICANTES DE ÉMBOLOS

Chem Trend
Release Innovation™

VISITE CHEMTREND.COM/ES

MTG
metaltérmica-gai, s. a.

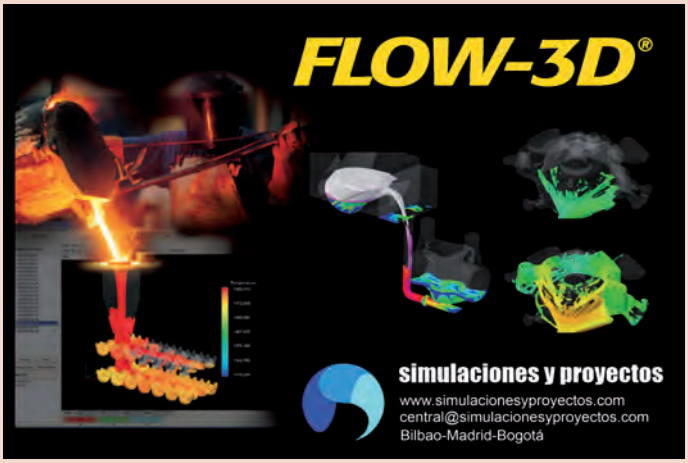
Especialistas en tratamientos térmicos

- Temple y revenido en alto vacío.
- Temple y revenido en sales.
- Temple y revenido en pote.
- Nitruración y nitrocarburación.
- Consulting técnico.
- Temple por inducción.
- Estabilizados, normalizados, recocidos.
- Estabilizado por vibración.
- Cementación gaseosa

METALTERMICA-GAI, S.A.
C/ Ibarra 15
48300 GERNIKA –BIZKAIA
www.metaltermica-gai.com

Tfno: 94 625 12 08
Fax: 94 625 59 31
Email: metaltermica@metaltermica-gai.com

FLOW-3D®



simulaciones y proyectos
www.simulacionesyproyectos.com
central@simulacionesyproyectos.com
Bilbao-Madrid-Bogotá

tecno piro®

-temple -soldadura -recocido -sinterizado -revenido

HORNOS DEL VALLES, S.A.
Mancomunitat,3 08290 CERDANYOLA DEL VALLES
(Barcelona) T/ 93 692 66 12 Fax 93 580 08 27
hdv@tecnopiro.com tecnopiro.com

insertec
Furnaces & Refractories

Etxerre Kaminoa 21 \
48970 Basauri \
Bizkaia \ Spain

Tel.: +34 - 944 409 420
Fax: +34 - 944 496 624
email: insertec@insertec.biz
www.insertec.biz

MAR Casting
"Global Service"
REFRACTARIOS
Productos Refractarios Especiales
Ingeniería, Construcción, Suministros

ESPECIALISTAS EN FUNDICIÓN
SOLUCIONES REFRACTARIAS

Desarrollo de Proyectos - Atención pre y post venta - Formación
Montaje de Obra Nueva, Reparaciones, Mantenimiento Preventivo

MAR Casting, S.L.
C/ Ría de Solia, 2 - bajos G y H
39610 El Astillero - Cantabria
Telf.: 942 54 47 42

Cantabria
Pol. Ind. Tirso González, Fase II -N8
39610 El Astillero - Cantabria
Telf.: 680 42 07 68

País Vasco
Pol. Ind. San Lorenzo - C/ Amillaga, 28
20570 Vergara - Guipúzcoa
Telf.: 943 22 92 41

Movil: 649 97 73 63 - Web: www.marcasting.net - E-Mail: marcasting@marcasting.net

Su partner
para la mejora
técnica y económica

labecast
Foundry Engineering & Services

Labecast, S.L.
Parque Empresarial Zuatzu
Edificio Europa, Planta 5ª, local 2
20018 Donostia - San Sebastián
Tfno.: 943 225 985 - Fax: 943 225 986
jrguridi@labecast.com
www.labecast.com

