

TRATER

SEPTIEMBRE 2013 • N° 36

press



REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es

Soluciones

insertec

Hornos & Refractarios

para el Tratamiento Térmico



www.insertec.biz

ENCUENTRO EN LA
**CUM
BRE**
2013
1-4 OCTUBRE

ALEMANIA
PAIS INVITADO
 EMPRESAS
Y COMPRADORES
INVITADOS



PUNTO DE ENCUENTRO INTERNACIONAL DE LA SUBCONTRATACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y EQUIPOS PARA FUNDICIÓN, FORJA, LAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE SUPERFICIES.

**AERO
TRENDS** 

4º ENCUENTRO
INTERNACIONAL
DEL SECTOR AEROSPAZIAL

Tel.: (+34) 94 404 00 78/93
(+34) 94 404 00 01
mail: cumbre@bec.eu
www.cumbreindustrialtecnologica.com

**B!
E!
C!** **BILBAO
EXHIBITION
CENTRE**

EXPOSSIBLE!



Sumario • SEPTIEMBRE 2013 - Nº 36

Editorial 2

Noticias 4

Zwick / Roell ultima los preparativos para la celebración del XXII foro de ensayo de materiales • Lavado, desengrase y secado de piezas mediante agua con detergente por aspersión • Constituida la "Plataforma empresarial tecnológica del Sector Metalmecánico" • El Secor Metalmecánico español • Nuevo prospecto de la familia de sensores PSEN de PILZ • Konecranes CXT • Producción libre de aguas residuales en industrias metalúrgicas • Guía para la selección de guantes contra el calor de contacto.

Artículos

- Carburos Metálicos amplía la gama de productos de generación de hidrógeno PRISM® 10
- Fórum de ARCAS - Por Juan Martínez Arcas 12
- Oerlikon Leybold Vacuum amplía su oferta en sistemas de experimentación para I+D 14
- Mejora de la evaluación en los procesos de nitruración - Por Stange 16
- Solución muy eficiente energéticamente para revestimientos de horno 18
- Soluciones para mejorar el rendimiento de matrices y moldes de altas prestaciones con recubrimientos PVS Magnetron Sputtering - Por F. Montalà y C. Colominas 20
- Vibrophore 1000: Pulsador de alta frecuencia Zwick de 1.000 kN 25
- B&R presenta el módulo de medida de energía X20AP 26
- Nuevas fuentes de alimentación S8VK - Por OMRON 27
- El Grupo Kamax asegura la continuidad de la planta de Museros 28
- Obtención de perfiles de temperatura en hornos rotatorios - Por Ernesto Guerra 29
- Unifrax - una nueva manta que amplía su gama de aislamiento 30
- Nuevo quemador de encendido - Por Elster Kromschroeder 32
- "Eficiencia, flexibilidad y calidad superiores en tacos calentados por inducción" - Por Frank Andrä, Valery Rudnev y Douglas R. Brown 34

OEMPLEO 43

Guía de compras 44

Índice de Anunciantes 48

Síguenos en



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

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

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

Redactor honorífico:
 José María Palacios

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

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

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

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

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

Asociación colaboradora



Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

De regreso del periodo vacacional, afrontamos la última parte del año con más fuerza y con más ganas de que sean meses de transición al próximo año y que comience la ansiada mejoría que todos esperamos.

Varios eventos del sector nos esperan en pocos días, la **Cumbre Industrial de Bilbao** (1-4 de Octubre) y el **XIV Simposio - Exposición Nacional de la Industria Fundidora en México** que se celebra con unos días de diferencia y donde distribuiremos ejemplares de nuestras revistas. Y a su vez, durante la Cumbre Industrial de Bilbao, se celebra el **VIII Fórum Técnico Internacional de Fundición**, organizado por **Tabira y Azterlan**, y donde unas 200 personas han confirmado su presencia en una Jornada completa de conferencias. Eventos que aunque son de fundición, el sector del Tratamiento Térmico tiene su hueco de referencia.

Como pueden comprobar, estamos presentes en todos los eventos del sector como es nuestro deber, primero como apoyo al evento y segundo porque es nuestra responsabilidad ante los anunciantes de la revista, que son los que quieren que su compañía se difunda y esté siempre en la mente de cualquier posible comprador.

Antonio Pérez de Camino


**Tecnología de
la cementación en vacío**

**DEMONSTRADO EN LA
INDUSTRIA DE TODO EL MUNDO**

Vector
vacuum furnace line



**Versátil
Eficaz
Personalizado
Oportuno
Optimo
Seguro**

FineCarb®

Cementación en baja presión (LPC)

PreNitLPC®

Alta temperatura LPC

FineLPN®

Nitruración a baja presión

SuperExpanite®

Nitruración de acero inoxidable



Heat Processing Equipment

www.secowarwick.com • vacuum@secowarwick.com.pl

Zwick / Roell ultima los preparativos para la celebración del XXII foro de ensayo de materiales

El productor de máquinas de ensayo de materiales y componentes Zwick / Roell ultima los preparativos para la celebración del XXII Forum Internacional de Ensayo de Materiales, un punto de encuentro para profesionales expertos en el ensayo de materiales y componentes de todos los sectores industriales.

El evento, que se celebrará en Ulm-Einsingen (Alemania) entre el 14 y el 17 de Octubre, contará con un espacio expositivo en el que se mostrarán más de 250 equipos expuestos relacionados en el ensayo de materiales y componentes.

Además, el foro presentará al visitante las últimas aplicaciones y tendencias en más de 10 sectores industriales diferentes.

Zwick Ibérica prepara un programa especial para los visitantes de España el cual tiene lugar el 15 y 16 de Octubre, pueden obtener más información en nuestra web o telefónicamente.

Dada la coincidencia con el fórum K 2013 en Dusseldorf, en la que Zwick también estará presente, muchos clientes valoran la posibilidad de estar en ambos eventos, le esperamos.

Info 1

Lavado, desengrase y secado de piezas mediante agua con detergente por aspersión

Este tipo de máquinas pueden ser de tipo túnel o rotativas, resultan ideales para todo tipo de piezas seriadas, mecanizadas o estampadas.

Se trata de máquinas que trabajan en continuo y pueden tener diferentes fases de tratamiento: lavado, pasivado, fosfatado, enjuague, secado.

Estas lavadoras pueden ser lineales "LCB" o rotativas "LCR", con zonas de carga y descarga manuales o robotizadas.

Las piezas a limpiar son procesadas directamente sobre un transportador o bien cargadas en cestas o bastidores especiales, montadas sobre el propio transportador continuo.

Todas las máquinas en su versión estándar van equipadas con sistemas de filtraje de viru-



tas, niveles automáticos de reposición, separadores de aceite, dosificadores de detergente, sopladores para el secado...

Info 2

Constituida la "Plataforma empresarial tecnológica del Sector Metalmecánico"

El pasado mes de junio, CONFEMETAL constituyó oficialmente la "Plataforma empresarial tecnológica del Sector Metalmecánico", una red de cooperación, liderada por la Industria que agrupa entidades públicas y privadas con intereses en ese Sector.

Su objetivo fundamental es la promoción, generación y transferencia de tecnología a las empresas del Sector Metalmecánico, principalmente Pymes, mediante la realización de proyectos de I+D+i que generen productos propios o componentes demandados por las empresas de la Industria, la Tecnología y los Servicios del Metal. Los Proyectos que se impulsen desde la Plataforma cubrirán todo el ciclo de generación del producto, desde la fase tecnológica a la de enfoque al mercado.

El punto de partida de la Plataforma es la necesidad de agrupar a grandes empresas –empresas tractoras–, agentes tecnológicos, entidades financieras e instituciones sectoriales, en torno a las Pymes del Sector para facilitar el lanzamiento de nuevos productos a través de los que se podrán

DISEÑANDO Y FABRICANDO
HORNOS Y ESTUFAS
INDUSTRIALES
DESDE 1945

HORNOS ALFERIEFF

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

CONSTRUYENDO FUTURO

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

**HORNOS
ALFERIEFF®**



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

transformar las empresas, implicarlas en la dinámica de la innovación y generar nuevas oportunidades en su entorno.

Ello ha de suponer una adecuación de la investigación a las necesidades de una amplísima gama de Pymes industriales que, a pesar de tener capacidad técnica para innovar, chocan contra la regulación, la fiscalidad o la incomunicación y el aislamiento entre la comunidad investigadora y las empresas industriales, que deben llevar a la sociedad los hallazgos y desarrollos técnicos.

Sobre esa base se podrá dar un salto tecnológico y de capacidades en las empresas del Sector que genere un incremento en la competitividad, basado en la productividad y la tecnificación, en lugar de en la bajada de costes de mano de obra.

La Plataforma definirá también una visión a largo plazo y diseñará una Agenda Estratégica de Investigación que sirva de base para asegurar la competitividad, sostenibilidad y el crecimiento de las empresas del Sector y alinee sus actividades de I+D+i con las estrategias nacionales y europeas en este ámbito.

Asimismo, la Plataforma facilitará el acceso a fuentes de financiación de I+D+i, especialmente a Pymes.

En última instancia, la mejora del Sector en investigación, tecnología e inversión, el incremento de la coordinación entre los agentes sectoriales relevantes y del contenido tecnológico de la actividad industrial, mejorará la calidad y la eficiencia de la marca España.

El Sector Metalmecánico español

Está formado por 15.000 empresas, que facturan unos 45.000 millones de Euros y dan trabajo directo a unas 375.000 personas.

Con un tamaño medio de empresa de 25 empleados, se trata fundamentalmente de Pymes y Micro-Pymes cuya actividad básica es fabricar componentes para otros sectores como el del automóvil, el ferroviario, el aeronáutico, los bienes de equipo, la máquina-herramienta, el naval, etcétera.



La mayoría de empresas que conforman el Sector son empresas de corte, calderería, mecanizado y tratamientos, las cuales poseen un carácter dual de empresa auxiliar y empresa sectorizada, lo que dota al Sector Metalmecánico de un alto efecto multiplicador, de modo que cualquier actuación sobre su competitividad tendría efectos muy beneficiosos sobre sectores estratégicos en nuestro país.

Info 3

Nuevo prospecto de la familia de sensores PSEN de PILZ

El nuevo prospecto de la familia PSEN proporciona una vista general del variado programa de Pilz en el campo de los sensores, desde la protección de posiciones y resguardos hasta dispositivos optoelectrónicos.

En él se presentan productos y soluciones idóneos para cada ámbito de aplicación y las ventajas que representan.

Los ejemplos de combinaciones de sensores con la ingeniería de control de Pilz orientan sobre una solución completa segura, económica y homologada.

El contenido se completa con una introducción a la oferta de servicios de seguridad.

La versión actual del prospecto informa además sobre los dispositivos de mando y diagnóstico PIT y productos novedosos de las siguientes áreas:

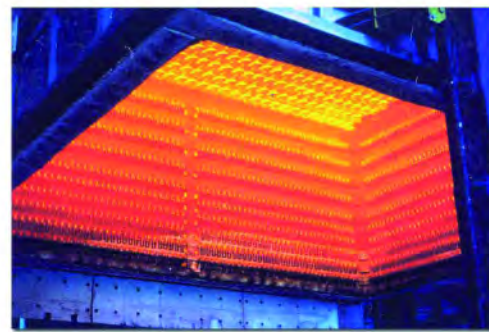
- Interruptor de seguridad encriptado PSENcode para la supervisión y diferenciación segura de la posición.
- Cerrojos de seguridad PSEN-bolt.
- Sistema de protección de puertas seguro PSENslock para la supervisión segura de puertas protectoras combinado con imanes de retención sin contacto.
- Barreras fotoeléctricas de seguridad PSENopt para la protección de los dedos, manos y cuerpo.

Info 4

Info 5

Hornos

Laboratorio e industriales



Quemadores

recuperativos y regenerativos



Reguladores de Potencia a Tiristores:

AEG

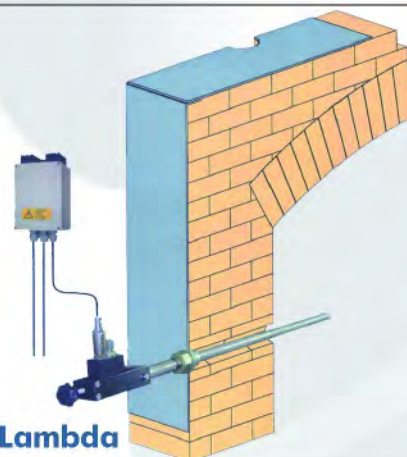
Power supply systems



Equipos de control de atmosferas:

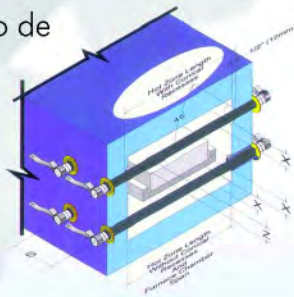


**mesa
electronic**



Sonda Lambda

Carburo de
Silicio



Fabricación de resistencias,

en hilo o pletina
conformadas a medida
según plano.

MoSi₂ (Hasta 1800°C)



**interbil**
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

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

www.interbil.es



Konecranes CXT

El concepto inteligente de polipasto CXT de Konecranes combina la eficiencia en el espacio con una gran fiabilidad y promete una larga vida de servicio. La grúa CXT tiene un diseño compacto y robusto, equipado con altura libre extremadamente baja y pequeñas aproximaciones a los extremos, que se adapta prácticamente a cualquier aplicación. Su tamaño compacto y su fuerza la convierten en la compañera indispensable en cualquier tarea de elevación. Además, gracias a su avanzada tecnología y características innovadoras, la grúa CXT se hace a medida para ajustarse a las diferentes necesidades de los clientes.

A las grúas estándar CXT se les puede acoplar una viga puente único o una construcción de viga puente doble, un sistema de viga puente único fijo (monorraíl) o una construcción bajo rodadura. Existen modelos de carro CXT para grúas de viga puente único con altura libre baja (hasta 12,5 toneladas) o altura libre normal (hasta 40 toneladas), además de para carros de viga puente doble (hasta 80 toneladas).

A pesar de existir diferentes configuraciones de carro, la más común cuenta con dos o incluso tres carros en la misma grúa, por lo que las grúas de polipastos de cable de acero CXT maximizan la altura de elevación y se adaptan fácilmente a diferentes tipos de edificio. Las grúas CXT de Konecranes son indispensables en cualquier taller de montaje o planta industrial. Con la más avanzada tecnología para una precisión de la carga mejorada, y versatilidad y facilidad de uso, la grúa CXT es la grúa líder de la industria de las grúas de interior para operaciones medias y pesadas.

Info 6

Producción libre de aguas residuales en industrias metalúrgicas

En muchas industrias metalúrgicas se originan aguas residuales nocivas para el medio ambiente, cuyas descargas a las redes de alcantarillado públicas están prohibidas. Estos residuos son, entre otros: emulsiones de lubricantes refrigerantes usadas, emulsiones desmoldeantes del sector de la fusión a presión, o aguas residuales provenientes de la limpieza de piezas y de procesos de tratamiento de superficies como p. ej. el fosfatado, galvanizado, decapado o rectificado.

La evacuación de estas aguas residuales es laboriosa y cara. La solución más rentable, segura y cómoda consiste en el tratamiento interno a través de sistemas de destilación al vacío de tecnología avanzada. Estos sistemas permiten reutilizar las aguas residuales industriales. Con este método la fabricación no genera aguas residuales y usted contribuye significativamente a la protección del medio ambiente y a conservar los valiosos recursos de agua fresca. Al mismo tiempo reducirá sus costes de eliminación hasta en un 99%, lo que en poco tiempo hará rentable su inversión.

Info 7

Guía para la selección de guantes contra el calor de contacto

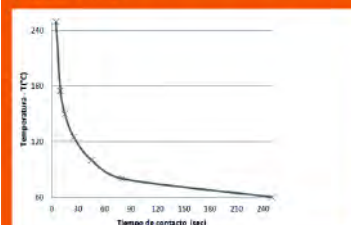
MAPA PROFESSIONNEL, líder mundial en la fabricación de



El riesgo térmico y la protección de las manos.
Guía para la selección de guantes contra el calor de contacto

Las curvas de temperatura

Existe una relación directa entre el Tiempo de contacto y la Temperatura máxima con la que se puede trabajar con un guante. Cuando los tiempos de contacto son cortos, un guante puede proteger a temperaturas relativamente elevadas, pero como ya hemos visto, la protección térmica del guante disminuye drásticamente a medida que el tiempo de contacto aumenta. En el gráfico inferior, ejemplo de una curva de temperatura.



Mapa Spontex Iberica
Llicura, 161 - Planta 31 D - 08035 - Barcelona
Tel.: 932 924 949 - www.mapa-pro.es



guantes sintéticos, ha publicado una guía para la selección de guantes contra el calor de contacto.

El objetivo de esta publicación es proporcionar las nociones básicas que permitan a los responsables de seguridad laboral seleccionar el guante térmico más adecuado para cada puesto de contacto.

El documento aborda cuestiones como:

- Los entornos de trabajo y la destreza.
- Las limitaciones de la norma EN 407.
- La relación entre el tiempo de contacto y la temperatura.

