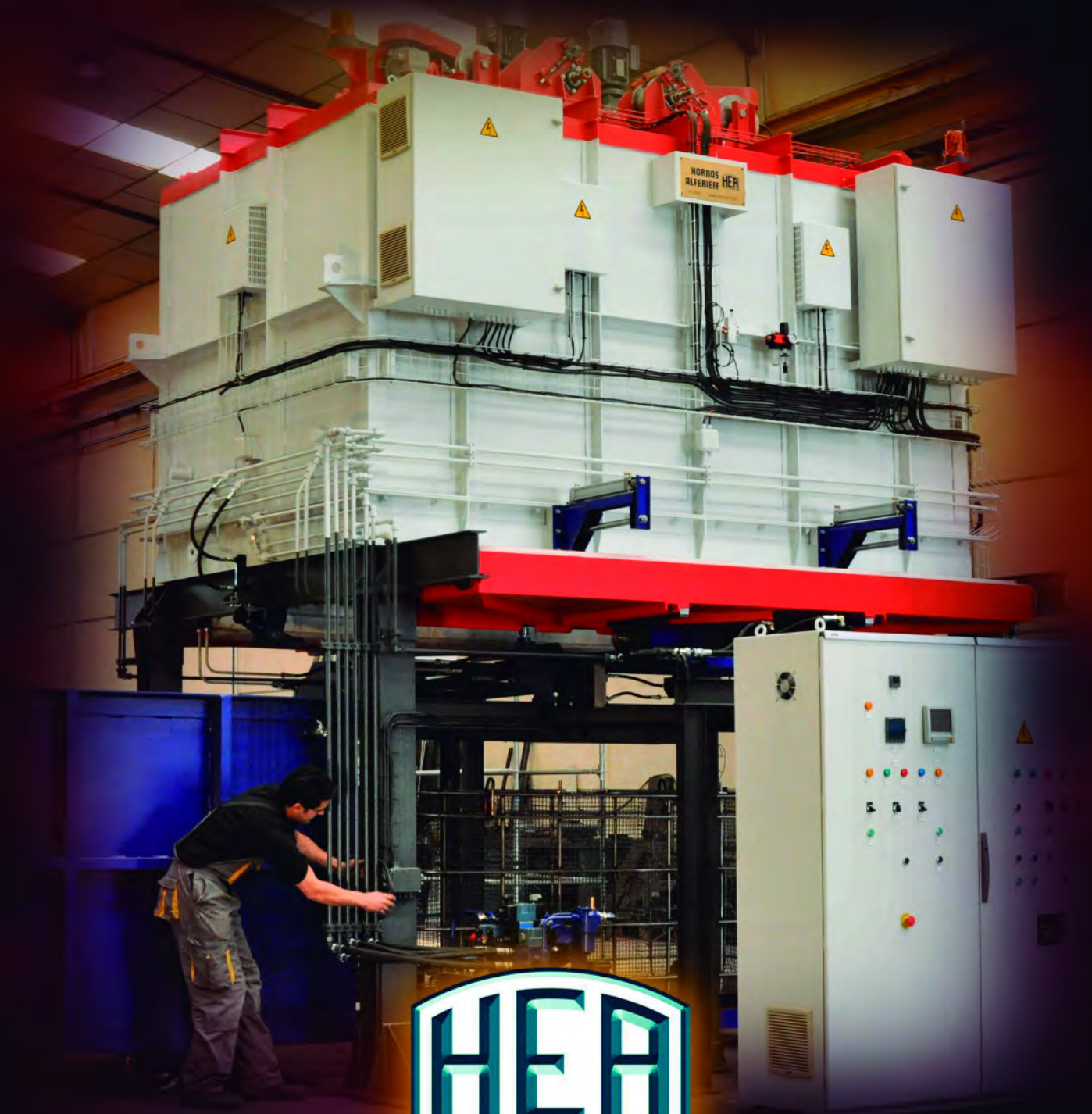
TRATER Press

SEPTIEMBRE 2014 • Nº 42

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es



HEA
SINCE 1945

HORNOS ALFERIEFF

www.alferieff.com • hea@hornoshea.com

MIDEST

2014 PARIS

El n°1 mundial de los salones de subcontratación industrial

Working together!*

* Trabajando juntos

4 > 7 NOVIEMBRE

Paris Nord Villepinte® - Francia

www.midest.com

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 / Máquinas especiales / Textiles técnicos / Tratamientos de superficies y acabados / Fijaciones industriales / Servicios para la industria / Mantenimiento industrial maintenance expo 2014

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 2013 EN CIFRAS

1.702 expositores de los cuales el **40%** son extranjeros procedentes de **37** países

42.101 profesionales de **84** países pertenecientes a todos los sectores de actividad estratégicas y económicas.

FOCUS 2014

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

¡Permanezca conectado!

www.midest.com

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

Reed Expositions

Simultáneamente con maintenance expo 2014

Nuestra Portada

Nueva imagen para HEA

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

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

www.alferieff.com

hea@hornoshea.com

Sumario • Septiembre 2014 - Nº 42

Editorial 2

Noticias 4

La mayor potencia mundial en aislamiento industrial • BAUTERMIC se traslada • Datapaq presenta un disipador de calor de alto rendimiento • HDI 120 - Escáner compacto 3D • Nuevo libro "La fractura en los materiales metálicos" • Nueva imagen para HEA • ABB en España lanza el programa "Aula Tecnológica" • India elegido 'País Partner' para HANNOVER MESSE 2015.

Artículos

- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* 10
- Klüber lanza al mercado Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray 11
- Reducción de las deformaciones durante el temple de engranajes - *Por Klaus Löser y André Mulot* 12
- HEA entrega una instalación de tratamiento térmico para partes de aviones en Airbus de México 20
- Nueva cámara de termografía fija FTI-E 1000 - *Por Land Instruments Int.* 22
- Instrumentos Testo cierra su participación en GENERA 2014 con expectativas renovadas 23
- FUCHS Lubricantes en la BIEMH 24
- Desarrollos en hornos de vacío para brazing de aluminio (Vacuum Aluminium Brazing Furnaces VABF) - *Por Adrian Goodbrand* 25
- Algunas consideraciones sobre la nitruración en sales de moldes y otros componentes para fundición inyectada - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz* (†) 32
- Entrevista al Director de Midest, Sr. JF Sol-Dourdin 40

EMPLEO 43

Guía de compras 44

Indice de Anunciantes 48

Síguenos en

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

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

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

Diseño y Maquetación: **José González Otero**
Creatividad: **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

ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

Una vez finalizado el periodo estival, en el que espero hayan disfrutado unas buenas vacaciones, comienza la segunda parte del año y el empujón final para terminar un 2014 difícil, pero quizás algo mejor que los anteriores.

Siguen algunos sectores con incertidumbre, dificultades, pero también otros que parece que las inversiones ya se producen y no van por mal camino.

La venta de vehículos (automóviles, motos y vehículos industriales) sigue con buen rumbo, un ascenso del 16,5% en los primeros 8 meses del año, así lo confirma.

Según ANFAC, la fabricación de vehículos aumenta un 14% y el aumento en la fabricación de componentes para la automoción es del 6%. Estos datos sí que son relevantes para nuestro sector.

Durante la feria **METALMADRID**, la revista **TRATER Press** organiza el **TRATER Day**, jornada técnica sobre el sector de los tratamientos térmicos. (Más información en página 9).

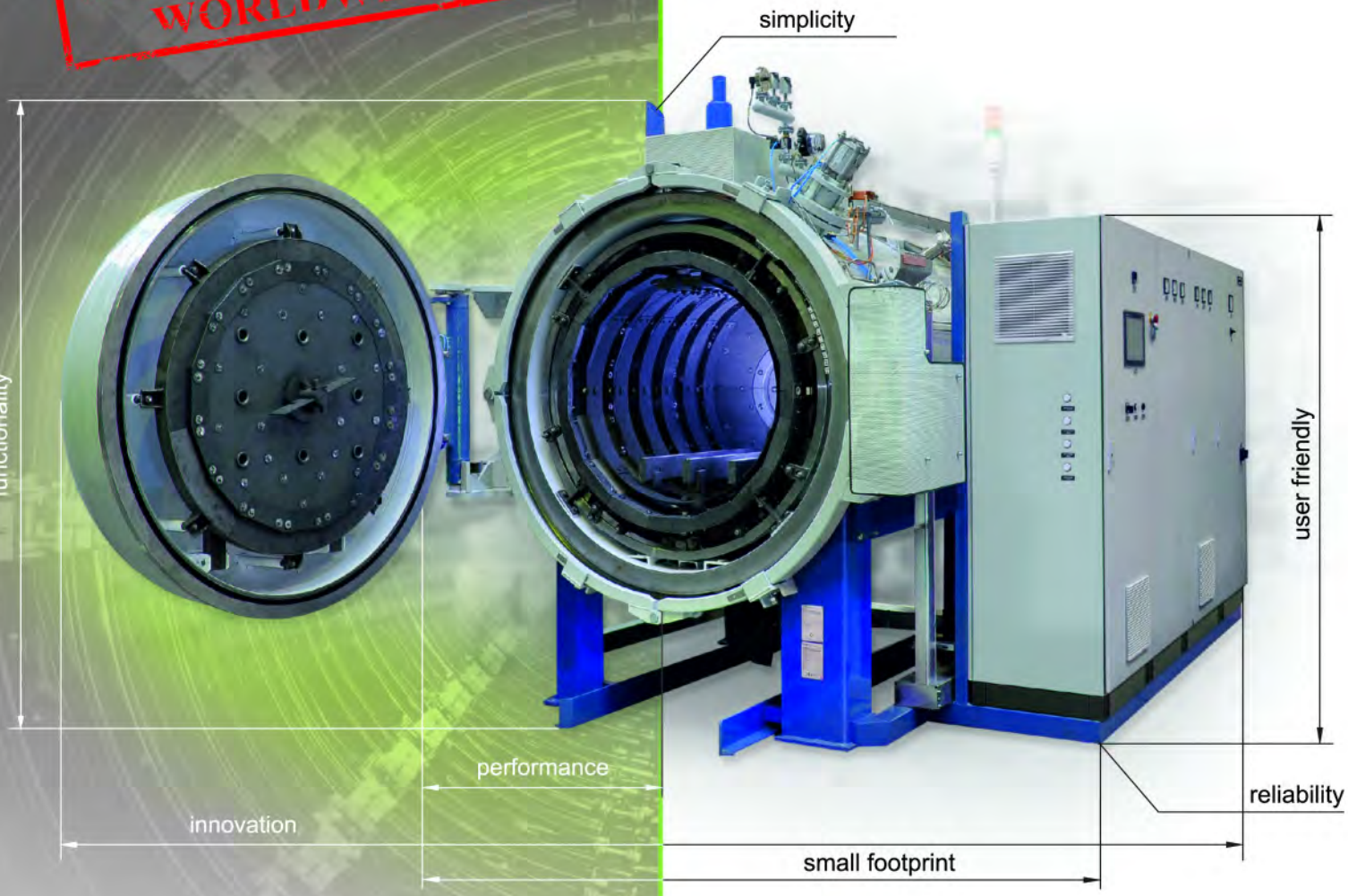
Con este número que tienen en sus manos estaremos presentes en **EUROSURFAS** (Barcelona). Allí les esperamos.

Antonio Pérez de Camino

Alto Rendimiento y Calidad a Bajo Coste

INDUSTRY PROVEN WORLDWIDE

Vector
vacuum furnace line



24/7 soporte técnico y tecnológico

HPGQ
Enfriamiento de gas de alta presión

FineCarb®
Cementación en baja presión (LPC)

PreNitLPC®
Alta temperatura LPC

FineLPN®
Nitruración a baja presión

SuperExpanite®
Nitruración y nitrocarburación de acero inoxidable

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

SECO/WARWICK

La mayor potencia mundial en aislamiento industrial

Morgan Advanced Materials plc ha anunciado la finalización de su adquisición de la empresa alemana Porextherm Dämmstoffe GmbH, lo que fortalece aún más su presencia como líder mundial en productos globales de aislamiento térmico para alta temperatura.

Porextherm se fundó en 1989 y desde entonces ha desarrollado una amplia gama de productos de aislamiento térmico para alta temperatura WDS® y de placas de aislamiento térmico por vacío (VIP, Vacuum Insulation Panel), que lo establecen como un líder técnico en la producción de materiales aislantes microporosos.

La empresa se convertirá en parte del negocio de cerámicas térmicas, Thermal Ceramics, de Morgan y se conservará el nombre de marca Porextherm.

La adquisición fortalece aún más la posición de Morgan como un líder mundial en el aislamiento microporoso.

Las instalaciones de Porextherm en Kempten, Alemania, complementarán las operaciones de fabricación de Morgan existentes en Elkhart en los EE.UU. y Daegu en Corea del Sur y permitirán que el grupo satisfazga la creciente demanda en mercados como la automoción y la industria petroquímica.

