Potencia eficiente: el nuevo Turbo² Treater.

El nuevo Turbo² Treater de Ipsen es el mayor exponente de los nuevos niveles de eficiencia que ofrece el temple al vacío. También en su empresa puede suponer una reducción significativa de los costes gracias a su bajo consumo energético, a su potencia de enfriamiento máxima y a una uniformidad modélica en los resultados del tratamiento.

Ya su predecesor fue uno de los mejores hornos de vacío que se han construído nunca. Pero también el Turbo² Treater tiene madera de clásico.

Numerosos factores, como el patentado arranque «Low Currente Power» o una circulación optimizada del gas, hacen de él una nueva referencia para los equipos de temple al vacío. En resumen: un gran avance global gracias a numerosos avances localizados. Estaremos encantados de informarle sobre ellos en detalle en una entrevista personal.

Si desea ponerse en contacto con nosotros:
Ipsen International GmbH
Flutstraße 78
D-47533 Kleve
Teléfono 0049-2821-804-518
www.ipsen.de

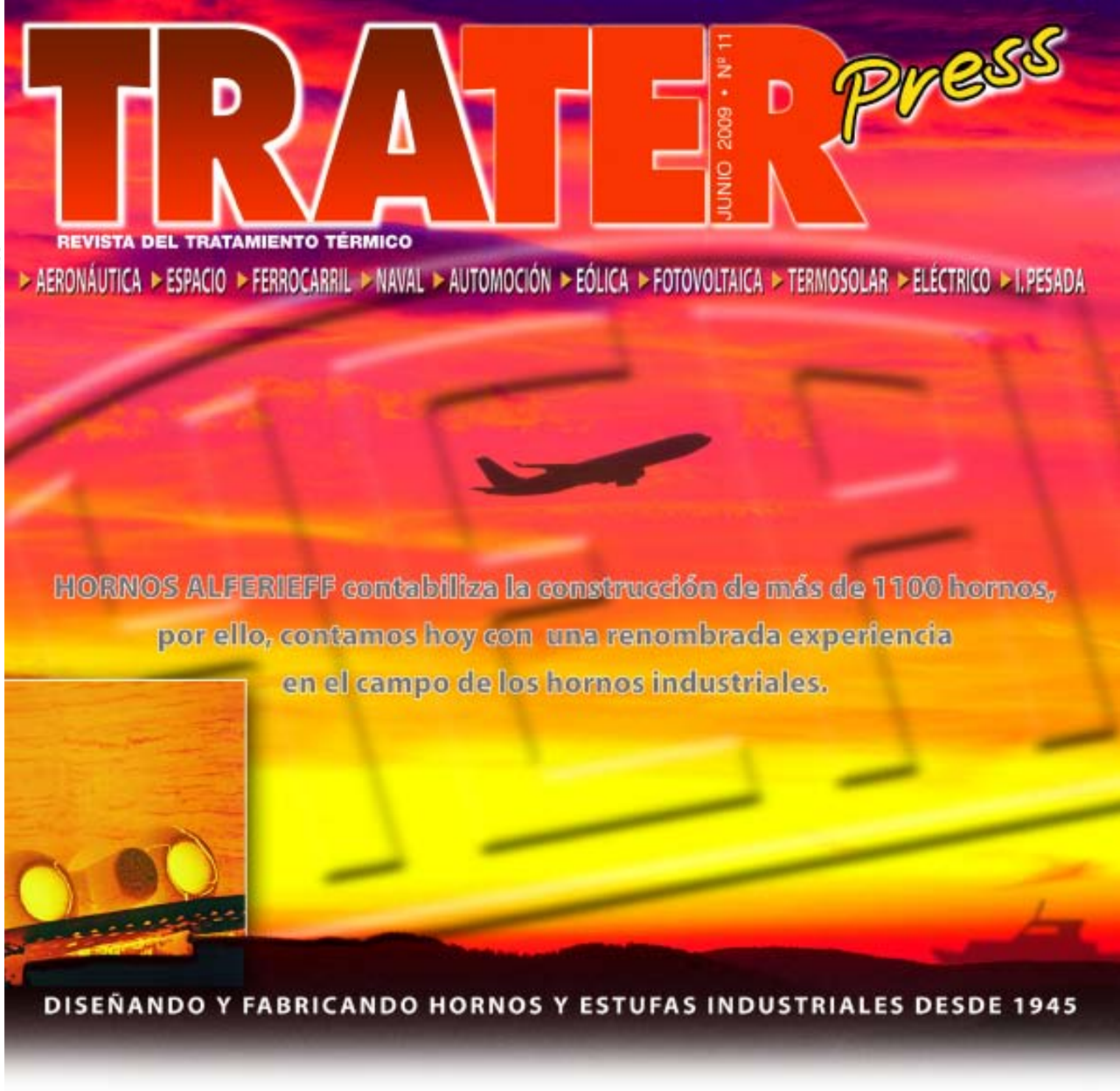
Ipsen

TRATER Press

JUNIO 2009 • Nº 11

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

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



confíe la consecución de su proyecto con nosotros.

HORNOS ALFERIEFF® HEA

Avda. Reyes Católicos, 2- 1ºB · 28220 Majadahonda (Madrid) · Tel: +34 91 639 69 11 · Fax: +34 91 639 48 18 · Email: hornos@alferieff.com
www.alferieff.com

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 Press

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

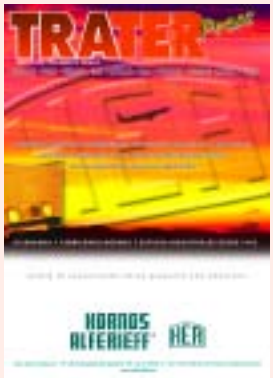
90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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



HEA es el logo de HORNOS ALFERIEFF, Marca Registrada de la ingeniería dedicada desde 1945 al diseño y construcción de Hornos Industriales y Estufas Industriales e Instalaciones Térmicas llave en mano.
En la larga trayectoria se han construido más de 1.000 instalaciones únicas, en España, Europa y América.
Los sectores principales son: Aeronáutica, Naval, Defensa, Tratamientos Térmicos, Fabricantes de Máquinas Eléctricas, Industria Pesada.
En estos momentos afronta un proyecto de expansión.
Visite nuestra NUEVA WEB: www.alferieff.com

HEA is the logo of HORNOS ALFERIEFF, trade mark of the engineering company designing and manufacturing Industrial Furnaces and Ovens, and specialized in INDUSTRIAL HEATING.
More than 1.000 unique units have been manufactured in the long company life in Spain and also in Europe and America.
Our customers are in Aeronautic, Naval and Defence Industries, Heat Treatment, Manufacturers of Electrical Machinery, Heavy Industry.
The company is developping an expansion project.
Visit our new website: www.alferieff.com

Sumario • Junio 2009 - Nº 11

Editorial 2

Noticias 4

Emerson presenta la válvula Control-DiskTM • Termómetros en línea SYSTEM 4 de alta precisión • Garantice la precisión de sus mediciones de temperatura • Cámara GigeVision Monocromo • III Curso de FRX con SPECTRAplus • Jornadas Técnicas OERLIKON LEYBOLD VACUUM • Aula Aeronáutica • AZTERLAN recibe la consideración de Centro Sectorial de Investigación en Metalurgia • HORNOS ALFERIEFF se traslada • La Cumbre Industrial se aplaza a 2011.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 12
- Nuevo Sensor de Zafiro Rosemount 14
- Revisión de la directiva marco de residuos de la UE - *Por Confemetal* 16
- Abgam inaugura sede en Pamplona y Zaragoza 18
- Nuevo Sistema Xpectia FZ3: "La visión más avanzada, ahora mucho más irresistible" 19
- Hannover Industrie Messe, sorprendentes sensaciones positivas - *Por Aitor Guerra, FUNDIGEX* 21
- Mantenimiento de ABB con Comercial de la Forja (Comforsa) 24
- Ahorro de gas en la industria, un ajuste óptimo del quemador aumenta la rentabilidad - *Por Christian Schare* 27
- Estudio del efecto de tratamientos dúplex temple laser + PVD en aceros de herramientas - *Por J. Yagüe, R. Rodríguez, J. A. García, A. Bustillo, F. Garciandía y F. Zubiri* 31
- Soldadura fuerte al vacío, una verdadera pericia - *Por APLITEC, S.L.* 36
- Estabilidad dimensional de los aceros para calibres - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz* (†) 38

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

¡SEGUIMOS ADELANTE, YA QUEDA MENOS!

Cada día que pasa tenemos por seguro que el final del túnel está más cerca.

La economía se recuperará a medio plazo y todo volverá a su normalidad.

En estos tiempos de cambio hay que observar detenidamente nuestras oportunidades sin dejarnos llevar por el pesimismo. Un camino que nos tiene que llevar al éxito es la innovación y la formación.

Por ello nuestra revista desde una mentalidad positiva y optimista, apela a nuevas posibilidades de obtención de recursos. En el próximo número de septiembre lanzaremos un número especial proveedores, con una ficha exacta de qué tiene cada empresa para el sector. Una forma gratuita de llegar a sus clientes.

Con este número que tiene en sus manos estaremos presentes en la Feria MATIC – MOLDEXPO a celebrar los próximos 2 al 4 de junio en Zaragoza. Allí nos veremos.

Entre todos, no sé exactamente cómo, pero saldremos adelante.

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales

Quemadores
recuperativos y regenerativos

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

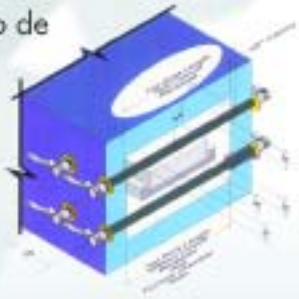
AEG
Power supply systems

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

Emerson presenta la válvula Control-DiskTM

La nueva válvula ofrece una excelente capacidad de regulación y es ideal para aplicaciones en procesos rápidos y caidas variables de presión, como en la industria del metal.

Ofrece un rango de control dos veces mayor que la válvula de mariposa tradicional, ajustándose mejor al punto de consigna.

Esta característica permite un control más próximo al punto de consigna independientemente de las perturbaciones, reduciéndose así la variabilidad del proceso.

Es fiable y apenas requiere mantenimiento, asegurando una alta disponibilidad de planta, especialmente cuando trabaja con el actuador de muelle y diafragma Fisher y el controlador de válvula digital FIELDVUE®.

Este conjunto captura y remite diagnósticos al software AMS® ValveLink®, proporcionando un imagen exacta de la válvula, el actuador y el funcionamiento del posicionador digital.

Por ello, la válvula Control-Disk es uno de los principales componentes de la arquitectura de planta digital PlantWeb®.

Está disponible para su entrega en dos semanas y la selección y dimensionamiento de la válvula son procedimientos simples.

La tubería existente puede utilizarse como una válvula de repuesto directa. La nueva válvula Control-Disk tiene los certificados API, ASME Y EN, por lo que puede utilizarse en todo el mundo.

El cuerpo de válvula también tiene los certificados PN 10, PN 40, CL 150 y CL300. Las dimensiones entre caras y cara elevada cumplen las normas EN 593, API 609 y MSS SP68.

Unos clips para el centrado en línea asegura la versatilidad en el montaje y alineación del mismo cuerpo wafer de válvula en configuraciones de tubería diferentes (rating ASME y EN).

Info 1

Termómetros en línea SYSTEM 4 de alta precisión

Los últimos termómetros de la gama del Sistema 4 de Land proporcionan exactitud y flexibilidad dentro del rango de 0 a 2.600 °C para satisfacer las necesidades exactas de su proceso.

- Nuevos modelos de termómetros de alta y baja temperatura y Fibroptic.
- Procesadores LANDMARK digitales o analógicos; simples o multicanal.
- Salidas industriales 4/20 mA.
- Amplio rango de accesorios de montaje de alta efectividad.
- Termómetros y procesadores completamente intercambiables.
- Exactos, fiables, medida sin deriva.

Info 2

Garantice la precisión de sus mediciones de temperatura

Según la precisión que requiera su proceso, compruebe su sensor Pt100 o termopar de forma regular y rápida: sin desmontar el sensor, sin parar la producción y de forma simple y fiable.

Con el servicio profesional de Pyro-Controle, elija con qué frecuencia quiere comprobar sus sensores de temperatura y verifíquelos directamente en su fábrica sin desmontar los sensores.

Verificación por comparación. Utilizando los sensores de Pyro-Controle con la verificación in-situ, el método es fácil y rápido:

- Se abre la cabeza de conexiones del sensor que se quiera comprobar.
- Se conecta el sensor de referencia al calibrado y se insiere en el tubo guía del sensor que se quiere probar.
- Esperar a que la temperatura se estabilice.
- Medir el sensor de referencia con el calibrador.

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®

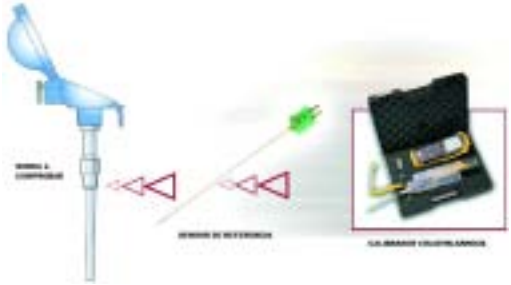
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

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



- Verificar la desviación del sensor por comparación con el sensor de referencia.

Pyro-Controle posee un laboratorio de calibración para medidas de temperatura entre –20 °C a +1.550 °C, con acreditación COFRAC (equivalente ENAC) Nº 2-1385 para calibrar la sonda de referencia.

Info 3

Cámara GigeVision Monocromo

INFAIMON suministra equipos de visión artificial y análisis de imagen para diferentes entornos como industria y seguridad. Una de las novedades para estos sectores es la BM141GE, una cámara de muy altas prestaciones y excepcional calidad de imagen con muy bajo nivel de ruido.

Basada en el sensor de Sony ICX-285 de 2/3", esta cámara CCD progresiva de 1392 x 1040 pixeles, proporciona una excelente sensibilidad y una respuesta espectral muy extendida.

El sensor de 6,45 micras por pixel incluye tecnología de microlentes mejorado, para proporcionar una mayor sensibilidad, alcanzado valores inferiores a los 0.03 lux con bajo smear.

Adicionalmente este sensor ofrece una respuesta espectral extendida en la región del IR, proporcionando 4 veces más de sensibilidad a 945 nm que los sensores convencionales.

Mediante una combinación de circuitos muy sofisticados y técnicas de control de la temperatura, la BM-141GE proporciona una relación señal/ruido superior a 58db, obteniéndose imágenes de excepcional calidad.

Info 4

III Curso de FRX con SPECTRAplus

Se celebrará del 15 al 18 de Junio de 2009 en la Escola Superior de Cerámica de Manises.

El profesor será Pol de Pape, jefe del laboratorio de Aplicaciones de FRX de Bruker-AXS de Karlsruhe.

Para la realización de los ejercicios, los asistentes vendrán provistos de un ordenador con sistema operativo Windows XP. También deberán tener instalado la hoja de cálculo EXCEL para la realización de cálculos matemáticos. El ordenador deberá poseer "privilegios de Administrador".

Idioma del curso: Español.

Info 5

Jornadas Técnicas OERLIKON LEYBOLD VACUUM

Oerlikon Leybold Vacuum, líder mundial desde hace 160 años en la fabricación de sistemas y soluciones de vacío, organiza unas Jornadas Técnicas, a impartir en Madrid el 9 de junio de 2009. A esta jornada asistirán varias empresas del sector industrial, de las energías renovables e institutos de I+D.

