DISEÑANDO Y FABRICANDO HORNOS Y ESTÚFAS INDUSTRIALES DESDE 1945

VISITE NUESTRA NUEVA www.alferieff.com

HORNOS ALFERIEFF

contabiliza la construcción

de más de 1100 hornos,

por ello, contamos hoy

con una renombrada

experiencia en el campo

de los hornos industriales.

HEA

HORNOS ALFERIEFF®

C/Doctor Marañon, 11 · 28220 Majadahonda (Madrid) · Tel: +34 91 639 69 11 · Fax: +34 91 639 48 18 · Email: hornos@alferieff.com

TRATER PRESS

ABRIL 2009 • Nº 10

TRATER Press

ABRIL 2009 • Nº 10

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

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

ZARAGOZA
ESPAÑA-SPAIN

MATIC09

FERIA
INTERNACIONAL
DE AUTOMATIZACION
INDUSTRIAL
INTERNATIONAL INDUSTRIAL
AUTOMATION EXHIBITION

2-4 JUNIO/JUNE
2009

Organiza/organised by:

Tel.(+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 649

matic@feriazaragoza.es
www.maticexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

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

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

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

PEDECA Press Publicaciones

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

www.pedeca.es

Nuestra Portada

ARROLA

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

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

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

Sumario • Abril 2009 - Nº 10

Editorial 2

Noticias 4

ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004 para TTE de Murcia • Transmisores de humedad con Ethernet • Isidoro Losada, nuevo director general de Emerson • Analizador de oxígeno en gas de combustión Z1400 • CryoEase® de Carburos Metálicos • Cambio de denominación social de ENERCON Hispania • PIROBLOC instala su caldera nº 1.000.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 9
- MOLDEXPO y MATIC, Centro del Sector Industrial y de Moldes 10
- Noticias TECNALIA 12
- Nuevo espectrómetro portátil de FRX, SPECTRO xSORT 14
- El CTM Centre Tecnològic adquiere cuatro equipos de alta tecnología 16
- La medición del ratio aire/combustible en quemadores pre-mezcla para tratamientos térmicos y de superficie - *Por Hitech Instruments* 18
- Testo colabora en el proyecto BAIP-2020 20
- HEATREAT 22
- La medida del potencial de oxígeno en los procesos de tratamientos térmicos de los metales - *Por Hitech Instruments* 24
- Carburos Metálicos amplía su gama de gases de calibración acreditados por ENAC 28
- Novedades Infaimon 29
- Algunas consideraciones sobre los aceros al boro para tornillería - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz (†)* 32
- SolNit®: Un proceso termoquímico de endurecimiento superficial económico para los aceros inoxidables - *Por Bernd Edenhofer y Marcos García Jiménez* 37

Oferta 43

Guía de compras 44

Indice de Anunciantes 48

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Ana Tocino
Administración y Suscripciones: Carolina Abuin

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

ISSN: 1888-4423 - Depósito legal: M-53065-2007

Diseño y Maquetación: **José González Otero**
Creatividad: **Víctor J. Ruiz** • Impresión: **VILLENA**

Redactor honorífico: José María Palacios

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

Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número, agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.

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

Los autores son los únicos responsables de las opiniones y conceptos por ellos emitidos.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o artículo publicado en TRATER PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Editorial

OPTIMISMO

En momentos como los actuales y aunque parezca que todo se derrumba a nuestro alrededor, es cuando hay que ganarle el pulso a esta maldita crisis.

Con mucho trabajo, esfuerzo y algo de optimismo saldremos de esta, porque como nos pongamos a pensar en que si ayudas, si subvenciones, si créditos, ... me parece que nos tienen pillados.

Con trabajo y esfuerzo está claro, nunca se nos regala nada y ahora menos. Pero hay que tener ese toque de optimismo en que las cosas van a empezar a moverse, en que hay que consumir, puede que no al ritmo de antes, pero sí que hay que vivir.

En cuanto el consumo comience a ser una realidad y notemos que el dinero se mueve, tarde o temprano la cadena nos llegará.

Este optimismo nos ayuda a enfrentar las dificultades con buen ánimo y perseverancia, de esta manera le ofrecemos este número y los siguientes, esperando una recuperación económica.

Nuestros próximos números son: Junio, especial MOLDEXPO – Hornos en Zaragoza; y Septiembre, especial Cumbre Industrial en Bilbao. En ambas tendremos stand donde distribuiremos las revistas.

Reserve su publicidad en pedeca@pedeca.es

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales

Quemadores
recuperativos y regenerativos

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

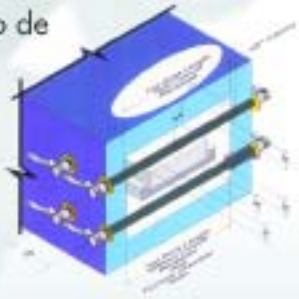
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

SGS

www.interbil.es

ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004 para TTE de Murcia

La empresa Tratamientos Térmicos Especiales de Murcia (TTE) ha sido certificada con la "ISO 9001:2000" y también con la Certificación "ISO 14001:2004".

Felicitamos a esta joven empresa de tratamientos térmicos que en el poco tiempo de existencia (1 año y medio) en el mundo empresarial ya está dando pasos importantes, con fiabilidad y respeto del medio ambiente, como lo demuestran las certificaciones.

Info 4

Transmisores de humedad con Ethernet

Testo, como primer proveedor mundial de tecnología de medición de humedad, ofrece una interface Ethernet para transmisores de humedad.

Ahora, además de las salidas analógicas para tareas de regulación, también se pueden monitorizar los datos de medición ininterrumpidamente. La nueva gama de transmisores de humedad testo 6651 y testo 6681 se diseñó para monitorizar procesos industriales en los sectores de aire acondicionado, procesos y del aire comprimido. La tecnología de última generación testo dispone de soluciones para elevada humedad, procesos de esterilización con H_2O_2 y trazas de humedad.

Los transmisores de humedad testo 6651 y testo 6681 se pueden integrar en el nuevo sistema de monitorización de datos de medición testo Saveris así como en cualquier red Ethernet. Las redes Ethernet están presentes en la mayoría de empresas de forma que el trabajo de integración de un transmisor de humedad a la estructura ya existente es mínimo.

Los transmisores en red vía Ethernet ofrecen múltiples ventajas en muchas aplicaciones como la monitorización en laboratorios, almacenes, salas de producción, salas blancas o sistemas de secado.

Gracias a la profesionalidad del sistema de monitorización de datos de medición el responsable puede disponer de los datos de producción en su mesa en cuestión de segundos. Además de transmitir las señales de las lecturas por salidas analógicas hasta el sistema de control, simultáneamente los datos de medición también se pueden registrar, documentar y visualizar vía Ethernet. Y también existe la posibilidad de enviar alarmas al responsable del proceso.

Info 2

Isidoro Losada, nuevo director general de Emerson

Emerson Process Management tiene nuevo Director General, Marketing y Ventas, para España y Portugal. Isidoro Losada, Director Comercial hasta el pasado 26 de febrero, sustituye en el puesto a John Medcalf, quien

Del 29 de septiembre al 2 de octubre de 2009

trasmet 09 CUMBRE

automatización 09 CUMBRE

subcontratación 09 CUMBRE

Un encuentro monográfico y exclusivo en España

La Feria Internacional de la siderurgia, maquinaria, equipos y suministros para fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies se convierte en una cita con identidad propia.

Un espacio de máximo interés comercial

La Feria Internacional de la Automatización es un centro de intercambio comercial en el que estarán presentes las empresas más relevantes de automatismos, transmisiones y componentes, robots de soldadura, ingenierías o mantenimiento.

Con la presencia de cerca de 700 empresas

La Feria Internacional de la Subcontratación y Cooperación Interempresarial reúne a empresas relacionadas con la fundición, transformación metal-mecánica, de plástico, vidrio y caucho, mecanización, tratamiento y recubrimiento de superficies.

Con todo el apoyo para que logre los máximos contactos

Con una ambiciosa campaña de visitantes-compradores dirigida a más de 50.000 profesionales de todo el mundo.

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

B! E! C! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

fue presidente y fundador de la empresa en España, tras su jubilación después de más de 20 años en Emerson.

El nuevo director es Ingeniero Industrial por la Escuela Superior de Ingenieros y ha cursado un M-BA en el Instituto de Empresa de Madrid. Comenzó a trabajar en Rosemount en 1990 y ha ocupado diferentes puestos en la organización comercial de la empresa en España y Europa. Desde el año 2005 ocupaba el puesto de Director Comercial para España y Portugal, contribuyendo al crecimiento de ambas organizaciones.

Isidoro Losada animó en el primer momento a todo el personal de Emerson Process a seguir mejorando en la presente situación económica: "la situación general de los pedidos es buena y nuestra expectativa para final de año es positiva" y añadió que "la situación económica nacional e internacional nos traerá nuevos retos que deberemos convertir en oportunidades, fortaleciendo nuestro liderazgo en el mercado, aumentando la satisfacción de nuestros clientes e incrementando la eficiencia de nuestra organización."

Info 3

Analizador de oxígeno en gas de combustión Z1400

El analizador de oxígeno con célula de zirconio Z1400 utiliza un sensor de zirconio de larga vida para operar en alta temperatura para medir el contenido de oxígeno en los humos de todo tipo de procesos de combustión. Se puede utilizar para muestras con

temperaturas de hasta 1.750 °C y puntos de rocío de hasta 200 °C. El sensor se monta cerca de la fuente y una bomba de aspiración integrada extrae una muestra continua del gas de combustión. Una vez analizada la muestra, se devuelve junto con la pequeña cantidad de aire de aspiración a su procedencia. Esta técnica evita tener que insertar una sonda en la chimenea, cosa que permite prolongar la vida de la célula y simplificar su mantenimiento. La unidad electrónica se puede situar hasta 50 metros del sensor (o incluso más, opcionalmente). Los resultados se muestran en una gran pantalla LCD y el usuario puede programar las dos alarmas de concentraciones y la salida analógica.

La eficiencia del proceso de combustión se controla más directamente monitorizando el contenido de oxígeno de los humos de la combustión. Con un equipo de control adecuado como el Z1400, se pueden ajustar los quemadores para optimizar su eficiencia en todo el rango de combustión.

Info 4

CryoEase® de Carburos Metálicos

Carburos Metálicos, Grupo Air Products, cuenta con el servicio CryoEase® para el suministro de gases como el nitrógeno, oxígeno, argón o dióxido de carbono, entre otros. Gracias a este servicio se puede instalar un depósito compacto que proporciona el gas a la presión adecuada y de forma ininterrumpida, incluso durante la recarga de los depósitos.

Al utilizarse un solo depósito en vez de los habituales bloques de botellas, se consigue una reducción del espacio necesario. Por poner un ejemplo, un pequeño depósito de líquido puede contener el equivalente a 16 botellas a alta presión ocupando un espacio más reducido. Asimismo, al instalarse un sólo depósito se mejora la seguridad y eficacia, ya que el gas se canaliza directamente al punto de utilización, se evita el riesgo de contaminación cruzada al ser recipientes de uso exclusivo, y las entregas, que disminuyen respecto a las botellas, no requieren de la intervención ni manipulación por parte del cliente.

Otra de las ventajas del sistema CryoEase® es su amplia gama de depósitos que van de los 25 a los 2.000 litros al igual que su fácil instalación. Para su ubica-

MOLD EXPO

Feria Internacional de Moldes y Matrices
International Mould and Die Exhibition

2-4 JUNIO/JUNE
2009

ZARAGOZA
(SPAIN)

Organiza/organised by:

Tel.(+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 649

moldexpo@feriazaragoza.es
www.moldexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

Colabora

Revista
MOLD Power

ción normalmente no es necesaria ninguna cimentación especial, ni licencia de obra y no requiere de corriente eléctrica ni otros servicios.

Info 5

Cambio de denominación social de ENERCON Hispania

Nos comunican que la sociedad ENERCON ha cambiado de denominación social pasando a denominarse en adelante como:

EQUIPOS MEDIOAMBIENTALES Y PRODUCTIVOS, S.L.

que abreviamos como EMEPRO.

Los datos como domicilio fiscal y postal, CIF, teléfono, fax y correo electrónico permanecen iguales, cambiando sólo en breve la dirección de correo electrónico, que comunicarán en cuanto sea efectiva.

Info 6

PIROBLOC instala su caldera nº 1.000

PIROBLOC, empresa española líder en la fabricación de calderas de fluido térmico de alta calidad, ha instalado su caldera nº 1.000. Este importante acontecimiento es el claro reflejo del crecimiento que la compañía ha experimentado en los últimos años, gracias a sus más de 30 años de experiencia en el mercado. El hecho coincide también con el cambio de slogan por parte de la empresa. Así, la frase "Efficient heating", sustituye al ya conocido "Feel de quality" con el que la compañía desea abarcar una nueva etapa de crecimiento.

Para este 2009, PIROBLOC se ha propuesto afianzar fuertemente su presencia en el mercado francés, así como trasladarse y ampliar sus nuevas instalaciones que estarán ubicadas en Barberà de Vallès y que permitirán a la empresa la duplicación de su capacidad productiva.

Durante el ejercicio 2008, la empresa continuó con sus proyectos de expansión al abrir una delegación en Francia, asistió a importantes ferias industriales, como lo fue su presencia en Expoquimia 2008, y obtuvo la certificación Rostechnadzor para la exportación de sus calderas a la Federación Rusa.

Info 7

Próximos números

JUNIO
Nº especial MOLDEXPO (Feria de Zaragoza).
Gases especiales. Elementos y útiles para hornos. Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua. Sales. Utillajes. Recambios.

SEPTIEMBRE
Nº Especial TRASMET - SUBCONTRATACIÓN (Feria de Bilbao).

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.

De los anteriores razonamientos, se deduce la necesidad de que todos los puntos de una pieza pasen al mismo tiempo por el punto crítico de transformación. Esto se podría conseguir mediante una elevación de la temperatura y que sea lo suficiente lenta para que la difusión de la misma al interior de la pieza se realice inmediatamente.

Como vemos en los gráficos adjuntos (figura 7), esto es prácticamente imposible, ya que el tiempo necesario para difundir el calor a toda la masa es considerablemente grande. Por supuesto en los aceros aleados y sobre todo en los de herramientas, el problema se agudiza debido a su baja conductibilidad térmica a temperatura ambiente.

Es fácil comprender la gran dificultad que entraña el imponer a la pieza un ciclo del calentamiento, que comporte el paso por el punto crítico simultáneamente en todas las partes de la misma y máxime cuando las diferencias de masa de unas partes a otras son importantes.

Queda por tanto demostrado, o por lo menos lo hemos intentado, **de la importancia de los precalentamientos hasta alcanzar la temperatura de austenización.**

Finaliza así este interesante tema iniciado en la revista nº6 de septiembre 2008 y agradeciendo todas las aportaciones, que en definitiva han sido las que han dado un matiz teórico-practico.