En concreto, permite que Morgan aproveche las competencias y conocimientos distintivos de Porextherm en tres áreas clave –la especialidad en tecnología de encapsulación, la especialidad en tecnología de conformado neto (near-net-shape), y la mejor tecnología de aislamiento industrial en su clase– lo que mejora la oferta en soluciones de aislamiento térmico del grupo para aplicaciones exigentes en un amplio espectro de sectores industriales.

Info 1

BAUTERMIC se traslada

BAUTERMIC S.A fabricante de instalaciones para lavado, desengrase y limpieza, así como hornos para calentar y tratar térmicamente todo tipo de piezas industriales, ha trasladado su nueva sede al Polígono Industrial El Pla de Sant Feliú de Llobregat, C/ Industria 21 de Barcelona, en donde dispone de nuevas y más amplias instalaciones para agrupar sus oficinas, almacenes y el taller de construcción de máquinas.

Después de 35 años en los que Bautermic ha venido atendiendo a sus clientes en sus oficinas de Esplugues de Llobregat y talleres en Cornellá, debido al notable incremento de su negocio, ha tomado esta importante decisión, para ser más operativos y dar un mejor servicio a sus clientes.

Teléfonos y correo electrónico no sufren cambios:

Tel.: 93 371 15 58
Fax: 93 371 14 08
www.bautermic.com
comercial@bautermic.com

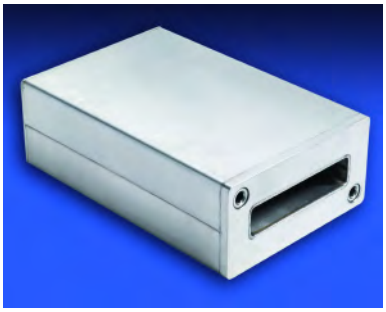
Info 2

Datapaq presenta un disipador de calor de alto rendimiento

Datapaq presenta el disipador de calor TB9840D para su uso en aplicaciones de tratamiento de calor con alta carga mecánica, tales como los temples en gas nitrógeno y helio.

El nuevo y mejorado disipador de calor complementa las barreras térmicas TB4500 y TB4600 de Datapaq.

En aplicaciones de vacío o temple, también se puede utilizar con los modelos TB4000. Fruto de enfoques de construcción y manufactura innovadores, el nuevo disipador de calor resiste tanto el temple en vacío como el temple en gas a una presión de hasta 20 bar. Por lo tanto, permite que los operadores supervisen procesos completos de alta temperatura hasta 1.200 °C, incluidos los ciclos de calentamiento y enfriamiento.



MÁQUINAS DE MEDIA FRECUENCIA

PARA CALENTAMIENTO Y TRATAMIENTO TÉRMICO

POTENCIAS
DESDE 5 KW
HASTA 50 KW

FRECUENCIAS
DESDE 20 KHZ HASTA 50 KHZ

INDUCTOTHERM GROUP | IBERIA

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

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

INDUCTOTHERM® GROUP

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

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

Se han eliminado las deficiencias de los diseños convencionales de los disipadores de calor, tales como la deformación por hinchamiento (ballooning) o la contracción.

La nueva construcción probada y comprobada con material de cambio de fase, mantiene con fiabilidad una temperatura de funcionamiento segura, por debajo de 70 °C, para el registrador de datos.

Las nuevas juntas del contenedor de alta presión evitan con seguridad las fugas de gas o la permeación en los hornos de vacío.

El disipador de calor TB9840D se puede utilizar con el registrador de datos Tpaq21 de Datapaq, que genera datos de perfiles de temperatura que se pueden recuperar al salir del proceso.

En combinación con las barreras térmicas apropiadas de Datapaq, permite realizar soluciones fiables de control de temperatura para diversas aplicaciones.

Novedad en la línea de productos Furnace Tracker (perfilado en hornos para las industrias de aluminio, acero, fundición, aeroespacial y otras).

Info 3

HDI 120 - Escáner compacto 3D

El escáner HDI 120 es el sistema compacto 3D más avanzado del mercado diseñado con LEDs azules para la proyección de patrones. Con una sólida carcasa de aluminio IP67, resistente al agua, el escáner está pre-calibrado y diseñado para trabajar en entornos adversos.

Mediante scans consecutivos y desde distintos puntos de vista, el sistema genera un completo modelo 3D digital. De la misma forma, sin la ayuda del control de movimiento, se reduce el tiempo de escaneo conectando múltiples escáneres 3D HDI 120 a un único PC, posibilitando automatizar el proceso de escaneado 3D.

Potenciado por el software FlexScan3D, el usuario puede procesar datos directamente de la captura a través de un sistema integrado de edición de datos, alineamiento y funciones de fusión sin tener que exportar las imágenes a un software externo de post procesado. El resultado final puede ser exportado en diferentes formatos según la necesidad del usuario.

El escáner 3D HDI 120 es capaz de capturar millones de puntos con un tiempo de integración mínimo. Tan solo conectando el sistema e instalando el software en el ordenador el sistema ya está listo para utilizarse.

Configurado según las necesidades de la industria, el HDI 120 puede ser utilizado en procesos de ingeniería inversa, inspección 3D, medidas 3D y visualización 3D.

Características

Cámaras: 2 cámaras de 1,3 megapíxeles.

Velocidad: 0,3 s por scan.

Campo de visión (diagonal dist. Min – diagonal dist. Max): 172-260 mm.

Rango de trabajo: 300 mm.

Interfaz: Gigabit Ethernet.

Carcasa estanca de aluminio - IP67.

Dimensiones: 276 x 49 x 74 mm.

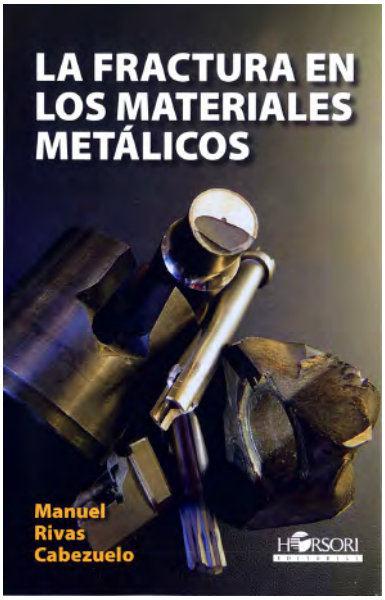
Info 4

Nuevo libro "La fractura en los materiales metálicos"

La fractura es la primera causa del rechazo de una herramienta. Existen otras causas, pero siempre ligadas al proceso de fisuración y rotura.

En los últimos decenios, los esfuerzos tecnológicos realizados por los fabricantes de acero para evitar o retardar el impacto económicos de la fractura en los materiales metálicos ha sido enorme.

Los aceros empleados hoy en la fabricación de herramientas y componentes metálicos estructurales presentan unas condiciones muy favorables, aumentando de manera considerable la



metalmadrid `14

29-30 OCT'14

ES HORA DE **REGISTRARSE** COMO **VISITANTE** PROFESIONAL

www.metalmadrid.com

EL **PUNTO DE ENCUENTRO** DE LA **INDUSTRIA**

220 STANDS
300 EMPRESAS
8.000 m² EXPOSICIÓN

PATROCINAN

Hoffmann Group — Tools to make you better
TRUMPF
FUCHS
SCHUNK

ESTE AÑO JUNTO

COMPOSITE SPAIN

COLABORAN

AIRBUS
Talgo
Gobierno de España — Ministerio de Industria, Energía y Turismo

ORGANIZA

grupo metalia

ROBOMATICA

www.metalmadrid.com

comercial@metalmadrid.com

vida útil de las herramientas a base de mejorar su pureza metalúrgica, optimizar su composición química y presentar unas condiciones idóneas para su tratamiento térmico. Un ejemplo lo tenemos en los aceros pulvi-metalúrgicos.

En el presente libro, escrito por Manuel Rivas Cabezuelo, expone las causas que provocan la fractura de las herramientas y de los elementos estructurales desde una perspectiva teórica en la primera fase del libro y desde un punto de vista práctico con ejemplos reales, en la segunda parte.

Info 5

Nueva imagen para HEA

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

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

Info 6

ABB en España lanza el programa "Aula Tecnológica"

El programa se constituye como un foro de divulgación técnica y encuentro de profesionales de diversos sectores.

Asuntos de gran actualidad hoy en día como la eficiencia energética, las energías renovables, la automatización industrial para incrementar la competitividad, etc., evolucionan actualmente a una velocidad nunca vista, en gran medida debido a los continuos avances tecnológicos que se producen en todo el mundo. Preguntas del tipo ¿cómo puedo optimizar la producción de mi fábrica?, ¿cómo consigo mayor rentabilidad de mi instalación eólica?, cuentan en la actualidad con nuevas respuestas derivadas de nuevas tecnologías disponibles en el mercado o de aplicaciones innovadoras de tecnologías tradicionales.

Con el propósito de abordar las respuestas a éstas, y a otras muchas preguntas, ABB en España ha puesto en marcha "Aula Tecnológica", concebida como un punto de encuentro de las nuevas tendencias tecnológicas y de mercado de diversos sectores.

Aula Tecnológica estará constituida por diferentes seminarios, que de forma muy concreta, y durante una única jornada, abordarán temas como las tendencias actuales de automatización con robots, los medios para la mejora de la eficiencia energética en edificios, etc.

Con esta iniciativa, ABB en España pretende apostar por el desarrollo y la colaboración de los profesionales de hoy, para construir las soluciones tecnológicas del mañana.

Info 7

India elegido 'País Partner' para HANNOVER MESSE 2015

India acaba de ser designado País Oficial Asociado en HANNOVER MESSE 2015, poniendo a esta vasta nación de más de 1,2 billones de habitantes en el centro de atención de la feria industrial líder a nivel mundial. "India es una potencia económica emergente que va a abrir un enorme potencial de ventas para nuestros expositores alemanes e internacionales en HANNOVER MESSE," comentó Dr. Jochen Köckler, miembro de la Junta directiva de Deutsche Messe. "Al mismo tiempo contaremos con todavía más expositores de la India que podrán acceder al mercado global. En última instancia todos nuestros expositores y visitantes así como el recinto ferial de Hannover se beneficiaran de la participación de este atractivo país asociado".

Info 8

TRATER Day

JORNADA TÉCNICA

En el marco de la **Feria Metal Madrid (29 y 30 de octubre)** se va a celebrar el **TRATER Day**, jornada técnica **el día 29,** donde se expondrán varias conferencias técnicas de compañías del sector del Tratamiento Térmico, tanto de fabricantes de hornos, como de elementos para ellos.

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

Organiza revista **TRATER Press.**

Información para presentar una conferencia:
91 781 77 76 / pedeca@pedeca.es

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

metalmadrid `14
29 30 OCT'14

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.

Aceros de alta resistencia para embutición

Como sabemos, unos de los objetivos prioritarios de la industria de automóviles es la reducción del peso de los vehículos, ya que trae aparejada una disminución del consumo de combustible y por tanto de las emisiones de CO_2, dos parámetros clave tanto desde el punto de vista del consumidor como de la cada vez más estricta legislación sobre contaminación atmosférica.

Todos tenemos claro que esta disminución de peso debe hacerse sin menoscabo de la seguridad y por tanto exige el empleo de aceros de alto límite elástico y mucho más recientemente de los llamados aceros de ultra alta resistencia y que permitan disminuir el espesor de la chapa, sin alterar la resistencia de la carrocería en todos los sentidos.

El cambio en el empleo de la chapa de 0,8 mm a 0,7 mm de espesor supone una disminución del 12,5% del peso del vehículo, pero también supone la necesidad de un aumento de aproximadamente un 20% en la resistencia exigida al acero.

Aunque no es el motivo de este número y dado su interés y aplicación cada vez más elevada, mencionaremos los aceros llamados bake-hardening, dado que las formas son cada vez más elaboradas en las carrocerías, exigen al material unas excelentes características de estampación, entre ellas un límite elástico suficientemente bajo. Esta necesidad de propiedades aparentemente contrapuestas puede ser alcanzada por los aceros bake-hardening, (BH). Este tipo de aceros presentan un límite elástico en estado de recepción suficientemente bajo para las necesidades del conformado en frío. Experimentan un primer endurecimiento por deformación de, aproximadamente, 40 Mpa al estampar la pieza, al igual que cualquier otro acero. Lo verdaderamente característico de este tipo de aceros es el aumento del límite elástico en aprox. otros 40 ó 60 Mpa en las operaciones de secado de la pintura (20 min. a 170º). El consumo de acero BH en la industria del automóvil ha hecho que se triplique sólo en 3 años en el mercado.

En cambio, los aceros de ultra alta resistencia, tienen una más baja ductibilidad comparado con los BH, y por lo tanto requieren un cuidado especial por parte del diseño y de la selección del método de transformación. Además, la recuperación aumenta con el límite elástico y debe ser considerada en el proceso de diseño. Así mismo, el tratamiento térmico estructural y los recubrimientos finales deben asegurar la rentabilidad de esta difícil operación. Las firmas Mercedes-Benz, Volvo, y otras, están en estos momentos dando grandes pasos en esta línea.

