DISEÑANDO Y FABRICANDO
HORNOS Y ESTUFAS
INDUSTRIALES
DESDE 1945

HORNOS ALFERIEFF contabiliza la construcción de más de 1100 hornos, por ello, contamos hoy con una renombrada experiencia en el campo de los hornos industriales

CONSTRUYENDO FUTURO

▸ AERONÁUTICA ▸ ESPACIO ▸ FERROCARRIL ▸ NAVAL ▸ AUTOMOCIÓN ▸ EÓLICA ▸ FOTOVOLTAICA ▸ TERMOSOLAR ▸ ELÉCTRICO ▸ I.PESADA

HORNOS ALFERIEFF®

Email: hornos@alferieff.com - www.alferieff.com

TRATER Press

FEBRERO 2011 • Nº 21

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es

PORQUE
LA DIFERENCIA
SE MARCA
DESDE EL PRINCIPIO

EL KNOW HOW UNIDO AL CUIDADO DE LAS PRIMERAS FASES DE FABRICACION MARCAN LA CALIDAD, FIABILIDAD Y DURABILIDAD FINAL DEL PRODUCTO.

MEDIANTE HORNOS DESARROLLADOS, INSTALADOS Y MANTENIDOS POR ARROLA SE FABRICAN COMPONENTES PARA LA MAS ALTA COMPETICION.

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS

POLIGONO INDUSTRIAL ARCIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

MOLD EXPO

Feria Internacional de Moldes y Matrices
International Mould and Die Exhibition

10-12 MAYO/MAY 2011
ZARAGOZA (SPAIN)

Organiza/organised by:

Tel (+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 849

moldexpo@feriazaragoza.es
www.moldexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Edición Nacional

115 € (I.V.A. incluido) Edición Internacional

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

85 € (I.V.A. incluido) Ed. Internacional

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

150 € (I.V.A. incluido) Ed. Internacional

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Internacional

PEDECA Press Publicaciones

C/ Goya, 20. 4º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26 • pedeca@pedeca.es
www.pedeca.es

Nuestra Portada

ARROLA

ARROLA diseña instalaciones para el tratamiento térmico de metales férricos y no férricos, dentro de las tecnologías de vacío y atmósfera controlada, con tecnologías innovadoras y adaptadas a los requerimientos solicitados.

Sus soluciones técnicas, la capacidad de servicio y la cercanía al cliente hace de **ARROLA** un proveedor de instalaciones único dentro del mercado nacional.

ARROLA
Polígono Industrial Argixao, 60
20700 ZUMÁRRAGA
GUIPÚZKOA - ESPAÑA
Teléf.: (+34) 943 725 271
Fax: (+34) 943 725 634
www.arrola.es
info@arrola.es

Sumario • Febrero 2011 - Nº 21

Editorial 2

Noticias 4

EFEF 2011 se celebrará en Ginebra • Segula Technologies adquiere la división de automoción de EDAG España • Seminarios de Instrumentos Testo • H2O recibe la patente de la tecnología ClearCat® • Nuevo Q2 ION • Carburos Metálicos organizó un ciclo de jornadas sobre soldadura.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 8
- La producción de acero crece un 14% en 2010 - *Por UNESID* 10
- Testo presenta dos nuevas cámaras termográficas 12
- La Cumbre afronta su edición de 2011 con nuevos proyectos 14
- "Smart Efficiency", tema aglutinador de HANNOVER MESSE 2011 16
- HEGAN participa en un proyecto piloto europeo para fomentar la colaboración entre entidades aeronáuticas 18
- Burgdorf-Osmirol-Nüsle. Tecnología de tratamiento térmico 20
- Predicción mediante la simulación de la microestructura en fundiciones ADI tras el tramiento térmico - *Por Igor Pérez Villalobos, Uwe Getzlaff y Ole Köser* 22
- Versos a los tratamientos térmicos de los aceros - *Por Manuel Antonio Martínez Baena* 28
- Nueva cámara térmica radiométrica ARC - *Por Land Instruments* 30
- Pistoletazo de salida para los certámenes de GIFA, METEC, THERMPROCESS y NEWCAST 2011 - *Por Fundigex* 31
- MAERS®, horno vertical para revenido de ejes 32
- Gearbox: Fabricante de cajas de cambio 34
- AIR LIQUIDE presentó sus "Resultados 2010" 36
- Generación de microestructuras aciculares para obtener elevadas propiedades mecánicas en aceros - *Por C. Capdevila, C. García-Mateo, F.G. Caballero, J. Cornide, D. San Martín y C. García de Andrés* 38

Guía de compras 45

Indice de Anunciantes 48

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Carolina Abuin
Administración: María González Ochoa

PEDECA PRESS PUBLICACIONES S.L.U.
Goya, 20, 4º - 28001 Madrid
Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126
www.pedeca.es • pedeca@pedeca.es

ISSN: 1888-4423 - Depósito legal: M-53065-2007
Diseño y Maquetación: **José González Otero**
Creatividad: **Víctor J. Ruiz**
Impresión: **Villena Artes Gráficas**

Redactor honorífico: José María Palacios

Colaboradores: Manuel A. Martínez Baena, Juan Martínez Arcas y Jordi Tartera

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.

TRATER PRESS se publica seis veces al año: Febrero, Abril, Junio, Septiembre, Noviembre y Diciembre.

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 artículo publicado en TRATER PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Asociación colaboradora

Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

En este año 2011 tenemos varios “puntos de encuentro” para promocionar el sector de los Tratamientos Térmicos.

Estaremos con stand en GIFA-THERMPROCESS (Düsseldorf, Junio). Una vez pasado el verano en la Cumbre Industrial (Bilbao, 27-30 Septiembre) y casi a final de año en EUROSURFAS (Barcelona, 14-18 noviembre).

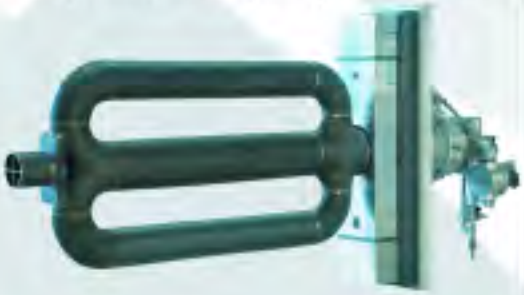
Publicaremos números especiales con una difusión mayor de lo habitual, para entregar gratuitamente a expositores y visitantes.

Según noticias del sector, parece que los Tratamentistas están con trabajo continuado, ya no es con altibajos como antes y esa continuidad vendrá seguida de aumento. Esperemos que sea así.

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales

Quemadores
recuperativos y regenerativos



Reguladores de Potencia
a Tyristores:

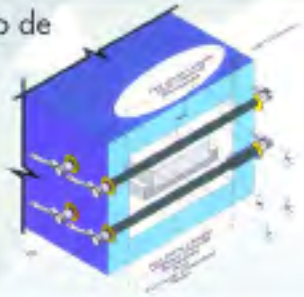
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



Fabricación de resistencias,
en hilo o pletina conformadas a medida segun plano.

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

P.I. Sangròniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 94 453 50 78
Fax: 94 453 51 45
bilbao@interbil.es

www.interbil.es

EFEF 2011 se celebrará en Ginebra

Tras dos exitosas ediciones en Bilbao y Londres (la última de ellas congregó a 3.713 profesionales del máximo nivel, procedentes de 53 países), los organizadores de European Future Energy Forum han anunciado esta semana desde Abu Dhabi las fechas de su próxima edición. Será en octubre de este año, los días 4 a 6, y se celebrará en el recinto Palexpo de Ginebra, tal y como han hecho público representantes de Bilbao Exhibition Centre y Turret Middle East.

El Gobierno Suizo ha expresado su total apoyo a esta convocatoria, versión europea de la Cumbre de Emiratos Árabes, denominada World Future Energy Summit. Así lo ha manifestado la Presidenta del país, Micheline Calmy-Rey:

"Ginebra tiene una larga tradición y una reputación muy sólida como centro de desarrollo y promoción de tecnologías orientadas al futuro. Estoy convencida de que como ciudad anfitriona de EFEF 2011 hará todos los esfuerzos a su alcance para convertir este encuentro en un gran éxito".

Representantes de Bilbao Exhibition Centre se han trasladado esta semana a la capital de los Emiratos Árabes Unidos junto con una importante delegación empresarial e institucional de más de 100 personas. Además de gestionar la participación de empresas e instituciones en la Cumbre de Abu Dhabi como agentes de WFES para la Península Ibérica, los responsables de la entidad vasca están promocionando la marca europea del evento en distintas reuniones de trabajo y desarrollando una intensa agenda de contactos internacionales, también en Dubai y Doha.

Info 1

Segula Technologies adquiere la división de automoción de EDAG España

El grupo francés SEGULA Technologies ha adquirido con fecha 1 de enero de 2011 la rama de actividad de automoción del grupo Alemán EDAG en España, reforzándose en el entorno de clientes de automoción en Barcelona y en las actividades de diseño y fabricación, principalmente de sistemas eléctricos.

Esta integración, sigue la línea del acuerdo establecida en 2008 con la adquisición de la filial de EDAG en Francia por parte de la matriz del grupo SEGULA, reforzando su división de Automoción que con unos 1.500 técnicos puede ofrecer soluciones globales a sus clientes tanto a nivel de diseño, cálculo, prototipado e industrialización, así como de acompañamiento en su implementación internacional.

Info 2

Seminarios de Instrumentos Testo

Instrumentos Testo concluyó el año 2010 con más de una decena de seminarios sobre diferentes temáticas en todo el ámbito nacional. A continuación, se detallan algunos de ellos:

- Seminario de Termografía.
- Seminario de Aire Comprimido.
- Seminario sobre la Optimización de la combustión en Procesos Industriales.
- Seminario sobre Emisiones industriales.
- Seminario de Ventilación industrial.
- Seminario de Refrigeración.
- Seminario de Alimentación APPCC.

El éxito de convocatoria de estos seminarios y las valoraciones obtenidas tras la celebración de los mismos, avalan a Instrumentos Testo como empresa con una contrastada experiencia en jornadas teórico-prácticas, además de empresa líder en la fabricación de instrumentación de medición.

Los objetivos planteados en cada uno de estos seminarios responden a las siguientes preguntas: ¿porqué se mide? ¿qué se mide? ¿cómo se mide? ¿dónde se mide? ¿qué normativa aplica?

Con el fin de dar la mejor solución, Instrumentos Testo coordina el evento y propone como ponentes a los mejores profesionales de cada sector. Gracias a ello, se consigue un seminario rigurosamente técnico y lejos de considerarse un seminario con información comercial.

Info 3

"Gracias a Carburos Metálicos, podemos hacer demostraciones ininterrumpidas de forma fiable y segura."

Dave Goves,
Ingeniero Jefe de Amada, Reino Unido

Dave Goves está muy satisfecho con la comprensión mostrada por Air Products. "Ahora más empresas con máquinas de corte por láser pueden beneficiarse del funcionamiento sin interrupciones. Esto es evidentemente mucho más eficaz que lo era antes... ahora es posible un verdadero funcionamiento de 24 horas al día y 7 días a la semana."

Amada es uno de los mayores fabricantes mundiales de fresadoras especialistas en tecnología de corte por láser.

Las máquinas son actualmente más rápidas y potentes, y eso se comprueba rápidamente en las demostraciones ante clientes. No obstante, la mayoría quieren ver los sistemas funcionando sin interrupciones ni pausas debidas a la necesidad de cambiar las botellas de gas. Por ese motivo, Amada consultó con el grupo Air Products.

Nuestros especialistas recomendaron a Amada nuestro sistema de suministro de gas CryoEase®, una alternativa fiable y cómoda para grandes consumos de gases, consistente en un envase criogénico de producto líquido que se rellena periódicamente mediante un camión cisterna sin necesidad de parar el proceso de corte.

El sistema CryoEase® nos permite suministrar nitrógeno para las máquinas de corte a 30 bar. El resultado es una mayorproductividad al no haber interrupciones que permite hacer demostraciones perfectas ante clientes potenciales.

Sea lo que sea en lo que trabajen sus especialistas, nuestros expertos pueden ayudar. Más información en www.carburos.com/expert115

CARBUROS METALICOS
Grupo Air Products

te escuchamos
www.carburos.com/expert115

H2O recibe la patente de la tecnología ClearCat®

La empresa H2O en Alemania demuestra nuevamente su rol de líder del mercado europeo de equipos de destilación al vacío de bajo consumo. De todas las marcas registradas existentes se ha creado recientemente la tecnología ClearCat®.

De esta manera se pueden tratar aguas de procesos con contenido de aceites y emulsiones en un solo paso.

La calidad del agua tratada permite el vertido a la red pública, o aún mejor, la reutilización en el mismo proceso. Sin la tecnología innovadora ClearCat® son necesarios procesos de post tratamiento con costos operativos elevados.

Gracias a las ventajas económicas para los usuarios del Vacudest®, hasta el momento 50% de los sistemas de destilación al vacío instalados están equipados con este nuevo desarrollo.

De esta manera es esta patente un importante punto para las ventas y crecimiento de la empresa H2O GmbH de Steinen.

Info 4

Nuevo Q2 ION

El espectrómetro de emisión por chispa totalmente nuevo de Bruker Elemental modelo Q2 ION eleva el análisis de metales a unos nuevos límites de simplicidad y facilidad de manejo. A día de hoy, el Q2 ION es el espectrómetro de chispa más pe-

queño y ligero ultra compacto disponible en el mercado para el análisis de metales.

Es un sistema multimatriz muy versátil para una inspección fácil y rápida de recepción de materiales, así como control de calidad de aleaciones metálicas. Su precio asequible y sus bajos costes de operación lo hacen ser una herramienta ideal para pequeñas y medianas empresas.

El Q2 ION cubre la mayoría de los elementos aleantes en multitud de aplicaciones tales como aleaciones de Hierro, Aluminios, Cobre y muchas más.

Está dirigido especialmente a aquellas fundiciones de tamaño medio-pequeño, industrias de procesado de metales, fabricantes, departamentos de control de calidad, almacenes, plantas de reciclaje de metales e incluso para aquellas empresas dedicadas a la inspección.

Su especial diseño hace al Q2 ION ultra ligero (menos de 20 kg), de tal manera que puede ser transportable a lugares cercanos para analizar. Hay disponible también una maleta opcional. A pesar de su poco peso, es adecuado para aplicaciones en las cuales se requiera robustez. El Q2 ION también establece un nuevo estándar en facilidad de uso.

Coloque su muestra sobre el estativo de chispeo y pulse el botón de START. En menos de treinta segundos obtendrá la composición elemental completa de su metal.

La nueva óptica patentada Flat Field CCD es una obra de arte en diseño óptico e ingeniería mecánica. Su sistema de Compensación Ambiente Activa (AAC) proporciona la máxima estabilidad en un rango de temperaturas entre 10 y 45 °C.

Su detector CCD de Alta Definición junto con la ya establecida tecnología ClearSpectrum®, proporcionan el mejor rendimiento de cualquier equipo analítico de su clase.

Info 5

Carburos Metálicos organizó un ciclo de jornadas sobre soldadura

La compañía líder en España en el suministro de gases industriales y medicinales, Carburos Metálicos, Grupo Air Products, organizó un ciclo de jornadas por toda España hablando sobre la utilidad de los gases para el sector de la soldadura.

Mediante estas jornadas, abiertas a todos los profesionales del sector, la compañía quiere compartir los conocimientos que ha adquirido a lo largo de los años en materia de soldadura.

El 10 de febrero se celebró en Coruña una de las jornadas,

mientras que el 16 tuvo lugar otra en Toledo.

Con el objetivo de facilitar los procesos de soldadura y corte, Carburos Metálicos dispone de una línea completa de gases para este sector bajo la gama de botellas Integra®.

Esta botella tiene la ventaja de tener un reducido tamaño ya que se llena a 300 bar de presión, en lugar de a 200 bar como las botellas tradicionales.

Este factor ofrece mayor seguridad al reducir el riesgo de caída, a la vez que facilita el manejo y transporte.

Además, cuenta con un regulador integrado que controla la salida de gas a 5 bar. El control de la presión ayuda a mejorar la seguridad de la utilización.

