TRATER Press
SEPTIEMBRE 2015 • Nº 48
REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO
www.pedeca.es

CÁMARA DE VACÍO

AUTOCLAVE
DE TEMPERATURA,
VACÍO Y PRESIÓN

HEA
SINCE 1945

HORNOS ALFERIEFF
www.alferieff.com • hea@hornoshea.com

MIDEST

2015 PARIS

EL SALÓN MUNDIAL DE TODAS LAS COMPETENCIAS EN SUBCONTRATACIÓN INDUSTRIAL

Working together!*

* Trabajar juntos

17 → 20 NOVIEMBRE

Paris Nord Villepinte® - Francia

PASE GRATUITO,
EXPOSITORES,
CONFERENCIAS Y ACTUALIDAD
DE LOS MERCADOS EN
www.midest.com

- **EVALÚE** su panel entre más de 1.700 subcontratistas procedentes de 40 países
- **DESCUBRA** las tecnologías innovadoras para una vigía y un suministro efectivos.
- **INTERCAMBIE** con sus iguales, clientes y proveedores para incrementar su rendimiento.

UN ESCAPARATE ÚNICO EN EUROPA DE TODAS LAS COMPETENCIAS EN SUBCONTRATACIÓN INDUSTRIAL

Transformación de materiales / Electrónica / Acabados / Fijaciones / Servicios para la industria / Textiles técnicos

Reed Expositions

Simultáneamente con: TOL expo 2015 — TOLEXPO, el salón de los equipos de producción para el trabajo de la chapa. Para más información www.tolexpo.com

maintenance expo 2015 — Maintenance Expo, el salón del mantenimiento industrial

Para cualquier información visitantes: Servicom C&M - servicom@servicomconsulting.com - Tel.: 91.395.28.88 - Fax: 91.442.48.89

Nuestra Portada

Nueva imagen para HEA

La compañía HEA (Hornos Alferieff) estrena nueva imagen que aparecerá a partir de ahora en sus instalaciones y campañas promocionales.

Esta nueva imagen se verá complementada con una mayor presencia en el sector del Tratamiento Térmico.

www.alferieff.com
hea@hornoshea.com

Sumario • Septiembre 2015 - Nº 48

Editorial 2

Noticias 4

70 Aniversario de SOLO SWISS • PK-160 - Tablet y cámara térmica integradas • Nueva máquina vertical para aplicaciones de inducción, familia TVK • BOA2 XA5 - Cámara inteligente de 5 megapíxeles para inspección industrial • Aceite de alto rendimiento de la serie Klüber Summit • Raytek®, Ircon® y Datapaq® unen sus fuerzas para crear Fluke®Process Instruments.

Artículos

- La industria se reafirma en BEC con visitantes de 65 países 10
- testo Saverius 2: nuevo concepto en la supervisión de temperatura y humedad 12
- Medición de temperatura sin contacto 14
- MIDEST 2015 16
- Análisis del temple por láser de la aleación Ti-30Nb-2Sn - *Por P. Franconetti, J. J. Candel, J. M. Amado y V. Amigó* 18
- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* 24
- Registrador de temperatura de 20 canales totalmente nuevo 28
- Algunas consideraciones sobre el temple isotérmico de los aceros - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz (†)* 29
- Eficiente acabado superficial de elementos de transmisión - *Por Rösler* 36
- Fabricación ligera de automóviles con piezas estructurales en fundición a presión, desde el punto de vista de un fabricante de acero para herramientas - *Por Ingolf Schruff* 38

EMPLEO 43

Guía de compras 44

Indice de Anunciantes 48

Síguenos en

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: **DELEY**
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 TRA-

Asociación colaboradora
ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

La decimocuarta edición del **TRATERMAT** ya está en marcha con un programa de conferencias y actividades bien completo. Es la primera vez que pisa "Terras Galegas" celebrándose en O Porriño del 30 de septiembre al 1 de octubre. La organización corre a cargo de **AIMEN Centro Tecnológico** y nos les quepa la menor duda que resultará un éxito. Pueden encontrar más información en www.tratermat.es.

Allí nos vemos.

Otro evento a destacar es la **Jornada Forja 360 °** que se celebra el próximo 8 de octubre en las instalaciones de **Tecnalia** en Derio y en el que bastantes empresas están involucradas en su realización. (Encontrarán más información en página 5).

Estos eventos al igual que el organizado por el **Instituto Tabira** recientemente, no hacen más que reforzar nuestro sector.

Antonio Pérez de Camino

HORNOS DE INDUCCIÓN
PARA FORJA INDUCTOFORGE DE INDUCTOTHERM

I-HAZ:
MAXIMIZA EL CONTROL DEL PROCESO

MODO STAND-BY:
MINIMIZA LOS RECHAZOS EN PARADAS Y ARRANCADAS

INDUCTOTHERM GROUP | IBERIA

- Fabricación local con tecnología de última generación
- Servicio de reparación local
- Servicio técnico local altamente cualificado
- Repuestos originales en stock
- Instalación y puesta en marcha
- Asesoramiento técnico

ONDARLAN, S.L.:
+34 943 635079
o visite: www.ondarlan.com
email: oficina@ondarlan.com

INDUCTOTHERM® GROUP

Leading Manufacturers of Melting. Thermal Processing & Production Systems for the Metals & Materials Industry Worldwide.

Worldwide Melting Group Companies
Seaford, Australia; Herstal, Belgium; Sau Paulo, Brazil; Shanghai, China; Droitwich, England; Paris, France; Simmerath, Germany; Ahmedabad, India; Irun, Spain; Kobe, Japan; Busan, Korea; Saltillo, Mexico; Taipei, Taiwan; Istanbul, Turkey; Rancocas, USA

70 Aniversario de SOLO SWISS

Recibimos la noticia de un importante logro para la compañía Soloswiss SA: 70 años de liderazgo en el mercado de la fabricación de Hornos Industriales, pero también 70 años de innovación y retos industriales, 70 años de acumulación de experiencia única, desarrollo internacional y 70 años de asociación.

1945 SOLO Switzerland 2015
Celebrating 70 Years

Fundada por el Sr. Spérisen y el Sr. Käsermann en 1945, todavía es una empresa familiar ya que está dirigida por la tercera generación.

SOLO Swiss ofrece hornos de atmósfera, hornos por lotes, hornos continuos utilizados en una amplia variedad de procesos de tratamiento térmico. SOLO Swiss ha vendido más de 10.000 hornos alrededor del mundo en diferentes áreas industriales, contando con muchas firmas de renombre entre sus clientes.

Info 1

PK-160 - Tablet y cámara térmica integradas

INFAIMON presenta la PK-160, un dispositivo multifuncional desarrollador por SATIR. Se trata de una cámara térmica con formato de Tablet, con una pantalla táctil de 5" y una plataforma Android 4.0. El dispositivo integra también un sensor CCD de alta definición de 8 Megapíxeles.

La cámara térmica del dispositivo tiene una resolución de 160 x 120 píxeles y una sensibilidad de 80 mK. Además, incorpora herramientas de medida de temperatura, WiFi, Bluetooth y GPS.

CARACTERÍSTICAS

Sensibilidad térmica: <0.08 °C @ 30 °C.
Resolución: 160 x 120.
Rango espectral 8-14 m.
Enfoque: Fijo.
Pantalla LCD: 5" HD Capacitive touch screen.
Cámara digital visible: 8 Mp.
Permite la grabación de vídeos térmicos en la cámara.
Transferencia en tiempo real de imagen térmica vía USB 2.0.
Rango de medida de temperatura: -20 °C a 250 °C.

Info 2

Nueva máquina vertical para aplicaciones de inducción, familia TVK

El grupo GH Induction invierte más de un 6% de sus beneficios en el desarrollo de procesos y productos. Hoy GH lanza una nueva familia de máquinas verticales para tratamientos por inducción, TVK. Esta nueva solución compacta incluye todos los componentes necesarios para llevar a cabo procesos de temple, revenido o soldadura, o cualquier otro proceso que pueda ser necesario.

La familia TVK responde a un concepto modular para cubrir desde requisitos de producción sencillos hasta los más complejos. Está diseñada y fabricada según los altos estándares de calidad que los clientes de GH esperan, utilizando reconocidas marcas en el mercado para sus componentes.

Las principales líneas en el diseño han sido la facilidad de uso, un sencillo mantenimiento y especialmente un precio que permita un rápido retorno de inversión, además de un plazo de entrega realmente corto.

El modelo más pequeño TVK-S350 se expuso en la feria Thermprocess en Dusseldorf (Alemania).

Info 3

JORNADA FORJA 360º

NUEVA TECNOLOGÍA PARA NUEVOS RETOS

- Situación actual y tendencias del sector (SIFE).
- Empresa y Fabricación Inteligente. Diagnóstico y tecnologías de Impacto 4.0 (TECNALIA).
- Automatización en la planta de forja (MASER).
- Calidad mejorada y mejor control del proceso en el calentamiento por inducción para forja. Nuevos avances. (ONDARLAN-INDUCTOTHERM Group Iberia).
- Los aceros para herramientas de trabajo en caliente con propiedades optimizadas ayudan a evitar roturas en las matrices de forja (KIND&Co).
- Soldadura antidesgaste en utillajes de Forja (CASTOLÍN).
- Simulación de la cadena completa del proceso de forja (TRANSVALOR).
- Proyecto ETORGAI EUSKOFOR (liderado por GKN Driveline Zumaia) "Calidad avanzada en el corte de barras de acero para la fabricación mediante forja en semifrío de componentes de automoción" (TECNALIA).

Visita al laboratorio de TECNALIA y visita al demostrador del proyecto EUSKOFOR
Comida y contactos asistentes

PRECIO: 30€
INSCRIPCIONES:
infodit@tecnalia.com
Plazas limitadas

8 de Octubre de 2015
TECNALIA Research Innovation
Parque Tecnológico de Bizkaia
Edificio 700, Derio. Bizkaia

tecnalia Inspiring Business
KIND&CO EDELSTAHLWERK
Castolin Eutectic Eutectic Castolin
TRANSVALOR
Maser
Sife
INDUCTOTHERM GROUP IBERIA ONDARLAN

BOA2 XA5 - Cámara inteligente de 5 megapíxeles para inspección industrial

INFAIMON presenta el nuevo sistema de visión artificial BOA2, perfecto para aplicaciones de automatización industrial.

La cámara inteligente BOA2 es un sistema de visión artificial diseñado para aplicaciones de automatización industrial y control de calidad. Creado como una cámara industrial, la BOA2 combina alta resolución y una potente capacidad de procesado, comunicaciones flexibles y el software de visión artificial iNspect integrado.

Las cámaras de la serie BOA2 tienen un sistema de iluminación strobe LED integrado (solamente el modelo XA2).

Toda la serie BOA2 lleva incorporado el software de visión artificial iNspect. El iNspect es un software de visión artificial intuitivo y de muy fácil configuración. Permite configurar herramientas de procesado como inspecciones de defectos en piezas, medidas, identificación de formas y colores, verificación y lecturas de códigos, como los códigos de barras y códigos 2D.

CARACTERÍSTICAS

Sensor: 1”.
Tamaño de píxel: 5 µm.
Resolución 2.560 x 2.048.
Velocidad 40 img/s.
Montura: C.
Interfaz: Ethernet, RS232.
Dimensiones 83 x 66 x 48 mm.

Info 4

Aceite de alto rendimiento de la serie Klüber Summit

Klüber Lubrication, empresa líder mundial en la fabricación de lubricantes especiales, presenta sus últimos avances en el campo de lubricación para compresores. Los aceites para este tipo de unidades, totalmente sintéticos de la serie Klüber Summit, ofrecen un mayor nivel de rendimiento y son una alternativa a los productos convencionales.

Las ventajas de estos nuevos aceites para compresores incluyen una larga vida de servicio del aceite y permiten obtener una mayor eficiencia del compresor. Además, su uso reduce al mínimo el contenido de aceite residual en el aire comprimido. Todo ello, favorece considerablemente el proceso productivo.

Este tipo de aceites, aplicados en los compresores modernos, contribuyen notablemente al ahorro de costes y ofrecen intervalos de mantenimiento más amplios. Por ello, son muy valorados actualmente por muchos usuarios.

Info 5

Raytek®, Ircon® y Datapaq® unen sus fuerzas para crear Fluke®Process Instruments

Fluke Corp. está integrando sus líneas de productos Raytek, Ircon y Datapaq en una nueva marca: Fluke Process Instruments. Las tres empresas han sido parte de la cartera de Fluke Corporation desde hace algún tiempo." Fluke Process Instruments integra en una sola empresa la combinación de más de 125 años de experiencia en el desarrollo de nuevas tecnologías ", ha dicho el gerente general (General Manager) de Fluke Process Instruments, Ankush Malhotra. "Al unir las tres empresas bajo una sola marca, podemos mejorar nuestras comunicaciones y acelerar nuestra innovación de producto. Estamos orgullosos del legado que nos dejan estas marcas y seguiremos creciendo como Fluke Process Instruments".

Los productos de las marcas Raytek, Ircon y Datapaq incluyen una línea completa de sensores infrarrojos robustos y fiables, escáneres (exploradores de línea) de infrarrojos, cámaras termográficas y sistemas de perfilado de temperatura destinados al uso en los duros entornos de fabricación industrial a alta temperatura.

Info 6

+INFO www.tratermat.es | Síguenos en Twitter @TRATERMAT2015

Patrocinan: ARROLA, biometa, insertec Hornos y Refractarios, NEURTEK instruments, paralab, Safe Cronite L'esprit industriel, tey, PRAXAIR Making our planet more productive, GRUP ttc TRATAMIENTOS TÉRMICOS RECUBRIMIENTOS AVANZADOS

Colabora: XUNTA DE GALICIA

AIMEN ORGANIZA EL

XIV CONGRESO NACIONAL DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y DE SUPERFICIE

CENTRO DE APLICACIONES LÁSER | **30 DE SEPTIEMBRE Y 1 DE OCTUBRE DE 2015** | **O PORRIÑO**

AIMEN Centro Tecnológico organiza, del 30 de septiembre al 1 de octubre, la **XIV edición del Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie.**

Nos complace invitarle a participar en este evento, que girará en torno a las siguientes temáticas:

- Recubrimientos y fabricación aditiva
- Tratamientos superficiales
- Tratramientos termomecánicos
- Ttratamientos térmicos variados
- Caracterización
- Tecnologías de temple
- Modelado y simulación de tratamientos térmicos y procesos de ingeniería de superficies
- Medición y control en tratamientos térmicos y de ingeniería de superficies

Puede consultar el programa en la siguiente dirección **www.tratermat.es/es/programa.html.**

Para formalizar la inscripción, deberá enviar el formulario, debidamente cumplimentado, a la siguiente dirección de correo electrónico: **tratermat@aimen.es**. AIMEN le confirmará su inscripción a través de correo electrónico.

El período de inscripción finaliza el 30 de septiembre de 2015 a las 12.00 horas.

Nuestros descuentos en transporte los encontrará aquí: **www.tratermat.es/es/inscripciones.html.**

Saludos cordiales
Secretaría Tratermat
Síguenos en Twitter @TRATERMAT2015

La industria se reafirma en BEC con visitantes de 65 países

De "altamente satisfactoria" se ha valorado la celebración de las cinco ferias industriales del año: FERROFORMA, SUBCONTRATACIÓN, FITMAQ, PUMPS & VALVES y MAINTENANCE que se han celebrado del 26 al 29 de mayo en las instalaciones de Bilbao Exhibition Centre. Profesionales procedentes de 65 países y de la práctica totalidad de las CCAA del Estado, más de 18.500, han acudido a esta convocatoria, que se ha convertido en la principal reunión industrial del año en el sur de Europa.

Los principales países de procedencia de los visitantes han sido Marruecos, Argelia, Colombia, México, Perú, India, Alemania, Bélgica, Francia, Holanda, Italia, Portugal, Reino Unido y Turquía. En el ámbito nacional, un 48% de los profesionales eran de fuera de la C.A.V., principalmente de Andalucía, Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana, Cantabria, Galicia y Navarra. El número total de participantes en las distintas jornadas organizadas a lo largo de la semana ha ascendido a 1.439 personas.

metalmadrid `15

VIII FERIA INDUSTRIAL de la COMUNIDAD DE MADRID

4-5 Nov. 2015
Pabellon 6

COMPOSITE SPAIN
ROBOMATICA
MOLD MADRID

REGISTRO ONLINE
VISITANTE PROFESIONAL

Entrada gratuita para empresas y profesionales del sector.

En nuestra web:
www.metalmadrid.com

PATROCINAN

Hoffmann Group
Tools to make you better
TRUMPF
FUCHS
SCHUNK

COLABORAN

AIRBUS
Talgo
Gestamp
Gobierno de España · Ministerio de Industria, Energía y Turismo

ORGANIZA

grupo metalia

www.metalmadrid.com
hola@metalmadrid.com

Cerca de 1.200 firmas expositoras han participado en esta gran plataforma industrial, en la que se han mostrado las tecnologías y servicios más avanzados en procesos y equipos para la fabricación, suministro industrial, ferretería, bricolaje, maquinaria usada y de ocasión, bombas y válvulas y mantenimiento. Las sinergias entre sectores han sido uno de sus principales elementos diferenciadores. Los mismos expositores han actuado como clientes activos de las otras ferias celebradas simultáneamente.

Aprovechando la celebración de las cinco ferias industriales, se ha presentado además el resultado del Plan de Industria 2014, impulsado por el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco. En el transcurso de la rueda de prensa, Arantxa Tapia señaló que el plan impactó de forma directa en 3.627 proyectos industriales, generó 3.490 nuevos empleos industriales y contribuyó al mantenimiento de al menos otros 16.121. Así mismo, se ejecutaron 5 proyectos con una inversión extranjera directa de 44,5 millones de euros, con la estrategia "Invest in Basque Country".