Klüber lanza al mercado Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray

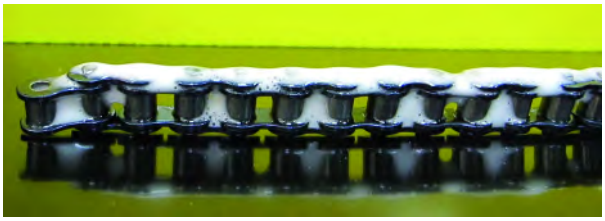
Klüber Lubrication, una de las empresas líderes mundiales en la fabricación de lubricantes especiales, presenta Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray, el primer lubricante en espuma del mercado, que combina las ventajas del aceite y de la espuma, aportando una extraordinaria lubricación, adherencia y otros beneficios propios de las espumas.

Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray es fruto de más de tres años de investigación del laboratorio de I+D+i de la compañía en Münich, siendo aplicable en el mantenimiento de los medios de producción de todos aquellos sectores genéricos (alimentación, farmacia, automoción, aeronáutica...) en donde se precise de una alta limpieza en los procesos, sin goteos y/o contaminaciones y una lubricación eficiente.

Lo mejor de las dos tecnologías

Bajo un formato de aerosol multifuncional, Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray ha sido creado a base de una innovadora tecnología de espuma, que le permite actuar con una muy buena capacidad lubricante y desgaste reducido, gracias a su excelente adherencia.

La combinación única de espuma y aceite de este producto permite también una aplicación sin goteo incluso en posiciones invertidas, lo cual supone un importante avance tecnológico por tratarse de un problema muy común con los aceites convencionales.



Dosificación óptima

Otra de sus importantes ventajas es su consumo optimizado, dado que su efecto capilar asegura que el aceite penetre en el punto de lubricación preciso, evitando el exceso de aplicación y la formación de neblina que produce un aerosol convencional. De esta forma, se reduce también la contaminación de los componentes y de las superficies cercanas, así como la inhalación de la neblina del aceite.

Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray es un producto registrado según NSF H1. Entre sus posibles aplicaciones figuran: husillos, engranajes abiertos, charnelas, barras de deslizamiento y cadenas (3-5 m). Por sus innumerables beneficios, este producto está perfectamente indicado para el kit personal de mantenimiento.

Klübersynth NH1 4-68 Foam Spray es el resultado del programa para la gestión eficiente de la innovación en Klüber Lubrication, que selecciona las ideas de usuarios y empleados de todo el mundo, verifica su viabilidad y posterior comercialización.

Reducción de las deformaciones durante el temple de engranajes

Por Klaus LÖSER (ALD) y André MULOT (MTC representante de ALD en Francia y España)

1) Introducción

Considerando la cadena del proceso de fabricación de un engranaje, sería muy interesante optimizar las condiciones de temple para conseguir deformaciones aceptables, lo que puede ofrecer la posibilidad de montar los engranajes sin mecanizado ulterior.

Nuestro deseo es mejorar las condiciones de temple para cambiar el proceso convencional con el nuevo proceso (figura 1).

Si fuese posible, la reducción de los gastos será muy importante con la supresión de la rectificación, del limpiado posterior al temple, de la manutención y de las chatarras.

Además ahora, la cementación a baja presión está reconocida para mejorar la duración de vida de piezas coladas, la superficie es particularmente solicitada (nunca de oxidación).

2) Recuerdo sobre la cementación a baja presión

El desarrollo de la cementación baja presión en hornos de vacío es una realidad hoy y cada vez más empresas, talleres de tratamientos térmicos también, utilizan este proceso por diferentes razones:

— La facilidad de introducir un horno de vacío en

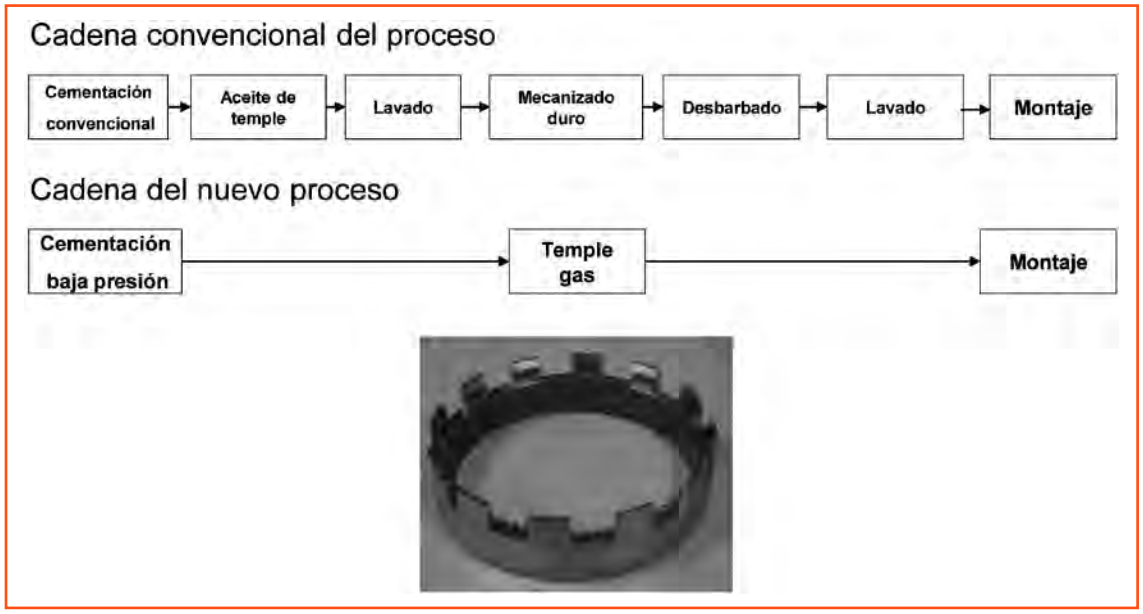


Figura 1.

un taller, con mejores condiciones de trabajo y medio ambiente, sin los problemas inherentes al temple con aceite.

— Flexibilidad: es posible parar y arrancar rápidamente, lo que sea más interesante en este tiempo.

— Es posible reducir las deformaciones de temple con la utilización del temple con gas.

— Para cementar, se necesita introducir buen gas y jugar con los tiempos de carburación y de difusión, como muestra la figura 2.

— El ciclo clásico empieza con el vacio y después el caliente con convección sobre nitrógeno. Cuando la temperatura sea homogénea entre 850 °C y 1.050 °C en función de las aplicaciones, la carburación empezará con etapas de enriquecimiento con acetileno, sin provocar la formación de carburos y de difusión. Las secuencias se calcularán en función de la profundidad, de la temperatura, de la superficie de la carga, del acero…

— Después de la carburación, el temple con gas permitirá la obtención de una buena estructura y las propiedades mecánicas buscadas. Los gases más utilizados son el nitrógeno y el helio con presiones hasta 20 bares.

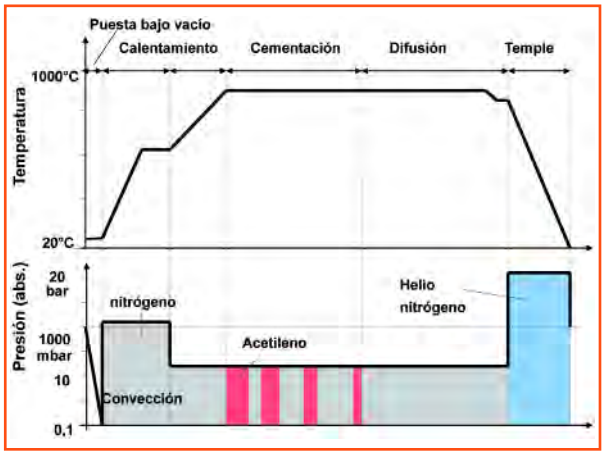


Figura 2. Ciclo tipo del proceso de cementación baja.

3) Mecanismos de las deformaciones

Las deformaciones ocurren si las tensiones superan el límite de elasticidad, la colada baja rápidamente con el aumento de temperatura.

Hay tres diferentes tipos de tensión:

— Tensiones residuales antes del tratamiento térmico con orígenes: el tipo de solidificación, la forja, el mecanizado…

— Las tensiones térmicas durante el calentamiento y el enfriamiento, particularmente para piezas con gran variación de secciones y de formas.

— La tensiones son el resultado de las transformaciones entre la estructura ferrita y la austenita durante el calentamiento, y las transformaciones entre la austenita y la martensita durante el temple.

Todas las tensiones se añaden y cuando el total supera el límite de elasticidad nacen las deformaciones.

4) Posibilidades de provocar deformaciones

Con este tipo de diagrama de "pescado" (figura 3), tenemos ideas de los orígenes de las deformaciones.

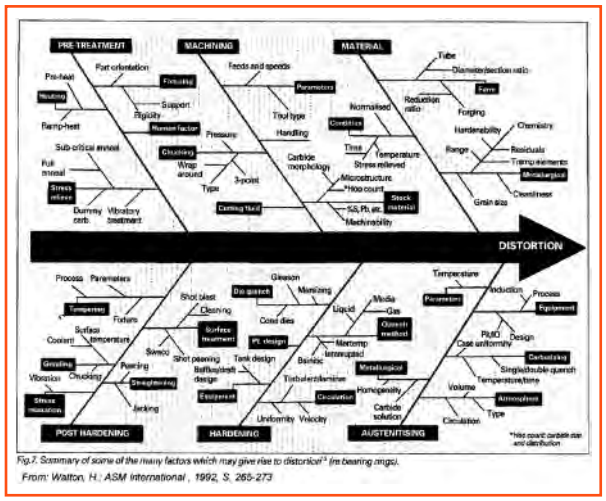


Fig.7. Summary of some of the many factors which may give rise to distortion[1] (in bearing rings).
From: Walton, H.; ASM International, 1992, S. 265-273

Figura 3.

Dependerá del acero y del ciclo de producción, del mecanizado y del eventual tratamiento antes de cementar (el enfriamiento después de la forja o sin o con estabilización, por ejemplo) y del ciclo de cementación también (convección, tipo de gas, presión, …).

Un calentamiento lento hasta la temperatura de carburación con un enfriamiento lento permitirá tener una idea del origen de las deformaciones ¡Si en este estado, las piezas ya tienen grandes deformaciones, no se necesita optimizar las condiciones de temple!

5) Influencia del tipo de gas

Con el ejemplo sobre la circularidad del anillo interior (figura 4), es fácil entender que la elección del gas es un primer parámetro muy importante.

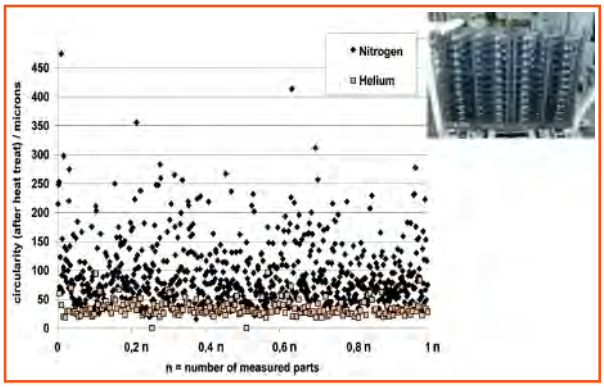


Figura 4.

Hay menos faltas de circularidad con el helio en comparación con el nitrógeno y además hay menos dispersión, lo que permite ser optimista.

6) Aplicación industrial

6.1) Anillo A

Diferentes pruebas con cargas de anillo en acero SAE 5130 (figura 5) dan los resultados de la figura 6.

En comparación con las medidas antes del tratamiento, el temple estándar con nitrógeno y soporte de aleación, las deformaciones son muy importantes. La elección de soporte de grafito mejora sensiblemente los resultados y con el temple dinámico (simulación del temple con sal) es posible optimizar las deformaciones.

Concretamente tenemos parámetros para influir en las deformaciones.

6.2) Anillo B

Este anillo es un poco diferente (figura 7).

Nos interesaba la influencia de la presión y el tipo de enfriamiento.

Figura 5.

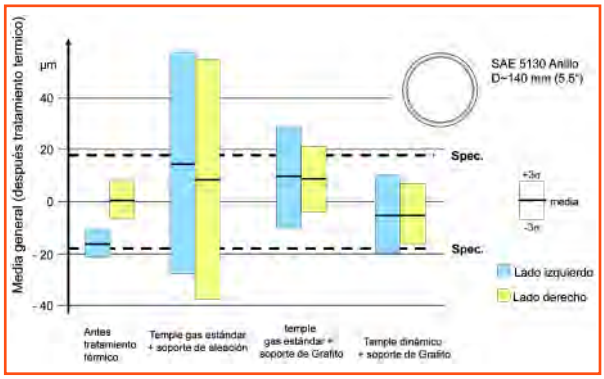


Figura 6.

Los resultados son muy interesantes (figura 8).