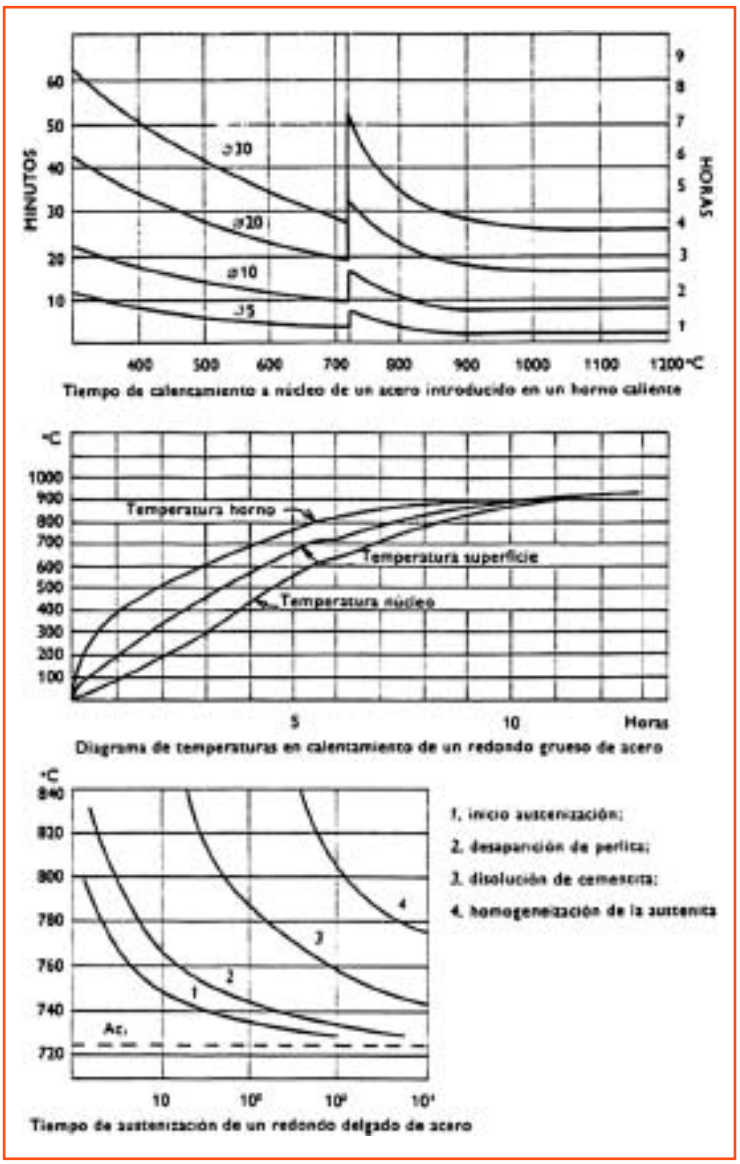


Figura 7.

MOLDEXPO y MATIC, Centro del Sector Industrial y de Moldes

Feria de Zaragoza continúa los preparativos para la celebración de MATIC, Feria Internacional de Automatización Industrial, y MOLDEXPO, Feria Internacional de Moldes y Matrices.

Del 2 al 4 de junio, las instalaciones feriales se erigen como el centro de la automatización, las máquinas y los materiales para la fabricación de moldes, que serán los ejes de estos salones.

Ambos certámenes se celebran paralelamente, por lo que Zaragoza se convertirá, durante estas tres jornadas, en el centro del segmento industrial y de moldes de España.

Las dos ferias están concebidas de manera que los sectores se encuentren interconectados pero, al mismo tiempo, diferenciados.

La finalidad de la celebración conjunta de estos salones radica en unir las sinergias de las distintas áreas que participan en la automatización y los moldes.

Aquí se darán cita los principales agentes relacionados con este mercado, asimismo servirá de escenario para albergar las reuniones y jornadas técnicas en las que analizar el momento y el desarrollo internacional.

Temas como la robótica, la investigación, la informática, la química o la seguridad serán algunos de los ejes sobre los que girarán los debates que tendrán lugar en el marco de estas citas feriales.

Una feria con marcado carácter práctico

El objetivo de ambos salones es el de convertirse en un evento de especial relevancia en el mercado europeo y para ello, tanto MATIC como MOLDEXPO apuestan por presentar un modelo ferial dinámico, con marcado carácter profesional y práctico.

En ese sentido destaca la puesta en marcha de espacios específicos para que las empresas expositoras llevan a cabo presentaciones comerciales de sus productos; asimismo por vez primera se organizan “talleres prácticos” en los que los visitantes podrán ver in situ el funcionamiento de equipos presentes en el certamen.

En definitiva los salones buscan ser el elemento dinamizador para el desarrollo y el futuro de este mercado.

Tanto MOLDEXPO como MATIC 2009 vuelven al calendario ferial con grandes perspectivas.

Ambos se presentan como foro de debate destinado al público profesional, para lo que se está perfilando un amplio y variado programa de jornadas técnicas y conferencias, organizadas por la empresas iiR España, en colaboración con Feria de Zara-

goza, en las que se debatirá acerca del prometedor desarrollo de estos sectores.

Feria de Zaragoza, punto de encuentro sectorial

Las sinergias de uno y otro sector –moldes y automatización industrial– constituyen la clave para lograr el éxito de MATIC y MOLDEXPO 2009, que aglutinan una oferta empresarial –tanto pública como privada- de primer nivel nacional e internacional.

Ambas muestras, que tienen carácter bienal, están concebidas de manera que las áreas expositivas se encuentren interconectadas, pero al mismo tiempo, diferenciadas.

Los pabellones feriales serán el escenario donde se exhibirán las innovaciones y nuevas técnicas acerca de los moldes, la automatización, soldadura, neumática, inyección, maquinaria o software industrial, entre otros.

Por sectores, en MOLDEXPO 2009 destacan los siguientes:

- Aluminio.
- Decoletaje.
- Hornos.
- Microtécnicas.
- Moldes.
- Robótica.
- Tratamiento de Superficies.
- Tratamiento Térmico.

Los sectores que estarán presentes en MATIC 2009 son:

- Maquinaria de prototipado.
- Cerramientos metálicos.
- Automatización Industrial.
- Metrología.
- Automatización y Control.
- Fabricantes de robots.
- Protección de Maquinaria – Seguridad.
- Robótica Industrial.
- Visión Artificial.

Noticias TECNALIA

TECNALIA trabaja con CAF en la búsqueda de un transporte público eficiente, seguro y fiable

TECNALIA Corporación Tecnológica está desarrollando el proyecto CENIT ECOTRANS, liderado por Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) y subvencionado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), cuyo fin es la búsqueda de nuevas tecnologías y conceptos para el transporte público del futuro.

El proyecto, con una duración de 4 años, se centra en la investigación de nuevas tecnologías y conceptos de los transportes urbanos del futuro de forma que estos incluyan los aspectos más demandados actualmente por los usuarios: sostenibilidad, seguridad y fiabilidad, lo que se concretará en una mayor aceptación y utilización social de los medios de transporte público.

La participación de TECNALIA en el proyecto, conjuntamente con CAF, se centrará en los nuevos sistemas de propulsión y almacenamiento de la energía, principalmente mediante el uso de baterías de nueva generación que permitan el funcionamiento del medio de transporte ante circunstancias concretas. También se procederá a la simulación de entornos de funcionamiento de los nuevos vehículos.

La Corporación Tecnológica TECNALIA está desarrollando varios proyectos relacionados con los sistemas de propulsión en donde se proponen, analizan y desarrollan nuevos conceptos de motorización junto con nuevas soluciones mecánicas para diferentes medios de transporte. Fruto de estos trabajos cabe destacar una patente para un nuevo sistema de suspensión, y nuevos conceptos de gestión energética, principalmente eléctrica. En este sentido el equipamiento de que se ha dotado la Corporación permite la validar experimentalmente las propuestas que surgen, así como desarrollarlos hasta su industrialización.

TECNALIA participa en el Proyecto "ADAPTA" para mejorar la seguridad de los automóviles del futuro

El proyecto "ADAPTA" está orientado al desarrollo de sistemas, procesos y materiales destinados a mejorar la seguridad de los vehículos en el caso de impactos laterales. En este sentido se van a valorar diferentes soluciones constructivas y de procesos de fabricación que permitan eliminar o disminuir al menos los efectos de impactos laterales sobre los ocupantes de un vehículo.

TECNALIA está llevando a cabo estas investigaciones junto con GESTAMP, un grupo internacional dedicado al desarrollo y fabricación de componentes y conjuntos metálicos para el automóvil, presente en 17 países, donde cuenta con 56 centros productivos y 9 centros de I + D que ocupan en total a más de 11.750 personas.

La participación de TECNALIA en el proyecto se centrará en la utilización de herramientas de cálculo técnico y pruebas de desarrollo tecnológico, junto

con el desarrollo de nuevos conceptos de análisis, modelización y validación virtual de nuevas arquitecturas de estructuras laterales adaptativas. Los resultados finales permitirán aumentar el conocimiento tecnológico en los aspectos de seguridad pasiva ante un impacto.

La Unidad de Automoción de TECNALIA se ha consolidado como un agente tecnológico reconocido en el sector especialmente en nuevas aplicaciones de seguridad mediante la mejora de la estructura y de las tecnologías de comunicación y sensorización presentes en los vehículos de nueva generación.

La Unidad está especializada en líneas tecnológicas que abarcan los ámbitos de Sistemas Inteligentes de Fabricación, Unión, Conformado, Metálicos, Plásticos & Composites y Producto Electrónica.

TECNALIA aporta su experiencia en composites a ICARO

El objetivo principal de ICARO (Innovación en Composites Avanzados y Rear-end Optimizado), proyecto liderado por AIRBUS, es investigar y desarrollar nuevas configuraciones de aeroestructuras en composites eficientes, innovadoras y diferenciadas que cubran los requerimientos exigidos por los futuros programas aeronáuticos. ICARO es un proyecto CÉNIT formado por un consorcio de doce empresas del sector aeronáutico, nueve organismos públicos de investigación y otros nueve centros de investigación tecnológica.

En concreto, TECNALIA Corporación Tecnológica aporta su experiencia en composites y nuevos materiales al proyecto de investigación, dirigido específicamente al desarrollo de tecnologías de futuro que permitan la optimización de la sección trasera (Rear-end).

ICARO cuenta con un presupuesto de 34 millones de euros y persigue también las siguientes metas:

- Generar nuevos conocimientos científico-técnicos básicos en las áreas de análisis y simulación, materiales, fabricación e integración de aeroestructuras en composite que permitan a la industria aeronáutica española capacitarse para realizar el gran salto tecnológico necesario para afrontar con garantías los retos específicos con los que se va a encontrar el sector, cada vez más globalizado, durante las dos próximas décadas.
- Aumentar la capacidad científico-tecnológica de las empresas españolas participantes, mediante el desarrollo de tecnología propia innovadora que mejore su competitividad en el mercado global aeronáutico, les permita mantener su liderazgo en el sector y potencie además su participación en los próximos programas aeronáuticos y los programas de investigación internacionales (p.ej. la Iniciativa Tecnológica "Clean Sky" dentro del VII PM).
- Fomentar sinergias y reducir tiempos de desarrollo mediante la constitución de un nuevo marco de colaboración entre la industria tractora de cabecera y la industria auxiliar aeronáutica con conocimientos y experiencias complementarias, así como desde los centros de investigación al resto de empresas.

Las 12 empresas participantes en el proyecto ICARO son: Airbus-España, líder del consorcio; EADS-CASA MTAD; EADS-CASA Espacio; INDRA; Aernnova Engineering Solutions Ibérica; Aries Aeroestructuras; Grupo TAM; Loxin2002; CT INGENIEROS AAI; APPLUS-LGAI Technological Center; Sisteplant e IDEC.

Nuevo espectrómetro portátil de FRX, SPECTRO xSORT

SPECTRO Analytical Instruments presenta el nuevo espectrómetro portátil SPECTRO x-SORT de XRF. Ligero (1.7 Kg) y análisis súper rápido de metales para mediciones de todos los elementos, no-destructivamente, en aleaciones de metal en sólo 2 segundos. El SPECTRO xSORT ha sido diseñado para el procesamiento de metales, recuperadores, recicladores de metales preciosos, así como las industrias petroquímicas.

"SPECTRO es un proveedor líder del mercado de analizadores de metales móviles desde los últimos 30 años y líder tecnológico de analizadores de laboratorio de ED-XRF, desde los últimos 15 años. Toda nuestra experiencia ha desembocado en el desarrollo del SPECTRO xSORT," explica Marcus Freit, Director de Producción de Analizadores Móviles de Metales. "El SPECTRO xSORT analiza aleaciones de metales mucho mas rápido que equipos comparables de la competencia. Como el primer espectrómetro portátil de FRX de SPECTRO, el xSORT cierra el último hueco en nuestra cartera de productos y completa la gama de analizadores móviles de metales."

Detector de Deriva de Silicio de Alta Resolución

Un detector de deriva de silicio (SDD) especialmente desarrollado conforma el corazón del SPECTRO x-SORT. Este, procesa las señales aproximadamente 10 veces más rápido que el detector de diodo pin usado en equipos convencionales de FRX de mano. Un tubo de rayos X de baja potencia con 40 kV se emplea como fuente de excitación. Esto permite al SPECTRO x-SORT determinar 41 elementos, entre magnesio y torio, en un único ciclo de medición que dura dos segundos. Adicionalmente, el detector SDD permite la identificación y la determinación de elementos ligeros: Al, Mg, Si y P pueden medirse en atmósfera de aire sin necesidad de un sistema de helio o vacío. El equipo requiere solamente de 10 segundos para diferenciar entre aleaciones de aluminio y magnesio.

Funcionamiento Intuitivo con la PDA Integrada

El funcionamiento del xSORT es simple e intuitivo: El rayos X de mano emplea una calibración universal de manera que el operador insitu no requiere realizar cambios en ningún ajuste. El usuario simplemente sujeta la cabeza de medición del xSORT sobre la muestra de metal y aprieta el botón de inicio. Los contenidos químicos se muestran de manera clara e inmediata en la PDA integrada.

El diseño y tecnología del xSORT están orientados hacia el funcionamiento en ambientes industriales: La batería recargable y la PDA están integradas en la carcasa robusta, haciéndolos resistentes al impacto. Una tapa protectora salvaguarda al equipo de las inclemencias medio ambientales. El xSORT está equipado con baterías recargables, que proporcionan un funcionamiento continuo durante 3,5 horas. Con dos baterías recargables incluidas en el alcance del suministro, el xSORT siempre está listo para un día completo de trabajo. El ensayo no necesita interrumpirse debido a una batería descargada.

Para el funcionamiento seguro, el SPECTRO xSORT dispone de un obturador automático que cierra la venta de medición, previniendo que la radiación escape y que la suciedad entre en el equipo. La parte posterior del obturador también se utiliza para mediciones regulares de la muestra de control. Según Freit "La lógica de calibración inteligente ICAL mide los contenidos del obturador según se requiere a fin de garantizar un estado óptimo del equipo en todo momento."

No-Destructivo y Adecuado para Áreas Protegidas de Explosión

En el xSORT, Marcus Freit ve el cumplimiento del rango de productos analizadores de metal móviles de SPECTRO: "Dado que el equipo funciona de mantera no destructiva, es muy adecuado para controles de calidad final en las industrias de automoción y aéreo espacial, áreas en las cuales nuestros espectrómetros de arco/chispa no podrían operar sin ciertas limitaciones."La identificación de calidades en la industria de reciclaje del metal es un área secundaria de aplicación, continúa el Sr. Freit "Con el xSORT un reciclador puede medir de manera fácil y precisa aleaciones de níquel junto con aceros inoxidables y sin necesidad de limpiar o reconfigurar la sonda de muestreo entre los dos tipos de muestra." Un tercer grupo objetivo para el xSORT son los operadores de planta en las industrias químicas y del petróleo: Dado que no existe chispa cuando se trabaja con fluorescencia de rayos X, el xSORT también puede utilizarse sin peligro para identificación positiva de metales en áreas protegidas a la explosión.

El CTM Centre Tecnològic adquiere cuatro equipos de alta tecnología

El CTM Centre Tecnològic ha adquirido cuatro nuevos aparatos de alta tecnología que suponen un gran avance cualitativo y cuantitativo en el área de tecnología de materiales y el área de tecnología ambiental. Estos aparatos sitúan al CTM al frente en el estudio de I+D en materiales en Cataluña. Los cuatro aparatos son un Dilatómetro DIL 850A/D, una máquina de electroerosión por hilo O-NA AX3, un microscopio electrónico ZEISS ULTRAplus y la máquina de fatiga MTS Serie 322.31, que han sido financiados con el millón de euros que el Estado les otorgó en 2008, para la compra de inversiones.

El banco de ensayo de fatiga MTS Serie 322.31 permite analizar la resistencia mecánica de los materiales al someterlos a diferentes tipos de esfuerzos. Este banco de fatiga se utilizará para determinar cuando un material o componente puede romperse, bien por haber superado su resistencia máxima o por la suma de esfuerzos repetitivos (fatiga). Se trata de un equipo de grandes dimensiones de 2x1 metros, y operativo para cargas de hasta 25 toneladas, cosa que permitirá analizar materiales de alta resistencia y piezas de gran formato en condiciones similares a las reales. Algunas de las piezas que esta máquina podrá ensayar son: ejes, elementos de la suspensión de vehículos, piezas de aviación y en definitiva, todo tipo de piezas que estén sometidas a esfuerzos cíclicos.