Durante este seminario mostrarán las soluciones más innovadoras en técnicas de fabricación de sistemas para generación de energía de fuentes renovables, así como las últimas aplicaciones de vacío, criogenia y recubrimientos aplicadas a Investigación. Además tendrá la posibilidad de realizar sus preguntas sobre todos estos temas, ya que pretendemos que las jornadas se desarrollen de una forma abierta y participativa.

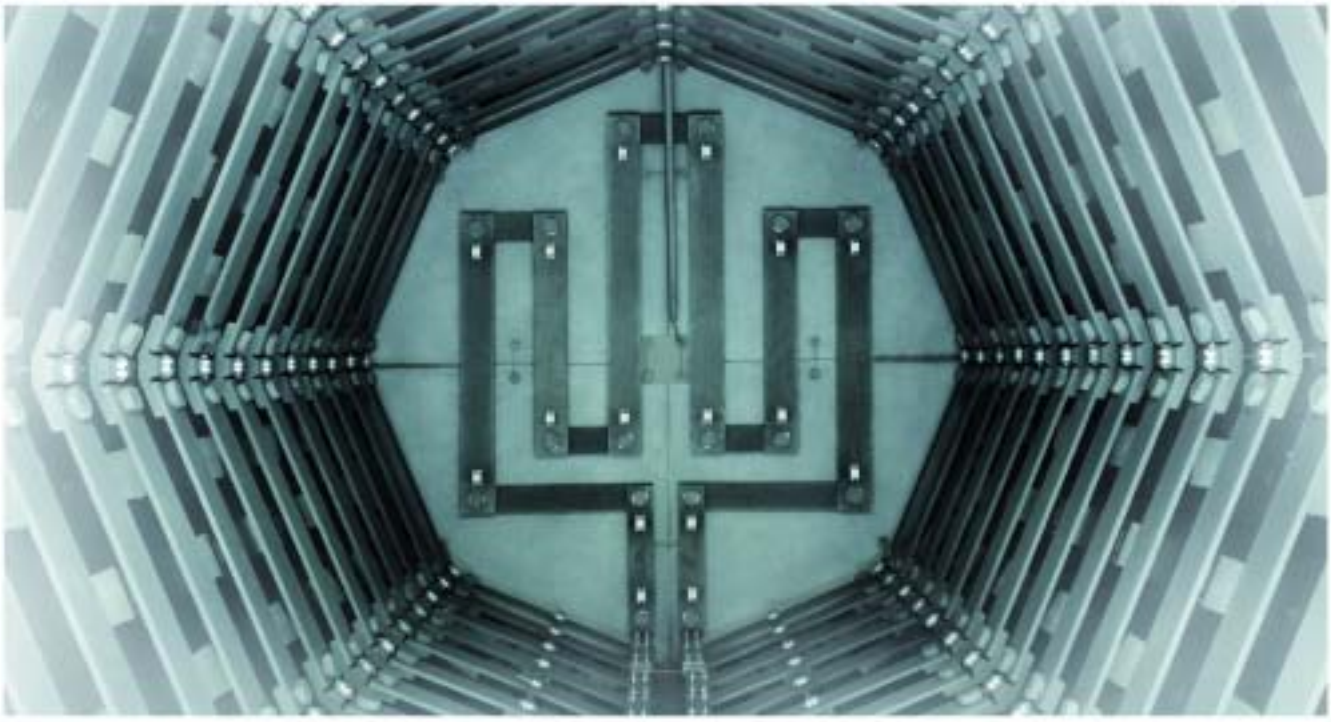
PROGRAMA SEMINARIO

8:30 – Registro

9:00 – Introducción

Jornada matinal: SOLUCIONES INNOVADORAS DE VACIÓ EN I+D.

9:15. – Obtención de vacío mediante bombas de paletas de última generación.



Ipsen International GmbH es lider mundial en la producción de equipos de tratamiento térmico. Con una amplia paleta de productos de estructura modular, Ipsen ofrece sistemas cuya tecnología está adaptada de forma óptima para el temple, la nitruración, el recocido, el soldeo y otros procesos. La instalación de 25.000 equipos en todo el mundo en empresas del automóvil, la industria aeronáutica y aeroespacial, la fabricación de herramientas y maquinaria, en empresas fabricantes de instrumental médico y en empresas de temple prueba la satisfacción de nuestros clientes. El grupo Ipsen está presente a nivel mundial, ocupando a 800 empleados en plantas de producción de Europa, América y Asia.

Para crear en la zona de Bilbao nuestra delegación de servicio postventa en España buscamos al futuro (la futura)

Jefe(a) de Delegación de Servicio Postventa en España

(incorporación por acordar)

Después de un periodo de formación adecuado en el cual podrá conocer la gama de productos de Ipsen International GmbH, se hará cargo de las siguientes tareas:

- Ejecución de trabajos mecánicos de mantenimiento y reparación de nuestros equipos en las sedes de nuestros clientes en España
- Creación de una Delegación de Servicio Postventa
- Adquisición de pedidos de servicio y mantenimiento
- Gestión de los pedidos en colaboración con nuestro Centro de Servicio Postventa en Kleve (Alemania).

Su perfil:

- Formación profesional en mecánica industrial (h/m) o en mecatrónica (h/m)
- Formación ampliada a técnico/ing. técnico (h/m) en mecatrónica (m/w) o en mecánica de máquinas
- Experiencia profesional en la construcción de bienes de equipo
- Autonomía y trabajo sistemático
- Disponibilidad para desarrollar la mayor parte de su trabajo fuera de su lugar de residencia
- Conocimientos de alemán o inglés hablado y escrito

Rogamos envíe una carta de presentación acompañada de curriculum vitae y referencias mencionando sus aspiraciones financieras al Sr. Andreas Stein, Ipsen International GmbH, Postfach 1462, D-47514 Kleve. También puede enviarlos por correo electrónico a la dirección andreas.stein@ipsen.de. Para una primera toma de contacto puede ponerse en contacto con nosotros llamando al teléfono +49 (0) 2821-804-450. También puede visitar nuestra página web: www.ipsen.de

Ipsen

9:45. – Como generar alto vacío mediante bombas turbomoleculares. Principios físicos y últimas tendencias.

10:45. Café.

11:00. – Criogenia en investigación de nuevos materiales, materiales superconductores y astrofísica. Tendencias y últimos desarrollos.

12:00. – Sistemas de recubrimientos en vacío para experimentos de investigación y desarrollo de materiales con nuevas propiedades. Accesorios.

13:00. Comida.

Jornada de tarde: SOLUCIONES INNOVADORAS DE VACÍO EN ENERGÍAS RENOVABLES

14:30. – Donde se utiliza vacío en sistemas de generación de energías renovables y últimas técnicas aplicadas.

15:30. – Bombas de paletas en aplicaciones fotovoltaicas y eólicas. Aplicaciones prácticas.

16:00. Café.

16:30. – Últimos desarrollos de bombas de vacío secas en aplicaciones fotovoltaicas y eólicas.

17h45 – Clausura del seminario, intercambio de opiniones y entrega del Certificado de Asistencia.

Info 6

Aula Aeronáutica

Siete empresas pertenecientes a la asociación Cluster de Aeronáutica y Espacio HEGAN han participado activamente en el diseño del nuevo temario del Aula Aeronáutica junto con los responsables de este programa, para adaptarlo a la realidad sectorial. Esta formación es impartida por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, con el objetivo de aportar a los alumnos que integran cada promoción el conocimiento estratégico de las empresas de este sector.

Las empresas involucradas en este nuevo programa han sido Aciturri, Aernnova, DMP, ITP, Novalti, Sener y SK2024 (empresa unida a la marca SK10, aglutinada ahora en el grupo ALESTIS), que operan en las áreas de ingeniería, estructuras, motores, espacio y sistemas. El reto consiste en lograr una formación adaptada a las necesidades de una industria que demanda tecnología y formación y está en permanente progreso. Las empresas han localizado asimismo a los profesionales de la industria que podrían encargarse de formar a los alumnos en las áreas nuevas detectadas.

HEGAN, así como representantes del sector aeronáutico vasco y autoridades académicas y de las diferentes administraciones públicas colaboradoras. Un gran número de estos alumnos continuarán su formación en las empresas y centros tecnológicos más prestigiosos del sector en Europa. Es el caso de la Cranfield University, impulsada por Rolls-Royce, en Bedforshire, o de SUPAERO, la Escuela Nacional Superior de Aeronáutica y Espacio, con sede en Toulouse.

Info 7

AZTERLAN recibe la consideración de Centro Sectorial de Investigación en Metalurgia

AZTERLAN-Centro de Investigación Metalúrgica, acaba de recibir la consideración de Centro

Sectorial de Investigación en Metalurgia por parte del Departamento de Industria e Innovación del Gobierno Vasco.

Este reconocimiento supone un gran paso en la consideración de AZTERLAN como proveedor de I+D+I, y se adecúa mejor a las verdaderas capacidades y actividades globales desarrolladas por el Centro de Investigación.

Además, este reconocimiento refuerza su posicionamiento como Agente Científico- Tecnológico, lo que sin duda redundará en beneficio de sus clientes que podrán disponer de un apoyo mayor en sus iniciativas.

AZTERLAN ha formado parte de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación desde que ésta se constituyó en 1997, con la consideración de Agente Científico Tecnológico.

AZTERLAN es un Centro de Investigación, con más 30 años de experiencia, donde 80 especialistas del sector metalúrgico trabajan en dar respuesta a los requerimientos de sectores como automoción, eólico, etc.

Info 8

HORNOS ALFERIEFF se traslada

La compañía HORNOS ALFERIEFF, especialista en Estudio y

En colaboración con:

MASDAR مصدر

EUROPEAN FUTURE ENERGY FORUM 09

9-11.06.2009 Bilbao Exhibition Centre

Trabajemos por un futuro sin CO_2

Ahora es el momento.

El mayor intercambio europeo de conocimientos sobre los problemas, exigencias y soluciones de las energías de futuro

- Política energética
- Inversión y financiación
- Edificios verdes
- Transporte limpio
- Energía eólica
- Biocarburantes
- Energía oceánica
- Energía geotérmica
- Aprovechamiento energético de los residuos
- Pilas de combustible
- Gestión de bonos de carbono
- Energía nuclear
- Estrategia medioambiental
- Energía fotovoltaica solar
- Energía térmica solar
- Energía hidroeléctrica

Con los siguientes ponentes:

Bianca Jagger, Presidenta del Consejo Mundial para el Futuro; Presidenta de la Fundación pro Derechos Humanos Bianca Jagger; Embajadora de Buena Voluntad del Consejo de Europa

Stefan Behling, Socio Senior de Foster + Partnerss

Esteban Morras, Consejero Delegado de Acciona

Michael Lewis, Director Gerente para Europa de E.ON Climate & Renewables

Peter Gutman, Director Mundial de Energías Renovables y Finanzas Ambientales del Standard Chartered Bank

Guillermo Ulacia, Presidente y Consejero Delegado de Gamesa

Dr René Umlauft, Presidente de la División de Energías Renovables, Siemens Energy Sector

Y además...

75 ponentes, **11** sesiones, **150** mesas redondas, **100** expositores y **5.000** participantes.

Con el apoyo de:

EVE Ente Vasco de la Energía · BFA DFB · Gobierno Vasco

Colaboradores:

Bilbao · Cluster Energía · IDAE · Red Eléctrica de España

Patrocinador Platino:

SIEMENS

Patrocinador Oro:

Gamesa

Medios oficiales:

TIME · FORTUNE · CNBC

Constucción de Hornos y Estufas Industriales a Resistencias Eléctricas o Gas, se traslada a una nueva dirección, en:

Avda. Reyes Católicos, 2, 1º B
28220 Majadahonda (Madrid)
www.alferieff.com
alferieff@alferieff.com

Info 9

La Cumbre Industrial se aplaza a 2011

La actual situación de crisis global y muy especialmente acentuada en el sector industrial ha impedido que los agentes participantes en la Cumbre, feria industrial y tecnológica integrada por las áreas de Subcontratación, Automatización y Trasmet, que iba a celebrarse el próximo mes de septiembre, puedan inscribirse en ella.

Como consecuencia, este hecho no garantiza la realización de un evento de la calidad, nivel y volumen requeridos por Bilbao Exhibition Centre, para que tanto expositores como visitantes satisfagan sus expectativas de negocio y maximicen su rentabilidad.

Por esta razón y con el fin de seguir garantizando la celebración con éxito y en las mejores condiciones de esta cita, ya veterana, sus responsables han tomado la decisión de aplazarla hasta el 2011.

Tras realizar un amplio sondeo entre los diferentes agentes del sector, el equipo organizador ha decidido aplazar su celebración, prevista para septiembre de este año, a 2011.

En esa fecha volverá a convocarse el que es certamen de referencia para los sectores implicados en la fabricación de bienes de equipo, para lo cual se va a trabajar en un nuevo diseño de certamen que esté adaptado al desarrollo del mercado al que va dirigido y a sus requerimientos comerciales, tal y como marcará la tendencia económica y comercial en los próximos meses.

Info 10

• Gran disponibilidad de modelos.
• Alta variedad de calidades.
• Piezas a medida según plano.
• Tubos radiantes.
• Rodillos.
• Parrilas.
• Cestones/cadenas.
• Muflas/Potes de recocido.
• Recuperadores.
REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
Tecnymat Aceros, S.L.
Polígono Industrial Izarza - 48150 Sondika (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@telefonica.net
SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS
GmbH & Co. KG

Granalladoras
Ventilación Industrial
La solución
para el tratamiento
de superficies
50 ANIVERSARIO
aljU
Talleres ALJU, S.L.
Ctra. San Vicente, 17 • 48510 VALLE DE TRÁPAGA - VIZCAYA - ESPAÑA
Telf.: +34 944 920 111 Fax: +34 944 921 212 • e-mail: alju@alju.es - Web: www.alju.es

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.

La pregunta al Fórum en esta ocasión es: "EL CÓMO ALARGAR LA VIDA DE LOS MOLDES DE INYECCIÓN DE ALUMINIO".

Realmente es un tema muy interesante y donde se pueden aportar muchas ideas que enriquezcan y nos amplíen los conocimientos sobre este particular.

Deberíamos entre todos y aprovechando el Fórum cerrar el vacío existente entre los trabajos de investigación y el del ingeniero o técnico de fundición, pero de forma sencilla y práctica, de que es posible reducir de gran manera el coste de reparación y sustitución de moldes, así como la vida útil del mismo.

Como sabemos, existe un grupo que a nivel mundial ha sobresalido en los últimos años en el conocimiento de los aceros que se aplican para la fabricación de moldes. Me refiero al equipo formado por miembros del Comité de Aceros para Herramientas de la NADCA (conocida antes como ADCI) y que llegó a reunir a metalurgistas de los más grandes productores de aceros para herramientas del mundo, ingenieros de una gran selección de fundiciones, moldistas y especialistas de tratamiento térmico en la Case Western Reserve University.

Todos ellos aportaron sus conocimientos, investigaciones privadas, materiales, máquinas y hornos. Trabajaron juntos perfectamentes conjuntados y así maximizar el dinero disponible para el proyecto evitando duplicaciones; la cooperación fue completa a pesar de ser fuertes competidores.

Nota: Si desean que su aportación sea publicada con su nombre, Empresa, Entidad etc. nos lo indican así.

Sería muy interesante que de este Fórum saliera alguna idea parecida. De momento la participación arranca también con sugerencias de "CÓMO FALLAN LOS MOLDES", y que en la próxima revista publicaremos.