Info 8

HORNOS DE INDUCCIÓN

PARA FORJA INDUCTOForge DE INDUCTOTHERM



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

I-HAZ:
MAXIMIZA EL CONTROL
DEL PROCESO

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



**INDUCTOTHERM
GROUP | IBERIA**

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



**INDUCTOTHERM
GROUP**

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

Worldwide Melting Group Companies

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

Carbueros Metálicos amplía la gama de productos de generación de hidrógeno PRISM®

Carbueros Metálicos, grupo Air Products (NYSE:APD) ha ampliado su gama de productos de generación de hidrógeno PRISM® de producción de gas in situ para satisfacer necesidades superiores a 4.500 metros cúbicos normales por hora. Mediante la combinación de la tecnología de los reformadores de Air Products y la capacidad de adsorción por cambios de presión que ofrecen, los generadores de hidrógeno PRISM® ofrecen el menor coste de hidrógeno de toda su gama.

La gama de productos ampliada, disponible a escala mundial, mejora la oferta actual de Carbueros Metálicos para los sectores de procesamiento químico, acero y procesamiento de metales. Más de 30 generadores de hidrógeno PRISM® han sido ya solicitados por clientes, de ellos más de 20 ya se han instalado y están funcionando en distintas partes del mundo.

“Hemos analizado en profundidad el mercado y hemos detectado las necesidades que los usuarios

de hidrógeno tienen de esta gama de productos”, afirma Dave Guro, director global de Productos para la Generación y Purificación de hidrógeno de Air Products, grupo del cual forma parte Carbueros Metálicos. “Estamos trabajando con varias aplicaciones a escala mundial para plantas de generación de hidrógeno PRISM® más grandes y, mediante el aprovechamiento de las ventas globales de Air Products, la cadena de suministro, la fabricación de productos y las operaciones de red, seremos capaces de satisfacer las necesidades de los clientes en todos los países del mundo.”

El generador de hidrógeno PRISM® dispone de una tecnología de generación de hidrógeno in situ, con multitud de funciones que permiten una sencilla instalación sobre el terreno y una rápida puesta en marcha. Para Carbueros Metálicos la seguridad es esencial en sus productos y esto se hace patente en el diseño del producto y en que las unidades son totalmente controlables de manera local o remota. La compañía cuenta con un equipo de asistencia técnica muy experimentado que trabaja con todos sus clientes para aumentar la seguridad, mejorar la eficiencia de los procesos y optimizar el uso del gas.

Carbueros Metálicos es el proveedor de hidrógeno líder del mundo y gestiona la mayor red de distribución de hidrógeno a escala mundial. Los generadores de hidrógeno PRISM® de producción de gas in situ suponen una importante incorporación a la gama de productos de suministro de hidrógeno de Air Products, que incluye el suministro de gases y líquidos a granel, grandes plantas HyCO in situ y suministro por tubería.



MIDEST

2013 PARIS

El n°1 mundial de los salones de subcontratación industrial



Working together!*

19 > 22 NOVIEMBRE

Paris Nord Villepinte® - Francia

www.midest.com

* Trabajando juntos

Solicite su
**PASE
GRATUITO**
en www.midest.com

Código: PZ

TODAS LAS COMPETENCIAS DE LA SUBCONTRATACIÓN INDUSTRIAL MUNDIAL EN UN MISMO LUGAR

Transformación de metales /
Transformación de plásticos, caucho,
composites / Electrónica y electricidad /
Micro-técnicas / Tratamientos de superficies
y acabados / Fijaciones industriales /
Servicios para la industria /
Mantenimiento industrial



USTED...

- ... ¿busca una solución efectiva para un proyecto pendiente?
- ... ¿desea conocer nuevos subcontratistas?
- ... ¿quiere encontrarse con sus proveedores en un solo día?
- ... ¿desea informarse sobre cambios económicos y tecnológicos?

**Halle las respuestas más
acertadas y competitivas
en 4 días de encuentros.**

MIDEST 2012 EN CIFRAS

1.721 expositores de los cuales el **36%** son
extranjeros procedentes de **46** países

39.347 profesionales de **78** países
pertenecientes a todos los sectores de actividad

Cerca de **100** conferencias técnicas,
estratégicas y económicas.

FOCUS 2013

Sudáfrica, país invitado de honor
El mercado de la energía
El plató TV
Los encuentros de negocios
La aplicación móvil...

¡Permanezca conectado!



www.midest.com



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

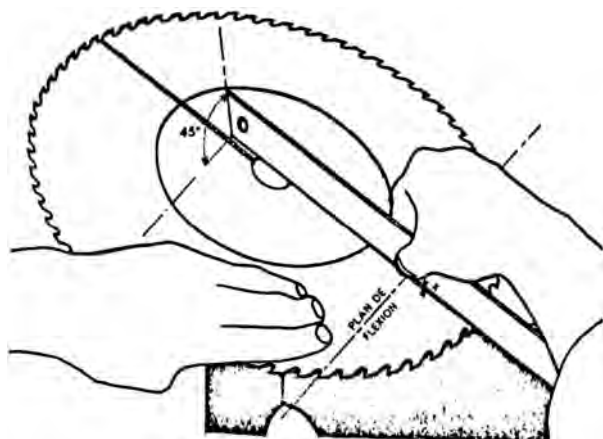
Tanto preguntas como respuestas irán publicadas en sucesivos números de la revista por orden de llegada, gracias a la activa colaboración de D. Juan Martínez Arcas.

TENSIONES Y SU APROVECHAMIENTO

En general las investigaciones sobre las tensiones se han dado a la tarea de estudiarlas y así determinar sus características para atenuarlas o eliminarlas.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el mundo metalúrgico es la acumulación de esfuerzos o tensiones que provocan deformaciones y la pérdida de la estabilidad dimensional.

Una buena definición de tensión residual sería como la de cualquier esfuerzo en un cuerpo elástico que se encuentra libre de fuerzas o restricciones externas y de cambios o gradientes de temperaturas.



Como sabemos, los esfuerzos cuando no son iguales pueden provocar deformaciones en el material. Grandes esfuerzos en una zona de la pieza provocan movimientos o deformación. (Con diferentes direcciones) o sea en forma de contracción y/o estiramiento.

Estas consideraciones nos servirán para dar respuesta a unos de los temas propuestos para este Fórum... Se trata del enderezado y recuperación de sierras circulares que ya han sido sometidas a trabajo prolongado de corte y reafilado, y fabricadas con un acero tipo F-1430 (UNE) o similar (EN ESTE CASO NO DE HSS, PUES TIENEN OTRO PROCESO DE ENDERAZADO TOTALMENTE DIFERENTE).

No es raro tropezarse con viejas sierras que fueron en su día amartilladas y que al querer tensionarlas de nuevo, el afilador constata que los resultados que produce su martillo no resultan relacionados, comparando con la misma fuerza e intensidad, al que se produciría sobre discos nuevos o poco martilleados. Algunas veces resulta incluso imposible dar a algunos de estos discos la tensión que se desea.

En efecto, en su estado nuevo, una sierra reacciona rápidamente a los golpes de martillo; la reacción del acero que no ha sufrido otra laminación que la producida en su fabricación, es muy rápida a la acción del martillo. Por estos motivos es preciso dar a cada golpe de martillo la fuerza sólo necesaria, es

decir, golpear “económicamente” para prolongar la aptitud de la hoja a recibir un amartillado durante el mayor lapso de tiempo posible.

Es evidente que los efectos del amartillado frecuente, acaban por sumar una concentración importante y el acero se comprime poco a poco. Desde entonces, la posibilidad del operador de hacer reaccionar la sierra a sus deseos, disminuye poco a poco, hasta el punto de que con una compresión casi total de las moléculas, el acero totalmente comprimido, no obedecerá más a los golpes de martillo.

La práctica consistente en prolongar la reacción de un acero que haya sido laminado hasta cerca de su límite, mediante un martillo de apenas aceradas (llamado martillo cortante), debe prohibirse. Las consecuencias resultantes son una “rotura” del metal, disminuyendo su tenacidad y resultando

imposible, incluso con la mayor insistencia de amartillado, obtener ulteriormente ninguna forma de tensión.

Nota: El acero base de las sierras no tiene siempre una dureza homogénea. Un amartillado puede convenir bien en una porción de la hoja, y resultar insuficiente en otro sector, o viceversa, excesivo sobre una zona de dureza diferente, del mismo disco.

AMORTIGUACIÓN DEL GOLPE

Para el aplanado o nivelado colocaremos una pieza de cuero, capaz de absorber los golpes entre el marmol y la sierra circular, evitando así los efectos de compresión y laminado del acero.

Nota Importante: Los que deseen ampliar esta información puede dirigirse a la dirección arriba expuesta.



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



Cintas de eslabones



Montajes estándar y personalizados



Platos, Parrillas, Cestas



Montajes hornos de pote



Rodillos



Turbinas, Guías



Grafito, CFC

SAFE Cronite - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)

Tfno.: 609 429 325 - Fax: +33 243 212 463 - E-mail: maricarmen.garcia@safe-cronite.com - www.safe-cronite.com

Oerlikon Leybold Vacuum amplía su oferta en sistemas de experimentación para I+D

La deposición química en fase vapor es muy utilizada en los laboratorios de investigación y desarrollo, especialmente para la síntesis de nanoestructuras de carbono de grafeno, nanotubos de carbono alineados verticalmente o nanohilos de silicio. Oerlikon Leybold Vacuum ofrece ahora una solución plug & play segura y sencilla.

"En este mundo minúsculo de capas de tamaño atómico, los experimentos rápidos y reproducibles son vitales. Es exactamente lo que ofrece el CVD Cube de Oerlikon Leybold Vacuum en un sistema experimental muy compacto y fiable" dijo el Prof. Dr. Mark Hermann Rummeli, del Centro de Física de Nanoestructuras Integradas (CINAP) IBS (Universidad de Sungkyunkwan, Suwon, República de Corea), experto en investigación de grafeno en el IFW Institut für Festkörper und Werkstofforschung en Dresde (Alemania).

La deposición química en fase vapor (CVD) es uno de los métodos más fiables para la fabricación de películas de grafeno de gran superficie sobre diferentes sustratos metálicos con diversas fuentes de carbono.

CVD Cube de sobremesa

El CVD Cube Térmico de sobremesa permite el crecimiento de grafeno bicapa (bilayer graphene BG) usando un polímero termoplástico como fuente de carbono sólido, tal y cómo se evidencia mediante Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) y microscopía óptica (OM).

Esta aplicación abre el camino para nuevas configuraciones experimentales, ya que podemos utilizar como materias primas diferentes fuentes de carbono sólido, incluyendo otras películas poliméricas y pequeñas moléculas.

El grafeno se define como una monocapa plana de átomos de carbono dispuestos en una estructura hexagonal (como un panal de abeja) compacta y bidimensional.

Este nanomaterial bidimensional ha sido objeto de intensos estudios en los últimos años debido a sus propiedades únicas, abarcando características térmicas, ópticas, mecánicas y de transporte de carga.

Los actuales avances en estos campos podrían llevar a una implementación del grafeno y materiales basados en grafeno en electrodos flexibles transparentes, dispositivos de almacenamiento de energía, sensores químicos y electrodos orgánicos.

Las propiedades optoelectricas del grafeno han demostrado ser extremadamente dependientes del sustrato objetivo, por lo tanto, los sistemas dieléctricos/de grafeno capaces de emular propiedades de grafeno suspendidas mientras superan las dificultades intrínsecas de estas muestras en suspensión, son un tema candente dentro de la rápida evolución en el campo de la nanotecnología.

Para estos estudios experimentales, ha sido utili-



zado con éxito el reactor térmico CVD de sobremesa de Oerlikon Leybold Vacuum.

El sistema permite de una manera rápida y sencilla programar secuencialmente cada etapa de reacción a través de su software CVD Express.

Además de su gran facilidad de uso gracias a una instalación sencilla plug & play, ofrece importantes características a tener en cuenta:

- Control de flujo másico preciso y configurable, lectura en tiempo real y programación de experimentos.
- Como elemento opcional, el módulo burbujeador permite utilizar reactivos en fase líquida como materia prima. Dicho módulo también va controlado por el mismo Software.
- Se pueden guardar configuraciones experimentales completas y recuperarlas para realizar tests de reproducibilidad.
- Horno de 1.000 °C, calentamiento por resistencia y zona de reacción bajo temperatura constante.
- Alarmas de seguridad integradas.

El CVD Cube se presenta como el reactor CVD térmico más compacto del mercado. Está especialmente diseñado para satisfacer las necesidades de los laboratorios de investigación, y responde a los estándares de seguridad más altos.



Aichelin
Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MÁQUINAS DE INDUCCIÓN – QUEMADORES



Hauzer TECHNO COATING
PVD & PACVD TECHNOLOGY

EQUIPOS DE PVD – Y – PACVD



Lohmann
Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS – CESTAS



PINTURAS ANTICEMENTANTES – ANTINITRURANTES



DISEÑO Y CONSTRUCCION



HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION



SERVICIO TECNICO

REPUESTOS PARA HORNOS IPSEN

TECNICAS EN HORNS HOT S.L.

Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain

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

e-mail: hot@tecnicashot.com

Mejora de la evaluación en los procesos de nitruración

Por Stange

EL MÓDULO DE CAPA COMPUESTA CLT-NHD

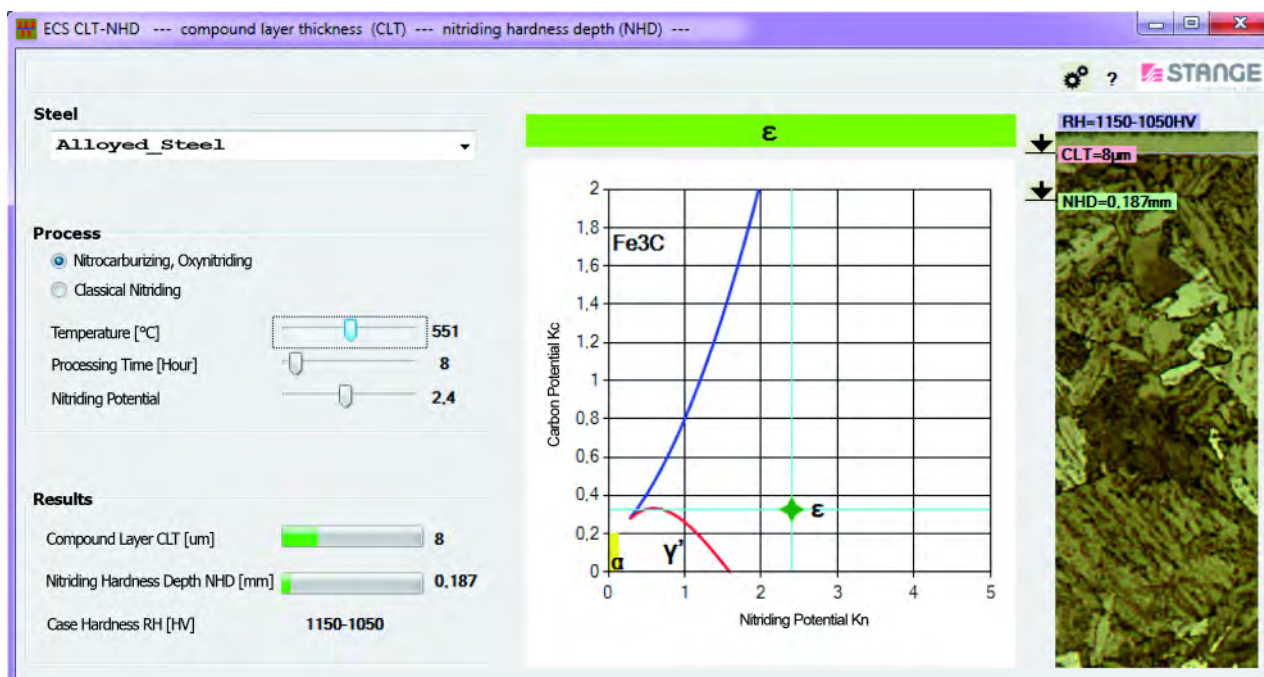
El módulo de software para calcular la profundidad de la capa de nitruración (NHD) y de la capa de compuestos (CLT), ha sido desarrollado por STANGE Elektronik con la cooperación de Spies & Partner, así como del Instituto de Ingeniería de Materiales de la Universidad Técnica de Bergakademie Freiberg en Alemania.

Se trata de un nuevo método para el cálculo del espesor esperado de la capa de compuestos, de la profundidad de la capa de nitruración y dureza de la capa, en función de la temperatura del tratamiento, duración del proceso y potencial de nitruración Kn para diferentes procesos de nitruración.

El cálculo se basa en los resultados de numerosas

cargas de ensayo en hornos diferentes, con el fin de determinar el crecimiento de la capa de compuestos. Estos resultados se almacenan en la base de datos integrada de los distintos aceros, con un máximo de 31 (hasta el presente) de los tipos de acero más usados. La base de datos se actualiza y amplía de forma continuada.

El tiempo de cálculo empleado actualmente es mucho menor debido a las mejoras introducidas en los métodos de cálculo anteriores. Esto permite de forma inmediata y automática recalculer los resultados al cambiar los valores introducidos. La mayor ventaja para el usuario es poder evaluar los cambios rápidamente y así conseguir un mejor ajuste de los parámetros del proceso de nitruración.



Los resultados del cálculo de CLT y NHD se muestran tanto numéricamente como gráficamente. En el caso de la dureza de capa se muestra el margen esperado. Las medidas de la atmósfera como el contenido de hidrógeno, amoníaco residual y potencial de cementación Kc(W) o el grado de disociación se calculan y muestran en función del proceso seleccionado. El punto de trabajo real se muestra en el diagrama modificado de Lehrer y/o Kunze, dependiendo del proceso seleccionado para decidir si se debe tener en cuenta la fase (ϵ , γ' , α , Fe 3C). La estructura de la capa esperada se representa en forma de sección para ser fácilmente interpretable.