Al cierre de la tercera jornada, la consejera de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco y Presidenta del Consejo de Administración de BEC, Arantxa Tapia, ofreció una recepción oficial en el Museo Guggenheim a los participantes –expositores, visitantes y medios de comunicación internacionales– de las cinco ferias industriales. En el acto participó también Xabier Basañez, Director General de BEC, quien hizo un recorrido por las grandes claves de esta "apuesta estratégica" e invitó a los asistentes a sacar provecho y disfrutar de uno de los grandes valores de las ferias en la actualidad: el trato personal.

Por último, la edición de 2017 ya tiene fechas: FERROFORMA, SUBCONTRATACIÓN y FITMAQ se celebrarán del 23 al 26 de mayo, mientras que PUMPS& VALVES Y MAINTENANCE comenzarán un día después.

SUBCONTRATACIÓN, Feria Internacional de Procesos y Equipos para la Fabricación

Un total de 592 firmas expositoras procedentes de 24 países, principalmente de Portugal, Italia, Francia, Alemania, Marruecos, Bélgica, Rumanía y Suiza han participado en SUBCONTRATACIÓN, que este año ha acogido dos nuevas áreas en su exposición.

El área de fabricación aditiva ha sido impulsada por ADDIMAT, Asociación Española de Fabricación Aditiva y 3D, que además ha aprovechado la celebración del certamen para constituir su primera Junta Directiva. Este organismo está integrado por representantes de Bilbao Exhibition Centre, Danobat Group, Egile Corporation XXI, Fagor Automation, Goratu, Ibarmia, Ikor Sistemas Electrónicos, Kondia, Leartiker, Sicnova 3D y Tumaker y su Presidente será Antxon López Usoz, de Danobat Group. En la zona especial habilitada para la industria de los materiales compuestos, gracias al apoyo de la Cámara de Gipuzkoa, han expuesto empresas como Talleres Amondarain, Mariskone, Comargo Composites, Bronymec y el centro tecnológico Compositadour.

Por otra parte, en el certamen se ha celebrado el Encuentro Europeo de la Subcontratación Industrial, en el que se han gestionado 1.500 entrevistas de primer nivel.

Compradores internacionales de empresas del sector de automoción como Thomas Schmitt, Yedase Euro, Activa Automotive, Psa Peugeot Citröen Innovation, Valeo Power Electrical Systems, Vignal Systems, Jtekt Europe, IFC Team y Reydel Automotive, entre otras, han participado en este foro, el mayor celebrado hasta la fecha en el país. En él ha destacado también la presencia de contratistas de otros sectores como Schneider Electric, Assa Abloy Entrace Systems, Cybernetix, Allkom Gmbh, Sven Müller, Voith Hydro, Alois Poettinger, Airax, Cnim Division Solar, Dalby, Gmt International, Himbert Technologies, Dordelec, Siref y Sodikart.

Las empresas aeronáuticas también han tenido su propio programa de agendas concertadas, ponencias y mesas redondas en AEROTRENDS. En la edición de este año han participado compradores de empresas como Airbus Helicopter, Thales Alenia Space, Aciturri, Safran, Tecalemit, Zodiaz Aerospace, Droniris, Stelia Aerospace, Aircelle y Sela, entre otras.

La jornada del 28 fue la de mayor actividad en torno a este sector; a lo largo del día se desarrollaron las conferencias organizadas por Ik4 Research Alliance, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Mondragón Unibertsitatea, Fundación Tecnalia, CTA y Hegan bajo el título "Panorámica global de las tendencias de futuro de la fabricación aeronáutica dentro de la estrategia de Industria 4.0".

MOLD Day

2ª JORNADA TÉCNICA

En el marco de la **Feria MetalMadrid** se va a celebrar la 2ª edición de **MOLD Day**, jornada técnica **el día 4,** donde se expondrán varias conferencias técnicas de proveedores del sector del Molde y la inyección, junto con casos de éxito.

Jornadas previstas:

Empresa: **KIND&CO**
Nombre del ponente: **Carlos Viñallonga Gurri** – Resp. Técnico Comercial en España
Título de la ponencia: Aceros de herramientas de alta calidad para moldes de plástico

Empresa: **Meusburger**
Nombre del ponente: **José Molleja** – Resp. Técnico Comercial Zona Centro
Título de la ponencia: "La estandarización: Ventajas competitivas en la fabricación de moldes y utillajes"

Empresa: **QSM**
Nombre del ponente: **Miguel Angel de Ortúzar** - Director - Consultor
Título de la ponencia: "La Planificación, asignatura pendiente en el sector del molde, matrices y utillajes

Empresa: **Erycop**
Nombre del ponente: **Juan Sebastián Palao** – Gerente - Director de Operaciones
Título de la ponencia: "Caso de éxito "Planificación en el taller de moldes" Experiencia real

Empresa: **Renishaw Iberica**
Nombre del ponente: **Iñigo Bereterbide** – Product Manager de la División de Fabricación Aditiva
Título de la ponencia: "Refrigeración optimizada de insertos para Moldes fabricados mediante Fabricación Aditiva láser

Si quieren asistir, solicítenos el **Programa de Conferencias** con las **condiciones y se lo envíamos lo antes posible. El número de asistentes es limitado**.

Organiza **QSM** y patrocina revista **MOLD Press.**

Información para presentar una conferencia:
658 88 12 90 / sistemas@qsm.com.es

Organiza:

C/ Goya, 20. 4°. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26

metalmadrid `15 www.metalmadrid.com

testo Saveris 2: nuevo concepto en la supervisión de temperatura y humedad

La supervisión fiable y la documentación continua de la temperatura y humedad, eran hasta ahora una tarea que conllevaba una atención considerable y algunas desventajas: anotaciones manuales que podían perderse o confundirse, lecturas del registrador en el mismo sitio de la medición o sistemas de monitorización de mayor precio y mayor complejidad de instalación que, resultaban poco adecuados para según qué aplicaciones o negocios. Además, las tareas de documentación y elaboración de informes ocupaban un tiempo que no se podía dedicar a otras tareas.

El testo Saveris 2 ha sido diseñado por nuestros especialistas para supervisar la temperatura y la humedad de forma sencilla, en cualquier momento y desde cualquier lugar, sin que ello repercuta en la seguridad ni haya que luchar con un software complejo o con instrucciones de instalación complicadas. Para ello, los desarrolladores de Testo apuestan por el Internet de las cosas. Ya no sólo los ordenadores, sino también los objetos cotidianos normales están conectados continuamente a Internet. De esta forma se convierten en objetos "inteligentes" que pueden intercambiar información entre sí y con la red.

El nuevo testo Saveris 2 funciona exactamente según este principio: el sistema registra valores de temperatura y de humedad a través de sensores y los transmite por WiFi a un almacenamiento de datos en línea: la nube Testo. Los valores de medición quedan almacenados allí de forma segura y pueden consultarse de forma flexible en cualquier momento y desde cualquier parte del mundo con un ordenador, un smartphone o una tablet. Esto libera a los responsables de la presión de tener que estar siempre en el lugar de medición para tener sus productos bajo control. Si se exceden los valores de medición, se envía un mensaje de alarma por SMS o por correo electrónico.

Flexibilidad y ahorro de costes

El testo Saveris 2 no cuesta más que un registrador de datos nomal y está disponible en varios modelos. Se puede elegir entre cinco registradores de temperatura y humedad diferentes, así como un acceso a la nube Testo en versión básica gratuita o un acceso a la nube más completa y con más funciones.

ENCUENTROS DE NEGOCIOS INTERNACIONALES DE LA INDUSTRIA AEROSPACIAL Y DE DEFENSA

AEROSPACE & DEFENSE MEETINGS

SEVILLA 2016

Andalusia
moving forward with Europe

450 Empresas

8 000 Reuniones 1 a 1 pre organizadas

28 Países representados

invest in Andalucía SPAIN

SEVILLA - ESPAÑA
10 -13 MAYO, 2016

- **A&DLM Sevilla es el único evento** en España dedicado a la subcontratación de la industria aeroespacial
- La pasada edición de A&DLM Sevilla contó **con la presencia de las más notorias empresas aeroespaciales**:

AERNNOVA – AIRBUS - AVIC - AVIO AERO - BOEING COMMERCIAL AIRPLANES - COMAC - CESA DAHER-SOCATA - DASSAULT AVIATION - EATON AEROSPACE - EMBRAER - ROCKWELL COLLINS - SAFRAN WESCO AIRCRAFT...

- Algunos líderes industriales y otras OEMs ya se han comprometido a participar en la edición de 2016

Lista de participantes y registro:

www.bciaerospace.com/sevilla o sevilla@advbe.com

Organizado por :

abe advanced business events advbe.com · European Union · Junta de Andalucía Consejería de Economía y Conocimiento · extenda Trade Promotion Agency of Andalucía

Apoyos Industriales en 2014 :

Airbus Group · Aernnova Andalucía · Aciturri · Alestis Aerospace · sofitec

Medición de temperatura sin contacto

En la exposición METEC-THERMPROCESS de este año, los expertos de medición de temperatura por infrarrojos Raytek e Ircon presentaron su programa completo de pirómetros para la industria metalúrgica. Mediante la detección de la radiación infrarroja a distancia para determinar la temperatura de un objeto, los pirómetros (medidores de temperatura) supervisan de forma fiable productos y procesos con temperaturas de hasta 3.000 °C. Abarca desde dispositivos portátiles, robustos a pirómetros fijos con accesorios reforzados, desde sensores OEM (para fabricantes de equipos) con dimensiones compactas récord a sistemas de imágenes térmicas de alta precisión. Raytek e Ircon ofrecen soluciones posibles para todos los escenarios que impliquen señales analógicas o digitales y los entornos de automatización, caracterizados por una variedad de buses de campo diferentes o protocolos Ethernet industriales.

La última incorporación a la familia de productos, los termómetros infrarrojos portátiles Raynger® 3i Plus, está diseñada para ambientes calientes muy exigentes, la medición de temperaturas de hasta 3.000 °C. Una alta resolución óptica permite lecturas precisas de temperatura desde distancias más largas. Un detector de advertencia "Red Nose" resistente al calor garantiza la seguridad del operador y la eficiencia. Un láser doble y una mirilla telescópica, visible incluso contra fondos al rojo vivo, hacen que este termómetro infrarrojo sea la opción perfecta para los procesos metalúrgicos primarios y secundarios.

Una amplia gama de pirómetros puntuales (spot pyrometers) para

instalación fija incluye pirómetros de uno y de dos colores (que utilizan dos longitudes de onda adyacentes para calcular la temperatura proporcionalmente), así como modelos de fibra óptica adecuados para entornos industriales extremos.

La instalación en lugares remotos o de difícil acceso no es un problema, ya que el software que los acompaña permite la configuración del sensor basada en PC.

Las funciones de auto-diagnóstico automático que integran garantizan una precisión consistente. Las mirillas en la lente, mediante láser, y/o mediante vídeo facilitan la orientación. El control de enfoque motorizado permite el re-enfoque remoto del sensor. Accesorios de refrigeración abren la posibilidad de aplicaciones en temperaturas ambiente de hasta 315 °C.

La línea MI3 de Raytek incluye el pirómetro autónomo más pequeño del mundo, 28 mm de largo y 14 mm de ancho. Los sensores MI3 son capaces de soportar temperaturas ambiente de hasta 180 °C sin refrigeración. Dos modelos de onda corta miden con precisión las superficies reflectantes y por lo tanto son más adecuados para el procesamiento de chapa metálica, que los sensores infrarrojos de onda larga. Los sensores MI3 también están disponibles con certificados ATEX y IECEx para su uso en zonas potencialmente peligrosas.

Los sistemas de exploración lineal (escáners) de Raytek e Ircon generan imágenes térmicas en vivo de procesos de producción continuos o por lotes, así como para la fabricación discreta. Los sistemas tienen un amplio campo de visión de 90 °. Al incorporar láser para apuntar, refrigeración por agua y una carcasa con purga de aire, pueden resistir incluso las condiciones más exigentes.

Con una resolución óptica máxima de 200:1, una velocidad de exploración de hasta 150 líneas por segundo, y hasta 1.024 puntos de medición por línea, se encuentran entre los sistemas de imágenes térmicas más precisos y más rápidos en el mercado. Detectan y muestran en directo (real time) incluso las mínimas anomalías de la temperatura y los puntos calientes.

MIDEST 2015

La cuadragésimo-quinta edición de MIDEST, el salón mundial de todas las competencias en materia de subcontratación industrial, se celebrará del 17 al 20 de noviembre en el Recinto Ferial de Paris Nord Villepinte, ahora que la economía europea presenta, al fin, señales alentadoras de recuperación.

El optimismo está pues a la orden del día. En efecto, a finales de mayo, el salón presentaba buenos resultados tanto en Francia como a nivel internacional, cuando el 80% de la superficie ya estaba reservada en firme.

Ahora que el panorama industrial evoluciona y que el subcontratista industrial se ha convertido en un socio estratégico, factor de competitividad, MIDEST está más que nunca al servicio de los industriales para ayudarles a incrementar y desarrollar su actividad, ofreciéndoles no sólo salidas concretas sino también asistiéndoles en los cambios y en las principales rupturas que experimenta actualmente la industria en general y la subcontratación en particular.

En este marco, el salón ofrecerá diversas mesas-redondas y animaciones que tratarán, tanto los problemas a los que se enfrentan hoy en día los industriales, como los que se encontrarán en un futuro. Sin olvidarnos, obviamente de los momentos relevantes esperados por expositores y visitantes como son los Trofeos de la subcontratación industrial, únicos galardones en el mundo dedicados a las empresas, las personas y las competencias del sector, los encuentros de negocios, el plató de televisión, etc.

MIDEST 2015 guía a los industriales en su día a día y hacia el futuro

Más allá de su papel de acelerador de encuentros y generador de negocios, MIDEST se otorga la misión de poner de manifiesto las tendencias sectoriales de la industria y más concretamente de la subcontratación.

Abordará con sus conferencias, mesas-redondas y animaciones, las problemáticas actuales como son la inversión, haciéndoles descubrir recursos ignorados, la evolución de las relaciones entre subcontratistas y contratantes destinadas a una colaboración ganadora-ganadora, o también la utilidad de unirse para ser adjudicatarios de contratos. No nos olvidemos por supuesto de la cuestión crucial relacionada con la recuperación económica y la de la transformación del paisaje automovilístico actual.

Pero esta edición también tiene la voluntad de ayudarles a anticipar los cambios que afectarán a la industrial de mañana. La famosa Industria del Futuro, verdadera revolución, se abordará con temas como la robotización, la fabricación aditiva, la efi-

ciencia energética y el reto principal de la formación y la contratación. Tantos temas de primera magnitud sobre los que conviene actuar ya y que se tratarán en MIDEST 2015.

Entre las demás animaciones propuestas a los visitantes y expositores, los Trofeos de la subcontratación industrial permitirán valorar la excelencia de las realizaciones. El Cetim, Centro Técnico de las Industrias Mecánicas, organizará también sus siempre esperadas conferencias flash en la Plaza de la Mecánica, que anima junto con las Federación de las Industrias Mecánicas.

Los encuentros de negocios b2fair – Business to Fairs® darán la oportunidad de poner en contacto los subcontratistas y/o los contratantes que deseen entablar colaboraciones concretas en un sector, un mercado o una zona geográfica específicos.

El plató TV estará situado este año junto con el espacio conferencias, lo que permitirá grabar los debates, recibirá a los grandes protagonistas de la industria presentes en los pasillos del salón: todos estos momentos se pueden consultar en la web www.midest.com y en la cadena YouTube MIDEST TV.

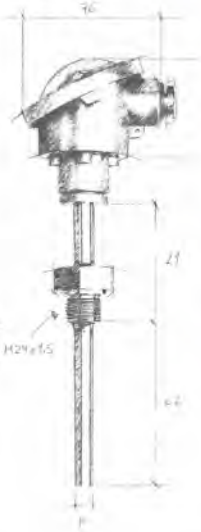
MIDEST, fuente de información en tiempo real

El salón no se conforma con informar a los industriales durante los cuatro días en los que se celebra en Villepinte y éstos lo han entendido perfectamente puesto que el 50% de las visitas globales a la web tienen lugar entre enero y septiembre.

Asimismo, el canal del salón en YouTube facilita la consulta de contenido por sectores de actividad. El objetivo: superar los 2,5 millones de páginas vistas en 2014 y las más de 412.000 visitas, es decir + 17% en un año. Para concluir, MIDEST está más que nunca presente en las diferentes redes sociales tanto en Viadeo donde tiene unos 2.300 miembros, como en Twitter con más de 1.700 followers, LinkedIn para el público anglófono y Facebook.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

- Fabricación propia de Termopares y Termoresistencias.
- Especializados en tratamientos térmicos.
- Fabricación especial AMS-27850-E.
- Fabricación especial para hornos de vacío.
- Condiciones especiales para fabricantes de hornos.



LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

- Laboratorio acreditado ENAC en temperatura, in-situ y en nuestras instalaciones.
- Calibración de instrumentación, sensores de temperatura y hornos (TUS y SAT).
- Especialización en AMS-2750-E.
- Control de periodicidades entre calibraciones.
- Plataforma de certificados on-line.
- NUEVO servicio de calibración de transmisores de vacío in situ y en nuestro laboratorio.

SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

Ribera de Axpe 11, D2, L203, 48950 Erandio - Vizcaya • Tel. +34 944765276 • Fax: +34 944766021 • e-mail: sci@sciempresa.com

Análisis del temple por láser de la aleación Ti-30Nb-2Sn

Por P. Franconetti[1], J. J. Candel[1], J. M. Amado[2] y V. Amigó[1]

RESUMEN

La aleación Ti-30Nb-2Sn es muy interesante para fabricar implantes por su excelente biocompatibilidad y bajo módulo elástico que favorece la oseointegración. No obstante, la optimización de sus propiedades exige diseñar tratamientos térmicos adecuados de solubilización y temple, por lo que el procesado láser puede ser interesante. En este trabajo se analizan cuatro temples puntuales por láser con diferentes potencias, que van desde la transformación en estado sólido hasta la generación de un gran baño de fusión. Para el análisis microestructural, se ha cortado con precisión diametralmente cada muestra. Se ha analizado la microestructura mediante microscopía óptica, electrónica de barrido y microdureza Vickers. Los resultados muestran diferentes microestructuras según la dirección radial del baño, dependiendo de la temperatura máxima y velocidad de temple alcanzada. Aunque la potencia láser determina la extensión de cada una de estas áreas diferentes, en los cuatro experimentos realizados se observa el mismo patrón.

1. Introducción

Las aleaciones beta de titanio basadas en Nb, Ta y Zr como elementos de aleación, son muy atractivas para fabricar implantes quirúrgicos por su excelente biocompatibilidad, combinada con bajo módulo elástico [1]. Estas ventajas son fundamentales para la sociedad actual, porque el aumento en la esperanza de vida implica que los implantes deben permanecer en el cuerpo humano durante décadas. Por tanto, reducir las reacciones inmunológicas, evitar la reabsorción ósea y aumentar la vida en servicio son retos actuales para la industria.

La ruta convencional de fabricación de estos materiales es la colada en alto vacío, posterior conformado por deformación plástica y finalmente tratamiento térmico de temple y envejecimiento. Sin embargo, el alto punto de fusión de elementos refractarios como el Nb o Zr, así como el intenso trabajo de mecanizado requerido para conseguir la forma final del implante, la convierten en una alternativa lenta y costosa [2]. Una alternativa interesante puede ser la ruta pulvimetalúrgica del titanio, ya que permite fabricar componentes cuya forma es cercana a la final partiendo directamente de una mezcla de polvos elementales [3]. No obstante, la pulvimetalurgia de aleaciones beta de titanio presenta tres inconvenientes [4]:

i. La microestructura no es homogénea, debido a la difusión limitada en estado sólido de ciertos elementos.
ii. La microestructura no es adecuada, debido al ciclo térmico de sinterizado y al efecto de trazas de oxígeno (inicialmente contenido en el polvo o introducido durante el propio procesado).
iii. La porosidad es abierta, ya que si no presenta dimensiones adecuadas para facilitar la oseoin-

(1) Universitat Politécnica de Valencia. Instituto de Tecnología de Materiales.

(2) Universidade da Coruña.

tegración puede actuar como concentrador de tensión.

El proceso de "laser surface melting" o refusión por láser (LSM) puede ser muy útil en este caso, ya que permite fundir una fina capa del material para cerrar la porosidad abierta, homogeneizar y simultáneamente templar el material para reducir el módulo elástico. Por este motivo, en este trabajo se estudia la capacidad del proceso LSR para mejorar las propiedades de la aleación Ti-30Nb-2Sn fabricada por sinterizado de mezclas elementales de polvo.

2. Experimental

Para fabricar las muestras se han utilizado polvos metálicos elementales. Polvo de Titanio Hidrurado-Dehidrurado cuya composición es acorde con el grado 2 de ASTM, polvo de Niobio con una pureza del 99.5% y polvo de Estaño con una pureza del 99.7%. Todos ellos presentan morfología irregular y un tamaño de partícula inferior a 50 micras. Para conseguir una mezcla homogénea de Ti-30Nb-2Sn en peso, se han mezclado los polvos durante una hora en una túrbula. A continuación, se compactaron muestras cilíndricas de 15mm de diámetro y 10 mm de altura mediante compactación uniaxial a 400 MPa de presión. Finalmente, se han sinterizado las muestras en un horno tubular de alto vacío (p<10-4 mbar) a una temperatura a 1.300 °C durante 2 horas, con una velocidad de calentamiento/enfriamiento de 10 °C/min.

Para efectuar los temples por láser, se ha utilizado un sistema láser industrial de alta potencia. El sistema está compuesto por una fuente continua de estado sólido Nd:YAG de 2.2 kW de máxima potencia y un robot industrial con 6 grados de libertad. Se ha posicionado el cabezal sobre el eje de cada una de las muestras a una distancia de 10mm y ha emitido la radiación láser durante 5 segundos sin moverse. Para el estudio se han fijado cuatro niveles diferentes de potencia P = 500, 800, 1.250 y 2.000 W con un diámetro de haz de 3mm. Como gas de protección se ha utilizado Helio 5.0 con un caudal de 20 l/min. Se ha protegido el baño fundido durante todo el proceso láser, hasta 10 segundos después de cesar la e-

misión láser, para garantizar la protección frente a la oxidación y obtener un enfriamiento homogéneo.

Las muestras irradiadas se han cortado longitudinalmente, a lo largo del eje del cilindro, con ayuda de una cortadora de precisión, ver figura 1. A continuación, se han preparado las metalografías de las superficies mediante esmerilado y pulido. La microestructura se ha observado con ayuda de un microscopio óptico, bajo luz polarizada las superficies sin atacar y en campo claro tras el ataque químico (100 ml H_20 + 6 ml HNO_3 + 2 ml HF). Finalmente se ha medido la evolución de la microdureza, desde la superficie exterior del baño fundido por el láser hasta el substrato no afectado por el calor. Para ello se ha efectuado un barrido de microdurezas Vickers según el eje de la muestra, utilizando 200g de carga.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis de la microestructura

La inspección visual ha permitido comprobar que no hay signos de oxidación superficial en ninguna de las tres muestras procesadas por láser. En la primera muestra con 500 W no se alcanzó la fusión del material, aunque se aprecia una zona transformada en estado sólido. En el resto, el baño fundido presenta una forma de casquete semiesférico y sus dimensiones dependen de la potencia empleada, ver figura 1.

Gracias a la fusión superficial controlada se consigue cerrar completamente la porosidad abierta de la pieza, figura 2. Debido a la absorción localizada de la radiación láser, se alcanzan temperaturas muy superiores a la fusión (1.941 K) y rápidamente se enfría hasta temperatura ambiente. Por tanto se genera una estructura de tipo dendrítico, con finas columnas solidificadas en la dirección opuesta a la de transmisión del calor.

Según el trabajo efectuado por Mwobu et al con otras aleaciones de titanio [5], en estas condiciones láser la máxima temperatura se alcanza en la superficie exterior del baño. El máximo gradiente de temperatura se produce en el baño hasta llegar a la intercara, a partir de aquí la velocidad de enfriamiento y la máxima temperatura de pico alcanzada

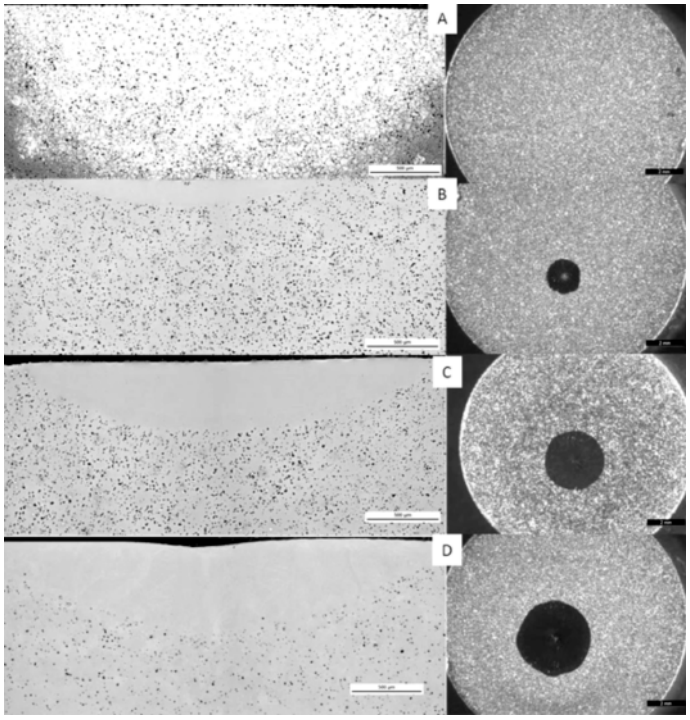


Figura 1. Corte transversal e imagen general de la superficie de las muestras fabricadas con diferentes potencias del láser: A) 500 W (atacada); B) 800 W, C) 1.250 W y D) 2.000 W (sin ataque).

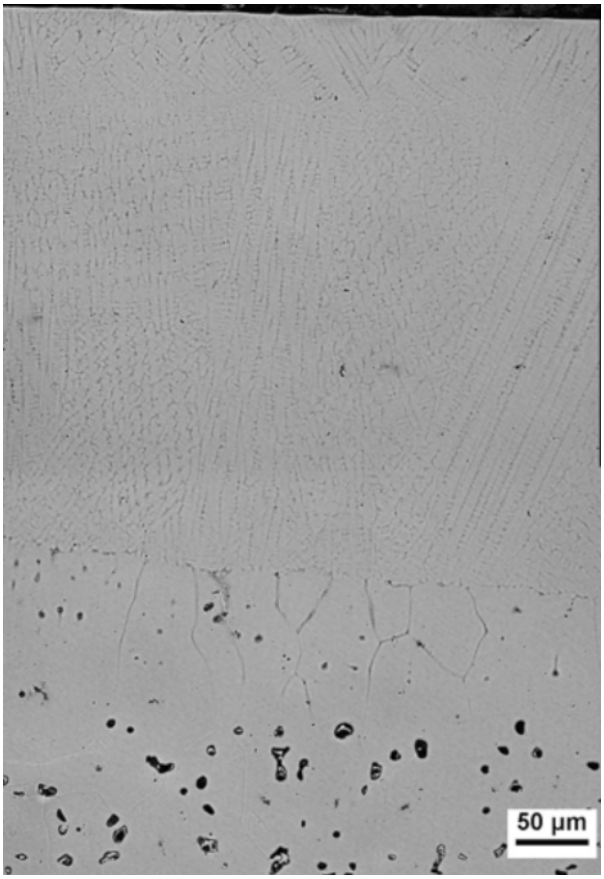


Figura 2. Detalle del corte transversal del baño fundido con P=1250W. Se aprecia el crecimiento de dendritas a partir de la intercara con el substrato, en dirección opuesta a la transmisión del calor.

depende de la distancia a la intercara. Por tanto, los experimentos realizados servirán como punto de partida para modelar el mapa de isotermas de máxima temperatura y calcular las velocidades de enfriamiento mediante simulación por elementos finitos.

El examen detallado del corte transversal de la muestra procesada con 1.250 W muestra la evolución de la microestructura por debajo del baño. En la figura 3 se muestra desde el substrato no afectado hasta la zona por debajo a la mostrada en la figura 2.

Inicialmente, la aleación Ti-30Nb-2Sn presenta una microestructura de granos equiaxiales de beta con pequeñas trazas de alfa en su interior,

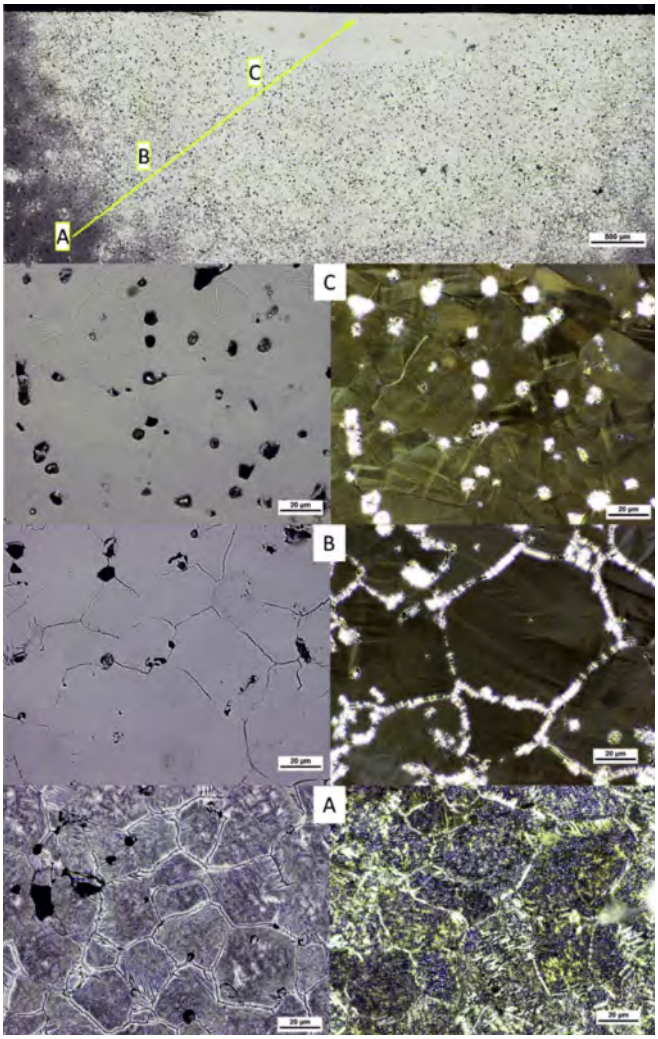


Figura 3. Imágenes del corte transversal de la muestra obtenida con P = 1.250 W obtenidas con microscopía óptica en campo claro y luz polarizada. Se ha marcado la posición de cada uno de los detalles.

HOT técnicas en Hornos HOT, S.L.

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES

Hauzer TECHNO COATING PVD / PACVD TECHNOLOGY

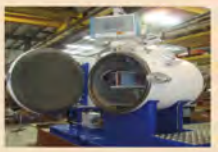
EQUIPOS DE PVD – Y - PACVD

Lohmann Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION



HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION

SERVICIO TECNICO

REPUESTOS PARA HORNOS IPSEN

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain

TF : + 34 943 33 72 33
Fax : + 34 943 33 72 34
Mv. : + 34 609 20 00 90

e-mail: hot@tecnicashot.com

además se aprecia claramente una red de titanio alfa en borde grano (ver figura 3 detalle A), tal y como se esperaba [6]. Esta hipótesis queda confirmada en la imagen de microscopía óptica bajo luz polarizada, ya que las fases hexagonales contrastan claramente. Dicha estructura no es adecuada, puesto que la fase alfa presenta un módulo elástico mucho mayor que la fase beta y esta combinación se espera que rigidice el material [7].

El efecto de la irradiación láser comienza a apreciarse claramente en el detalle B (ver figura 3) de la zona afectada por el calor. En esta zona, la temperatura máxima alcanzada no es suficientemente elevada para transformar la fase alfa en borde de grano, puesto que carece de suficiente concentración de elementos betágenos. No obstante, los granos de beta quedan totalmente templados y se forma martensita ortorrómbica de titanio (α'') típica de esta aleación [7,8]. Esta estructura, aunque no es la óptima, se espera sea mejor que la del material base puesto que debería ser más resistente gracias a la martensita pero con inferior módulo elástico que el substrato [9].

A partir de este punto B, debido al acercamiento hacia el baño fundido, aumenta la temperatura máxima alcanzada y por tanto la severidad del temple a nivel local. La estructura presente en el detalle C de la figura 3 muestra que en este punto se ha conseguido eliminar completamente la fracción de fase alfa en borde de grano. El material no ha alcanzado la temperatura de fusión, sigue manteniendo la porosidad cerrada típica de los materiales pulvimetalúrgicos, pero ahora está íntegramente formado por granos de beta y martensita ortorrómbica en su interior. Esta estructura es la considerada como óptima para la aleación Ti-30Nb-2Sn obtenida por forja [7-9] ya que maximiza la resistencia mecánica y minimiza el módulo de elasticidad.

Por tanto, el tratamiento de fusión y temple superficial por láser ha sido positivo desde el punto de vista microestructural. Consigue cerrar la porosidad abierta y transformar simultáneamente la microestructura para eliminar una segunda fase no deseada.

3.2. Evolución de la microdureza

En las cuatro condiciones analizadas, la aleación Ti-30Nb-2Sn ve incrementada su dureza tras el tratamiento por láser. La dureza más alta se alcanza en el interior del baño fundido en todos los casos,

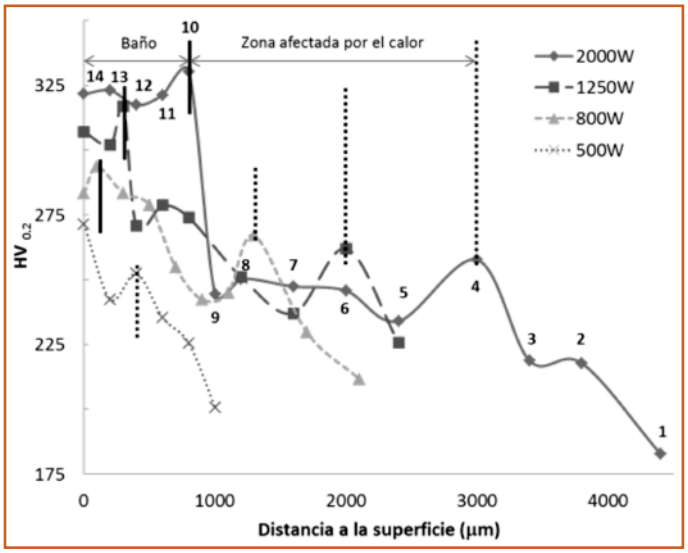


Figura 4. Evolución de la microdureza desde la superficie superior del baño fundido por el láser hasta la zona no afectada por el calor.

posiblemente debido a que se elimina por completo la porosidad y el material solidifica con una microestructura muy fina. No obstante, todos los valores obtenidos son habituales para esta aleación [7-9] y por tanto no sugieren que haya habido una contaminación por oxígeno.