Gracias

COMERCIAL

SATEC

SOCIEDAD LIMITADA

EXCELENCIA EN TRATAMIENTO TÉRMICO

PINTURAS PROTECTORAS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS "CONDURSAL"

- ANTICEMENTANTE
- ANTINITRURANTE
- ESTANQUEIDAD

ACEITES RÁPIDOS DE TEMPLE "DURIXOL":

- ACEITES DE TEMPLE RÁPIDO
- ACEITES DE TEMPLE CON ALTA RESISTENCIA A LA EVAPORACIÓN
- ACEITES PARA TEMPLE MARTENSÍTICO
- ACEITES DE TEMPLE PARA VACÍO

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

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

Fabricamos desde 1975

tecnopiro.com

Temple
Revenido
Recocido
Soldadura
Sinterizado

tecno piro®

HORNOS DEL VALLES, S.A.
C/. De la Mancomunidad, 1 y 3
08290 CERDANYOLA DEL VALLÈS (Barcelona) ESPAÑA
Tel. 936 926 612 - Fax 935 800 827
hdv@tecnopiro.com - www.tecnopiro.com

Nuevo Sensor de Zafiro Rosemount

Emerson Process Management presenta el nuevo termopar Rosemount ® con tubo protector de zafiro para aplicaciones en reactores de gasificación. El nuevo termopar ha sido especialmente desarrollado para dar una mayor vida operativa en condiciones de proceso difíciles, donde las temperaturas se elevan hasta los 1.800°, las presiones hasta 110 bar y se encuentran presentes gases agresivos, provocando fallos prematuros de los termopares estándar.

El nuevo termpopar de Zafiro Rosemount se encuentra aislado dentro de un tubo protector elaborado con zafiro cultivado especialmente para su uso comercial, que por su naturaleza, es resistente a la corrosión e impermeable a gases. El diseño mejorado permite medidas exactas y fiables durante la vida del sensor, que se ve considerablemente ampliada de 6.000 a 18.000 horas (según el uso).

Una característica del diseño de Rosemount es el sellado hermético del zafiro, que protege el tubo. Esto mejora la seguridad y la vida de este tipo de termopar en dichos reactores de gasificación. En caso de roturas del sensor, hay un sistema con un sello hermético que previene la liberación de emisiones tóxicas del reactor. Todos los sellos herméticos son probados bajo presión con Nitrógeno a 110 bar antes de su suministro. La conexión a proceso está realizada en acero forjado, que evita el escape del hidrógeno contenido en el reactor.

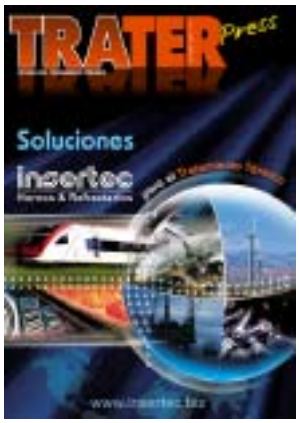
El nuevo montaje del termopar, resistente a altas temperaturas, puede ser utilizado junto con el transmisor de temperatura Rosemount 3144P, para aplicaciones de control y seguridad críticas.

TRATER press

Suscripción anual 2009

6 números

90 euros



pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126

Revisión de la directiva marco de residuos de la UE

Por Confemetal

El pasado 22 de noviembre ha visto finalmente la luz la Directiva por la que se crea un nuevo marco para la gestión de los residuos en la UE, con el fin de fomentar la reutilización y el reciclaje de los residuos y simplificar la legislación actual.

Con la nueva legislación se procura reducir el vertido de residuos y las emisiones de gas de efecto invernadero en los vertederos, promoviendo la utilización de los residuos como recurso secundario.

La Directiva presenta un nuevo planteamiento en materia de gestión de residuos, en el que se hace hincapié en la prevención. Los Estados miembros deberán, por lo tanto, elaborar y ejecutar programas de prevención de residuos y la Comisión Europea deberá informar periódicamente sobre los progresos realizados en este ámbito.

Además en la Directiva se establece una jerarquía en materia de tratamiento de los residuos, aplicable en el marco de la definición de las políticas nacionales de gestión de residuos, en la que se prevén las cinco acciones siguientes por orden de prioridad:

- Prevención de residuos (solución que debe favorecerse);
- Reutilización;
- Reciclaje;
- Valorización (incluida la valorización energéética), y
- Eliminación de los residuos, como último recurso.

En la aplicación del principio de jerarquía, los EMM deberán adoptar aquellas medidas tendentes a fomentar las opciones más favorables desde el punto de vista del impacto global sobre el medio ambiente. Esto incluye la posibilidad de que la mejor opción exija la desviación del principio general de jerarquía de determinados flujos de residuos en consideración a impactos globales y económicos.

La directiva establece objetivos de reciclado. Para el 2020 se fijan como objetivos:

— 50 % de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos del papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos urbanos y asimilables.

— 70 % de preparación para la reutilización, el reciclado y demás recuperación de materiales de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y de las demoliciones.

Además la Directiva establece:

- Objetivos medioambientales;
- Define los conceptos de valorización, eliminación, fin de la condición de residuo y subproducto;
- Definiendo las condiciones de mezcla de residuos peligrosos;
- Previendo un procedimiento encaminado a establecer normas técnicas mínimas para las operaciones de gestión de determinados residuos.

Otro de los aspectos novedosos de esta directiva frente a su predecesora es la introducción de la

responsabilidad ampliada del productor, cuyo objetivo reconocido en la propia directiva es apoyar el diseño y fabricación de bienes que tengan plenamente en cuenta y faciliten el uso eficaz de los recursos durante todo su ciclo de vida, incluidos su reparación, reutilización, desmontaje y reciclado sin perjudicar a la libre circulación de bienes en el mercado interior.

En virtud de la misma, los estados miembros podrán adoptar medidas para asegurar que cualquier persona física o jurídica que desarrolle, fabrique, transforme, trate, venda o importe productos de forma profesional, vea ampliada su responsabilidad de productor.

Teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto (ecodiseño), estas medidas podrán incluir, por ejemplo, la aceptación de los productos devueltos y de los residuos que queden después de haber utilizado dichos productos, la subsiguiente gestión de los residuos, la responsabilidad financiera de estas actividades, o la publicación de información sobre en qué medida el producto es reutilizable y reciclable.

Esto, que formará parte del desarrollo específico de cada país, deberá tomar en consideración, en todo caso, la viabilidad técnica y económica y el conjunto de impactos medioambientales y garantizar asimismo el correcto funcionamiento del mercado interior.

La Directiva publicada deroga la Directiva marco vigente relativa a los residuos (2006/12/CE), la Directiva relativa a los residuos peligrosos (91/689/CEE) y una parte de la Directiva relativa a la gestión de aceites usados (75/439/CEE).

Corresponde ahora a los Estados miembros incorporar la Directiva a sus respectivas legislaciones en el plazo de dos años.

Abgam inaugura sede en Pamplona y Zaragoza

La empresa de ingeniería Abgam, filial del grupo internacional Segula Technologies, afianza su posición en el mercado nacional con la inauguración de sus dos nuevas sedes en Pamplona y Zaragoza.

Desde que en 2004 el grupo francés comprara Grinsa como parte de su estrategia de crecimiento en el sector ferroviario, el fabricante de ferrocarriles CAF ha confiado en los más de 10 años de experiencia de Abgam para el diseño de gran número de sus proyectos.

Dicho crecimiento alcanzó su punto de máxima ebullición a finales de 2008 cuando, dado el volumen de trabajo que se estaba realizando, el grupo tomó la decisión de establecerse en dos nuevos emplazamientos con los que dar cobertura al área territorial de Aragón y Navarra.

En la actualidad la oficina situada en Zaragoza es el "centro por excelencia" de Abgam, para proyectos cerrados en el ámbito del Ferrocarril aunque también está presente en otros sectores como Automoción y Maquinaria pesada.

De la mano de clientes como Gamesa Eólica, Abgam entro en el mercado de las energías renovables, siendo un elemento clave en la creación de los aerogeneradores G90 y el nuevo prototipo en el que se está trabajando actualmente denominado "Proyecto OLGA" o plataforma G10X.

Como Director de las oficinas de Aragón y Navarra y responsable de los proyectos que se desarrollan en las nuevas sedes, Jose Ángel Martín Hernández gestiona un equipo de más de 80 ingenieros, los cuales, en 2008 generaron cerca de 120.000 horas de trabajo, de las cuales 50.000 están dedicadas exclusivamente al sector ferroviario. Dado el buen funcionamiento de la empresa, pese a la difícil situación que vive el mercado, Abgam prevé un aumento del 20% del volumen de negocio gestionado desde las dos nuevas sedes.

Así pues, Abgam, con su método de trabajo de proyectos cerrados y la prestación de servicios de consultoría y outsourcing, cubre un amplio abanico de proyectos industriales estando presente en los siguientes sectores: industrial, energético, naval, ferroviario, aeroespacial y tecnológico.

Nuevo Sistema Xpectia FZ3: "La visión más avanzada, ahora mucho más irresistible"

Omron amplía su gama de sensores de visión con el lanzamiento del nuevo sistema de visión artificial XPECTIA FZ3 que suma a las avanzadas características de su predecesor X-PECTIA FZ2 nuevas prestaciones que agilizan y simplifican los controles de calidad, optimizando aún más el rendimiento de los procesos de producción y, en consecuencia, reduciendo los costes.

XPECTIA FZ3 combina flexibilidad y sencillez de uso con potentes y avanzadas herramientas de medida que le hacen idóneo para resolver aplicaciones de control de calidad en la industria.

Inspección de alta precisión, funcionalidad y rapidez gracias a las tecnologías más novedosas.

Una de las tareas más difícil en el procesamiento de imágenes, es la generación de la imagen más apropiada para solventar la aplicación. Para ello, Omron ha desarrollado nuevas y revolucionarias tecnologías que permiten soluciones no posibles hasta ahora, tal y como se describe a continuación:

- Conexión de dos o cuatro cámaras de hasta 5 MgPix de resolución, que permiten realizar medidas e inspecciones de muy alta precisión, al mismo tiempo que aumenta considerablemente el rendimiento de la instalación, reduciendo el coste. La CPU del Xpectia FZ3, en combinación con estas cámaras, es una de las más rápidas del mercado. También se pueden conectar cámaras ultrapequeñas, que permiten la captura de imágenes en aplicaciones donde el espacio de instalación es muy reducido.

- Función HDR (5000:1) que permite obtener imágenes de alto contraste minimizando los efectos de cambio de luz en las zonas de inspección. Además, con esta nueva función, se obtienen imágenes idóneas de superficies metálicas reduciendo brillos y sombras, que hasta ahora hacían prácticamente imposible solventar una aplicación.
- Creación de imagen panorámica mediante la composición de imágenes capturadas por dos o cuatro cámaras. De esta manera, la imagen obtenida se procesa como una sóla, calibrando automáticamente las diferencias de brillo, ángulo y tamaño de las imágenes de las diferentes cámaras.
- Corrección Trapezoidal que minimiza el efecto de imagen distorsionada por el ángulo de instalación de la cámara. Ya no es necesario realizar

modificaciones en la máquina para colocar la cámara en una posición determinada, reduciendo el tiempo de instalación y de coste.

- Despliegue horizontal de imágenes circulares para facilitar la lectura de caracteres dispuestos en círculo. Esta función permite el reconocimiento de caracteres impresos en forma circular, sin perder resolución al convertir la imagen, y ahorrando tiempo de configuración durante la instalación.
- Filtro anti-reflejos. Automáticamente elimina los reflejos causados por la iluminación, de la imagen a procesar. Es muy útil en aplicaciones de alta velocidad o en inspecciones realizadas a través de film transparente.
- Detección muy estable de defectos mínimos en imágenes con fondos irregulares, debido a la utilización de un nuevo filtro que elimina el fondo de la imagen. Se logra una detección de alta precisión a un nivel hasta ahora imposible.

La alta funcionalidad del equipo permite solucionar aplicaciones tales como:

- Lectura de códigos de barras y códigos bidimensionales (Data Matriz y QR Code).
- Lectura OCR y verificación de fechas.
- Inspección precisa de defectos en cualquier superficie.
- Medida de cotas en piezas.
- Discriminación de colores en diferentes objetos.
- Etc.

Al igual que en el sistema FZ2 anterior, se encuentran disponibles modelos de controlador con pantalla táctil integrada que facilitan aún más la monitorización y el ajuste de parámetros.

Por otro lado, gracias a la herramienta de simulación PC Simulation Tool, se puede evaluar la viabilidad de una aplicación desde un PC, lo que reduce los tiempos de evaluación, puesta en marcha y mantenimiento de una aplicación.

Por último, se añade una nueva forma de comunicación de datos a las ya existentes (serie, paralelo, Ethernet). Se trata de PLC Link, que minimiza el diseño del programa de comunicación entre PLC y el sistema FZ3.

Sin duda alguna, la visión más avanzada, ahora más que nunca, está al alcance de todos.

Hannover Industrie Messe, soprendentes sensaciones positivas

Por Aitor Guerra, FUNDIGEX

Tradicionalmente la Feria Hannover ha sido un barómetro de la coyuntura económica actual y futura. Si esta aseveración no ha perdido actualidad, entonces podemos asegurar que las perspectivas son mejores de lo inicialmente previsto.

Con 6.150 expositores de 61 países y 210.000 visitantes (el 25 % de fuera de Alemania), Hannover ha vuelto a ser otro año más, a pesar de la crisis, el punto de encuentro de la industria mundial, aunque con un mayor carácter "alemán" en esta edición.

No mentimos si afirmamos que había grandes temores sobre el desarrollo de la feria en este "annus horribilis". Sin embargo, la respuesta de los expositores ha sido clara (apenas han quedado espacios sin vender en el mayor recinto ferial del mundo), como lo ha sido también la de los visitantes.

No podemos lanzar las campanas al vuelo. Si bien es cierto que la afluencia de visitantes ha sido elevada, no es menos cierto que las decisiones de compra siguen lastradas por el parón de la demanda actual y la incertidumbre sobre la demanda futura.

En el caso de FUNDIGEX, nuestro stand informativo ha obtenido 31 demandas (por encima de la cifra de años presedentes), la mayoría de ellas férreas y procedentes de Alemania (la crisis ha retraído la presencia de visitantes más lejanos).

Si extendemos nuestra percepción a la que han tenido el resto de expositores españoles, nos encontramos que, en general, y en un primer análisis recién terminada la feria, los resultados han sido similares o mejores que en la última edición.