— La reducción de la presión de temple es muy favorable pero sin comparación con el temple "dinámico".

— La optimización del temple dinámico se hace con la elección de la mejor temperatura para conseguir una homogeneidad de temperatura, antes de la formación de martensita con la utilización de termopares en la carga.

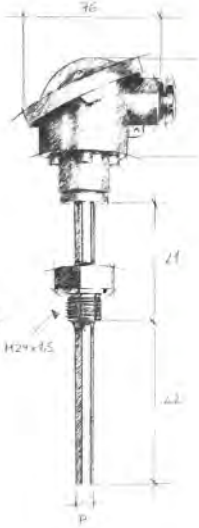
Con el mismo anillo hemos controlado la homogeneidad de la carga y más particularmente entre las diferentes capas (figura 9). No hay diferencias de comportamiento entre las capas para las faltas de circularidad.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

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

LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

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



SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

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

Figura 7.

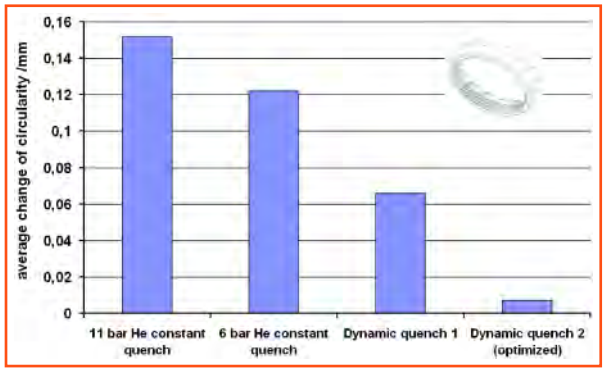


Figura 8.

Para el ángulo de hélice (figura 10), las conclusiones son las mismas.

Como los resultados muestran que las deformaciones se quedan en las especificaciones, hemos empezado la nueva cadena de producción con la

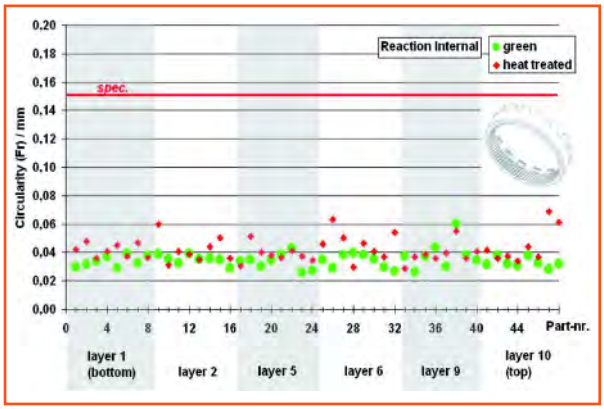


Figura 9.

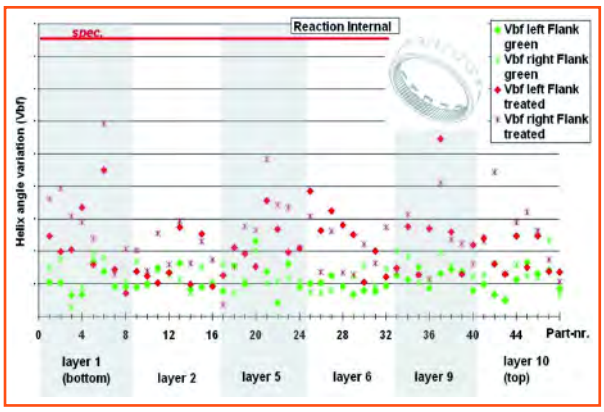


Figura 10.

utilización de nuestra cámara de temple especialmente designada para este tipo de aplicación (figura 11).

Las características de la camara de temple son las siguientes:

— Medidas que permiten la introducción de la carga con gran precisión y evitar que el gas esquive la carga.

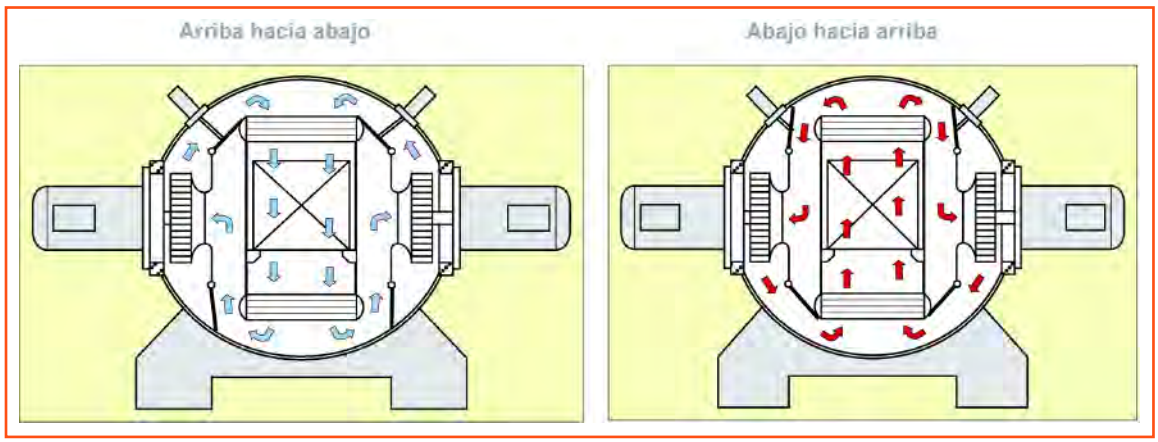


Figura 11.

— Dos intercambiadores de calor para enfriar el gas de temple para las dos direcciones.
— Los cilindros para cambiar la dirección del gas.
— Los motores cuyas potencias van a depender del tipo de gas y de su presión de trabajo.

Por ejemplo hemos introducido dos figuras (12 y 13) que muestran el efecto del cambio de dirección del gas de temple. Está muy claro que las diferencias entre las dos curvas rojas (sin cambio de dirección) y las dos curvas azules (con cambio de dirección) son muy diferentes.

El acercamiento muestra la mejor homogeneidad del temple y además no se hace con reducción de la velocidad de temple, lo que es particularmente interesante.

Después de estas consideraciones, las aplicaciones industriales tienen lugar.

La primera figura 14 muestra la dificultad de tener la especificación, menos de 0.038 mm de falta para el ángulo de hélice sin reversión del gas.

La reversión del gas (figura 15) mejora la situación, pero hay una gran diferencia entre el inicio de la

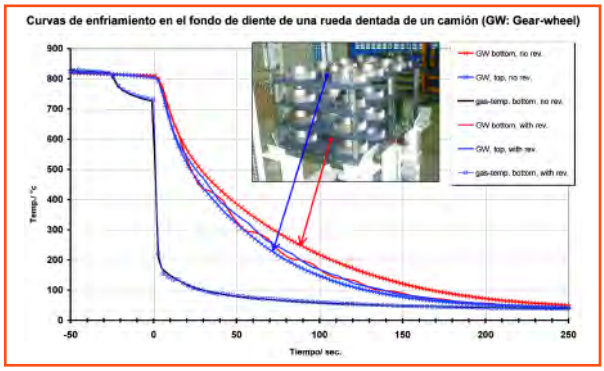


Figura 12.

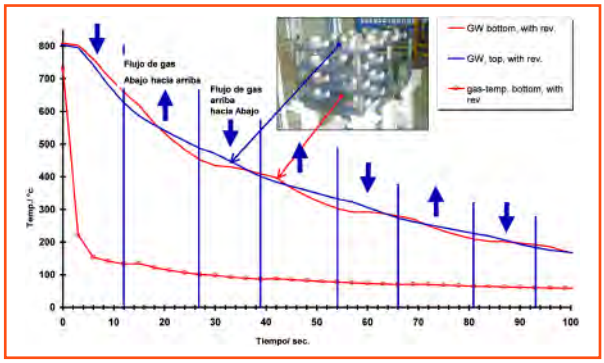


Figura 13.

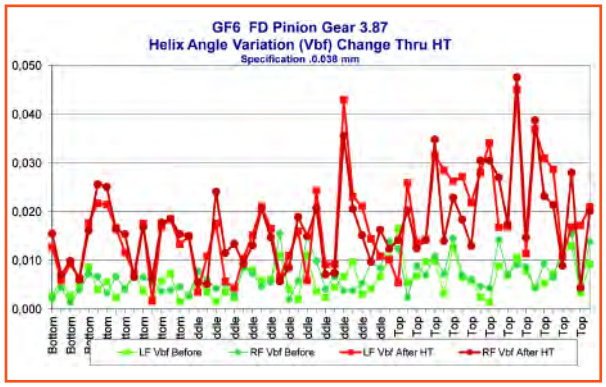


Figura 14.

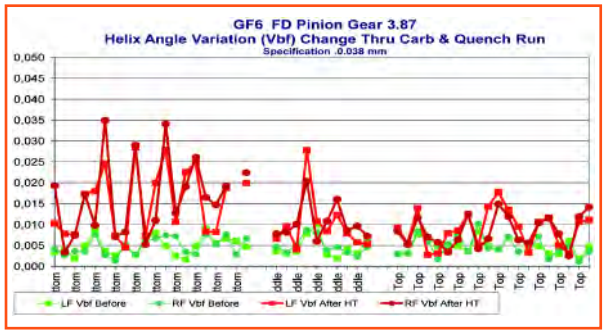


Figura 15.

carga (parte izquierda) y el final. Con la reducción del flujo al inicio (figura 16), las deformaciones son aceptables y muy homogéneas.

Desde junio de 2006 la producción está estabilizada. Al principio el cliente usaba una máquina que permite controlar cada pieza y desde octubre 2010 hace una medida del ángulo de hélice solamente sobre dos piezas para cada carga.

La figura 17 muestra los resultados durante 16 meses.

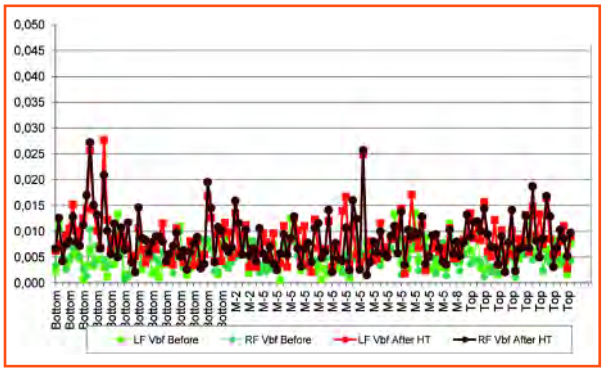


Figura 16.

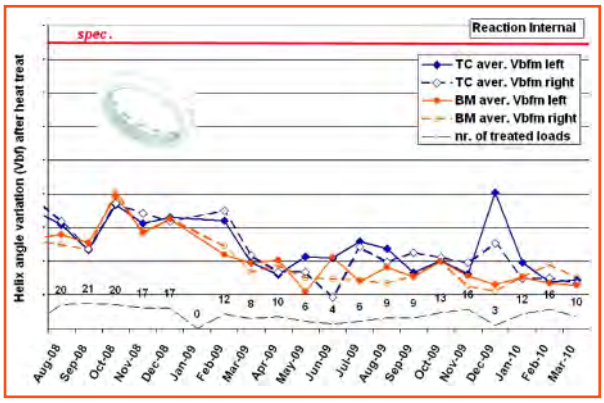


Figura 17.

5) Conclusión

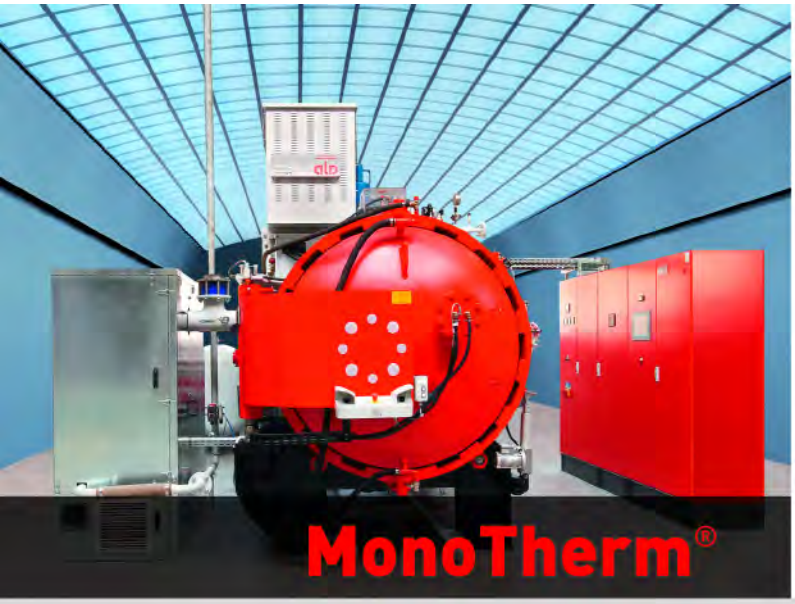
Es muy difícil conseguir altas características mecánicas para engranajes sin problemas de deformaciones. Para las deformaciones originadas antes del tratamiento térmico, no se puede resolver jugando con los parámetros de temple.