La evolución de la microdureza sigue un patrón similar en los cuatro casos, pero la extensión de cada una de las zonas singulares depende de la potencia utilizada. Esto sugiere que los máximos y mínimos observados sean representativos de un tipo de microestructura concreta.

Se ha mencionado anteriormente que en el inicio de la ZAC se tiene una estructura martensítica de α'' con alfa en borde de grano (detalle B de la figura 4). Este punto se ha marcado como 4 en la figura 4 y puede verse que representa el máximo valor de dureza dentro de la ZAC. Por encima de este punto, la microdureza disminuye debido a la eliminación progresiva de la fase alfa en borde de grano. El mínimo local se alcanza en el punto 9, justo por debajo de la intercara con el baño fundido, donde la microestructura es totalmente titanio beta y martensita α'', mostrada en el detalle C de la figura 3.

4. Conclusiones

Se ha comprobado que el temple superficial por láser es una técnica adecuada para cerrar la porosidad abierta de piezas de titanio fabricadas por pul-

vimetalurgia. Ajustando la potencia del láser puede controlarse las dimensiones del baño.

Inicialmente el material presentaba una microestructura de granos de titanio beta, pero también una red de titanio alfa en borde de grano que no es adecuada para optimizar las propiedades del material.

Gracias a la irradiación láser, por debajo del baño fundido se consigue la transformación en estado sólido de la aleación Ti-30Nb-2Sn. Se reduce la cantidad de fase alfa y se templan los granos de beta para formar martensita.

La evolución de la dureza muestra un endurecimiento progresivo del material desde el substrato hacia el baño fundido. El patrón observado es similar para todas las condiciones analizadas, existen ciertos picos de dureza que parecen característicos del material e independientes de la potencia.

Será necesaria una investigación en profundidad de dichas transformaciones metalúrgicas para evaluar su influencia en el módulo de elasticidad del material.

5. Referencias

[1] M. Geetha, A.K. Singh, R. Asokamani, A.K. Gogia. Prog Mater Sci 54 (2009) 397–425.
[2] I. Weiss, S.L. Semiatin. Mat Sci Eng A243 (1998) 46–65.
[3] M. Quian. Int J Powder Metall 46 (2010) 29-44.
[4] V. Brailovski, S. Prokoshkin, M. Petrzhik, M. Filonov. Mat Sci Eng C 31 (2011) 643–657.
[5] A.I. P. Mwobu, R. D. Rawlings, D. R. F. West. Acta Mater 47 (1999) 631-643.
[6] C.R.M. Afonso, G.T. Aleixo, A.J. Ramirez , R. Caram. Mat Sci Eng C 27 (2007) 908–913.
[7] E. S. N. Lopes, A. Cremasco, R. Contieri, R Caram, Adv Mat Res 324 (2011) pp 61-64.
[8] Y. Mantani, M. Tajima. Mat Sci Eng A 438–440 (2006) 315–319.
[9] S.A. Souza, C.R.M. Afonso, A.J. Ramirez, R. Caram. J. Alloy Compd 504 (2010) 330–340.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad la financiación recibida a través del Programa Nacional de Ciencia (MAT2011-28492-C03-01 y BES-2009-013589) así como a través del programa de investigación bilateral con Brasil (PIB2010BZ-00448).

Ponencia presentada en el XIII Congreso Tratermat de Barcelona (Abril 2013). Publicada con la autorización expresa de la Dirección del Congreso y los autores.

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.

Pregunta:

Sr. Juan Martinez Arcas, es de nuestro interés saber las conclusiones del informe de prospectiva tecnológica industrial en el horizonte de 2015 y dentro del campo de los tratamientos térmicos, superficiales y recubrimientos, así como su valiosa opinión al respecto de las expectativas que se plantearon en el llamado entonces Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), dado que vd. formaba parte del panel de expertos.

Estaríamos muy agradecidos nos informara sobre la eficacia del método o cuestionario utilizado, así como “Las Instrucciones para cumplimentar el cuestionario DELPHI”.

Respuesta:

Realmente fue de gran interés profesional y personal el haber participado en el proyecto OPTI iniciado en el año 1999 y que este año 2015 ha finalizado con gran aproximación a las expectativas y conclusiones que se plantearon en su día, con los indicadores tecnológicos con respecto a los tratamientos térmicos, superficiales y recubrimientos.

Intentaré ser lo más explicito posible en la respuesta a su larga e interesante pregunta y de la siguiente forma:

A. MÉTODO ESCOGIDO PARA EL ESTUDIO.

B. INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO DELPHI.

C. CONCLUSIONES y OPINIÓN PERSONAL.

A. El método escogido para el estudio fue el llamado, método de expertos "Delphi", metodología de investigación social especialmente diseñada para identificar tendencias futuras sobre temas complejos, a partir de la opinión de un panel de expertos.

B. INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO DELPHI

El cuestionario Delphi está dividido en dos ejes. En el eje vertical, bajo la denominación de TEMAS, aparecen una serie de hipótesis sobre el futuro desarrollo tecnológico, sobre las que se le invita a reflexionar. Todos estos temas deberá usted cruzarlos con la cabecera de VARIABLES que aparecen en el eje horizontal y hacen referencia a los siguientes aspectos:

— Nivel de conocimiento: grado de conocimiento o experiencia que posee sobre el tema.

- Alto: conocimiento especializado, tema próximo a su trabajo o labor de investigación.
- Medio: sigue de cerca su desarrollo sin llegar a considerarse experto.
- Bajo: conoce poco sobre el tema.

— Grado de importancia: influencia del tema tra-

tado sobre la economía y la sociedad o progreso de la ciencia y tecnología.

— Impacto sobre: efecto que cada uno de los temas va a tener sobre (Elegir MÁXIMO 2):
  - Desarrollo industrial: actuará como motor de la evolución de la industria española.
  - Calidad de vida y el entorno: si va a contribuir a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y de su entorno ambiental.
  - Empleo: si va a contribuir a la generación de puestos de trabajo.

— Fecha de materialización: momento en que el tema propuesto se va a implantar o llevar a cabo de forma generalizada.

— Posición de España: VALORAR de 1 a 4 (siendo 1 la calificación más desfavorable), la posición de España respecto a otros países industrializados para cada uno de los siguientes conceptos:
  - Capacidad científica y tecnológica: potencial de desarrollo científico y tecnológico existente.
  - Capacidad de innovación: capacidad de las empresas para transformar los desarrollos científicos y tecnológicos, en nuevos procesos y productos en el mercado.
  - Capacidad de producción: existencia de un tejido industrial con capacidad propia de producción.
  - Capacidad de comercialización: capacidad de las empresas de comercializar tanto en el mercado nacional como en el exterior.

— Limitaciones: barreras existentes en España que pueden frenar la implantación o el desarrollo de los temas propuestos (Elegir MÁXIMO 2).
  - Sociales: posibles frenos procedentes del rechazo de determinados colectivos o de la sociedad en su conjunto.

© appeal 104 503

Una flexibilidad que renta

Desde hace muchas décadas, ALD Vacuum Technologies construye hornos con cámara de vacío con éxito. Ahora, la nueva generación de hornos con cámara de vacío de tipo MonoTherm® ofrece la mayor flexibilidad en el tratamiento térmico.

El diseño modular proporciona los medios para personalizar la producción, según los exactos y especiales requisitos. Eso permite reducir los costes de producción, mejorar la eficiencia operativa, así como una productividad aumentada además de una alta compatibilidad ambiental.

¡Póngase en contacto con nosotros para más información!

ALD Vacuum Technologies GmbH
Wilhelm-Rohn-Strasse 35
63450 Hanau, ALEMANIA
Teléfono +49 (0) 6181 307-0
Email info@ald-vt.de
Internet www.ald-vt.de

MTC Metal Treatment Consult
101 rue de Mundelsheim
73290 La Motte Servolex, FRANCIA
Teléfono +33 (0) 479 651852
Email mtc@mtc-fours.com

- Tecnológicas: no existe una capacidad tecnológica suficiente para su realización.
- Legislativas/Normativas: si la legislación o determinada normativa nacional pueda suponer un freno al desarrollo del tema.
- Económicas: resulta económicamente inviable a un coste competitivo.
- Medioambientales: en el caso de que el desarrollo de determinada tecnología tenga un efecto adverso sobre el medio ambiente que haga imposible su implantación.

— Medidas recomendadas: medidas o actuaciones que sería preciso poner en marcha para facilitar la materialización real de cada uno de los temas (Elegir MÁXIMO 2).

- Colaboración con empresas exteriores: acuerdos con empresas extranjeras.
- Incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas y acciones de formación: cuando es preciso elevar el nivel de formación y la capacidad científicotécnica de la industria mediante la incorporación de profesionales expertos.
- Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos: para reforzar la capacidad tecnológica de la industria mediante acuerdos efectivos de colaboración.
- Estímulos económico/fiscales de la Administración: desde el punto de vista económico (subvenciones, exenciones o desgravaciones fiscales etc.).
- Otros apoyos de la Administración: distintos de los mencionados anteriormente, tales como diseño de políticas, medidas reguladoras y normativas, apoyo a la creación de empresas, fomento de la exportación, concesiones administrativas, etc.

SU POKER DE ASES

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

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

Registrador de temperatura de 20 canales totalmente nuevo

El nuevo registrador de datos TP3 de DATAPAQ ofrece más canales de medición, opciones de conectividad y facilidad de uso para el perfilado y la inspección en aplicaciones de tratamiento térmico de alta temperatura. Con una precisión de ±0,3 °C (0,5 °F), el registrador completamente nuevo supera los requisitos más exigentes. "Hemos trabajado dos años para llegar a este emocionante lanzamiento", afirma Elie El Choueiry, director de productos (Product Manager) para hornos y estufas de secado en Datapaq Ltd.

"En comparación con nuestra anterior solución de éxito para tratamiento térmico, el TPAQ21, el nuevo TP3 de DATAPAQ ofrece una visión aún más detallada de los procesos de alta temperatura. Es más resistente e incluye numerosas nuevas características, tales como la conectividad completa, Bluetooth incluida, la capacidad certificada completamente de realizar la prueba TUS (Temperature Uniformity Survey: informes de estudios de uniformidad térmica) para las normas AMS (Aerospace Material Specifications) 2750E y CQI-9, funciones integradas de corrección y calibración, y la carga flexible, con múltiples opciones de batería".

La nueva serie se compone de registradores de 20 y 10 canales que almacenan hasta 3,6 millones de puntos de datos. Un registrador puede realizar hasta diez recorridos de medición antes de una descarga de datos. La protección térmica y la protección de entrada se han mejorado para garantizar un rendimiento óptimo en aplicaciones extremas, tales como soldadura al vacío, el recalentamiento de la solución de aluminio y el enfriamiento por agua o gas. El registrador DATAPAQ TP3 se lanza junto con nuevas barreras térmicas duraderas, para su uso con los sistemas de perfilado de temperatura específicos para cada industria de Datapaq: Furnace Tracker® para metalurgia, Kiln Tracker® para cerámica y Oven Tracker® AutoPaq® para procesos de curado de pintura de primera calidad en el mercado de montaje OEM para automoción. Cada solución de perfilado incluye el software de análisis Insight™ y termopares adaptados a la aplicación.

Los registradores TP3 de 20 canales DATAPAQ proporcionan datos más detallados y de mayor calidad que ayudan a los usuarios a ahorrar tiempo y aumentar la productividad.

Algunas consideraciones sobre el temple isotérmico de los aceros

Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz (†)

Introducción

Los principios básicos de los tratamientos isotérmicos se deben a los metalurgistas americanos Davenport y Bain, allá por el año 1929. Desde entonces se ha profundizado muy mucho en el estudio del temple isotérmico de los aceros; y, a partir de dichos estudios se pusieron al día las nuevas técnicas de temple isotérmico: designadas con los términos anglosajones **austempering** y **martempering**, y que en castellano denominamos ***temple bainítico*** y ***temple martensítico***, respectivamente.

El temple que denominaremos isotérmico, y que en el vocabulario de los tratamientos térmicos –**UNE-EN 10052**– se denomina también **temple escalonado**, dado que se interrumpe el enfriamiento del material y se realiza un escalón o parada, durante un determinado periodo de tiempo en un medio de temple, –*refrigerante*– y a un intervalo de temperatura conscientemente elegido. Según dicha norma se puede utilizar, igualmente, el término ***temple diferido.***

El temple isotérmico se caracteriza por una igualdad perfecta de temperatura en todos los puntos de la pieza de acero, durante el tiempo que se desarrolla el fenómeno de transformación y endurecimiento de la austenita.

En el temple convencional –*temple con enfriamiento continuo*– el fenómeno de transformación y endurecimiento no se presenta así. Mediante un enfriamiento rápido y continuo del acero desde la temperatura austenítica; se consigue una estructura martensítica dura, frágil y muy tensionada, debido a los gradientes de temperatura que sufre la pieza en el temple. Es necesario, entonces, para eliminar tales tensiones y lograr estructuras menos frágiles, realizar un tratamiento de revenido**.** El revenido de las piezas repercute, casi siempre, en perjuicio de una buena parte de su resistencia y de su dureza de temple.

Con el temple que ahora estudiamos, –*temple isotérmico*– la transformación austenita-martensita [$\gamma \rightarrow \alpha$], comienza justo en la línea de temperaturas **Ms** del diagrama **TTT**, o curva de la "**S**" del acero considerado. Pero para ello es indispensable que se obtenga durante el enfriamiento, la igualdad de temperaturas en toda la masa de la pieza, antes de que empiece la transformación de la austenita inestable en bainita o martensita.

Se admite que la velocidad crítica de temple de los aceros en general disminuye por debajo de los 450 °C; y, que el comienzo de transformación de la austenita en martensita y en bainita tiene lugar entre 170 y 450 °C, respectivamente, influyendo muy mucho en ello la composición química del acero y, en particular, su contenido de carbono; **figura 1**.

Está comprobado, en efecto, que si durante el tratamiento isotérmico de un acero determinado se mantiene unos momentos el "temple" a cualquier temperatura de enfriamiento comprendida entre 450 y 170 °C; se consigue, entonces, toda gama de propiedades mecánicas comparables a las que se lograría, igualmente, bonificando –*temple + revenido*– dicho acero y aplicando, al mismo tiempo, la temperatura

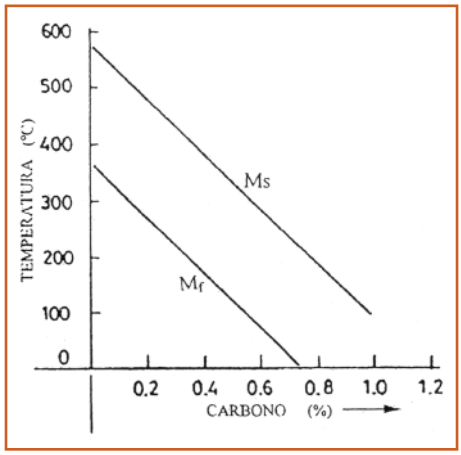


Figura 1**. Diagrama martensítico. Influencia del contenido de carbono sobre las temperaturas de transformación martensítica* ***Ms *y* $\boldsymbol{M_f}$.

de revenido lo más aproximada posible a la temperatura del enfriamiento isotérmico correspondiente del baño de apagado: [Tª = (450 ÷ 170 °C)].

En la zona intermedia del diagrama **TTT**, –**figura 2**– entre los dominios de formación de la perlita y los de la martensita, se desarrolla la **bainita** [*la bainita superior se obtiene a la más alta temperatura permitida de enfriamiento isotérmico* y *la bainita inferior a la más baja temperatura*]. En el examen metalográfico, la bainita tiene cierto parecido a la clásica martensita que se obtiene en el acero templado con enfriamiento continuo; **figura 3**.

Es un hecho real y constatado que a igualdad de dureza, la mayoría de los aceros templados isotérmicamente, presentan un alargamiento y una tenacidad superiores, en comparación con un acero de igual composición bonificado: temple con enfriamiento continuo + revenido alto. El conjunto de propiedades, mecánicas y físicas, que se obtienen en las piezas templadas isotérmicamente es relativamente más elevado.

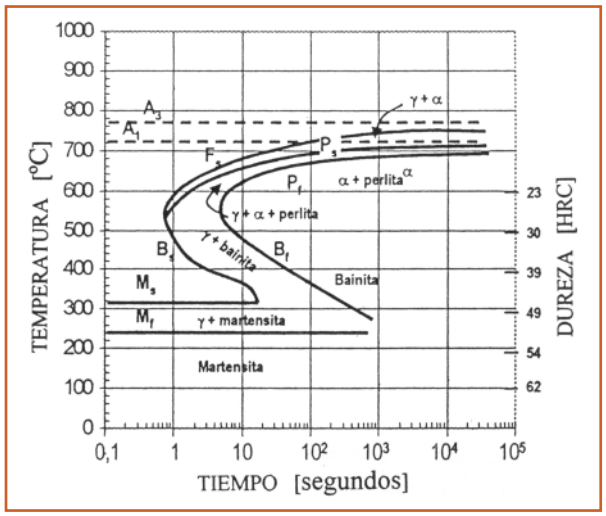


***Figura 2**. Diagrama TTT de un acero eutectoide (C = 0,80%).*

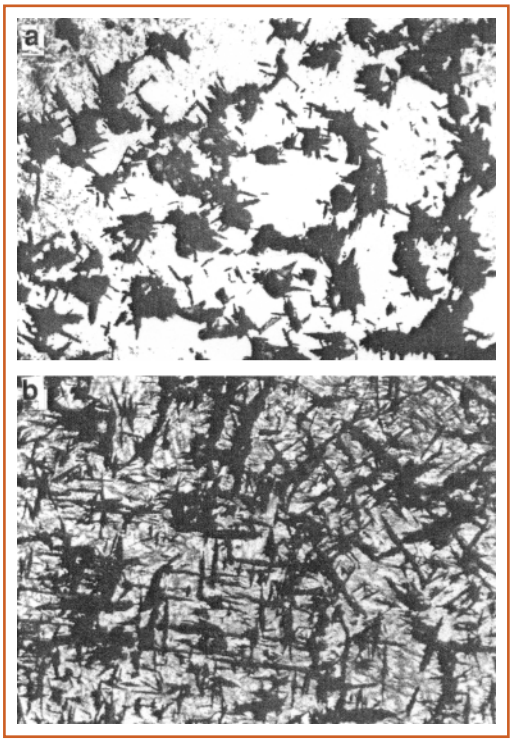


***Figura 3**. Estructuras obtenidas por temple bainítico: (**a**) bainita superior formada por una masa matricial arborescente y acicular con agujas finas y oscuras de bainita que, en cierto modo, se parecen a la martensita. Matriz ferrítica en la que los carburos están dispuestos paralelamente y alineados a lo largo de las agujas de bainita; (**b**), bainita inferior, su aspecto es muy similar al de la bainita superior, exceptuando solo que las agujas de bainita son más anchas y también más alargadas (X 500).*

Hay dos formas fundamentales de temple isotérmico**:** (1) **austempering***; y (2) **martempering***. La dinámica de enfriamiento: temperatura del baño, periodo de transformación, tiempo de igualación, etc. difiere –*de uno al otro proceso*– en la consecución y logro de las características deseadas.