STANGE Elektronik como especialista en ingeniería de control, ofrece el módulo de potencial de nitruración y el cálculo de la capa de nitruración como una herramienta valiosa en constante desarrollo, para así obtener resultados reproducibles en procesos de nitruración. En un futuro, el módulo de la capa de compuestos se integrará en los controladores industriales de la sexta generación (SE-6XX), al igual que el módulo de difusión ya existente, y así conseguir tecnología muy puntera asistida por ordenador para la gestión de procesos de nitruración.

Fabricamos:



MAQUINARIA INDUSTRIAL DE LAVADO Y DESENGRASE PARA TODO TIPO DE PIEZAS

ESTUFAS ESTÁTICAS Y CONTINUAS HASTA 600°C PARA CALENTAR Y SECAR

HORNOS INDUSTRIALES HASTA 1300°C

INSTALACIONES PARA EL PINTADO DE PIEZAS DIVERSAS

- MÁQUINAS PARA TRATAR SUPERFICIES: - Lavar, - Desengrasar, - Fosfatar...

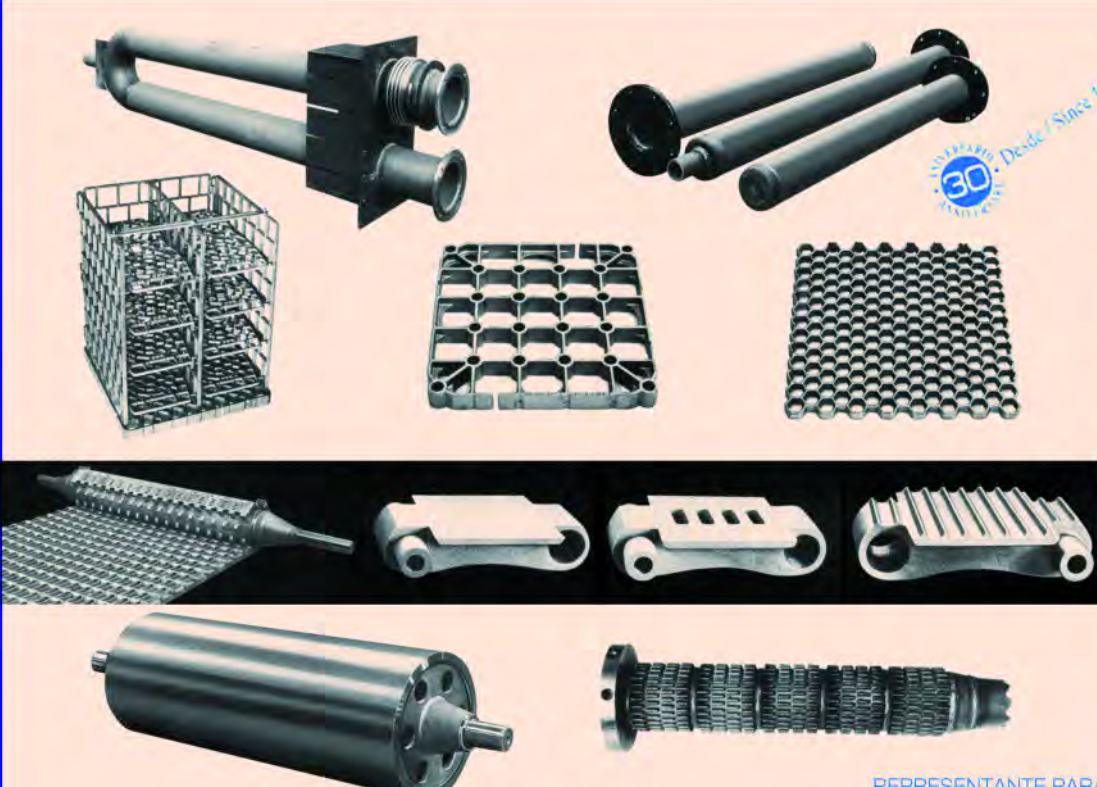
- HORNOS Y ESTUFAS PARA: - Templar, - Secar, - Fundir, - Cocinar ...

- INSTALACIONES DE PINTURA: - Lavado, - Fosfatado, - Pintado, - Secado...

Bautermic



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



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 Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 1
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@telefonica.net

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG



Solución muy eficiente energéticamente para revestimientos de horno

Puebas llevadas a cabo por Morgan Advanced Materials, fabricante de productos diseñados para gran variedad de aplicaciones de aislamiento térmico, han revelado que la placa aislante Superwool® Plus Blok, desarrollada recientemente, ofrece ventajas significativas en rendimiento comparada con otros materiales en el campo de los aislamientos térmicos empleados en el revestimiento de hornos.

El estudio comparó el rendimiento de las placas aislantes Superwool Plus Blok 800 con el de un revestimiento de silicato cálcico. Las pruebas, realizadas en el cuartel general de I+D del grupo, implicaron el uso de placas Superwool® Plus Blok 800 de 25 mm de espesor con una densidad aparente de 342,7 kg/m² y una placa de silicato cálcico del mismo espesor con una densidad aparente de 244,2 kg/m².

Utilizando cola Batifix G para adherir capas hasta conseguir el espesor deseado, se revistió una pequeña mufla de laboratorio con cada uno de los productos. Antes de las pruebas, se secaron las placas a 300 °C durante 15 horas y después fueron organizadas dos puestas en marcha de prueba a cada una de estas cuatro temperaturas: 600 °C, 800 °C, 900 °C y 1.000 °C.

Las temperaturas se alcanzaron a un ritmo de 3° C por minuto y las temperaturas de prueba se mantuvieron después durante 15 horas. Se utilizó un equipo electrónico EMU para medir la utilización de energía a lo largo de la prueba. Las pruebas indicaron que llevó aproximadamente el mismo periodo de tiempo alcanzar las temperaturas de referencia con ambos productos, pero la energía utilizada fue inferior con la placa Superwool® Plus Blok 800 en cada nivel.

De manera similar, cuando la mufla operó durante el periodo de 15 horas, el consumo de energía fue inferior con el Superwool® Plus Blok 800. De hecho, a 600 °C, el producto de silicato cálcico usó un 12% más de energía, a 800 °C utilizó un 20% más y a 900 °C y 1.000 °C la diferencia fue de alrededor del 16%.

La prueba también reveló que la placa de silicato cálcico era frágil y no flexible, mientras que el producto Superwool® Plus Blok era más fácil de cortar y manipular. La diferencia en el consumo energético se explica por la conductividad térmica: la capacidad del material para restringir el flujo de calor desde la mufla hasta el ambiente exterior.

La pérdida de calor se controla a través de la radiación infrarroja y, en un material de aislamiento fibroso, cuanto mayor es el número de fibras, más efectivo será el aislamiento. Las nuevas placas Superwool® Plus Blok combinan fibras de baja biopersistencia y altas prestaciones, rellenos y aglutinantes orgánicos que ofrecen una conductividad térmica considerablemente reducida.

Ermanno Magni, de Morgan Advanced Materials, explicó: «Superwool® Plus Blok 800 ofrece varios beneficios: es fácil de cortar y dar forma, ofrece una flexibilidad óptima y está tratada con repelente al agua, lo que elimina la necesidad de una barrera de vapor separada, reduciendo costes. Con todo, quizá su ventaja más significativa está en el área de la conductividad térmica». «El alto coste de la energía, en combinación con la presión gubernamental sobre la industria para que cumpla con los objetivos de reducción de carbono, está influyendo cada vez más en las decisiones de compra.

Cuando se especifican los materiales aislantes para el

revestimiento de segunda capa en hornos y muflas, el coste inicial solo debería ser parte de la ecuación. Diseñadores y prescriptores deberían buscar los productos que ofrezcan un rendimiento y retorno de la inversión óptimos a largo plazo. La conductividad térmica tiene un impacto directo en el coste y la eficiencia energética a largo plazo, y la más reciente generación de placas basadas en fibra de baja biopersistencia ofrece mejores prestaciones de ahorro energético.

Estas ventajas sobrepasan con mucho la diferencia de gasto asociada a Superwool® Plus Blok». Fuerte, ligero y resistente al choque térmico, el Superwool® Plus Blok está disponible en tres calidades: 800, 1000 y 1100.

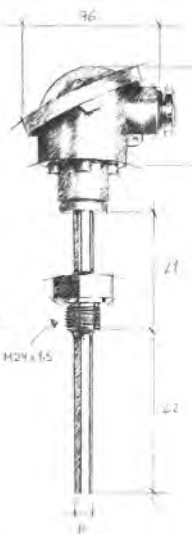
Estos números se relacionan directamente con la temperatura máxima de uso continuo para cada producto, significando la clase 800 placas que pueden ser utilizadas en aplicaciones continuas de hasta 800 °C, ayudando a la selección apropiada basada en los requisitos de temperatura.



Este producto está disponible en un tamaño estándar de placa (1.000 mm x 600 mm), con espesores de entre 25 mm y 50 mm. Se pueden conseguir espesores más grandes adhiriendo dos placas más finas durante la producción.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

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



**Suministro y
Calibración
Industrial S.L.**



www.sciempresa.com

LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

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



Soluciones para mejorar el rendimiento de matrices y moldes de altas prestaciones con recubrimientos PVD Magnetron Sputtering

Por F. Montalà y C. Colominas. Flubetech

INTRODUCCIÓN

Aunque las exigencias requeridas a los recubrimientos sean distintas para los procesos de inyección de plástico y estampación de metales, tienen en común la homogeneidad de la capa y libre de defectos, tensiones residuales bajas que nos permitan espesores gruesos, acabados que reproduzcan la superficie original (pulidos muy exigentes) y compuestos que, además de dureza, reduzcan la fricción y eviten interacciones químicas con el material de trabajo.

PVD MAGNETRON SPUTTERING: FUNDAMENTOS Y CARACTERÍSTICAS

Fundamentos de la tecnología

La tecnología de evaporación por pulverización catódica (PVD MS, magnetron sputtering) se diferencia de las otras tecnologías PVD, esencialmente en la manera de evaporar un metal o compuesto cerámico. Éste se produce mediante el bombardeo de iones de un gas inerte, generalmente argón, sobre el blanco.

Este bombardeo es amplificado y densificado mediante campos magnéticos estratégicamente diseñados. Así se consigue sublimar los átomos metálicos e ionizarlos sin pasar por el estado de fusión. En el apartado de ventajas se detalla la importancia de evitar la fusión.

Una vez obtenido el metal o compuesto ionizado, el proceso de deposición es similar a todas las técnicas PVD y el espesor dependerá de las características de movimiento de las piezas en el reactor y del tiempo de recubrimiento [1 y 2].

Características diferenciales de la tecnología PVD Magnetron Sputtering (PVD MS)

La tecnología de “sputtering” siempre ha permitido

la obtención de las capas más homogéneas, de morfología y composición constante además de posibilitar la evaporación de materiales considerados exóticos, cerámicos, no conductores etc.

El crecimiento de las capas era inicialmente muy lento, sin embargo, se ha conseguido superar mediante los avances conseguidos en los magnetrones no balanceados, mejoras en los campos magnéticos y alimentación pulsada de alta intensidad del bombardeo iónico sobre los blancos (HIPIMS). Actualmente los espesores deseados se consiguen en tiempos sólo ligeramente superiores a la evaporación por arco con capas muy densas y cristales nanoestructurados.

La sublimación de iones sin pasar por el estado de fusión, permite obtener capas homogéneas, sin discontinuidades debido a las microgotas de metal fundido, características que se producen en otros sistemas de evaporación (Fig. 1 y Fig. 2).

Las microgotas producidas por PVD arco tienen varios efectos no deseables en una capa.

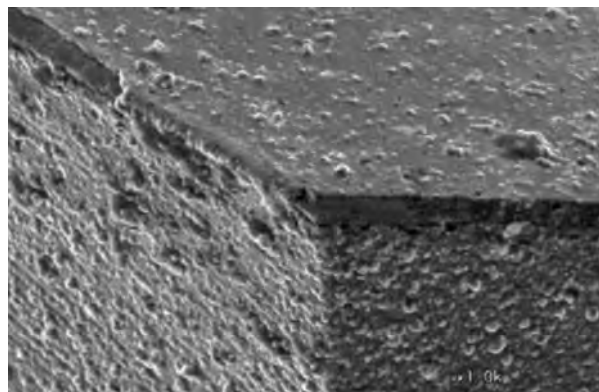


Fig. 1. Capa PVD arco eléctrico.

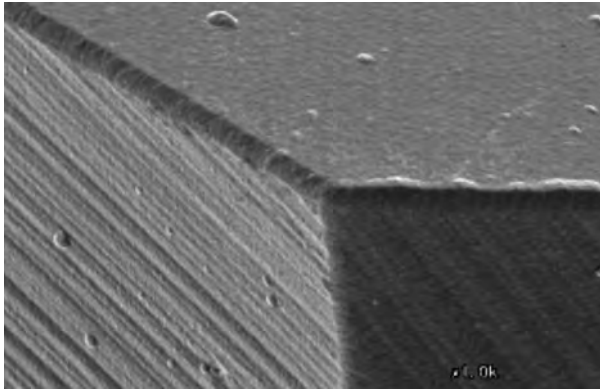


Fig. 2. Capa PVD magnetrón sputtering.

Producen una rugosidad superficial que además está probado, que son causa de las microgrietas que se producen por fatiga de contacto en la superficie de las piezas recubiertas [3]. Las grietas se originan en los cráteres, propagándose a todo el recubrimiento e incluso al sustrato.

Además de la uniformidad estructural y química, el desarrollo de HIPIMS [4] en el sistema de evaporación por Magnetron Sputtering, permite el creci-

miento de los compuestos en forma de nano cristales (estructuras denominadas supernitruros). A diferencia de los compuestos PVD más comunes que presentan crecimiento columnar, los super nitruros obtenidos por HIPIMS aumentan la densidad de la capa, la adherencia de las capas de anclaje, bajan la tensión interna del recubrimiento y aumentan la tenacidad manteniendo valores extremadamente altos de dureza. (Fig. 3).

La baja tensión residual permite capas de espesores muy gruesos, de 8 a 10 micras en compuestos de durezas (30 GPa) e incluso 20-30 micras en compuestos de menor dureza (15-20 GPa).

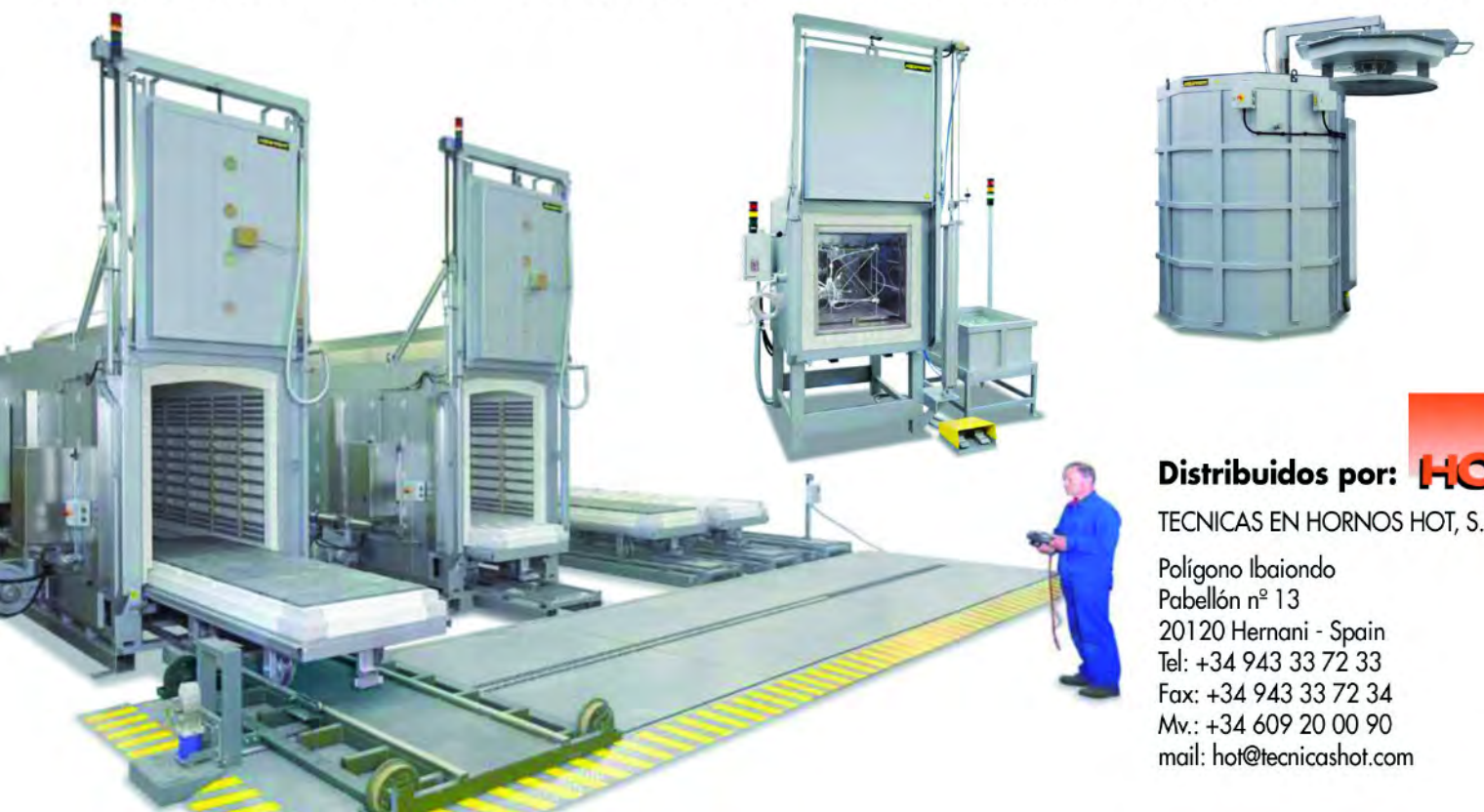
Otra ventaja de la tecnología PVD magnetron sputtering es la de evaporar compuestos no conductores y cerámicos como TiB₂ y grafito, base de los recubrimientos cuasi diamante DLC. (Fig. 4).