Pero para reducir y controlar las deformaciones de temple, tenemos parámetros muy importantes con resultado final en la reducción de los gastos de fabricación.

Hemos resumido que los parámetros importantes son:

— El diseño de la cámara de temple (medida, dos intercambiadores, reversión del gas).
— La concepción de los soportes de las piezas.
— El temple dinámico.
— La elección del helio como gas de temple.
— La presión de temple.

Con la optimización de estos parámetros, es posible reducir la cadena de producción y evitar la rectificación. Hemos demostrado que es posible hacerlo.



© appeal 104 403

Una flexibilidad que renta

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

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

¡Póngase en contacto con nosotros para más información!

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

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

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PEDECA Press Publicaciones
SOMOS SU MEDIO

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

HEA entrega una instalación de tratamiento térmico para partes de aviones en airbus de mexico

A finales del año 2013, HEA (Hornos Alferieff) ha entregado una Instalación de Tratamiento Térmico de aleaciones de aluminio en la planta de Airbus Helicopters (antes Eurocopter) en Querétaro, Mexico.

Se trata de una instalación completa por un horno multitratamiento tipo Elevador. Carro automático de carga, tanque de apagado de movimiento automático con agitación y control de temperatura mediante planta enfriadora de agua adosada, y el propio horno con sistema de elevación también automático, calefacción eléctrica por convección y sistema de enfriamiento incorporado.

Un segundo horno tipo Batch capaz de realizar tratamientos térmicos hasta 400 °C, permite desocupar el horno principal en la ejecución de ciclos largos (ageing) u otros que se pueden simultanear con el horno elevador.

El conjunto se completa con dos congeladores controlados también mediante el sistema centralizado de la instalación.

Un Scada y tres PLCs se ocupan del control de la operación de la instalación sus alarmas, visualización de parámetros deseados y registro histórico seguro con backup a la red del cliente.

Modo de funcionamiento Automático, Semiautomático y Manual permite realizar el ciclo de solubilización y cualquier otro sin inmersión, sin más que lanzar el programa (T, t) elegido sin intervención del operador durante el proceso.

La instalación ha sido clasificada según la norma AMS 2750E como clase II tipo B y tipo C.

El sistema también controla los tests de uniformidad (TUS) y de precisión de la instalación (SAT), elaborando los informes automáticamente y avisando de las fechas críticas con antelación.

Un sistema de reporting automático acompaña a cada lote dentro de la cesta, sin más que la lectura del código de barras mediante scanners.

Las temperaturas de operación para las que la instalación ha sido clasificada son: para el horno principal Elevador, desde 120 °C hasta 560 °C y para el horno Batch desde 120 °C hasta 400 °C.

El cliente ha recepcionado la instalación con satisfacción y está en plena producción desde inicios del presente año.

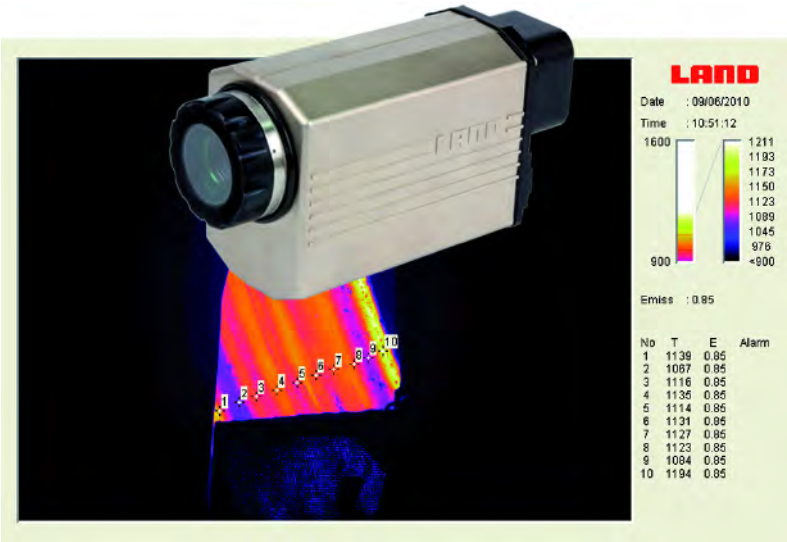
Nueva cámara de termografía fija FTI-E 1000

Por LAND INSTRUMENTS INT.

La nueva cámara FTI-E 1000 es ideal para aplicaciones de alta temperatura, ya que trabaja en una longitud de onda de 1 µm, y combina la alta resolución de imágenes térmicas con una medida precisa de la temperatura, desde 600 hasta 3.000 °C con una gama de 4 modelos.

La cámara FTI-E 1000 es una solución instantánea para aplicaciones de alta temperatura donde se efectúa la medición de objetivos muy pequeños o en movimiento.

El detector de alta resolución junto con una óptica de precisión, permite visualizar objetivos tan pequeños como 0,013 mm cuadrados, y con el software de procesamiento de imágenes LIPS los problemas de alineación, simplemente desaparecen.



Con una longitud de onda de 1 µm y la compatibilidad de la cámara FTI-E 1000 con los accesorios de montaje del Sistema 4, LAND ofrece una solución de imágenes térmicas para aplicaciones donde tradicionalmente se han utilizado pirómetros puntuales de longitud de onda corta.

Otras ventajas importantes de la cámara FTI-E 1000 son: una alta precisión de medida de temperatura para optimizar el control de procesos; instalación simple y de fácil uso, 2 años de garantía y no requiere certificados de exportación, lo que permite un suministro rápido y sin complicaciones.

Además dispone de lentes de enfoque corto opcionales para garantizar que la cámara coincide exactamente con su aplicación.

El software LIPS NIR permite capturar imágenes térmicas y vídeo en tiempo real, además de ciertas funciones como: adquisición temporizada, gama de medidas de temperatura (puntual, rectángulo, polígono, isoterma, histogramas), paletas de colores y funciones de alarma.

La nueva FTI-E 1000 está diseñada para aplicaciones tales como, Colada Continua, Calderas, Hornos, Soldadura de Tubos, Metal Líquido, Procesos de Revestimiento, Trenes de Laminación, etc.

Instrumentos Testo cierra su participación en GENERA 2014 con expectativas renovadas

Instrumentos Testo, S.A. estuvo presente en la feria más importante del sector de la energía y la eficiencia energética para mostrar a todos sus clientes y visitantes las últimas novedades en instrumentos de medición. Básicamente, el grueso de la información se centró en las soluciones para la evaluación de rendimientos energéticos en sistemas de combustión, tanto industriales como domésticos y el uso de la termografía como tecnología clave para la identificación de puentes térmicos, filtraciones y otras variables relacionadas.

Soluciones de profesionales para profesionales

Durante los tres días de participación en el certamen, los asistentes que visitaron el stand pudieron ver in situ los analizadores más modernos para el control de la combustión y las emisiones al medioambiente. Como novedad absoluta en el mercado, Instrumentos Testo, S.A. presentó el testo 380, el primer analizador de partículas finas que se comercializa en territorio español, un analizador que destaca por sus avanzadas prestaciones pero con un funcionamiento muy sencillo al alcance de cualquier usuario.

Las personas relacionadas con el sector del control de emisiones medioambientales, también pudieron ver la gama de analizadores portátiles, como el testo 350, que destacan por su ligereza, facilidad de uso y versatilidad en la medición de los gases de combustión.

Esta gama de analizadores puede medir hasta 6 gases diferentes, por lo que el usuario no necesita complicados sistemas de medición o adquirir más de un instrumento de medición para cubrir todas sus necesidades de medición.

FUCHS Lubricantes en la BIEMH

El especialista en lubricantes industriales FUCHS asistió una edición más a la Bienal de Máquina-Herramienta, celebrada entre los días 2 y 7 de junio en el Bilbao Exhibition Centre. La BIEMH 2014 fue un éxito de asistencia, tanto en la afluencia de visitantes al stand de FUCHS, como en el interés que han despertado sus novedades entre los medios profesionales asistentes a la feria.

En esta vigésimo octava edición, FUCHS presentó en el stand B-54 del pabellón 3 del recinto ferial bilbaíno sus soluciones de lubricación para la industria metalmecánica. Así, expuso productos como RENOFORM DSV Series, fluidos de deformación con tecnología sintética; ECOCOOL MS 358, fluidos de mecanizado de altas prestaciones; o RENOLIN ZAF B HT Series, fluidos hidráulicos sin cenizas. Se presentaron también las soluciones M.Q.L. (Minimum

Quantity of Lubricant) y los fluidos neosintéticos ECOCOOL MG 55 CR, ECOCOOL MS 27 y ECOCOOL MS 54. Además, fueron también protagonistas una selección de lubricantes especiales para el sector del ferrocarril: TRAMSILENCE Series, TRAMLUB Series y LOCOLUB Series.

Dentro de su gama de productos anticorrosivos, FUCHS presentó una novedad que responde a una necesidad logística y de transporte de alta problemática: ANTICORIT VCI UNI IP-30 DISPENSADOR y ANTICORIT VCI FE DISPENSADOR. Expuso también otros lubricantes especiales para aplicaciones muy exigentes y específicas: gleitmo 805 / 815, STABYLAN Series, RENOLIT y RENEP Series.

Durante la feria también expuso piezas cedidas por sus clientes, como: BROWN ADVANCE, INTZA-WOERNER, KORTA GROUP, MANUFACTURAS ALFE, METAL PERFORMERS y SEW EURODRIVE.

Desarrollos en hornos de vacío para brazing de aluminio (Vacuum Aluminium Brazing Furnaces VABF)

Por Adrian Goodbrand (CEng) Holytown/ML14XL
Traducción: Eugenio Pardo (Ondarlan-Grupo Inductotherm)

1. INTRODUCCIÓN

En un número creciente de aplicaciones, allí donde la tolerancia a la resiliencia y el aspecto cosmético sean factores importantes de diseño, se especifica el brazing de aluminio sin flux como la técnica de unión preferida. También la técnica de brazing de aluminio sin flux tiene bajos costes de producción y es respetuosa con el entorno. Debido a estas razones, la técnica del brazing de aluminio en vacío (VAB) se está adoptando de modo creciente como el estándar industrial, para aplicaciones tales como los componentes de radar aeroespaciales, enfriadores de aceite en automoción, intercambiadores de calor criogénicos, etc.

Los usuarios, generalmente, adoptan medidas de control de calidad muy estrictas durante la manipulación de los materiales, limpieza y transporte, de cara a asegurar que las superficies de los materiales de revestimiento en vacío estén libres de contaminantes y de humedad que originen defectos.

La flexibilidad operativa en el diseño de un horno de vacío para brazing de aluminio (VABF) es otro factor crítico, que tiene gran influencia en la calidad final del producto y en su consistencia. Este artículo muestra ambos, el funcionamiento básico y las consideraciones de diseño para un VABF sin flux, así como los desarrollos realizados por los fabricantes, con vistas a mejorar el control, el funcionamiento y el mantenimiento del horno.

El Grupo Consarc tiene 35 años de experiencia en el diseño y fabricación de una gama amplia de hornos VABF.

2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO

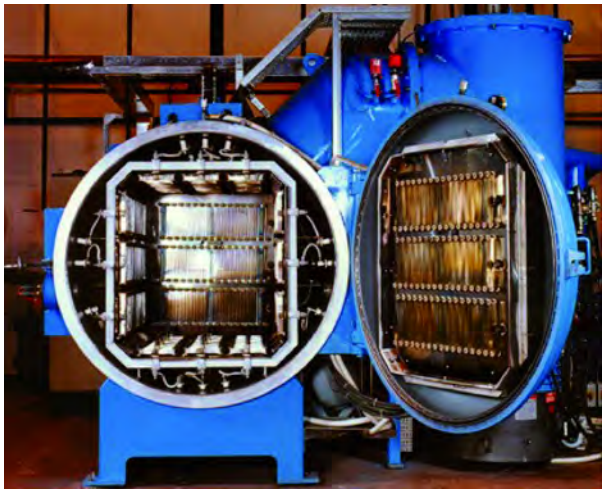
FUNCIONAMIENTO

Tras la conexión de los termopares de la pieza y la carga de la pieza y del utillaje, la puerta del horno se sella y se hace el vacío en la cámara. Se suministra un sistema de bombeo de vacío de tres etapas y se reduce la presión del horno desde 1.000 mbar hasta menos de 0,00005 mbar durante la secuencia de brazing. Se enciende la fuente de calentamiento eléctrico del horno y la carga se calienta por resistencia hasta una temperatura predefinida, en una receta determinada por los puntos establecidos del sistema de control. Con objeto de elevar la temperatura en la carga durante el calentamiento y que ésta se uniformice, existen puntos de espera que permitan que el calor se propague correctamente. A medida que el material de revestimiento (clad) (normalmente serie 4.000 de aluminio) se acerca a los 500 °C, el magnesio empieza su cambio de fase, por encima de los 557 °C se vaporiza a una velocidad constante, hasta que el material se empobrece de magnesio. La presencia de magnesio provoca una reacción redox y el oxígeno residual y/o humedad de la cámara se consume mediante la formación preferencial de óxido de magnesio, antes de que se forme óxido de aluminio en la junta. A medida que el material de revestimiento (clad) se acerca a la temperatura de brazing (alrededor de 575-

590 °C, dependiendo del grado de aluminio) el metal líquido puede fluir por capilaridad sobre las superficies adyacentes para formar una soldadura. En este punto la operación de brazing se ha completado. El control del nivel de vacío y la uniformidad en la temperatura son los parámetros clave que aseguran una buena calidad del brazing.