La botella Integra®, que normalmente dura más que las botellas convencionales, también incorpora una conexión rápida de salida de gas que facilita la conexión a la máquina de soldar.

Asimismo, la compañía ha desarrollado la gama de gases Maxx® ideada para mejorar la calidad de la soldadura y el entorno de trabajo, disminuyendo la producción de humos y ozono, produciendo menores rechazos y aumentando la productividad, respecto a los gases tradicionales.

Esta gama, que ofrece soluciones para la industria de soldadura, incluye: las mezclas Ferromaxx® para la soldadura del acero al carbono, las mezclas Inomaxx® para el acero inoxidable y la mezcla Alumaxx® para el aluminio.

Info 6

NOSOTROS VEMOS SUS NECESIDADES EN TRATAMIENTO TERMICO

Hornos de doble cámara con enfriamiento a gas o en aceite.
Hornos de temple de alta presión – 25bar helio.
Cementación en vacío FineCarb®, Sistema Modular Rotativo.
Hornos de revenido con retorta y opción de nitruración gaseosa ZeroFlow®.
Aplicación especial, 10^{-7}mbar, 2300°C.
Temple a alta presión / Hornos de alto vacío verticales y horizontales.
Sinterizado en vacío.
Turbina de gas / Componente del recubrimiento del sistema de sinterizado.
Repuestos, reparaciones y modernizaciones.

SECO/WARWICK

EQUIPO DE TRATAMIENTO TERMICO EN VACIO

Persona de contacto: Bakarne Egiguren Soraluze
ARROLA HORNOS Y SERVICIOS, S.L.L.
Polígono Industrial Argixao, 60
E 20700 - Zumarraga (Gipuzkoa) Spain
Tel (+34) 943 725 271; Fax (+34) 943 725 634
info@arrola.es www.arrola.es

SECO/WARWICK S.A.
ul. Sobieskiego 8
66-200 Swiebodzin, Poland
Tel: + 48 68 3820 501 Tel: + 48 68 3820 598 Fax: +48 68 3820 555
info@secowarwick.com.pl vacuum@secowarwick.com.pl
www.secowarwick.com.pl

Fórum de ARCAS

Por Juan Martínez Arcas

Pueden formularnos las preguntas que deseen sobre la problemática de los Tratamientos Térmicos, dirigiéndose a la revista:

Por carta: Goya, 20, 4º - 28001 Madrid - Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126
E-mail: pedeca@pedeca.es

Tanto preguntas como respuestas irán publicadas en sucesivos números de la revista por orden de llegada, gracias a la activa colaboración de D. Juan Martínez Arcas.

Continuamos sobre la importancia que tiene la elección de la velocidad de enfriamiento en el temple…

Por lo tanto, con enfriamientos más rápidos al indicado en el número anterior, es decir 11 °C/ minuto, sólo nos proporciona una ligera mejora, pero con riesgo alto de provocar distorsiones y posibles grietas, (siempre hablamos del acero H-13) para obtener una dureza después del temple de 52-56 HRC (ver figura nº 1 de la revista nº 19 de esta serie).

Esta experiencia práctica de elegir la velocidad indicada de enfriamiento es de gran importancia, ya que ella está al alcance en la mayoría de los hornos de vacío (pero si se hacen las cosas bien). Con ésto quiero decir, restringir el tamaño de la carga, utilizar nitrógeno de gran pureza y a una presión preferible de 2 bares o más, así como utilizar un eficiente intercambiador de calor.

La práctica de enfriamientos isotérmicos (enfriamientos por pasos o etapas) se utiliza normalmente para igualar las temperaturas interiores y exteriores de los grandes bloques, antes de enfriar a través de las temperaturas de transición.

Lo ideal sería disponer de sondas en el interior de los moldes (aprovechando los circuitos de refrigeración del mismo) como ya indicamos en otras ocasiones. Así podemos observar directamente las temperaturas reales de las zonas másicas y de la superficie, además de registrarlas gráficamente. Este método es bueno no sólo para disminuir la carga y distorsión causados por el enfriamiento, sino también para demostrar el procedimiento real programado y realizado.

Seguiremos en el próximo número con los REVENIDOS dando amplias explicaciones de su número y el por qué, como corresponde al acero complejo y que es el H-13.

TRATER press

Suscripción anual 2011
6 números
90 euros

pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126

Es el momento de avanzar

27 - 30 SEPTIEMBRE 2011

Cumbre 2011

Con Francia como País de Honor

- Amplios programas para reconocer las oportunidades de negocio en Francia.
- Agenda de entrevistas con fabricantes franceses.

Y nuevas herramientas promocionales para rentabilizar su participación

- Áreas de nuevos proyectos y negocios.
- Jornadas de diversificación de actividad.
- Catálogo On-line.
- Business Meetings.
- Difusión de novedades.
- Campaña de visitantes y delegaciones extranjeras.

Aproveche las ventajosas condiciones económicas por inscribirse ahora

trasmet 11 CUMBRE

automatización 11 CUMBRE

subcontratación 11 CUMBRE

BILBAO EXHIBITION CENTRE
P.O. Box: 468
48080 BILBAO
Tel.: (+34) 94 404 00 78 / 93
Fax: (+34) 94 404 00 01
E-mail: cumbre@bec.eu
www.bilbaoexhibitioncentre.com

B! E! C! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

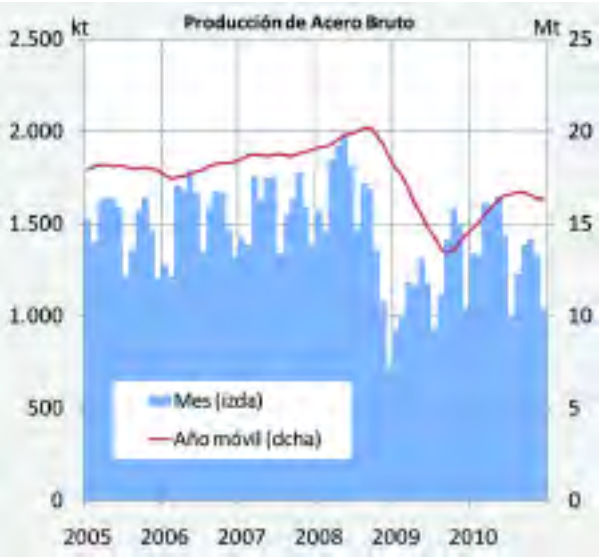
La producción de acero crece un 14% en 2010

Por UNESID

En diciembre se han producido 1 millón de toneladas de acero bruto en las fábricas españolas, prácticamente igual que en diciembre del año anterior (+0,5%). Este dato deja de ser negativo, como lo fue en octubre y noviembre, meses en los que la producción descendió un 11% interanual.

Con esta cifra, el total del año se eleva a 16,4 millones de toneladas, mejorando en 2 millones de toneladas la producción de 2009. En términos relativos, es un crecimiento del 14% anual. El nivel alcanzado es similar al del año 2003.

El perfil del año ha sido irregular, con un comienzo algo más fuerte y varios meses produciendo 1,6 millones de toneladas. El último trimestre ha sido más débil, con un máximo de 1,4 millones en octubre, e incluso un mes de noviembre que fue un 10% inferior al de 2009. El comportamiento también ha sido dispar entre los principales productos y calidades. Todas las calidades han crecido este año, pero especialmente los aceros inoxidables y otros aceros aleados. Estos últimos han doblado la producción del año anterior. En cuanto a los productos, el crecimiento se ha concentrado en los planos, habiendo aumentado en torno a un 30% con respecto a 2009. Sin embargo, los productos largos todavía han seguido descendiendo ligeramente en este año.



Aunque los últimos datos de comercio exterior son de octubre, sí se puede adelantar que la exportación ha sido el principal destino de este aumento de producción, creciendo a un ritmo más importante que las ventas nacionales.

ferroforma '11

La Ferroforma que quieren todos

Ferroforma es tu Feria.
El punto de encuentro
más importante del año.
Por eso te ofrecemos
nuevas herramientas
a tu servicio.
Una financiación al 0 %, importantes descuentos y muchas más ventajas para que vender te resulte más fácil que nunca.
Lo que todos queremos.

www.laferroformaquequierentodos.eu

ferroforma bricoforma '11
BILBAO
23 > 26 MARZO

B! E! C! BILBAO EXHIBITION CENTRE

www.bilbaoexhibitioncentre.com

EXPOSSIBLE!

COMERCIAL
SATEC
SOCIEDAD LIMITADA

EXCELENCIA EN TRATAMIENTO TÉRMICO

PINTURAS PROTECTORAS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS "CONDURSAL"
- ANTICEMENTANTE
- ANTINITRURANTE
- ESTANQUEIDAD

ACEITES RÁPIDOS DE TEMPLE "DURIXOL":
- ACEITES DE TEMPLE RÁPIDO
- ACEITES DE TEMPLE CON ALTA RESISTENCIA A LA EVAPORACIÓN
- ACEITES PARA TEMPLE MARTENSÍTICO
- ACEITES DE TEMPLE PARA VACÍO

- POLÍMEROS DE TEMPLE, "SERVISCOL Y POLYQUENCH"
- AGENTES LIMPIADORES, "SERVIDUR"
- ACEITES ANTICORROSIVOS Y PAVONADO, "SERVITOL"

COMERCIAL SATEC, S.L.
P.A.E. ASUARAN Edificio Enekuri, nave 9
48950 ERANDIO (Vizcaya)
Tel: 94 471 16 63 • Fax: 94 471 17 41
info@comercial-satec.com • www.comercial-satec.com

Testo presenta dos nuevas cámaras termográficas

Con las nuevas cámaras testo 876 y testo 882, se introducen dos nuevos modelos en el mercado. Con el modelo 876, Testo inaugura un diseño tipo videocámara para los modelos de acceso a la termografía. El modelo 882, en el habitual diseño tipo "pistola", es todavía más precisa y fiable gracias a la resolución de su detector aumentada a 320 x 240 píxeles.

Estos nuevos modelos suponen la tercera generación de cámaras termográficas Testo, cuya primera incursión en el Mercado de la termografía data de 2007. Daniel Auer, Responsable del Área de Productos de la Tecnología de Medición por Infrarrojos en la central de Testo en Alemania: "Testo combina de forma habitual la última tecnología con una innovación constante. Para el desarrollo de nuestras soluciones termográficas nos apoyamos en este punto fuerte de la empresa, y tal como han corroborado estos últimos años, ha sido todo un éxito. Con estos dos nuevos productos, una vez más marcamos el paso en lo que respecta a estándares tecnológicos, para poder ofrecer a nuestros clientes un valor añadido más a su adquisición."

testo 876 – la última tecnología en diseño videocámara

Con el modelo 876, Testo introduce en el mercado la primera cámara termográfica en formato videocámara, que le coloca a la vanguardia de este segmento. Esta cámara destaca por su ligereza (aprox. 900 g) y por estar equipada con una pantalla giratoria plegable, lo que facilita la termografía en lugares de difícil acceso.

Este factor abre nuevas posibilidades, especialmente en el campo de la termografía industrial profesional: dado que la pantalla puede rotar hasta 180°, se puede usar a una altura por encima de la cabeza del usuario sin problemas. Para los usuarios del sector del mantenimiento industrial también representará una ventaja poder termografiar fácilmente y desde cualquier ángulo zonas de difícil acceso. Además, los objetivos intercambiables permiten obtener siempre la imagen deseada, ya sea más amplia o más detallada. Gracias a su bajo peso y su fácil manejo, la testo 876 se adapta óptimamente a los requisitos del termógrafo.

La mejor calidad de imagen: la testo 882

Es la primera cámara termográfica de Testo con el detector de 320 x 240 píxeles, por lo que no es necesario disponer de un objetivo intercambiable para obtener una imagen muy detallada. Esta cámara está equipada con un objetivo angular de 32° con el que se obtienen termografías muy precisas y en las que se observan gran cantidad de detalles. Tal y como ocurre con la testo 876, la seguridad es una característica primordial: desde una distancia prudencial no hay problemas para detectar el menor fallo en un lugar de difícil acceso o en identificar de forma precisa y fiable cualquier anomalía en zonas peligrosas de sistemas industriales. El detector cumple con los actuales estándares de la termografía de la German Federal Association for Applied Thermography (VATh e.V.).

SE VENDE

Horno de ocasión.
Horno estático estabilizar
segunda mano en muy buen estado.

Contacto:
Eduard Tarrats • Tel.: 938 479 647 • eduard@starrat.com

- Horno estático de 97,5 m3 totales (útiles 68 m3).
- Dimensiones interiores útiles 8,9 x 4,5 x 1,7h mts.
- Interior en fibra cerámica.
- 2 vagonetas de 4 cuerpos de 8,9m de largo total cada una.
- Doble puerta de entrada al horno, una por cada extremo.
- Equipo de combustión a gas (8 quemadores Eclipse TJ150, 440 kw).
- Doble campana de enfriamiento con puerta guillotina lateral.
- Control independiente de la combustión en cada cámara.
- Equipo de regulación y control de todos los movimientos.
- Control y maniobra centralizados en una pantalla táctil.
- Maniobra controlada por PLC Omron.
- Ciclo de cocción controlado por PLC electrónico.
- Registro de temperaturas y sistema de adquisición de datos.
- Notificación de alarmas mediante mensajes de SMS.

Starrat®
desde 1929

Tarrats Hornos Industriales, S.L. - Tel.: 938 479 647 - Fax: 938 479 648

La Cumbre afronta su edición de 2011 con nuevos proyectos

La maquinaria de la Cumbre Industrial y Tecnológica ya está en marcha y su equipo organizador trabaja con un objetivo claro: ofrecer los días 27 a 30 de septiembre de 2011 un espacio dinamizador de negocios, de alto valor añadido. Para ello, el diseño de la próxima edición se presenta marcado por iniciativas como la figura del país de honor, el área de innovación, las jornadas sobre diversificación y herramientas online con aplicaciones dedicadas a la concertación de agendas, entre otras.

La política de precios favorable presentada en la actual campaña completará el perfil del certamen, que quiere ofrecer a las empresas un punto de encuentro rentable en un año decisivo para el desarrollo de estrategias y operaciones comerciales.

Por último, el equipo organizador de la Cumbre ha iniciado el contacto con contratistas y compradores estratégicos para cerrar acuerdos de colaboración, y ya han confirmado su compromiso con la Feria empresas como Aernnova, Daewoo, Danobat, Epsilon Euskadi, Hiriko, Inmotec, Irizar, Itp, La Naval, Michelín, Peddinghaus y Tubos Reunidos.

FRANCIA, PAÍS DE HONOR

En 2011, la Cumbre contará con un nuevo espacio dedicado a la presencia destacada de un país, figura que en su primera edición representará Francia. El país galo ha sido elegido por los organizadores del certamen por el importante volumen de negocio que genera en el mercado nacional. Así, sus empresas constituirán uno de los principales grupos expositores del certamen, mientras que también habrá en él una delegación muy significativa de compradores y contratistas franceses.

Las oportunidades que ofrece el mercado francés serán analizadas en distintas jornadas que se desarrollarán de manera paralela a la exposición, en una programación especial que, además, incluirá la celebración del "Día de Francia" y la organización de agendas a todos los participantes.

"NETWORKING" INTERNACIONAL

El carácter global del certamen permitirá al visitante contactar en un único espacio con profesionales internacionales de todos los ámbitos de interés para su actividad productiva, relacionados con la fabricación de bienes de equipo.

Esta vertiente participativa también se fomentará a través de otras fórmulas de entrevistas y "networking". Así, muchos meses antes de que la feria abra sus puertas existirá la posibilidad de interactuar con otras empresas a través de los distintos programas que se ofrecerán desde el catálogo online, donde se divulgarán las novedades y tanto expositores como visitantes podrán programar aquellos encuentros de su interés.

Las tres grandes áreas que agruparán la oferta de la Cumbre serán las de Subcontratación, Automatización y Trasmet, esta última relacionada con la maquinaria y el suministro para siderurgia, fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies.

30 AÑOS AL SERVICIO DE LA SUBCONTRATACIÓN

En 2011 Subcontratación cumplirá 30 años como única feria internacional en su especialidad en nuestro país. A lo largo de este tiempo, el certamen ha querido dar respuesta al sector de la subcontratación industrial, facilitando una herramienta eficaz a las pequeñas y medianas empresas para la promoción de sus actividades y el intercambio informativo, técnico y comercial.