S. A. METALOGRAFICA
DESDE 1949
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS

- TT VACÍO DE: MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS
- CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN
- NITRURACIÓN
- NITROVAC-S®: NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE
- TENIFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE
- TT ACERO RÁPIDO
- HIPERTEMPLE
- BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO
- OXY-VAPOR®: TT ANTIGRIPANTE
- NOXYT®: PAVONADO DURO
- ANÁLISIS DE MATERIALES
- ASESORAMIENTO METALÚRGICO
- CARBOVAC®: CEMENTACIÓN VACIO
- IONIT OX®: NITROCARBURACIÓN POR PLASMA

CAPACIDADES MÁXIMAS

- TEMPLE EN VACÍO: ø 1500 x 2000 mm (Moldes hasta 2500 Kg)
- NITRURACIÓN Y NITROCARBURACIÓN: ø 1000 x 1500 mm
- CEMENTACIÓN, CARBONITRURACIÓN, BONIFICADOS: 1600 x 1600 x 700 mm (Piezas hasta 2000 Kg)

Polig. Ind. POLIZUR - Naves 4, 5 y 6
08290 CERDANYOLA (Barcelona)

www.metalografica.com
metalografica@metalografica.com

HEA
SINCE 1945
HORNOS INDUSTRIALES
www.alferieff • hea@hornoshea.com
Tel: 916396911 • MADRID

IMF diecasting

· Repuestos para máquinas de inyección.
· Compraventa de maquinaria de segunda mano del sector de la fundición inyectada.
· Reparaciones y asistencia técnica.
· 24 horas al servicio de nuestros clientes.

Representantes
Italpresse
Gauss
Industrial Frigo
Para España y Portugal

IMF DIECASTING
Ind. Maqu. inyección S.L.L.
Cami frente a l'estacio
43800 Valls (Tarragona) SPAIN
GSM: +34 690 074 627
Tef +34 977 609 904 /Fax: +34 977 604 266
www.imfdiecasting.com
comercial@imfdiecasting.com

ERVIN
The World Standard for Quality

Ervin es el fabricante especialista en granalla de Acero y Granalla de Acero Inoxidable.
No sólo ofrecemos la mejor calidad de granalla del mercado, sino también un excelente servicio técnico.

Máxima productividad, mínimo coste
Desgaste reducido
Reducción del polvo y de la eliminación de residuos

Por favor, póngase en contacto con el Sr. Manuel Forn:
M +34 628 531 487 mforn@ervin.eu www.ervin.eu

TECRESA
TECNICAS DE REFRACTARIOS, S.A.U.
A member of the STEULER Group

EMPRESA LIDER EN MONTAJE, SUMINISTRO, MANTENIMIENTO Y SUPERVISION DE REVESTIMIENTOS REFRACTARIOS
Revestimientos Refractarios Industriales
Pavimentos Industriales – Protección de Superficies
Reparación y Refuerzo Estructural – Protección Pasiva contra Incendios
Ingeniería de Revestimientos Refractarios - Estudios de Eficiencia Energética

CENTRAL
Ribera de Zorrozaurre 15, 2º
Tf: +34 902 11 89 47 Fax: +34 944 48 37 32
48014 BILBAO
www.tecresa.com · tecresa@tecresa.com

DELEGACIONES
Asturias
Andalucia
Galicia
Cantabria

Wheelabrator

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies
Maquinaria y consumibles para granallado, chorreado, shotpeening y acabado por vibración.