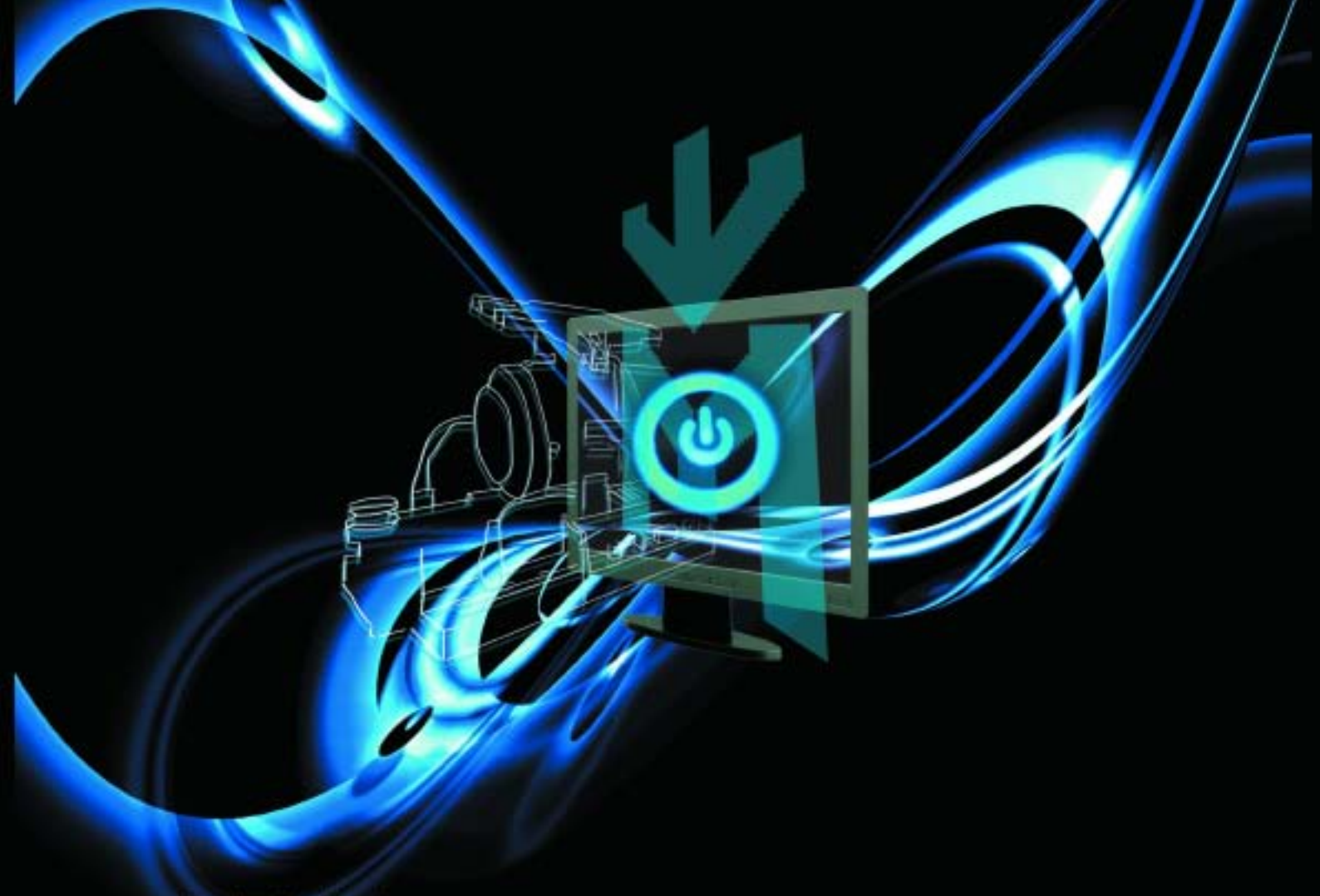
¿Cuáles son las principales razones de la alta afluencia de visitantes?

En nuestra opinión, son varios los factores que pueden explicarlo:

- Por un lado, la búsqueda de nuevos proveedores, bien por tratar de "ajustar" los precios de compra, o bien ante la complicada situación de sus proveedores actuales.
- Otra razón puede ser la búsqueda de novedades en el mercado.
- Es de todos sabido la importancia que los alemanes le dan a la planificación futura. En algún momento la demanda se reactivará y la crisis terminará. Los alemanes quieren estar preparados.
- Por último, pero no menos importante, el deseo del cliente de estar cerca de sus proveedores en estos momentos duros para todos.

Durante el transcurso de la feria (del 20 al 24 de abril) el FMI ensombreció el panorama al ofrecer datos actualizados de la evolución económica en Alemania, con una previsión de desplome sin precedentes del PIB en un 5,6% en 2009. Sin embargo, opinamos que el peso principal de este desplome ha venido en la primera parte del año. Se palpaba un "cierto" optimismo, una sensación de que se ha tocado fondo. Datos macroeconómicos alemanes, como el incremento de la venta de vehículos en marzo, o la mejora en el índice de confianza empresarial, apoyan esta idea.

Nadie duda de que el año 2009 será horrible en su conjunto, pero aunque estamos lejos de las cifras de 2008, "parece" que lo peor está pasando.



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

Mantenimiento de ABB con Comercial de la Forja (Comforsa)

Las fábricas que suministran piezas al sector de la automoción necesitan ser más eficientes que nunca en tanto persista la crisis mundial. Comforsa, una empresa española, ha descubierto que los robots y el Servicio a distancia de ABB le están ayudando a mejorar un proceso de producción exigente.

La empresa metalúrgica Comercial de la Forja (Comforsa), situada en el norte de España, ha desarrollado y mejorado durante años una multitud de procesos de producción. Entre ellos se encuentran la forja con prensas mecánicas, la extrusión en caliente, los tratamientos térmicos, las operaciones de mecanización y rectificado. Comforsa se ha especializado en la producción de piezas de tecnología avanzada, especialmente para las industrias de la maquinaria pesada, los camiones y remolques, la automoción y la aeronáutica.

La elaboración de piezas de alta tecnología supone unos procesos de fabricación exigentes y el cumplimiento de las estrictas especificaciones de los clientes, y unos niveles de calidad elevados son parte de la práctica de producción diaria.

Los departamentos de Mantenimiento e I+D de Comforsa decidieron conjuntamente que el empleo de robots mejoraría la productividad y la calidad de las piezas. Comforsa decidió igualmente que deseaba trabajar en estrecha relación con ABB para mantener los robots, firmando el primero de tres contratos de mantenimiento RS5 a fin de conectar sus robots con la página de Internet MyRobot de ABB. Sin necesidad de que Comforsa instale ningún software, esta página de Internet permite que los técnicos e ingenieros de ABB supervisen a distancia los robots que estén trabajando en las instalaciones de Comforsa.

En la actualidad, de los 35 robots de Comforsa, 19 están conectados al Servicio a distancia (Remote Service). “Los robots trabajan en unas condiciones operativas muy difíciles en la zona de forja (las temperaturas pueden superar los 1.000 °C), por lo que se precisa un programa exhaustivo de mantenimiento”, dice Assumpta Vizcaíno, Directora del departamento de I+D.

Según pasa el tiempo, cada vez es menor el número de veces que los operarios tienen que intervenir para resolver un problema con los robots, ya que la supervisión en tiempo real por parte de ABB proporciona a Comforsa un retorno de información continuo. “En cierta ocasión, ABB nos llamó para avisarnos de que un robot precisaba un ajuste cuando nosotros no habíamos detectado ningún problema, ya que ese robot seguía actuando conforme a

sus parámetros", declara Josep Planas, Responsable de mantenimiento en Comforsa-3. "Sin embargo, al llevar a cabo el ajuste indicado por ABB, nos aseguramos de que no habría fallado más adelante".

El Servicio a distancia controla parámetros de los robots tales como las alarmas, las señales, las tensiones de alimentación y las temperaturas durante las 24 horas del día y los siete días de la semana. Joseph Planas indica que "la alarma nos avisa cuando se presentan los errores y la disponibilidad del análisis automático supone una gran ayuda para detectar y resolver inmediatamente cualquier problema".

Además, todos los datos recogidos por el Servicio a distancia permiten establecer un programa de mantenimiento predictivo, asegurando de esa forma que se lleva a cabo el mantenimiento antes de que se produzca el error. Es más, se pueden coordinar los programas de mantenimiento con el plan de producción, de forma que el departamento de mantenimiento pueda programar una tarea de mantenimiento necesaria para cuando se detenga la línea de producción o en el momento en que su parada represente una menor pérdida de producción.

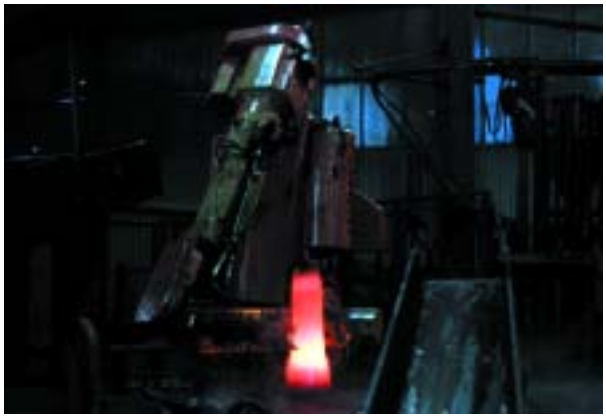
"La parada de un robot puede traducirse en una pérdida del 33 por ciento de nuestra capacidad de producción, por lo que el mantenimiento es algo muy importante para nosotros," dice Vizcaíno. ABB envía para el mantenimiento programado al especialista más adecuado de su equipo de 100 técnicos, aunque parte del trabajo pueda hacerse también a distancia por ordenador o por teléfono.

Además, Comforsa tiene acceso a la página MyRobot de ABB, donde puede encontrar toda la información que precise para sus robots, así como informes preparados a partir de las visitas realizadas para mantenimiento preventivo y para otro tipo de servicios.

"En conjunto, el método de automatización elegido con ABB y los Contratos de mantenimiento cumplen lo que esperábamos", dice Planas. "El mejor resultado viene dado por un índice de disponibilidad de hasta el 98,5 por ciento para la mayoría de los robots. ABB sigue mejorando continuamente su servicio y su producto, aportando siempre nuevas ideas."

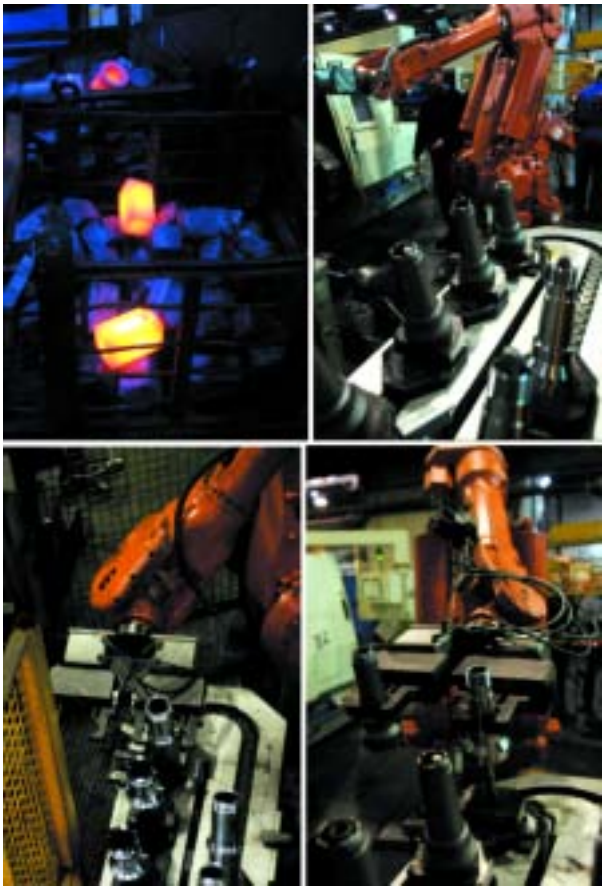
Ventajas para Comforsa

- Mejora de la capacidad de proceso y de la productividad.
- Importante mejora de los tiempos de ciclo.
- Mejoras de salud y seguridad para los empleados.
- Una amortización de la inversión en cada robot inferior a tres años.



- Reducción del 40 por ciento del tiempo de paro de los robots.
- En caso de aparición de errores, se dispone de ayuda inmediata para detectarlos y resolverlos.
- La realización del ajuste indicado por ABB asegura que no se presentaría el fallo en el futuro.
- La alarma nos alerta cuando se presentan los errores y el análisis automático ayuda a detectar y resolver inmediatamente cualquier problema.

- El Servicio a distancia permite establecer un programa de mantenimiento predictivo que haga mínima la pérdida de producción.
- Acceso a la página MyRobot de ABB, donde buscar información de robots, informes de visitas de mantenimiento y otros servicios.
- La automatización en la realización de copias de seguridad asegura la disponibilidad continua de los programas y parámetros de producción.



Ahorro de gas en la industria, un ajuste óptimo del quemador aumenta la rentabilidad

Por Christian Schare. Elster Kromschröeder (traducido y adaptado por David Agustí)

En el futuro, así como ya está ocurriendo, el ahorro de energía será un tema importante y no sólo por el aumento de los precios. En la actualidad ya existen una multitud de ideas y posibilidades de solución, empezando por el uso del calor residual para el precalentamiento del aire de combustión y del gas producto de la combustión, hasta el aislamiento óptimo de las paredes del horno. Por ejemplo, la elección de quemadores recuperadores o regenerativos altamente eficientes o de "discos de levas" con control electrónico en función del contenido de oxígeno en la canalización de gases producto de la combustión, ayuda a ahorrar energía.

Fig. 1. Estructura típica de un sistema de calentamiento con control neumático. Básicamente, encontramos los siguientes elementos conectados al quemador: dos válvulas electromagnéticas, un regulador de proporción y un elemento de ajuste de gas en el circuito de gas, así como una válvula de regulación de aire y un elemento de ajuste de aire en el circuito de aire.

En este informe se presenta la rentabilidad desde el prisma de un ajuste óptimo del quemador. Con un gasto mínimo se pretende conseguir el mayor beneficio posible para la economía y el medio ambiente. El ajuste óptimo del quemador y sus trabajos relacionados aseguran la economía y la seguridad operativa de los sistemas de calentamiento existentes que se encuentran incorporados en un control neumático. Asimismo, el ahorro de energía no sólo se expone de forma teórica, además se explica por medio de un ejemplo práctico.

Experiencia en campo

Con frecuencia se encuentran quemadores que llevan trabajando de forma no óptima desde hace muchos años. El ajuste exhaustivo de un quemador necesita tiempo. Con frecuencia este tiempo no se prevé en la medida necesaria durante la fase de puesta en servicio o durante los trabajos de mantenimiento y reparación, o se da prioridad a la ejecución de otros trabajos. A menudo, el técnico del servicio sólo tiene la posibilidad de ajustar el quemador a ojo y, por lo tanto, no de forma óptima. Algunos proveedores de quemadores prescinden de las curvas del quemador que representan una orientación importante para el ajuste de la instalación. Por razones de costes renuncian a un contador de gas o un rotámetro y no se prevé ninguna toma para la medición de los gases producto de la combustión. El resultado es un sistema de

quemador que funciona, pero que podría hacerlo mucho mejor. El usuario no aprovecha las posibilidades que ofrecen los buenos fabricantes de hornos, bloques refractarios y quemadores. Sin embargo, utilizando sistemas de calentamiento y geometrías de horno adecuados se pueden conseguir unas relaciones de regulación de 1:10 y una combustión casi estequiométrica.

El Servicio técnico de Elster Kromschröder GmbH efectúa anualmente el mantenimiento de aprox. 1.500 instalaciones de combustión térmicas distintas con diferentes requisitos del proceso en los sectores de acero y hierro, cerámica, metales no férricos, alimentación, medio ambiente y secado. Con frecuencia se detectan unas relaciones gas-aire de lambda 1,5 o considerablemente peores y no es raro que se presenten unos excesos de aire de hasta un 400 ó un 500%.

En caso de un fuerte exceso de aire se enfría la llama del quemador, aumenta la concentración del peligroso monóxido de carbono en la cámara del horno, o el sistema de calentamiento trabaja con falta de aire. Nuestros técnicos han llegado a encontrarse con sistemas con un contenido de CO de hasta 25.000 ppm. Como consecuencia de estos ajustes incorrectos se pueden formar peligrosas acumulaciones de gas en el horno que, en el peor de los casos, pueden llegar a explosionar. El exceso de gas se quema a menudo en el sistema de escape porque encuentra allí una fuente de aire fresco, de modo que se produce una post-combustión similar a una deflagración.

El valor lambda

En la técnica de combustión, el valor lambda (λ) indica la magnitud del exceso de aire con relación a una combustión completa. En caso de falta de aire, el gas de escape contiene monóxido de carbono (CO), dado que falta el oxígeno (O2) para la oxidación completa del monóxido de carbono (CO) para formar dióxido de carbono (CO2). Debido a su toxicidad, este CO es muy peligroso si sale de la instalación de calentamiento. Con una densidad de 1,250 kg/m^3, el CO es un poco más ligero que el aire que tiene 1,293 kg/m^3. Al reducirse la falta de aire, es decir, al aumentar la concentración de O2, el CO disminuye a través de la oxidación formando CO2. En la misma media aumenta el CO2. Este proceso finaliza con $\lambda = 1$. El CO se acerca a cero y el CO2 alcanza su máximo. Entonces ya no existe O2, dado que el oxígeno suministrado se consume inmediatamente a través de la oxidación del CO.