Para reforzar este objetivo, en su 15ª edición la Feria contará con dos elementos muy destacados: el área de nuevos proyectos y las jornadas sobre diversificación.

En efecto, el área de nuevos proyectos ofrecerá a empresas fabricantes, procedentes de sectores no tan habituales en subcontratación, la posibilidad de presentar sus novedades en la exposición. De este modo, los subcontratistas podrán conocer de primera mano las necesidades y objetivos de los fabricantes de aquellos ámbitos más innovadores.

Por su parte, en las Jornadas sobre Diversificación, el Consejo Superior de Cámaras ofrecerá a los subcontratistas claves concretas para ampliar su actividad con los medios existentes en cada subsector, analizando las demandas de los nuevos sectores emergentes.

"Smart Efficiency", tema aglutinador de HANNOVER MESSE 2011

El tema aglutinador de HANNOVER MESSE 2011 reza "Smart Efficiency". Siguiendo este lema, las empresas de las 13 ferias monográficas internacionales presentan del 4 al 8 de abril de 2011 las tecnologías clave de la industria mundial. "Desde hace años, la eficacia en los más diversos ámbitos es el tema dominante en la industria. Pero programar los procesos industriales implica mucho más: se trata de conectar y usar de manera inteligente potenciales individuales de eficacia. Smart Efficiency interconecta concretamente los ámbitos de la eficacia de costes, procesos y recursos. Es la interconexión inteligente la que permite a las empresas posicionarse en el mercado a largo plazo, manteniendo la competitividad a nivel mundial", afirma el Dr. Wolfram von Fritsch, presidente de la junta directiva de Deutsche Messe AG. "En concreto esto significa hacer uso de los materiales y de la energía protegiendo los recursos naturales, optimizar los procesos de producción, y gestionar los costes de modo eficaz", añade von Fritsch.

Sólo HANNOVER MESSE reúne las tecnologías relevantes a lo largo de la cadena industrial de valor añadido. HANNOVER MESSE se centra en las innovaciones y los desarrollos, en los nuevos productos y tecnologías, en materiales y procesos eficaces. Presentando los núcleos temáticos de la automatización industrial, las tecnologías energéticas, la subcontratación y los servicios industriales, así como las técnicas de transmisión y de fluidos, HANNOVER MESSE refleja las tendencias centrales de los ramos de las mencionadas industrias.

"En primavera de 2011 ocuparemos todo el recinto ferial de Hannóver con nuestras 13 ferias clave internacionales. El visitante podrá ver una presentación de los ramos industriales potente e internacional. Hoy ya estamos registrando en las distintas secciones un elevado nivel de inscripciones. Este desarrollo nos muestra que HANNOVER MESSE llega en el momento oportuno en un fase de incipiente auge económico y que en 2011 vamos a experimentar un evento muy poderoso", afirma von Fritsch.

Pronósticos de crecimiento positivos para la industria

Las empresas industriales han aprovechado la difícil época económica, presentándose en el mercado mundial con nuevos productos y soluciones. "Contamos con que el año que viene se presentarán en HANNOVER MESSE más de 4.500 innovaciones. Las empresas expositoras van a mostrar una vez más de manera impresionante que para los desafíos centrales y globales del futuro ya existen soluciones altamente inteligentes", afirma von Fritsch.

Según indica la Asociación Alemana de Fabricantes de Maquinaria e Instalaciones e.V. (VDMA), de Fráncfort del Meno, la construcción de maquinaria crecerá en 2010 un seis por ciento en todo el mundo

y en 2011 un ocho por ciento más. La Asociación Central de la Industria Electrotécnica y Electrónica e.V. (ZVEI), de Fráncfort del Meno, estima asimismo que el mercado electrónico mundial crecerá un seis por ciento en 2010 y 2011 respectivamente. Von Fritsch: "En HANNOVER MESSE el auge coyuntural adquirirá mayor dinamismo, confiriendo a los ramos importantes impulsos, pues las ferias son indicadores precoces de los futuros desarrollos en los distintos ramos. Los expositores tienen la oportunidad de establecer nuevos contactos de negocios internacionales en Hannóver, dando así mayor estabilidad y sostenibilidad a su crecimiento."

Francia, País Asociado

Francia se presenta como País Asociado de HANNOVER MESSE 2011 siguiendo el lema "Innovación para un crecimiento sostenible". Los temas centrales de la presentación son la energía, la movilidad y la eficacia energética, conectándose así con los núcleos temáticos de HANNOVER MESSE. Junto a Alemania, Francia es uno de los principales países industriales de Europa. Alemania fue en el año 2009 el principal socio comercial de Francia con un volumen de 114.000 millones de euros.

Sobre HANNOVER MESSE

El más destacado evento tecnológico del mundo tiene lugar en Hannóver del 4 al 8 de abril de 2011. HANNOVER MESSE 2011 reúne 13 ferias clave en un mismo lugar: "Industrial Automation" • "Motion, Drive & Automation" • "Energy" • "Power Plant Technology" • "Wind" • "MobiliTec" • "Digital Factory" • "ComVac" • "Industrial Supply" • "CoilTechnica" • "SurfaceTechnology" • "MicroNanoTec" y "Research & Technology". Los temas centrales de HANNOVER MESSE 2011 son la automatización industrial, las tecnologías de la energía, las técnicas de transmisión, la subcontratación y servicios industriales, así como las tecnologías de vanguardia. El País Asociado de HANNOVER MESSE 2011 es Francia.

HEGAN participa en un proyecto piloto europeo para fomentar la colaboración entre entidades aeronáuticas

A lo largo de 2010, HEGAN ha participado en un proyecto piloto europeo para fomentar la colaboración entre entidades de diversos países y promover su participación en proyectos del Séptimo Programa Marco europeo (FP7). El proyecto denominado "Cross-cluster FP7 Networking Initiative", en el que toma parte HEGAN junto al cluster Skywin de Valonia (Bélgica) y el cluster aeroespacial de Hamburgo, está liderado por el cluster aeroespacial francés de Aquitaine y Midi Pyrenées –Aerospace Valley–.

El objetivo del proyecto ha consistido en estudiar el interés de todas las empresas de estas regiones, con el fin de lograr la máxima participación en proyectos europeos de las llamadas del FP7 en 2010 dentro de los áreas de Aeronáutica, Espacio, Seguridad, Nanociencias, Nanotecnologías, Materiales y nuevas tecnologías de Producción (NMP) y las iniciativas conjuntas europeas Galileo y Clean Sky.

Los trabajos acometidos por los cuatro clusters europeos han permitido recopilar todos los contactos de estas empresas, así como de los líderes de posibles proyectos europeos, con los que se ha elaborado una base de datos para las llamadas convocadas en 2010, a cuyas entidades se ha prestado ayuda para establecer relaciones tendentes a elaborar dichas propuestas.

Diez entidades del sector aeroespacial vasco se han interesado y han realizado gestiones para poder participar en una o varias propuestas en estos temas. Como resultado, la Universidad de Mondragón participa en una propuesta europea en los temas de Ecofactory, una producción más limpia y más eficiente en recursos, en fabricación; en el área de Nanociencias, Nanotecnologías, Materiales y nuevas tecnologías de Producción (NMP).

El líder del proyecto "Cross-Cluster FP7 Networking", Aerospace Valley, realizará un informe con los resultados del proyecto para todas las regiones y, a lo largo del primer tri-

mestre de 2011, se hará una valoración de la posible continuidad de este proyecto para próximos años y próximas llamadas de programas europeos.

Aeronáutica vasca

La asociación HEGAN está constituida por una amplia red de 40 entidades, entre las que se encuentran cinco grupos empresariales proveedores de primer nivel o tier 1.

Junto a las tres empresas fundadoras –Aernnova, Industria de Turbopropulsores (ITP) y SENER Ingeniería y Sistemas–, están integradas en el Cluster Aciturri Aeronáutica, Aeromec, Aerospace Engineering Group, Aerovision, Aibe, Alestis, Alfa Microfusión, Altran, Aratz, Astorkia, Ayzar, Burdinberri, Burulan, DMP, Electrohilo, Grupo TTT, Industrias Galindo, Ingemat, LTK grupo, Mesima, Metraltec, Nivac, Novalti, Nuter, PCB, Qaes, Siegel, Sisteplant, Tecnasa, Industrias TEY, TPS y WEC. Completan el Cluster el Centro de Tecnologías Aeronáuticas (CTA), IK4 y Tecnalia.

En conjunto, las empresas asociadas en el Cluster HEGAN suman 111 centros productivos, de los que 17 están ubicadas en el extranjero (Brasil, Malta, México, Reino Unido y Estados Unidos) y el resto se reparten entre el País Vasco (57) y diversas comunidades autónomas (37).

El sector aeronáutico y espacial asociado en HEGAN alcanzó en 2009 un volumen de negocio de 1.167 millones de euros. Las exportaciones se situaron en 746 millones de euros, en este periodo, lo que representa el 70 por ciento de las ventas totales.

Por su parte, el empleo de las empresas asociadas ascendió a 9.819 puestos directos, de los que 3.752 se concentran en el País Vasco, 4.921 se localizan en los centros productivos del resto de España y 1.146 corresponden a las plantas en el exterior. La cifra de I+D supuso un récord con 162 millones de euros invertidos.

Burgdorf-Osmirol-Nüsle. Tecnología de tratamiento térmico

El nombre BURGDORF representa a una compañía de dirección y capital privado especializada en el campo del tratamiento térmico de los aceros y tecnologías de temple. Está situada en el sur de Alemania, en Stuttgart.

Fundada in 1949 por Dipl.-Ing. Karl-Wilhelm Burgdorf, BURGDORF GMBH & Co. KG se encuentra activa en la tercera generación en el desarrollo de fluidos de procesos para las empresas de tratamientos térmicos, tales como aceites de temple, polímeros de temple, inhibidores de oxidación, fluidos de eliminación de agua y agentes limpiadores, acompañado de un equipo comercial, orientado al cliente.

El trabajo pionero realizado por Kart-Wilhelm Burgdorf consiste en el desarrollo de los primeros aceites de temple de alto rendimiento con un comportamiento de enfriamiento ajustable (DBP 955601, DBP 80145). Esto está basado en la conclusión científica de que el comportamiento de temple de los fluidos en evaporación está influenciado por sus propiedades de ebullición. Esto hace posible ajustar las características de temple a las necesidades específicas, resultantes de las calidades del acero, geometría de las piezas y mediciones del material.

El rango de productos de BURGDORF, establecido y distribuido a nivel mundial bajo las marcas registradas DURIXOL, SERVISCOL, SY-

NABOL, POLYQUENCH, SERVITOL y SERVIDUR, están estableciéndose como referente en cuanto a máximo rendimiento en el tratamiento térmico y la aplicación asociada, así como máximo conocimiento del proceso.

El prupo "BON – Tecnología De Tratamiento Térmico" se formó incorporando otras compañías, principalmente NÜSSLE, también especializada en tratamiento térmico, comercializando un rango de pinturas protectoras disponibles mundialmente (CONDURSAL, CONDURON, VACUCOAT), para la protección de piezas en procesos de cementación gaseosa, al vacío, nitruración, oxidación y sellado. También incorporó a OSMIROL, dedicada principalmente al campo de los polímeros de temple para endurecimiento por inducción y llama (OSMANIL), y KUHBIER, desarrollando aceites de temple y polímeros (MULTIQUENCH, GLYKOQUENCH).

Estas empresas actúan como un suministrador global de sistemas, desarrollando y suministrando una serie de materiales empleados en procesos de tratamientos térmicos. Se reducen los interlocutores innecesarios en el proceso, ofreciendo "todos los materiales de una sola fuente".

Se han consolidado relaciones con las industrias relacionadas con el tratamiento térmico en todo el mundo: principalmente fabricantes de automóvil y suministradores del sector automóvil, fabricantes de forjados, engranajes, rodamientos, fijaciones, tornillería, cadenas, componentes aeronáuticos y sector eólico, naval etc., y finalmente las empresas dedicadas a los tratamientos térmicos comerciales.

Dipl.-Kfm. Hannes Burgdorf y Dpl.-Ing. Erckhard H. Burgdorf continuaron el legado y la empresa de su padre con espíritu emprendedor, un alto nivel de creatividad y entrega personal, y han creado un grupo activo internacional de empresas.

El futuro de la compañía, ahora en su tercera generación, está asegurado por el señalamiento de Dpl.-Kfm. Frank Burgdorf y Dial.-Ing. Rainer Braun, como directores generales.

El representante del grupo BON (Burgdorf Osmirol Nüssle), en España y Portugal, desde hace más de 40 años es SATEC. Dispone de oficinas y almacén en el área del gran Bilbao, en Erandio, garantizando entregas muy rápidas y un asesoramiento permanente a todos los clientes del sector de tratamiento térmico de metales.

Predicción mediante la simulación de la microestructura en fundiciones ADI tras el tratamiento térmico

Por Igor Pérez Villalobos[1], Uwe Getzlaff[2] y Ole Köser[3]
([1] Análisis y Simulación S.L., [2] ACTech GmbH y [3] ESI Group)

FUNDICIONES ADI

La búsqueda de materiales de bajo costo y buenas propiedades mecánicas ha permitido un gran desarrollo de las fundiciones nodulares austemperadas (ADI). El creciente uso de las fundiciones ADI es consecuencia directa de sus propiedades mecánicas, que son superiores a otros miembros de la familia de las fundiciones nodulares en lo que se refieren a maquinabilidad, resistencia a la tracción, resistencia al desgaste, tenacidad y ductilidad. Estas características, junto a los menores costos de producción en comparación con los aceros, simplificación del proceso de mecanizado de piezas y reciclabilidad, convierten a este material en una alternativa industrialmente válida y atractivamente económica para reemplazar, en algunas aplicaciones, a los aceros de baja aleación fundidos y forjados [1,2]. Estas propiedades pueden mejorar, aún más, con un buen control de su microestructura y el agregado de elementos de aleación.

Las notables propiedades de la fundición ADI son consecuencia de su estructura, que está compuesta de nódulos de grafito y una matriz que consiste en una mezcla de dos fases, placas de ferrita y austenita estabilizada con total ausencia de carburos. La estructura de la austenita es responsable de la excelente ductilidad y tenacidad de las fundiciones ADI, mientras que la fina dispersión de ambas fases, ferrita y austenita, permiten explicar la alta resistencia de la aleación [3]. Por otra parte, la adición de elementos de aleaciones tales como Cu, Mo y Ni, mejoran aún más las propiedades mecánicas del material, por cuanto su efecto combinado influye favorablemente sobre la templabilidad de la aleación [4, 5].

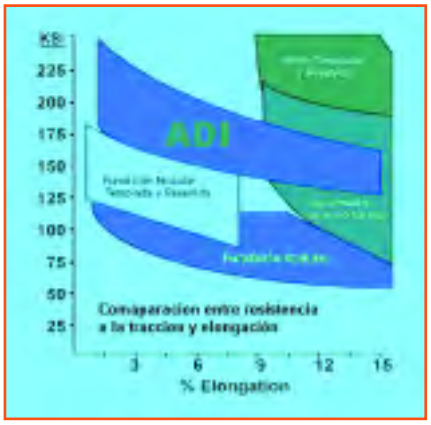


Imagen 1. Representación gráfica de las propiedades mecánicas de la fundición ADI en comparación con otras aleaciones.

EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE AUSTEMPERADO EN FUNDICIONES ADI

El proceso de austemperado consiste en dos etapas de tratamiento térmico: la primera etapa de austenización de la fundición esferoidal, que tiene por objetivo obtener una matriz austenítica y la segunda que consiste en un enfriamiento rápido hasta la temperatura de austemperado, en el rango de temperaturas de 250 °C – 450 °C, donde se mantiene el material el tiempo necesario para que ocurra la nucleación y crecimiento de las placas de ferrita a partir de austenita. La difusión de carbono desde las placas de ferrita aumenta el contenido de carbono en la matriz a valores entre 1,8% y 2,1%, produciendo una estabilización de la austenita a temperatura ambiente. Esta

estructura es conocida como ausferrita. Para tiempos mayores de tratamiento de austemperado se produce la descomposición de la austenita en ferrita y carburos, formándose bainita. La presencia de cantidades significativas de silicio en las fundiciones nodulares es responsable de suprimir la inmediata formación de carburos de hierro, en beneficio de producir el producto intermedio, ausferrita [6].