VENTAJAS DE PVD M.S. EN MOLDES DE INYECCIÓN

Moldistas e inyectadores resumen sus exigencias en la ausencia de deformaciones durante los pro-

Nabertherm
MORE THAN HEAT 30-3000 °C

HORNOS INDUSTRIALES PARA TRATAMIENTO TÉRMICO



Distribuidos por: HOT

TECNICAS EN HORNOS HOT, S.L.

Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain
Tel: +34 943 33 72 33
Fax: +34 943 33 72 34
Mv.: +34 609 20 00 90
mail: hot@tecnicashot.com

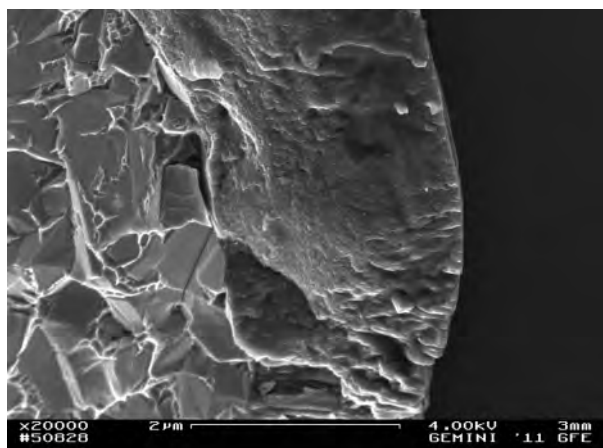


Fig. 3. Detalle de la estructura y densidad de los recubrimientos PVD MS.

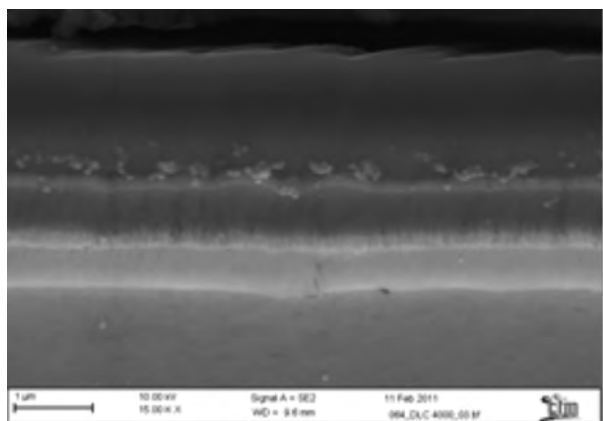


Fig. 4. DLC de carbono en forma de multicapas.

cesos de recubrimiento, aumento de la resistencia al desgaste y capacidad de pulido, facilidad de desmoldeo, mantenimiento de las propiedades anticorrosivas en aceros inoxidables y mejora de estas propiedades en aceros templados o pretratados.

Entre todas cabe destacar la absoluta reproducibilidad del acabado superficial original como la más solicitada, especialmente en figuras con pulido especular u óptico. Piezas exteriores vistas, acabados decorativos con plásticos transparentes, piezas de plástico que deban ser recubiertas con capas finas y componentes para la iluminación de vehículos, son algunas de las más exigentes.

Como se ha comentado anteriormente, la obtención de capas libres de defectos, independientemente del compuesto de la capa, permite reproducir la superficie incluso en acabados muy exigentes. (Fig. 5).

PVD MS consigue evaporarlos y depositarlos garantizando el pulido óptico.

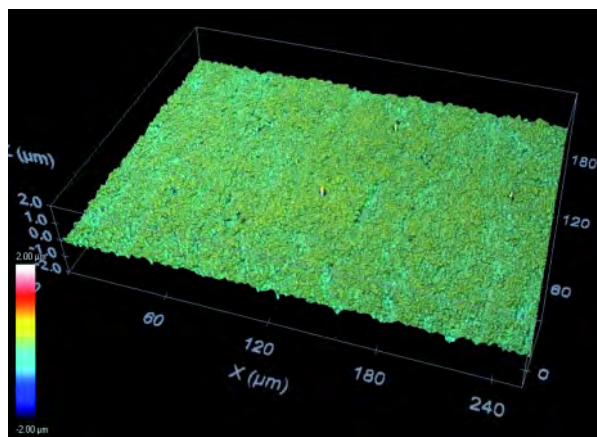


Fig. 5. Microscopía confocal donde se observa cómo se conserva el acabado superficial del recubrimiento DLC MOLT (basado en carbono).

RECUBRIMIENTOS A BAJA TEMPERATURA

Obtener recubrimientos a baja temperatura supone optimizar la preparación superficial previa, la secuencia de ataques iónicos en vacío y los parámetros de recubrimiento, asegurando la adherencia y acabado superficial. Los compuestos son los mismos que a temperaturas superiores pero obtenidos a temperaturas comprendidas entre 180- 220 °C.

Para moldes que deban ser recubiertos a baja temperatura, los compuestos desarrollados son TiN (TiN MOLT), CrN (CrN MOLT), AlTiN (ALOX MOLT, para desgaste muy abrasivo) y DLC (DLC MOLT, abrasión y resistencia a la corrosión).

Los aceros que ya se han recubierto a baja temperatura, con éxito, son 1.2311, 1.2738 (aceros pretratados), 1.2344 templado y revenido a 250 °C, 1.2083 templado y revenido a 250 °C. (Fig. 6 y 7).

Aleaciones no férricas utilizadas en la fabricación de moldes como aleaciones de cobre-berilio (Bronces Cu/Be) y aleaciones de aluminio, son recubiertas a baja temperatura para no alterar las propiedades obtenidas por los tratamientos térmicos previos.

RECUBRIMIENTOS RESISTENTES A LA CORROSIÓN

Frente a la producción de cloro producido durante la inyección de plásticos clorados como PVC, la solución recomendada es DLC MOLT. El Cloro en contacto con la humedad genera HCl que produce puntos de corrosión (picaduras) incluso si el acero es inoxidable martensítico. Si hay zonas de aireación diferencial o con estancamientos del agua de refrigeración, también se produce un deterioro de la figura del molde.



Fig. 6. Noios de acero inoxidable templado recubiertos TiN MOLT.

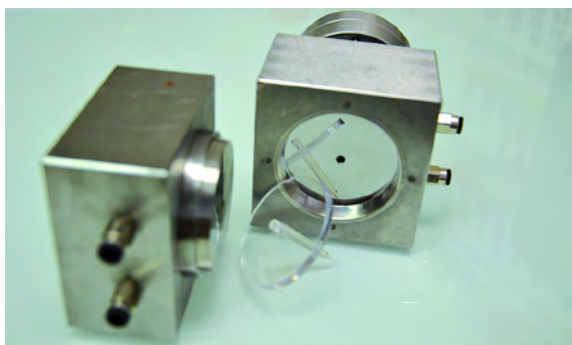


Fig 7. Figuras de acero pretratado recubiertos CrN MOLT.

En estos casos críticos, donde además del desgaste abrasivo hay que prevenir la corrosión y facilitar el desmoldeo, los recubrimientos basados en carbono amorfo (DLC MOLT) ofrecen la mayor protección. Resistente a medios básicos y ácidos, además consigue durezas considerables (22 GPa) , bajo coeficiente de fricción y desmoldeo.

VENTAJAS DE PVD MAGNETRON SPUTTERING EN MATRICES DE ESTAMPACIÓN

ESTAMPACIÓN DE CHAPA DE ACERO

En los procesos de embutición de chapa de acero, las capas PVD sufren mayores esfuerzos mecánicos. Los esfuerzos de cizallamiento que se producen en las zonas de mayor roce, radios de curvatura, áreas de doblado y paredes donde se produce laminación de la chapa, precisan que el material base obtenga dureza elevada (para evitar deformaciones plásticas) tenacidad (para evitar grietas y roturas) y elevados valores de adherencia para evitar desprendimientos del recubrimiento.

Cuidando todas las etapas previas al recubri-



Fabricamos desde 1975



**Temple
Revenido
Recocido
Soldadura
Sinterizado**



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

tecnopiro.com

miento es como conseguimos resultados inmejorables. Tratamientos térmicos de temple y revenido optimizados para una correcta disolución de carburos (en aceros), la preparación superficial previa, chorreados controlados, pulidos que faciliten el deslizamiento de la chapa y elección del recubrimiento adecuado, son la garantía para conseguirlo.

Las calidades de aceros con estas condiciones son los aceros de trabajo en frío que presentan dureza secundaria (1.2379), aceros rápidos (1.3343) y sus variantes pulvimetalúrgicas. Una vez más, el acabado superficial que obtiene PVD MS facilita el deslizamiento y con espesores gruesos de 8-10 micras, permite nivelar la rugosidad generada en los tratamientos previos para garantizar la mejor adherencia.

Los recubrimientos recomendados en estampación en frío son TIN FORM en chapa de acero de baja resistencia y acero inoxidable austenítico, ALOX FORM para chapa de acero inoxidable, de alto límite elástico (superior a 450 MPa) y espesores superiores a 1,5 mm. (Fig. 8).

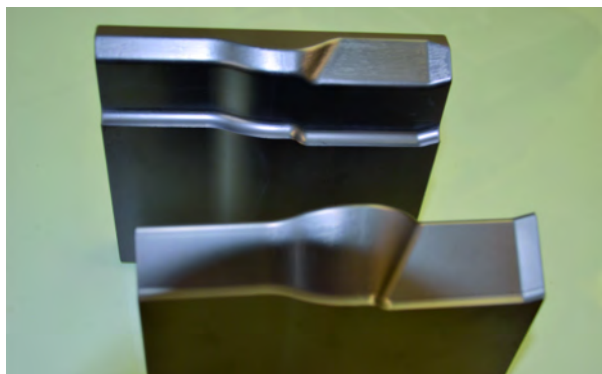


Fig. 8. Matriz de embutición recubierta con ALOX FORM.

ESTAMPACIÓN, CORTE Y EXTRUSIÓN DE ALEACIONES DE ALUMINIO

Las aleaciones de aluminio presentan resistencias mecánicas poco elevadas y aunque en su estructura aparecen compuestos cerámicos abrasivos (Mg-Si), el deterioro de la matriz se produce por microsoldaduras en frío. Éstas crecen en forma de aglomeraciones de aluminio que aumentan su volumen, empeorando el acabado superficial de las piezas extrusionadas. Se debe proceder a pulidos constantes para eliminar los residuos adheridos ocasionando paros y poca productividad.

Para extrusión y conformado de aleaciones de aluminio está especialmente recomendado el recubrimiento DLC FORM. (Fig. 9). Basado en carbono DLC,



Fig. 9. Matriz extrusión de Al Recubrimiento DLC FORM.

se aprovecha la propiedad de su nula afinidad química con el aluminio y sus aleaciones, por lo que la chapa de aluminio desliza bien y no se adhiere. En estas aplicaciones se recomienda un pulido especular de la zona de extrusión, antes y después de recubrir.

CONCLUSIONES

Flubetech ofrece un amplio abanico de soluciones a través de la tecnología de PVD MS.

Los recubrimientos son específicos dadas las características de la estampación y la inyección. Adecuando la temperatura de obtención a las características del sustrato, controlando los espesores, finos o gruesos para cada tipo de desgaste, incrementando la adherencia con la apropiada preparación superficial, con el mejor acabado, etc. se consiguen los rendimientos óptimos en los moldes y matrices tratadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a CDTI y ACCIO su colaboración, a CTM Centro Tecnológico los análisis de caracterización mecánica y topografía superficial. A las empresas Cemecon AG, a MOLMA S.A. y a TESEM S.A. por permitir la publicación de material gráfico de moldes y matrices de su propiedad.

REFERENCIAS

- [1] D. M. Mattox. Handbook on Physical Vapor Deposition. Elsevier. (2nd. Ed 2010).
- [2] J.A. Thornton: "High Rate Sputtering", Thin Solid Films, 80 (1981) 1-11.
- [3] Ramírez Sandoval, Giselle. Respuesta mecánica bajo sollicitaciones de contacto esférico en aceros recubiertos. Llanes, L. (director/a). Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya.
- [4] Johan Böhlmark. Fundamentals on High Power Impuls Magnetron Sputtering. Linköping Studies in Science and Technology. Dissertation No. 1014.

Vibrophore 1000: Pulsador de alta frecuencia Zwick de 1.000 kN

Con un consumo energético de aprox. un 2% de lo que consume una máquina de ensayos servohidráulica, los pulsadores de alta frecuencia presentan una solución rentable para determinar la resistencia a la fatiga en componentes y materiales. Zwick es la primera compañía en el mundo en desarrollar un pulsador de alta frecuencia con una fuerza electromagnética de hasta 1.000 kN: el Vibrophore 1000.

Los pulsadores de alta frecuencia de Zwick han demostrado su efectividad en la determinación de la vida a fatiga y del límite de fatiga en materiales y componentes. Entre otros, la durabilidad se determina a través del ensayo de fatiga de acuerdo con la norma DIN 50100 (curva de Wöhler) en régimen de cargas de tracción, compresión, pulsante y alternante. Los ámbitos de aplicación más comunes son los ensayos de fatiga en materiales y componentes (p. ej. tuercas y tornillos, cadenas, bielas y acero corrugado), así como el control de producción y calidad de componentes, que durante su vida están expuestos a esfuerzos dinámicos. Asimismo, también se aplican en análisis de mecánica de la fractura en probetas CT (Compact Tension) and SEB (Single Edge Bending), además de en ensayos a un amplio rango de temperatura en líquidos, así como ensayos dinámicos de torsión y flexión.

Los pulsadores de alta frecuencia de Zwick están disponibles con fuerzas de 5 a 1.000 kN. Además de su gran capacidad de carga, el nuevo Vibrophore 1000 se caracteriza principalmente por el diseño del bastidor, totalmente robusto con 4 columnas que proporcionan las condiciones ideales para la alineación. La fuerza media se aplica a través de dos husillos, mientras que la carga dinámica se

transfiere a la probeta mediante un accionamiento electromagnético controlado individualmente.

Una característica destacable de los pulsadores de alta frecuencia con accionamiento electromagnético es que trabajan a frecuencias de 35 a 300 Hz y que su consumo es de tan sólo el 2% (aprox.), en comparación con el de una máquina de ensayos servohidráulica. Otra ventaja es que no requiere grupos adicionales para el sistema hidráulico, de aire comprimido o de agua. Gracias a los sistemas de accionamiento electromagnéticos, se consideran libres de desgaste y destacan por generar menos emisiones de ruido que otros sistemas de cargas excéntricas comparables.



B&R presenta el módulo de medida de energía X20AP

Para mejorar la eficiencia energética es importante poder medir y analizar el consumo de energía. Cualquier desviación de los valores normales se puede utilizar para determinar el estado de la máquina. Esta monitorización se puede realizar mediante sistemas de supervisión como por ejemplo el paquete de supervisión de energía EnMon incluido en el sistema de control de procesos APROL de B&R.

El nuevo módulo de medida de energía X20AP de B&R hace precisamente esto: medir tensiones, co-

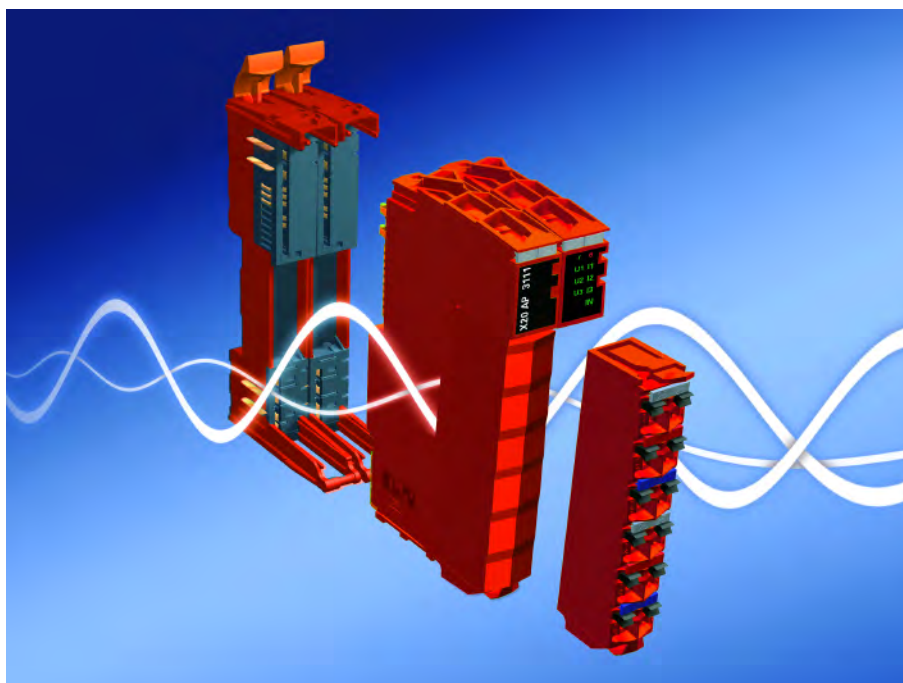
rrientes, frecuencias y componentes reactivas en todas las fases.