El microscopio electrónico ZEISS ULTRAplus que se ha adquirido ofrece una gran resolución y únicamente existen tres equipos de estas características en toda Cataluña. Este microscopio se caracteriza por ofrecer hasta 900.000 aumentos (1.0 nanómetro de resolución, que es la mil millonésima parte de un metro),

mientras que los microscopios electrónicos convencionales (filamento de W) llegan hasta 200.000 aumentos, o los ópticos que pueden proporcionar hasta 1.000 aumentos. Su elevada resolución permitirá que se utilice en un gran abanico de áreas tecnológicas y también dentro del campo de la nanotecnología.

Este microscopio ayudará a conocer cómo son los materiales, por qué se rompen y cómo lo hacen, determinar la composición química, sus texturas, entre muchos otros análisis.

El Dilatómetro DIL 850A/D ayudará a predecir cómo se comportará un metal y un acero en particular ante determinados tratamientos térmicos, saber cómo se dilatará, como se transformará y cuál será su comportamiento mecánico a altas temperaturas. Todo esto en función de la propia temperatura, velocidad de deformación y micro estructura inicial del material, entre otros parámetros. Este aparato contribuirá a desarrollar nuevos aceros y nuevos materiales, y servirá de ayuda para cualquier empresa que pertenezca al sector metalúrgico y que esté interesada en hacer I+D.

La adquisición de la máquina de electroerosión por hilo ONA AX3 ha sido necesaria para poder trabajar con aceros de alta resistencia en las que actualmente trabaja e investiga el CTM Centre Tecnològic. Se da el caso de que los nuevos aceros son más resistentes que las herramientas tradicionales con las que se trabajaba, esto ha hecho necesaria la adquisición de esta máquina que permitirá obtener pequeñas muestras de estos nuevos materiales, así como poderlos analizar. De la misma manera se están llevando a cabo una serie de proyectos de investigación en nuevos aceros de herramientas para los que también era necesaria la adquisición de una herramienta de trabajo que permitiera la obtención de probetas con geometrías variadas, para llevar a cabo los diferentes ensayos en la evaluación de las propiedades mecánicas y mejoras conseguidas.

La medición del ratio aire/combustible en quemadores pre-mezcla para tratamientos térmicos y de superficie

Por Hitech Instruments (traducción de ENTESIS Technology)

Cuando los hidrocarburos se queman en el aire, lo hacen según una ecuación química determinada. A continuación se muestra un ejemplo de dicha ecuación para ilustrar la combustión del metano (CH4) en el aire (aproximadamente 21% de oxígeno y 79% de gases inertes):

$$CH_4 + \underbrace{2O_2 + 7{,}52 \text{ inertes}}_{\text{Aire}} = CO_2 + 2H_2O + 7{,}52 \text{ inertes}$$

Esta ecuación muestra las cantidades (volúmenes) que se necesitan de cada componente para obtener una reacción completa entre metano y aire. Una mezcla de reactivos en la que cada uno está en la proporción exacta para reaccionar completamente, es una mezcla estequiométrica. Se pueden escribir ecuaciones similares para otros combustibles.

Generalmente, las mezclas de aire y gas quemado para calentar, etc. contienen una pequeña cantidad de aire en exceso para una eficiencia óptima.

La medición y el control del ratio aire/combustible es crucial para mantener una combustión eficiente y para crear la tensión de superficie correcta en los procesos de tratamiento de llama.

Una forma de medir el ratio es midiendo el oxígeno en la mezcla de aire combustible que no ha reaccionado. Para metano, la concentración de oxígeno en la mezcla que no ha reaccionado en estequiometría sería:

$$\frac{2 \times 100}{1+2+7.52} = 19{,}01\%$$

Por lo que la variación de la concentración del oxígeno del aire en una mezcla estequiométrica es sólo del 2% (21-19). Aunque los analizadores de oxígeno existen para medir estas concentraciones, para obtener una precisión apreciable (como mínimo +/-0,01%) se requiere un equipo muy caro.

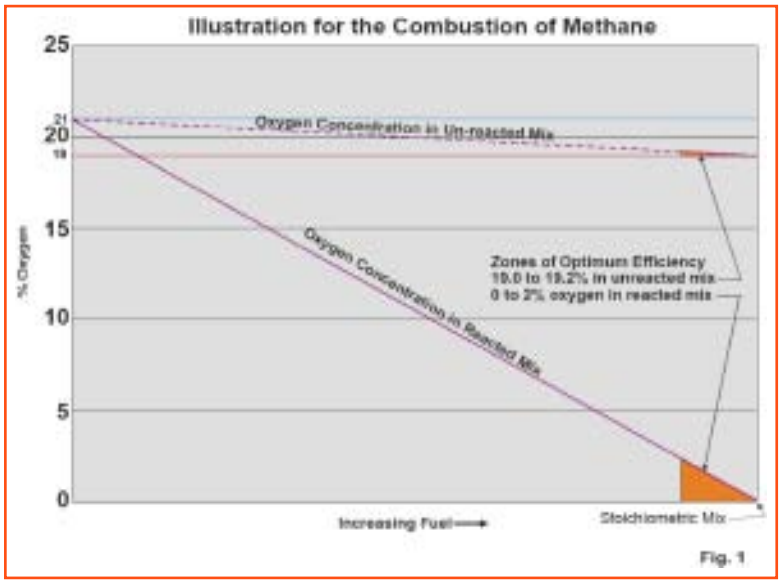


Fig. 1

Una forma alternativa de determinar el ratio de aire/combustible es pre-quemar una pequeña cantidad de la mezcla y medir el oxígeno residual. De esta forma, la diferencia de oxígeno del aire con una mezcla estequiométrica es 21%, por ejemplo, más de 10 veces el cambio en la mezcla de la reacción. El gráfico de la figura 1 muestra la diferencia.

Los analizadores de oxígeno con célula de zirconio son ideales para medir el oxígeno en estas mezclas combustionadas por 2 razones. Primeramente, operan a temperaturas elevadas (+600 °C) y por tanto no es necesario enfriar o acondicionar la muestra de otra forma.

En segundo lugar, pueden medir los bajos niveles de oxígeno en estequiometría (e incluso más allá en la zona reductora si es necesario) con elevada precisión. Esto equivale a una precisión en la mezcla que no ha reaccionado de aproximadamente +/-0,002% - significativamente mejor que cualquier alternativa.

Miden la concentración de oxígeno de una forma análoga a como un electrodo de pH mide la acidez.

Y al igual que un electrodo de pH que se utiliza para monitorizar la neutralización de un ácido por un álcali, un sensor de oxígeno con célula de zirconio se puede utilizar para monitorizar la neutralización de oxígeno con combustible. El gráfico en la figura 2 muestra la curva de neutralización clásica para tal proceso. El punto de neutralización es donde los reactivos están en las proporciones correctas para no producir ningún tipo de exceso.

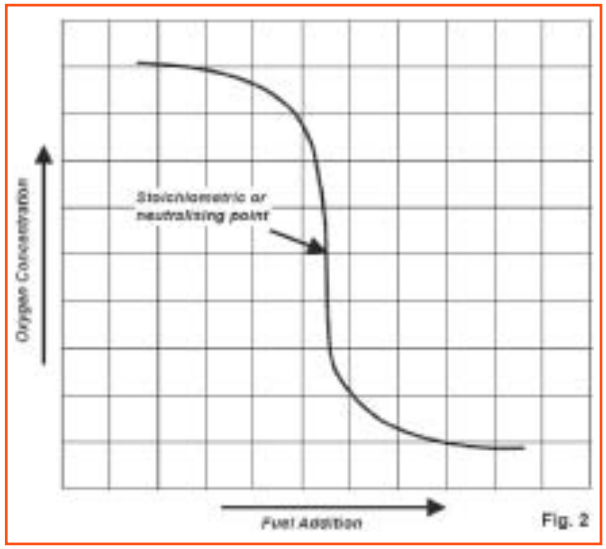


Fig. 2

Testo colabora en el proyecto BAIP-2020

La capacidad de TESTO en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para la medición en la industria es conocida y reconocida en todo el mundo. Ello explica por qué la empresa española ha sido seleccionada para formar parte del grupo de empresas internacionales e instituciones de elevado nivel científico que participan en el proyecto para el desarrollo del Buque Autómata Inteligente Polivalente para la Pesca.

Impulsado por un consorcio tecnológico en el que participan 21 empresas y 28 grupos de investigación y cuenta con la financiación del Programa CENIT de la Presidencia del Gobierno, el Barco Autómata Inteligente para la Pesca (BAIP 2020) será sin duda un buque de altísima tecnología, con el máximo nivel de automatización, eficiencia y diversificación.

Por otra parte, un aprovechamiento óptimo de la energía, reducirá su consumo hasta un 25%. Otro aspecto relevante del proyecto es la aplicación de las innovaciones propiciadas por la investigación y el desarrollo del BAIP en el sector naval español.

La misión de TESTO es el control de las emisiones de gases contaminantes, ya que la dimensión ecológica del proyecto es una de sus facetas más determinantes.

El programa de trabajo culminará en la difusión de los avances así alcanzados entre la flota pesquera y la industria naval española, con el fin de contribuir a su mejora, eficacia y rentabilidad.

La colaboración de TESTO en esta importante labor común es un nuevo reto al que todos los profesionales de su equipo humano responden con entusiasmo y rigor y que también redundará en beneficio de sus clientes en todos los sectores.

HORNOS Y ESTUFAS Heraeus

Tecnología Alemana

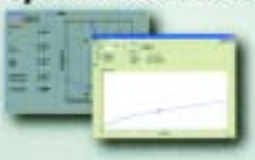
Contacte con nuestro Dpto. De Industria
C/ Forjadores, 18 Boadilla - 28660 (Madrid)
Tfno: 91.358.19.96 Fax: 91.358.20.67
E-mail: industria@heraeus.es
Http:\\www.heraeus.es

Control y registro mediante nuestro
Software SIMPATI y programador TOUCH

Control de Procesos y Supervisión

Sistema de Control de Procesos

Optimización de Procesos



Automatización

Sensores

Resultados de Nitruración Repetibles

Control del Potencial de Nitruración /
Calculo de la profundidad de capa de Nitruración

- *Control de Calidad*
- *Activación seleccionada de la superficie de trabajo*
- *Consumo óptimo de gas y energía*
- *Proceso optimizado de gas de Nitruración*

Procesos de Nitruración, Nitrocarburación, Oxidación

STANGE Elektronik GmbH
Gutenbergstraße 3
51645 Gummersbach
Germany
Telf.: +49 (0)2261 95790
Fax: +49 (0)2261 55212

PROCON Proyectos para Regulación y Control
San Lorenzo El Escorial
28200 Madrid
España
Telf.: +34 91 899 7499
Fax: +34 91 890 8137

- Control de Procesos
- Automatización
- Medida
- Ingeniería
- Servicios

STANGE ELEKTRONIK GMBH
we get it controlled

www.stange-elektronik.com
info@stange-elektronik.de

HEATREAT

El Dr. Müller-Ziller y su equipo de expertos han fundado una red mundial dedicada al sector del tratamiento térmico, llamada HEATREAT.

La plataforma de Internet está disponible de inmediato, siempre que se requieran conocimientos especializados para nuevos trabajos, cuando surjan problemas técnicos o si deben hallarse soluciones para proyectos relacionados con algún tipo de tratamiento térmico, para lo que únicamente se pueden contratar expertos. En todo el mundo y de inmediato. La nueva actividad ha recibido un reconocimiento positivo de los más diversos rincones del mundo.

El mercado del tratamiento térmico ha cambiado notablemente en los últimos años. Se observa una considerable transferencia de producción desde Europa Occidental hacia el Este (Europa Oriental, India y China) y desde Estados Unidos a México, por ejemplo, y a Asia.

Como consecuencia, en estos nuevos enclaves productivos se han incrementado las necesidades de conocimientos específicos y competencias en las tecnologías del tratamiento térmico. Además, los procesos de reestructuración tales como la racionalización, la especialización y la optimización de la calidad han sido y aún son necesarios en las "viejas" industrias que permanecen.

Siguiendo esta tendencia, nuestra red de expertos pede transferir fácilmente los conocimientos específicos de procesos complejos y de requerimientos de calidad. Esta red de expertos es la conexión lógica para transferir el conocimiento específico en tratamientos térmicos para obtener el mejor producto-calidad. El tratamiento térmico es uno de los procesos productivos más importantes en la industria, pues interviene en la producción de componentes p.ej. engranajes, sistemas, vehículos y bienes de equipo, garantizando la excelencia y la larga vida útil de los productos.

Sin la compleja tecnología utilizada en los procesos de tratamiento térmico, la vida útil de coches, aviones o, por ejemplo, dispositivos médicos se reduciría o su adecuado funcionamiento no podría garantizarse. Esta plataforma digital global ha sido creada para desarrollar estos conocimientos en el campo específico y complejo del tratamiento térmico y ponerlos a disposición de la industria.

Gracias al grupo de prestigiosos expertos de Europa, Estados Unidos, India y China, el sector industrial tendrá la oportunidad de obtener respuestas a sus interrogantes y soluciones a los problemas relacionados con el tratamiento térmico en esta plataforma de Internet.

Conforme surjan distintos proyectos y requerimientos, se crearán equipos de expertos para cada subsector técnico y según los requisitos a nivel local. El propósito de la plataforma es ofrecer a los diversos mercados un servicio de asesoría integral e independiente de productos específicos, apoyado en los amplios conocimientos de una red global de especialistas. A su vez, establece un vínculo flexible y competente entre agentes que se mueven a nivel local e industrias que operan mundialmente.

testo

Compromiso con el futuro

testo 350

Analizador de emisiones equipo versátil!

- Ajustar todo tipo de hornos industriales
- Determinar concentraciones en gas crudo y limpio durante un largo periodo de tiempo
- Controlar atmósferas en todo tipo de hornos de procesos y mantenimiento de motores
- Instrumento medida de parámetros medioambientales: O2, CO, CO2, NO, NO2, NOX, SO2, H2S, CxHy, T°, %HR, td, g/kg, m/s, m3/h, hpa, rpm, mA, mV
- Controlar presiones o velocidades de los productos de la combustión en canales de aire limpio
- Disponible módulo de medición de **CO_2** por NDIR, principal causante del efecto invernadero recogido en el **Protocolo de Kioto.**

Posibilidad de calibración ENAC de los gases medidos

Solicite información a:
Instrumentos **testo** S.A.
Zona Industrial c/B nº 2,
08348 Cabrils (Barcelona)
Tel: 93 753 95 20
Fax: 93 753 95 26
www.testo.es/emisiones - info@testo.es

ESPECIALISTA EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTÓN

Sondas de oxígeno para Tratamientos Térmicos y Combustión
Sistema de monitorización de temperaturas Datapaq
Sistemas de control
EUCON
Hornos Elterma
Software de supervisión y gestión
Analizadores de Gases
Contratos de mantenimiento

COMPAÑÍA EUROPEA DE EQUIPOS DE CONTROL, S.A.
Apartado 46 - Parque Empresarial Villapark - Avda. Quitapesares, 8, Nave 8 - 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Tel.: 91 616 58 14 - Fax: 91 616 57 83 - E-mail: div.industrial@grupoeucon.com

La medida del potencial de oxígeno en los procesos de tratamientos térmicos de los metales

Por Hitech Instruments (traducción de ENTESIS Technology)

Para cualquier metal u otro elemento oxidable existe un valor de potencial de oxígeno llamado "energía libre de formación" del óxido. Por encima de este valor el metal se oxida, pero por debajo del mismo no se produce ninguna oxidación. Este valor depende mucho de la temperatura y normalmente aumenta al aumentar la misma. El diagrama de la página siguiente muestra esta característica para diversos elementos. El níquel por ejemplo, se oxidará para convertirse en (NiO) en una atmósfera con un potencial superior a -60 kilocalorías/mol a 1.000 °C o -81 kilocalorías/mol a 500 °C. El cromo tiene una mayor afinidad con el oxígeno que el níquel como indica la línea inferior del diagrama. Requeriría un potencial de oxígeno inferior a -130 kilocalorías/mol a 1.000 °C para evitar la oxidación. Por tanto, una atmósfera adecuada para evitar la oxidación del níquel no evitaría la oxidación del cromo. Observe que las líneas del diagrama son para el estado de oxidación más bajo del elemento.