PREDICCIÓN MICROESTRUCTURAL A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El tratamiento térmico puede ser un paso indispensable en la fabricación de productos metálicos. A través de una deliberada manipulación de la estructura química y metalúrgica de un componente, se pueden controlar selectivamente propiedades mecánicas como la dureza, resistencia estática y dinámica o la tenacidad. Sin embargo, a parte de los efectos deseados, el proceso de tratamiento térmico puede venir acompañado de efectos indeseados como por ejemplo distorsión del componente, endurecimiento elevado del material, baja resistencia, falta de tenacidad o profundidad de dureza inadecuada (que podría conllevar a fallo en fatiga). Por lo tanto el éxito o el fracaso del tratamiento térmico no sólo afectará a los costes de fabricación, sino que determinará la fiabilidad y la calidad del producto. Se debería por tanto, tener en cuenta el tratamiento térmico durante el desarrollo y el diseño del producto y debe controlarse en el proceso de fabricación.

Con respecto al diseño y fabricación basados en la simulación, se desea calcular con antelación los efectos del tratamiento térmico y optimizarlos variando el material, geometría de la pieza, etc…

Una vez que la forma de la pieza está diseñada, es muy importante asegurarse que el proceso de tratamiento térmico es correcto y que la ventana de proceso asegura la calidad, frente a la variación de parámetros de proceso.

Con las herramientas de simulación de tratamientos térmicos actuales se pueden llevar a cabo dichos cálculos para todos los procesos generales de tratamientos térmicos aplicables, teniendo en cuenta todos los efectos físicos significantes. De esta forma el diseñador de pieza y los responsables del tratamiento térmico pueden tener una deliberada in-

fluencia a la hora de minimizar costes de fabricación, así como de optimización, viabilidad y calidad del producto.

Cada vez son más las capacidades de los programas de simulación para predecir las transformaciones, microestructura y las propiedades mecánicas de una aleación durante y tras el tratamiento térmico. Este tipo de simulaciones aporta un añadido a la cadena de valores en el mundo de la virtualización del proceso de fabricación.

En este caso se trata de añadir un valor a las capacidades de simulación de la solución de Fundición del Grupo ESI (ProCAST y QuikCAST), que más allá de centrarse únicamente en el propio proceso de fundición, ofrece la posibilidad de predecir las transformaciones que sufrirá una aleación durante un tratamiento térmico, basándose principalmente en los diagramas CCT y TTT de la aleación.

A través de modelos matemáticos concretos, el programa ofrece la posibilidad de predecir la transformación que se dará en cada zona de la pieza mediante cálculos transitorios y acoplados.

RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE UNA FUNDICIÓN ADI EN UNA PIEZA DE ENSAYO. Cortesía de ACTech.

El principal objetivo de este estudio realizado por la empresa ACTech (Alemania) en colaboración con ESI Group (Suiza), fue el de correlacionar los resultados obtenidos a través de la simulación del tratamiento térmico con los resultados en una pieza de ensayo real. Para ello se utilizó una geometría de secciones variables para forzar velocidades de enfriamiento diferentes con su lógica influencia en la microestructura final.

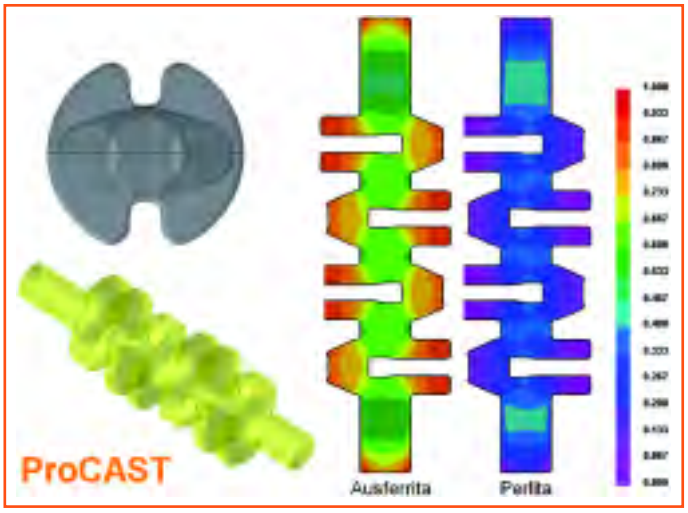


Imagen 2. Resultados de simulación de tratamiento de austemperado con ProCAST (ESI Group) de un cigüeñal. Cortesía de ACTech.

La simulación se realizó con el software de cálculo por elementos finitos ProCAST de ESI Group a través de un modelo basado en los diagramas tiempo- temperatura- transformación (TTT). El modelo está basado en la expresión de Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami (KJMA) para la cinética de transformación de fase gobernada por un proceso de nucleación y crecimiento. El modelo es aplicable a cualquier curva de enfriamiento utilizando un principio de aditividad [7].

Para la correlación de las curvas de enfriamiento reales con las obtenidas durante la simulación se tomaron medidas de temperatura en 6 puntos diferentes de la pieza obteniendo un buen ajuste entre ambas.

En la siguiente imagen se pueden observar los resultados de microestructura previstos mediante la

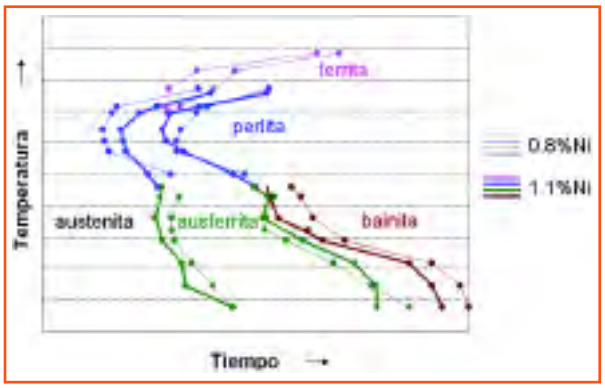


Diagrama 1. Diagrama TTT experimental para diferentes grados de ADI. (Cortesia de ACTech).

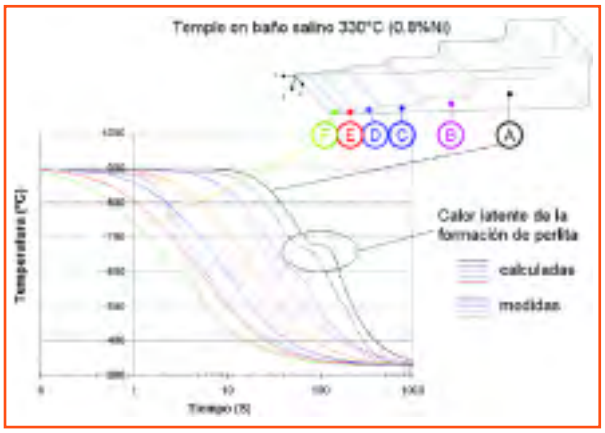


Imagen 3. Curvas de enfriamiento calculadas y medidas. (Cortesia de ACTech).

Organiza/organised by:

Tel.(+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 849

matic@feriazaragoza.es
www.maticexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

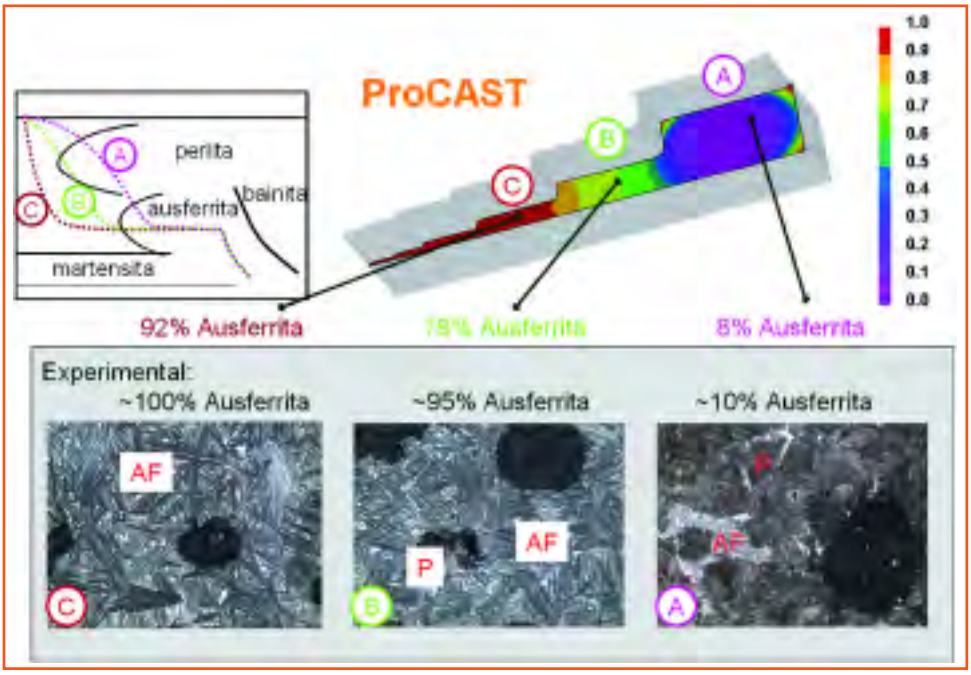


Imagen 4. Fracción de Ausferrita en diferentes espesores. Datos experimentales cortesía de ACTech.

simulación en los diferentes espesores de la pieza, así como las diferentes micrografías realizadas en los mismos puntos.

A partir de la buena correlación obtenida tras el análisis de los resultados reales en comparación con los calculados, se pudieron realizar previsiones de los resultados microestructurales a obtener tras el tratamiento de austemperado para piezas de producción (Ej: Cigüeñal, soporte de rueda…) con buena precisión.

CONCLUSIÓN

Debido principalmente a las buenas propiedades mecánicas y la búsqueda de materiales de bajo costo, el uso de las fundiciones ADI está creciendo. Uno de los puntos clave de control para la buena calidad de las piezas fabricadas en ADI, a parte del propio proceso de fundición, radica en el Tratamiento de Austemperado.

En el caso de las fundiciones ADI donde el control del tratamiento de austemperado cobra una gran importancia, la simulación numérica puede ofrecer una gran ayuda para reducir costes de fabricación así como de optimización, viabilidad y calidad del producto. Gracias a los modelos matemáticos para la cinética de transformación como el que incluye el software ProCAST de ESI Group y basándose en los diagramas TTT/CCT de cada aleación en concreto, es posible preveer la transformación microestructural (y del mismo modo de una forma más o menos directa las propiedades mecánicas) que se formará durante y tras un tratamiento térmico.

A día de hoy, la ingeniería Análisis y Simulación, responsable de la implantación de ProCAST y QuikCAST en España y Portugal, está liderando la implantación de este knowhow en la propia oficina técnica de la fundición, a través de formación específica en tecnología y soporte personal en los aplicativos.

REFERENCIAS

[1] Mondaca O. J, Spicacci R. H, Sikora J. A, Machinability of austempered ductile iron, AFS Transactions, 10, 1998, pp. 39 – 45.

[2] J. L. Garin and R. L. M. Z. Metallkd, 91, 2000, pp. 842.

[3] P. P. Rao, S. K. Putatunda, Metallurgical and Materials Transactions A, 28A , 1997, pp 1457-1470.

[4] Sim B. T, Elliot R. Influence of alloying additions on austempering kinetics of compacted graphite cast iron, Materials Science and Technology, 14, 1998, pp. 89- 96.

[5] Yu S. K. Et al, The efect of molybdenum, copper and nickel on the microstructure, hardness and hardenability, AFS Transactions, 97, 1986, pp. 557.

[6] Jagadeesha A, Venugopalan D., Microestructural Development and Austempering Kinetics of Ductile Iron During Thermomechanical Processing, Metallurgical and Materials Transactions A, 31 A, 2000, pp. 2575-2585.

[7] Manual ProCAST 2010.

[8] O. Köser, Fertigungssimulation – Absicherung der Serieneigenschaften schon bei der Entwicklung, ADI-Informationstag, 26. November 2009, Leipzig.

Tras nuestro cierre de la actividad de automoción, ponemos varios hornos a la venta

Los hornos que tenemos a la venta son:

Nº MÁQ.	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	POTENCIA	AÑO de COMPRA
MQ620102	HORNO DE CEMENTACIÓN	G-12 GUINEA	CNGH-E2	85,0 KW	1998
MQ620105	HORNO DE CEMENTACIÓN	G-14 GUINEA	CNGH-E2	85,0 KW	1998
MQ620201	HORNO DE CEMENTACIÓN	IPSEN	TQF-4(5)EM	74,0 KW	1991
MQ620202	HORNO DE CEMENTACIÓN	TEM CIEFFE	LLF 4/E-P		2002
MQ624301	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	HHVF	55,0 KW	1998
MQ624302	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	HHVF	55,0 KW	1998
MQ625201	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	SNK-2		1998
MQ625501	HORNO DE SOLERA	ALFERIEFF	SG-50	50,0 KW	1998
MQ625502	HORNO DE SOLERA	GUINEA	SG-55	55,0 KW	1998
MQ625504	HORNO DE SOLERA	AICHELIN	AICHELIN		2004
MQ627003	HORNO NITRURACIÓN	GUINEA	BN-5-2	30,0 KW	
MQ628201	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	CN GH2-BNS	30,0 KW	
MQ628202	HORNO DE REVENIDO	S.F.B.			2004
MQ624701	HORNO DE REVENIDO	IWK (ENCASQUILLADO)			

MQ625504 - HORNO DE SOLERA AICHELIN: El horno solero AICHELIN tiene sistema automático de carga y 24 sectores giratorios. Año 2004.

MQ620202 - HORNO DE CEMENTACIÓN CIEFFE / LLF 4/E-P: El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 2002.

MQ620201 HORNO DE CEMENTACIÓN IPSEN / TQF-4(5)EM. El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 1991.

MQ620102 / 05 HORNO DE CEMENTACIÓN GUINEA12 y 14 CNGH-E2. El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 1998.

MP Componentes Mecánicos

Pol. Ind. Calonge, C/ Metalurgia, 5. 41007 Sevilla

Carmen Quintero Calderón

CQC@mpcorporacion.com

Versos a los tratamientos térmicos de los aceros

Por Manuel Antonio Martínez Baena

Allá por los años 40 del siglo pasado, Don Manuel Torrado Varela, con el seudónimo de ¨El Comandante Araña¨, preparó unos versos sobre los Tratamientos Térmicos de los Aceros. Versos que, por mucho tiempo, estuvieron guardados en un cajón de la mesa del despacho de Don José Apraiz Barreiros, gran amigo de Don Manuel Torrado Varela. Amistad cimentada por muchos años de largas conversaciones y entusiasta cooperación en el campo de los aceros especiales.

Don Manuel Torrado Varela desde la jefatura de los Laboratorios Metalúrgicos de Elizalde, S.A en Barcelona, empresa dedicada a la fabricación de motores de aviación, y Don José Apraiz desde la dirección de la fábrica de aceros –Recalde– de S.A. Echevarria en Bilbao, consiguieron en estrecha colaboración, la solución de bastantes de los muchísimos problemas que entonces aquejaba a la incipiente y maltrecha industria de los aceros finos de construcción en nuestro país. Ambos eran grandes conocedores de los aceros en general; y, en su época precursores en el arte de la metalurgia y de la metalografía, por su sólida preparación y gran experiencia adquirida a lo largo de su dilatada vida investigando y trabajando en ese campo.

Debido a esa importantísima colaboración que contribuyó de forma extraordinaria, junto con sus trabajos y enseñanzas, a la divulgación, conocimientos y empleo de los aceros especiales en nuestro país; como recuerdo imborrable a la memoria de Don Manuel, S.A. Echevarria en el año 1956, instituyó un premio extraordinario en su honor y que lleva su nombre: ¨Premio Manuel Torrado Varela¨. Importante galardón, organizado por la ATEEM, –Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos– que durante más de veinte años ha sido otorgado a relevantes metalúrgicos de nuestro país, premiando los mejores trabajos sobre temas relacionados con ¨La fabricación, construcción y utilización o empleo de los aceros finos¨.