Siendo capaz de medir la tensión y la corriente hasta el 31º armónico, el módulo consigue una altísima precisión, que junto con su extrema sensibilidad y gracias a sus cuatro canales, también es una opción ideal para poder medir corrientes de fuga por el neutro.

Este nuevo módulo de la familia X20 además consigue reducir la carga de la CPU, ya que se encarga del preprocesado de las señales y de la realización de los cálculos necesarios para proporcionar, por ejemplo, la potencia RMS.

Los valores medidos con este módulo pueden ser de utilidad en muchos casos. Por ejemplo, pueden servir de base para la optimización de las trayectorias dentro de una máquina, pudiendo mejorar así su eficiencia energética.

Las tres variantes de este módulo de medida de energía para conectar transformadores de 20 mA, 1 A y 5 A están disponibles desde abril de 2012.



Nuevas fuentes de alimentación S8VK

Por OMRON

Las fuentes de alimentación compactas de la nueva gama S8VK de Omron tienen un rango de temperatura de funcionamiento excepcionalmente amplio, desde -40°C hasta $+70^{\circ}\text{C}$ para la familia S8VK-G, lo que garantiza un funcionamiento estable incluso en los entornos más exigentes en los que siguen funcionando cuando otras ya no lo hacen. Las nuevas fuentes de alimentación de Omron también cuentan con una instalación rápida y sencilla gracias a su clip de montaje sobre carril DIN, y con varios terminales de salida, dos positivos y tres negativos, para simplificar y acelerar su cableado.

En las fuentes de alimentación S8VK se ha conseguido una alta densidad de potencia en un formato un 13% más pequeño, siendo la opción más compacta dentro de su categoría, lo que le permitirá obtener un valioso espacio extra en los cuadros eléctricos con el consiguiente ahorro en coste. Sin embargo, el reducido tamaño de las unidades no implica ninguna merma en rendimiento o fiabilidad; y además de su amplio rango de temperatura de funcionamiento, todos los modelos tienen una alta resistencia a vibraciones transmitidas por maquinaria cercana, gracias al clip para montaje en carril DIN de alta resistencia ante las vibraciones (5G). Esta característica se ve complementada con unos índices superiores de MTBF.

Las nuevas fuentes de alimentación, diseñadas y producidas a partir de la experiencia de Omron como fabricante líder de fuentes de alimentación desde 1987, están disponibles en tres familias: la más competitiva en precio S8VK-C Lite, la línea estándar S8VK-G Pro y las unidades Pro Plus S8VK-R, diseñada para aplicaciones específicas y necesidades especiales (unidad con redundancia).

La familia Lite es la mejor opción para aplicaciones con un coste muy limitado pero que precisan una

fuentes de alimentación de alta calidad. Un rango de temperatura de funcionamiento desde -20°C hasta 60°C y dispone de entrada universal de 100 a 240 V a 50/60 Hz. Tiene un rango de potencia desde 60 hasta 480 W en 24 Vdc.

Para usuarios que necesiten una mayor versatilidad, la familia estándar S8VK-G Pro es la opción más idónea, las unidades de esta familia pueden trabajar en paralelo y ofrecen una mayor vida útil, más protección, e incluso un mayor rango de temperatura, de -40°C a 70°C , así como un refuerzo de potencia del 120%, siendo capaz de asumir picos de corriente momentáneos. Es la más indicada en aplicaciones con entradas monofásicas de 100 a 240 V a 50/60 Hz o de 90 a 350 Vcc, está disponible con potencias desde 15 a 480 W.

La S8VK-R Pro Plus es la unidad de redundancia diseñada para cumplir con los requisitos más exigentes y funcionan de un modo completamente redundante. Entre las características se incluyen indicadores visuales de redundancia y equilibrio de corriente, junto con una señal de salida destinada a la confirmación del estado de la alimentación.



El Grupo Kamax asegura la continuidad de la planta de Museros

El Consejo de Administración del Grupo Kamax, máximo órgano de representación del grupo alemán, ha ratificado su decidida apuesta por la continuidad de la factoría ubicada en Museros (Valencia) y de los 220 puestos de trabajo que integran esta compañía líder en España en la fabricación de tornillería para la industria del automóvil.

Los representantes del Consejo se han desplazado a la planta española para expresar, tanto al comité de empresa como a los representantes de los sindicatos CC.OO.-PV y Csi-f, su plena satisfacción por los resultados de los acuerdos de flexibilidad, cuentas de horas e incentivación del proceso productivo alcanzados, hace ahora dos años, entre la dirección y el comité de empresa.

Los representantes del Grupo alemán han señalado que la planta de Museros ha logrado equiparar su nivel de calidad con el de las mejores del Grupo, mediante la implicación de su plantilla y sus representantes, en la mejora continua, la organización de la producción y la productividad. Y gracias a estas premisas, Kamax España, aún a pesar de los ló-

gicos ajustes coyunturales a los que el mercado pueda obligar, tiene más que asegurado su futuro.

La firma de estos acuerdos entre Kamax España con su representación sindical han tenido como contrapartida que el Grupo haya aportado un importante paquete adicional de piezas nuevas y nuevos clientes, así como un volumen aproximado de inversiones de 10 millones de euros para mejorar la capacitación del personal y maquinaria, cifra que supera, con creces, todo lo invertido durante la década pasada.

Durante el encuentro, Francisco Molina, secretario general CC.OO.-PV, ha asegurado que los sistemas de gestión en los que la dirección y los representantes sindicales colaboran son un requisito para empresas de éxito y con futuro, y sería conveniente que este modelo, basado en la confianza, implicación de las partes, y asunción de compromisos mutuos razonables, se extendiera a otras muchas más empresas de nuestro entorno.

El presidente autonómico del Csi-f, Daniel Matoses, también ha destacado que compañías como

Kamax son un ejemplo de cómo se pueden sustentar proyectos empresariales donde la eficacia y competitividad no tienen por qué estar reñidas con la creación de empleo y de calidad, y ello a pesar de hacerlo en momentos económicos tan difíciles como los que estamos viviendo.



Obtención de perfiles de temperatura en hornos rotatorios

Por Ernesto Guerra, EUCON

Llevar a cabo medidas de temperatura (ya sean estudios de uniformidad o perfiles de temperatura real del producto) en hornos rotatorios puede ser muy difícil.

Debido al movimiento circular del hogar del horno, es difícil usar los tradicionales termopares largos para hacerlo, ya que estos termopares largos deben ser doblados y desbloqueados a través de la puerta de carga del horno para seguir el movimiento del horno y después ser arrastrados hacia atrás o cortados y extraídos por la puerta de descarga.

En hornos grandes donde se precalientan lingotes de acero antes de forja o taladrado, la operación puede necesitar incluso apagar el horno por un periodo de dos o tres días hasta que el horno se enfría, para colocar termopares estáticos en varias zonas del horno para hacer el estudio de temperaturas.



Sistema PhoenixTM unido a lingote de acero.



Sacando el sistema PhoenixTM del horno rotatorio.

Un sistema de obtención de perfiles de temperatura PhoenixTM de “caja térmica” puede solucionar este difícil problema. En los hornos rotatorios más pequeños donde hay espacio suficiente en las puertas de carga y descarga, una barrera térmica que aloja un preciso registrador puede monitorizar la temperatura del producto mediante termopares cortos. El sistema y los productos se cargan y se recuperan a través de la puerta de carga del horno y los datos de temperatura del producto en el ensayo se pueden ver en tiempo real o mediante descarga posterior de los datos del registrador, en un PC al final del proceso como se puede ver en un video en youtube.

En hornos más grandes, el sistema se puede unir al producto de forma que los termopares se pueden insertar en su interior para asegurar que se alcanza la temperatura adecuada para la forja o taladrado antes de la descarga del producto del horno.

Unifrax – una nueva manta que amplía su gama de aislamiento

Unifrax continúa ampliando la gama sin igual de productos para sus clientes, con la adición de la nueva manta Insulfrax® LT Blanket.

El nuevo producto ofrece un mejor rendimiento térmico y su manejo es más agradable y mejorado, en comparación con la manta estándar a base de lanas de silicato alcalino-térreo (SAT).

El jefe de producto Phil Armstrong comentaba: "Hemos estado escuchando atentamente los comentarios de nuestros clientes y, gracias a algunos avances significativos en nuestras instalaciones de

producción, estamos ahora en condiciones de darles exactamente lo que requerían."

¿Por qué Insulfrax® LT Blanket es mejor? En pocas palabras, el proceso de cambios en las unidades europeas de producción de Unifrax ha permitido a nuestros ingenieros poder aumentar significativamente el contenido de fibra, reduciendo al mínimo el tamaño y la cantidad de infibrados ("shot").

Echemos un vistazo a algunas de estas mejoras con más detalle:

Contenido en infibrados ("shot")

'Shot' es el subproducto no fibroso del proceso de



Insulfrax® LT Blanket – Mejora el aislamiento térmico.

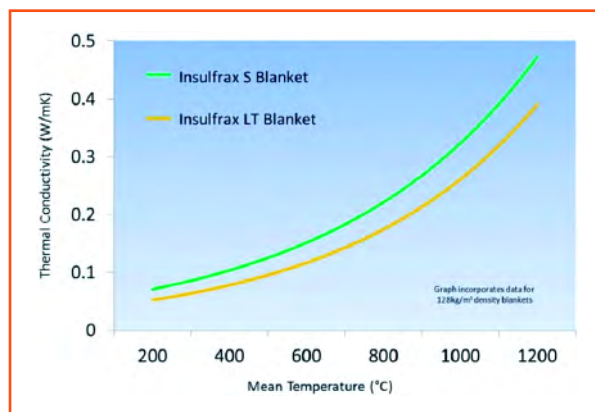


Gráfico comparativo de los valores de conductividad térmica de las mantas Insulfrax® S Blanket, e Insulfrax® LT Blanket.

fabricación. En mantas de fibras estándar puede suponer aproximadamente la mitad en peso del producto.

Pero, el "shot", a diferencia de la fibra, no es un bloqueador eficaz de la radiación térmica. Por tanto, para optimizar el aislamiento térmico no basta con reducir su contenido, sino también el tamaño del mismo.

Insulfrax® LT Blanket" contiene normalmente un 28% menos que el tipo Insulfrax® S Blanket, y 10-15% menos de infibrados gruesos (más de 125 micras de diámetro). Esto implica una reducción del 20% de la conductividad térmica.

Manejo

Más cantidad de fibra –y fibras más largas– nos permiten mejorar las características de manejo de la manta de manera significativa.

Como resultado las nuevas resistencias a la tracción típicas, comparadas con las de las populares mantas Insulfrax® S Blanket, se han incrementado hasta en un 20%.

Adicionalmente, con la reducción en el contenido de infibrados, esto nos proporciona mejoras en la superficie de la manta, dándole una sensación de suavidad y limpieza.

Ahorro de costes

Con los altos precios actuales de la energía y la mayor presión que se ejerce sobre la industria para reducir las emisiones de carbono, los beneficios de la manta Insulfrax® LT Blanket permiten a los usuarios finales aumentar la eficiencia térmica y reducir los costos energéticos.

Alternativamente, los usuarios pueden incrementar el ahorro en sus costos mediante la reducción del espesor o el peso de aislamiento sin pérdida de rendimiento en su aplicación.

Phil añade a sus comentarios: "Los factores clave que ahora estamos en condiciones de ofrecer a nuestros clientes, son el potencial energético y la reducción del peso del aislamiento" - "Durante más de 20 años, la marca Insulfrax® se ha asociado con un rendimiento técnicamente probado en una amplia gama de sectores industriales, pero ahora,

con los nuevos productos Insulfrax® LT, estamos seguros de que estamos elevando aún más las expectativas de la lanas aislantes de alta temperatura (LAAT)".

Sin embargo, Unifrax quiere subrayar que Insulfrax® LT es una adición a la gama de productos - no un reemplazo. Insulfrax® S sigue siendo muy popular, ofreciendo las prestaciones adecuadas, y seguirá estando disponible a través de la red de ventas Unifrax.

La introducción de Insulfrax® LT Blanket proporciona a Unifrax una oferta de productos sin igual. Junto con Insulfrax® S Blanket, y la manta Isofrax® 1260C Blanket de aislamiento a más alta temperatura, proporcionan la alternativa de las bio-solubles, exoneradas por la regulación REACH, a las lanas de fibra de cerámica refractaria (FCR).

Utilizadas con éxito en aplicaciones a temperaturas de trabajo en continuo de 1.260 °C y superiores, los productos Isofrax® 1260C, siguen superando las expectativas en hornos de tratamiento a alta temperatura y en revestimientos de hornos.

Resumen

La manta Insulfrax® LT Blanket cuenta:

- Características aislantes excepcionales.
- Un mayor contenido en fibra.
- Excelente resistencia a la tracción.
- Mejora en cuanto al manejo y con un tacto más suave.
- Aumento de la resistencia a las vibraciones.
- Exonerada por el REACH de la clasificación de productos carcinógenos - cumple con los requisitos de la Directiva de la UE 67/548/CEE Nota Q.

Disponibilidad

La manta Insulfrax® LT Blanket está disponible en densidades estándar de 64, 96, 128 y 160 kg / m³. En cuanto a los espesores estándar, su disponibilidad es para - 6, 13, 19, 25, 38 y 50 mm.

Nuevo quemador de encendido

Por Elster Kromschöder

Larga vida útil, resistente al calor, seguro y fiable: estos son los atributos del nuevo quemador de encendido por ionización de Elster Kromschöder. El ZMIC 28 completa la probada serie metálica ZMI con una variante con tubo de llama de cerámica de SiSiC.

La forma constructiva con tubo cerámico se caracteriza especialmente por una extremada estabilidad térmica.

Por este motivo, a elevadas temperaturas –como las que se encuentran por ejemplo en caso de montaje en un bloque refractario– el ZMIC tiene

ción o enfriamiento por la corriente de aire del quemador principal.

Disponible en diferentes versiones de longitud, el nuevo quemador de encendido por ionización ZMIC 28 se puede utilizar de manera versátil y flexible.

Además, están disponibles variantes con compensador, para poder realizar un montaje sin tensiones. Los quemadores de encendido de cerámica,



una vida útil considerablemente más prolongada que el ZMI equipado con tubo de llama metálico. La variante cerámica, gracias a la reducida cámara de combustión, forma, en comparación, una llama más larga y más plana.

La llama más estable del quemador de encendido resulta ventajosa porque evita una posible desvia-

ción o enfriamiento por la corriente de aire del quemador principal.

Si se utilizan como sistema de quemador de encendido/quemador principal, para lograr un funcionamiento óptimo es recomendable utilizar especialmente los controles de quemador de los tipos BCU 480 o PFU 780 de Elster Kromschöder.

Todos los quemadores de encendido de la serie ZMI/ZMIC funcionan con un solo electrodo y garantizan el encendido seguro de los quemadores de gas. También son adecuados para ser utilizados como quemadores independientes.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES
SUSCEPTIBLES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO

VOLUMEN 1

Principios del Tratamiento Térmico
de los Aceros

Por Manuel Antonio Martínez Baena
y José María Palacios Repáraz

30€

206 páginas

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES
SUSCEPTIBLES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO

VOLUMEN 2

Aceros de construcción mecánica
y su tratamiento térmico.
Aceros inoxidables

Por Manuel Antonio Martínez Baena
y José María Palacios Repáraz

40€

316 páginas

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES
SUSCEPTIBLES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO

VOLUMEN 3

Aceros de herramientas para trabajos
en frío y en caliente, su selección
y tratamiento térmico.
Aceros rápidos

Por Manuel Antonio Martínez Baena
y José María Palacios Repáraz

40€

320 páginas

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

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

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

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

**Puede ver el contenido
de los libros y el índice en**

www.pedeca.es

o solicite más información:

Teléf.: 917 817 776

E-mail: pedeca@pedeca.es

“Eficiencia, flexibilidad y calidad superiores en tacos calentados por inducción”

Por Frank Andrä, Valery Rudnev y Douglas R. Brown (Grupo Inductotherm)

Traducido por Eugenio Pardo, Ondarlan, S.L.(Grupo Inductotherm)

Resumen

La tendencia de la industria de la forja hacia piezas de alta calidad y geometrías complicadas, además de la necesidad de proporcionar más valor añadido al cliente del forjador, están ambas intrínsecamente relacionadas con las necesidades de mejorar la calidad de las piezas forjadas, mediante el desarrollo de conceptos de diseño superiores y estrategias de control de los procesos, capaces de optimizar todas las etapas relativas al proceso de forja. Una aproximación moderna para los procesos de forja comporta la consideración del calentamiento por inducción, en ningún caso como un proceso aislado, sino como parte integrante de un sistema que incluye los elementos importantes de la inducción, los cambios en el perfil de temperaturas del taco, durante el transporte desde el horno hasta la prensa y su propia deformación plástica. El calentamiento por inducción ha llegado a ser una solución muy extendida, cuando se trata de calentar tacos, previamente a la forja. Los talleres de forja de hoy en día, deben adaptarse a cambios rápidos del entorno de negocio, maximizando la flexibilidad del proceso y la eficiencia eléctrica, además de satisfacer las demandas crecientes y continuas para productos de mayor calidad. Las superiores características ambientales del calentamiento de tacos por inducción, comparada con otras formas de calentamiento y la posibilidad para el calentamiento de los mismos en línea, son otros dos factores para su gran popularidad.