Gran Via de les Corts Catalanes 133, At.B, 08014 BARCELONA
Tel. +34 934211266 Fax. +34 934223137

wheelabrator
shaping industry

www.wheelabratorgroup.com · contact@wheelabratorgroup.es
Norican Group es la empresa matriz de DISA y Wheelabrator

ACRO - PERDA, S.L.
Fabricamos recambios para granalladoras desde 1980

SOLUCIONES ANTIDESGASTE
Tel: 93 450 80 19 · Fax: 93 450 80 21
C/ Trinxant 77-79 Local 1 · 08026 Barcelona
acro@acroperda.com
www.acroperda.com

a.m.p.e.r.e. system iberica
DEPARTAMENTO ABRASIVOS

GRANALLAS DE ACERO
GRANALLAS DE INOXIDABLE
GRANALLAS CUT WIRE
GRANALLAS SHOT PEENING
CORINDÓN BLANCO Y MARRÓN
MICROESFERA DE VIDRIO
MICROESFERA CERÁMICA
ABRASIVO ENVIROSTRIP
ABRASIVOS PLÁSTICOS
HILOS PARA METALIZACIÓN

Calidad y disponibilidad a precios competitivos
www.ampereabrasivos.com
Tel. 93 4703175 info@ampereabrasivos.com

FELEMAMG
magnetismo
EXPERTOS EN MAGNETISMO INDUSTRIAL

ELEVACIÓN MAGNÉTICA
Electroimán circular
Separador magnético tipo overband
SEPARACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y DE IMÁN PERMANENTE
Tambor envolvente rotativa

Avda. Agricultura, 15
33211 Gijón (España)
Tlfns: (34) 985 324 408
Faxs (34) 985 324 226
E-mail: felemamg@felemamg.com
www.felemamg.com

GranallaTECNIC S.L.

- Granalladoras de turbina, nuevas y de ocasión.
- Instalaciones automáticas de chorreado.
- Ingeniería y construcción de instalaciones especiales.
- Servicio técnico de todas las marcas y modelos.

C/ Josep Tura, 11 B - Pol. Ind. Mas D'en Cisa
08181 SENTMENAT (Barcelona)
Teléf.: 93 715 00 00 - Fax: 93 715 11 52
Email: granallatecnic@granallatecnic.com
www.granallatecnic.com

SPECTRO AMETEK
MATERIALS ANALYSIS DIVISION
Analizadores Estacionarios de Metales
La solución integral para sus necesidades de análisis de metales
SPECTROLAB
Máximas prestaciones para la siguiente generación de analizadores de metal
SPECTROMAXx
El Analizador de Metales Preferido
SPECTROCHECK
Las máximas prestaciones y fiabilidad al precio más bajo posible

SPECTRO Hispania SL • P.E. Asuarán – Edificio Erekuri, nave 9 • 48950 Erandio, Vizcaya • Tel.: +34.94.471.0401 • Fax: +34.94.471.1741 • Email:comercial@spectro.es • www.spectro.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting
Aproveche toda la experiencia del conocimiento en fundición global

ASK Chemicals España, S.A.U.
C/ Autonomía, nº 4 - 2º
E-48940 – Leioa (Bizkaia)
Tel.: +34 944 56 95 90
Fax: +34 944 36 29 08
e-mail: info.spain@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES
- Granalladoras de turbina
- Equipos de chorreado
- Lavadoras y túneles de lavado

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.
Telf. 93 246 10 00 - 93 246 16 01
E-mail: info@aymsa.com
www.aymsa.com

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales
C/ Arboleda, 14 - Local 114
28031 MADRID
Tel. : 91 332 52 95
Fax : 91 332 81 46
e-mail : acemsa@gmx.es
Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC
- *Laboratorio de ensayo de materiales : análisis químicos, ensayos mecánicos, metalográficos de materiales metálicos y sus uniones soldadas.*
- *Solución a problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes metálicos en producción o servicio : calidad de suministro, transformación, conformado, tratamientos térmico, termoquímico, galvánico, uniones soldadas etc.*
- *Puesta a punto de equipos automáticos de soldadura y robótica, y temple superficial por inducción de aceros.*
- *Cursos de fundición inyectada de aluminio y zamak con práctica real de trabajo en la empresa.*