Este tipo de diagramas permiten determinar el nivel teórico del potencial de oxígeno para una variedad de condiciones. Por ejemplo, si desea decarburar el acero mediante la oxidación de parte del carbono en el metal, pero al mismo tiempo quiere evitar la oxidación del metal a 1.000 °C, se podría lograr con un potencial de oxígeno de -100 kilocalorías/mol. Por debajo de los 750 °C no sería posible decarburar sin oxidar el hierro del acero, dado que la línea de carbono cruza la línea de hierro en el diagrama de la energía libre a esta temperatura.

En el pasado, la medida de la capacidad de oxidación/reducción de una atmósfera protectora, o del potencial de carbono de una atmósfera carburante, se conseguía por deducción o bien midiendo el contenido de CO2, o bien mediante el ratio CO/CO2 o bien mediante el punto de rocío (el contenido de humedad), según la naturaleza de la atmósfera. Sin embargo, estas medidas se pueden relacionar directamente al potencial de oxígeno o a la presión parcial de oxígeno. Por ejemplo, un gas exotérmico rico con un ratio de CO/CO2 de 10 tiene un potencial de oxígeno de -93 kilocalorías/mol o una presión parcial del oxígeno de 10^{-16} atmósferas a 1.000 °C. En cambio, un gas exotérmico pobre con un ratio de CO/CO2 de 0,1 tiene un potencial de oxígeno de -70 kilocalorías/mol o una presión parcial del oxígeno de 10^{-12} atmósferas a 1.000 °C. El amoniaco craqueado, que se usa a menudo para el temple del acero inoxidable, se monitoriza mediante la medida del punto de rocío. Esto se relaciona con el contenido de agua en el gas del cual se extrae el ratio H2/H2O (asumiendo que el contenido de H2 es conocido y constante) que a su vez se relaciona con el potencial de oxígeno.

Estos datos sólo dan información sobre si un metal se oxidará o no en ciertas condiciones; no nos dice nada sobre el ratio de oxidación, etc. Factores como éstos supondrán que se pueden permitir potenciales de oxígeno más elevados de los que las consideraciones teóricas por sí solas indicarían. Además, en algunos casos, una cierta oxidación de la superficie del metal puede ser aceptable. Se deberían tomar en consideración factores como éstos a la hora de determinar la forma más económica de llevar a cabo un proceso. Un analizador de oxígeno con célula de circonio puede

Nitruración iónica con pantalla activa

- Alta densidad de carga.
- Bajo consumo de gas (sin NH3).
- Perfectamente respetuoso con el medioambiente.
- Flexibilidad del tipo de capa nitrurada…

Vacutrem y **Grupo TTT**
están a su disposión para mostrarle
las prestaciones de este proceso

MTC
Metal Treatment Consult

Su contacto en Francia

101 rue de Mundelsheim 73290 LA MOTTE SERVOLEX
Tel : 0033 479 65 11 57 E-mail : lducerf@mtc-fours.com

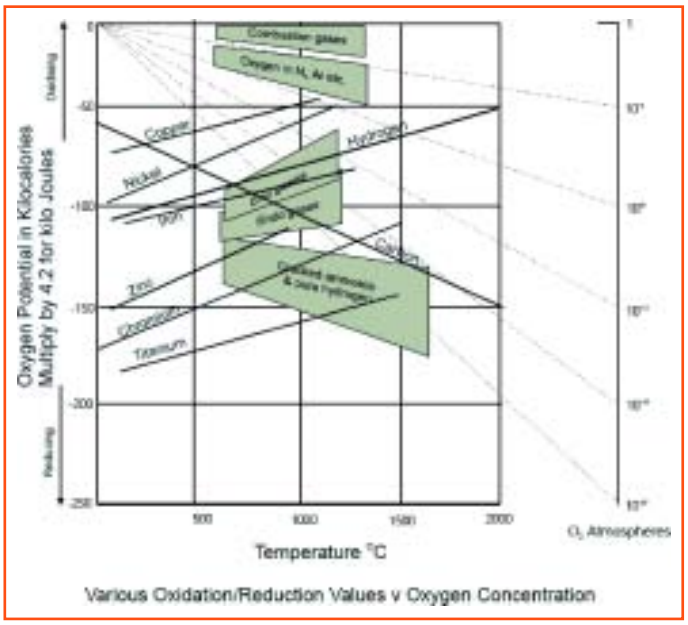
suministrar información muy valiosa para analizar el efecto de varias condiciones, así como controlar la condición óptima una vez ésta se haya establecido.

Atmósferas

Las atmósferas exotérmicas se producen con la quema de un combustible gaseoso, típicamente gas natural o metano, en cantidades variables de aire. Estas atmósferas pueden variar mucho según la composición del ratio aire/gas. Comúnmente se las denomina atmósferas ricas o pobres. Las atmósferas ricas contienen demasiado combustible que a veces supone que son inflamables ellas mismas, mientras que las atmósferas pobres no. La atmósfera se utiliza para proteger los metales de la oxidación durante los procesos de tratamiento térmico como el temple. Las atmósferas ricas tienden a utilizarse con metales férricos que requieren un contenido de oxígeno más bajo que los metales no-férricos, que tienden a utilizar atmósferas pobres para protegerlos.

A veces se tratan las atmósferas exotérmicas para retirar agua y/o dióxido de carbono. Una vez más, éstas varían mucho en su composición según el gas inicial y el tratamiento que se le realice. A menudo contienen grandes cantidades de hidrógeno que se puede utilizar como medida de la calidad del gas junto con el potencial de oxígeno.

Las atmósferas endotérmicas también se producen con gas que reacciona con aire, excepto que como son tan ricas en gas, deben reaccionar en presencia de un catalizador calentado. Su composición es principalmente monóxido de carbono, hidrógeno y nitrógeno. Dado que la mezcla es tan rica, si no se controla el proceso se puede producir mucho hollín. Para ello se debe monitorizar el hidrógeno y el potencial de oxígeno.



El amoniaco craqueado se produce con la descomposición del amoniaco (NH3) en hidrógeno y nitrógeno. Es una forma práctica de producir hidrógeno y el proceso se puede controlar midiendo el contenido de hidrógeno. En ocasiones se requiere el valor en "porcentaje de disociación" que el analizador K1550 de Hitech puede suministrar.

El amoniaco quemado se produce simplemente haciendo esto, quemando amoniaco, normalmente en presencia de un catalizador. Se genera una atmósfera de hidrógeno, nitrógeno y agua, y a menudo se seca un poco mediante evaporación del amoniaco para enfriar el gas. Una vez más, la monitorización del contenido de hidrógeno es muy importante.

Procesos

Los procesos que utilizan estos gases son principalmente de tres tipos:

Recocido: cuando se calienta un metal para ablandarlo antes de realizarle otros procesos como laminado o conformado. Según la atmósfera, será útil monitorizar el oxígeno, el hidrógeno o ambos.

Carburación: cuando se hace reaccionar la superficie de los metales ferrosos con carbono para crear una capa exterior de metal más duro. Hoy en día para esta aplicación se acostumbra a utilizar una sonda de oxígeno in-situ. La desventaja de utilizar un sistema ex-situ sería que en atmósferas muy ricas se produciría hollín. El sistema ex-situ de bajo coste puede utilizarse en procesos de ciclo largo con atmósferas en las que no se suele producir tanto hollín.

Tratamiento superficial cosmético: procesos como el azulado y el recocido brillante del acero. El azulado se realiza a menudo en atmósferas húmedas (de hecho en ocasiones se utiliza vapor) por lo que será necesario aislar bien el sensor para evitar condensaciones. El analizador de Hitech Z1900 es ideal para este tipo de procesos.

Factores de conversión:

1) Kilo Joule (kJ) = kilocaloría (kcal) x 4.187

2) * kJ = (17.6 x log % oxígeno) – 34.72

* Sólo aplicable a analizadores de oxígeno de Hitech que operan a 45mV por década (634 °C).

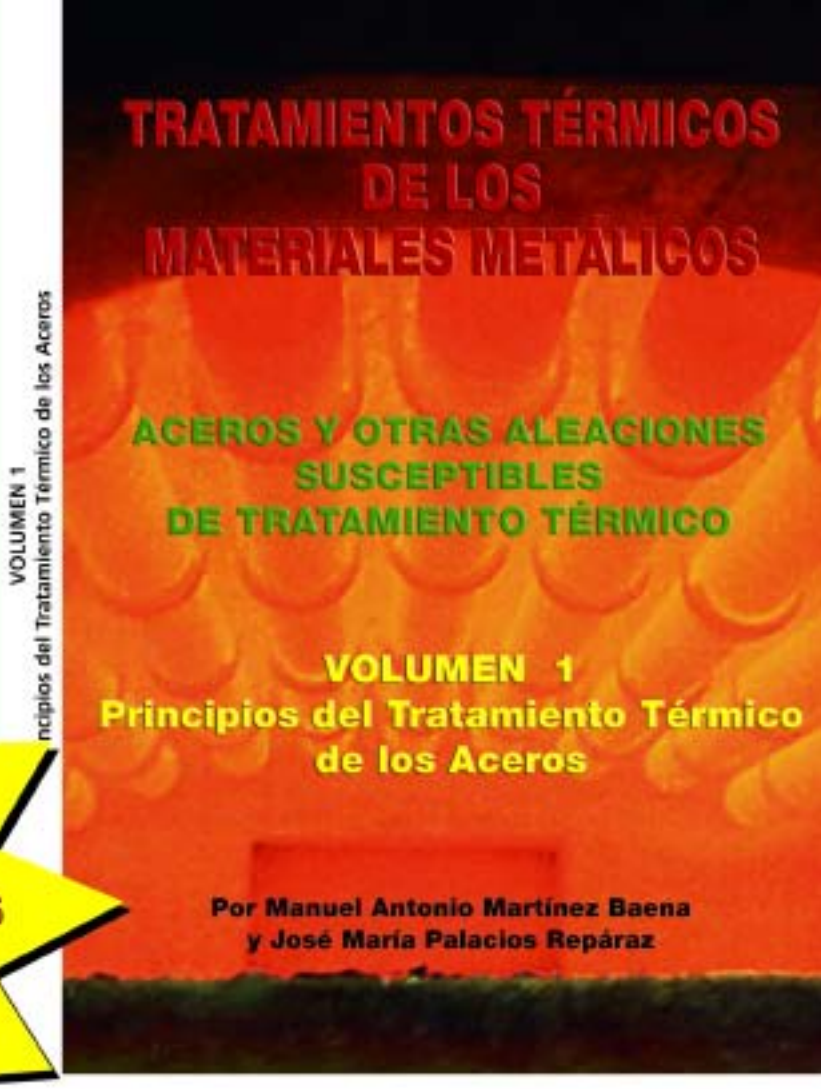
Este libro es el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

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

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

Iniciamos, pues, estas publicaciones con el volumen I:
"PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ACEROS".

Manuel A. Martínez Baena
José Mª Palacios Repáraz



Disponible el libro de los Tratamientos Térmicos, uno de los libros más esperados dentro del Sector, por sólo

30 euros

El precio incluye IVA, gastos de envío aparte.

Índice general

Presentación 7

Prólogo 9

PARTE I. INTRODUCCIÓN A LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS 17

I. Conceptos fundamentales 19
Introducción 19
Estados alotrópicos del hierro y puntos críticos 19
Carburos de hierro. Cementita 22
Diagrama hierro-carbono 23
Diagrama de transformación isotérmica de la austenita. Diagramas TTT 30
Diagrama de transformación en enfriamiento continuo. Diagramas TEC 38
Templabilidad 39
Ensayo de templabilidad Jominy 42
Bandas de templabilidad 44

PARTE 2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS INDUSTRIALES 49

II. Tratamientos térmicos básicos de los aceros 51
Introducción 51
Ciclos de tratamiento térmico 51
Calentamiento 51
Tiempo a la temperatura de tratamiento 53
Enfriamiento 53
Tratamientos térmicos básicos más utilizados 53
Normalizado 56
Recocidos 57
Recocido de regeneración 58
Recocido globular 59
Recocido subcríticos 61
Temple 64
Calentamiento 65
Mantenimiento a temperatura de austenización 65
Enfriamiento 66
Factores que influyen en la práctica del temple 66
Etapa del vapor 72
Etapa de ebullición 73
Etapa de convección 74
Clases de temple 76
Revenido 80
Factores que influyen en el revenido 81
Fragilidad de revenido 83
Revenido de la martensita 88
Dureza secundaria 90
Bonificado 91

III. Tratamientos isotérmicos de los aceros 93
Introducción 93
Austempering. Temple bainítico 95
Martempering. Temple diferido martensítico 98
Recocido isotérmico 100
Patenting. Patentado 100
Tratamiento subcero 102
Tratamiento criogénico 104

PARTE 3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES 105

IV. Cementación 113
Introducción 113
Mecanismos de la cementación 114
Factores que intervienen en la cementación 116
Composición química del acero 117
Potencial de carbono 117
Temperatura de cementación 118
Tiempo de cementación. Formación de capa 118
Clasificación de los procesos de cementación 123
Cementación sólida. Cementación en caja 123
Cementación gaseosa 125
Cementación líquida 129
Mecanizado y tratamientos térmicos de las piezas cementadas 133
Otras formas de cementación: (1) Cementación a baja presión; (2) Cementación iónica; (3) Cementación a alta temperatura 138

V. Nitruración 143
Introducción 143
Principios generales comunes a los diferentes procesos de nitruración 144
Capa de combinación o capa blanca 145
Zona de difusión 148
Nitruración gaseosa 151
Nitruración líquida o nitruración en sales 153
Aumento de volumen 156
Otras formas de nitruración 157
Nitruración iónica 158
Sulfocarbonitruración 160
Nitrocarburación 164
Oxinitrocarburación 169
Recubrimientos superficiales mediante deposición de capas duras 172

VI. Carbonitruración 175
Introducción 175
Características del proceso de carbonitruración 177
Atmósferas carbonitrurantes empleadas 177
Temperatura de carbonitruración 178
Características y naturaleza de las capas carbonitruradas 178
Tratamientos térmicos utilizados 180
Durezas superficiales alcanzadas 180
Ciclos tipo de carbonitruración 182
Ventajas e inconvenientes de la carbonitruración con respecto a la cementación 182
Austenita retenida en la superficie de las piezas carbonitruradas 183
Aceros que normalmente se utilizan en la fabricación de piezas que después tengan que sufrir el tratamiento de carbonitruración 185

VII. Temples superficiales 187
Introducción 187
Características de la capa superficial endurecida 188
Temple a la llama. Flameado 190
Temple por inducción 193
Temple superficial por rayos láser 198
Calidad de los aceros para temple superficial 200

Consideraciones finales 203

Bibliografía 205

Para más información:
Teléfono: 917 817 776
e-mail: pedeca@pedeca.es

Carburos Metálicos amplía su gama de gases de calibración acreditados por ENAC

Carburos Metálicos, Grupo Air Products, ha ampliado su gama de mezclas de calibración destinadas al sector medio ambiental y que cuentan con la certificación ISO 17025.

Estas mezclas de gases con acreditación ENAC, las cuales son parte de la gama Experis® de gases especiales, están disponibles en una amplia gama de concentraciones –llegando a niveles ppb– y todas ellas van acompañadas de un certificado de calibración de uno de los laboratorios de Air Products acreditado según la norma ISO 17025.

Estas mezclas van dirigidas a los mercados que requieren mayor seguridad en los resultados, ya que cuentan con los menores valores de incertidumbre y exigen trazabilidad, como son los sectores medioambiental, automoción o gas natural.

La nueva gama ampliada de mezclas de gases de alta precisión es producida por el laboratorio de gases especiales de Carburos Metálicos en Sant Celoni, el cual está acreditado con la ISO 17025 por la ENAC (Entidad Nacional de Acreditación), desde el año 1998, siendo la primera empresa que se acreditó para mezclas multicomponentes. Con esta nueva extensión de la acreditación Carburos Metálicos ofrece mezclas con certificación ISO 17025 para NO_2 en nitrógeno y NO_2 en aire.