1. Austempering. *Temple bainítico*

El tratamiento térmico de **austempering**, consiste en calentar el material a una temperatura, ligera-

* Utilizaremos los vocablos originales "austempering" y "martempering", ya que son términos comúnmente empleados en el sector tratamentista, evitándonos así eventuales confusiones.

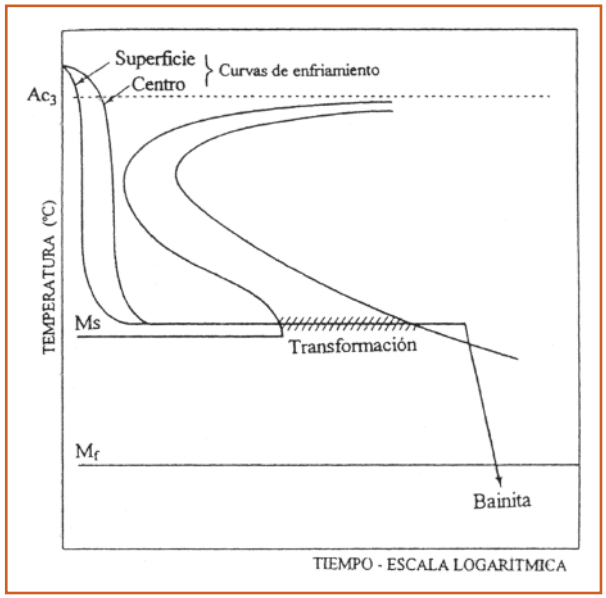


***Figura 4**. Representación esquemática del tratamiento isotérmico de austempering. Temple bainítico.*

mente, superior a la de austenización del acero considerado, (**Ac_3** + 50 °C), y después de un tiempo establecido de austenización homogénea, se realiza el enfriamiento hasta alcanzar la zona de dominio bainítico.

El enfriamiento tiene que ser lo suficiente rápido para "congelar" la austenita – *periodo de incubación*– y evitar su transformación en la zona perlítica; **figura 4**. Ya en zona bainítica el ciclo térmico se estabiliza durante un determinado tiempo, –*que depende del diagrama* **TTT** *del acero que se templa*– a una temperatura de varias decenas de grados por encima de su línea **Ms**; temperatura que suele estar entre 450 y 170 °C; es el llamado periodo de transformación, donde la austenita se transforma totalmente en bainita. A continuación y finalizado dicho periodo se saca la pieza del baño enfriándola en aire hasta la temperatura ambiente.

Aunque todos los aceros se pueden someter a dicho tratamiento, sólo consiguen características útiles de resistencia y tenacidad, aquellos aceros con contenidos de carbono superiores al 0,45% (C > 0,45%). Las características mecánicas obtenidas en aceros al carbono mediante tratamiento de **austempering** son, sensiblemente, menores que las obtenidas en los procesos normales de temple y revenido –***bonificado***–. Salvo en aquellos casos de piezas con secciones y/o espesores muy delgados; **tabla I**. Tabla donde quedan reflejados ejemplos de elementos fabricados con varillas, alambre y fleje: muelles, arandelas, tornillos, anillos y elementos de sujeción, etc. Algunas de las piezas referidas se presentan en las **figuras 5**, **6** y **7**.

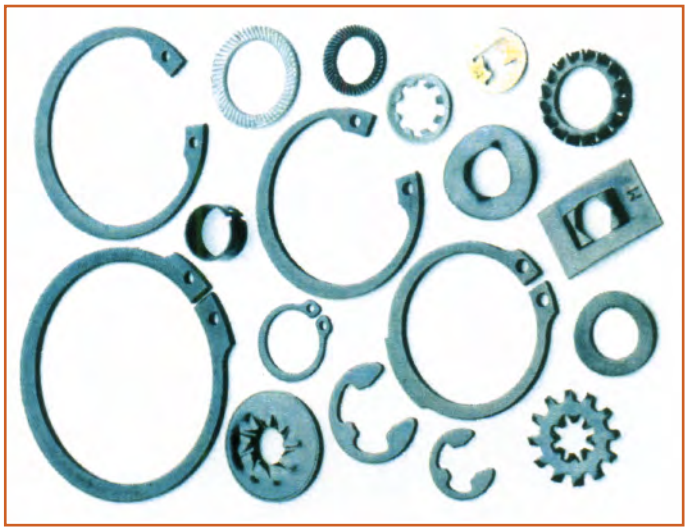


***Figura 5**. Muelles, arandelas y anillos elásticos.*

TIPO DE PIEZA	ACERO	ESPESOR (mm)	DUREZA (HRC)
Arandelas Melleville div. medidas	50CrV4	2,00 ÷ 5,00	45 ÷ 50
Arandelas elásticas div. medidas	C 60U	0,50 ÷ 2,00	42 ÷ 50
Anillos de seguridad	C70U	1,00 ÷ 3,00	44 ÷ 48
Casquillos	C 60U	1,00 ÷ 2,00	45 ÷ 50
Barras entalladas Ø	C 90U	2,00 ÷ 5,00	55 ÷ 58
Elementos de conexión rápida	C 70U	0,50 ÷ 2,00	45 ÷ 48
Elementos de fijación	67Si7	1,00 ÷ 1, 50	45 ÷ 50
Piezas de cadena	C 75U	1,00 ÷ 3,00	45 ÷ 48
Piezas para máquinas de oficina	C 75U	0,50 ÷ 2,00	40 ÷ 50
Cuchillas de cosechadoras	C 70U	2,00 ÷ 3,00	52 ÷ 55
Piezas para sierras de cadena	C 70U	1,00 ÷ 3,00	50 ÷ 55
Bisagras y herrajes especiales	C 70U	1,00 ÷ 3,00	40 ÷ 45
Cuerpo brocas especiales metal duro Ø	34CrSiMn6	12,00 ÷ 15,00	45 ÷ 50
Cuerpo brocas especiales metal duro Ø	50CrV4	12,00 ÷ 15,00	45 ÷ 50

***Tabla I**. Ejemplo de aplicación del temple bainítico* –**austempering**– *en un grupo muy variado de piezas; teniendo en cuenta el tipo de acero, espesor o diámetro equivalente, y la dureza de utilización.*

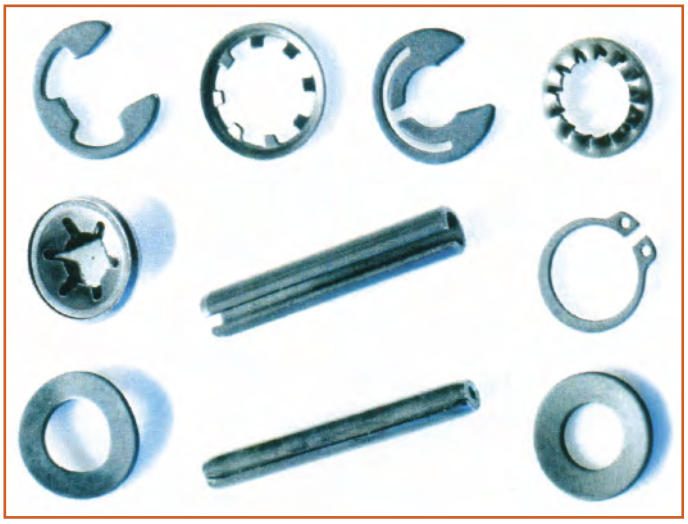


***Figura 6**. Arandelas de retención y elementos de fijación rápida.*

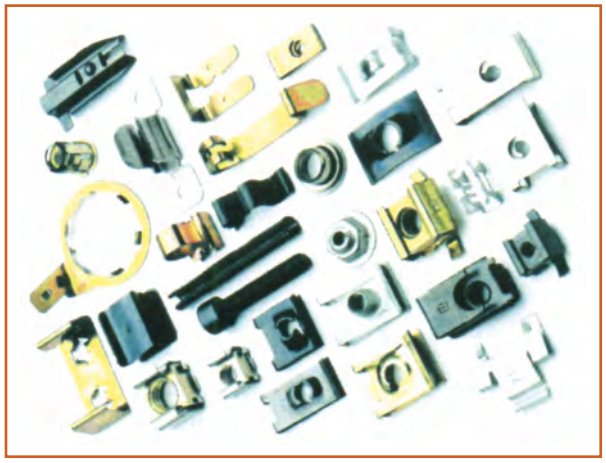


***Figura 7**. Elementos de sujeción, tornillos, tuercas y muelles de fijación.*

Sólo un reducido grupo de aceros finos de construcción son especialmente aptos para el tratamiento térmico de **austempering**; **tabla II**: (1) aceros al carbono (C ³ 0,50%) y aceros al cromo con carbono alto [Cr ≥ 1%; C ≥ 0,50]; y (2) los aceros para muelles: aceros al silicio-cromo y aceros al cromo-vanadio. Todos ellos en formatos y perfiles –*flejes, alambres* y *varillas*– relativamente pequeños.

Hay que advertir las limitaciones, reiteramos, de sección en aquellas piezas que han de sufrir el tratamiento térmico de **austempering**: (1) espesores menores a 7 milímetros para los aceros al carbono; y (2) un máximo de 25 mm para los aceros aleados [*cuanta mayor aleación tenga el acero más fácil será el tratamiento de austempering* y *mejores serán, también, los resultados*].

Una limitación fundamental del temple bainítico es: su aplicación con éxito sólo a piezas relativamente pequeñas, es decir, de reducidas secciones transversales. En piezas de paredes con mayor dimensión –*paredes gruesas*– no se obtendrá una estructura homogénea en toda la sección: el centro o núcleo de la pieza se enfría más lentamente que la superficie. Y en cuanto que la velocidad de enfriamiento es menor a la crítica, se producen en su interior estructuras de enfriamiento continuo, por descomposición en las zonas perlíticas y bainíticas a temperaturas diferentes a las deseadas.

1.1. *Ventajas y aplicaciones del temple bainítico*

Las ventajas principales que se obtienen de las piezas austemperadas se traducen en resiliencias y ductilidades mayores, en comparación con las que se

CLASE DE ACERO	TEMPERATURA Ms (ºC)	Dureza (HRC) a distintas temperaturas de enfriamiento del baño isotérmico					ESPESOR (mm)
		300 ºC	350 ºC	400 ºC	450 ºC	500 ºC	
C 35	420	–	–	–	28	–	2
C 45	350	–	50	42	33	–	3
C 67U	270	55	47	43	37	–	5
C 75U	240	57	51	45	43	–	5
C 100U	180	57	53	48	45	40	6
34Cr4	360	–	–	38	35	28	15
25CrMo4	400	–	–	33	29	25	9
42CrMo4	330	47	42	35	30	26	8
50CrV4	280	52	48	45	36	–	20
37MnSi5	320	50	46	40	34	–	8
53MnSi4	280	53	47	42	35	30	9
30SiMnCr4	380	–	–	38	33	26	10
71Si7	220	55	49	43	39	–	12
61CrSiV6	260	55	48	42	40	–	25

***Tabla II**. Grupo específico de aceros finos de construcción. Dureza que pueden alcanzar en el temple bainítico, a distintas temperaturas **Ms** de enfriamiento isotérmico y, también, en distintos espesores y/o diámetros equivalentes.*

CARACTERÍSTICAS	AUSTEMPERING	BONIFICADO [Temple+ Revenido]
Carga de rotura en MPa	1780	1780
Energía de rotura en J/cm^2	46	24
Ángulo max. de flexión	150 º	45º

Tabla III. *Comparación entre las características mecánicas obtenidas en un mismo acero según el tratamiento térmico aplicado: austempering y bonificado [temple + revenido].*

obtienen en esas mismas piezas condicionalmente bonificadas; **tabla III**. Características evaluadas en el intervalo de resistencias comprendido entre R = 1175 ÷ 1865 MPa [Dureza HRC = (38 ÷ 52)], dado que en el proceso de bonificado para alcanzar tales resistencias, las temperaturas de revenido entrarían de lleno en las zonas peligrosas de bajas resiliencias.

A nuestro juicio, la mayor ventaja del temple bainítico es la mínima distorsión que se produce en las piezas correspondientes. Principio por el cual se realiza en piezas y herramientas donde la deformación tolerable es mínima y la resiliencia exigida es, también, alta: cilindros y vástagos de émbolo en aeronáutica, piezas y útiles de paredes delgadas, muelles, cuchillas y elementos de cirugía, etc. que necesitan una dureza y tenacidad elevadas.

Hay que advertir, no obstante, el hecho de que el temple bainítico no resulta práctico realizarlo –*por ser antieconómico*– sobre aquellos aceros muy aleados. Cuanto más alto sea el contenido de los elementos de aleación, más aumenta y de una manera significativa, en horas y a veces en días, el tiempo necesario para la total transformación de la austenita en bainita; dado que tales aceros tienen una compleja curva de la "**S**" y muy desplazada hacia la derecha, así como también, la "zona bainítica" de su diagrama **TTT** correspondiente.

1.2. Martempering. *Temple diferido martensítico*

Cuando se desea una estructura de más elevada dureza, e igualmente, con mínimas distorsiones en el material que se trata, hay que emplear un temple más enérgico que el del tratamiento térmico de **austempering.** Tendremos, por tanto, que recurrir al tratamiento térmico de **martempering** denominado, también, ***temple diferido martensítico***.

En la práctica el temple isotérmico –***martempering***– consiste en calentar el acero a una temperatura superior a la crítica, **Ac$_3$**, (**Ac$_3$** + 50 °C). A continuación, después de un tiempo determinado de austenización, se realiza el enfriamiento rápido del material en un baño caliente a una temperatura por encima, o justo, a la de la línea **Ms [Tª Ms =** (170 ÷ 450 °C] del diagrama **TTT** del acero que se templa; **figura 8**. El enfriamiento enérgico de temple, en baño de sales, desde la temperatura de austenización del material, "congela" la austenita no dejándola que se transforme en martensita. Cuando el material –*toda la masa de la pieza*– ha alcanzado la temperatura del baño de temple, se saca y se enfría en aire ambiente. A partir de entonces la austenita "congelada" se transforma en martensita.

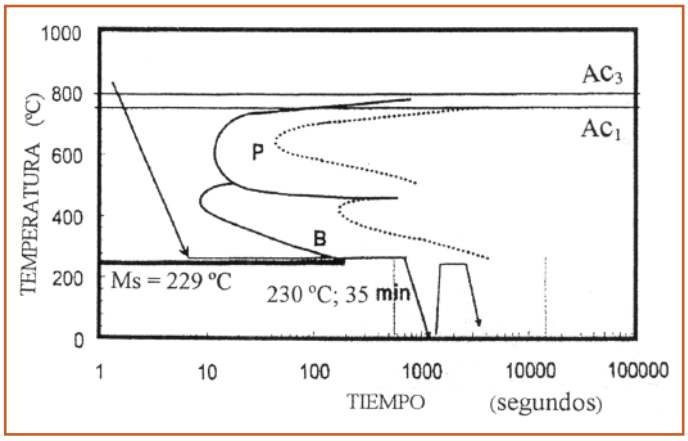


Figura 8*. Esquema representativo de un temple martensítico + revenido a 180 °C.* ***Acero 100CrMn6****.*

Durante el enfriamiento al aire, la formación de la martensita se produce lenta y uniformemente en toda la masa de la pieza; con ello se reduce la velocidad de nucleación de la martensita y se evita en gran parte la aparición de tensiones, de distorsiones, y de eventuales grietas. La martensita cúbica así obtenida es, por consiguiente, más tenaz que la martensita tetragonal conseguida en el temple clásico con enfriamiento continuo; **figura 9**. Cuando la templabilidad del acero es la adecuada, el tratamiento térmico de **martempering** permite un mejor control dimensional, ya que la variación de medidas es mínima y más uniforme en

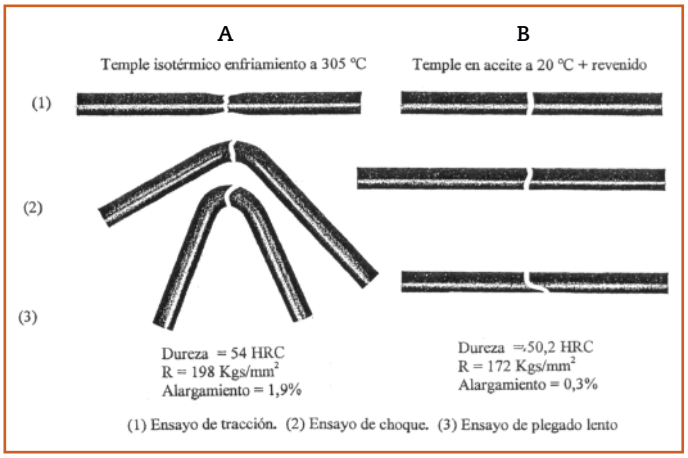


***Figura 9**. Comparación de los resultados obtenidos en ensayos de tracción, choque y doblado lento de un redondo de 8 mm (Ø = 8 mm) de un acero al carbono (C = 0,75%). Las muestras (**A**) templadas isotérmicamente –martempering– en baño de sales a una temperatura próxima a los 300 °C. Las muestras (**B**) templadas en aceite a 20 ° C de temperatura, seguido de un revenido a 300 °C de temperatura y 1 hora de tiempo de revenido.*

cada pieza, así como en todo el lote templado isotérmicamente.