Si el valor lambda es superior a 1 ($\lambda>1$), el valor de O2 aumenta, ya que, por falta de CO, el oxígeno suministrado al aumentar el exceso de aire ya no se consume a través de la oxidación. Sin embargo, para la combustión completa se necesita siempre un cierto exceso de aire. Por una parte, la distribución del oxígeno en la cámara de combustión no es uniforme, y por la otra parte, precisamente en el funcionamiento de los quemadores a carga mínima y a carga parcial, la energía de mezcla no es suficiente para mezclar de forma óptima todas las moléculas que participan en la combustión.

Combustión óptima en la práctica

Una combustión óptima se consigue si existe un exceso de aire suficiente para la combustión completa (λ = 1,05 a 1,2). Al mismo tiempo, este exceso de aire tiene que estar limitado hacia arriba para evitar el calentamiento innecesario de aire.

Estos excesos de aire y de gases producto de la combustión, por ejemplo nitrógeno, se calientan sin utilidad alguna y transportan el calor como pérdida por el sistema de escape. El grado de rendimiento técnico de calefacción de la instalación de horno se reduce directamente.

Si en una instalación de calentamiento el exceso de oxígeno mejora en un 1 por cien (por ejemplo, de un 5,5 a un 4,5 % de O2), la efectividad de la instalación suele aumentar igualmente en aprox. un 1 ó un 2 %, en función del grado de influencia del sistema de calentamiento en la instalación global.

Aparentemente, un valor lambda de 1,5 es aceptable para muchos usuarios. No obstante conviene, por ejemplo en un horno de fusión de aluminio, ajustar el valor lambda a aprox. 1,05 si se cumplen los requisitos para este valor de ajuste (quemador, bloque refractario, geometría del horno, etc.).

Tanto los constructores de hornos como sus usuarios aspiran a mantener el valor de oxígeno en la atmósfera del horno lo más bajo posible. Por un lado, se pretende evitar al máximo la formación de corindón, dado que va “rellenando” lentamente el horno y sólo es posible eliminarlo a través de una intervención costosa en el horno frío. Por el otro lado, como consecuencia de la oxidación se quema aluminio en la superficie del baño, con la consecuencia de una pérdida de producto. En tercer lugar, el balance energético de la instalación de horno mejora considerablemente después de un ajuste óptimo del quemador.

Lambda	500°C	1.000 °C
0,7	45	26
0,75	50,5	31
0,8	56	36
0,85	61,5	41
0,9	67	46
0,95	73	50
1	79	55
1,05	78	53
1,1	77	51
1,15	76	49
1,2	75	47
1,25	74	45
1,3	73	43
1,35	72	41
1,4	71	39
1,45	70	37
1,5	69	35

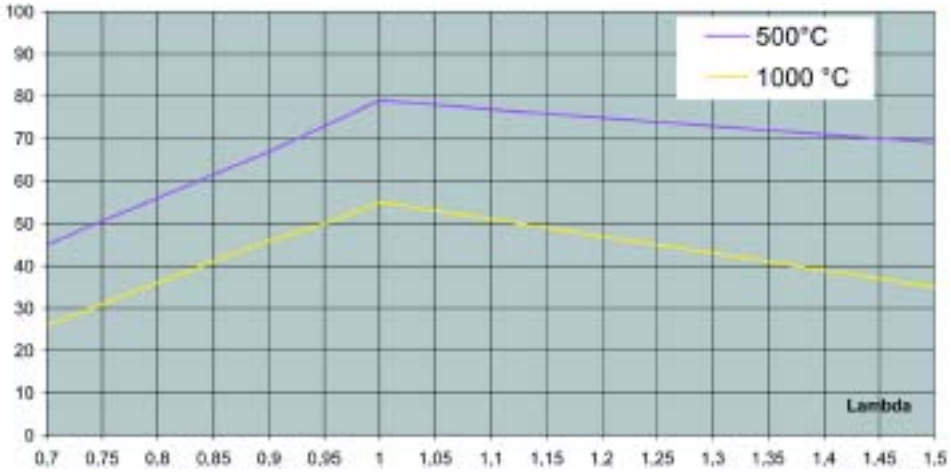


Fig. 2. Rendimiento técnico de calefacción en función del valor lambda con relación a la temperatura de los gases producto de la combustión.

El factor decisivo al determinar los gases producto de la combustión es el punto de medición. Las mediciones realizadas detrás de elementos de interrupción de flujo o una entrada de aire externo al interior del horno arrojan invariablemente resultados alterados. Si no existe un punto de medición apropiado, se debería consultar, en todo caso, al constructor del horno o al técnico de servicio (que tenga una visión de conjunto del sistema). Sólo un técnico que sabe cómo se desarrollan los procedimientos técnicos del proceso térmico del horno y del material a tratar puede evaluar en qué puntos se deberá efectuar un análisis que tenga valor informativo. La cosa se dificulta si, por razones de la producción, no es posible una medición que tenga valor informativo. Entonces todavía se dispone, para el ajuste de los quemadores, del registro de gas (contador de gas, rotámetro), del diagrama del quemador, de la señal de ionización o de la evaluación a ojo del comportamiento de combustión.

Factores de perturbación de una combustión óptima

Los posibles factores de perturbación de la combustión son:

- Variaciones de la presión de aire debido a filtros de aire o tuberías sucios.
- Variaciones de la temperatura del aire de combustión o de la densidad por la aspiración de aire de combustión en el exterior del edificio de, por ejemplo, -20 °C a 50 °C (invierno/verano).
- Desvíos del poder calorífico del gas, especialmente en instalaciones de biogás, gases de producción propia o en caso de suministro de gases aditivos de combustión.
- Variaciones de la presión del gas en caso de conexión / desconexión de consumidores adicionales en la red de gas de combustión.
- Variaciones de la presión en la cámara del horno como consecuencia de la carga de la cámara, las posiciones de válvula de mariposa en la cámara, aspiración o presión por ventiladores.
- Suciedad / depósitos en el quemador, en la tubería, en los dispositivos de gas y de aire (especialmente orificios de bypass), en la cámara de combustión o los conductos de gases de escape.
- Solicitación térmica en la cabeza del quemador o en el portaviento, el bloque refractario u otros elementos que conduzcan la llama.
- Desgaste mecánico en la guía de husillo del regulador de presión, estado quebradizo y endurecimiento de las membranas del regulador de proporción, histéresis de las válvulas de mariposa (sobretodo con una potencia del quemador de 1:10, se imponen a los componentes mecánicos unas presiones de 1:100, en función de

$$\dot{V}_{\ldots} = \sqrt{\frac{\Delta p_{\ldots}}{\Delta p_{\ldots}}}$$

Trasfondo normativo

En cada ajuste del quemador, cuya ejecución se recomienda en intervalos de un año, se deberían efectuar el mantenimiento y las eventuales reparaciones necesarias en el sistema de calentamiento. Con

Fig. 3. Horno de fusión de aluminio en régimen de carga máxima. El horno está dotado de lingotes de aluminio. Funciona con dos quemadores Elster Kromschröder ZIO 165, potencia nominal por quemador 630 kW.

Fig. 4. Horno de fusión de aluminio en régimen de carga mínima. El horno está dotado de lingotes de aluminio. Funciona con dos quemadores Elster Kromschröder ZIO 165, potencia nominal por quemador 630 kW.

esta ocasión se realizan comprobaciones periódicas de la estanqueidad y del funcionamiento, con lo cual aumenta la seguridad operativa. Los requisitos hacia los usuarios son explicados en gran parte por el Decreto de la seguridad efectiva de funcionamiento y por la hoja de trabajo G1010 (Requisitos hacia la calificación y la organización de usuarios de instalaciones de gas natural en recintos de fábrica). Generalmente, el quemador se ajusta después del mantenimiento del sistema de calentamiento. En instalaciones de procesos térmicos, el intervalo de mantenimiento depende esencialmente de las indicaciones sobre el mantenimiento del fabricante de la instalación y de las condiciones de funcionamiento. Las bases normativas son, entre otras, EN 746 (Requisitos de seguridad para equipos de tratamiento térmico industrial), Parte 2, las hojas de trabajo DVGW (por ejemplo, G 1010) y el Decreto de la seguridad efectiva de funcionamiento. En base a las normas y las indicaciones para el mantenimiento de los fabricantes de la instalación, el usuario efectúa una evaluación de riesgos de cada equipo (línea de regulación de la presión de gas y de seguridad, sistema de calentamiento o también instalación de procesos térmicos) y crea, entre otros, un plan de revisión y de mantenimiento.

Por principio, el usuario es responsable del funcionamiento sin peligro de la instalación de procesos térmicos. Puede cumplir esta obligación a través de un mantenimiento periódico.

Ejemplo práctico

Un horno de fusión de aluminio de un fabricante de llantas equipado con dos quemadores ZIO 165 (potencia nominal por quemador 630 kW) consume en 24 horas 1.600 m^3 (66,66 m^3/h) de gas natural. La producción funciona durante seis días a la semana. Precio de la energía: 3,9 céntimos/kWh; temperatura del aire de combustión: aprox. 20 °C; temperatura de la cámara del horno aprox. 800 °C.

La instalación se encontró con $\lambda = 1{,}5$. Había aprox. un 7% de O2. Después de la optimización, el valor de O2 se pudo reducir a aprox. un 1,5 %.

La reducción del exceso de aire como gas producto de la combustión produjo un ahorro de aprox. 2.000 euros mensuales.

Conclusión

Es posible un ahorro considerable (en el ejemplo anteriormente citado, de unos 2.000 euros por horno de fusión y mes) si se cumplen las condiciones básicas, tales como geometría del horno, bloque refractario y técnica de quemador y si el técnico de servicio puede y está autorizado a efectuar los ajustes correspondientes. A través de unos sencillos trabajos de ajuste de los quemadores en las instalaciones de procesos térmicos se optimiza la rentabilidad y se presta además una contribución activa a reducir al mínimo las emisiones de CO2 y disminuir el impacto ambiental.

Bibliografía

Cramer/Mühlbauer: Praxishandbuch Thermoprozesstechnik. Essen: Vulkan-Verlag,
Meyer/Schiffner: Technische Thermodynamik. Leipzig: Fachbuchverlag,
Boll, W.: Technische Strömungslehre. Würzburg: Vogel Buchverlag,
Reinmuth, F.: Lufttechnische Prozesse. Karlsruhe: Verlag C.F. Müller,
Döring, R.: Skript Feuerungstechnik, Fachhochschule Münster, Seminar /

Primera publicación en Heat Processing, número 2, 2008 por Vulkan Verlag.

Estudio del efecto de tratamientos dúplex temple laser + PVD en aceros de herramientas

Por J. Yagüe (1), R. Rodríguez (1), J. A. García (1), A. Bustillo (2), F. Garciandía (3), F. Zubiri (3)

RESUMEN

En este artículo se estudia el efecto combinado de dos tratamientos superficiales aplicados a dos tipos de aceros: Un acero de herramientas F-522 y un inoxidable martensítico AISI 420.

Distintas combinaciones de temple láser y recubrimientos PVD han sido evaluados desde el punto de vista mecánico. En particular, los efectos de los calentamientos debidos a los diversos tratamientos sobre el revenido del acero y la estabilidad de las propiedades del tratamiento anterior han sido tenidos en cuenta y correlacionados con el efecto final.

1. Introducción

Los aceros de herramientas son aleaciones con un contenido medio o alto de carbono y que contienen además elementos formadores de redes de carburos como Cr, W, Mo o V, las cuales proporcionan dureza, alta resistencia al desgaste y durabilidad en servicio incluso en condiciones extremas de temperatura y carga. Sin embargo las cada vez más exigentes condiciones de servicio demandan el desarrollo de nuevos tratamientos que confieran al útil mayor dureza superficial, tenacidad, resistencia a la abrasión y a la corrosión y que, por tanto alarguen el tiempo de vida en servicio de las herramientas. En este estudio se presenta la aplicabilidad conjunta de las tecnologías de temple láser y deposición de capas delgadas mediante PVD (Physical Vapour Deposition) [1-5]. El estudio se extiende al tratamiento de aceros inoxidables martensíticos, empleados en la fabricación de herramientas de corte en condiciones especiales.

2. Procedimiento experimental

Con el objeto de estudiar el tratamiento Dúplex de temple láser y deposición de recubrimientos duros por PVD se eligió un acero de herramientas F-522 (1.2510) (%C-0.9-1.05; %Mn-1.0-1.2; %Cr-0.5-0.7; %W-0.5-0.7) y un acero inoxidable martensítico tipo AISI420 (%C-0.42-0.50; %Cr-12.5-14.5).

En el primero de los casos (1.2510) se prepararon probetas de 30 mm de diámetro y 4.8 mm de espesor y se trataron térmicamente (temple + revenido) para endurecer y conferir tenacidad alcanzándose durezas del orden de los 52 HRc.

Para el acero AISI420 martensítico se prepararon de la misma forma probetas circulares y se trataron térmicamente.

Posteriormente se trataron las probetas ajustando los parámetros del láser en una pista central de 10 mm de ancho. Para la realización de las pruebas de temple láser se ha utilizado un láser de diodos de 3 kW que trabaja a una longitud de onda de 820 y 980

(1) Asociación de la Industria Navarra (AIN).
(2) CORREA-ANAYAK.
(3) LORTEK, Bº La Granja.

nm con una alta uniformidad de energía en su forma de línea.

Con el objetivo de asegurar una buena limpieza y preparación de la superficie a recubrir, las probetas fueron pulidas hasta 1 µm utilizando emulsión de diamante en suspensión de 1 µm. Esta etapa de preparación y limpieza superficial es clave para evitar que las zonas oxidadas o la película de grasa que puede haber en las superficies de los útiles actúen de barrera impidiendo una buena adhesión del recubrimiento.

A continuación las probetas fueron introducidas en la cámara de PVD para ser recubiertas con TiN. Se utilizaron dos técnicas distintas de evaporación del material. Para el acero F522 se utilizó la técnica de evaporación por arco eléctrico mientras que para el acero inoxidable martensítico AISI420 se utilizó la técnica de magnetron sputtering. En este caso los átomos que constituyen el recubrimiento se obtienen bombardeando un blanco metálico con iones de un gas inerte (Ar) a baja energía. Para las dos técnicas utilizadas el equipo de recubrimientos para la deposición de películas delgadas por PVD es un equipo METAPLAS IONON MZR323.

La medida de rugosidad superficial se realizó con un Perfilómetro Interferométrico WYCO RST500 cuyo rango de resolución vertical va desde 0.1 nm hasta 500 µm con una resolución vertical de 3 nm. La técnica de medición utilizada fue Vertical Scanning Interferometry (VSI).

El espesor del recubrimiento PVD se midió mediante un equipo Calotest con una bola de acero de 30 mm y con pasta abrasiva de 0.5 µm. La bola de acero se hizo girar durante 40 s con una velocidad de 500 rpm.

Para llevar a cabo el estudio de microdureza se utilizó un micro-indentador FISCHEROSCOPE H100 VP-XY capaz de medir la profundidad de penetración en ciclos de carga-descarga. Los ensayos se realizaron a 750 y 10 mN para una caracterización completa de recubrimiento y substrato.