El calentamiento por inducción ofrece propiedades muy atractivas tales como: 1) una notable reducción

de escala, 2) cortos tiempos de arranque y parada, 3) posibilidad de automatización a bajo coste, y 4) aptitud para calentar en atmósfera protegida cuando sea necesario. Los tacos de acero (aceros al carbono, microaleados, y aleaciones) son representativos de la mayoría de los tacos transformados en caliente, a pesar de que también se calientan por inducción otros materiales como el titanio, superaleaciones, aluminio, cobre, bronce, magnesio o níquel.

CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN PROGRESIVO

El calentamiento progresivo en línea es un proceso muy extendido para calentar por inducción tacos de tamaño pequeño y medio (en general menores de 200 mm de diámetro). Según este método, se transportan dos o más tacos (mediante un empujador o un mecanismo indexado, por ejemplo) a través de un horno de inducción de bobina horizontal única o múltiple (figura 1). Como resultado, el taco se calienta secuencial y progresivamente en posiciones predeterminadas dentro del horno de inducción.

La selección de los principales parámetros de proceso, tales como la potencia, la frecuencia y la longitud de la bobina es función del metal susceptible de calentamiento, de la uniformidad de la temperatura requerida, del tamaño del taco, etc... Dependiendo de la aplicación, se utilizan generalmente potencias desde cientos hasta miles de kilovatios y frecuencias desde 50 Hz hasta 10 KHz, cuando se trata de calentar tacos por inducción (1-2).



Fig. 1: Sistema modular de calentamiento de tacos InductoForge.

ACEROS FORJABLES Y TEMPERATURAS DE CALENTAMIENTO

La temperatura deseable de calentamiento depende del tipo de material que se debe calentar y de las especificaciones de la forja. La selección de las temperaturas de forja para aceros al carbono y aleados se basa en cuatro factores principales: (1) contenido de carbono, (2) composición de la aleación, (3) rango de temperatura para la plasticidad óptima (máxima forjabilidad), y (4) cantidad de reducción. Basándonos en estas cuatro consideraciones, las temperaturas de forja se seleccionan de manera que el material tenga la menor tensión de fluidez (y por consiguiente la más baja presión de forja).

Determinada la temperatura recomendada de forja para un taco de acero al carbono, el contenido en carbono es el factor predominante. Las temperaturas de solidificación para ambos, aceros al carbono y aceros aleados tienen el mismo comportamiento lineal aproximadamente (se debe tener cuidado con los aceros altos en silicio, ya que experimentan una notable bajada en la temperatura de solidificación). Las temperaturas de forja son aproximadamente 165 °C por debajo de la temperatura de solidificación para los aceros al carbono y, adicionalmente, de 30 a 55 °C por debajo para los aceros aleados. Forjando por encima de estas temperaturas se compromete la calidad de las piezas forjadas.

Los aceros aleados no siempre tienen necesariamente la misma exacta composición. Por ejemplo,

muchos aceros al carbono y aceros de baja aleación pueden tener una horquilla en el contenido de carbono de un 0,05%, que implica una diferencia de 90 °C en la temperatura de solidificación (2). Además, la temperatura óptima de forja dentro de una misma clase puede variar dependiendo de la composición química del acero.

A veces se suelen utilizar adiciones de microaleaciones para una gran variedad de productos forjados de acero, con objeto de mejorar sus propiedades y/o reducir los costes de producción. Se han utilizado adiciones de microaleados tales como el titanio, niobio y vanadio, en aceros de contenido medio en carbono, con objeto de mejorar las propiedades mecánicas en las condiciones posteriores a la forja. Como resultado, estos aceros microaleados de forja se consideran económicamente ventajosos comparados con los tradicionales, templados y revenidos, mediante la reducción de adiciones de aleados (tales como el Cr, Ni y el Mo) y de las operaciones de proceso posteriores a la forja.

Las adiciones microaleadas en los aceros modifican las propiedades mecánicas principalmente a través de la precipitación de carbonitruros durante el proceso térmico o termomecánico. Se pueden utilizar estos carbonitruros para incrementar la resistencia (por ejemplo, fortalecimiento por dispersión) y/o aumentar la tenacidad (a través del refinamiento microestructural). En (2) se proporciona un resumen de la solubilidad de la austenita y de los efectos de la precipitación de los tres prin-

cipales elementos microaleantes, vanadio, niobio y titanio.

Todos los aceros comerciales tienen pequeñas cantidades de elementos residuales (traza). Desde las últimas décadas, la cantidad de cobre residual se ha incrementado en la mayoría de los aceros forjables. Las características del diagrama Cu-Fe producen algunas peculiaridades similares a las aleaciones cobre-hierro, tales como la menor temperatura de fusión del cobre y la baja solubilidad del cobre en el hierro para las temperaturas bajas.

La solubilidad del cobre en el óxido de hierro FeO es muy baja. A altas temperaturas (por encima de los 1.100 °C) cuando el índice de oxidación del hierro es bastante alto, hay una expulsión del cobre desde el óxido hacia el metal generándose un enriquecimiento en cobre en la zona de la frontera del óxido de metal. Si hay un sobrecalentamiento superficial o sub-superficial, entonces puede tener lugar el fenómeno de la licuación de los límites de grano (también llamada fusión incipiente). El debilitamiento de los límites de grano puede ocasionar agrietamiento intergranular durante el proceso de forja cuando el metal experimenta el calor de la fricción y de la deformación, produciendo excesivas pérdidas de metal debidas a generación de cascarilla, pérdidas de energía y, en definitiva, pérdidas de producción.

Es fundamental que las temperaturas, en cualquier punto del taco (incluyendo las regiones sub-superficiales) se monitoricen con garantía en los niveles óptimos, manteniéndolas de modo que ningún punto del taco alcance las altas temperaturas que tengan un impacto negativo en la microestructura del acero, aunque alcanzándose la máxima temperatura posible, capaz de minimizar la tensión de fluidez, bajando de esta manera la presión de forja necesaria.

En el calentamiento de tacos, es esencial no sólo elevar la temperatura del taco hasta un nivel especificado, sino también proporcionar un cierto grado de uniformidad del calor. Los requisitos de uniformidad incluyen gradientes térmicos máximos tolerables, “de la superficie al núcleo”, “de extremo a extremo”, y “de lado a lado”. Un taco calentado con apreciable no-uniformidad puede ocasionar problemas de desgaste prematuro de troqueles en martillos y prensas, y puede causar otros problemas por requerir una fuerza excesiva para conformar el metal.

A esta temperatura máxima de forja, con un factor de seguridad, de cara a tener en cuenta las diferen-

cias en la composición química y las variaciones de temperatura dentro del taco caliente, se le llama temperatura máxima de forja sugerida. Por tanto, es importante que la máxima temperatura en todos los puntos del taco, no exceda ciertos niveles que aseguren que ninguna zona del taco sea sobrecalentada y no aparezca el “acortamiento en caliente”. Teniendo en cuenta que los pirómetros únicamente pueden medir con seguridad la temperatura superficial en ciertos puntos, siempre hay peligro de no registrar la aparición de sobrecalentamiento local o/y sub-superficial. Por consiguiente, es imperativo un control y monitorización de temperaturas preciso, basado en una predicción fiable de la distribución de temperaturas en el taco, mediante la capacidad de modelos computarizados avanzados, cuando se diseñan sistemas de calentamiento por inducción de barras y de tacos.

UNA CREENCIA COMÚN E INCORRECTA

La elección de la frecuencia es siempre un compromiso razonable en el calentamiento por inducción. Frecuencias demasiado bajas pueden producir grandes corrientes con alta penetración, que pueden redundar en eficiencias de bobina paupérrimas, debido a la cancelación de las corrientes de Foucault. Cuando la frecuencia es muy alta, la corriente inducida se concentra en una fina capa superficial, comparada con el diámetro del taco, lo que obliga a tiempos de calentamiento mayores y a líneas de calentamiento más largas en el calentamiento por inducción progresivo. Indudablemente, existe una frecuencia óptima, que es una función compleja de las características del proceso.

Algunos usuarios, asumen incorrectamente que, en el calentamiento por inducción, la temperatura más fría está siempre localizada en el núcleo del taco, y la máxima en la superficie. Se asume con frecuencia que no hay sobrecalentamiento si la temperatura superficial, medida con un pirómetro o un termopar, no excede del nivel permitido máximo. Además, los sistemas de control de proceso que predicen una subida de la temperatura media y las temperaturas de la superficie y del núcleo del taco, a menudo se consideran suficientes a la hora de garantizar el calentamiento adecuado. En la Fig. 2 se aprecia un ejemplo de predicción típica sobre el perfil de temperatura desde la superficie al núcleo, el cual proporciona un factor de comodidad para el usuario. Sin embargo, resulta imperativo reconocer que la presencia de pérdidas de calor superficiales (debidas a la radiación y convección térmicas) des-

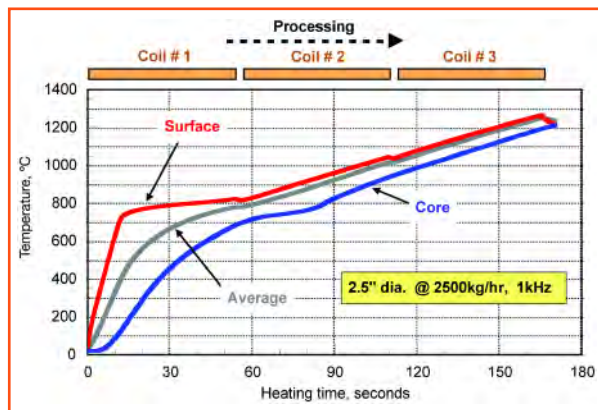


Fig. 2: Típico perfil de temperatura de superficie a centro, para 3 bobinas.

plazan hacia abajo los máximos de temperatura teóricos a niveles inferiores a los dados para la superficie del taco.

La localización y magnitud del sobrecalentamiento sub-superficial es una función compleja de cuatro factores principales: frecuencia, refractario, temperatura final y distribución de potencia a lo largo de la línea de calentamiento.

Las frecuencias bajas aumentan la profundidad de penetración de corriente lo cual provoca un mayor calentamiento "en profundidad" y una consecuencia mayor rapidez en el calentamiento del núcleo del taco. Esto acorta la línea de inducción, pero por otro lado, puede incrementar el sobrecalentamiento sub-superficial desplazando el máximo de temperatura por encima del correspondiente a la superficie.

La utilización de una capa gruesa de refractario, con propiedades de aislamiento térmico mejorado, hace exactamente lo contrario, reduce el sobrecalentamiento sub-superficial y desplaza la temperatura máxima a la de la superficie.

El incremento de la temperatura de forja implica un efecto similar al de reducir la frecuencia en lo que respecta a la localización y magnitud del sobrecalentamiento sub-superficial.

El efecto de la distribución de potencia a lo largo de la línea de calentamiento sobre la distribución de la temperatura del taco, es más complejo y rara vez se discute en la literatura. En muchas publicaciones dedicadas al calentamiento progresivo por inducción de tacos, se aconseja con énfasis disponer una distribución de potencia gradual (en perfil) a lo largo de la línea de inducción, mediante el uso

de mayor potencia en las bobinas en la entrada de la línea. Poner más potencia al inicio es una regla universal aproximada, ya que introduce mayor energía en el taco al principio de la línea, permitiendo más tiempo para su propagación al núcleo y acortando, consecuentemente, la longitud de la línea. Este método utiliza generalmente un inversor único que alimenta varias bobinas con diferente número de espiras y/o conexiones de circuito de bobinas en serie o paralelo.

El problema de esta aproximación, sin embargo, radica en que la distribución de potencia a lo largo de la línea de calentamiento no se puede modificar con facilidad si se cambia el índice de producción, el metal o el tamaño de taco. Por ejemplo, si se reduce el índice de producción, empeora el sobrecalentamiento sub-superficial con el diseño de inducción convencional, lo cual afecta negativamente a la microestructura sub-superficial. También es muy común la aparición de problemas de pegado de tacos con mayor importancia en las líneas de calentamiento por inducción, con distribución de potencia gradual a lo largo de la línea de inducción, cuando el sistema funciona a velocidad menor que la nominal para la que se diseñó. Dado que el sistema aporta mayor energía en el taco a la entrada de la línea de calentamiento, un exceso de ella penetra en el área sub-superficial del taco cuando la línea funciona con lentitud. La presencia de pérdidas superficiales de calor puede cambiar el perfil radial de temperatura esperado, haciendo que la temperatura subsuperficial sea mayor que la de la superficie.

En muchos casos, la temperatura subsuperficial puede ser lo suficientemente alta como para hacer que los tacos se fusionen juntos. El efecto del sobrecalentamiento subsuperficial es particularmente pronunciado cuando se utiliza una línea de inducción diseñada para tacos grandes, a una velocidad nominal para calentar tacos menores a menor velocidad. La figura 3 muestra los perfiles "núcleo-superficie" cuando se calientan tacos de 51 mm de diámetro (figura de la izquierda) a una velocidad inferior en un horno convencional en línea, diseñado para tacos de 63,5 mm de diámetro (figura de la derecha) a una velocidad nominal (figura 2). Nótese que en ambos casos la temperatura superficial que registraría un pirómetro es la misma. Una reducción mayor del diámetro de los tacos podría empeorar el sobrecalentamiento sub-superficial, manifestándose con problemas de pegado de tacos (fig. 4a) o como licuación de frontera

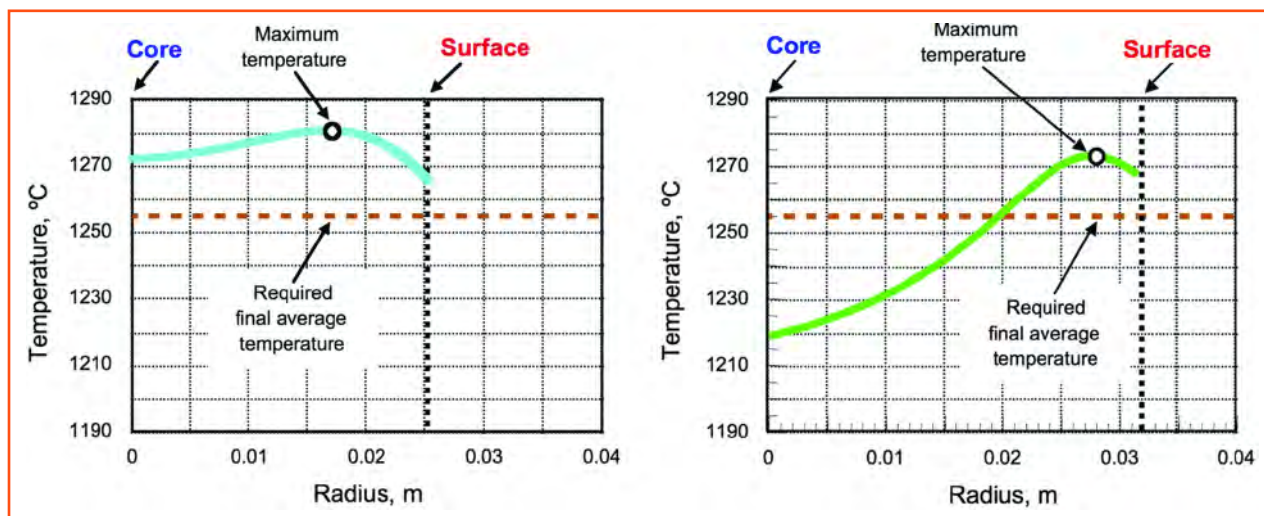


Fig. 3: IZDA: perfil de temperatura de “superficie a centro” para velocidad reducida de paso en tacos de diámetro de 51 mm. DCHA: perfil de temperatura de “superficie a centro” para velocidad óptima y diámetro de taco de 61 mm.

de grano (fusión incipiente) y agrietamiento intergranular (fig. 4b).

Además de que existe un riesgo potencial de desgaste prematuro de martillos y prensas, adicionalmente a otros aspectos negativos respecto a la alteración en la calidad de las piezas forjadas, los tacos mal calentados pueden producir algunos problemas de seguridad.

Si tenemos en cuenta que los pirómetros ópticos únicamente pueden medir con certeza la temperatura superficial de los tacos, siempre hay un riesgo de no detectar la aparición de sobrecalentamiento sub-superficial. Por tanto, es imperativo un control de la temperatura preciso con objeto de evitar la aparición de problemas de calor, debidos a residuos y a posibles variaciones en la composición química del acero dado.

La práctica muestra que cuando se calientan tacos grandes a velocidades nominales, se debe aportar más potencia a la entrada de la línea de inducción. A velocidades más bajas, por el contrario, cuando se calientan tacos más pequeños que los nominales, es aconsejable redistribuir la potencia desplazándola hacia el final de la línea de inducción.