Lieve de Paepe, Product Manager de Análisis y Laboratorios de Air Products comenta: "al extender esta acreditación a una gama más amplia de gases de calibración, estamos proporcionando una inmejorable seguridad en el análisis necesario en muchas de las aplicaciones que requieren mediciones críticas a nivel industrial."

"Para el control de las emisiones nocivas para el medioambiente –continúa Lieve de Paepe–, por ejemplo, podemos producir mezclas de calibración que contienen componentes como el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, el óxido nítrico, … en concentraciones que llegan a niveles de ppb.

"El mercado de gas natural, continúa Lieve de Paepe, demanda mezclas de gas de calibración multicomponente, cuyo componente mayoritario puede ser el metano, con el objetivo de medir el poder calorífico del gas natural."

Finalmente Lieve de Paepe comenta que "para el mercado de la automoción, se requieren mezclas acreditadas multicomponentes para medir los gases de escape de los vehículos a motor. Estas mezclas suelen ser de 2 a 5 componentes, en una amplia gama de concentraciones, conteniendo gases como el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el propano o el oxígeno en balance nitrógeno consiguiendo calibraciones muy precisas. Cada vez más se requieren concentraciones menores en las mezclas de calibración".

Las nuevas mezclas de gases también proporcionan una excelente estabilidad de su composición, incluso cuando se utilizan los componentes más reactivos. Este hecho asegura una mayor vida útil de la mezcla. Esta estabilidad se logra al elegir el tratamiento de botella, preparación y técnicas de llenado más adecuadas de acuerdo con los componentes usados en cada mezcla.

Novedades Infaimon

AD-081CL: Nueva cámara JAI con dos sensores para aplicaciones de alto rango dinámico

JAI ha desarrollado una cámara de alto rango dinámico basada en una nueva tecnología de dos sensores. La nueva AD-081CL incluye dos sensores CCD monocromos progresivos ICX204AL 1/3" montados sobre un prisma óptico diseñado específicamente. Este diseño permite a la cámara capturar simultáneamente dos canales de video a 30 imágenes por segundo, donde en cada uno de los canales se tiene una resolución de 1.024x768, con una profundidad de bits de 8 ó 10 bits por píxel. Los dos sensores están alineados de forma muy precisa para tener el mismo eje óptico.

La velocidad de obturación y/o la ganancia para cada canal de la AD-081CL pueden calibrarse independientemente, de forma que un canal puede capturar detalles en las áreas brillantes y el segundo capturar la misma imagen pero con énfasis en los detalles de las áreas oscuras. Las dos imágenes pueden entonces analizarse separadamente o post-procesarse con un algoritmo de fusión para producir una imagen con rango dinámico de aproximadamente el doble de lo normal de la respuesta del CCD. Esto permite a la AD-081CL alcanzar rangos dinámicos con niveles superiores a 20 bits por pixel (~118 dB), sin encontrar el típico ruido de las cámaras CMOS HDR con similares prestaciones.

JAI ha desarrollado un proceso de fabricación extremadamente eficiente para alinear los dos sensores montados sobre el prisma, con una precisión de un cuarto de píxel. Esto permite a la AD-081CL utilizar su alto rango dinámico en aplicaciones donde estén o no los objetos en movimiento. Esta solución es más precisa y asequible que utilizar dos cámaras por separado.

Las aplicaciones donde se utiliza el alto rango dinámico están normalmente relacionadas con tareas de inspección donde hay luz incidente o donde aparecen reflejos, como por ejemplo inspección de LED, soldadura, y varios tipos de inspección de iluminación o vidrio. La cámara es ideal también para un gran número de aplicaciones de automoción, microscopia, o sistemas de seguridad y vigilancia de altas prestaciones. Los parámetros de cada CCD pueden ajustarse por el usuario pudiendo seleccionar máximo rango dinámico o máxima relación contraste/sensibilidad en un rango de iluminación muy estrecho, dependiendo de la aplicación.

Guppy F-503B/C: Nueva cámara compacta y de alta resolución ALLIED con salida IEEE1394a

ALLIED presenta el nuevo modelo de la serie de cámaras Guppy. La F-503B (monocromo) y F-503C (color) son cámaras muy compactas basadas en el estándar IEEE1394a, con alta resolución de 5 megapíxeles y un sensor CMOS de 1 / 2.5” de alta sensibilidad (Micron/Aptina QWXGA Rolling Shutter).

Las cámaras incorporan también trigger asíncrono externo, montura C y funcionan en modo 12 bits. A máxima resolución, la GUPPY F-503 ofrece hasta 6,5 imágenes por segundo y ha sido diseñada para aplicaciones de visión y automatización industrial. Esta cámara también es ideal para aplicaciones de microscopía que requieran alta resolución en un espacio reducido.

Las posibilidades de proceso de imagen que incorpora (preproceso) posibilitan la obtención de una imagen de excelente calidad, reduciendo la necesidad de tratamiento posterior y acelerando los procesos.

La GUPPY F-503 incluye además Smart Functions, funciones Inteligentes integradas en la cámara, similares a las que poseen los frame grabbers y puede ser fácilmente integrada en aplicaciones ya existentes gracias a la potencia y flexibilidad de sus API.

MicroEnable IV-GigE: FrameGrabber de proceso en FPGA con cuatro entradas GigE.

Silicon Software ha lanzado al mercado un nuevo frame grabber de la serie microEnableIV. Basado en tecnología PCI-Expressx4 soporta hasta cuatro entradas de cámara Gigabit Ethernet. MicroEnable IV-GigE soporta los estándares GigE Vision y GeniCam.

El frame grabber está equipado con un procesador de visión FPGA que puede utilizarse para proceso de imagen en hardware y en tiempo real. El procesador puede programarse con las herramientas de programación VisualApplets. MicroEnable IV puede adaptarse para requisitos individuales que requieran muy altas prestaciones de programación y proceso y está equipado con 512 MB de memoria DDR-RAM. Se entrega con drivers optimizados para utilizar hasta 4 cámaras, permitiendo el trabajo con GigE en formato multicámara sin ninguna restricción y con facilidad de manejo.

Cámara GigeVision Prosilica GB-1380C

INFAIMON presenta la cámara GigeVision GB1380C, de Prosilica. Esta cámara puede capturar hasta 30 imágenes por segundo en resolución 1360 x 1024. Incorpora un sensor en color CCD de 2/3" que proporciona una excelente calidad de imagen.

La cámara GigeVision en color funciona con hardware y cables gigabit Ethernet estándar y puede funcionar alejada de un PC o una conexión GigaEthernet hasta 100 metros con cable de red convencional CAT5.

Se trata de una cámara placa en formato periscopio, ideal para aplicaciones OEM que requieren un espacio muy reducido y donde el peso de la cámara sea importante. Esta cámara se presenta en varias versiones dependiendo de la posición de sus conectores, para facilitar la colocación en espacios restringidos.

Entre las muchas aplicaciones donde se puede utilizar está cámara GigeVision en color cabe destacar inspección a alta velocidad, visión industrial, reconocimiento óptico de caracteres, inspección de tráfico en carreteras, robótica y aplicaciones OEM.

HD-SDI Express

HD-SDI Express es una de las novedades de la empresa INFAIMON, especialistas en sistemas de visión artificial. La nueva placa de captura de imágenes (frame grabber) en formato ExpressCard/54, permite capturar imágenes procedentes de sistemas con señal SD o HD-SDI con formatos de 720p, 1080i y 1080p y que proporciona un ancho de banda de hasta 2.5Gbps.

Esta nueva placa es ideal para los sistemas de visión artificial portátiles más exigentes. Entre las múltiples aplicaciones donde se utiliza esta tecnología cabe destacar: broadcast TV, militar, aeroespacial, médico, visión artificial, tráfico, entre muchas otras. La placa incluye drivers para Windows Vista, XP, 2000, DirectX, Labview y Matlab, así como un programa de aplicación de fácil manejo muy intuitivo, y un SDK en el caso de que deba asociarse a un programa desarrollado por el usuario.

Puesto que la SDI ha sido diseñada básicamente para uso profesional, es también compatible con una serie de dispositivos de vídeo disponibles en los estudios de televisión, incluyendo monitores, equipos de cinta y conmutadores.

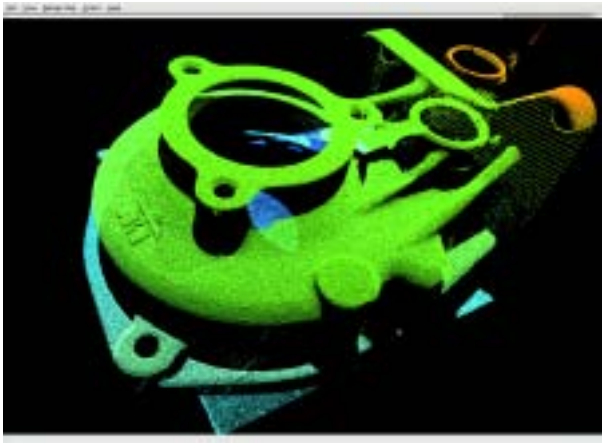
SAL3D Match3D

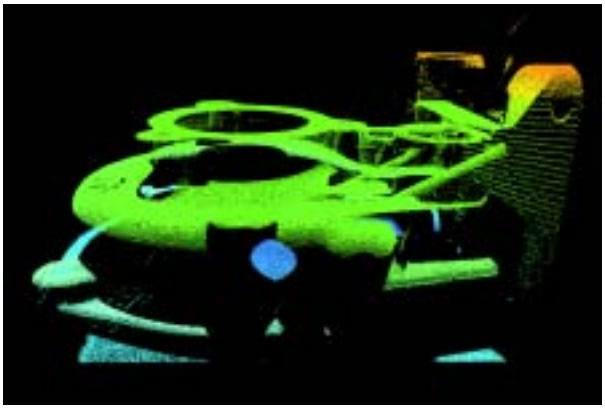
También presenta SAL3D Match3D , un software de alineación y comparación de nubes de puntos 3D con modelos previamente establecidos, desarrollado por AQSENSE. Basado en el análisis de la mejor correspondencia, el sistema de alineamiento puede utilizarse como herramienta para determinar rápidamente la posición y orientación de objetos.

Sin embargo, la principal utilidad de este software es determinar la relativa igualdad de los componentes producidos, con respecto al componente desarrollado como modelo. Esto se realiza mediante una medida dimensional muy precisa, que permite comparar los modelos 3D de los objetos analizados.

Los mapas de disparidad obtenidos tras la comparación del modelo y los componentes producidos están basados en las diferencias en Z de los distintos objetos. Tras un proceso opcional de calibración, las diferencias se presentan en unidades métricas.

Una de las grandes ventajas de este sistema es la alta velocidad, que permite realizar el control de calidad 3D en tiempo de proceso productivo en cadena de fabricación.





Algunas consideraciones sobre los aceros al boro para tornillería

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

Introducción

En los trabajos de forja y extrusión en frío, particularmente, en la fabricación y hechurado de tornillos de media y alta resistencia, se utilizan aceros que deben cumplir, por norma, dos condiciones principales:

- Una buena aptitud estampado y extrusionado en frío.
- Una templabilidad suficiente para asegurar, después del temple y del revenido, las características mecánicas exigidas a las correspondientes piezas en servicio.

El estudio de la influencia de los diferentes aleoelementos sobre deformación y conformado en frío de los aceros ha conducido, desde hace aproximadamente 50 años, al desarrollo de un grupo de aceros que, en vez de otros ya conocidos elementos de aleación, utilizan la adición de boro (B) para incrementar la templabilidad. La creciente demanda que, a lo largo de estas últimas cinco décadas, ha experimentado tal grupo de aceros está, esencialmente, relacionada con el aumento de su capacidad de deformación en frío del material en cualquier estado de suministro: bruto de laminación, normalizado, recocido, bonificado, etc; además de una muy buena templabilidad.

El empleo de los aceros al boro, que va unido al interés evidente de una economía por la supresión de otros elementos de aleación, permite evitar algunas veces y otras simplificar los recocidos de ablandamiento –*subcrítico* y *globular*–. Asegurando, no obstante, un estampado y forjado en frío más fácil; circunstancia que conduce a un mayor rendimiento de las herramientas durante el trabajo de conformación y hechurado de las piezas en cuestión.

Los aceros al boro poseen una templabilidad y una aptitud de conformado en frío, significativamente, superiores a los de los aceros de construcción con equivalente carbono. Esto hace posible fabricar, sin mayores inconvenientes, piezas de media y alta resistencia; ya que el material, por su gran aptitud a la deformación, admite unas mayores e importantes relaciones de recalcado.

La dificultades de hechurado mediante el forjado en frío son bien notorias cuando se parte de aceros sin boro; **p.e**. en: aceros al cromo (Cr), aceros cromo-molibdeno [Cr-Mo], aceros níquel-cromo-molibdeno [Ni-Cr-Mo] y aceros carbono-manganeso [C-Mn]. Sin embargo los aceros al boro cumplen con la doble exigencia, a veces contrapuesta, de una muy buena y aceptable templabilidad con una considerable aptitud a la deformación en frío. Son aceros, por consiguiente, de una gran importancia en las industrias de forja y extrusión en frío. Especialmente en aquellos sectores donde se fabrican grandes series de piezas; un ejemplo fundamental lo tenemos en el sector de tornillería: tornillos de media y alta resistencia.

1. Composición química de los aceros al boro

Los aceros al boro tienen como elemento común el

boro soluble [$B_{soluble}$ = (10 ÷ 30) p.p.m]. También se incluye un componente que es el boro insoluble, que no debe de exceder su contenido en 0,006% [$\mathbf{B}_{insoluble} \leq 60$ p.p.m].

El concepto de **solubilidad**, viene dado por la capacidad de los compuestos de boro de ser disueltos en una solución de ácido sulfúrico. La mayoría de los aceros al boro tienen en su composición manganeso (Mn ≅ 1%), cromo (Cr ≤ 0,50%); y en casos muy especiales pueden contener níquel (Ni ≅ 1%), y también molibdeno (Mo ≅ 0,20%).

Los aceros al boro son desoxidados con aluminio (Al ≅ 0,035%), y desnitrurados con titanio (Ti ≅ 0.030%). El boro (B) tiene una gran afinidad con estos dos elementos, circunstancia que se tiene en cuenta en el proceso de elaboración del acero líquido, particularmente, dentro de la fase de afino y antes de la adición del boro. Es apropiado desoxidar primero con aluminio y fijar el nitrógeno con titanio, con el fin de dejar cierta cantidad de boro libre en forma de boro soluble *–boro activo–*, componente esencial para la templabilidad de este grupo de aceros.

La cantidad de titanio necesaria para una buena protección del boro en acero, viene establecida por la siguiente relación: **%Ti = 5 (%N – 0,003)**. La constante 0,003 se aplica a contenidos de boro soluble próximos al 0,0015% [$\mathbf{B}_{soluble}$ ≅ 15 p.p.m.]. El valor ideal del contenido de boro soluble corresponderá a aquél que genere un número suficiente de precipitados, de tamaño óptimo, que inhiba la formación de ferrita durante el enfriamiento enérgico de temple.

El boro soluble comprende, fundamentalmente, los borocarburos del tip $\mathbf{M_{23}(B,C)_6}$ y los $\mathbf{M_3(B,C)}$. También el boro en solución sólida en la matriz ferrítica, es decir, boro en forma de boruro de hierro (**FeB**). La fracción de boro insoluble está compuesta por nitruros de boro (**NB**) y óxidos de boro ($\mathbf{B_2O_3}$).

2. Mecanismos de temple de los aceros al boro.

El gran interés alcanzado por los aceros al boro, se basa en el hecho de que una muy pequeña aportación de boro [$\mathbf{B}_{soluble}$ ≅ 0, 0020% = 20 p.p.m.] puede incrementar la templabilidad del acero en un grado mucho mayor que los elementos clásicos de aleación añadidos a los aceros, principalmente, con este fin; y, además, a un coste relativamente más bajo. Todo esto nos motiva a emplear, cada día más, aceros al boro ya que tienen menor contenido de elementos de aleación.