DISEÑOS DE CÁMARA ÚNICA

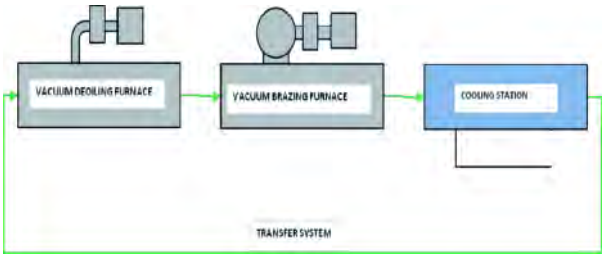
Los hornos VABF están formados, en su forma más simple, por una cámara única de vacío de doble pared refrigerada por agua, para trabajar con lotes en una gran variedad de formas y de tamaños. El diseño depende de la pieza de trabajo, su tamaño y su forma, así como de la productividad. Dado que no hay cierres de vacío en un horno de lotes, el ciclo debe realizarse sin interrupción. Normalmente, el horno tiene una puerta de entrada articulada o corredera. Para hornos mayores se añade una puerta trasera de mantenimiento o de descarga para proporcionar acceso total a la cámara por ambos lados.



Diseño de cámara única.

DISEÑOS MULTI-CÁMARA DE ALTOS VOLÚMENES

Para producciones altas, por ejemplo en la industria del automóvil, se utilizan dos o tres cámaras para el brazing de piezas de aluminio en vacío. El diagrama propuesto muestra el flujo de producto en un sistema de tres estaciones, junto con un sistema tránsfer automático para fabricación a gran escala. Suele ser habitual tener sistemas VABF acoplados a hornos de desaceitado en vacío (VDF) y a una estación de enfriamiento. El horno de desaceitado en vacío pre-



Diseño multicámara para altos volúmenes.

calienta las piezas hasta los 300 °C y elimina la contaminación superficial de aceite. Las piezas se transfieren al horno de brazing y se procede a soldar. La estación final de enfriamiento por chorro de aire enfría las piezas desde los 300-500°C hasta la temperatura ambiente para su descarga y acabado. Una línea de tres estaciones reduce significativamente el tiempo de ciclo, aumentando la productividad, y el precalentamiento de las piezas en la etapa de desaceitado optimiza el uso de la energía.

ZONA CALIENTE Y UNIFORMIDAD

Los mejores resultados del brazing se obtienen con los ciclos más cortos, por lo que es fundamental que la velocidad de calentamiento se maximice manteniendo una buena uniformidad. En este proceso son normales unos valores de uniformidad de +/- 3 °C a lo largo de la pieza a la temperatura de brazing. La uniformidad se determina mediante el diseño de los calentadores de las zonas calientes y del grado de precisión en la instrumentación y control del horno. Para dar una completa utilización del espacio de la zona caliente, los VABF más modernos montan seis paneles de calentamiento lateral. Cada lado puede estar subdividido en zonas múltiples, cada una con su fuente de potencia propia y su control de lazo. Esto permite un diseño óptimo para un calentamiento rápido y uniforme de la pieza.

ZONA DE PANELES RECORTADOS

El uso de multitud de paneles “recortables”, con fuentes de corriente ajustables individualmente, se ha desarrollado para permitir equilibrar el calor ajustando las características térmicas del utillaje y de la pieza. El calentamiento uniforme se consigue ajustando horizontal y verticalmente los perfiles de temperatura. Esto permite recortar la entrada de calor para ajustar las cargas de pesos diferentes, consiguiéndose un calentamiento más veloz, temperaturas más uniformes y una unión también uniforme en el conjunto sobre el que se trabaja.

ESCUDOS DE CALOR

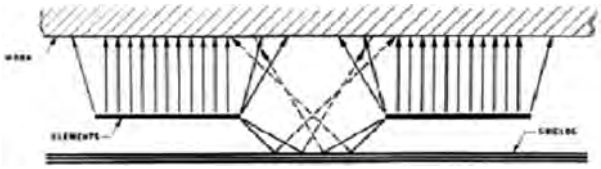
En los VABF se utilizan generalmente escudos de calor, consistentes en láminas de tres capas superpuestas de inoxidable, apoyadas en sujeciones también de acero inoxidable. Están diseñados de forma que los gases producidos puedan acceder a la bomba de difusión. El diseño del tamaño del gap es un parámetro fundamental para asegurar el flujo molecular del gas fuera de la zona caliente, minimizando las pérdidas de calor por radiación.

ELEMENTOS CALEFACTORES

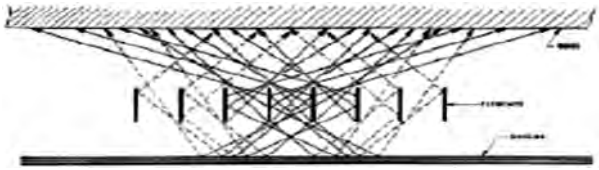
Existen dos configuraciones básicas de elementos calefactores: los elementos dispuestos de canto y los elementos con caras aplanadas.

Los elementos calefactores apretados en forma de cinta, con los cantos hacia la pieza, proporcionan el mejor perfil de calentamiento, características de calentamiento uniforme y eliminan puntos calientes en la superficie del producto. Se proporciona una mayor superficie de calentamiento en el diseño de los elementos de canto y se rebaja la intensidad de calor por unidad de área del elemento. Se consigue una mejor uniformidad de temperaturas y una vida mayor en comparación con los diseños de elementos con caras aplanadas.

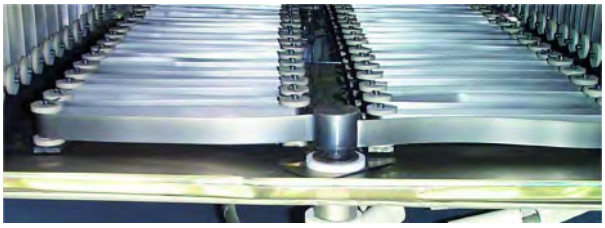
Otra ventaja del diseño en canto es que las partículas de aluminio que caen desde la pieza, atraviesan hasta el fondo los paneles de calentamiento. Esto ocurre porque los elementos están de canto. Por el contrario, los de caras aplanadas acumularán partículas en sus caras y sufrirán quemaduras por erosión.



Elementos con caras aplanadas.



Elementos con caras de canto.



Conexiones no refrigeradas.

CONEXIONES DE POTENCIA

Para prevenir arcos, se utilizan conectores aislados y no refrigerados por agua, cuando se trata de conectar la fuente de corriente con los elementos. Las conexiones refrigeradas por agua pueden originar condensación de magnesio y producir arcos.

VACÍO

La calidad y el nivel de vacío son parámetros importantes en los VAB con objeto de asegurar un producto de alta calidad. En principio se requiere un nivel de vacío del orden de 0,00005 mb y esto se consigue utilizando un sistema de tres etapas, compuesto por una bomba primaria o mecánica, una bomba secundaria sopladora y una bomba terciaria de difusión de vapor de aceite. El uso de bombas secas en lugar de bombas húmedas es una tendencia creciente en aplicaciones de hornos de vacío, por la eliminación de la necesidad de disponer de aceite y la reducción en los costes de mantenimiento. Las bombas secas tienen altas tolerancias a la humedad y no necesitan utilizar aceite.

Disponer de un buen vacío dentro de la cámara es fundamental para el brazing de aluminio, teniendo

Pantalla de sistema de control.

mucho cuidado en asegurar que sólo las menores cantidades de aire, grasa y agua penetren en el horno. La exposición de las paredes del horno a la atmósfera del ambiente durante la carga y descarga, incluso en intervalos muy pequeños, puede provocar la contaminación de los escudos y de las paredes, lo que hace el proceso ineficaz. Por ello es una buena práctica mantener las paredes de la cámara calientes para minimizar la condensación. Esto se consigue haciendo circular agua a 60-70º a través de la camisa de agua de la cámara.

La velocidad de bombeo del horno se puede mejorar significativamente utilizando un sistema de refrigeración criogénico (-140ºC aprox.) incorporado a la cámara, el cual consiste en un sistema de lazo cerrado de refrigeración posicionado en el frontal de la bomba de difusión, de manera que capture el vapor de agua del gas saliente mediante su congelación en la superficie de la bobina. Esto minimiza la presión parcial del vapor de agua de la cámara principal, ocasionando una velocidad d bombeo más rápida. Esto es sólo una ventaja en áreas de alta humedad donde el vapor de agua puede afectar el proceso.

CONTROLES E INSTRUMENTACIÓN

Los sistemas de control modernos unifican los últimos avances en PLC y SCADA para controlar los sistemas de gestión y de seguridad. Además existe la posibilidad de definir recetas, monitorizar el estado del horno, guardar datos de instrumentos, desviaciones en tiempo real e históricos (ejemplo: perfiles de temperatura y niveles de vacío) y proporcionar diagnósticos de fallos.

La potencia de cada panel calefactor se controla individualmente desde el PLC. El PLC toma señales de los termopares de control en cada zona de control y ajusta la potencia según la receta del sistema de control. A mayor número de zonas de control, mayor flexibilidad del sistema cuando se trata de proporcionar una uniformidad de temperaturas apropiada y un rápido alcance de las mismas.

CONTROL DE TEMPERATURA PARA CARGAS GRANDES

Para los sistemas VABF de piezas grandes, por ejemplo para intercambiadores de calor petroquímicos, el sistema de control tiene una zona calefactora totalmente automatizada, que calcula continuamente las temperaturas utilizando termopares en la pieza. El programa de temperatura calculará y definirá en tiempo real, la temperatura para cada panel calefactor de manera que para cada paso de programa, el núcleo se calienta tan rápido como sea posible, siguiendo una secuencia dada en cada uno de los pasos.

Sistema de transporte.

La secuencia verificará que los termopares del núcleo funcionan correctamente. En caso de error de un termopar, la secuencia mostrará un mensaje de error y ofrecerá la posibilidad de cambiar a otro valor válido proveniente de un termopar seleccionado en la superficie.

CUMPLIMIENTO DE AMS2750 POR PARTE DEL SISTEMA DE CONTROL

Para la técnica VAB en componentes aeroespaciales se requiere que el horno cumpla con la exigente normativa de la última revisión de la SAE “Especificación Pirométrica AMS2750”. Para ello, el horno debe cumplir con determinados criterios. Los termopares deben calibrarse a determinados intervalos de tiempo, se debe alcanzar la uniformidad del horno como se define en su clasificación, el sistema de control debe ser el correcto y su precisión revisada mediante instrumentación independiente. Las auditorías en AMS2750 son un ejercicio costoso para el usuario final y por tanto se debe asegurar que el horno es apto para evitar su rechazo en las mismas. Una manera de hacerlo implica monitorizar la vida de los termopares mediante el sistema de control. Los usos de los termopares se registran para evitar que se utilicen más allá de su vida máxima. Otro modo de evitar el no cumplimiento en las auditorías consiste en programar fechas establecidas para Inspecciones de Uniformidad de Temperaturas, Ensayos de Precisión del Sistema y Calibra-

Sistema de transporte.

ción de Instrumentos que eviten que el uso del horno sobrepase las fechas señaladas.

DIAGNÓSTICO DE ERRORES

La complejidad de los sistemas de control en un horno de vacío es tal que hace difícil diagnosticar y restaurar cualquier escenario de fallos que afecte al horno en cualquier entorno.

Los modernos VABF incluyen hoy en día pantallas simples con búsqueda de errores en la HMI (monitor de comunicación hombre – máquina).

Estas funciones muestran al operario las condiciones especiales que no se han alcanzado para trabajar en un proceso particular (movimiento de válvulas, etc.).

Además, los hornos deben disponer de sistemas de autodiagnóstico de detección de fugas, integrados en el control del horno, de modo que las fugas se identifiquen y se resuelvan rápidamente.

El apoyo on-line abre nuevas posibilidades para investigación remota por parte del fabricante y poder así resolver los problemas con celeridad u ofrecer un asesoramiento certero.

SISTEMAS DE TRANSPORTE

El grado de automatización y complejidad de los sistemas de transporte depende en gran medida del tamaño de la carga y de la productividad requerida. Para hornos de cámara única es suficiente un apilador corredero accionado manualmente, para cargar y descargar el horno.