TECNOLOGÍA DE CALENTAMIENTO DE TACOS POR INDUCCIÓN

El Inductoforge (fig. 1) corresponde a la tecnología de calentamiento modular de tacos de Inductoheat. Está específicamente desarrollado para optimi-

zar el proceso de calentamiento por inducción para un amplio espectro de aplicaciones de forja, asegurando la mayor calidad de su calentamiento.

El componente básico del horno es una unidad de potencia robusta y experimentada para inducción, con una bobina de alta resistencia, montada en un extremo. Estas unidades de potencia y bobinas se pueden combinar en línea para formar un horno y sumarse o restarse para ajustarse a las necesidades de producción. Cada módulo permite controlar la potencia y la frecuencia de cada bobina a lo largo de la línea de calentamiento por inducción.

Mientras que las bobinas y la unidad de potencia son componentes básicos del sistema, hay algunos otros que lo completan. Para empujar los tacos a través de las bobinas de inducción, se monta un sistema de alimentación de alta resistencia con rodillos de arrastradores en el extremo de la cabina, así como un sistema de extracción en el extremo opuesto. En un soporte pendular se montan un PLC HMI (Interfaz Hombre Máquina) y otros controles, de modo que el operario pueda posicionar la pantalla para su fácil visualización (fig. 5 y 6).

Surgen muchas ventajas del diseño modular, a partir de la posibilidad de controlar cada bobina individualmente. Entre las más importantes están:

- Una flexibilidad superior del sistema, merced a la optimización de la distribución de la frecuencia y de la potencia a lo largo de la línea, que mejore el proceso. Se puede modificar la frecuencia de cada módulo fácilmente, en el rango



Fig. 4 a) Licuación en frontera de grano (fusión incipiente).

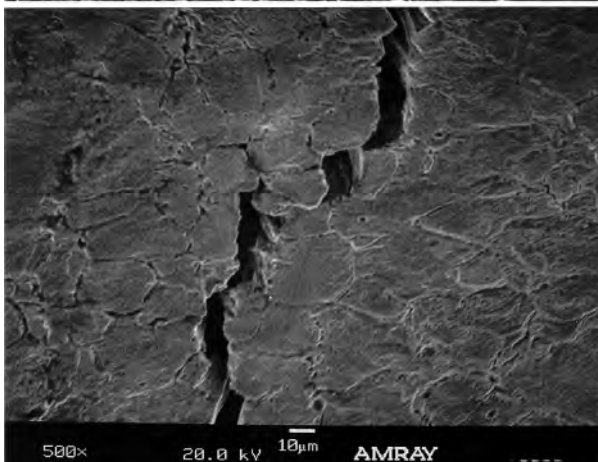
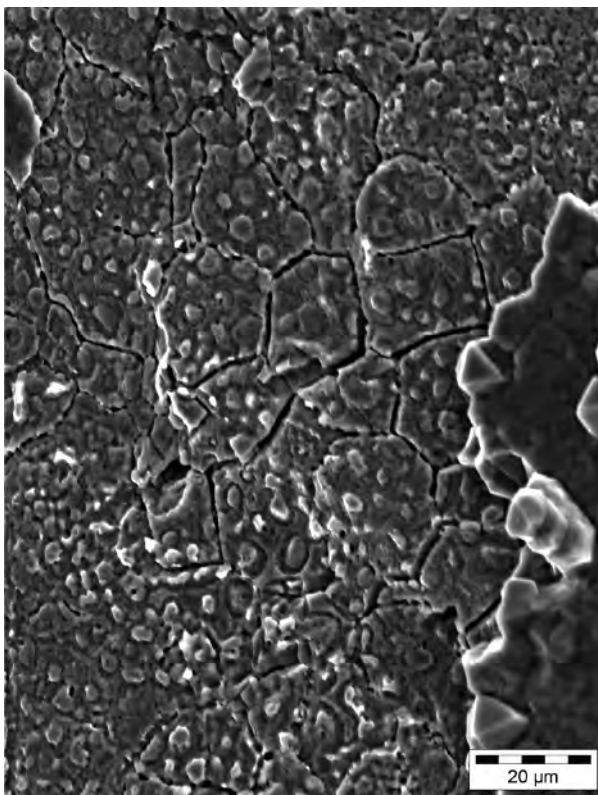


Fig. 4 b) Agrietamiento intercrystalino.

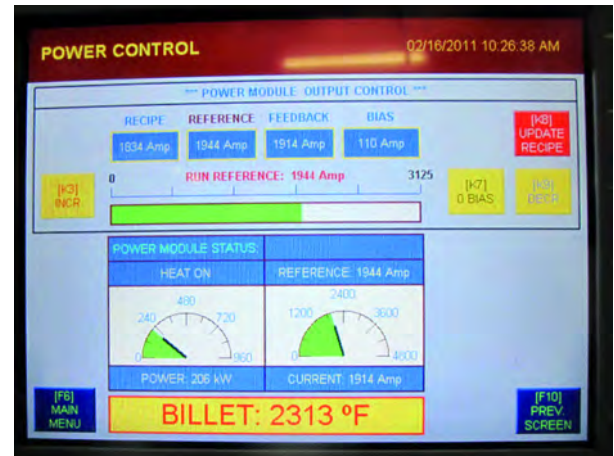


Fig. 5: Interfaz de usuario para control del sistema: estado del monitor.

de los 500 Hz a los 6 KHz, para ajustarse a la demanda de la gran mayoría de los tamaños de taco, maximizando la eficiencia eléctrica de las bobinas. He aquí un pequeño ejemplo: si la situación actual del mercado requiere calentar tacos mayores, en ese caso bajando la frecuencia se produce un mayor calentamiento interior y se minimizan el tiempo de calentamiento y la longitud de la bobina. Si en el día de mañana la situación del mercado cambia y se solicitan tacos más pequeños y barras, en ese caso se puede utilizar una frecuencia superior (por ejemplo 6KHz) de cara a optimizar el calentamiento de los tacos menores.

- El concepto modular proporciona la máxima flexibilidad, permitiendo la redistribución instantánea de la potencia a lo largo de la línea de calentamiento por inducción y maximizando la eficiencia calorífica a cualquier índice de producción, ayudando a una mayor optimización en las condiciones de calentamiento de los tacos en transición y al final. Esta característica se puede explicar de la manera siguiente: si el centro del taco está demasiado frío y el usuario necesita proporcionar más calor al centro del taco, entonces se puede añadir más potencia a la entrada de la línea de bobinas. Esto genera las condiciones favorables para incrementar la intensidad del flujo del calor transferido hasta el núcleo del taco. En contraste, si el núcleo del taco está demasiado caliente comparado con su superficie, entonces se debería transferir la potencia hasta la salida del horno de tacos, permitiéndonos el equilibrio entre las temperaturas de superficie, la de sub-superficie y la del núcleo.

Fig. 6: Interfaz de usuario para control del sistema: pantalla para parámetros de ciclo de calentamiento.

- La superior modelización de temperaturas y la capacidad de control de las mismas que tiene el InductoForge, mejora sustancialmente la calidad de los tacos calientes asegurando las estructuras metalúrgicas adecuadas y seleccionando un proceso que elimine el sobrecalentamiento subsuperficial. El sistema de Modelización Computarizada del Perfil de Temperaturas utiliza un potente software propiedad de Inductoheat, especialmente desarrollado para optimizar las características de los sistemas de calentamiento por inducción, basados en un conjunto de parámetros operativos especificados por el usuario, que pueden ser descargados al programa del PLC.
- Además de la flexibilidad superior, el InductoForge puede ser un 20% más eficiente eléctricamente que los sistemas convencionales de diseño antiguo, particularmente cuando se alimenta el taco a producciones menores. A menudo, el consumo de energía medido excede de 32 kg/KW h. No hay virtualmente pérdidas por transmisión entre la unidad de potencia y las bobinas, ya que la bobina se ubica encima de la unidad de potencia. Sólo esto puede incrementar la eficiencia en más de un 4 ó 5% respecto a las unidades convencionales

de inducción, en las que la unidad de potencia estaba alejada del bastidor de la bobina. Las bobinas del InductoForge utilizan un revestimiento retirable con un diseño térmicamente mejorado para reducir las pérdidas de temperatura. Esto mejora de un 3% a un 5% la eficiencia. El diseño avanzado mecánico de bobina añade de un 7% a un 10% la eficiencia eléctrica. Además es incluso posible bajar en 1/3 la productividad del horno y seguir manteniendo la gran eficiencia.

- Muchos hornos de inducción actualmente utilizados requieren un cambio de bobinas cuando el diámetro del taco es menor del 70% del diámetro máximo para el que está diseñada la bobina. En parte, esta necesidad es debida a razones de eficiencia eléctrica. Sin embargo, en realidad, el principal motivo para el cambio de bobina se debe al hecho de que se alcancen los límites de voltaje o intensidad del equipo de potencia. Si no se dispone de un sistema de calentamiento “dual track”, podrá haber una pérdida de producción apreciable durante el cambio de bobinas. Es muy importante tener en cuenta que tras el cambio de bobinas, habrá pérdidas de energía debidas a las condiciones de arranque en frío de la bobina reemplazada.

zada. El equipo InductoForge permite extender el espectro de variaciones en el diámetro del taco. Por ejemplo, es posible calentar tacos con reducción de diámetro de hasta un 50% del tamaño máximo de taco sin cambio de bobinas.

- El sistema modular proporciona al usuario una plataforma que permite utilizar funciones de control verdaderamente avanzadas. Las funciones de “Espera Estática Única”, “Espera Dinámica” y “Arranque Rápido” mejoran ostensiblemente las etapas del proceso correspondientes al arranque, espera y parada. La “Espera” permite que el horno se pare, manteniendo los tacos a temperatura durante 20 minutos o más (si se desea), mientras se ajustan los problemas en la prensa o en el martillo. En contraste, la función de “Arranque Rápido” del InductoForge pone al usuario en producción inmediata durante la mañana o tras las vacaciones. En los hornos de tacos convencionales, si se dejan tacos en el interior de las bobinas durante la noche, se pueden perder hasta 2 ó 3 líneas de tacos hasta conseguir la temperatura de forja. La tecnología de arranque rápido del InductoForge permite alcanzar la distribución de temperaturas a lo largo de la línea de calentamiento, significativamente con más rapidez, reduciendo las pérdidas de energía correspondientes a calentar las 2 ó 3 líneas de tacos. Se puede hallar una descripción detallada de estas funcionalidades en el portal de Inductoheat.

CONTROL DE TEMPERATURA SUPERIOR

El programa informático de Inductoheat para modelización del perfil de temperaturas “IHAZ-2” representa un paso adelante cuantificable, a la hora de optimizar el proceso de forja completo. Este programa instalado en un PC proporciona información completa y más detallada que la de un pirómetro, respecto a las condiciones térmicas de los tacos calentados inductivamente. A modo de ejemplo, en la figura 7 se ve el perfil típico de temperatura generado por el “IHAZ 2”. Pese a que la uniformidad de los tacos se encuentra en la horquilla de $\pm 25^\circ\text{C}$ en las aplicaciones típicas de forja, también se manifiestan distribuciones radiales y longitudinales complejas en los tacos calentados, apareciendo regiones con temperaturas por encima y por debajo de los límites mencionados. Un conocimiento profundo de las condiciones térmicas del taco supone un factor de

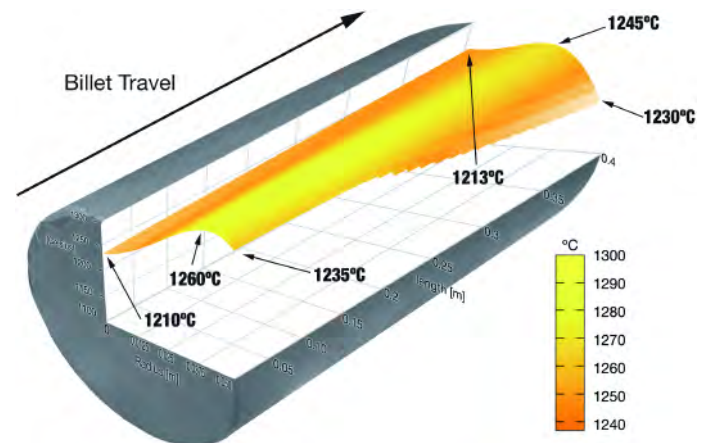


Fig. 7: Perfil típico de calentamiento de taco calculado mediante “IHAZ-2”.

seguridad a la hora de garantizar la calidad de los tacos calentados.

El “IHAZ-2” no es únicamente una parte importante del control del proceso del horno de inducción, proporciona además un conocimiento detallado respecto a las condiciones térmicas de los tacos calentados, que puede ser utilizada con efectividad en la optimización de la operación de forja e incluso durante el diseño de los troqueles.

Además de la temperatura, el “IHAZ-2” también procesa la utilización de energía, muy importante a la hora de determinar los costes de producción cuando se ofertan tacos nuevos y las etapas para mejorar la calidad de las piezas calentadas inductivamente. Por ejemplo, aquello que debe realizarse con objeto de evitar la probabilidad de sobrecalentamiento sub-superficial. Muchos forjadores en el mundo disfrutan ya de las múltiples ventajas adicionales provenientes de la alta flexibilidad de los sistemas InductoForge, los cuales utilizan medios de control sofisticados como el programa de modelización de proceso “IHAZ-2”. Gracias a sus obvios beneficios superiores, sólo en los cuatro últimos años hay instalados más de una centena de sistemas InductoForge.

Uno de los asuntos relacionados con la calidad en el calentamiento está asociado con la predicción de la uniformidad en la temperatura “desde la nariz hasta la cola” del taco. Este tema es de la mayor importancia cuando se calientan tacos largos. Debido a su complejidad, este tema apenas se ha discutido en las publicaciones. La distribución de la temperatura “de la nariz a la cola” está relacionada con varios fenómenos interrelacionados, incluyen-



Fig. 8: Sistema de calentamiento de tacos InductoForge con lanzadera de bobina "dual-track".

do el efecto electromagnético final, efecto final transitorio y efecto final térmico (1). Dependiendo de las especificidades de cada sistema, el impacto de cada factor puede ser diferente apelando a características de diseño diferentes.

La experiencia acumulada en trabajos anteriores y la superior capacidad de modelización computerizada de los fabricantes de maquinaria de calentamiento por inducción, son fundamentales cuando se trata de proporcionar la uniformidad de calor requerida, de desarrollar una secuencia de proceso adecuada y las características de diseño de bobina, que permitan asegurar la uniformidad del calor "desde la nariz hasta la cola".

Una comprensión clara de los factores involucrados en la aparición de efectos electromagnéticos y térmicos finales y la posibilidad de modelizar adecuadamente, mediante ordenador, los procesos de calentamiento por inducción, teniendo en cuenta todos los factores de proceso interrelacionados y no lineales, permiten que Inductoheat seleccione la estrategia de diseño más apropiada y establezca las secuencias de proceso óptimas que consideren los efectos finales.

CONSIDERACIONES EN EL CALENTAMIENTO DE METALES FRÁGILES

Cuando se calientan aleaciones frágiles o de baja ductilidad, las grietas transversales o longitudinales pueden ser un problema (por ejemplo en aceros de alto contenido en carbono, aceros colados, aceros para herramientas, etc...) Estas grietas pue-

den aparecer por culpa de tensiones térmicas excesivas (golpes térmicos) que tienen lugar cuando los gradientes térmicos sobrepasan los niveles permitidos. Estos niveles varían, dependiendo de la composición química del metal, microestructura, tamaño del taco, temperatura, presencia de discontinuidades, porosidades, elevadores de tensión, etc... La mayoría de estas grietas aparecen típicamente durante la etapa de calentamiento inicial, en la que el efecto pelicular es muy elevado, originándose gradientes muy pronunciados en los que las zonas internas del taco están bajo condiciones no plásticas.

El concepto de diseño modular permite evitar el agrietamiento gracias a la creación de condiciones "suaves" de arranque del sistema. Según el concepto de arranque "suave", cuando los materiales que se calientan son susceptibles de agrietamiento, durante la etapa de calentamiento inicial se utilizan densidades de potencia más bajas de lo normal, utilizándose como pre-calentamiento. Esto no se consigue fácilmente con los diseños de las máquinas convencionales.

CONCLUSIÓN

La tecnología de calentamiento modular de tacos InductoForge de Inductoheat (fig. 8) proporciona beneficios significativos a los talleres de forja, relativos a las condiciones térmicas óptimas durante el calentamiento de un amplio espectro de tamaños de taco. Esto mejora sustancialmente la flexibilidad de los hornos de inducción de tacos, la eficiencia energética y asegura la más alta calidad de las piezas calentadas, evitando sorpresas desagradables como el pegado de tacos, el sobrecalentamiento superficial y sub-superficial, y el agrietamiento.

La capacidad de modelización del perfil de temperatura "IHAZ-2" es un elemento fundamental de los sistemas InductoForge cuando se trata de predecir con confianza las condiciones térmicas radiales y longitudinales, y proporcionar una ayuda inteligente con objeto de alcanzar el proceso óptimo de calentamiento por inducción.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Rudnev, V, Lovens, D, et .al. "Handbook of Induction Heating", Marcel Dekker, NY, 2003
- (2) Doyon, G, Brown, D, Rudnev, V, Van Tyne, Ch, "Ensuring the quality of Inductively Heated Billets". Forge magazine, April, 2010, p. 14-17.

EMPLEO

● Traductora técnica y general de los idiomas inglés - español - francés.