No se debe intentar acelerar el enfriamiento del material una vez la pieza esté ya al aire ambiente, fuera del baño de apagado isotérmico, ya que generarían gradientes de temperatura entre la superficie-núcleo y, también, entre las secciones delgadas y las más gruesas de la pieza correspondiente. Esta circunstancia anularía las ventajas del temple bainítico.

En el proceso de **martempering**, aunque el enfriamiento de temple se efectúa de forma más o menos discontinua, no hay transformación isotérmica de la austenita. El producto final del tratamiento es la martensita, estructura de no-equilibrio, resultado de la transformación sin difusión de la austenita. A la martensita conseguida mediante tratamiento de **martempering** se le efectúa, en la mayoría de los casos, un revenido, al igual que ocurre con la martensita obtenida en los temples convencionales.

El tratamiento térmico de **martempering**, encuentra orientada su extensísima aplicación, sobre todo, al campo de piezas de pequeñas dimensiones y espesores o secciones no superiores a los 25 mm: hojas de cuchillo, destornilladores, bolas, rodillos y anillos de rodadura para cojinetes, troqueles, muelles y elementos de fijación, engranajes, etc.

Es evidentemente que en los aceros de mayor templabilidad y composición; es decir, en aquéllos que tienen la curva de la "**S**" más desplazada hacia la derecha de su diagrama **TTT**, nos permite realizar el tratamiento térmico de **martempering** más seguro en piezas de mayores dimensiones, pero siempre dentro de ciertos límites.

Conviene hacer un comentario final acerca de las ilustraciones esquemáticas de los temples isotérmicos. Sus principios básicos se han mostrado de una manera adecuada mediante sencillos diagramas **TTT**; correspondientes, casi todos ellos, a la composición de un acero al carbono eutectoide. Sin embargo, estos tratamientos se pueden aplicar de una forma similar a distintos aceros con una amplia gama de composición; y en aquéllos otros a los que les corresponde, por supuesto, un diagrama **TTT** más complejo y que difiera muy sustancialmente del de los aceros al carbono eutectoides (C = 0,80%).

30 €

206 páginas

40 €

316 páginas

40 €

320 páginas

La aparición en el año 2008 del primer volumen de **TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS**, dedicado a los **Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros** marcó un hito en este importante campo de conocimiento para quienes nos hemos dedicado a la Metalurgia. Sus autores, Manuel Antonio Martínez Baena y José María Palacios Repáraz –fue el último libro que se publicó en vida– especialistas conocidos y reconocidos en este campo, nos legaron unas lecciones magistrales reproduciendo y ampliando los artículos publicados en **TRATER Press** y otras revistas especializadas.

Dos años después, el segundo volumen **Aceros de construcción mecánica y su tratamiento térmico. Aceros inoxidables** nos ilustró sobre los aceros de uso mayoritario en la industria y la construcción, con una especial dedicación a los aceros inoxidables y a los mecanismos de corrosión.

Ahora aparece el tercer volumen **Aceros de herramientas para trabajos en frío y en caliente, su selección y tratamiento térmico. Aceros rápidos**. Como en el volumen anterior, el libro está dividido en dos partes. La primera se inicia considerando los criterios actuales de selección de los aceros para la fabricación de útiles y herramientas, las propiedades y características fundamentales que determinan la selección de un acero para herramientas y los factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de una herramienta. Se añaden algunas consideraciones sobre la teoría y práctica del tratamiento térmico de los aceros aleados de herramientas y luego se particularizan los aceros al carbono para herramientas, los aceros aleados para trabajos en frío y para trabajo en caliente. También se tienen en cuenta una serie de consideraciones sobre los aceros utilizados en la fabricación de útiles y herramientas para la extrusión en caliente, sobre los aceros utilizados en la fabricación de moldes para fundición inyectada y sobre los más utilizados en la fabricación de moldes para la industria de los plásticos. Dada la importancia que tienen, la parte 2 está dedicada exclusivamente a los aceros rápidos, su utilización y tratamiento térmico.

Como los libros precedentes, está firmado por Manuel Antonio Martínez Baena incluyendo a José María Palacios Repáraz quien, aunque nos dejó en 2008, sigue siendo el inspirador del texto. Aunque ambos autores son autoridad en todos los campos de los aceros, se nota su preferencia por el complejo campo de los aceros de herramientas. Sus 187 figuras y 40 tablas son un perfecto indicativo del conocimiento teórico y práctico que tienen de estos aceros. Manuel Antonio, con su gracejo granadino, ha sabido dar amenidad y actualidad a temas tan arduos como los tratamientos criogénicos o los numerosos tratamientos superficiales incluidos CVD, PVD y PECVD.

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

Eficiente acabado superficial de elementos de transmisión

Por Rösler

Los sistemas de granallado automatizados diseñados a medida, permiten el procesamiento selectivo de los componentes del sistema de propulsión, tales como bloques de motor, cigüeñales y culatas, todos ellos con altos estándares de calidad.

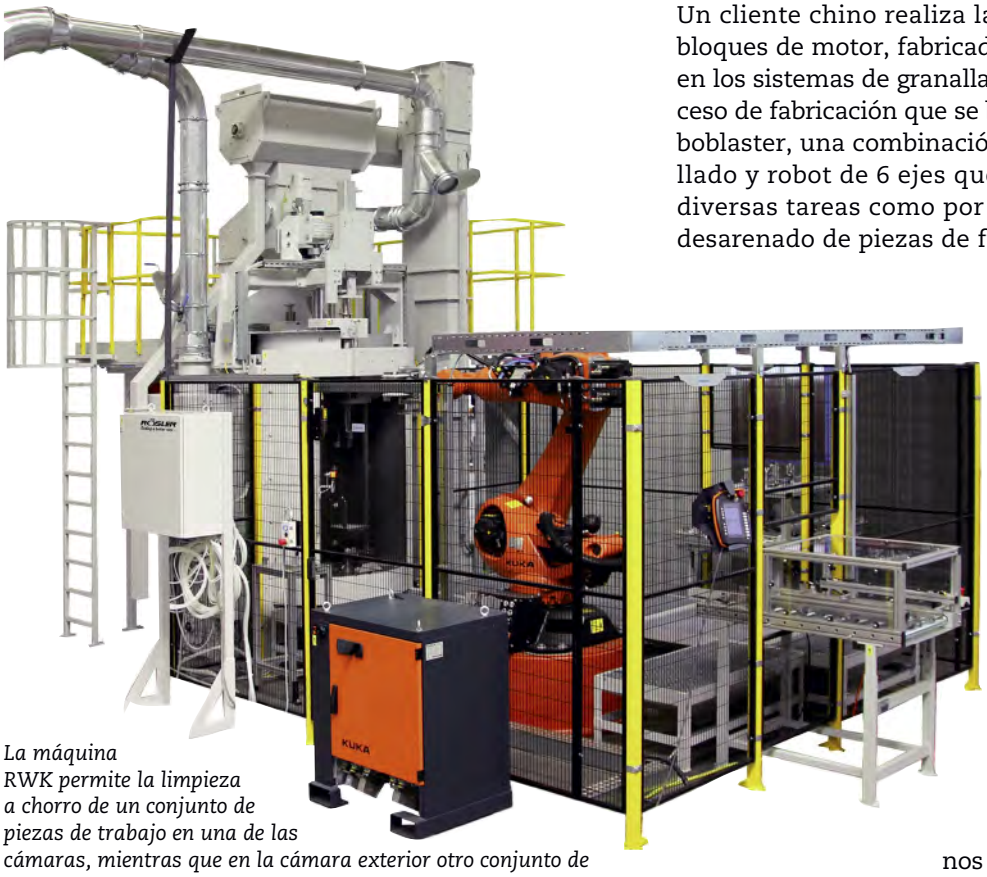
El peso y la reducción del tamaño de los componentes es clave, ésta es una frase que describe las tendencias más importantes en la industria automotriz. Pero esos ambiciosos objetivos sólo pueden ser satisfechos –entre otras cosas– por excelentes acabados superficiales de los diferentes componentes de la transmisión.

Al mismo tiempo, se exige una mejora de la eficiencia de fabricación. Es por eso que los principales fabricantes de automóviles y camiones, y sus proveedores están utilizando ingeniería personalizada, sistemas de granallado suministrados por Rösler, integrados en sus líneas de producción, para el granallado de bloques de motor y culatas.

Adaptación a las necesidades del cliente hasta el último detalle

Un proveedor de clase mundial del sector automotriz está utilizando una máquina de cabina con sistema rotatorio Rösler modelo RWK para el granallado y desbarbado de culatas de aluminio y bloques de motor.

Este sistema tiene dos cámaras, que permiten la carga y descarga de las piezas de trabajo paralelas



La máquina RWK permite la limpieza a chorro de un conjunto de piezas de trabajo en una de las cámaras, mientras que en la cámara exterior otro conjunto de piezas de trabajo se puede cargar y descargar.

al proceso de granallado. Una cinta de transporte especial, lleva los bloques de motor brutos a una posición predefinida al sistema de granallado.

Allí, un robot recoge una pieza a la vez y lo coloca en la cámara de granallado. Tras el proceso de granallado, el mismo robot retira la pieza de trabajo de la cámara.

El movimiento preciso del brazo del robot evita que queden restos de granalla en los pasajes internos del bloque de motor, antes de ser colocado sobre la cinta de transporte en la posición exacta requerida para el siguiente paso de fabricación.

El mismo cliente está utilizando una chorreadora Rösler RDV, para la limpieza de una compleja pieza de trabajo; zonas tales como muescas/endiduras. Este sistema equipado con dos Turbinas Rösler Long Life de alto rendimiento modelo Gamma 330 con una potencia de 11 kW cada una, está diseñado para la limpieza simultánea de dos bloques de motor a la vez, y gira durante el proceso de granallado. La carga y descarga de las piezas de trabajo también está a cargo de los robots.

Un cliente chino realiza la limpieza a chorro de 4 bloques de motor, fabricados en aluminio fundido, en los sistemas de granallado integrados en su proceso de fabricación que se basan en el concepto Roboblaster, una combinación de máquina de granallado y robot de 6 ejes que se puede utilizar para diversas tareas como por ejemplo el desbarbado, desarenado de piezas de fundición, y aplicaciones de granallado más sofisticadas.

Estos sistemas están equipados con turbinas Hurricane® con una potencia de accionamiento de 15 kW cada una.

Hay un robot por cada sistema de granallado, eliminando automáticamente los restos de granalla residual después de la finalización del proceso con tiempos de ciclo alcanzables de menos de 30 segundos.

En un fabricante alemán de automóviles, las especificaciones técnicas exigían el granallado y desbarbado parcial de culatas y al mismo tiempo, enmascarando (protegiendo) los agujeros perforados y un código de matriz. Para esta aplicación Rösler utiliza dos sistemas de granallado compactos modelo RWK 6/12-2 cuyas dimensiones tuvieron que ajustarse al espacio disponible del cliente.

La carga y descarga de las piezas de trabajo la realiza un robot para el cual Rösler tuvo que desarrollar un sistema de pinza especial. Esto permite el agarre de culatas con diferentes diseños.

La superficie que debe granallarse siempre está boca arriba. Los agujeros perforados y el código de la matriz están protegidos automáticamente por máscaras, y respectivamente, una placa de protección.

Además de diseñar, fabricar y suministrar sistemas de granallado para bloques de motor y culatas, Rösler ha suministrado numerosos sistemas diseñados a medida para la limpieza a chorro de piezas después del tratamiento térmico, la descalcificación de los cigüeñales y el shot peening de componentes de engranaje de fabricantes de equipos originales y proveedores en todo el mundo.

Fabricación ligera de automóviles con piezas estructurales en fundición a presión, desde el punto de vista de un fabricante de acero para herramientas

Por Ingolf Schruff, Kind & Co., Edelstahlwerk, KG, Wiehl, Alemania

Introducción

Con la política de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la Unión Europea ha concedido a la industria del automóvil, un plazo de hasta el año 2020 para reducir las emisiones de CO2 de los turismos nuevos a 95 g/km. La correcta implantación de la construcción ligera tiene un impacto directo sobre la cantidad de emisiones de dióxido de carbono. Esta motivación ha incrementado considerablemente el uso de piezas estructurales de metales ligeros fundidos a presión en los últimos años.

La fundición a presión es una alternativa a otros procedimientos, como el montaje de las denominadas "tailored blanks" o láminas de acero seleccionadas y unidas a medida por soldadura, o el uso de láminas de acero de alta resistencia endurecidas por proceso de estampación en caliente. Los moldes de alto rendimiento y alta resistencia son un requisito ineludible, para que las piezas estructurales fundidas a presión puedan competir en el mercado. Las principales ventajas de este método de producción, son que es capaz de producir piezas con una alta precisión, prácticamente sin necesidad de retoques, y que, en comparación con las piezas estampadas y soldadas, reduce considerablemente los procesos de producción y los costes.

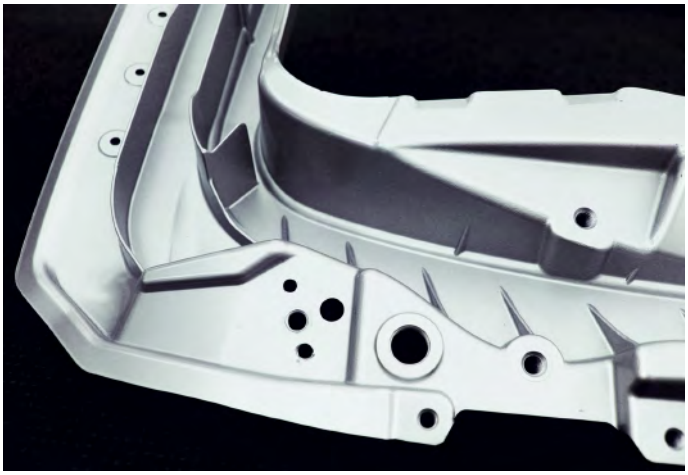


Imagen 1: Ejemplo de una pieza estructural fundida a presión.

Piezas estructurales fundidas a presión

El hoy amplísimo catálogo de piezas estructurales fundidas a presión para automóviles incluye columnas, varios bastidores, alojamientos para amortiguadores e incluso marcos para puertas laterales y portones traseros completos. Al principio sólo se montaban en vehículos de gama alta, pero con el tiempo, se han ido incorporando cada vez más en vehículos de clase media.

La complejidad de estas piezas (Imagen 1) supone todo un reto para los creadores de los moldes, los fabricantes del acero y los propios técnicos de fundición. Los nervios de las piezas fundidas provocan tensiones locales de forma inmediata. Las puertas laterales o portones traseros de los vehículos se caracterizan por su diseño en forma de marco exterior. Dado que el volumen del molde que entra en contacto con el metal fundido es tan reducido, es muy difícil conseguir una distribución homogénea

de la temperatura por todo el molde, lo que provoca la aparición de tensiones térmicas en su interior.

En el caso de las piezas con paredes muy finas, el metal fundido se suele inyectar a gran presión o a una gran velocidad de vertido, para evitar que se solidifique durante la fase de llenado del molde. Por eso, estas piezas se funden a mayor temperatura, lo que afecta en mayor medida al molde tanto a nivel mecánico, como térmico.

Las secciones visibles y lacadas de las piezas, exigen una mayor resistencia al choque térmico de los aceros utilizados, con el fin de evitar la necesidad de retoques costosos.

Aceros aptos para el trabajo en caliente para los moldes de piezas estructurales

De las pruebas realizadas hasta ahora, se desprende que las cualidades requeridas para los aceros que deben de ser utilizados, para los moldes para piezas estructurales suelen ser considerablemente superiores a las exigidas para otras piezas de fundición.

Se necesitan aceros de alta resistencia capaces de compensar las tensiones térmicas y mecánicas del proceso. Una alta resistencia al revenido protege el molde de una pérdida prematura de la fatiga térmica; además, para conseguir una alta calidad en la superficie de las piezas fundidas visibles, es necesario utilizar aceros con una elevada resistencia al choque térmico. Asimismo, una alta conductividad térmica contribuye a reducir los picos de temperatura locales que se alcanzan en el molde.

Muchos de los moldes para la fundición a presión, son fabricados en uno de los 3 aceros resistentes al calor: 1.2343, 1.2344 y 1.2367 [1]. Es imprescindible utilizar estos aceros en estado refundido ESR-ESU. Sin embargo, estos aceros no siempre cumplen los requisitos tan especiales, exigidos por muchas piezas estructurales. Kind&Co ha desarrollado 2 aceros especiales resistentes al calor para estos casos: TQ 1 y HP 1. Ambos se basan en el principio de la máxima pureza. No sólo hemos reducido drásticamente su contenido

Tipo de acero			Contenido de aleación en masa-%								
W.-Nr.	Marke	Kurzname	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb
1.2343	USN	X37CrMoV5-1	0,38	1,00	0,40	≤ 0,020	≤0,005	5,20	1,20	0,40	—
1.2344	USD	X40CrMoV5-1	0,40	1,00	0,40	≤ 0,020	≤0,005	5,20	1,30	1,00	—
1.2367	RPU	X38CrMoV5-3	0,38	0,40	0,40	≤ 0,020	≤0,005	5,00	3,00	0,60	—
—	TQ 1	—	0,36	0,25	0,40	≤ 0,012	≤0,003	5,20	1,90	0,55	—
—	HP 1	—	0,35	0,20	0,30	≤ 0,012	≤0,003	5,20	1,40	0,55	+

Tabla 1: Composición química de los aceros resistentes al calor para moldes para fundición a presión.

en fósforo y azufre, sino también los elementos nocivos. El acero HP 1 (derivado del TQ 1) está además aleado con niobio. Para más información sobre su composición química, consulte la tabla 1.