FUNDICIÓN. EQUIPOS Y SISTEMAS
M. IGLESIAS
Presenta muy importantes referentes para el sector de la fundición, bien sea de gran serie o utilizadora de un moldeo químico (arenas autofraguantes)
GENERAL KINEMATICS — Proyectos y fabricación de equipos vibrantes con tecnología punta para la industria de la Fundición. Compañía de primer orden mundial.
B.G.T. — La última tecnología (Scrubbers) en la Depuración de las aminas y su neutralización.
SFT — Nuevo diseño y soberbia robustez en el nuevo Colossus II, rompedor/troceador de coladas, mazarotas o piezas de desecho.
Tel: 94 346 45 99 • miglesias.ing@gmail.com

alju
- Granalladoras.
- Instalaciones de chorreado manual y automático.
- Líneas de granallado y pintado.
- Filtros de aspiración.
- Piezas y calderería antidesgaste.
- Esmeriladoras pendulares.

FABRICANTES CON INGENIERÍA PROPIA
Teléf.: +34 944 920 111 • e-mail: alju@alju.es • www.alju.es

EURO-EQUIP
INGENIERÍA Y EQUIPOS PARA FUNDICIÓN
Desde la máquina más simple, hasta la más compleja instalación llave en mano.
REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA ESPAÑA DE:
ABP INDUCTION · CLANSMAN DYNAMICS · DISA shaping industry · inspectomation · MAGMA · MIKROPUL Nederman · pour-tech AB · SIMPSON · wheelabrator · YUATSUKI
Polígono Industrial La Cruz - Parcela 4-5 - 48196 Lezama - BIZKAIA (SPAIN)
Tel.: (34) 944 761 244 - FAX: (34) 944 761 247 • E-mail: euroequip@euroequip.es
www.euroequip.es

interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.
Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos
P.I. Sangróniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 94 453 50 78
Fax: 94 453 51 45
bilbao@interbil.es
- Ingeniería de Hornos.
- Suministro y fabricación de resistencias.
- Quemadores recuperativos y regenerativos.
- Reguladores de potencia.
- Sistemas de control de procesos.
- Control de atmósferas.

www.interbil.es

SYNCHRO ERP
Cast Metal Software – Est.1975
PRODUCTION CONTROL SOFTWARE
DESKTOP | CLOUD | APP

www.synchroerp.com

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN
Compromiso y fiabilidad
DEGUISA
www.deguisa.com

RÖSLER
finding a better way ...
Rösler International GmbH & Co. KG P.I.
Cova Solera C / Roma, 7 08191 Rubí (Barcelona)
www.rosler.es
Tel.: 93 588 55 85 rosler@rosler.es
Fax: 93 588 32 09
Tel.Cial: 93 697 63 20 comercial@rosler.es
* VIBRACIÓN
* GRANALLADORAS Y CHORREADORAS
* LINEAS DE GRANALLADO Y PINTADO
* RECAMBIOS Y PIEZAS DE REPUESTO
* LAVADORAS INDUSTRIALES
* INGENIERIA MEDIOAMBIENTAL
www.rosler.es
INSTALACIONES PARA TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

Olaona
Utillajes para fundición
DISEÑO Y FABRICACION DE UTILLAJES EN TODO TIPO DE MATERIALES
TECNOLOGIA CAD/CAM DE ULTIMA GENERACION
Avda. Vitoria, 7 - 31800 Alsasua (Navarra)
Tfno: 948 56 22 77 Fax: 948 46 87 58
Web: www.modelosolaona.com
email: gerencia@modelosolaona.com

MODELOS VIAL, S.L.
UTILLAJE PARA FUNDICIÓN
FOUNDRY PATTERNS AND TOOLINGS
MODELOS Y UTILLAJES DE PRECISION POR CAD-CAM
MODELOS EN:
Madera, metal, plástico y poliestireno, coquillas de gravedad, coquillas para cajas de machos calientes, placas para cáscara.
Larragana, 15 - 01013 Vitoria/Gasteiz Alava (Spain)
Tel.: 945 25 57 88 (3 líneas) - Fax: 945 28 96 32
e-mail: modelosvial@modelosvial.com
e-mail Departamento técnico: tecnica@modelosvial.com