Existe una coincidencia unánime sobre el efecto templante del boro, que no ocurre igual que con el resto de elementos de aleación, donde tal efecto se manifiesta de una forma progresiva y proporcional a la cantidad (%) de aleación adicionada; sino, que es necesario un contenido óptimo de boro a partir del cual adiciones mayores, o menores, pueden llegar a empeorar la respuesta al temple.

En la bibliografía especializada se encuentran fuertes discrepancias entre los valores de boro soluble óptimos. Valores que, preferentemente, están situados entre 10 y 30 ppm. **figura 1**; esto se debe, presumiblemente, a diferencias de criterio a la hora de discernir entre **boro soluble** y **boro no soluble.**

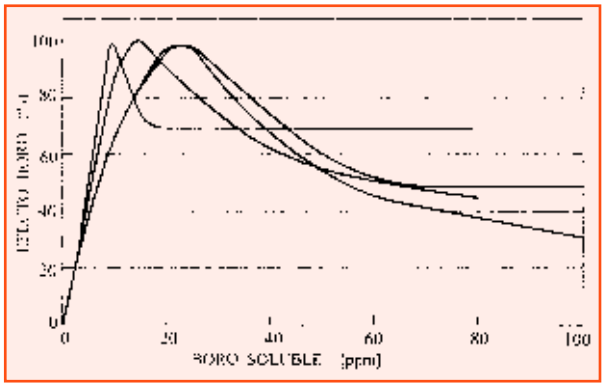


Figura Nº 1. Relación entre el boro soluble y su respuesta al temple, según diversos autores [Llewellyn, Melloy, Maitrepierre, Kapadia].

El aumento de la templabilidad, que el boro aporta a los aceros débilmente aleados, se caracteriza por una reducción drástica de la velocidad de nucleación de la ferrita (**Fe α**), durante el enfriamiento más o menos enérgico de temple. El incremento de la templabilidad que originan pequeños contenidos de boro, se pone de manifiesto en los diagramas de transformación en enfriamiento continuo (**TEC**) de tales aceros.

En la **figura 2 a** y **b**, se compara la conducta de transformación del acero **27MnB4** (**b**) con la de otro acero de la misma composición base pero sin boro (**a**). Destacamos, al observar en el diagrama **TTT** del acero con boro (**b**), el gran desplazamiento habido hacia la derecha del campo de transformación austenítica, que tiene como consecuencia la dismi-

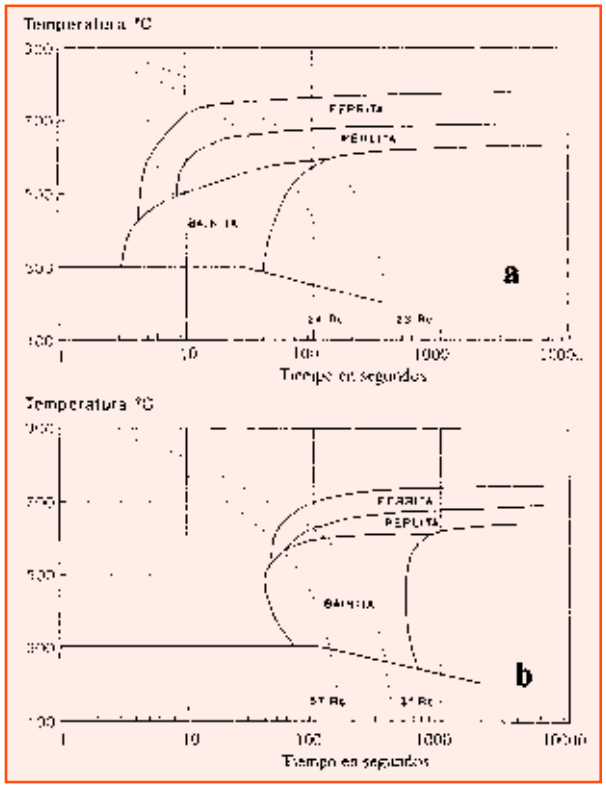


Figura N° 2. Efectos del boro sobre los diagramas de transformación (TTT).
a = acero sin boro; b = el mismo acero con boro: Acero 27MnB4.

nución de la velocidad crítica de temple martensítico y bainítico. El comienzo de la transformación ferrita-perlita y de la transformación bainítica se desplaza significativamente a tiempos más largos de enfriamiento, sólo con la adición en composición de unas cuantas partes por millón de boro (≅ 20 ppm); mientras que, por otra parte, el final de la transformación ferrítica apenas si experimenta transformación alguna.

Debido a la nucleación, que tiene lugar en los límites de grano austenítico, los mecanismos de la acción del boro sobre la templabilidad, están en relación directa con la interacción del boro en los límites de grano. Esta interacción se manifiesta mediante la precipitación, en la mayoría de los casos, de los ya mencionados borocarburos del tipo $\mathbf{M_{23}(B,C)_6}$ en los límites de grano, antes de que aparezca la ferrita.

3. Evaluación del efecto templante del boro.

El efecto templante del boro, como es sabido, se determina mediante el ensayo de templabilidad Jominy. En la **figura 3** se puede observar la diferencia de templabilidad entre dos aceros con un mismo contenido de carbono (C = 0,27%); un acero con boro y el otro acero sin boro. El aumento de templabilidad que los aceros con boro aportan, es más efectivo en distancias Jominy comprendidas entre 5 y 15 mm. Tales distancias corresponden al centro –*núcleo*– de redondos templados en aceite, y cuyos diámetros equivalentes son 15 y 50 mm. respectivamente.

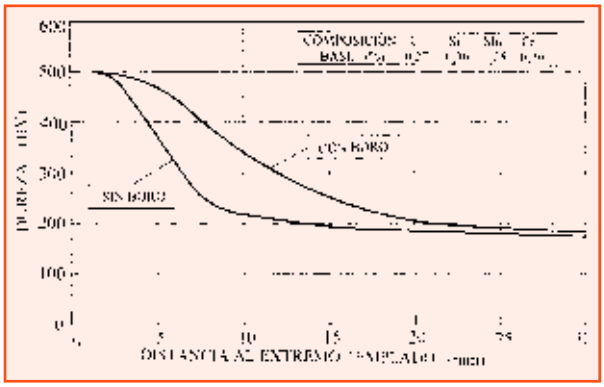


Figura N° 3. Influencia de la adición de boro sobre la curva de templabilidad Jominy.

Es evidente que la dureza de la superficie del material no se ve afectada por los contenidos de boro; ya que depende, únicamente, del porcentaje de carbono. Para grandes distancias Jominy el efecto templante es muy poco significativo; esto explica que enfriamientos lentos de tales materiales, al aire o dentro del horno –*normalizado* y/o *recocido*–, no se aprecian sensibles diferencias de dureza y resistencia mecánica comparándolos con los mismos aceros base sin boro.

El efecto templante del boro se puede expresar de forma cuantitativa mediante el factor boro ($\mathbf{B_f}$); factor que se puede definir como la relación entre los diámetros críticos de un acero con boro ($\mathbf{DI_b}$) y su correspondiente acero sin boro (**DI**):

$$\mathbf{B_f} = \frac{\mathbf{DI_b}\ \text{(con boro)}}{\mathbf{DI}\ \text{(sin boro)}}$$

El diámetro crítico del acero con boro ($\mathbf{DI_b}$) se calcula a partir de su curva Jominy correspondiente. El diámetro crítico del acero sin boro (**DI**) se calcula a partir de su composición química –*cálculo teórico según* Grossmann–: diámetro para el cual se obtiene, como mínimo, un 50% de martensita en el núcleo del redondo templado.

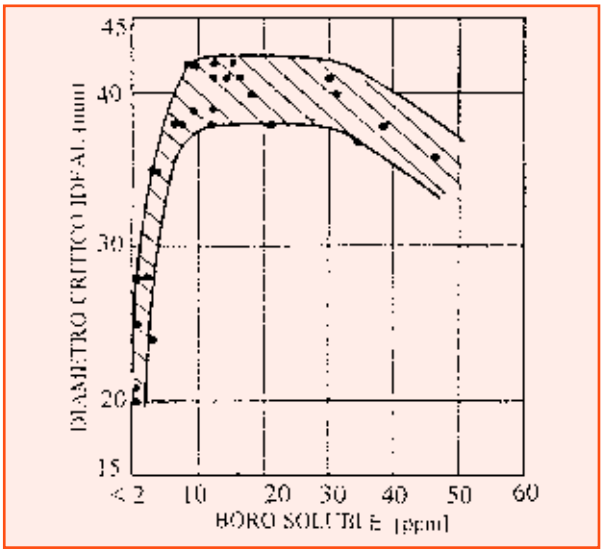


Figura N° 4. Influencia del contenido de boro soluble sobre la templabilidad y diámetro crítico ideal.

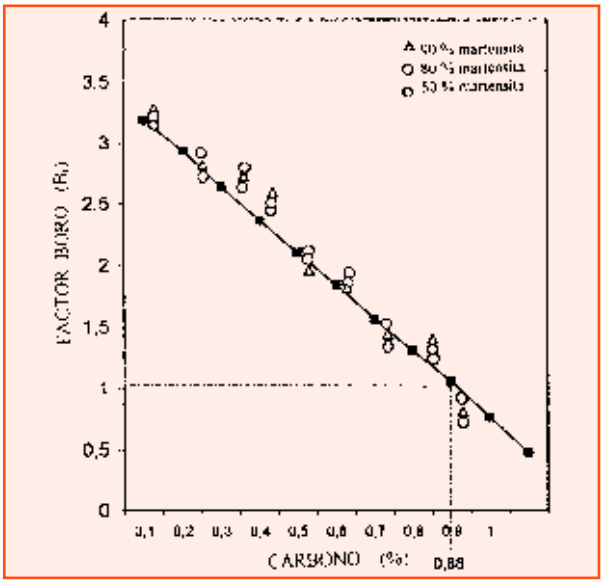


Figura N° 5. Relación entre el contenido de carbono y el factor boro (B).

Abundando sobre la templabilidad del acero según su contenido de boro, en la **figura 4** se representa la influencia que tiene el boro sobre la templabilidad y el diámetro crítico ideal. En la literatura correspondiente a los aceros al boro hay gran cantidad de fórmulas teóricas que estudian esta evolución, siendo una de las más representativas ésta que indicamos a continuación: $\mathbf{B_f = 1 + 1{,}5\ (0{,}90 - \%C)}$. Para contenidos de carbono próximos al 0,35% (C ≤ 0,35%) el factor boro está muy próximo a dos ($\mathbf{B_f \cong 2}$), y para contenidos en carbono del orden de 0,90% (C ≅ 0,90%) el efecto endurecedor del boro es, prácticamente, nulo: $\mathbf{B_f = 1}$; **figura 5**. El factor boro va disminuyendo a medida que aumenta el contenido de carbono; y por consiguiente la templabilidad a su vez, también, va disminuyendo. El factor boro también disminuye a medida que aumenta el contenido de aleación.

Acero		Composición química de los aceros al BORO. Análisis de colada							
Designación EN simbólica	Designación EN numérica	C %	Si ≤ %	Mn %	S %Máx	P %Máx	Cr %	Mo %	B p.p.m.
17B2	1.5502	0,15 0.20	0.30	0,60 0.90	0.025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
23B2	1.5508	0,20 : 0,25	0,30	0,60 : 0,90	0,025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
28B2	1.5510	0.25 : 0.30	0.30	0.60 : 0.90	0.025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
33B2	1.5514	0.30 0.35	0.30	0.60 0.90	0.025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
38B2	1.5515	0,35 0.40	0.30	0,60 0.90	0.025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
17MnB4	1.5520	0,15 : 0,20	0,30	0,90 1,20	0.025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
20MnB4	1.5525	0,18 0.23	0.30	0,90 1.20	0.025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
23MnB4	1.5535	0.20 : 0,25	0,30	0,90 : 1,20	0,025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
27MnB4	1.5536	0.25 : 0.30	0.30	0.90 : 120	0.025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
30MnB4	1.5526	0,27 : 0,32	0,30	0,80 1,10	0.025	0.025	≤ 0,30		8 : 50
36MnB4	1.5537	0.33 : 0,38	0,30	0.80 1.10	0.025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
37MnB5	1.5538	0.35 : 0.40	0.30	1.15 : 1.45	0.025	0.025	≤ 0.30		8 : 50
30MoB1	1.5408	0.28 0.32	0.30	0.80 1.00	0.025	0.025	≤ 0,30	0,08 : 0,12	8 : 50
32CrB4*	1.7076	0.30 0.34	0.30	0.60 0.90	0.025	0.025	0.90 1,2		8 : 50
36CrB4*	1.7077	0,34 : 0,38	0,30	0,70 1,00	0.025	0.025	0,90 : 1,2		8 : 50
31CrMoB2-1	1.7272	0.28 : 0.33	0.30	0.90 1.20	0.025	0.025	0.4 : 0.55	0.10 : 0.15	8 : 50

*Aceros altos en cromo (Cr 1%)

Tabla I. Composición química de los aceros al BORO para deformación en frío (EN 10263-4/2001).

Acero Designación EN simbólica	Temperatura de temple °C	Dureza de núcleo para una estructura aprox. del 80% de martensita	Diámetro máximo aproximado [mm] Agua	Aceite
20MnB5	900 ÷ 920	34 HRC	32	25
30MnB5	880 ÷ 890	40 HRC	38	30
38MnB5	850 ÷ 860	45 HRC	40	32
27MnCrB5-2	860 ÷ 870	38 HRC	52	43
33MnCrB5-2	890 ÷ 900	42 HRC	55	45
39MnCrB5-2	870 ÷ 880	45 HRC	95	80

Tabla II. Valores indicativos del diámetro máximo para una determinada estructura y dureza mínima de núcleo en HRC, de después del temple en agua y en aceite. Tiempo aproximado de austenización = 30 minutos [EN 10083-3/1995].

4. Condiciones de suministro y composición de los aceros al boro para tornillería

Las condiciones de suministro y composición química de los principales aceros al boro están, en un principio, reflejadas en la euronorrma **EN 10083-3/1995** y posteriormente revisada y actualizada en la norma **UNE-EN 10263-4/2001**; **tabla I.**

Para cada acero, a parte de las condiciones técnicas de suministro superficiales la norma establece también: composición química, banda de templabilidad Jominy, diámetros máximos para una dureza mínima admitida de núcleo después del temple en aceite o en agua, etc; **tabla II**.

Tales normas sintetizan, a nuestro juicio, la actual tendencia a nivel global con referencia a los aceros al boro empleados en la fabricación, mediante forja y estampación en frío, de piezas de resistencia media y alta, una vez han sido bonificadas. Aceros todos ellos que tienen una templabilidad compatible con una amplia gama de resistencias y diámetros equivalente siendo, particularmente, aptos para la fabricación de tornillos de media y alta resistencia: calidades **8.8** y **10.9**.

SolNit®: Un proceso termoquímico de endurecimiento superficial económico para los aceros inoxidables

Por Bernd Edenhofer y Marcos García Jiménez. Ipsen International GmbH, Kleve/D

1. Fundamentos

Dentro del rango de temperaturas situado entre 500 y 1.000 °C no es posible realizar una carburización y nitruración de aceros inoxidables sin una pérdida considerable de resistencia a la corrosión. La causa de ello es la solubilidad extremadamente baja del nitrógeno y el carbono en estos aceros en el rango de temperatura mencionado, lo que provoca una precipitación de carburos y nitruros de cromo que destruye la capa pasiva de óxido de cromo.

Una carburización en el rango de 800 a 1.150 °C lleva a la formación de carburos del tipo $Cr_{23}C_6$ o Cr_7C_3. La nitruración entre 480 y 900 °C produce nitruros del tipo CrN y Cr_2N.

Una posibilidad de evitar la formación de precipitados de carburo y nitruro de cromo es reducir la temperatura de carburización o nitruración hasta valores que no permitan la formación de los mismos. Este es el caso del rango de temperaturas situado entre 350 y 400 °C. Los procesos de Kolsterising[1] y Nivox[2] hacen uso de este rango de temperaturas produciendo en tiempos de 30 a 60 horas capas de cementación con una profundidad de 10 a 30 µm.