Universal Hardness (HU) se define como el cociente entre la carga aplicada y el área superficial de indentación bajo esa carga aplicada. Se expresa en GPa. HU resulta ser función de la carga aplicada y de la profundidad de penetración bajo esa carga. Es un procedimiento diferente a otros métodos de medida de dureza ya que aquí no se mide ninguna huella una vez aplicada la carga, sino que se registra continuamente la profundidad de penetración bajo carga.

Para una caracterización completa de la microdureza de recubrimiento y substrato se han seleccionado estos dos valores de carga final (10 mN y 750 mN).

Asimismo se utilizó un microdurómetro BUEHLER Micromet para realizar un barrido en profundidad de microdurezas Vickers en cortes transversales con una carga de 500 mN. Se eligieron arbitrariamente 3 profundidades (50, 150 y 250 µm) para llevar a cabo el barrido en los cortes transversales y analizar su microdureza. Para cada una de las distintas profundidades se hicieron 5 indentaciones.

Para caracterizar la adherencia del recubrimiento al substrato se realizó un test de rayado (Scratch test) que consiste en hacer un arañazo con una punta de diamante (diámetro 200 µm) aumentando progresivamente la carga (desde 1 a 100 N). La velocidad de carga fue de 100 N/min y la velocidad lineal de 10 mm/min.

3. Resultados y discusión

3.1 Rugosidad superficial

El espesor de las capas depositadas, medido con el Calotest, es de 2,7 µm. Su rugosidad (Tabla 1) aumenta ligeramente al recubrir el acero F522 con TiN. Este resultado está de acuerdo con el proceso de PVD ya que se caracteriza por ser un proceso de deposición que reproduce fielmente la topografía de la superficie sobre la que se deposita. El verdadero aumento en los valores Ra y Rq tiene lugar sobre el acero F522 Duplex (endurecimiento láser + PVD), debido a los cambios de volumen a nivel microscópico provocados por el revenido debido a la temperatura del tratamiento PVD.

Rugosidad	F522 ref	F522-TiN	F522-Duplex
Ra (nm)	12.8 ± 1.5	23.6 ± 4.8	157 ± 39
Rq (nm)	16.7 ± 1.5	62 ± 17	207 ± 45

Tabla 1. Valores de Ra, Rq de rugosidad superficial para F522 referencia, F522 + TiN, F522-Dúplex.

3.2 Ultra-Microdureza

Los valores de HU para el acero F-522 se muestran en la Tabla 2. El ensayo realizado a 10 mN de carga final arroja valores de HU más elevados para el acero F522-Dúplex que para el acero F522-TiN. El endurecimiento láser refuerza el substrato y contribuye a una mayor dureza aparente del recubrimiento. Este efecto desaparece prácticamente en el barrido de dureza en profundidad realizado con una carga máxima de 750 mN, ya que los valores finales corresponden a una indentación tan profunda como el recubrimiento. Por su parte, El Módulo Elástico corregido $E/(1-\nu^2)$, obtenido de la curva de carga-descarga, a partir de la recta definida de los primeros puntos de descarga [6], y el Trabajo Elástico %We, determinado por el área de la curva de carga-descarga, muestran sólo ligeros incrementos.

Probeta	10mN/20 PASOS/CREEP 10S			750mN/100 PASOS/CREEP 1S		
	HU (GPa)	$E/(1-\nu^2)$(GPa)	%We	HU (GPa)	$E/(1-\nu^2)$(GPa)	%We
F522-TiN	16.1 ± 0.7	502 ± 12	57.4	6.0 ± 0.1	231 ± 3	24.0
F522-Duplex	20.0 ± 0.4	529 ± 7	59.5	6.2 ± 0.3	232 ± 3	24.8

Tabla 2. Valores de Dureza Universal HU, Módulo elástico corregido $E/(1-\nu^2)$ y % trabajo elástico %We para F522-TiN y F522-Dúplex. Ensayos realizados a cargas finales de 10 y 750 mN.

Probeta	10mN/20 PASOS/CREEP 10S			750mN/100 PASOS/CREEP 1S		
	HU (GPa)	$E/(1-\nu^2)$(GPa)	%We	HU (GPa)	$E/(1-\nu^2)$(GPa)	%We
420-Ref	4.0 ± 0.2	255 ± 4	15.6	2.80 ± 0.05	203 ± 3	13.1
420-TiN	11.7 ± 0.8	361 ± 7	57.3	3.0 ± 0.1	210 ± 3	13.3
420-Duplex	14.0 ± 0.5	394 ± 5	66.1	5.10 ± 0.06	214 ± 3	23.6

Tabla 3. Valores de HU, Módulo elástico corregido $E/(1-\nu^2)$ y % trabajo elástico %We para AISI420-Ref, AISI420-TiN y AISI420-Dúplex. Ensayos realizados a cargas finales de 10 y 750 mN.

Un efecto similar, pero mucho más acusado, se observa en el caso del acero AISI420. La dureza conseguida para el acero AISI420-Dúplex es superior a la obtenida por el temple láser. Así mismo, hay un incremento del módulo elástico y del % de recuperación elástica.

A continuación se presentan los barridos de dureza en profundidad y las curvas de carga y descarga en las figuras 1 y 2 para el acero F522 y en las figuras 3 y 4 para el AISI420.

En la primera serie de ensayos (750 mN-figura 1) casi se atraviesa el recubrimiento (≈ 2 µm) y tanto las propiedades mecánicas como las propiedades elásticas superficiales se ven influenciadas por el substrato, mientras que en la segunda tanda de ensayos (10 mN-figura 2) la profundidad de penetración apenas alcanza la décima de micra, por lo tanto no atravesamos más del 10% del espesor del recubrimiento y las propiedades medidas son las propiedades inherentes al propio recubrimiento.

Las figuras muestran los ligeros incrementos de dureza obtenidos para el F522, así como los notables aumentos conseguidos en el caso del inoxidable martensítico AISI 420.

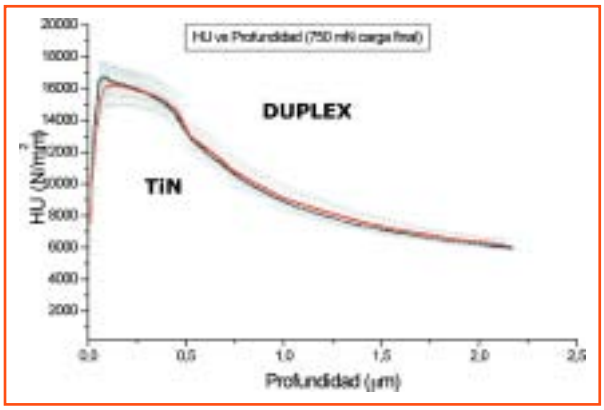


Figura 1. HU frente a Profundidad de penetración (µm) para el acero F522-TiN y F522-Dúplex (750 mN de carga final).

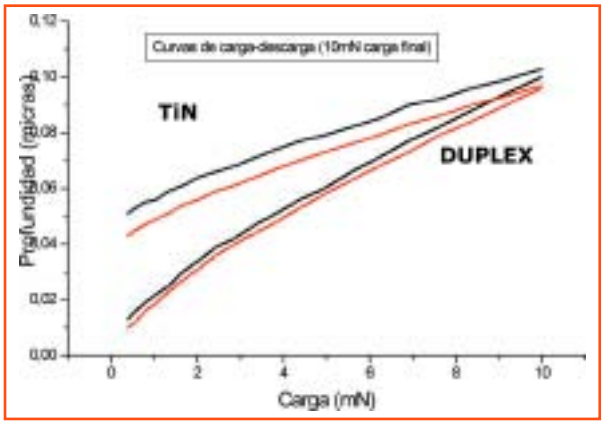


Figura 2. Curva de carga-descarga para el acero F522-TiN y F522-Dúplex (10 mN de carga final).

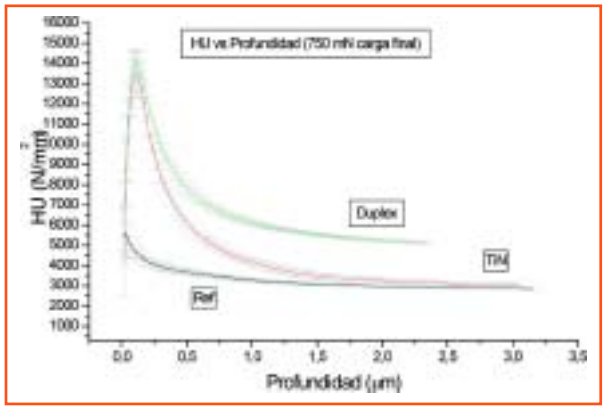


Figura 3. HU frente a Profundidad de penetración para el acero AISI420 Ref, AISI420-TiN y AISI420-Dúplex (750 mN de carga final).

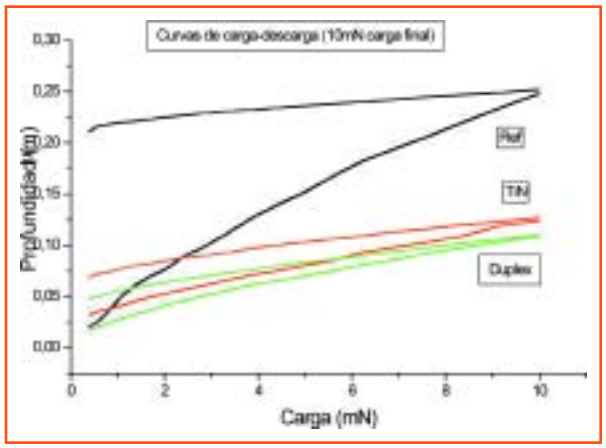


Figura 4. Curva de carga-descarga para el acero AISI420-Ref, AISI420-TiN y AISI420-Dúplex (10 mN de carga final).

Es evidente que el ablandamiento del substrato, por revenido, durante el proceso de recubrimiento por PVD afecta de forma intensa al acero F522, mientras que apenas es relevante para el acero AISI 420. La figura 5 ilustra este punto, recogiendo los datos de un barrido de microdureza Vickers a 50 g realizado en cortes transversales de las probetas F522-láser y F522-Dúplex.

3.3 Ensayo de adherencia Scratch Test

Las dos finalidades principales de recurrir a tratamientos dúplex son aumentar la dureza efectiva del recubrimiento, reforzando la del substrato y conseguir una mejor adhesión gracias a reducir la gran diferencia de respuesta elástica entre recubrimiento y substrato. Los aumentos de dureza han quedado patentes en la sección anterior. Corresponde ahora evaluar las mejoras en la adhesión del recubrimiento.

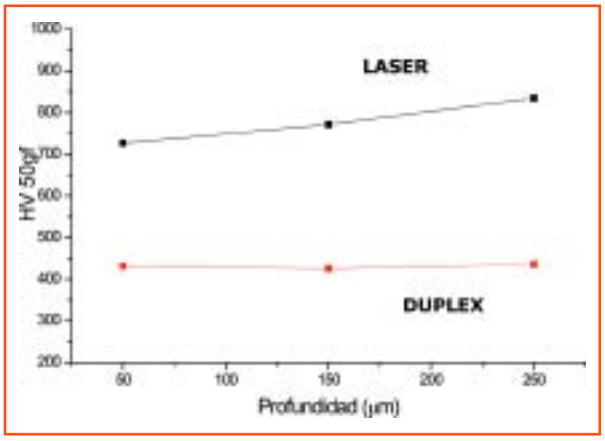


Figura 5. barridos de microdureza Vickers en cortes transversales. F522.

La tabla 5 recoge los datos para el Acero F522 recubierto con y sin tratamiento láser previo. Podemos decir que el tratamiento de endurecimiento láser consigue mejorar la adherencia del recubrimiento tipo TiN ya que los valores de cargas críticas son mayores que los que se han observado para el acero F522-TiN sin tratar por láser. Este resultado es todavía más notable para el caso del acero AISI 420, tal como queda recogido el la tabla 6 e ilustrado en la figura 6.

Probeta	Modos de fallo/ Cargas críticas (N)	
	Desconchamiento cohesivo a lo largo de los bordes del arañazo.	Perforación continua del recubrimiento.
F522-TiN	9 ± 1N	23 ± 1N
F522-Duplex	17 ± 2N	46 ± 3N

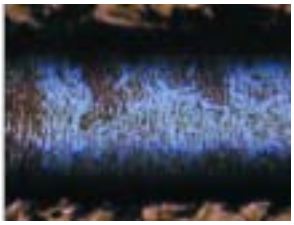
Tabla 5. Tipos de fallo y cargas críticas Scratch Test F522-TiN y F522-Dúplex.

Probeta	Modos de fallo/ Cargas criticas (N)	
	Formación de bucles de tipo conformal.	Perforación continua del recubrimiento.
AISI420-TiN	18 ± 4N	38 ± 1N
AISI420-Duplex	25 ± 4N	81 ± 4N

Tabla 6. Tipos de fallo y cargas críticas Scratch Test AISI420-TiN y AISI420-Dúplex.

AISI420-TiN

Tipo de fallo: Formación de bucles de tipo conformal. Carga crítica 1: 18 ± 4N.



Tipo de fallo: perforación continua del recubrimiento. Carga crítica 2: 38 ± 1N.

AISI420-Dúplex

Tipo de fallo: Formación de bucles de tipo conformal. Carga crítica 1: 25 ± 4N.

Tipo de fallo: perforación continua del recubrimiento. Carga crítica 2: 81 ± 4N.

Figura 6. Scratch Test. Imágenes de los tipos de fallo con sus cargas críticas correspondientes para AISI420-TiN y AISI420-Dúplex.

4. Conclusiones

- El estudio del tratamiento híbrido de endurecimiento láser seguido de la deposición de capas delgadas por PVD sobre un acero de herramientas F522 y sobre un acero inoxidable martensítico AISI420 es una estrategia válida para la mejora de las propiedades que confieren ambas técnicas por separado.
- Los valores de Dureza Universal (HU) para el acero F522-Dúplex son mayores que los del acero F522-TiN, por lo tanto el tratamiento de endurecimiento láser consigue mejorar las propiedades mecánicas en superficie de ese recubrimiento TiN posterior.
- Sin embargo en el caso del acero F522 se ha producido una interferencia en el tratamiento térmico anterior debido a la temperatura del proceso de PVD que ha superado la de revenido del acero F522, que es relativamente baja.
- Para el acero inoxidable martensítico AISI420 no se ha observado este reblandecimento posterior debido al proceso PVD, ya que posee una temperatura de revenido superior a la que se alcanza en el interior de la cámara de tratamiento. Por lo demás el tratamiento dúplex aumenta, más notablemente que en el caso del F-522, los valores de HU, módulo elástico y recuperación elástica.
- La adherencia del TiN ya sea depositado mediante la técnica de evaporación por arco eléctrico (F522) o bien mediante magnetron sputtering (AIS420) mejora notablemente para los casos que han sido endurecidos mediante láser. Las cargas críticas a las que aparece la delaminación del recubrimiento son mayores respecto de las probetas que no han sido tratadas por láser.
- Podemos valorar de forma positiva el estudio de la aplicabilidad conjunta de la tecnología láser y la deposición de capas delgadas mediante PVD ya que, por un lado, el tratamiento láser consigue mejorar la adherencia del recubrimiento TiN al substrato y, por el otro, la deposición de capas duras consigue mejorar las propiedades mecánicas y elásticas superficiales del tratamiento de endurecimiento láser.

5. Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) por la concesión del proyecto PROFIT –020500-2007 inmerso en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007) correspondiente al Programa Nacional de Diseño y Fabricación Industrial.

6. Referencias bibliográficas

[1] F. Zubiri, F. Garciandía, I. Tolosa, R. Rodríguez, J. Yagüe, A. Bustillo. "Tecnología híbrida láser + PVD". IV Taller Nacional de Procesado de Materiales con Láser. Noviembre 2007.