He de resaltar, el hecho singular y extraordinario, que entre los ilustres metalurgistas premiados con tal distinción se encuentran dos exalumnos de la Escuela de Aprendices Elizalde y excelentes amigos, casualmente, de mi misma promoción: Héctor Blanco Sansa y Juan Martínez Arcas. Galardón otorgado –edición 1973– por su magnífico trabajo, bajo el lema NEGUIT, titulado: ¨Utilización, empleo y tecnología del acero rápido¨.

Bien avanzada ya la mitad del siglo XX, años 70, fui por entonces designado, asesor técnico y delegado de S.A. Echevarria en Cataluña, –Aceros HEVA–. Como miembro del equipo técnico mantenía obligatorias y frecuentes reuniones de trabajo en la fábrica Recalde, de las que era responsable nuestro director metalúrgico Don José María Palacios; y a las que, en algunas ocasiones, asistía y presidía Don José Apraiz.

Finalizada la reunión, Don José, siempre me preguntaba por alguna de las personas amigas que todavía trabajaban en Elizalde; conversación que, normalmente, terminaba hablando de las muchas anécdotas vividas con su gran amigo al que tanto admiró: Manuel Torrado Varela. En una de esas

ocasiones me entregó una copia de los versos, que hoy publicamos, los cuales guardo como "oro en paño" en recuerdo de Don Manuel.

Con estas breves líneas de carácter anecdótico, a la vez que presentamos sus versos, le rendimos un sentido y profundo homenaje por parte de aquellos que tuvimos la suerte de conocerle y asistir a sus frecuentes y magistrales charlas, ya desde nuestros jóvenes inicios en la Escuela de Aprendices Elizalde, de la cual Don Manuel fue uno de sus fundadores, también director y su máximo valedor. Y, gracias a sus inestimables consejos y ayuda, tanto en lo personal como en profesional, algunos tuvimos el privilegio de ampliar nuestros estudios a otros niveles y ¨engancharnos¨ ... seguimos estándolo ... al difícil arte de los aceros y de su tramientos térmico. Homenaje entusiasta y sincero a aquel hombre de personalidad profunda, de gran cordialidad y de generosa palabra llamado: MANUEL TORRADO VARELA.

Versos a los tratamientos térmicos de los aceros

Rogamos al lector, versado un poco en poesía, que tenga benevolencia con estos versos que fueron preparados por el autor, medio en broma medio en serio, pensando en que nunca vieran la luz, y sin más alcance que el de comentar en tono ligero las excelencias de los aceros.

Los aceros, es sabido
tienen varias propiedades
y se puede mejorarlos
si se procede a¨tratarlos¨
en ocasiones con tacto,
a veces con energía,
(según normas y consejos
de la Metalografía).

Sale de la lingotera
y es necesario forjarlo
infligiéndole dolor
(que siempre hace mejor
al que ha de soportarlo).

En justa compensación
de las tensiones creadas,
se debe dulcificar lo que haya
padecido,
consiguiéndose enseguida
dándole un buen recocido.

Ya está el acero tranquilo
sin molestias ni tensiones
y, según aplicaciones,
puede seguir dos caminos.

Si se ha de mecanizar,
como ha de facilitar
a la máquina-herramienta
que trabaje sin agobio
pues claro, resulta obvio,
tenerlo que transformar.

Pero si por el contrario
se sirve bonificado
esto es, acero tratado,
entonces, sin divagar,
es necesario tratar.

Un temple, en primer lugar,
ha de sufrir el acero,
que lo deja altivo y fiero
pero propenso a quebrar.

A fin de disminuir
esta nefasta tendencia
recurrimos a la Ciencia
y según tengo entendido
aconseja un revenido.

Un acero bien nacido
(sin escoria ni inclusiones)
bien templado y revenido
resuelve muchas cuestiones.

Más se le puede aplicar
tan duro como el cristal
conservando en su interior
el necesario dulzor,
procediendo a cementar
y de este modo lograr
la combinación mejor:
rostro adusto al exterior
con suavidades por dentro
(carácter de dictador)
¡Oh milagroso portento!...

¡Qué enseñanza, compañeros,
nos brindan estos aceros!...
Ellos, duros y tenaces,
se dejan modificar
en manos de los capaces.

Se doblegan al martillo
que es de su igual condición,
dándonos una lección
que debemos retener,
prestos siempre a obedecer
no obstante sus cualidades...

Aprendamos los mortales
de estos sumisos aceros,
que sabiéndose capaces
de empresas maravillosas,
son sobre todas las cosas,
OBEDIENTES Y SINCEROS.

¨El Comandante ARAÑA¨

Nueva cámara térmica radiométrica ARC

Por Land Instruments

ARC es un rango de cámaras térmicas para aplicaciones generales, suficientemente robustas para soportar aplicaciones en ambientes industriales y a la vez compactas, para utilizar en I+D y Automoción. Arc es una cámara radiométrica de alta resolución que proporciona imágenes térmicas detalladas con una alta precisión de temperatura.

ARC está disponible en dos rangos de medida de temperatura, –20 a 500 °C y 100 a 1.000 °C, cuatro lentes, dos frecuencias y tres variantes de software para cumplir los requisitos de cada usuario.

La cámara ARC efectúa un sofisticado procesamiento de datos, se suministra con el software Viewer como estándar, que permite la visualización de imágenes y temperaturas en el PC mediante cable Ethernet industrial.

El software Viewer+ permite la configuración de la cámara y conexión directa a un módulo I/O, para un funcionamiento independiente y obtener una imagen más inteligente. El software LIPS además permite un análisis completo, grabación y reproducción de datos térmicos.

Un rango de 4 lentes (11, 22, 44 y 60 °) permite la visualización de cualquier objetivo a cualquier distancia con una claridad sobresaliente. También destaca su amplio rango de temperatura ambiente de trabajo (hasta 60 °C), que la hace apta para su uso tanto en un banco de trabajo como en las más exigentes aplicaciones industriales.

ARC utiliza un enfoque remoto motorizado que permite una instalación más rápida, sencilla y segura.

Pistoletazo de salida para los certámenes de GIFA, METEC, THERMPROCESS y NEWCAST 2011

Por Fundigex

El próximo 28 de junio 2011 y hasta el 7 de julio arranca en Düsseldorf un nuevo certamen de las 4 ferias internacionales más importantes del sector de la fundición: GIFA, METEC, THERMPROCESS y NEWCAST.

Bajo el lema "El mundo brillante de los metales", la tecnología de la fundición, la tecnología metalúrgica, la tecnología de procesos y los productos de fundición, serán de nuevo el foco de toda la atención mundial.

Y un año más, FUNDIGEX/AMFEX, Asociación Española de Exportadores de Fundición, Maquinaria, Productos y Servicios, y SIDEREX, Asociación Española de Exportadores de Productos e Instalaciones Siderúrgicas, en colaboración con el ICEX, llevaran a cabo la organización de la participación agrupada de las empresas españolas.

Hasta el momento están inscritas 27 empresas, ingenierías, proveedoras de servicios para fundición y siderurgia, fundiciones especiales, fabricantes de hornos, granalladoras, líneas de moldeo, etc.

En su última edición en 2007 GIFA, METEC, THERMPROCESS y NEWCAST reunieron un total de 1.700 expositores de 34 países y unos 72.000 visitantes internacionales de 84 naciones. La superficie neta ocupada fue de 68.000 m^2.

Para el 2011 los organizadores esperan cifras similares.

Además, estos 4 certámenes vendrán apoyados por un programa de alto calibre de eventos secundarios como numerosos seminarios, congresos internacionales y ciclos de conferencias. El enfoque de las cuatro ferias y los eventos que se acompañan son la eficiencia energética y de recursos.

Para mas información, puede contactar directamente con www.fundigex.es / www.siderex.es, organizadores de la participación española.

Organizador de la participación española

FUNDIGEX/AMFEX/SIDEREX
Gran Via 13, 5ª planta
48001 Bilbao
Telefono: +34 94 470 65 12
Fax: +34 94 422 00 61
Email: fundigex@fundigex.es www.siderex.es
Internet: www.fundigex.es , siderex@siderex.es

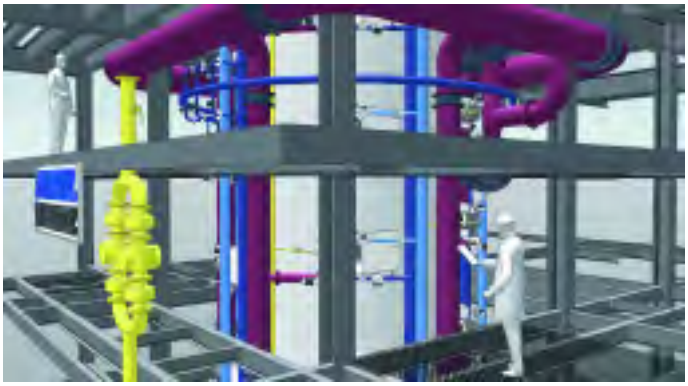
MAERS®, horno vertical para revenido de ejes

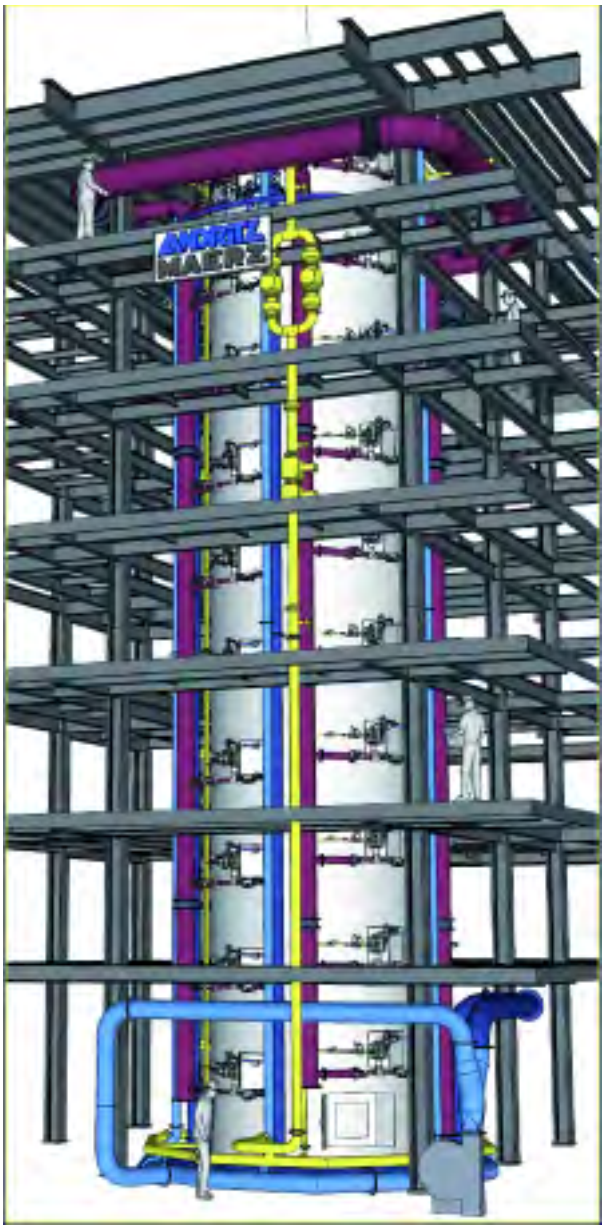
Vorkauf S.A. se complace en introducir los hornos de ANDRITZ MAERZ. En esta ocasión veremos los hornos para el revenido de ejes.

DESCRIPCIÓN DEL HORNO

Los hornos verticales para revenido son plantas para el temple o revenido de ejes con un peso de hasta 200 t. El eje puede tener un diámetro de hasta 2.500 mm y una longitud de 18 m.

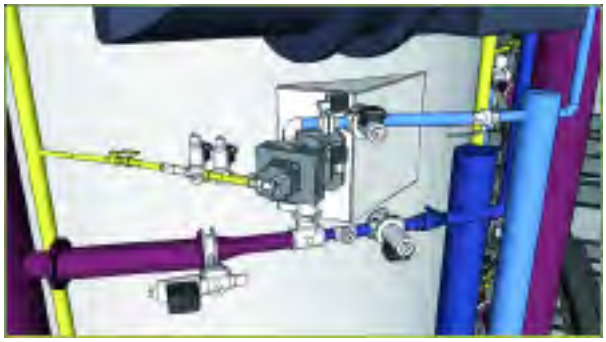
El calentamiento del eje se lleva a cabo tanto en frío o en caliente. Esto garantiza un gradiente de calentamiento (atmósfera del horno) hasta un máx. de 40 °C/h que linealmente deberá alcanzar una temperatura nominal de máx. 1.200. La tolerancia total del rango de temperatura de 150 °C hasta 1.200 °C es + 5 °C. Esta uniformidad de temperatura en relación al valor nominal se consigue igualando la temperatura en la superficie de la carga en el espacio útil del horno.





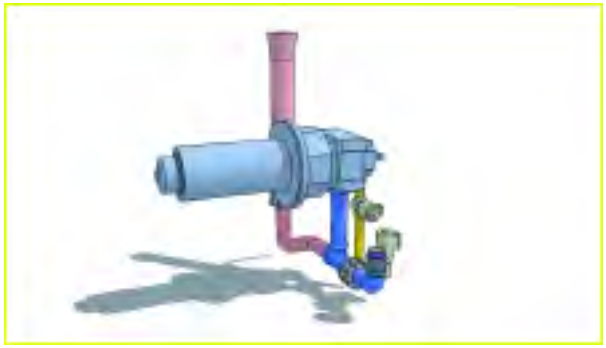
CALENTAMIENTO

La planta se calienta mediante aire frío o mediante quemadores de recuperación (operación flox) que están dispuestos tangencial y espiralmente en la cuba. Debido a esta disposición se puede alcanzar una distribución óptima de la capacidad del quemador a lo largo de toda la longitud del horno.



Situación quemadores.

La temperatura del aire de combustión en los quemadores de recuperación aumenta dependiendo del caso de operación hasta un máx. de 600 °C. Esta recuperación de energía lleva a una reducción en los costes de energía. Para el enfriamiento dentro del horno, el aire de combustión frío es suministrado y regulado mediante los quemadores.



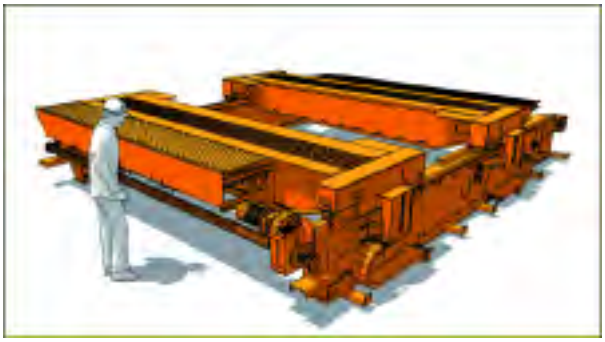
ALTERNATIVA

El diseño estándar de los hornos verticales para revenido se diseña de tal forma que el interior del horno es cargado por la parte superior. Con este fin se debe disponer de cimientos con una profundidad apropiada o hasta una altura de sala apropiada, lo cual conlleva costes sustanciales. Por ello una alternativa es cargar el horno lateralmente. En este caso se proporcionará un segmento de horno que cierra el horno como una puerta.

Para garantizar un sellado óptimo, el segmento de puerta se desplaza mediante un carro que se puede mover transversalmente. Al cerrar, el segmento de horno es presionado fuertemente contra la cuba del horno.

OTROS

Los hornos verticales para revenido también se construyen con circuladores (hasta 800 °C) para alcanzar una elevada precisión y uniformidad de temperatura por encima de 150 °C (instalado en varias zonas en relación a la longitud del horno).



Máquina móvil de la cubierta del horno.

Gearbox: Fabricante de cajas de cambio

Gearbox es una empresa de El Prat de Llobregat (Barcelona) participada al cien por cien por SEAT. Desde 1980 la empresa está especializada en la fabricación de cajas de cambio para SEAT, Volkswagen, Audi y Skoda.

Al mismo tiempo, es una de las cinco instalaciones dedicadas a la fabricación de transmisiones que el Grupo Volkswagen tiene en todo el mundo junto a las que tiene en Kassel (Alemania), Córdoba (Argentina), Shanghai (China) y Mlada Boleslav (República Checa).