Para cargas grandes y pesadas se utilizan carros hidráulicos con rodillos, ya que es la solución más práctica. Para cargar, estos carros pueden ser capaces de movimientos en X e Y que posicionen la carga desde la estación de montaje hasta la posición requerida en el interior del horno.

Cuando la carga deba moverse entre múltiples estaciones y cámaras, se utilizan sistemas completamente automatizados, consistentes en carros movidos con cadenas y accionamientos push-pull. Estos sistemas de transporte se controlan con sus propios PLC y HMI. Estos sistemas se utilizan para componentes de tamaños mediano o pequeño dentro de procesos de alta productividad como ocurre en el sector del automóvil.

LIMPIEZA

El interior del horno, las piezas de la línea de vacío y las bombas estarán cubiertas de magnesio como sub-producto de los procesos de brazing en aluminio. La limpieza del interior se deberá hacer frecuentemente y, como resultado, el personal de mantenimiento estará expuesto al riesgo de incendio del magnesio. Es fundamental que la limpieza se realice usando el proceso adecuado PPE y las herramientas correctas.

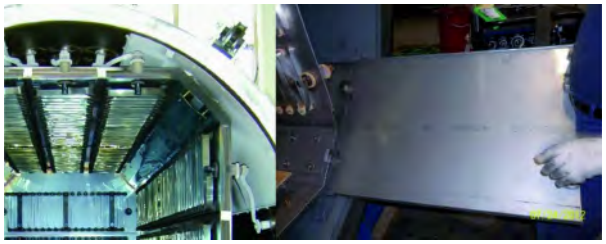
La zona caliente está construida dentro de una estructura de inoxidable que permite que dicha zona pueda sacarse en una operación única para su mantenimiento y limpieza. Esto permite que la limpieza de la zona caliente se efectúe en un área correctamente ventilada, para reducir al máximo los riesgos asociados con el incendio del magnesio.

Un desarrollo reciente del Grupo Consarc es la utilización de paneles condensadores de magnesio. Los mismos se ubican en las esquinas de la zona caliente. Esto favorece la acumulación de magnesio donde están las rendijas de los escudos de calor y reduce enormemente la condensación que se acumularía en la zona caliente y en las paredes refrigeradas por agua. Se pueden extraer los paneles para su limpieza/cambio y reducir la necesidad de limpieza dentro de la propia cámara.

Esto reduce significativamente el mantenimiento y mejora la seguridad de la limpieza del horno.

HORNO DE DESACEITADO EN VACÍO (VDF)

Según el Protocolo de Montreal, muchos de los disolventes peligrosos utilizados tradicionalmente para eliminar los aceites de las piezas de aluminio,



Paneles condensadores de magnesio.

como paso previo a la tecnología VAB han sido prohibidos. Esto conlleva la demanda en el mundo de tecnologías alternativas de desaceitado. Los componentes se desaceitan bajo un nivel de vacío medio del orden de 0,01 milibares y a una temperatura de unos 300 °C. Las paredes de la cámara se mantienen calientes de manera similar a las de los VABF. Eliminar el aceite de los componentes de aluminio antes del brazing es un paso indispensable para producir una junta de alta calidad en brazing.

SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Para mejorar el tiempo de ciclo de los VAB o para recocer componentes (condición T2), se utilizan enfriadores rápidos. Existen multitud de configuraciones disponibles para conseguir esto, la más efectiva es una estación de enfriamiento separada, con ventiladores de circulación para hacer pasar aire/nitrógeno a alta velocidad sobre los componentes. Los componentes se extraen del horno tras el brazing a una temperatura > 500 °C y se ubican en la estación de enfriamiento. El calor transferido al aire en circulación desde las piezas calientes puede aprovecharse y utilizarse para el calentamiento general de la fábrica. Alternativamente se pueden enfriar los componentes post-brazing usando una recirculación de gas a 900 mbar dentro del horno. El gas se recircula utilizando un ventilador y se enfría pasando a través de un intercambiador de calor de agua. Se ha comprobado que este diseño enfría muy eficientemente los componentes.

DESARROLLOS FUTUROS

Las reducciones en los consumos energéticos y en el impacto ambiental son objetivos de la mayoría de las compañías, por ello se examina con minuciosidad cada diseño de Horno de Aluminio en Vacío, con objeto de mejorar la eficiencia energética para reducir costes y para minimizar el impacto ambiental. Esta tendencia se une a la del uso de bombas secas, sin aceite, mencionada anteriormente.

El suministro del sistema de control con características y funcionalidades de eficiencia energética es de gran importancia para el usuario final, para poder rastrear los consumos energéticos y trabajar con el equipo a la máxima eficiencia. También se trabaja por medio de varios fabricantes en explorar sistemas de bombeo alternativos con consumos energéticos menores.

REFERENCIAS

Aluminium Fluxless Brazing – The Aluminium Association.
Aluminium Vacuum Brazing – Lennie Ashburn PVT.
Mark Orfe – PVT USA.
Eric Rennie – Consarc.
Allan Kay – Consarc UK.
Russell Cook – Consarc UK.
John Corstorphine – Independent Vacuum Technology Consultant UK.

30 €

206 páginas

40 €

316 páginas

40 €

320 páginas

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

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

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

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

Puede ver el contenido de los libros y el índice en www.pedeca.es o solicite más información:

Teléf.: 917 817 776

E-mail: pedeca@pedeca.es

Algunas consideraciones sobre la nitruración en sales de moldes y otros componentes para fundición inyectada

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

RESUMEN

Se hace una amplia exposición del tratamiento de nitruración en baño de sales, como técnica de aplicación en los moldes y demás componentes para la fundición inyectada. Proceso termoquímico que presenta indudables ventajas, bien sea de realización o bien sea de aplicación. En las ventajas de realización, se incluye la de ser en la actualidad un tratamiento no contaminante a baja temperatura, que no necesita un enfriamiento violento que dé lugar a grietas y deformaciones de tensión en el molde correspondiente.

Como ventajas de aplicación, la nitruración en baño de sales proporciona una capa dura resistente al desgaste, resistente a la fatiga térmica, y resistente a la erosión en caliente. Capa superficial que por su alta dureza reduce al mínimo la adherencia o agarre de partículas del metal que se conforma.

Todas estas características producen un notable aumento de la vida útil en los moldes y otros componentes; con lo cual se consigue una disminución muy significativa de los costes de producción y una rentabilidad mayor de las instalaciones productivas.

INTRODUCCIÓN

La fundición inyectada es una excelente técnica para la fabricación de grandes series de piezas complicadas y de difícil diseño, producidas principalmente en materiales tales como: aluminio, cobre, magnesio, y todas sus aleaciones; donde la exigencia de tolerancias dimensionales es muy severa.

El desarrollo de la fundición inyectada se debe, sobre todo, al aumento significativo de la demanda de piezas fundidas a presión para la industria del automóvil, donde la reducción de peso va adquiriendo una importancia cada vez mayor.

La fundición inyectada ocupa un lugar muy destacado entre los métodos de fundición que más se utilizan en la producción de grandes series; ya que se presta de una forma excepcional a la obtención de piezas, principalmente de aleaciones no férricas, con excelente acabado superficial y tolerancias dimensionales muy precisas.

Una de las características principales de la fundición inyectada es la utilización de un molde metálico permanente, que no sólo significa un aspecto fundamental en la economía del proceso, sino que, por su carácter de molde duradero facilita la posibilidad de obtener grandes series de piezas repetitivas e idénticas con un mismo molde.

Se comprende entonces, la importancia que tienen los moldes en la fundición inyectada. Para obtener buenos resultados económicos con este procedimiento de fundición, la vida del molde (duración) tiene que ser considerablemente larga; manteniéndose, además, la calidad de las piezas –*condición superficial* y *precisión de medidas*– a lo largo de todo su tiempo útil de moldeo.

Las exigencias tecnológicas de la fundición inyecta-

da ponen de manifiesto la necesidad de disponer de moldes metálicos con elevadas prestaciones, bajo condiciones de servicio muy críticas. Entre los tratamientos que permiten modificar la zona superficial activa de los moldes y, por tanto, su comportamiento en aquellas condiciones de servicio, donde son prioritarias las propiedades superficiales, destaca el tratamiento termoquímico de **NITRURACIÓN**. Tratamiento éste que provoca el endurecimiento superficial de las piezas y herramientas mediante difusión del nitrógeno que reacciona con el hierro, y otros elementos de aleación del acero, formado nitruros. La temperatura de nitruración está comprendida entre 500 y 580 °C; siendo la nitruración, en la mayoría de veces, la fase final de fabricación de la pieza correspondiente. Tratamiento, pues, que se realiza después del temple + revenido y de los trabajos de acabado del molde correspondiente.

Aparte de las principales ventajas que la nitruración ocasiona en los moldes: resistencia al desgaste, resistencia a la abrasión, resistencia a la erosión en caliente, etc, Otro de sus objetivos principales es reducir al máximo la fricción entre la herramienta y el material a conformar; con lo cual se impide o dificulta la adherencia y soldadura de partículas del metal fundido.

En este trabajo la preferencia por la nitruración en baño de sales se fundamenta, básicamente, en las ventajas que presenta con respecto a otros tratamientos de superficie; ya que ha sido, históricamente, el tratamiento termoquímico que más ha contribuido a potenciar las capas duras superficiales en todo tipo de útiles y herramientas. Esto se debe, principalmente, al hecho que se realiza: (1) con una relativa facilidad; (2) es de resultados económicos significativamente baratos; (3) tratamiento sencillo de efectuar; (4) de universal aplicación.

En efecto dicho tratamiento, no sólo produce una combinación eficaz de propiedades metalúrgicas en las superficies de las herramientas tratada; sino que, también, por las características propias de los modernos procesos de nitruración en baños de sales, reduce los coste de fabricación, mejora la vida útil del molde y aporta una tecnología actual, limpia y no contaminante, que no degrada el medio ambiente.

Por otra parte, en la nitruración en baño de sales, el calentamiento por convección proporciona unas condiciones de transmisión del calor muy regulares en las piezas que se nitruran; circunstancia que permite una reacción rápida y uniforme con las substancias salinas de las que desprende el carbono y el nitrógeno. Por su mayor densidad los baños de sales tienen un potencial de carbono y de nitrógeno más elevado que el de las atmósferas de gas; manteniéndose, por tanto, su composición y efecto constante durante mayor tiempo.

1. MECANISMOS DE NITRURACIÓN EN BAÑO DE SALES

La acción nitrurante de los baños de sales se debe a la formulación equilibrada de sus componentes, que a una temperatura aproximada de 570 °C, se desdoblan los cianatos proporcionando en su descomposición nitrógeno (**N**) y carbono (**C**):

1. $4CNOK \Leftrightarrow CO_3K_2 + 2CNK + CO + 2N$ (30 ÷ 40%)

2. $4CNONa \Leftrightarrow CO_3Na_2 + 2CNNa + CO + 2N$ (60 ÷ 70%)

- El carbono se difunde en la superficie del acero: $2CO \Leftrightarrow CO_2 + C$

- El nitrógeno es absorbido directamente por el acero –*con relativa facilidad*– por ser un elemento de inserción: $4Fe + N \rightarrow Fe_4N$

La aportación simultánea del nitrógeno y del carbono en el acero, durante el proceso de nitruración, da origen a dos capas superpuestas: (1) **capa de combinación**; (2) **zona o capa de difusión**; **figura 1.**

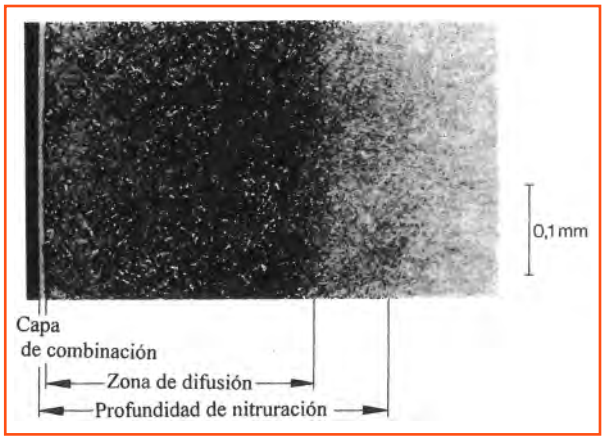


***Figura 1**. Corte micrográfico de una superficie nitrurada: capa de combinación y zona de difusión.*

Capa de combinación.- Verdadera superficie antifricción con un espesor de capa variable entre 5 y 16 micras (5 ÷ 16 µm). Capa que está formada, prin-

cipalmente, por nitruros épsilon (ε) y carburos de hierro (**Fe_3C**). Las sales fundidas incorporan al acero carbono con preferencia al nitrógeno, que en ciertas condiciones produce carburo de hierro –*cementita*– en la superficie nitrurada.

Las principales características de la capa de combinación –*denominada* ***capa de compuestos*** y, *también*, ***capa blanca***– son: elevada dureza y resistencia al desgaste, buena resistencia a la erosión en caliente, y resistencia al gripado.