La producción de capas endurecidas mucho más profundas sólo ha sido posible gracias al desarrollo de un nuevo método para los procesos de nitruración de solubilidad llamado SolNit®. La teoría en que se basa y sus fundamentos tanto metalúrgicos como de proceso han sido desarrollados por el profesor H. Berns y sus compañeros de la Universidad de Bochum (Alemania)[3]. La parte del trabajo realizada por IPSEN INTERNATIONAL GmbH ha sido la adaptación de esta técnica a una escala mayor para su aplicación industrial[4]. Este proceso hace empleo de la característica de los aceros de alta aleación con un contenido especialmente alto en cromo, manganeso y molibdeno de presentar un incremento de la solubilidad del nitrógeno en el rango de temperaturas superiores a 1.050 °C. La fig. 1 representa la influencia del contenido en cromo en la solubilidad del carbono y el nitrógeno para una temperatura de 1.100 °C[4].

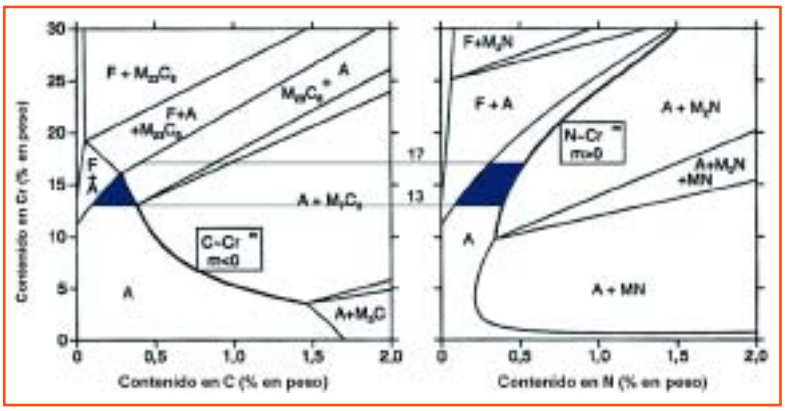


Fig. 1. Influencia del contenido en cromo sobre la solubilidad de C y N en la austenita a 1.100 °C[4].

2. Tecnología de proceso

La tecnología de proceso del método SolNit® de nitruración de solubilidad es comparativamente sencilla.

Como gas de proceso no se utiliza el habitual amoniaco gaseoso, sino el nitrógeno. El nitrógeno se utiliza habitualmente como atmósfera protectora sin capacidad de nitruración. Pero a temperaturas superiores a 1.050 °C la molécula del nitrógeno, tan estable en otras condiciones, se disocia sobre la superficie del metal para formar nitrógeno atómico. A pesar de la capa pasiva de óxido de cromo que presenta la superficie de los aceros inoxidables, el nitrógeno atómico disociado es capaz de penetrar en la superficie para producir una nitrogenación del acero.

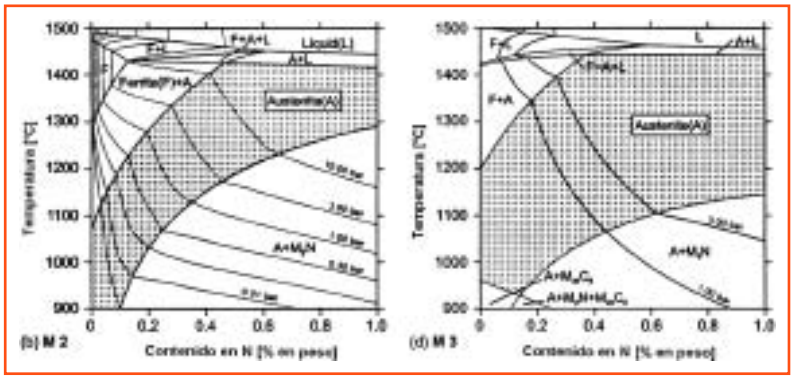


Fig. 2. Ejemplo de diagramas de equilibrio de 2 aceros inoxidables[3].

El contenido en nitrógeno obtenido depende de los tres factores siguientes:

— Nivel de aleación del acero inoxidable.
— Temperatura de nitruración.
— Presión parcial del nitrógeno gaseoso en el horno.

Según la ley de Sievert, el contenido superficial en nitrógeno (N_S) es proporcional a la raíz cuadrada de la presión parcial del nitrógeno gaseoso:

$$N_S \sim \sqrt{P_N}$$

Según la 2ª ley de Ficks, la profundidad de penetración del nitrógeno en el acero, ‰N, es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo de nitruración:

$$\delta_N \sim \sqrt{t}$$

Para obtener la mayor concentración posible de nitrógeno en superficie, es necesario conocer el límite de solubilidad del nitrógeno en la austenita para el acero inoxidable correspondiente y la temperatura de nitruración prevista. Éste se calcula para cada acero inoxidable por medio del programa Thermocalc. En los diagramas de equilibrio de la fig. 2 aparecen representados los límites de solubilidad de dos aceros inoxidables diferentes [3].

Datos de proceso típicos del proceso SolNit® son:

— Temperaturas entre 1.050 y 1.150 °C.
— Presión parcial del nitrógeno entre 0,1 y 2,0 bares.
— Tiempos de difusión entre 15 min. y 4 horas.

Con este rango de datos del proceso se pueden obtener profundidades de la capa endurecida de 0,2 a 2,5 mm. La dureza superficial de aceros inoxidables martensíticos sometidos a este método de nitruración se encuentra entre 54 y 61 HRC. La de aceros austeníticos o dúplex (austenítico-ferríticos) se encuentra dentro del rango de 200 a 350 HV.

Incluso en el caso de que el ciclo de nitruración de solubilidad dure varias horas, el consumo de nitrógeno es prácticamente nulo.

Por tanto, el proceso SolNit® es el único proceso termoquímico en el que los costes del gas de proceso son básicamente nulos, batiendo así a todos los demás procesos de baja presión e incluso de plasma.

Este método consta de dos procesos de nitruración de solubilidad básicos:

— SolNit M (para aceros inoxidables martensíticos).
— SolNit A (para aceros austeníticos y dúplex).

Una etapa importante del proceso SolNit® es la de enfriamiento. Debido a que la solubilidad del nitrógeno en la austenita de los aceros inoxidables disminuye al disminuir la temperatura, el enfriamiento rápido de las piezas debe producirse a una velocidad suficiente para evitar la precipitación de nitruros de cromo. Es por tanto necesario enfriar en aceite o en gas a alta presión. La fig. 3 muestra el ciclo de nitruración de solubilidad básico del método para aceros inoxidables martensíticos. El enfriamiento rápido produce martensita nitrogenada con una elevada proporción de austenita residual. Un

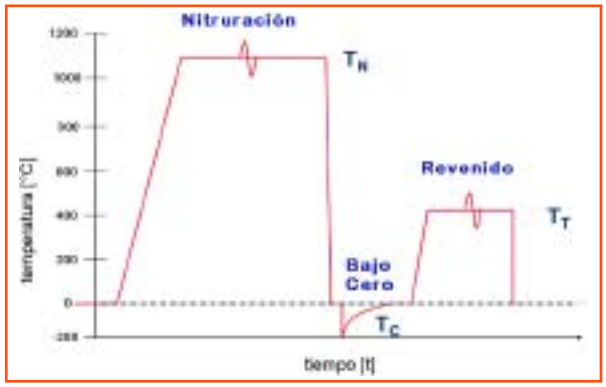


Fig. 3. Ciclo básico del método de nitruración de solubilidad para aceros inoxidables martensíticos.

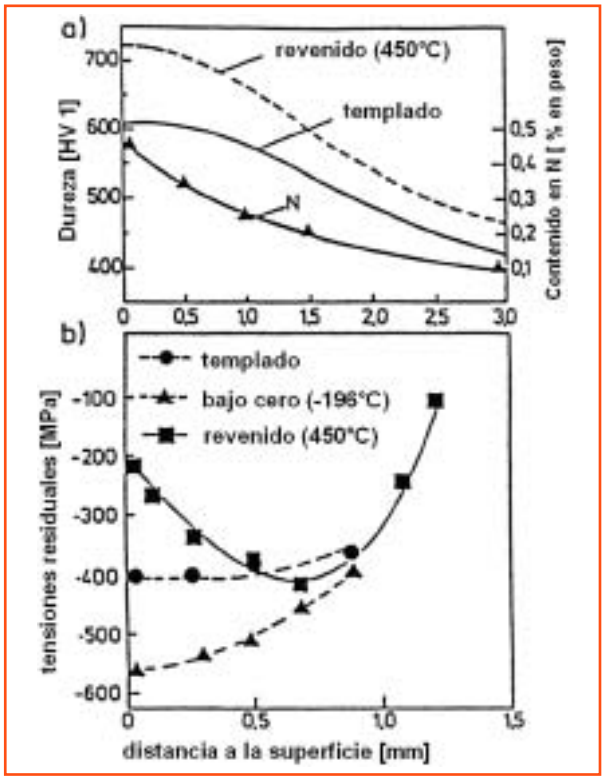


Fig. 4. Curvas de dureza y nivel de nitrógeno, así como de tensiones residuales obtenidas por el método de nitruración de solubilidad para aceros inoxidables martensíticos[3].

tratamiento criogénico y un revenido posteriores a temperaturas de hasta 450 °C contribuyen de forma efectiva a reducir la austenita residual.

Debido a las elevadas temperaturas aplicadas en este método de nitruración de solubilidad, se produce un cierto crecimiento del grano. Si la ductilidad de la capa endurecida de martensita es de vital importancia para ciertas aplicaciones, el crecimiento del grano puede ser eliminado con un doble proceso de templado.

Después del temple, la dureza se acerca a 600 HV y aumenta hasta por encima de 700 HV, alrededor de 60 HRc, después de un tratamiento bajo cero (criogénico) y un revenido a 450 °C (fig. 4)[3].

El proceso SolNit® para aceros austeníticos es más sencillo, constando únicamente de calentamiento, nitruración y enfriamiento.

El crecimiento del grano se da también en los aceros austeníticos pero, en este caso, no se puede mejorar con un proceso térmico. En los aceros bifásicos austenítico-ferríticos (aceros dúplex) no se produce apenas crecimiento del grano.

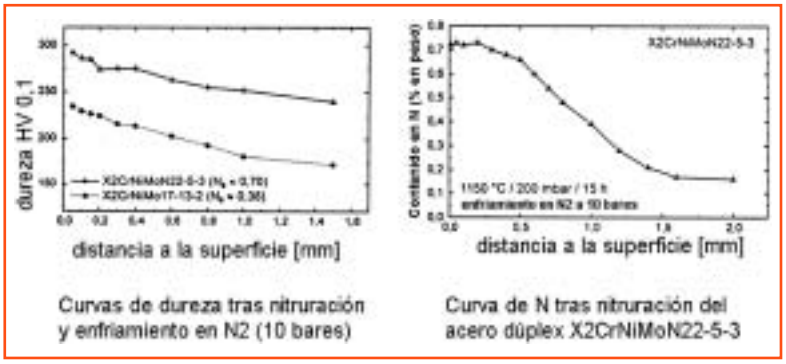


Fig. 5. Curvas de dureza y de nivel de nitrógeno de solubilidad obtenidas al aplicar el método de nitruración a 2 aceros austeníticos y 1 acero dúplex [3].

A pesar de la elevada absorción de nitrógeno en los aceros austeníticos, el aumento de la dureza es relativamente bajo (fig. 5). En cualquier caso, tiene como consecuencia una mejora sorprendente de ciertas propiedades.

3. Mejora de las propiedades

En aceros austeníticos y austenítico-ferríticos la elevada concentración superficial de nitrógeno, que puede alcanzar hasta 0,9 % en peso, puede producir.

— Un aumento considerable de la resistencia a la corrosión.
— Un reducido coeficiente de fricción.
— Una menor corrosión por fricción de las piezas tratadas.

La mayor resistencia de la capa superficial producida por el incremento de la dureza en 50 a 150 HV conlleva una mayor resistencia:

— Al desgaste,
— A la cavitación y
— A la erosión.

Esto se ha comprobado especialmente en componentes de máquinas hidráulicas.

En los aceros inoxidables martensíticos, el aumento del contenido superficial en nitrógeno (sin precipitados ricos en cromo) también produce una mayor resistencia a la corrosión. El multiple incremento de la resistencia superficial debido a la formación de martensita nitrogenada produce:

— Una dureza superficial considerablemente mayor,
— Una gran mejora de la resistencia a la corrosión,
— Tensiones de compresión en la capa superficial,
— Un incremento de la resistencia a la fatiga,
— Un gran aumento de la resistencia ante la cavitación y la erosión,
— Un pronunciado aumento de la resistencia al calor.

Esta mejora de las propiedades superficiales genera un amplio rango de aplicaciones para los aceros inoxidables martensíticos sometidos a tratamiento por el proceso SolNit-M en componentes de cajas de engranajes, máquinas textiles, herramientas y máquinas para el procesado de alimentos y muchos más.

El tratamiento SolNit incrementa la resistencia a la corrosión tanto de los aceros inoxidables martensíticos como de los aceros inoxidables austeníticos. La difusión de átomos de nitrógeno en la capa pasiva de óxido de cromo aumenta la estabilidad de la misma. Esto reduce considerablemente la densidad de corriente pasiva en ácido sulfúrico y la resistencia de los aceros inoxidables martensíticos en ensayos de niebla salina y de agua marina. Los aceros austeníticos sometidos al tratamiento SolNit A muestran una resistencia especialmente elevada al ataque del medio sulfúrico.

4. Tecnología de la instalación

La elevada temperatura, superior a 1.050 °C, del proceso SolNit® y una presión parcial del nitrógeno que puede descender hasta 0,1 bar exigen el empleo de un horno de vacío. Los hornos de vacío de pared fría con cámara caliente de grafito son la mejor opción. Estos están especialmente adaptados para superar los problemas de pasivación relacionados con los aceros inoxidables[4].

Gracias a la tecnología de enfriamiento con gas alta presión, en el horno de vacío también se puede realizar directamente el enfriamiento de los componentes sometidos al tratamiento SolNit®, sin que sea necesario mover la carga. En este proceso se utilizan hornos de vacío de una sola cámara con sistemas de enfriamiento por gas a alta presión del tipo TurboTreater® y Turbo2Treater (fig. 6), así como del tipo VUTK.

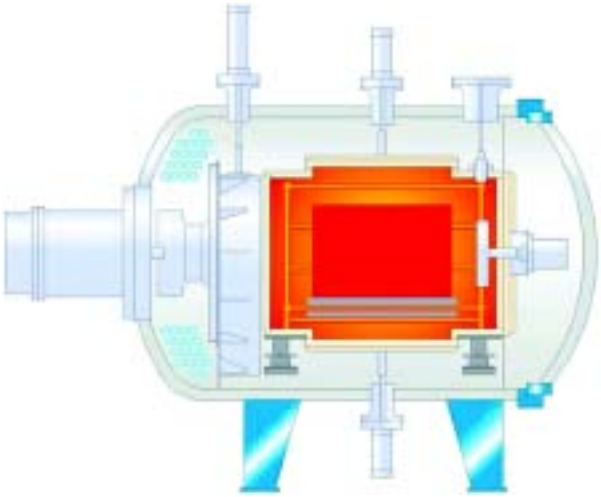


Fig. 6. Esquema de horno de vacío de una sola cámara Turbo² Treater® con sistema de enfriamiento por gas a alta presión.

5. Aplicaciones

Los aceros inoxidables se usan fundamentalmente en:

— la industria química,
— la industria textil,
— la industria alimentaria,
— la construcción de maquinaria,
— la arquitectura,
— los aparatos de uso doméstico y
— la medicina.

Dentro de estos campos, los siguientes componentes han mostrado un excelente comportamiento después haber sido sometidos al tratamiento SolNit®:

— Herramientas de máquinas para el procesado de plásticos
— Componentes de cajas de engranajes
— Rodamientos de turborreactores

— Bombas, válvulas de máquinas hidráulicas
— Instrumentos quirúrgicos
— Cuchillería
— Implantes
— Accesorios de instalaciones de agua
— Membranas

De esta gran variedad de aplicaciones se presentan a continuación tres usos industriales del proceso SolNit® en la actualidad[5].