Gearbox tiene una capacidad de producción de 2.900 cajas de cambio al día, en un proceso de producción que va desde la fundición hasta el ensamblaje y los controles de calidad.

La caja de cambios es uno de los elementos más complejos de un automóvil y su construcción es una tarea muy especializada que requiere controles

exhaustivos para poder ofrecer siempre productos con una garantía total de fiabilidad.

Gearbox tiene unas instalaciones de 155.000 metros cuadrados en El Prat de Llobregat, muy cerca del aeropuerto de Barcelona y da empleo a 1.071 personas.

El año 2006 Gearbox recibió el Premio Volkswagen Excellence, un galardón a la excelencia empresarial concedido por el Grupo Volkswagen en reconocimiento a la alta calidad del proceso productivo y de los productos que fabrica.

El proceso productivo

La factoría de Gearbox dispone de dos áreas diferenciadas. El proceso comienza de forma prácticamente simultánea en las dos zonas. Por un lado, los lingotes de aluminio, material con el que se construyen la caja y la carcasa, se funde antes de pasar a los inyectores de grandes dimensiones

donde se les da forma mediante presión. Mientras las cajas y carcasas en bruto comienzan la fase de pulido y mecanizado, otros elementos comienzan su proceso de elaboración.

Los engranajes, ejes, sincronizadores y demás elementos interiores llegan en bruto a la fábrica y pasan por un proceso automatizado de mecanizado mediante máquinas de control numérico de cada una de las piezas que las convierte en piezas perfectas.

Posteriormente, en los ejes primero y secundario, se montan los engranajes y otros elementos de sincronización mecanizándolos y rectificándolos en diferentes fases hasta llegar a obtener la pieza final.

Debido a las extremas resistencias a las que están sometidos los engranajes de los vehículos en el transcurso del proceso de fabricación de todos ellos, reciben un tratamiento térmico especial que dota a cada una de las piezas de la dureza y resistencia necesaria.

La parte final del montaje está prácticamente automatizada, pero todavía hay procesos en los que es necesaria la intervención de especialistas capaces de montar con precisión los más de 200 elementos que conforman una caja de cambio.

En la parte final del proceso encontramos el control de calidad, mediante el cual se llevan a cabo las pruebas de estanqueidad y los bancos de rodado que garantizan el buen funcionamiento de la pieza.

Gearbox participa en el proyecto ALTERMO

El proyecto ALTERMO está coordinado por la Fundació CTM Centre Tecnològic y liderado por Rovalma.

Este proyecto tiene por finalidad investigar el desarrollo de nuevos aceros, nuevos tratamientos térmicos y nuevos recubrimientos metálicos para aceros, así como llevar a cabo la caracterización y optimización de los procesos y moldes de inyección de aluminio.

Gearbox es una de las empresas participantes en este proyecto y realiza las tareas de simulación del proceso de inyección de aluminio, así como los análisis de los defectos de las piezas inyectadas.

AIR LIQUIDE presentó sus "Resultados 2010"

El Consejo de Administración de Air Liquide reunido el 14 de Febrero de 2011, ha cerrado las cuentas del ejercicio 2010 que han sido auditadas. Un informe certificado sin cualificaciones está en fase de emisión por parte de los auditores externos.

La cifra de negocios consolidada de 2010 se eleva a 13.488 millones de euros. La mejora progresiva de la actividad Gases y Servicios, que ha crecido en datos comparables en un +10,3%, se ha acelerado a medida que pasaban los trimestres en todas las zonas, particularmente en las Economías en desarrollo (+29% en variación comparable). El año se ha visto marcado por el fuerte crecimiento de la actividad Grandes Industrias con un número record de puestas en marcha e incrementos de producción de nuevas plantas, por el resultado sostenido de la actividad Mercado Industrial, por el repunte confirmado de la Electrónica y por la solidez de la actividad Medicinal.

El resultado neto (participación del Grupo) muestra un crecimiento de +14,1%, superior a los resultados históricos del Grupo, y el margen operativo alcanza el 16,7%, en progresión de +40 puntos de base con respecto a 2009, particularmente gracias a las mejoras de eficiencia continuadas que suman 280 millones de euros en el año.

La deuda neta se establece en 5.039 millones de euros, una disminución de 183 millones de euros sin efecto cambio, y representa el 55% de los capitales propios. La rentabilidad de los capitales empleados está al alza en 12,1%.

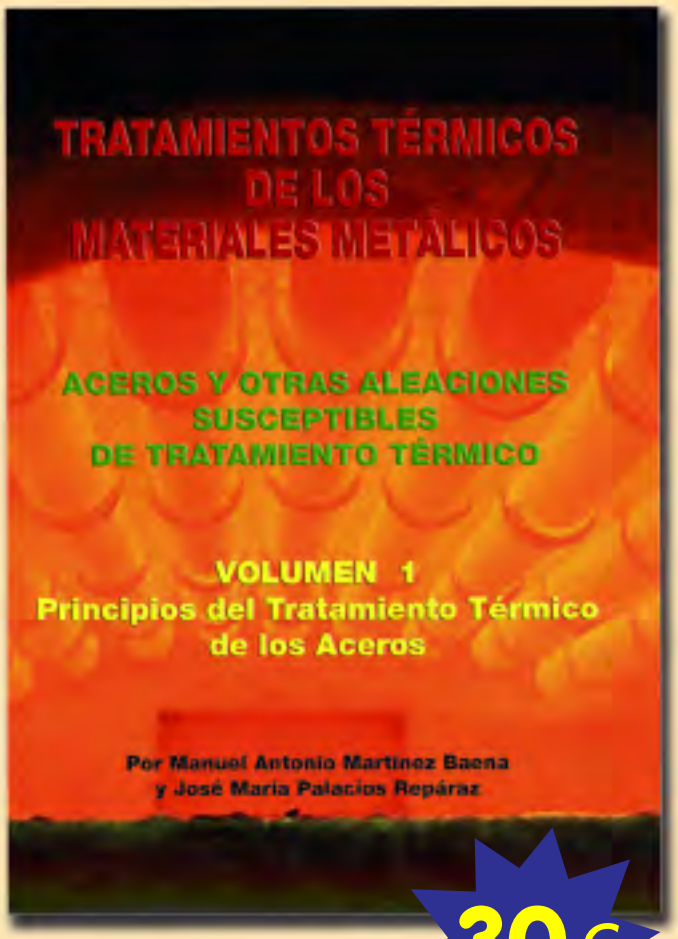
Comentando los resultados 2010, Benoît Potier, Presidente Director General del Grupo Air Liquide, ha declarado:

«El año 2010 ha estado marcado por el retorno a un crecimiento más sostenido en todas nuestras actividades y áreas geográficas, y por unos resultados en fuerte progresión.

El Grupo ha reforzado sus posiciones en las Economías en desarrollo, que representan el 19% de sus ventas de Gases y Servicios en el año. Estos avances, asociados a la continuación de nuestros programas de eficiencia, han llevado a una nueva mejora de los resultados operativos y a un refuerzo de nuestro balance.

La recuperación del ciclo de inversiones a largo plazo, materializada en la firma de nuevos contratos en todas las actividades, nos ha llevado a doblar, con respecto a 2009, el importe de nuestras decisiones de inversión a 2.200 millones de euros. La nueva dinámica, impulsada por el programa ALMA 2015, que se apoya especialmente en nuestros cinco motores de crecimiento (Energía, Medio ambiente, Economías en desarrollo, Medicinal, Altas Tecnologías), ya se ha puesto en marcha. Nos permitirá captar las numerosas oportunidades de crecimiento y acelerar nuestro desarrollo en el largo plazo.

En este contexto y considerando un entorno económico normal, Air Liquide confía en su capacidad para continuar en 2011 con el crecimiento regular de su resultado neto.»



206 páginas **30 €**

316 páginas **40 €**

Estos libros son el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

El propósito que nos ha guiado es el de contribuir a despertar un mayor interés por los temas que presentamos, permitiendo así la adquisición de unos conocimientos básicos y una visión de conjunto, clara y sencilla, necesarios para los que han de utilizar o han de tratar los aceros y aleaciones; no olvidándonos de aquéllos que sin participar en los procesos industriales están interesados, de una forma general, en el conocimiento de los materiales metálicos y de su tratamiento térmico.

No pretendemos haber sido originales al recoger y redactar los temas propuestos. Hemos aprovechado información procedente de las obras más importantes ya existentes; y, fundamentalmente, aportamos nuestra experiencia personal adquirida y acumulada durante largos años en la docencia y de una dilatada vida de trabajo en la industria metalúrgica en sus distintos sectores: aeronáutica –*motores*–, automoción, máquinas herramienta, tratamientos térmicos y, en especial, en el de aceros finos de construcción mecánica y de ingeniería. Por tanto, la única justificación de este libro radica en los temas particulares que trata, su ordenación y la manera en que se exponen.

El segundo volumen describe, de una manera práctica, clara, concisa y amena el estado del arte en todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y a los aceros inoxidables, su utilización y sus tratamientos térmicos. Tanto los que han de utilizar como los que han de tratar estos grupos de aceros, encontrarán en este segundo volumen los conocimientos básicos y necesarios para acertar en la elección del acero y el tratamiento térmico más adecuados a sus fines. También es recomendable para aquéllos que, sin participar en los procesos industriales, están interesados de un modo general, en el conocimiento de los aceros finos y su tratamiento térmico.

El segundo volumen está dividido en dos partes. En la primera que consta de 9 capítulos se examinan los aceros de construcción al carbono y aleados, los aceros de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los microaleados, los aceros para deformación y extrusión en frío y los aceros para rodamientos. Los tres capítulos de la segunda parte están dedicados a los aceros inoxidables, haciendo hincapié en su comportamiento frente a la corrosión, y a los aceros maraging.

Puede ver el contenido
de los libros y el índice en
www.pedeca.es
o solicite más información a:
Teléf.: 917 817 776
E-mail: pedeca@pedeca.es

Generación de microestructuras aciculares para obtener elevadas propiedades mecánicas en aceros

Por C. Capdevila[1], C. García- Mateo[1], F. G. Caballero[1], J. Cornide[1], D. San Martín[1] y C. García de Andrés[1]

[1] Grupo de Investigación MATERALIA, Dpto. Metalurgia Física, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se recogen tres diferentes casos en los que se pone de manifiesto la importancia de obtener, mediante tratamiento térmico, la microestructura que permita alcanzar en el material las propiedades idóneas para su aplicación. En primer lugar, se expone la forma de conseguir nuevos aceros bainíticos libres de carburos con microestructuras nanoestructuradas, de propiedades excepcionales. En este sentido, resultaba evidente desde hace tiempo que la microestructura bainítica tradicional no podía competir con la de martensita revenida, pues la presencia en aquélla de partículas groseras de cementita entre las placas de ferrita bainítica, reducía considerablemente sus propiedades mecánicas finales. Era conocido, por otro lado, que aleando el acero con al menos 1.5 % de silicio podía evitarse la precipitación de carburos durante la transformación bainítica. El silicio presenta muy baja solubilidad en la cementita y retrasa el crecimiento de la misma en la austenita residual tras la formación de bainita. El carbono que se expulsa como consecuencia de la formación de la ferrita bainítica, enriquecerá la austenita residual produciéndose así su estabilización hasta la temperatura ambiente. El resultado es una microestructura bainítica libre de carburos formada por placas muy finas de ferrita bainítica (FB), separadas por regiones de austenita enriquecidas en carbono. Una microestructura de estas características es ideal desde muchos puntos de vista; en primer lugar, el acero tendrá una alta resistencia a la fractura por clivaje y altos niveles de dureza y resistencia [1-4]. Como consecuencia de estas excelentes propiedades, a esta microestructura se la denomina superbainita y, como veremos a lo largo de este trabajo, la elección del tratamiento térmico es absolutamente fundamental en su formación.

En el segundo caso que se presenta en este trabajo, se busca encontrar cuáles son los tratamientos térmicos que permiten potenciar la formación de ferrita acicular, en la competencia que mantiene esa transformación con la bainítica, con objeto de conseguir una combinación óptima de propiedades mecánicas en aceros microaleados al vanadio. El fundamento es aprovechar los diferentes mecanismos de formación de ambas microestructuras y la presencia de precipitados de vanadio en aceros de bajo carbono microaleados con vanadio, con objeto de favorecer la formación de FA mediante el diseño de un tratamiento térmico adecuado. Dicho tratamiento se establece en base al conocimiento profundo de las transformaciones de fase en condiciones isotérmicas que se producen en este acero en rangos similares de temperaturas intermedias [5-9]. La formación de microestructuras aciculares por transformación isotérmica de la austenita a temperaturas intermedias, mantiene un gran interés en la investigación científico tecnológica del acero. En la búsqueda permanente de mejores propiedades y productos de mayor calidad, estos tipos de microestructuras pueden aportar soluciones muy interesantes y prometedoras a nivel de propiedades mecánicas debido a su morfología fina y caótica.

Finalmente, el tercero es el caso de un importante grupo de aceros, los denominados maraging. Los

aceros maraging comerciales tienen bajo contenido en carbono y están aleados con altas concentraciones de níquel (15-25% peso), cobalto (8-13% peso), molibdeno (3-5 %peso) o titanio (0.2-1.8% peso). Se caracterizan por presentar una ultra-alta resistencia mecánica y buena tenacidad [10-12]. Estas buenas propiedades se consiguen mediante tratamientos térmicos que comprenden un proceso de solubilización por encima de los 800 °C, seguido de un enfriamiento hasta temperatura ambiente durante el cual la microestructura austenítica se transforma a martensita. A través de un revenido final a 400-600 °C se induce la nano-precipitación de fases intermetálicas que aumentan la resistencia mecánica final de forma considerable.

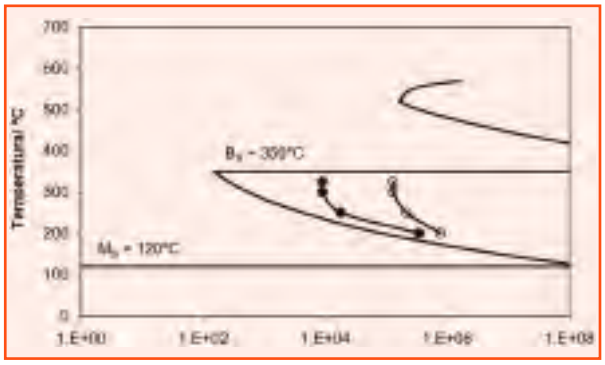


Figura 1. Diagrama TTT teórico (líneas) y experimental (puntos). La curva-C superior representa la formación de ferrita alotriomórfica y/o perlita. Los círculos sólidos representan los valores experimentales para el comienzo de la transformación bainítica, los círculos vacíos representan el final de esta transformación.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aceros Superbainíticos

La transformación bainítica en aceros tiene lugar a temperaturas comprendidas entre la transformación de ferrita proeutectoide y perlita, y la transformación martensítica. En el acero de alto contenido en carbono y silicio estudiado en este trabajo (Tabla 1), la transformación bainítica también se produce entre los mismos tipos de transformación, pero a temperaturas significativamente inferiores. El acero contiene Mn, Cr y V para conferirle suficiente templabilidad, Si en cantidad suficiente para evitar la precipitación de cementita, Mo para fijar el P y evitar la fragilización en juntas de grano, y C en cantidad suficiente para alcanzar altos niveles de resistencia y asegurar bajas temperaturas de transformación austenita-bainita.

En la Fig. 1 se representa el diagrama TTT obtenido experimental y teóricamente [13,14]. Los valores de tiempo resultantes para la obtención de una cantidad detectable de bainita presentan, en general, buena concordancia entre los calculados teóricamente y los obtenidos experimentalmente, excepto a temperaturas altas donde el tiempo teórico para el comienzo de la transformación es inferior. Con objeto de conseguir microestructuras mayoritariamente bainíticas y a la vista de la información desprendida del diagrama TTT, se propuso la realización de tratamientos isotérmicos entre las temperaturas MS y BS. En dichos tratamientos se austenizan las muestras a una temperatura de 1.000 °C durante 15 minutos y se enfría brucamente hasta temperaturas comprendidas entre 325 °C y 125 °C; después de mantenerlas isotérmicamente durante el tiempo necesario para dar por finalizada la transformación bainítica, periodos que llegaron incluso a ser superiores a dos meses para la temperatura más baja, se templaron hasta temperatura ambiente (Tabla 2).