Algunas de las mejores cualidades de estos aceros son su resistencia al revenido, al calor y al impacto (Imagen 2). Se ha excluido al acero 1.2344, ya que los valores son muy parecidos al 1.2343. La buena resistencia al revenido de ambos aceros especiales TQ1 y HP1, resistentes al calor (Imagen 2a) quedan patentes las diferencias, a temperaturas de revenido superiores a los 550 °C. En la representación por

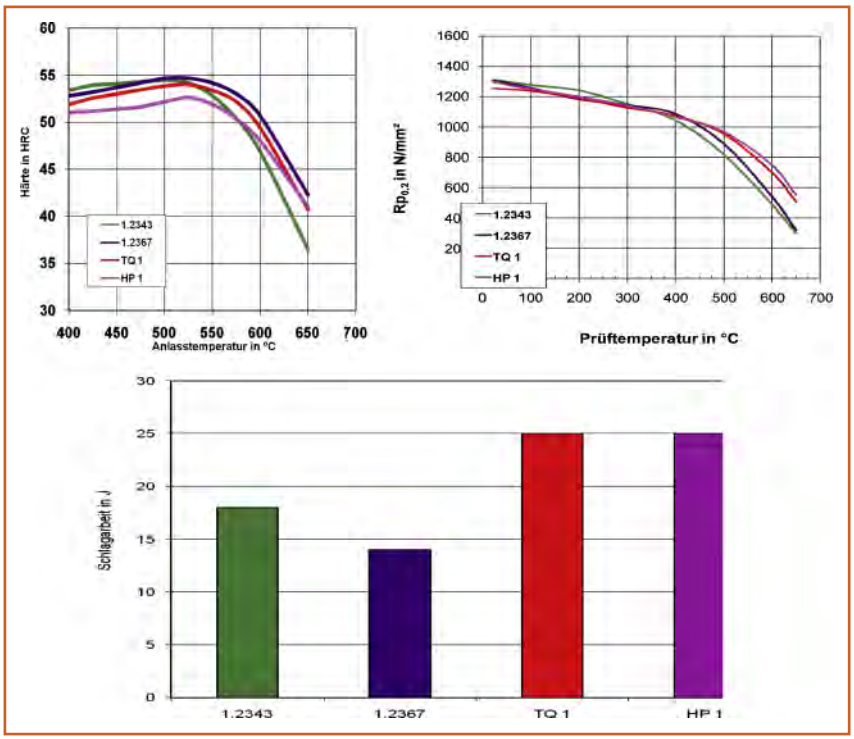


Imagen 2: Comparación de las propiedades mecánico-técnicas de algunos aceros resistentes al calor aptos para moldes para fundición a presión.
a) Reacción al revenido.
b) Límite elástico al 0,2% (Rp0,2) como función de la temperatura de ensayo.
c) Valores típicos de flexión por resistencia al impacto en probeta entallada (ensayos ISO en probeta con muesca en V, núcleo, dirección transversal, 45 HRC).

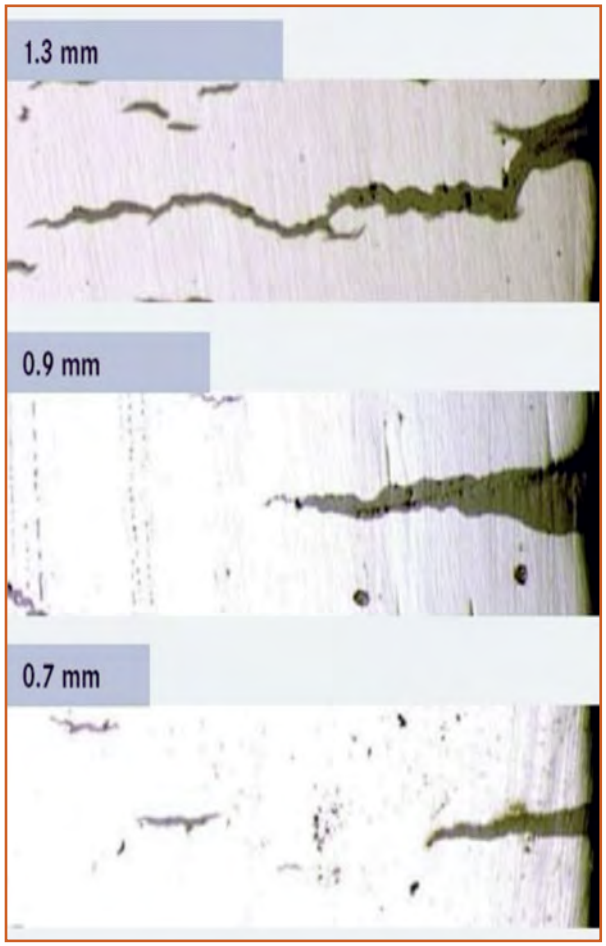


Imagen 3: Resistencia al choque térmico de los aceros 1.2343, TQ 1, HP 1 y HTR.
Formación de grietas por efecto del choque térmico y longitud media de las grietas en mm.
Condiciones de ensayo: todos los aceros templados y revenidos a 45 HRC.
Temperatura de ensayo: 600 °C / agua, 4.000 ciclos.

temperaturas del límite elástico (0,2 %) de la Imagen 2b se ve que tanto el acero TQ 1, como el HP 1 desarrollan su gran resistencia a la temperatura, especialmente por encima de los 400 °C. Este rango de temperaturas es muy importante en las zonas de contacto entre el metal fundido y el molde. La tercera gran cualidad mecánico-técnica de estos aceros es la resistencia al impacto (Imagen 2c), ya que con cada colada el molde es sometido a bruscas y altas fuerzas mecánicas. De los 3 aceros indicados, el acero 1.2343 es el que mayor resistencia al impacto presenta en probeta entallada. El orden, con probetas de la misma dureza, es el siguiente: 1.2343 => 1.2344 => 1.2367. Los 2 aceros resistentes al calor TQ 1 y HP 1 son muy similares entre sí, superando en cerca de un 25 % al más resistente (1.2343). Este resumen de las características mecánico-técnicas más importantes, muestra la combinación especial de propiedades entre los aceros TQ 1 y HP 1.

Acero	Dominial	Conductividad térmica en W/m*K		
		20 °C	200 °C	400 °C
1.2343	USN	26,8	27,8	27,3
1.2367	USD	29,9	32,1	32,4
---	TQ 1	29,5	30,5	30,5
---	HP 1	29,8	31,0	31,4

Tabla 2: Conductividad térmica de los aceros resistentes al calor para moldes para fundición a presión.
Todos los aceros templados y revenidos a 45 HRC.

La resistencia al choque térmico desempeña un papel importante en la calidad de la superficie de las piezas que vayan vistas. La Imagen 3 resume los parámetros para la aparición de grietas por choque térmico en probetas de laboratorio fabricadas en los aceros arriba indicados. La longitud de las grietas está representada en forma de barras. Se ha tomado el acero resistente al calor 1.2343 como referencia. Esta comparación muestra cuál de los aceros TQ 1 y HP 1 tiene una mayor resistencia al choque térmico.

El acero representado en la ilustración, HTR, ha sido desarrollado especialmente para su uso en aplicaciones en las que se requiera mucha resistencia y conductividad del calor. No tiene mayor relevancia en el caso de la fundición a presión de piezas estructurales.

La conductividad térmica es importante en los moldes para fundición por muchos motivos. Entre otros, sirve para extraer el calor de la colada por los canales de refrigeración, así como para generar picos de temperatura locales y para reducir las tensiones térmicas en el interior del molde. La tabla 2 recoge los valores de conductividad térmica de los aceros aquí descritos.

En esta comparativa se puede ver que los aceros TQ 1 y HP1, disponen de una combinación de propiedades que supera con creces las de los aceros 1.2343, 1.2344 y 1.2367. Las diferencias existentes entre el TQ 1 y el HP 1 son mínimas, ante lo que cabe preguntarse en base a qué criterios se debería elegir uno u otro.

Dada su combinación de propiedades, ambos aceros son especialmente idóneos para la fabricación de moldes para piezas estructurales fundidas a presión. Un factor decisivo para decantarse por uno u otro, es el espesor de los moldes. Para más informa-

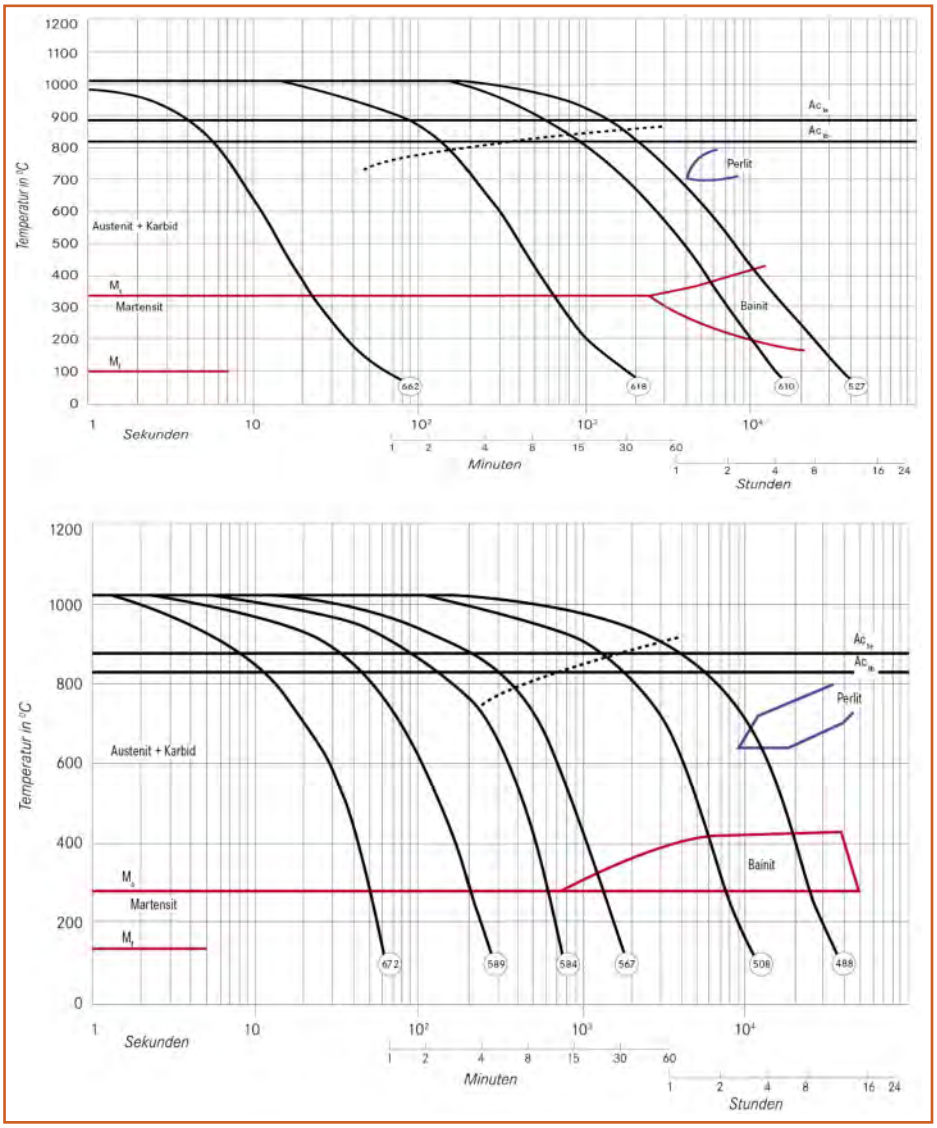


Imagen 4: Diagrama TTT para enfriamiento continuo de los aceros TQ 1 (arriba) y HP 1 (abajo).

ción sobre sus diferencias, consulte la Imagen 4, que muestra el diagrama TTT (tiempo, temperatura, transformación) de ambos aceros para enfriamiento continuo.

Ambos aceros presentan el diagrama TTT, típico de los aceros martensíticos resistentes al calor. La principal diferencia entre los 2 aceros, reside en el inicio de la transformación bainítica. En el caso del acero TQ 1, se produce con el arranque de la fase bainita tras unos 2.500 segundos, mientras que el HP 1 empieza tras solo 800 segundos. Esta diferencia de 28 minutos es muy importante para el endurecido de moldes de pared gruesa, porque para poder alcanzar un alto grado de resistencia al impacto, el acero debe sufrir una transformación martensítica lo más completa posible durante el endurecido. Una fase posterior de transformación bainítica fomenta la transformación martensítica en el núcleo. De esto se deduce que el acero HP 1, es más recomendable para la fabricación de moldes de hasta 200 mm de espesor. Sin embargo, el TQ 1 también es apto para este tipo de moldes.

En el caso de moldes de menor tamaño pero con muchos grabados o nervios grandes que deban alcanzar una gran resistencia al impacto, se recomienda usar acero TQ 1.

He aquí un resumen de las recomendaciones:

El acero HP 1 es ideal para moldes de hasta 200 mm de espesor para la fundición de piezas estructura-

Ilustración 5: Horno moderno de endurecido por precipitación ubicado en la planta Kind & Co. para moldes para fundición a presión con un peso endurecido máximo de 6.000 kg.

les que requieran un alto grado de resistencia al impacto y una elevada calidad en la superficie de las piezas.

Por su parte, el acero TQ 1 se recomienda para aquellos moldes que necesiten mucha resistencia al impacto y una buena calidad superficial, sobre todo si se trata de moldes robustos, aunque también es apto para moldes con un grandes desnivel de la forma de la pieza, con grabados o con muchos nervios.

La dureza de estos aceros está comprendida entre los 44 y los 46 HRC; cabe la posibilidad que presenten desviaciones mayores en función de ciertas propiedades. La decisión final sobre qué acero utilizar, debería ser acordada entre el fabricante del acero, el diseñador de los moldes y el técnico fundidor.

Téngase en cuenta que los moldes sólo adquirirán las propiedades y cualidades óptimas del acero tras su debido y correcto tratamiento térmico. Kind&Co recomienda seguir las temperaturas y tiempos de endurecido recogidos en la tabla 3 para el endurecido por precipitación de los moldes para fundición a presión. La moderna y efectiva técnica del temple por precipitación, está pensada para el tratamiento térmico de moldes con un peso para el temple de hasta 6.000 kg (Imagen 5).

W.-Nr.	Kurzname	Marke	Temperatura de Temple en ºC	Tiempo de mantenimiento en min.
1.2343	X37CrMoV5-1	USN	1000	45
1.2344	X40CrMoV5-1	USD	1020	45
1.2367	X38CrMoV5-3	RPU	1030	45
---	---	TQ 1	1010	60
---	---	HP 1	1020	60
---	---	HTR	1060	60

Tabla 3: Parámetros recomendados para el temple por precipitación de moldes para fundición a presión.

Resumen

Los moldes para piezas estructurales fundidas a presión suelen conllevar un elevado nivel de exigencia debido al tamaño y al a menudo complicado diseño de las piezas para las que, por otro lado, los aceros resistentes al calor normalizados no ofrecen garantías. Los aceros resistentes al calor especiales TQ 1 y HP 1 presentan unas propiedades considerablemente mejores, como una mayor resistencia al impacto, al calor y al choque térmico o una mejor conductividad térmica. Los ámbitos de aplicación de cada acero, se diferencian básicamente por el espesor de los insertos de los moldes.

Los moldes fabricados en estos aceros y sometidos al tratamiento térmico, hacen rentable la fundición a presión de piezas estructurales de metales ligeros.

Bibliografía

[1] DIN EN ISO 4957: aceros para herramientas Beuth-Verlag, Berlin, febrero de 2001.

Industrial Engineer in Mechanics & MBA

15 years of work experience focused on commercial, project management and technical areas developed in different industries (foundries and steel plants, minerals, thermal insulation, automotive, aluminium & prefabricated construction structures).
Leadership in management of technical and sales teams, business development strategy and management of project departments.
Good communication and teams leadership skills, team work, organized, negotiation abilities, empathy, adaptability, result oriented, proactivity and initiative.

Ref. 12

Buscamos Ingeniero Técnico Comercial para penetración de hornos de inducción en el mercado europeo.

El candidato será responsable de la implantación y penetración de los equipos en Europa; reportando directamente a la matriz y trabajando de manera autónoma para cumplir los objetivos marcados.

Experiencia en fundición férrica de hierro y acero, y en hornos de fusión por inducción, será valorada.

Ref. 13

Técnico comercial fundición exportación

Descripción de la oferta: Dependiendo de la Dirección de la empresa, ubicada en Pamplona, se dedicará a la venta de las piezas de fundición que fabricamos y vendemos. Para ello, viajará por diferentes países y mantendrá reuniones con los distribuidores de los principales mercados en los que estamos trabajando actualmente (zona Magreb, Países Árabes, Rusia, Sudamérica, etc.).

Requisitos mínimos:
- Amplia experiencia en la venta de piezas de fundición, principalmente en el sector de la minería, así como en el de las cementeras e industria.
- Total disponibilidad para viajar a nivel internacional (90-100% de la jornada).
- Dominio de inglés, valorándose otros idiomas.
- Experiencia mínima en puesto similar de 5-8 años.
- Incorporación inmediata.