[2] N. Martí, F. Montalá, L. Carreras, R. Rodríguez, G. Fuentes, J. Yagüe, J. Damborenea, A. Frutos, MA Arenas. "Tratamientos dúplex de nitruración y PVD aplicados a la fabricación de piezas y materiales plásticos". Tratermat 2008.

[3] E. de las Heras, D. González, A. García-Luis, A. Cabo, M. Brizuela, G. Ybarra, N. Mingolo, S. Brühl, P. Corengia. "Microstructure and Wear Behaviour of DC-Pulsed Plasma Nitrided AISI316L Austenitic Stainless Steel". Plasma Process Polym 2007, 4, 5741-5745.

[4] J.C. Avelar-Batista, E. Spain, J. Housden, G. Fuentes, A. Sola, R. Rodríguez. "Triode Plasma Nitriding and PVD coating: a successful pre-treatment combination to improve the wear resistance of DLC coatings on Ti6Al4V alloys".

[5] J. Yagüe, R. Rodríguez, G. Fuentes, N. Martí, F. Montalá. " Cambios en el comportamiento tribológico de aceros inoxidables mediante tratamientos dúplex. Tratermat 2008.

[6] Oliver y Pharr (W.C. Oliver, G. M. Pharr, J. Mater. Res. 7(6) (1992) 1564-1583).

Ponencia presentada en el XI Congreso Tratermat (Marzo 2008). Publicada con la autorización expresa de la Dirección del Congreso y los autores.

Soldadura fuerte al vacío, una verdadera pericia

Por APLITEC, S.L.

La soldadura fuerte se define como el ensamblaje de diferentes materiales de base por fusión de diversas aleaciones de aporte. Aunque se opera una inter-difusión química en las interfaces, la soldadura fuerte se diferencia de la soldadura convencional por la ausencia de fusión del sustrato base. Induce muchos menos esfuerzos y garantiza la geometría de ensamblado terminado, sin necesidad de estabilización o de retoque posterior de mecanizado.

Después de una preparación más o menos completa de las superficies a unir, la operación de soldadura fuerte propiamente dicha puede efectuarse con el soplete, por inducción, en un horno de aire, en atmósfera controlada o en vacío.

Este último método permite beneficiarse de todas las ventajas del tratamiento térmico al vacío: flexibilidad del horno batch, integración en línea de producción y protección de las superficies. Aporta igualmente una notable ventaja en la mejora de la mojabilidad y de la penetración por capilaridad, en comparación con los procesos convencionales.

Ante la creciente demanda de soldaduras fuertes de calidad irreprochable para aplicaciones críticas, numerosos industriales se orientan hacia la soldadura fuerte al vacío, como sustitución de los procesos de ensamblado convencionales. Esta actividad, en plena expansión, requiere medios específicos.

Como fabricantes de hornos al vacío, hemos desarrollado una gama de equipos industriales adaptados a los diferentes tipos de soldadura fuerte, en función de las especificidades de cada aplicación: multi-materiales, acero estándar o inoxidable, bases níquel, superaleaciones o aluminio.

Los hornos de la serie B5_T permiten trabajar las soldaduras fuertes con un alto punto de fusión, principalmente de base cobre o níquel. Según la aplicación, todas las opciones de aislamiento fibroso o metálico, de resistencias de grafito o metálica, de bombeo primario o secundario, o de presión parcial hidrógeno (hasta 50 mbares), pueden asociarse a una base económica y probada en las más severas y exigentes condiciones industriales.

La serie BA5_ está dedicada a la soldadura fuerte al vacío de aluminio. Esta aplicación, extremadamente técnica, se desarrolla alrededor de los 600 °C, con unas necesidades de homogeneidad térmica de +/-3 °C debida a la proximidad de los puntos de fusión de las aleaciones de base y de aporte. La cámara de calentamiento es completamente metálica, así como los cuerpos de calentamiento distribuidos en 6 zonas independientes. El vacío dispone de un bombeo secundario ampliamente sobredimensionado y, a menudo, asociado a una trampa criogénica, a fin de preservar el recinto de soldadura fuerte de toda retro-difusión.

Como complemento, la serie BA4_, derivada de nuestra gama de hornos de paredes calientes para aplicaciones especiales B4_R, aporta una solución a la soldadura fuerte de aluminio bajo flujo no corrosivo, ampliamente extendida en la industria del automóvil. La competencia de los grandes hornos continuos, hace que esté reservada a las pequeñas series, gracias a una gran flexibilidad en cuanto a la morfología de los aparatos a soldar.

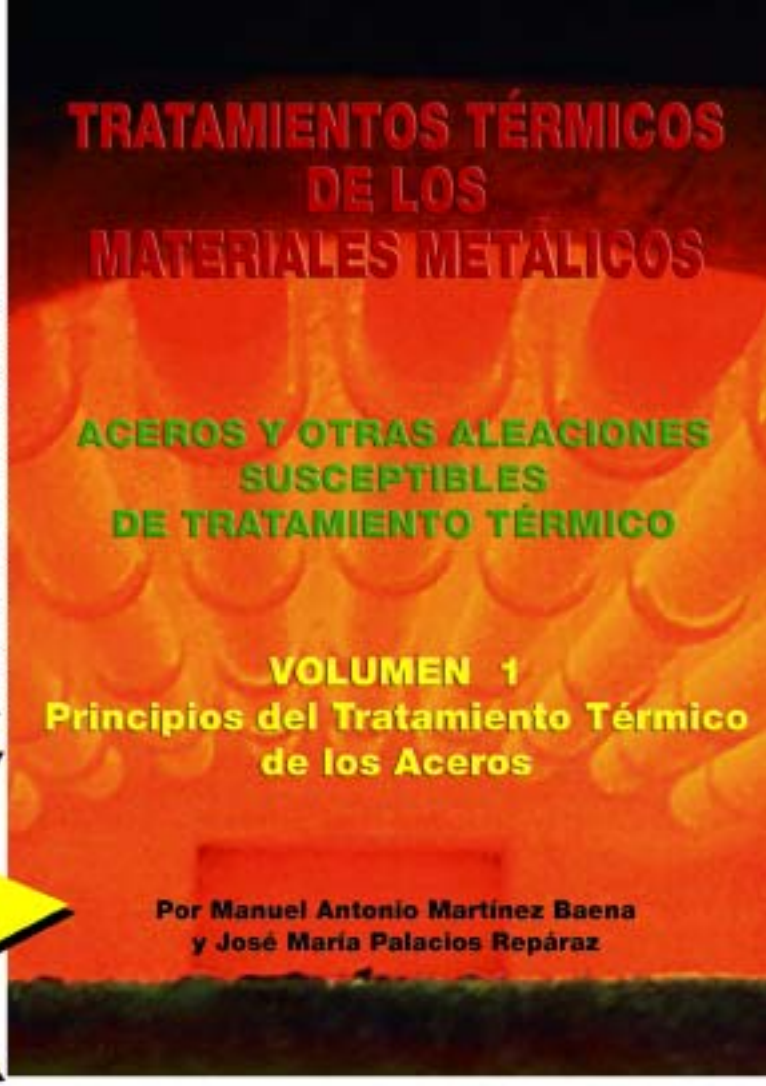
Este libro es el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

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 subcrítico ... 61
Temple ... 64
Calentamiento ... 65
Mantenimiento a temperatura de austenitización ... 65
Enfriamiento ... 66
Factores que influyen en la práctica del temple ... 66
Etapa del vapor ... 73
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
Sulfocarburización ... 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

Estabilidad dimensional de los aceros para calibres

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

Introducción

En la fabricación de calibres e instrumentos de medida de alta precisión se utilizan aceros aleados de herramientas con los que se obtiene, mediante temple y revenido, una alta dureza con unas muy pequeñas variaciones de forma y de volumen en las piezas con ellos fabricadas.

La construcción de un calibre es hoy día mucho más difícil que medio siglo atrás. En los años 1950 se trabajaba con tolerancias de décimas de milímetro; en la actualidad, debido al gran desarrollo alcanzado en la mecánica de precisión y en la micromecánica, son frecuentes tolerancias hasta diez veces menores. Por estas circunstancias es indispensable que los calibres y demás útiles de precisión mantengan, en el tiempo, su estabilidad dimensional.

La mayoría de los factores susceptibles de alterar la estabilidad dimensional de los calibres son bien conocidos, por lo que se toman las precauciones necesarias en el manejo de tales instrumentos de medición, para no alterar su fu forma y volumen. Un ejemplo lo tenemos en las salas de metrología que, normalmente, existen en las principales empresas de mecanizado, salas que se mantienen siempre a una temperatura constante, acondicionadas para que los cambios de temperatura no afecten a la estabilidad dimensional de los útiles de medida.

Como referencia podemos decir que un cubo de acero de 1 milímetro de lado, experimenta una variación en cada una de sus tres dimensiones de 0,035 micras –*milésimas de milímetro*– por grado de temperatura alcanzado. Y así una regla de 1 metro de longitud tendrá en invierno, a 10 °C, 0,37 mm menos de longitud que en verano a 30 °C de temperatura.

Otros factores, éstos de orden metalúrgico, que conviene conocer suficientemente son: las tensiones térmicas y las transformaciones estructurales habidas en el temple, ya que, de otro modo, se pueden atribuir indebidamente los posibles fallos y deformaciones a la calidad del acero utilizado.

Para que los calibres no se desgasten rápidamente con el uso, se deben alcanzar en el temple durezas superiores a 64 HRC. Después en el revenido, el nivel de dureza puede bajar algún punto pero nunca estar por debajo de 62 HRC, para que la vida útil del calibre sea lo más larga posible.

La estructura metalográfica de un acero aleado de herramientas, correctamente templado, se compo-

ne de martensita inestable, cantidades variables de austenita retenida y de carburos más o menos complejos. Los dos primeros constituyentes tienden a evolucionar con el tiempo promoviendo cambio de volumen *–no de forma–*, independientemente de lo que puede ocurrir en el temple del calibre. Tal evolución puede manifestarse a las pocas horas de estar fabricado el calibre, puede suceder también, a los muchos meses de estar en servicio e, igualmente, puede evolucionar en unos días o meses. Las deformaciones de volumen, son muy pequeñas, del orden de algunas micras, pero que pueden incrementarse con un tratamiento térmico incorrecto.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LOS ACEROS DE HERRAMIENTAS

La estabilidad de medidas después del tratamiento térmico de las herramientas *–aparte de otras propiedades deseadas–* es una de las más importantes; si tenemos en cuenta la gran precisión dimensional que se exige en las herramientas y las dificultades técnicas y económicas que implica, después del temple y revenido, su rectificado final.

Es habitual hablar de "indeformabilidad" de los aceros aleados de herramientas, aunque sea ésta una denominación que no corresponde a la realidad, ya que un tratamiento térmico sin variación absoluta de medidas sólo puede darse en casos muy excepcionales. Después del temple y revenido de una herramienta nos encontramos con variaciones de medidas y deformaciones, frente a su diseño o geometría original; **figura 1**.

Las principales razones de tales variaciones y distorsiones, vienen dadas por el aumento o disminución de volumen que se origina durante las transformaciones estructurales habidas en su tratamiento térmico, y de otros condicionantes que enumeraremos a lo largo de esta exposición. Las causas de tales fenómenos son debidos, principalmente, a las tensiones térmicas que se producen por el mero hecho de calentar y enfriar el material durante su tratamiento térmico; y, asimismo, a los cambios de volumen originados por los cambios de su estructura [$\gamma \Leftrightarrow \alpha$]; **tabla I.**

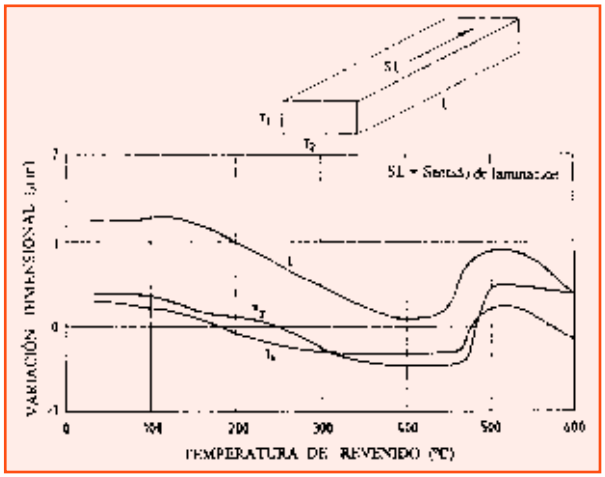


Figura 1. Influencia del sentido de laminación sobre la estabilidad o variación dimensional de una herramienta en el temple + revenido a distintas temperaturas. Acero X100CrMoV5.

Las variaciones *–dimensional* y *de volumen–* pueden ser más o menos importantes en función de los ciclos de tratamiento aplicados dependiendo aquéllas, principalmente, de una serie de factores que son fundamentales:

- Velocidades de calentamiento y de enfriamiento, así como de los gradientes de calor a los cuales se obliga a la herramienta en su tratamiento térmico.
- Composición química del acero, tamaño de grano austenítico y historial térmico del tratamiento al que se somete a la herramienta.
- Geometría, diseño y mecanizado de la herramienta según el sentido longitudinal o transversal de laminación o de forja, del material utilizado.

Las tensiones térmicas, serán de mayor o menor intensidad según sea la diferencia de temperaturas

TRANSFORMACIONES	VARIACIÓN DE VOLUMEN (%)	VARIACIÓN DIMENSIONAL (µ m)
PERLITA → AUSTENITA	– 4,64 + 2,21 (%C)	– 15,5 + 7,40 (%C)
AUSTENITA → MARTENSITA	4,64 + 0,53 (%C)	15,5 + 1,80 (%C)
PERLITA → MARTENSITA	1,68 (%C)	5,6 (%C)
AUSTENITA → BAINITA INFERIOR	4,64 + 1,43 (%C)	15,5 + 4,80 (%C)
PERLITA → BAINITA INFERIOR	0,78 (%C)	2,6 (%C)

Tabla I. Variación dimensional en función de la estructura correspondiente (según Lament).

CLASE DE ACERO	TAMAÑO DE LA PROBETA	PESO ESPECÍFICO RECOCIDO	PROCESO DE TEMPLE °C	PESO ESPECÍFICO TEMPLADO	CAMBIO DE VOLUMEN TEMPLADO
ACERO AI CARBONO	Ø 3/8" x 1.1/8"	7,865	790 - AGUA	7,795	+ 0,90%
ACERO AI CARBONO	Ø 1.1/8" x 3"	7,835	790 - AGUA	7,800	+ 0.50%
ACERO AI CARBONO	RODAJA DEL CENTRO Ø 1.1/8" x 3" (CORTADA DESPUÉS DEL TEMPLE)	7,855	790 - AGUA	7,835	+ 0,30%
ACERO 95MnCrW5	1/2" x 1"	7,853	800 - ACEITE	7,805	+ 0,60%
ACERO X100CrMoV5	1/2" x 1"	7,815	970 - AIRE	7,795	+ 0,30%
ACERO X210Cr12	1/2" x 1"	7,710	1010 - AIRE	7,715	- 0,10%

Tabla II. Cambio de volumen en el temple de varios aceros de herramientas para trabajos en frío.