Especializada en el sector de la metalurgia y textos de carácter general.

Traducciones profesionales dentro del plazo establecido con tarifas competitivas y máxima confidencialidad.

Tel.: 686 502 132
e-mail: theresap1@telefonica.net

●

Directivo con más de 15 años de experiencia en área industrial (producción, ingeniería e I+D+i), tanto en fundiciones de acero como fundición gris y nodular, se ofrece para:

- Proyectos como freelancer.
- Interim management.
- Posiciones vacantes en área industrial, también Europa.

Contactar con pedeca@pedeca.es / Ref. 6

EMPLEO

Empresa introducida en el sector de fundición no férrea.

Busca representante en el País Vasco, Navarra, Asturias y Galicia.

Se valorarán sus conocimientos y relaciones comerciales.

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



TRADUCCIONES: SECTOR FUNDICIÓN

INGLÉS - FRANCÉS - ESPAÑOL

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

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

Vendemos

**175 CONDENSADORES MCA. "ABB",
MOD. CLMD-53, 500 V., 50 Hz, 32
KVAR, SEMINUEVOS, AÑO 2007.**

**INTERESADOS CONTACTAR
CON EL TLFNO. +34 942 25 02 96**

JEFE DE ACERÍA

Se necesita para integrarse a empresa siderometalúrgica ubicada en Guayaquil, Ecuador.

El cargo implica la supervisión integral de la división acería compuesta de 2 hornos de inducción y máquina de colada continua horizontal para la producción de palanquillas de acero. El candidato debe tener experiencia comprobada en operaciones similares, dotes de liderazgo, formación y conducción de equipos de trabajo, y sólidos conocimientos de planificación y control de producción.

Se ofrece remuneración y beneficios acordes con la responsabilidad.

**Interesados enviar antecedentes (C.V.) a
jefeaceria@talme.net**

Ref. 9

COMPRO

**Máquinas y materiales
de fundición
a las ceras o Zamak.**

Toda España

Tels.: 629 373 422 - 914 603 040
E-mail: ansape0756@yahoo.es

Ingeniero Industrial

con más de 12 años de experiencia técnico-comercial y de gestión de proyectos en construcción, industria y aprovisionamiento a fundiciones.

Se ofrece para puestos de Sales Manager, KAM o similar a nivel nacional con disponibilidad internacional.

Contactar con pedeca@pedeca.es / Ref. 7

Especialistas en Tecnologías del Vacío

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

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

oerlikon
leybold vacuum

HOT

écnicas en Hornos HOT, S.L.

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

Michelin

Group

Lohmann

Qualität in Edelstahl

Stop off paints LUISO®

TECNICAS EN HORNO HOT S.L.

Polígono Ibaondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain

e-mail: hot@tecnicashot.com

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



Heat Processing Equipment

SECO/WARWICK EUROPE S.A.

ul. Świerczewskiego 76

66-200 Świebodzin

tel.: 683819800

fax: 683819805

europa@secowarwick.com.pl

www.secowarwick.com

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

innovation • performance • reliability



Pometon

Líder en fabricación y desarrollo
de granallas y polvos metálicos

Pometon España, SAU

Dr. Bergós s/n

08291 Ripollet (Barcelona) • SPAIN

Tel.: (+34) 935 863 629

Fax: (+34) 936 917 234

info@pometon.net

www.pometon.net

We've got our hands full redefining elemental analysis!

Are you looking for a complete solution provider for your elemental analysis needs?

Brüker Elemental now offers a wide range of products for elemental analysis.

ESPECTRÓMETROS OES PARA ANÁLISIS DE METALES
ANALIZADORES ELEMENTALES C/S/N/O/H
ANALIZADORES PORTÁTILES DE Rx

Brüker Española S.A.
Parque Empresarial Rivas Futura
C/ Marie Curie 5, Edificio Alfa- Planta Baja
28521 Rivas Vaciamadrid (Madrid)
Tel.: +34 914994080 Móvil: 639311036
brucker@brucker.es
www.brucker-elemental.com

tey

**Tratamientos Térmicos
de Aceros Aleados
y
Consulting Técnico - Metalúrgico**

Polígono Industrias ARTIA

48291 - ATXONDO - Bizkaia

Tlf.: 94 621 55 90

Fax.: 94 620 23 70

administracion@industriastey.com

ACEMSA

Centro Metalográfico de Materiales

C/ Arboleda, 14 - Local 114

28031 MADRID

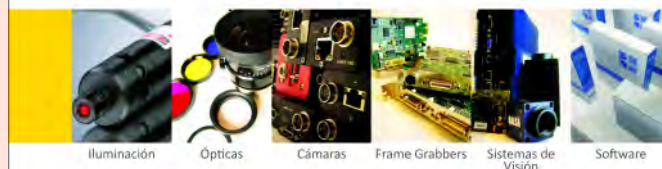
Tel. : 91 332 52 95

Fax : 91 332 81 46

e-mail : acemsa@gmx.es

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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



INFAIMON
SU ASESOR EN VISIÓN ARTIFICIAL



www.infaimon.com | infaimon@infaimon.com

B.M.I. El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío




Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL : 94.426.25.22 FAX: 94.426.22.62
info@aplitec-tt.com ; www.aplitec-tt.com ; www.bmi-fours.com

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN

DEGUISA

Compromiso y fiabilidad

www.deguisa.com

Emison

GRUPO EMISON
C/ Vallirana, 67 - 08006 Barcelona - Teléf.: 938 792 871 - Fax: 932 111 838
Internet: www.emison.com - e-mail: marc@emison.com

- Fabricantes de hornos desde 1957.
- Hornos para fundición.
- Hornos de mufla.
- Depuradoras de humos.
- Equipos especiales.
- Tratamiento térmico de metales.
- Estufas de secado y calefacción.
- Equipos de incineración.
- Hornos de temple.
- Hornos de soldadura.
- Hornos de revenido.
- Hornos de recocido.
- Hornos de sinterizado.

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 REFRACTARIAS)

Representante para España de **AUBE-LINDBERG**

FILINOX-FLEXINOX, S.A.
C/ Sant Adria, 70
08030 Barcelona

TEL
Tel.: 93 298 87 98
Fax: 93 298 87 80
flexinox.cald@oxidables.com

PYRO CONTROLE
CHALEVIN MINOUX GROUP

SSi SUPER SYSTEMS INC.

HITECH INSTRUMENTS LTD

WINNER TECHNOLOGY CO., LTD.
주식회사위너테크

ENTESIS
Galileu 313 baixos
08028 Barcelona
Telf: 934105454
Fax: 934199733
<http://www.entesis.net>
info@entesis.net

□ 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

Uillaje tipo mecano, cestas, tubos radiantes
Fundición acero inoxidable refractario

APLITEC

RD
www.rdttechnology.com

Uillaje forming

CODEAE SA
Fabricante de hornos industriales para el tratamiento térmico

EGANOX SA
- Sonda de oxígeno
- Regulador de atmósfera
- Supervisión de taller

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
Tel: +34. 94.426.25.22 Fax: +34. 94.426.22.62 info@aplitec-tt.com www.aplitec-tt.com

tecno piro



-temple -soldadura -recocido -sinterizado -revenido

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

PROYCOTECME

HORNOS INDUSTRIALES PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Especialistas en Tratamiento Térmico



Pol. Ind. Can Castell
c/ Industria, 113 - Nave 1-K
08420 Canovelles (Barcelona) Spain

Teléf.: +34 938 467 984
Fax: +34 938 401 492
www.proycotecme.com



Interbil

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

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

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

www.interbil.es

ARROLA

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO

HORNOS INDUSTRIALES

DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TÉCNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMÓSFERA
SISTEMAS INFORMÁTICOS 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



Wheelabrator

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies

Maquinaria y consumibles para granallado,
chorreado, shotpeening y acabado por vibración.

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

wheelabrator
shaping industry

www.wheelabratorgroup.com • contact@wheelabratorgroup.es

Norican Group es la empresa matriz de DSA y Wheelabrator.



S. A. METALOGRAFICA
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS

- TT VACÍO DE:
 - MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS
 - CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN
 - NITRURACIÓN
 - NITROVAC-S[®]: NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE
 - TENIFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE
 - TT ACERO RÁPIDO
 - HIPERTEMPLE
 - BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO
 - DUR-BRILL[®]: NIQUELADO DURO
 - OXY-VAPOR[®]: TT ANTIGRIPIANTE
 - NOXYT[®]: PAVONADO DURO
 - ANÁLISIS DE MATERIALES
 - ASESORAMIENTO METALÚRGICO
 - DURPLAN[®]: TEMPLE PIEZAS PLANAS

CAPACIDADES MÁXIMAS

- TEMPLE EN VACÍO
 - ø 1500 x 2000 mm (Molds hasta 2400 Kg)
- NITRURACIÓN Y
 - NITROCARBURACIÓN
 - ø 1000 x 1500 mm
- CEMENTACIÓN
 - CARBONITRURACIÓN
 - 1600 x 1600 x 700 mm (Piezas hasta 2000 Kg)
 - BONIFICADOS
- TEMPLE EN PRESA
 - Piezas hasta 5000 mm

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

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



Nanoindentación

Medición de espesor de recubrimientos

Análisis de materiales

Inducción magnética

Corrientes de Foucault

Fluorescencia de rayos X

Coulombimetría

FISCHER INSTRUMENTS, S.A.
Almogroves, 157 3^ª, 08018 BARCELONA
Tfno.: 93 309 79 16 Fax: 93 485 05 94
www.helmuth-fischer.com

Fischer

■ Espesor de recubrimientos ■ Análisis de materiales ■ Microdureza ■ Ensayo de materiales

Safe Cronite
L'esprit Industriel

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

SAFE Cronite - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 609 429 325 - Fax: +33 243 212 463
E-mail: maricarmen.garcia@safe-cronite.com - www.safe-cronite.com

NAKAL
heat treatment equipment

Furnaces for Gas Nitriding

Best technology Best result

JSC Nakal - Industrial furnaces
Moscow region, Russia
Tel./Fax. +7 (495) 988-40-47, 988-40-48
nakal@nakal.ru www.nakal.ru

• Gran disponibilidad de modelos.

• Alta variedad de calidades.

• Piezas a medida según plano.

• Tubos radiantes.

• Rodillos.

• Parrillas.

• Cestones/cadenas.

• Mufas/Potes de recocido.

• Recuperadores.

REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
Tecnymat Aceros, S.L.
Polígono Industrial Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 1
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléfono: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@telefonica.net

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS
GmbH & Co. KG

Hornos industriales para el tratamiento térmico



SOLO Swiss

CP 7127 - 2500 Bienne 7 - Suiza

www.soloswiss.es

mail@soloswiss.com

Tel. : +34 656 878 067

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"**
- **REPUESTOS DE TODO TIPO, CESTAS, MUFLAS PARA HORNO**

COMERCIAL SATEC, S.L.

P.A.E. ASUARÁN 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

Hornos industriales y estufas



Borel Swiss

Rouges-Terres 61 - 2068 Hauterive - Suiza

www.borel-hornos.com

email : mail@borel.eu

tel. : +34 656 878 067



Borel
Special Furnaces
Switzerland

testo 350

We measure it. **testo**

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

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

Instrumentos Testo, S.A.

Tel: 93 753 95 20

www.testo.es



Termopares especiales

calibraciones ENAC

automatización de procesos

Reguladores

Video-Registadores

pirometro infrarrojo

calibración hornos de vacío

experiencia

desde -200 a 2400°C

Termopares

servicio técnico



Suministro y Calibración Industrial S.L.

www.sciempresa.com

sondas pt-100

Instrumentación

calibración insitu

cámara termográfica

calibración TUS

todo en temperatura

Indicadores

consultoría AMS-2760-D

calibración SAT

expertos en normativa aeronáutica

Ribera de Axpe, 11, d2, L203, 48950 Erandio tel.944765276 sci@sciempresa.com

insertec
Hornos y Refractarios

Ingeniería y Servicios Técnicos, S.A.

Avda. Cervantes, 6 - 48970 Basauri, Vizcaya

Tel.: 944 409 420 • Fax: 944 496 624

e-mail: insertec@insertec.biz • www.insertec.biz



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.



HORNOS ALFERIEFF

VISITE NUESTRA NUEVA www.alferieff.com

C/Doctor Marañón, 11 - 28220 Majadahonda (Madrid)

Tel: +34 91 639 69 11 • Fax: +34 91 639 48 18 • Email: hornos@alferieff.com



SPECTRO

Driven
to
Discover

Espectrómetros para analizar metales

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

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

SPECTRO Hispania, S.L.

P.A.E. Asuarán, Edificio Enekuri -Nave 9
48950 ERANDIO (Asua) - Vizcaya

www.spectro.com

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA	44	INSTRUMENTOS TESTO	47
APLITEC	45	INTERBIL	7
ARROLA	Contraportada 4	LIBROS TRATAMIENTO TÉRMICO	33
B.M.I.	45	MIDEST	11
BAUTERMIC	17	NAKAL	46
BOREL SWISS	47	OERLIKON LEYBOLD VACUUM ...	44
BRUKER	44	ONDARLAN	9
COMERCIAL SATEC	47	POMETON	44
CUMBRE INDUSTRIAL	Contraportada 2	PROYCOTECME	45
DEGUISA	45	REVISTAS TÉCNICAS	Contraportada 3
EMISON	45	S.A. METALOGRAFÍA	46
ENTESIS	45	SAFE CRONITE	13
FISCHER INSTRUMENTS	46	SECO-WARWICK	3
FLEXINOX	45	SOLO SWISS	47
HORNOS ALFERIEFF	5	SPECTRO	47
HORNOS DEL VALLÉS	23	SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN ...	19
HOT-AICHELIN	15	TECNYMAT	17
HOT-NABERTHERM	21	TEY	44
INFAIMON	44	WHEELABRATOR GROUP	46
INSERTEC	PORTADA		



Próximo número

OCTUBRE

Nº Especial **METALMADRID** (Madrid).

Hornos de inducción. Quemadores. Estufas. Secaderos. Hornos para tratamiento térmico del aluminio y aleaciones ligeras. Aceros para herramientas, fundiciones y moldes. Construcción de herramientas.

Medidas. Control no destructivo, temperatura, dureza.

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 €

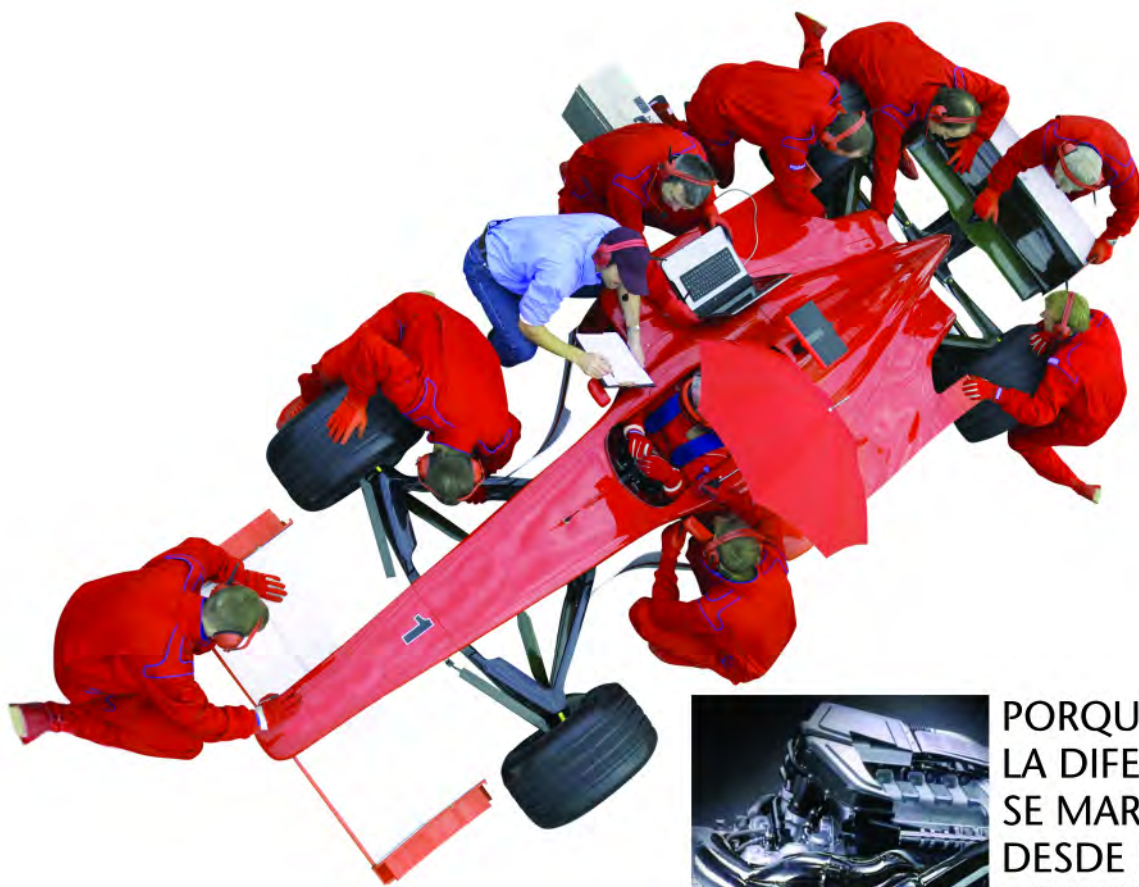
(I.V.A. incluido)

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



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