Condiciones contrato:
- 6 meses Temporal + indefinido.
- Jornada completa.
- Salario Fijo + Comisiones.

Aquellas personas interesadas en el puesto, pueden enviarnos su c.v. actualizado a la dirección de correo electrónico **rrhh@triman.es** indicando la **Ref. Fundición Export**.

Empresa de tratamientos y recubrimientos de la provincia de Barcelona busca un Técnico - Comercial para España

Deberá viajar constantemente por todo el territorio español y, esporádicamente, al extranjero.

Requisitos:
- Ingeniero de materiales o ingeniero mecánico, con experiencia en tratamientos térmicos y superficiales.
- Preferiblemente con experiencia en tareas comerciales (en industria mecánica y / o de automoción).
- Alto nivel de inglés. Se valorará francés.

Ref. 10

SILVIA BACCO

TRADUCCIONES: SECTOR FUNDICIÓN

INGLÉS-FRANCÉS-ESPAÑOL

- Normas y manuales técnicos
- Artículos y patentes
- Folletos publicitarios y newsletters
- Sitios web y videos institucionales

info@centrodeidiomas.com.ar
www.centrodeidiomas.com.ar
skype: silviabacco

Empresa líder en el sector de Fundición precisa Técnico Comercial para España

Dependiendo de la Dirección de Ventas coordinará una cartera de clientes siendo responsable de su plena satisfacción. Contará con el apoyo del resto del equipo Nacional e Internacional para la resolución de problemas y la búsqueda de nuevas oportunidades.

Requisitos mínimos:
- Ingeniería o similar.
- Buen nivel de Inglés.
- Conocimientos del proceso de Fundición con experiencia mínima de 3 años.
- Vocación de servicio al cliente.
- Facilidad para relacionarse y trabajar en equipo.
- Disponibilidad para viajar por el territorio Nacional.
- Preferible residencia en Bizkaia.

Ref. 14

FÁBRICA DE HORNOS Y ESTUFAS INDUSTRIALES.

Situada en Barcelona precisa Ingeniero con experiencia probada, para su Departamento Técnico.

j.mir@bautermic.com

Ref. 11

EMPLEO

Empresa introducida en el sector de fundición no férrica.

Busca representante

en el Pais Vasco, Navarra, Asturias y Galicia.

Se valorarán sus conocimientos y relaciones comerciales.

Interesados dirigirse directamente a pedeca@pedeca.es - REF.: 8

Especialistas en Tecnologías del Vacío

- Bombas y sistemas de vacío
- Detección de fugas
- Reparación y mantenimiento de cualquier marca, utilizando repuestos originales y con garantía de 1 año
- Servicio de alquiler

Oficina de Ventas y Servicio Técnico
Oficial en España
Oerlikon Leybold Vacuum Spain S.A.
T 93 666 43 11 • F 93 666 43 70
info.vacuum.ba@oerlikon.com
www.oerlikon.com/leyboldvacuum

oerlikon
leybold vacuum

HOT técnicas en Hornos HOT S.L.

- HORNOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO
- UTILLAJES, PARRILLAS, CESTAS
- PINTURAS PROTECTORAS
- HORNOS DE LABORATORIO
- DISEÑO, CONSTRUCCION Y ASESORAMIENTO
- SERVICIO TÉCNICO, REPUESTOS

AICHELIN Group
Lohmann Qualität in Edelstahl
Stop off paints LUISO

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.
Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain
e-mail: hot@tecnicashot.com
TF : + 34 943 33 72 33
Fax : + 34 943 33 72 34
Mv. : + 34 609 20 00 90

SECO/WARWICK
Heat Processing Equipment

SECO/WARWICK EUROPE Sp. z o.o.
ul. Świerczewskiego 76
66-200 Świebodzin
tel.: 683819800
fax: 683819805
europe@secowarwick.com.pl
www.secowarwick.com

vacuum furnace ◦ atmosphere furnace ◦ aluminium process
vacuum metallurgy ◦ controlled atmosphere brazing
special furnaces ◦ spare parts ◦ repairs ◦ modernizations

innovation • performance • reliability

Pometon
Líder en fabricación y desarrollo de granallas y polvos metálicos

Pometon España, SAU
Dr. Bergós s/n
08291 Ripollet (Barcelona) • SPAIN
Tel.: (+34) 935 863 629
Fax: (+34) 936 917 234
info@pometon.net
www.pometon.net

Fabricamos:

-MÁQUINAS PARA TRATAR SUPERFICIES : - Lavar, - Desengrasar, - Fosfatar...
-HORNOS Y ESTUFAS PARA : - Templar, - Secar, - Fundir, - Cocinar ...
-INSTALACIONES DE PINTURA : - Lavado, - Fosfatado, - Pintado, - Secado...

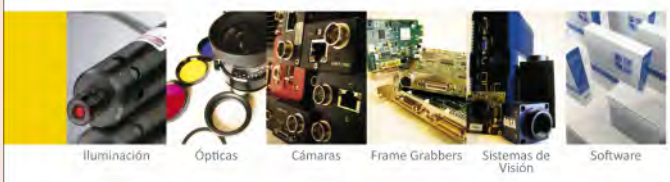
Bautermic
Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.bautermic.com
e-mail: comercial@bautermic.com

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales

C/ Arboleda, 14 - Local 114
28031 MADRID
Tel. : 91 332 52 95
Fax : 91 332 81 46
e-mail : acemsa@gmx.es

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

- *Laboratorio de ensayo de materiales : análisis químicos, ensayos mecánicos, metalográficos de materiales metálicos y sus uniones soldadas.*
- *Solución a problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes metálicos en producción o servicio : calidad de suministro, transformación, conformado, tratamientos térmico, termoquímico, galvánico, uniones soldadas etc.*
- *Puesta a punto de equipos automáticos de soldadura y robótica, y temple superficial por inducción de aceros.*
- *Cursos de fundición inyectada de aluminio y zamak con práctica real de trabajo en la empresa.*



INFAIMON
SU ASESOR EN VISIÓN ARTIFICIAL

www.infaimon.com | infaimon@infaimon.com

tenova 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
info@aplitec-tt.com ; www.aplitec-tt.com ; www.bmi-fours.com

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

Emison
Grup EMISON
Pl. Can Català - Can Cabanyes, 99 - 08401 Granollers - Tf. Directo: 938 792 871
INTERNET: www.emison.com - MAIL: marc@emison.com

- Fabricantes de hornos desde 1957.
- Hornos para fundición.
- Hornos de mufla.
- Depuradoras de humos.
- Equipos especiales.
- Tratamiento térmico de metales.
- Hornos continuos con atmósfera controlada.
- Equipos de incineración.
- Hornos de temple.
- Hornos de soldadura.
- Hornos de revenido.
- Hornos de recocido.
- Hornos de pavonado.
- Hornos de sales.

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
FILINOX, S.A.
C/ Sant Adrià, 76
08030 Barcelona
Tel.: 93 223 26 82
Fax: 93 223 26 87
customer@inoxidables.com

PYRO® CONTROLE
CHAUVIN ARNOUX GROUP
SSi SUPER SYSTEMS INC.
HITECH INSTRUMENTS LTD
TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD.
WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD.
주식회사 위너테크
- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temp. AMS2750D, E y CQI9 r3
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Thyristores
- Resistencias CSi y MoSi2
- Automatización de hornos

ENTESIS technology
Galileu 313 baixos, E-08028 Barcelona
Tel. (+34) 93 410 54 54, Fax (+34) 93 419 97 33
www.entesis.net - e-mail:info@entesis.net

APLITEC
Utillaje tipo mecano, cestas, tubos radiantes
Fundición acero inoxidable refractario
CFC
CODELE SA
Utillaje forming
ECONOX S.A.
RD
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
Tel: +34. 94.426.25.22 Fax:+34. 94.426.22.62 info@aplitec-tt.com www.aplitec-tt.com

tecno piro®

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

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

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

- Ingeniería de Hornos.
- Suministro y fabricación de resistencias.
- Quemadores recuperativos y regenerativos.
- Reguladores de potencia.
- Sistemas de control de procesos.
- Control de atmósferas.

www.interbil.es

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

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 ARGIXAO, 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

S. A. METALOGRAFICA

DESDE 1949

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS	CAPACIDADES MÁXIMAS
• TT VACÍO DE: MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS • CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN • NITRURACIÓN • NITROVAC-S®:NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE • TENIFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE • TT ACERO RÁPIDO • HIPERTEMPLE • BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO • OXY-VAPOR®: TT ANTIGRIPANTE • NOXYT®: PAVONADO DURO • ANÁLISIS DE MATERIALES • ASESORAMIENTO METALÚRGICO • CARBOVAC®: CEMENTACIÓN VACIO • IONIT OX®: NITROCARBURACIÓN POR PLASMA	• TEMPLE EN VACÍO: ø 1500 x 2000 mm (Moldes hasta 2500 Kg) • NITRURACIÓN Y • NITROCARBURACIÓN: ø 1000 x 1500 mm • CEMENTACIÓN • CARBONITRURACIÓN • BONIFICADOS: 1600 x 1600 x 700 mm (Piezas hasta 2000 Kg)

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

Safe Cronite

L'esprit industriel

Diseño y fabricación de piezas fundidas en aleación de cromo / níquel

SAFE Cronite - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 609 419 325 - Fax: +33 243 212 463
E-mail: maricarmen.garcia@safe-cronite.com - www.safe-cronite.com

Hornos industriales para el tratamiento térmico

SOLO Switzerland

www.soloswiss.es

SOLO Swiss
CP 7127 - 2500 Bienne 7 - Suiza

mail@soloswiss.com
Tel. : +34 656 878 067

COMERCIAL SATEC
SOCIEDAD LIMITADA

COMERCIAL SATEC, S.L.
PA.E. ASUARAN Edificio Enekuri, nave 9
48950 ERANDIO (Bizkaia)
Tel:++34 944711663 - Fax:++34 944711741
info@comercial-satec.com - www.comercial-satec.com

Hornos Tratamiento Térmico de CIEFFE
Cámara, contínuos, de cinta, rodillo, solera móvil, empuje, vacío, fosa y campana, nitruración, lavadoras, generadores endogas, hornos especiales, líneas automáticas, para cementación, LPC, temple, revenido, nitruración, LPN, recocido, sinterizado, brazing, forja, aluminio, ...

Pinturas protectoras de NÜSSLE
Pinturas protectoras para cementación nitruración y oxidación CONDURSAL y CONDURON.

Aceites, Polímeros de BURGDORF y OSMIROL
Aceites y polímeros de temple de alto rendimiento. Antioxidantes, desengrasantes.

Repuestos y servicio para tratamiento térmico de HSH Härterei GmbH
Reparaciones, retrofits, muflas, sondas, cadenas, ventiladores, termopares, utillajes.

HÄRTETECHNIK BURGDORF OSMIROL NÜSSLE — CIEFFE — HSH HÄRTEREITECHNIK

Hornos industriales y estufas

Borel Swiss
Rouges-Terres 61 - 2068 Hauterive - Suiza

www.borel-hornos.com
email : mail@borel.eu
tel. : +34 656 878 067

Borel
Special Furnaces
Switzerland

testo 350

Instrumentos de medición portátiles, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros.

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Presión
- Calidad del aceite culinario
- **Productos de la combustión**
- Calidad del aire
- pH
- Luz/Sonido
- rpm

Instrumentos Testo, S.A.
Tel: 93 753 95 20
www.testo.es

We measure it. testo

Termopares especiales
calibraciones ENAC
automatización de procesos
Reguladores
Video-Registradores
pirometro infrarrojo
calibración hornos de vacio
experiencia
desde -200 a 2400ºC
Termopares
Suministro y Calibracion Industrial s.l.
www.sciempresa.com
sondas pt-100
instrumentación
servicio técnico
calibración insitu
calibración TUS
cámara termografica
todo en temperatura
Indicadores
consultoria AMS-2750-D
calibración SAT
expertos en normativa aeronáutica
Ribera de Axpe,11,d2,L203,48950 Erandio tel.944765276 sci@sciempresa.com

insertec
Hornos y Refractarios
Ingeniería y Servicios Técnicos, S.A.
Avda. Cervantes, 6 - 48970 Basauri, Vizcaya
Tel.: 944 409 420 • Fax: 944 496 624
e-mail: insertec@insertec.biz • www.insertec.biz

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

SPECTRO
Driven to Discover

Espectrómetros para analizar metales

Espectrometría de arco/chispa para analizar la composición química porcentual (%) de materiales metálicos

Tel. 94 471 04 01 – Fax 94 471 17 41 – comercial@spectro.es

SPECTRO Hispania, S.L.
P.A.E. Asuarán, Edificio Enekuri –Nave 9
48950 ERANDIO (Asua) – Vizcaya

www.spectro.com

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA 44
AEROSPACE & DEFENSE MEETING . 13
ALD-MTC 25
APLITEC 45
ARROLA . . . . . Contraportada 4
B.M.I. 45
BAUTERMIC 44
BOREL 47
COMERCIAL SATEC 47
DEGUISA 45
EMISON 45
ENTESIS 45
FILINOX 45
HEA . . . . . PORTADA
HORNOS DEL VALLÉS 23
HOT-AICHELIN 21
INFAIMON 44
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
INTERBIL 46
JORNADA FORJA 5
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS 35
METALMADRID 9
MIDEST . . . . . Contraportada 2
MOLD DAY 11
NAKAL 46
OERLIKON LEYBOLD VACUUM . . . 44
ONDARLAN 3
POMETON 44
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SAFE 19
SECO/WARWICK 44
SOLO SWISS 47
SPECTRO 47
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN . . . 17
TECNYMAT 15
TRATERMAT 7
WHEELABRATOR 46

Próximo número

NOVIEMBRE

Nº Especial **METALMADRID** (Madrid).

Hornos de inducción. Quemadores. Estufas. Secaderos. Hornos para tratamiento térmico del aluminio y aleaciones ligeras. Aceros para herramientas, fundiciones y moldes. Construcción de herramientas. Medidas. Control no destructivo, temperatura, dureza.

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

¿Conoce nuestras revistas digitales?

Ventajas de las que puede beneficiarse:

- Anuncios enlazados con su web y redes sociales
- Búsquedas precisas por palabras
- Compartir artículos
- Disponible en su tablet, smartphone u ordenador
- Fácilmente descargable

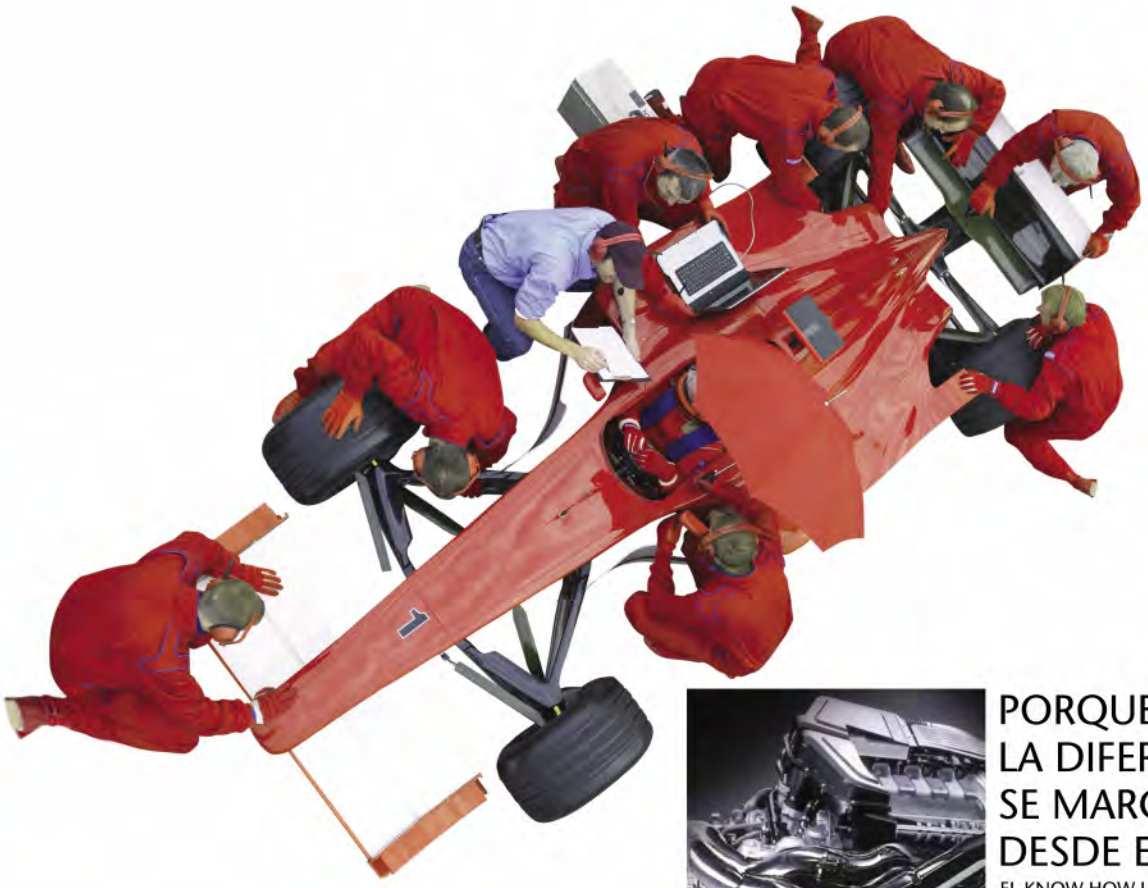
Puede verlas en: www.pedeca.es/revistas

Solicítelas en: pedeca@pedeca.es

PEDECA Press Publicaciones

SOMOS SU MEDIO

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

publiadk