Cuando se ha completado la transformación isotérmica a diferentes temperaturas, entre 200 °C y 325 °C, la microestructura caracterizada metalográficamente y por rayos-X consiste en una mezcla de dos fases, austenita enriquecida en C y ferrita bainítica [15-18]. En la Fig. 2 se representa la composición y la dureza de las microestructuras en función de la temperatura de mantenimiento isotérmico. Como puede observarse en esta figura, la dureza aumenta bruscamente a medida que la temperatura de transformación disminuye, aunque la fracción de ferrita bainítica (VB) presente en

Tabla 1. Composición química del acero Superbainítico (% masa).

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P
0.98	1.46	1.89	1.26	0.26	0.09	< 0.002

Tabla 2. Tiempos aproximados para finalizar la transformación bainítica a las temperaturas indicadas.

Temperatura transformación/ °C	125	150	200	250	300	325
Tiempo para finalizar la transformación/ días	>>60	>30	9	3-4	1-2	1-2

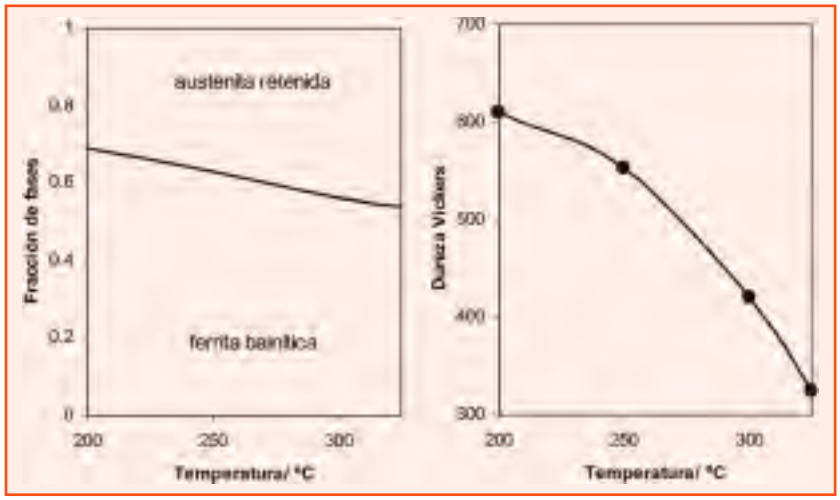


Figura 2. Fracciones de las fases presentes y durezas (HV30) de la microestructura una vez la transformación ha finalizado.

la microestructura sólo aumenta de 0,5 a 0,7 en el mismo intervalo de temperaturas. Está comprobado experimentalmente que el brusco aumento de dureza está relacionado con la disminución del espesor de la placa de ferrita bainítica.

Los resultados experimentales obtenidos en el acero estudiado por transformación isotérmica a 200 °C, permiten obtener microestructuras bainíticas con durezas por encima de los 600 HV, un valor jamás alcanzado en este tipo de microestructuras.

La Fig. 3 muestra una selección de micrografías de transmisión del acero estudiado, obtenidas en diferentes condiciones de transformación. Tal como se puede apreciar, en estas microestructuras, obtenidas a bajas temperaturas de transformación isotérmica, las subunidades o placas de ferrita bainítica son extremadamente finas y largas, y están separadas por láminas delgadas de austenita. Las placas, tanto más finas cuanto más baja es la temperatura de transformación, son las causantes directas de los altos valores de dureza alcanzados. Es también evidente en ellas la existencia de gran cantidad de dislocaciones tanto en la ferrita bainítica como en la austenita. Tal y como se esperaba, debido al alto contenido en Si de este acero no se han encontrado precipitados de ningún tipo en estas microestructuras.

La microestructura así obtenida no tiene cementita y está formada por placas de ferrita bainítica extremadamente finas (20-40 nm de espesor) y láminas delgadas de austenita enriquecida en carbono. Estas microestructuras son extraordinariamente duras (600 HV) y resistentes (2,5 GPa). La clave para la obtención de esta nanoestructura de propiedades excepcionales está en su baja temperatura de formación, que puede llegar a ser de 125 °C cuando las temperaturas de transformación bainítica en aceros convencionales están en torno a los 500 °C. Sin embargo, lo más sorprendente de esta microestructura es que está formada por más de un 70 % de placas ferrita bainítica, con un contenido de carbono 10 veces superior al que indica el equilibrio y el resto es austenita en forma de láminas delgadas con más de un 1.5% C. Las láminas delga-

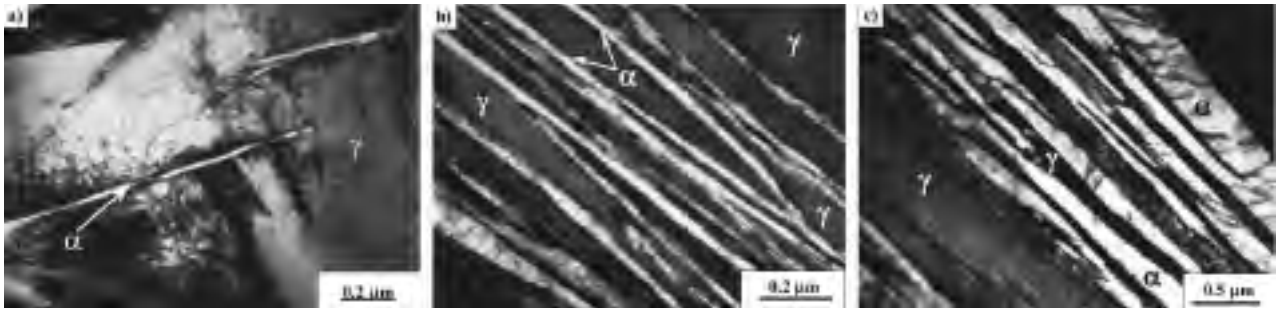


Figura 3. Micrografías de transmisión de la microestructura obtenida (a) a 200 °C tras 4 días, comienzo de la transformación, (b) a 200 °C tras 5 días, (c) a 250 °C tras 30 horas.

das de austenita intercaladas entre las subunidades de ferrita bainítica son muy estables térmica y mecánicamente debido a su sobresaturación en C; su Ms está muy por debajo de la temperatura ambiente y además, como su espesor es de unos pocos nm, no transforma por efecto TRIP a martensita. La excepcionalidad de las propiedades mecánicas de los aceros superbainíticos es evidente al alcanzar resistencias a la tracción próximas a 2.5 GPa, límite elástico del orden de 1.5 GPa y tenacidad a la fractura de 40 Mpa m.

En la actualidad, la investigación sobre la superbainita tiene diferentes objetivos abiertos [19-22]. Mediante el diseño de nuevas composiciones químicas se pretende disminuir el tiempo de transformación isotérmica que, para las temperaturas más bajas es tan largo que resultan inviables a nivel industrial. Asimismo, se está investigando el por qué la ferrita es capaz de mantener en solución sólida 10 veces más carbono que lo que indica el equilibrio. Finalmente, se están realizando nuevos diseños de aceros que consigan nanoestructuras superbainíticas, tanto por tratamientos isotérmicos como por enfriamiento continuo, en tiempos y enfriamientos viables a nivel industrial, para la fabricación de piezas de altas exigencias de dureza, resistencia mecánica y desgaste.

Aceros con Ferrita Acicular

Como se señalaba anteriormente, es significativa la importancia tecnológica que tiene la formación de microestructuras aciculares por transformación isotérmica de austenita en ferrita, tanto acicular como bainítica. En este trabajo se describe cómo puede potenciarse la formación de ferrita acicular (FA) en aceros microaleados con vanadio mediante la elección adecuada de un tratamiento térmico.

Hay evidencias que demuestran que la ferrita acicular es, efectivamente, bainita intragranular, que nuclea sobre ciertas inclusiones y/o precipitados [23]. Su transformación ocurre por debajo de la temperatura BS y sufre, como en el caso de la bainita, el conocido fenómeno de reacción incompleta [24]. Además, el crecimiento de de la FA produce una deformación caracterizada por el deslizamiento de un plano invariante con componente de cizalla, la cual da lugar a una energía muy similar a la que se produce en el crecimiento bainítico [25].

Aunque la FB y la FA se forman mediante transformaciones competitivas en el mismo rango de temperaturas comprendido entre BS y MS, existen formas de potenciar la formación de FA frente a la de FB. Dadas las peculiaridades de los mecanismos de nucleación de ambas microestructuras, la primera condición para promover la formación de FA es aumentar el tamaño de grano austenítico (TGA), con objeto de reducir el área de borde de grano γ por unidad de volumen. Debido a que la bainita nuclea intergranularmente, TGA grandes ralentizarán la cinética de esta transformación a favor de la FA que nuclea intragranularmente. Asimismo, el aumento del TGA aumenta la probabilidad de encontrar mayores cantidades de inclusiones y/o precipitados dentro de los granos de γ que, como ya se señaló, son puntos preferentes de nucleación de FA. Una segunda condición que favorece la formación de FA es deshabilitar los lugares de nucleación de la bainita, constituidos por los propios bordes de grano γ. Esto se consigue decorando los bordes de grano con ferrita alotriomórfica. También ha sido postulado que la segregación de B y Mn en las fronteras γ-γ reduce la fuerza motriz para la nucleación de bainita en la interfase. Finalmente, la última y más evidente condición es la presencia de inclusiones y/o precipitados dentro del grano austenítico. En este sentido ha sido comprobado que la presencia de precipitados de V asociadas a inclusiones de MnS [7,26-28] son las responsables de la nucleación de ferrita intragranular (FA).

La composición química del acero estudiado en este trabajo se presenta en la Tabla 3. En base a los resultados obtenidos de un estudio previo de la descomposición isotérmica de este acero y de los procesos de disolución/precipitación de compuestos de vanadio, en la Fig. 4 se esquematizan dos tipos de tratamiento térmicos. Uno de ellos, la ruta 2, fue diseñada para favorecer la formación de una fracción de volumen significativa de precipitados de V en comparación con la obtenida por la ruta 1, es decir para potenciar la presencia de lugares de nucleación de FA. En estos tratamientos se austeniza el acero a 1.125 °C durante 120 s con objeto de alcanzar un TGA del orden de 60 µm y minimizar la cantidad de precipitados V(CN) sin disolver. Este TGA es suficientemente grande para favorecer la

Tabla 3. Acero C-Mn Microaleado con V (% en masa).

C	Mn	V	N	Al	Si	S	Cr	Ni
0.08	1.46	0.25	0.018	0.016	0.007	0.001	0.01	0.009

formación de FA en detrimento de la FB, sin actuar negativamente sobre las propiedades mecánicas finales. En la ruta 1, el temple severo efectuado a 500 °C/s, desde esta temperatura hasta las de mantenimiento isotérmico indicadas en la Fig. 4, inhibirá fuertemente la precipitación de V(CN).

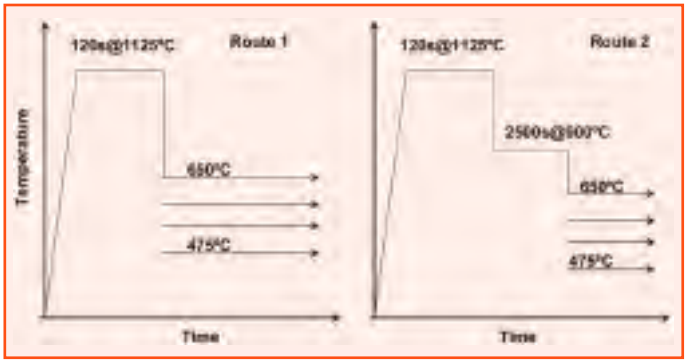


Figura 4. Tratamiento Térmico propuesto para analizar cómo favorecer la formación de FA.

En el caso del tratamiento propuesto para favorecer la formación de FA (Ruta 2), se consigue la precipitación de un 0,1% de V(CN) durante la parada isotérmica de 2.500 s a 900 °C, lo cual demuestra ser muy importante a efectos de creación de lugares de nucleación de FA. En efecto, las micrografías de la Fig.5 demuestran que tratamientos isotérmicos realizados entre 525 y 575 °C después de haber seguido la ruta 2, potencian la formación de FA. Además, se demuestra en este estudio que la precipitación de V(CN) que ocurre durante el tratamiento de la ruta 2, acelera considerablemente la cinética de formación de FA en este acero.

Acero Maraging

Los aceros maraging comerciales existentes en la actualidad se caracterizan por presentar una ultra-alta resistencia mecánica y buena tenacidad [10]. Estas fantásticas propiedades se consiguen después de proceso de solubilización por encima de los 800 °C, seguido de un enfriamiento hasta temperatura ambiente durante el cual la microestructura austenítica se transforma a martensita. A través de un revenido final a 400-600 °C se induce la nano-precipitación de fases intermetálicas que aumentan la resistencia mecánica final de forma considerable.

El acero que se estudia en este trabajo pertenece a esta clase de aceros y con ellos comparte propiedades mecánicas excepcionales. Este acero presenta un complejo y variado comportamiento termomecánico; su microestructura metaestable austenítica a temperatura ambiente, se puede transformar a martensita durante un tratamiento criogénico [29] o por la aplicación de deformación (efecto TRIP) [30]. Después de su transformación a martensita, al acero se le somete a un tratamiento de endurecimiento por precipitación a 450-550 °C [31] que incrementa los valores de resistencia en casi 1 GPa. En este acero se han alcanzado resistencias de hasta 3 GPa en muestras deformadas y endurecidas. El hecho de poseer una microestructura austenítica a temperatura ambiente le confiere una ductilidad excepcional para fabricar piezas con formas complejas antes de transformarla a martensita y aplicar el revenido para endurecer.

En este acero, la transformación martensítica se produce de forma isotérmica [32], a diferencia de la usual transformación martensítica atérmica. La dependencia de la cinética con la temperatura se describe a través de una curva C similar a la observada en las transformaciones difusionales; sin embargo, el crecimiento de las unidades martensíticas se considera igual de rápido que en el caso de la transformación atérmica, la única diferencia parece residir en el proceso de nucleación, que en es-

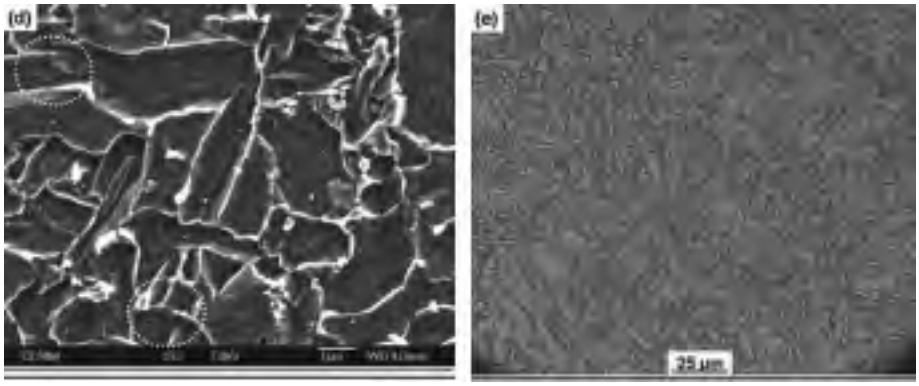


Figura 5. Microestructuras con FA alcanzadas con la Ruta 2 con tratamientos isotérmicos a: (d) 525 °C y (e) 575 °C.

te caso es dependiente del tiempo y en el otro no. En estado de recepción, en este acero la transformación ocurre de forma muy lenta, incluso a -40 °C (nariz de la curva C), a la cual la cinética es máxima. En la Fig. 6 se muestra una microestructura martensítica obtenida después de enfriar una superficie electropulida de la muestra a -40 °C [33]. Estudios realizados recientemente en este acero ponen de manifiesto que esta cinética se puede incrementar mediante la aplicación de campos magnéticos externos [29,33].