La fig. 7 muestra ruedas dentadas de diámetro 130 mm y módulo 2,5 producidas a partir del material X15Cr13. El tratamiento SolNit M a 1.100 °C con un tiempo de nitruración de 60 min. produce una profundidad de la capa de nitruración de 0,6 mm. Después de un tratamiento criogénico a –40 °C y un templado posterior a 150 °C, la dureza superficial alcanza valores de 50 HRC con una dureza del núcleo de 46 HRC.

La fig. 8 muestra boquillas de inyección fabricadas con el material X14CrMoS17. Éstas fueron tratadas a 1.15 0 °C, sometidas a un tratamiento bajo cero a –80 °C y a un revenido a 150 °C. Su dureza es de 655 HV10 y la profundidad de la capa de nitruración es de unos 0,7 mm. La uniformidad del efecto de nitruración que produce el proceso SolNit queda muy bien documentado con esta pieza, como muestra el resultado de la producción de lotes completos de la misma. Los orificios de inyección de estas boquillas tienen un diámetro de tan solo 0,3 mm. A pesar de ello, toda la superficie de las mismas muestra una nitruración de profundidad extremadamente uniforme, incluyendo los orificios de inyección de reducido tamaño.

Fig. 7. Lote de ruedas dentadas de X15Cr13 sometidas al método de nitruración de solubilidad[5].

Fig. 8. Boquillas de inyección de X14CrMoS17 sometidas al método de nitruración de solubilidad[5].

La fig. 9 muestra membranas de regulación fabricadas en acero austenítico DIN 1.4435 utilizadas en válvulas de máquinas para el procesado de alimentos. Se solían fabricar con un tratamiento de recocido y revestimiento de cromo, pero su vida útil no era satisfactoria. Con un tratamiento SolNit A se incrementó la vida útil de estas piezas considerablemente. Un tratamiento de 2,5 horas a 1.100 °C produce una dureza superficial de aproximadamente 230 HV y una dureza del núcleo de 150 HV. La profundidad de la capa de nitruración es de unos 0,8 mm.

6. Conclusiones

A altas temperaturas, el nuevo método de nitruración de solubilidad para aceros inoxidables produce un alto contenido en nitrógeno de la capa superficial. También es el primer proceso capaz de producir en los aceros

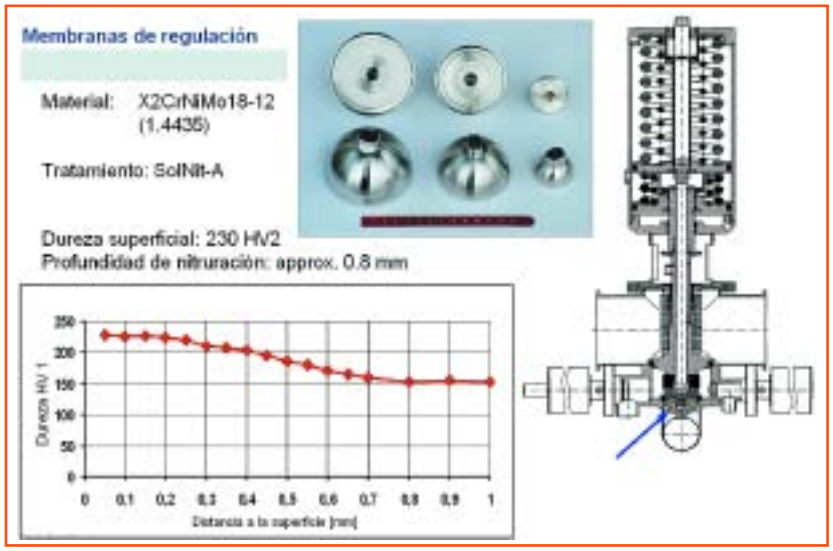


Fig. 9. Membranas de regulación de AISI317 después de ser sometidas al método de nitruración de solubilidad[5].

inoxidables un endurecimiento superficial con profundidades de hasta 2,5 mm.

Según el tipo de acero inoxidable, se utilizan dos tecnologías de proceso diferentes. Para los aceros austeníticos o semiausteníticos (dúplex) el proceso consta únicamente de nitruración y enfriamiento brusco, mientras que para los aceros inoxidables martensíticos consta además de un tratamiento bajo cero y de un revenido.

Al crearse una capa superficial enriquecida en nitrógeno de mayor dureza y tensiones residuales más altas, aumenta la resistencia al desgaste y la capacidad de carga, pero también la resistencia a la cavitación, a la erosión y a la corrosión.

El método de nitruración de solubilidad requiere hornos de vacío limpios y herméticos. No es un proceso tóxico ni explosivo y trabaja con un caudal nulo de gas de proceso, con lo cual no produce desechos.

Se trata de un nuevo proceso que amplía el campo de aplicación de los aceros inoxidables mejorando notablemente el comportamiento de los componentes fabricados a partir de ellos.

7. Referencias

[1] Kolster, B.: Low temperature case hardening process, US Patent 6,461,488, 10-08-2002 (Inglés).

[2] Lebrun, J.P., Poirier, L.: Soluciones para mejorar la dureza superficial de aceros inoxidables sin pérdida de resistencia a la corrosión. ATTS Congress, París, Junio de 2002. (Francés).

[3] Berns, H., Siebert, S.: Formación alta de nitrógeno en los aceros inoxidables, HTM 49(1994) 2, 123 – 129. (Alemán).

[4] Berns, H., Juse, R.L., Bouwman, J.W., Edenhofer, B.: Solution nitriding of stainless steels – a new thermo-chemical heat treatment process. Heat Treatment of Metals 2000.2, 39 – 45.

[5] Zaugg, R. et al.: Progress in nitrogen case hardening of stainless steels with the SolNit®-process. HTM 60 (2005) 1, 6 – 11 (Alemán).

SE BUSCA

"Franceses que viven en Canadá con intención de establecerse en España están buscando informaciones (direcciones y sitio Internet) sobre empresas fabricantes de moldes de precisión en acero en toda España. Por favor, envíenos los detalles de ellos a la siguiente dirección: elena59@contactnet.
De antemano, muchas gracias por su respuesta."

SE BUSCA

SIFCO APPLIED SURFACE CONCEPTS,
líder mundial del metalizado electro-químico con brocha, busca un distribuidor en España de nuestros métodos de electrolizado selectivo.
Pueden Vds. tomar contacto con nosotros:
E-mail: sifcoasc@sifcoasc.fr

SE BUSCA DISTRIBUIDOR

PARA GENERADORES
DE OXÍGENO A PARTIR DEL AIRE
PARA SOLDAR EN LA MISMA
PLANTA/TALLER
(TAMBIÉN PUEDE LLENARSE
CILINDROS DE ALTA PRESIÓN)

TEL: 93 205 0012

MAIL: info@puncernau.net

SE BUSCA

Arena Negra para Moldear Aluminio.
Arena fina que parece arena de Mar, añaden alguna sustancia química que la hace negra y cuando la secas se queda dura.

Móvil: 660 747 427
canterera@gmail.com

Se Vende Máquina de colado en vacío MCP 4/01 de 2ª mano junto con Estufa VGO 200

Contacto:
mabar@mabar.es

DIMENSIONES EXTERNAS:
Alto 799, largo 1.034, ancho 745 mm.
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA:
220 V- 50 Hz – Monofásica
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN:
1,95 kW
REGULACIÓN DE TEMPERATURA:
hasta 300 °C

Periodista experta en comunicación corporativa y gabinetes de prensa, especializada en I+D y materiales, en las áreas de Fundición, Energía y Medio Ambiente, Salud, automoción y aeroespacial, se ofrece para colaborar en modalidad freelance o contrato.

Tel. 696 165 388 (mcjuncal@yahoo.es)

BUSCAMOS

Informático que sepa utilizar un programa ERP, Active Directory, Terminal Server. Conocer la actividad del tratamiento de superficie. Saber administrar un servidor.

Realmente buscamos a una persona capaz de administrar un puesto de distribuidor en Barcelona. Tendrá que viajar a Asia, Valencia, Bilbao y Francia (por lo menos 1 ó 2 veces por mes para concretar su negocio en España).

Remuneración: sueldo + comisión sobre el margen comercial.

Sociedad DATAXIOME – telf.: +33 (0)1 48 18 18 10 - Yann BARILE (+33(0)6 42 53 22 03 – yann.barile@protectiondesmetaux.com) o Charles GREGOIRE (+33(0)6 80 33 30 37 – charles.gregoire@protectiondesmetaux.com)

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

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

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

visite nuestra web
www.ceramifrac.es
Tubos y rodillos cerámicos

FUNDI Press
MOLD Press
Visite nuestra nueva Web
www.pedeca.es
SURFAS Press
TRATER Press

SE VENDE HORNO DE FOSA
"NUEVO A ESTRENAR"
Características:
- Calentamiento eléctrico (250 kW).
- Dimensiones 1.750 mm ancho x 2.500 mm largo x 2.500 mm alto.
- Temperatura trabajo 750 °C máx.
- Sistema de recirculación interna.
Teléfono de Contacto: 650 714 800

MOLD Press
TRATER Press
Soluciones
insertec

APLITEC
CODERE SA
BOUTTE
ECONOX
RD
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L.

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

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-FLEXINOX, S.A.

TALLERES DE PLENCIA, S.L.
HORNOS INDUSTRIALES
www.hornos-tp.com

ROLLED ALLOYS
Rolled Alloys
can handle the heat
Chapa • Tubo • Barra
Varilla • Metal Expandido
Material de Aportancion (Soldadura)
Plasma • Laser • Sierra
Cizalla • Chorro de Agua
Tel: 94 - 657 33 80 | Fax: 94 - 656 51 69
comercial@rolledalloys.es | www.rolledalloys.es

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

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

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

EUCON

- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS.
- ANALIZADORES DE GASES.
- SONDAS DE OXÍGENO PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTIÓN.
- MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURAS EN HORNOS.
- GENERADORES DE NITRÓGENO GASLAB.
- HORNOS: ELTERMA PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y NITREX PARA NITRURACIÓN.

Parque Empresarial Villapark – Av. Quitapesares, 8 nave 8
Apartado 46 - 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Tel.: 916 165 814 - Fax: 916 165 783
E-mail: eucon@grupoeucon.com - www.grupoeucon.com

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

- Granalladoras de turbina
- Equipos de chorreado
- Lavadoras y túneles de lavado

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

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

Interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.
Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos
Pi. Sangróniz, Ibaiene 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

- Gran disponibilidad de modelos.
- Alto variedad de calidades.
- Piezas a medida según plano.
- Tubos radiantes.
- Rodillos.
- Parrillas.
- Cestones/cadenas.
- Muflas/Potes de recocido.
- Recuperadores.

Tecymat Aceros, S.L.
SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

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

METALOGRÁFICA DE LEVANTE S.A.
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

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

S. A. METALOGRAFICA
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS	CAPACIDADES MÁXIMAS
TT VACÍO DE MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN NITRURACIÓN NITROVAC-S® NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE TENFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE TT ACERO RÁPIDO HIPERTEMPLE BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO DUR-BRILL®: MOLDEADO DURO OXY-VAPOR®: TT ANTICORROSIVO NORYT®: PAVONADO DURO ANÁLISIS DE MATERIALES ASESORAMIENTO METALÚRGICO DURPLAN®: TEMPLE PIEZAS PLANAS	TEMPLE EN VACÍO: ø 1500 x 2000 mm (Masas hasta 2000 Kg) NITRURACIÓN Y NITROCARBURACIÓN: ø 1000 x 1500 mm CEMENTACIÓN, CARBONITRURACIÓN, BONIFICADOS: 1000 x 1000 x 700 mm (Piezas hasta 2000 Kg) TEMPLE EN PRENSA: Piezas hasta 5000 m/m

CENTRAL
Polig. Ind. POLIZUR - Naves 4, 5 y 6
08290 CERDANYOLA (Barcelona)
93 580 53 53 FAX 93 580 29 61

DURPLAN®
C/ Turó de l'Home, 2
08400 GRANOLLERS
93 861 60 77 FAX 93 861 60 78

COMERCIAL SATEC

PINTURAS PROTECTORAS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS "CONDURSAL"

ACEITES RÁPIDOS DE TEMPLE "DURIXOL"

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

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

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

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

- Laboratorio de ensayo de materiales : an lisis qu micos, ensayos mec nicos, metalogr ficos de materiales met licos y sus uniones soldadas.
- Soluci n a problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes met licos en producci n o servicio : calidad de suministro, transformaci n, conformado, tratamientos t rmico, termoqu mico, galv nico, uniones soldadas etc.
- Puesta a punto de equipos autom ticos de soldadura y rob tica, y temple superficial por inducci n de aceros.
- Cursos de fundici n inyectada de aluminio y zamak con pr ctica real de trabajo en la empresa.

testo 350 XL

Instrumentos y sondas de medición portátiles y electrónicos, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Presión
- Analizadores de productos de la combustión
- Medidor calidad aceite de cocinar
- Emisiones
- Calidad del aire interior (CO_2)
- Análisis de agua
- Luz/Sonido
- rpm

Instrumentos testo S.A. - Zona Industrial c/B nº 2 - 08348 Cabrils (Barcelona)
Tel: 93 753 95 20 - Fax: 93 753 95 26 - www.testo.es - info@testo.es

Termopares especiales
calibraciones ENAC
automatización de procesos
Reguladores
Video-Registradores
pirometro infrarrojo
calibración hornos de vacío
experiencia
desde -200 a 2400°C
Termopares
Suministro y Calibración Industrial s.l.
www.sciempresa.com
sondas pt-100
instrumentación
servicio técnico
calibración insitu
calibración TUS
cámara termografica
todo en temperatura
indicadores
consultoría AMS-2750-D
calibración SAT
expertos en normativa aeronáutica
Ribera de Axpe,11 d2,1,203,48950 Erandio tel.944765270 sci@sciempresa.com

TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN ATMÓSFERA CONTROLADA
CEMENTACIÓN, CARBONITRURACIÓN, TEMPLE Y REVENIDO
TRATAMIENTOS EN VACÍO PARA UTILLAJES
TEMPLE, HIPERTEMPLE ACEROS INOXIDABLES
RECOCIDO BRILLANTE, ENVEJECIMIENTO, REVENIDOS, NITRURACIÓN Y NITROCARBURACIÓN (ALLNIT)
tte tratamientos térmicos especiales
CENTRAL
DELEGACIÓN COMUNIDAD DE VALENCIA
www.tte.es

Ipsen
Solución total con un único proveedor

PROGRAMA DE FABRICACIÓN:

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

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

HORNOS ALFERIEFF
contabiliza la construcción de más de 1100 hornos, por ello, contamos hoy con una renombrada experiencia en el campo de los hornos industriales.
HEA
HORNOS ALFERIEFF
VISITE NUESTRA NUEVA www.alferieff.com
C/Doctor Marañon, 11 - 28220 Majadahonda (Madrid)
Tel: +34 91 639 69 11 - Fax: +34 91 639 48 18 - Email: hornos@alferieff.com

INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA . . . 46
ACEMSA 47
AFE CRONITE 11
APLITEC 45
ARROLA . . . . . PORTADA
BAUTERMIC 13
BMI 45
CERAMIFRAC 44
COMERCIAL SATEC 47
CUMBRE INDUSTRIAL 5
ENTESIS 44
EUCON 23
FISCHER INSTRUMENTS 44
FLEXINOX 45
HERAEUS 21
HORNOS ALFERIEFF . . . . . Contraportada 4
HORNOS DEL VALLÉS 45
HORNOS DEL VALLÉS 19
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 23
INTERBIL 3
IPSEN 47
LIBRO TRATAMIENTOS TÉRMICOS 27
MATIC . . . . . Contraportada 2
METALOGRÁFICA DE LEVANTE . 46
MOLDEXPO 7
MTC 25
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
ROLLED ALLOYS 45
S.A. METALOGRÁFICA 46
SPECTRO 44
STANGE 21
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47
TALLERES DE PLENCIA 17
TECNYMAT 15
TEY 45
TRATAMIENTOS TÉRMICOS ESPECIALES 47

Próximo número

JUNIO

Nº especial MOLDEXPO (Feria de Zaragoza).

Gases especiales. Elementos y útiles para hornos. Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua. Sales. Utillajes. Recambios.