BERG S.L.
Pol. Ind. Can Carner
C/ Terrasa, 57
08211 Castellar del Vallès (Barcelona)
Telf. 937 473 636 - Fax 937 473 628
Artículos para inyectado:
- Granulos lubrificantes para pistón
- Desmoldeantes
- Pistones de acero de larga duración
- Evacuadores de aire para moldes (Chill-Vent)
Artículos para fundición:
- Cazos, potes, escoriadores, lingoteras, tenazas
- Evacuadores de aire para coquillas
- Aditivos de arena
- Arena preparada Petrobond.
- Reparación de piezas e impregnación (Dichtol)
- Recuperadora de aluminio de las escorias

Nuevo catálogo digital
http://tinyurl.com/bergsl
www.bergsl.com

HA ILARDUYA
Proveedor Global de productos y soluciones para la industria de la fundición
Tecnología Innovadora y versátil.
www.ha-ilarduya.com

Thermo SCIENTIFIC
A Thermo Fisher Scientific Brand
Espectrómetros OES para Análisis de Metales
ARL iSpark, ARL SMS-2500, ARL 3460 y ARL 4460

Thermo Fisher Scientific España
Valportillo Primera, No. 22, 28108 Alcobendas, Madrid - Tel. +34 914 845 965
analyze.es@thermofisher.com - www.thermoscientific.com/oes

INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA 48
ACEMSA 48
ACRO-PERDA 47
ALJU 9
AMPERE SYSTEM 47
ASK CHEMICALS ..... Interior PORTADA
BAUTERMIC 45
BERG 49
CEDIE 9
CHEM-TREND 17
DEGUISA 49
DITTA MUSTO 25
ERVIN AMASTEEL 47
EURO-EQUIP ..... CONTRAPORTADA
EXONE 19
F.E.A.F 11
FELEMAMG 47
FOSECO ..... PORTADA
FUNDIGEX 7
GRANALLATECNIC 47
HA ILARDUYA 49
HEA 46
HORNOS DEL VALLÉS 46
IMF DIECASTING 47
INSERTEC 46
INTERBIL 48
LABECAST 46
M. IGLESIAS 48
MAR CASTING 46
METALTÉRMICA GAI 46
MODELBAGES 45
MODELOS OLAONA 49
MODELOS VIAL 21
OMEGA 5
PUMP & VALVES 4
REVISTAS ..... Interior CONTRAPORTADA
RÖSLER 15
S.A. METALOGRÁFICA 46
SIMULACIONES Y PROYECTOS ...46
SPECTRO 48
SUBCONTRATACIÓN 29
SYNCHRO 13
TECRESA 47
THERMO FISHER SCIENTIFIC 49
WHEELABRATOR 47

Próximo número

NOVIEMBRE

Nº Especial PROVEEDORES. Granalladoras y granallas. Shot Peening. Laboratorio. Calidad. Metrología. Microscopía. Espectrómetros. Dispositivos ópticos. Moldeo. Arenas. Equipos e instrumentos de medición y control. Refractarios. Aislantes. Quemadores. Calentadores.

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PEDECA Press Publicaciones

SOMOS SU MEDIO

C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

COLADAS A LA MEDIDA DE TUS NECESIDADES

- Desde hornos tipo **Presspour** hasta una **simple cuchara**.
- Con **cualquier sistema de control**: 3D Laser de PourTech, Teach-in...
- Con la **experiencia** de más de **65 instalaciones** vendidas en todo el mundo.

EURO-EQUIP

INGENIERÍA Y EQUIPOS PARA FUNDICIÓN

www.euroequip.es