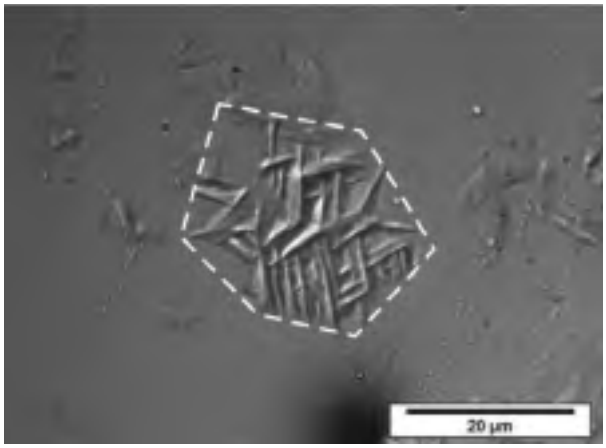


Figura 6. Microestructura típica martensítica formada sobre una superficie electropulida y después de enfriar una muestra hasta 233 K [33]. La línea discontinua aproxima la posición de la frontera de grano austenítico.

En este trabajo se muestra como la aplicación de tratamientos térmicos de solubilización a alta temperatura, por encima de 1.100 °C, también pueden acelerar la cinética de esta transformación. Sin embargo conviene no rebasar la temperatura de 1.200 °C por encima de la cual se produce la formación de ferrita delta. Mediante la utilización de un dilatómetro de alta resolución Adamel-Lhomargy DT1000, se aplicaron tratamientos térmicos de alta temperatura en muestras de dimensiones 12 mm x 4 mm x 0.5 mm. En la Fig. 7a se muestra la evolución de la dilatación durante el mantenimiento térmico a temperatura ambiente, después de haber realizado un tratamiento de solubilización a diferentes temperaturas de austenización. En la Fig. 7b se muestra la evolución de la fracción de volumen deducida de la dilatación y se compara con resultados obtenidos durante tratamientos isotérmicos a -40 °C bajo la aplicación de intensos campos magnéticos de 20 y 30 T [29].

3. CONCLUSIONES

Siempre bajo un conocimiento previo y preciso de las transformaciones de fase en estado sólido que sufre el material por aplicación de ciclos térmicos (iso y anisotérmicos), los resultados expuestos en este trabajo ponen de manifiesto que, mediante una adecuada elección del tratamiento térmico, se podrán alcanzar las mejores propiedades mecánicas posibles en muy diferentes tipos de aceros.

REFERENCIAS

[1] F.G.Caballero, H.K.D.H.Bhadeshia, K.J.A.Mawella, D.G.Jones, P.Brown, Mater Sci Tech,17, 2001, 512-16.
[2] F.G.Caballero, H.K.D.H.Bhadeshia, K.J.A.Mawella, D.G.Jones, P. Brown, Mater Sci Tech, 17, 2001, 517-22.
[3] C. García-Mateo, F.G.Caballero, H.K.D.H. Bhadeshia, ISIJ Int., 43, 2003, 1238-1243.
[4] C. García-Mateo, F.G. Caballero y H.K.D.H. Bhadeshia, ISIJ Int. 43, 2003, 1821-1825.
[5] D. Brooksbank and K.W. Andrews: J Iron Steel Inst. Vol. 208 (1970) 495.
[6] R.A. Ricks, P.R. Howell and G.S. Barriste: J. Mater. Sci. 17 (1982) 732.
[7] I. Madariaga, J.L. Romero and I. Gutierrez: Metall. Mater. Trans. A 29 (1998) 1003.
[8] T. Furuhara, J. Yamaguchi, N. Sugita, N. Miyamoto and T. Maki: ISIJ Int. 43 (2003) 1630.
[9] J-S. Byun, J-H. Shim, Y-W. Cho, D.N. Lee. Acta Mater. 51 (2003) 1593.
[10] S. Floreen, A.M. Bayer, in: R.K. Wilson (Ed.), Maraging Steels: Recent Developments and Applications, TMS–AIME, Warrendale, PA, 1988, pp. 39–54.

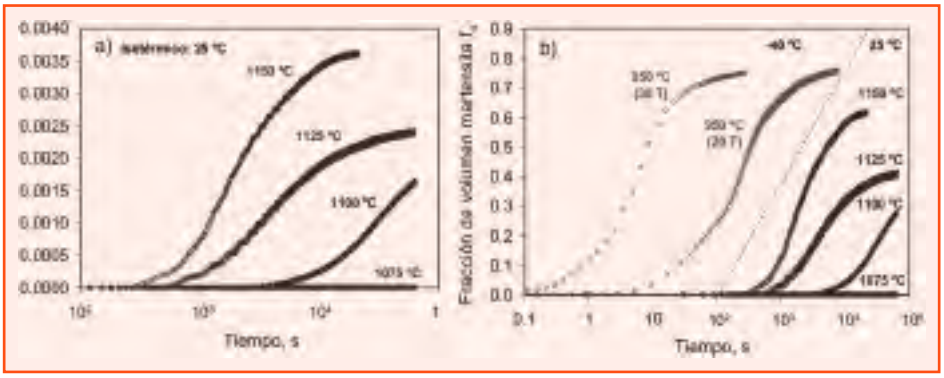


Figura 7.a) Evolución de la dilatación a temperatura ambiente como resultado de la transformación de austenita a martensita después de un tratamiento de solubilización a distintas temperaturas de austenización; b) Evolución de la fracción de volumen de martensita durante un tratamiento isotérmico a temperatura ambiente (25 °C), después de realizar un tratamiento de solubilización a varias temperaturas (azul) y bajo la influencia de campos magnéticos externos (rojo) durante un tratamiento isotérmico a -40 °C.

[11] D. Raabe, D. Ponge, O. Dmitrieva and B. Sander, Scripta Mater. 60 (2009) 1141-1144.
[12] W. Xu, P.E.J. Rivera-D›az-del-Castillo, W. Yan, K. Yang, D. San Martín, L.A.I. Kestens, S. van der Zwaag, Acta Mater. 58 (2010) 4067–4075.
[13] H. K. D. H. Bhadeshia, Metal Sci. 16 (1982) 159-165.
[14] J.L. Lee y H.K.D.H. Bhadeshia, Mater. Sci. Eng. A171 (1993) 223-230.
[15] C. Garcia-Mateo, F.G Caballero and H.K.D.H Bhadeshia, Journal de Physique IV, Vol. 112, (2003), 285-288.
[16] C. Garcia-Mateo, F.G. Caballero and H.K.D.H Bhadeshia, ISIJ Internacional, Vol 43, No8, (2003), 1238-1243
[17] C. Garcia-Mateo and H.K.D.H Bhadeshia, Materials Science and Engineering A, Vol. 378, (2004), 289-292.
[18] T. Yokota, C. Garcia-Mateo and H.K.D.H Bhadeshia, Scripta Materialia. Vol. 51 (2004), 767-770.
[19] F.G. Caballero, M.K. Miller, S.S. Babu and C. Garcia-Mateo, Acta Materialia Vol. 55, Issue 1 (2007) 381-390.
[20] C. Garcia-Mateo and F.G. Caballero, International Journal of Materials Research Vol. 98, Issue 2 (2007) 137-143.
[21] F.G Caballero, C. Garcia-Mateo, C. Capdevila and C. Garcia de Andrés, Materials and Manufacturing Processes Vol. 22 (2007) 502-506.
[22] F.G Caballero, M.K. Miller C. Garcia-Mateo, C. Capdevila and S.S. Babu, Acta Materialia Vol. 56, Issue 2, (2008) 188-199.
[23] S.S. Babu and HKDH Bhadeshia: Mater. Sci. Technol. 6 (1990) 1005.
[24] H.K.D.H. Bhadeshia and J.W. Christian : Metall Mater Trans A 21A (1990) 767.
[25] M. Strangwood : Ph. D. Thesis, University of Cambridge, Cambridge, UK, (1987).
[26] F. Ishikawa, T. Takahashi and T. Ochi. Metall. Mater. Trans. A 25A (1994) 929.
[27] S. Zhang, N. Hattori, M. Enomoto and T. Tarui. ISIJ Int. 36 (1996) 1301.
[28] S. Zajac, S.F. Medina, V. Schwinn, A. Osta, M. De Santis and G. Herman, Grain refinement by intragranular ferrite nucleation on precipitates in microalloyed steels, final report, EUR 22451, Luxembourg 2007.
[29] D. San Martín, N.H. van Dijk, E. Jiménez-Melero, E. Kampert, U. Zeitler, S. van der Zwaag, Mater. Sci. Eng. A, doi.org/10.1016/j.msea.2010.04.085.
[30] E.S. Perdahc›oglu, H.J.M. Geijselaers and M. Groen, Scripta Materialia 58 (2008) 947–950.
[31] Mats Hattestrand, Jan-Olof Nilsson, Krystyna Stiller, Ping Liu, Marcus Andersson, Acta Mater. 52 (2004) 1023–1037.
[32] A. Borgenstam and M. Hillert, Acta Mater. 45 (1997) 651-662.
[33] D. San Martín, K.W.P. Aarts, P.E.J. Rivera-Díaz-del-Castillo, N.H. van Dijk, E. Brück, S. van der Zwaag, J. Magn. Magn. Mater. 320 (2008) 1722-1728.

Ponencia presentada en el XII Congreso Tratermat Pamplona (Octubre 2010). Publicada con autorización expresa de la Dirección del Congreso y los autores.

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@terra.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.*

TRATER press

Suscripción anual 2011
6 números
90 euros

pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126

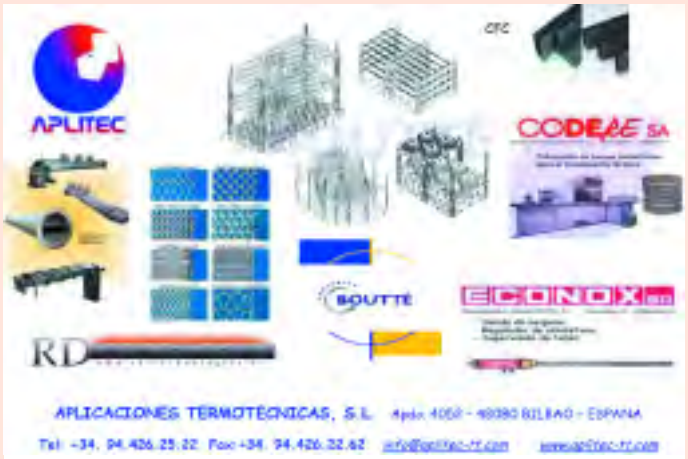
B.M.I.
El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío
Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL.: 94.426.25.22 FAX: 94.426.22.62

tey
Tratamientos Térmicos
de Aceros Aleados
y
Consulting Técnico - Metalúrgico
Polígono Industrias ARTIA
48291 - ATXONDO - Bizkaia
Tlf.: 94 621 55 90
Fax.: 94 620 23 70
administracion@industriastey.com

Emison
GRUPO EMISON
C/ Valirana, 67 - 08006 Barcelona - Teléf.: 938 792 871 - Fax: 932 111 838
Internet: www.emison.com - e-mail: marc@emison.com
Fabricantes de hornos desde 1957.
Hornos de crisol.
Más de 120 modelos en stock.
Hornos de mufla.
Hornos para las artes del fuego.
Depuradores de humos.
Equipos para joyería.
Equipos especiales.
Equipos para laboratorios.
Tratamiento térmico de metales.
Estufas de secado y calefacción.
Equipos de incineración.

Flexinox
INDUSTRIAL
www.flexinox.com
ESPECIALISTAS EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PARA
TRATAMIENTO TÉRMICO Y RECAMBIOS EN ACEROS REFRACTARIOS
TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS
REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)
Representante para España de AUBE-LINDBERG

PYRO CONTROLE
SSi SUPER SYSTEMS INC.
HITECH INSTRUMENTS LTD
EREMA
WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD
Sondas de oxígeno
Analizadores de gases
Pruebas de uniformidad de temperaturas - AMS2750D
Sondas de temperatura
Videoregistradores
Reguladores de temperatura
Thyratrones
Resistencias CSi y MoSi2
Automatización de hornos
ENTESIS
Galileu 313 bajos
08028 Barcelona
Telf 934105454
Fax 934199733
http://www.entesis.net
info@entesis.net


APLITEC
CODEAE SA
SOUTTE
ECONOX
RD
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L.

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

PROYCOTECME
Hornos Industriales Proyectos y Construcción
Especialistas en Tratamiento Térmico
Pol. Ind. Can Castell
c/ Industria, 113 - Nave 1-K
08420 Canovelles (Barcelona) Spain
Teléf.: +34 938 467 984
Fax: +34 938 401 492
www.proycotecme.com

interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.
Ingeniería y Productos para
Hornos y Procesos Térmicos
- 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

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO
HORNOS INDUSTRIALES
DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS
POLIGONO INDUSTRIAL ARCIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

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

S. A. METALOGRAFICA
TRATAMIENTOS TÉRMICOS
NUESTROS SERVICIOS
CAPACIDADES MÁXIMAS
CENTRAL
Polig. Ind. POLIZUR - Naves 4, 5 y 6
08290 CERDANYOLA (Barcelona)
93 580 53 53 FAX 93 580 29 61
DURPLAN®
C/ Turó de l'Home, 2
08400 GRANOLLERS
93 861 60 77 FAX 93 861 60 78

Nanoindentación
Medición de
espesor de recubrimientos
Análisis de materiales
Inducción magnética
Corrientes de Foucault
Fluorescencia de rayos X
Coulombimetría
FISCHER INSTRUMENTS, S.A.
fischer

AFE CRONITE
Diseño y fabricación de piezas fundidas
en aleación de cromo / níquel
AFE Cronite Technologies - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 945 293 400 - Fax: 945 293 145
E-mail: M.GARCIA@afecronite.com - www.afecronite.com

METALOGRÁFICA
DE LEVANTE S.A.
TRATAMIENTOS TÉRMICOS
SERVICIO Y CALIDAD
Temple en Vacío
Cementación
Nitruración, Nipro
Carbonitruración
Temple en Atmósfera Controlada
Temples de muelles, series, etc.
Estabilizados, normalizados, recocidos
Deshidrogenados, Recristalización, etc.
Laboratorio Metalúrgico
Espectrometría
Consulting
Recogidas y entregas de material

Gran disponibilidad de modelos.
Alta variedad de calidades.
Piezas a medida según plano.
Tubos radiantes.
Rodillos.
Parrillas.
Cestones/cadenas.
Muflas/Potes de recocido.
Recuperadores.
Tecnosmal Aceros, S.L.

Ipsen

Solución total con un único proveedor

PROGRAMA DE FABRICACIÓN:

- Hornos de atmósfera de una o varias cámaras.
- Hornos de vacío horizontales y verticales.
- Instalaciones continuas de atmósfera.
- Instalaciones continuas de vacío.
- Generación de atmósferas para procesos.
- Control y automatización de procesos.
- Investigación, fabricación, servicio postventa, formación.

Ipsen International GmbH
Flutstrasse 78 – 47533 Kleve, Alemania – Teléfono 0049-2821-804-518
www.ipsen.de

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA 44
AFE CRONITE 17
APLITEC 45
ARROLA . . . . . PORTADA
BMI 45
BRUKER 44
BURGDORF 15
CARBUROS METÁLICOS 5
COMERCIAL SATEC 11
CUMBRE INDUSTRIAL 9
EMISON 45
ENTESIS 45
FERROFORMA 11
FISCHER INSTRUMENTS 46
FLEXINOX 45
HORNOS ALFERIEFF . . . . . Contraportada 4
HORNOS DEL VALLÉS 45
HOT 19
INDUSTRIAS TEY 45
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
INTERBIL 3
IPSEN 47
LIBROS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS 37
MATIC 25
METALOGRÁFICA DE LEVANTE 46
MOLDEXPO . . . . . Contraportada 2
MP COMPONENTES 27
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SECO-WARWICK 7
SINAVAL 23
SOLO 47
SPECTRO 47
STARRAT 13
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47
TECNYMAT 13
WHEELABRATOR 46

Próximo número

ABRIL

Nº Especial **MOLDEXPO** y **MATIC** (Zaragoza). Hornos de sales. Instalaciones de atmósferas protectoras. Refractarios. Aislantes. Quemadores. Calentadores. Calidad. Laboratorio. Reguladores de temperatura. Cañas pirométricas. Metrología. Tratamiento térmico de metales férreos y no férreos.