CLASE DE ACERO	TAMAÑO DE LA PROBETA	PESO ESPECÍFICO RECOCIDO	PESO ESPECÍFICO TEMPLADO	PESO ESPECÍFICO (T + R)	CAMBIO DE VOLUMEN TEMPLADO	CAMBIO DE VOLUMEN (T + R)
ACERO AI CARBONO	Ø 3/8" x 1.1/8"	7,865	7,795	7,808	+ 0,90%	+ 0,80%
ACERO 95MnCrW5	1/2" x 1"	7,853	7,805	7,818	+ 0.60%	+ 0.45%
ACERO X100CrMoV5	1/2" x 1"	7,815	7,795	7,800	+ 0.30%	+ 0.20%

Tabla III. Cambio de volumen en el temple de tres de los aceros que figuran en la tabla II. Revenidos a una temperatura de 200 °C.

habida entre las distintas secciones de una misma pieza, en las fases de calentamiento y el enfriamiento de temple; **p.e.**: secciones o espesores más delgados, frente a otras partes de mayor sección.

Mientras que es posible medir la variación total del volumen, no es tan fácil, por otro lado, tener una indicación absoluta de las deformaciones habidas durante la transformación estructural, ya que tensiones térmicas y variación de volumen van íntimamente unidas al propio proceso de tratamiento térmico: temple + revenido. Pude decirse que las tensiones térmicas y la variación de volumen están en relación directa con la temperatura de austenización, y con el medio de enfriamiento empleado en el temple correspondiente; **tablas II** y **III**.

La relación entre templabilidad y tamaño de grano austenítico es bien conocida. En los aceros de herramientas de relativa baja templabilidad, es muy importante cuidar que el tamaño de grano austenítico no resulte demasiado fino, para que se pueda alcanzar una mayor penetración de temple. Y puesto que un tamaño de grano grueso, por el contrario, reduce la tenacidad, habría que considerar como tamaño de grano austenítico ideal para el temple, un tamaño de grano entre **6** y **7** de la escala **ASTM**.

Sobre la forma y dimensiones de las herramientas es posible influir, únicamente, a través del geometría de las mismas. Aparte de los conceptos generales, el proyectista tiene que tener en cuenta la forma de la herramienta, ya que su diseño influye muy mucho sobre las posibles deformaciones que se pueden originar en el tratamiento térmico; **p.e**: un formato cilíndrico de pequeña longitud reacciona al temple de una forma muy diferente que uno de geometría rectangular y de grueso espesor, que reaccionará, a su vez, muy distinto que uno mucho más delgado.

La orientación de la fibra y de los carburos en el diseño de la herramienta, tiene una gran importancia para la consecución de una mayor estabilidad dimensional en el temple y revenido; **figura 1**. Para ello es importante considerar la puesta en forma y mecanizado de la herramienta, frente a la dirección de la laminación o forja del material de partida. La práctica evidencia que las deformaciones son menores cuando las herramientas se fabrican en dirección perpendicular al sentido de forja o laminación del material, y son mayores cuando el mecanizado se realiza en el sentido de laminación o forja.

El herramentista, por tanto, deberá siempre mecanizar el material para la fabricación de sus útiles y herramientas, en el sentido perpendicular al de la-

minación o de forja, ya que, como anteriormente se ha dicho, es el modo más seguro de obtener una mejor estabilidad de medidas en el tratamiento térmico posterior. Es, también, la manera más fácil de compensar la estabilidad dimensional, en función de la temperatura de temple y la de revenido utilizadas.

Efectivamente en los aceros ledeburíticos y otros aceros de alta aleación, los carburos forman bandas paralelas en el sentido de forja o de laminación, **figuras 2** y **3**, que son muy perjudiciales. La estabilidad de medidas en las herramientas fabricadas de aceros ledeburíticos y/o de muy alta aleación se ve afectada, siempre, por la presencia en su estructura de carburos primarios insolubles que provocan una fuerte anisotropía, ya que el coeficiente de dilatación de los carburos es, aproximadamente, un treinta por 100 (30%) inferior al de la matriz martensítica pura donde se encuentran repartidos. Diferencias que originan en el temple contracciones y dilataciones distintas entre los carburos y la masa matricial martensítica; a parte de no sufrir los carburos las transformaciones alotrópicas correspondientes. Si la distribución y forma de los carburos primarios no es regular ni uniforme y, asimismo, son de tamaño grueso, se producirán mayores deformaciones. La micrográfica de la **figura 3** muestra esas segregaciones y bandas de carburos, antes comentadas.

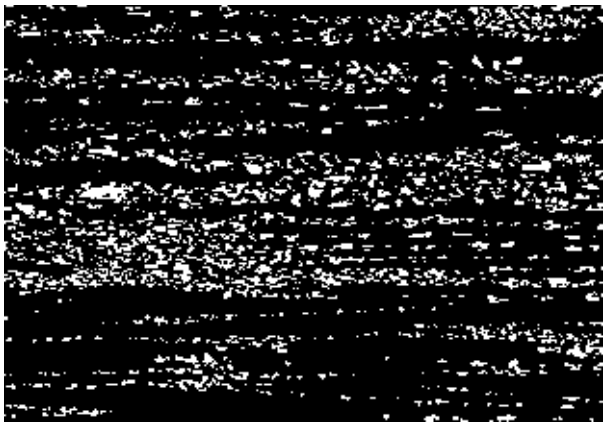


Figura 2. Bandas y segregación de carburos en un acero rápido 6-5-2.

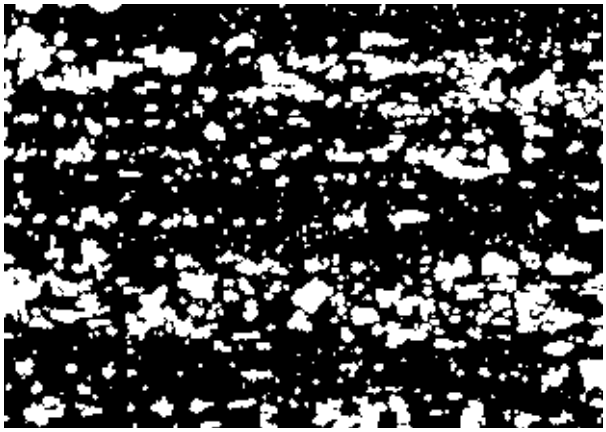


Figura 3. Bandas y segregación de carburos en un acero ledeburítico de herramientas para trabajos en frío. Acero X210Cr12.

TRANSFORMACIÓN DE LA MARTENSITA

La martensita formada en el temple es una solución sobresaturada e inestable de carbono, y su transformación a formas más estables provoca siempre **contracciones**, cuya magnitud dependerá de la composición química del acero utilizado. En la práctica se intenta acelerar su estabilidad mediante el revenido, para que luego los calibres y demás instrumentos de medida, ya terminados, no estén expuestos a ulteriores modificaciones de volumen.

El estudio de la cinética de revenido demuestra que la estabilidad dimensional de los calibres e instrumentos de precisión es tato mayor cuanta más alta sea la temperatura de revenido; **figura 4**. Por tanto tales piezas se han de revenir a la máxima temperatura que permita el nivel de dureza de uso. Cuando los calibres y demás instrumentos de medida se fabrican con aceros rápidos tipo 6-5-2, la temperatura de revenido recomendada es del orden de 550 °C; temperatura ésta con la que se estabiliza la martensita sin merma alguna de la dureza.

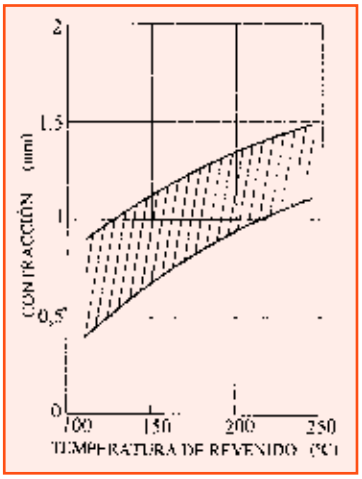


*Figura 4. **Contracción** por revenido de la martensita. Acero 95MnCrW5.*

Cuando los instrumentos se fabrican con aceros de baja aleación y/o con aceros ledeburíticos –100Cr6; 95MnCrW5; X210Cr12– la temperatura de revenido más conveniente estará comprendida entre 150 y 200 °C, que variará según la dureza alcanzada en el temple, para que ésta permanezca invariable, es decir, no disminuya con el revenido. Para obtener una perfecta

estabilidad es aconsejable efectuar un segundo revenido 10 °C por debajo de la temperatura del primero.

TRANSFORMACIÓN DE LA AUSTENITA RETENIDA

Los aceros aleados de herramientas que se utilizan en la fabricación de calibres suelen alcanzar, después del temple, cantidades considerables de austenita retenida: de 5 al 25%. La austenita retenida empieza a transformarse, espontáneamente, muy rápido al principio y luego, durante largo tiempo, a velocidades muy lentas, provocando **dilataciones** cuya magnitud dependerá de la cantidad presente en la estructura del acero utilizado.

La práctica más segura para minimizar y eliminar la austenita retenida, constituyente muy inestable, es la de revenir a temperaturas altas, pero esto sólo es posible, en el caso de los calibres fabricados con acero rápido 6-5-2; y, aun así, se deben realizar tres revenidos para mayor seguridad. La austenita retenida, presente después del temple, en el caso de los calibes fabricados con aceros de baja aleación y/o con los del tipo ledeburítico –100Cr6; 95MnCrW5; X210Cr12– no es aconsejable eliminarla con revenidos a muy alta temperatura, ya que la dureza de uso quedaría muy baja y el calibre se gastaría de modo muy rápido. La práctica aconseja, entonces, el **tratamiento subcero**.

TRATAMIENTO SUBCERO

Con el tratamiento subcero se intenta transformar la mayor cantidad de la austenita retenida, todavía, presente en el material templado, y así evitar que el calibre –*en el tiempo*– aumente de volumen. Para que el tratamiento subcero sea eficaz deben enfriarse las piezas lentamente, después del temple previo, a una temperatura próxima de 90 °C por debajo de cero [**– 90 °C**], y mantenerlas durante 4 horas a dicha temperatura. Terminada esta primera fase, se calentarán los calibres a una temperatura de revenido de 150 °C, durante 2 horas como mínimo. En la mayoría de los casos el ciclo completo se repite hasta 6 veces, para tener la absoluta certeza de que hemos transformado toda la austenita retenida en martensita estable; **figuras 5** y **6.**

Hoy día a los calibres se les realiza el **tratamiento criogénico**, es decir, una vez templados se les somete a un enfriamiento en un baño de nitrógeno líquido a **–195 °C**, permaneciendo en dicho baño un tiempo no inferior a 2 horas. El tratamiento criogénico reduce a la mitad los ciclos antes citados; y las mejoras obtenidas –*estabilidad de medidas* y *resistencia al desgaste*, etc.– en el calibre son, sustancialmente, mayores.

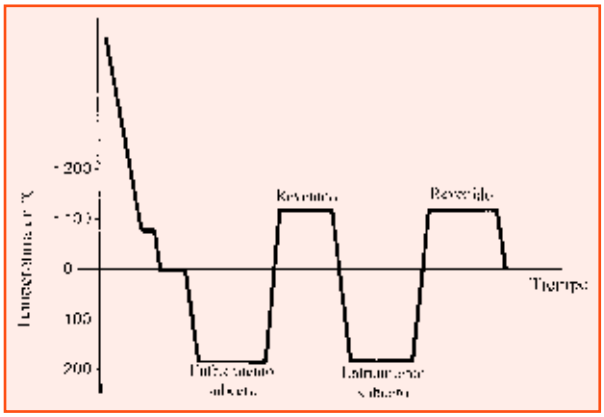


Figura 5. Representación esquemática del tratamiento subcero.

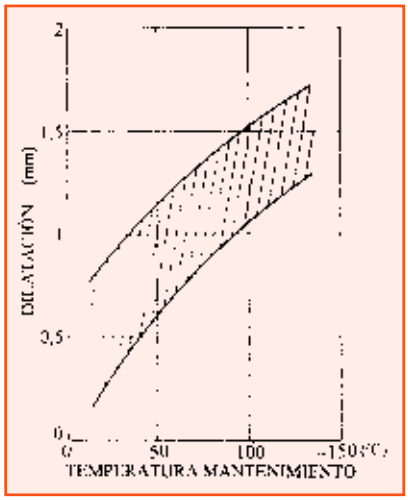


Figura 6. ***Dilatación*** *mediante tratamiento subcero: transformación de la austenita retenida en martensita estable. Acero 95MnCrW5.*

MADURACIÓN

La maduración consiste en someter al calibre, antes de su rectificado final, a unas condiciones similares a las que se va a encontrar en su trabajo. Con ello se procura y comprueba que los cambios dimensionales ocurran antes de su puesta en servicio.

La maduración, por tanto, consiste en efectuar ciclos repetidos a temperaturas extremas a las cuales se supone han de trabajar los calibres en servicio. Si a un calibre lo mantenemos; **p.e**:. a 20 °C de temperatura, necesitamos un tiempo de 6 meses para comprobar su estabilidad dimensional; en cambio, ese mismo calibre sometido a un tratamiento de maduración a temperatura oscilante entre una mínima de 10 °C y una máxima de 65 °C, necesitaríamos sólo 8 días.

Se Vende

- Horno continuo Guinea Shaker-S30 de 30 kW y 50 kg de producción hora, el horno está funcionando y recién reparado.
- Horno de nitruración Aube Lindberg 1717 con dos crisoles más regulación, consumo 30 kW, con un diámetro de 550 m/m * 750 m/m.
- Lavadora de tricloroetileno.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS MARGO
C/ MINUTISA, 10 - 47012 VALLADOLID
983-206-113 – E-mail: tratamientosmargo@hotmail.com

SE BUSCA

SIFCO APPLIED SURFACE CONCEPTS,
líder mundial del metalizado electroquímico 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

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.
Alsagüeres, 157 3º, 08018 BARCELONA
Tfno: 93 309 79 16 Fax: 93 485 08 94
www.helmutfischer.com
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
MOLD
Visite nuestra nueva Web
www.pedeca.es
SURFAS
TRATER

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

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

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
testo 880
Instrumentos y sondas de medición portátiles y electrónicos, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros:
• Velocidad
• Presión
• Humedad
• Temperatura
• Emisiones
• Calidad del aire interior (CO_2)
• Analizadores de productos de la combustión
• Termografía
• Análisis de agua
• Luz/Sonido
• rpm
Instrumentos testo S.A. - Zona Industrial c/B nº 2 - 08348 Cabrils (Barcelona)
Tel. 93 753 89 20 - Fax: 93 753 95 26 - www.testo.es - info@testo.es

calibraciones ENAC
Termopares especiales
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.scienpresa.com
sondas pt-100
instrumentación
servicio técnico
calibración insitu
cámara termografica
calibración TUS
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@scienpresa.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 TECHNOLOGIES 17
APLITEC 45
ARROLA 5
BAUTERMIC 15
BMI 45
CERAMIFRAC 44
COMERCIAL SATEC 13
ENTESIS 44
EUCON 46
EUROPEAN FUTURE ENERGY . . . 9
FISCHER INSTRUMENTS 44
FLEXINOX 45
HORNOS ALFERIEFF . . . . . PORTADA
HORNOS DEL VALLES 13
INTERBIL 3
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
IPSEN . . . . . 7 y Contraportada 4
LIBRO TRATAMIENTOS TERMICOS . 37
MATIC 23
METALOGRÁFICA DE LEVANTE . 46
MOLDEXPO . . . . . Contraportada 2
PROYCOTECME 15
REVISTAS TECNICAS . . . . . Contraportada 3
ROLLED ALLOYS 45
TALLERES ALJU 11
TALLERES DE PLENCIA 45
TECNYMAT 11
TEY 45
TRATAMIENTOS TERMICOS ESPECIALES 47
S.A. METALOGRÁFICA 46
SPECTRO 44
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47

Próximo número

SEPTIEMBRE

Nº Especial TRASMET - SUBCONTRATACIÓN (Feria de Bilbao).