Zona de difusión. Mientras que la absorción de carbono queda limitada a la zona más periférica, es decir, en la capa de combinación; el nitrógeno se difunde a través de dicha capa hacia el núcleo del material, formando una capa interior subyacente denominada zona o capa de difusión. La profundidad de esta capa depende del tiempo y temperatura de nitruración, junto con la clase y composición del acero.

El diagrama de equilibrio del sistema hierro-nitrógeno (**Fe-N**) –**figura 2**– muestra la existencia de las distintas fases presentes en la capa superficial de los materiales nitrurados. En dicho diagrama cabe destacar la existencia de fases o soluciones sólidas intersticiales, presentes en las capas nitruradas:

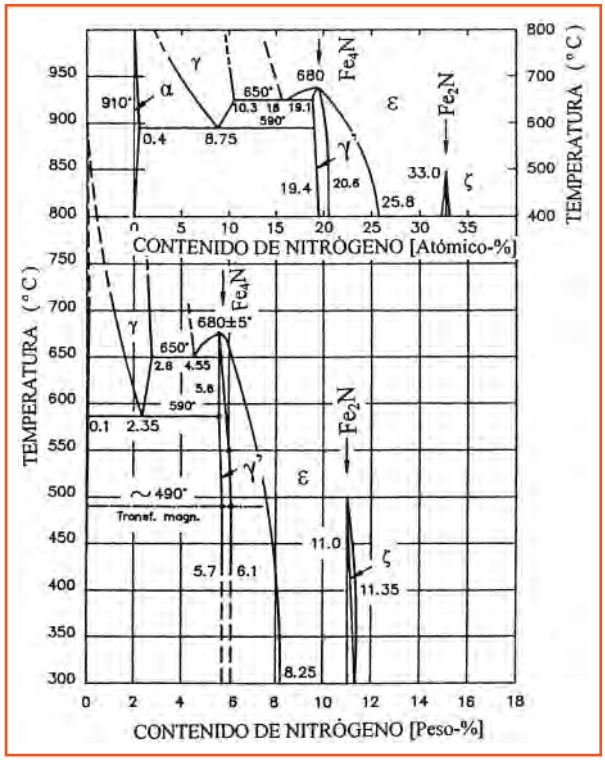


***Figura 2**. Diagrama de equilibrio Hierro-Nitrógeno (**Fe-N**). Según E. Lehre, O. Einsenhut y Kaunn.*

solución alfa (α); solución gamma prima (γ'); solución épsilon (ε):

- **Fase alfa** (α). De solubilidad en nitrógeno muy baja a la temperatura de nitruración, siendo mínima a temperatura ambiente.
- **Fase gamma prima** (γ'). Estable a temperaturas por debajo de los 680 °C, su estructura cristalina es cúbica de caras centradas (ccc) –*semejante a la de la austenita*– y está asociada a la fórmula **Fe_4N**.
- **Fase épsilon** (ε). Presenta una estructura cristalina hexagonal compacta (hc), con átomos de nitrógeno ocupando los huecos octaédricos, su composición varía ampliamente asociándose a la fórmula **Fe_xN**.

Las dos fases que presenta mayor interés industrial en toda nitruración son la fase épsilon (ε), y la fase gamma prima (γ').

Cuando se alcanza el 0,10% de nitrógeno, en la capa nitrurada, se forma la fase de nitruro gamma prima **γ'(Fe_4N)** que contiene alrededor del 6% de nitrógeno. Superado dicho contenido, la fase anterior se transforma en otra fase, también de nitruro, de la fórmula **ε(Fe_xN)**; cuya estructura cristalina –*hexagonal compacta* (hc)– proporciona, a la capa nitrurada, una mayor dureza. Dureza ésta que proporciona un aumento de la resistencia al desgaste y de la resistencia a la abrasión.

La capa de combinación de la superficie nitrurada, mezcla de los dos nitruros (ε + γ'), observada en el microscopio óptico aparece como una capa más o menos blanca difícil de atacar por los reactivos metalográficos de uso normal, y cuyo estudio por difracción de **rayos X** indicamos en el esquema de la **figura 3**.

Resumiendo: en condiciones normales de nitruración en sales, las piezas nitruradas presentan una capa superficial muy dura de algunas micras de espesor, resistente al desgaste y a la abrasión, llamada **capa de combinación**, y por debajo de dicha capa subyace otra de mayor espesor (≥ 0,12 mm) tenaz y resistente, denominada **zona de difusión**.

2. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA CAPA NITRURADA EN BAÑOS DE SALES

El conocimiento profundo de los mecanismos termoquímicos que intervienen en la nitruración en

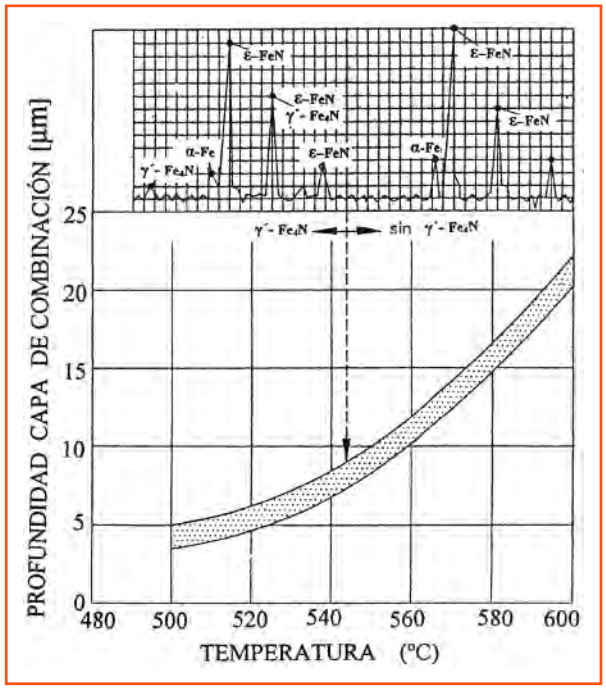


***Figura 3**. Nitruración en sales: caracterización de la capa de combinación y espesor, según la temperatura de nitruración. Fases que componen la capa, determinadas mediante difracción de rayos X.*

sales y del control del proceso, junto con su carácter no contaminante, han hecho de dicha nitruración el tratamiento superficial más utilizado en moldes y demás componentes empleados en fundición inyectada.

El aumento del rendimiento que se consigue en las piezas nitruradas, depende fundamentalmente de la selección correcta del proceso de nitruración, así como del acero y su composición; especialmente del contenido de carbono y de aleoelementos formadores de nitrocarburos y nitruros presentes en el acero. El rendimiento en servicio de los moldes va, igualmente, influenciado por el tratamiento térmico previo a la nitruración, y según sea también el estado en que se encuentra el acero de partida: bruto de laminación o forja, recocido, normalizado, bonificado [temple + revenido alto].

Está comprobado que el tratamiento previo, ideal para lograr una buena nitruración de los moldes y piezas, es el bonificado = temple + revenido alto. La temperatura de revenido [**T**ª ≥ 600 °C] ha de ser siempre mayor que la temperatura de nitruración. Los aceros empleados en los moldes de inyección, son aceros de herramientas para trabajos en caliente aleados, principalmente aleados con cromo (**Cr**), molibdeno (**Mo**) y vanadio (**V**); **tabla I**.

Lo aceros de la **tabla I**, se distinguen por su elevada tenacidad y baja propensión a las grietas térmicas una vez que han sido bonificados. Debido a su alta resistencia al revenido, poseen antes del tratamiento de nitruración, unas durezas iniciales sensiblemente elevadas: 42 ÷ 46 HRC. Durezas que se pueden incrementar superficialmente, y de hecho se incrementan, mediante la formación de nitruros especiales durante el proceso de nitruración.

Después de los tiempos habituales de nitruración en baño de sales, –90 a 180 *minutos*– la capa de combinación alcanza un espesor o profundidad de 12 a 16 micras [12 ÷ 16 µm]; **figura 4**. La capa de combinación obtenida influye de modo muy positivo, principalmente, sobre: (1) la resistencia al desgaste; (2) el comportamiento a fricción; (3) las propiedades de pulido; y (4) la resistencia a la corrosión.

La presencia del nitrógeno en la capa de difusión comporta un aumento de la resistencia a la compresión, junto con una gran resistencia a la fatiga, producto de las altas durezas alcanzadas en la capa nitrurada. En la zona de difusión, significativamente dura, se asienta la capa de combinación; disposición, o estado, que mejora la rigidez de los moldes y/o de los componentes.

***Tabla I.** Grupo de aceros más utilizado en la fabricación de moldes y otros útiles para fundición inyectada.*

CALDIDAD S/Normas		Composición media (%)				
UNE Numérica	**EN** Simbólica	C	Si	Cr	Mo	V
F-5317	X37CrMoV5.1	0,36	1,10	5,00	1,30	0,40
F-5318	X40CrMoV5.1	0,39	1,10	5,10	1,30	1,00
F-5313	X32CrMoV12.28	0,32	0,25	3,00	2,80	0,55

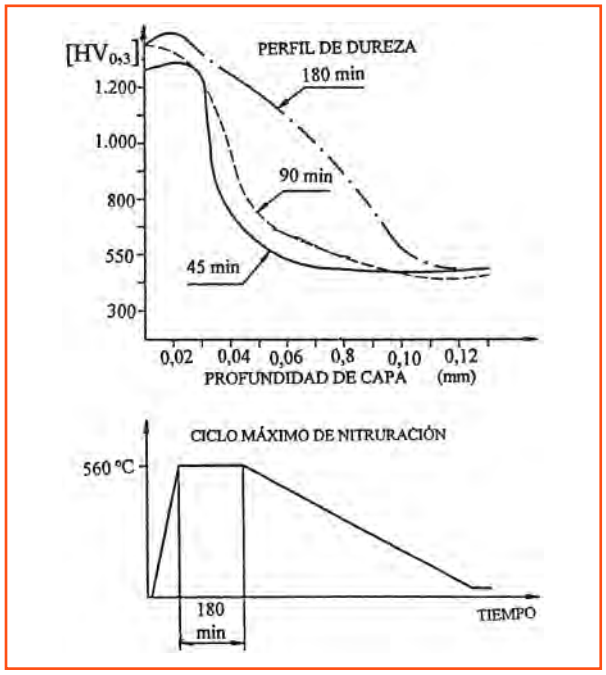


Figura 4**. Perfil de dureza y profundidad de las capas nitruradas, según el tiempo y temperatura de nitruración.* ***Acero 37CrMoV5.1.

2.1 Resistencia al desgaste

El incremento de dureza superficial, que confiere la nitruración en baño de sales, y su gradual variación hacia el núcleo de la pieza, como consecuencia de la difusión continua del nitrógeno, origina una configuración estructural ideal para la resistencia al desgaste de los moldes y demás útiles nitrurados.

La resistencia al desgaste depende, fundamentalmente, de la calidad de la capa de combinación; aunque, también, la zona de difusión aporta otras características que contrarrestan el desgaste.

La profundidad y la calidad de la capa de combinación, son decisivas para la mejor vida útil de los moldes y componentes nitrurados.

En la **tabla II** están recopilados los valores orientativos de resistencia [material temple + revenido] y dureza superficial de distintos aceros después de dos horas –120 *minutos*– de nitruración en sales: proceso **TENIFER**[1].

Si prolongamos más los tiempos de nitruración, se obtienen mayores valores de dureza, al ser mayor también el espesor de capa alcanzado; pero corremos, entonces, el riesgo de aumentar la fragilidad de la capa. Fragilidad que es debida a la formación de nitruros de cierto grosor que se concentran en la zona de difusión, generalmente, paralelos a la superficie nitrurada y perpendiculares al flujo de difusión: son los llamados **cabellos de ángel**; **figura 5**.

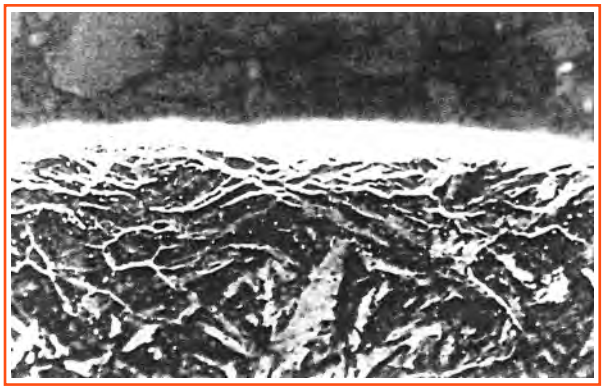


***Figura 5**. Cabellos de ángel: precipitados de carburos y nitrocarburos de gran tamaño que se forman en la zona de difusión de la capa nitrurada, y paralelos a ella. Micrográfica (X 1000).*

(1) Iniciales de los vocablos latinos: **Tenax-Nitrogenium-Ferrum**. **TENIFER** es un proceso de nitruración en baños de sales, que mejora la vida útil del molde aportando una tecnología limpia y no contaminante.

CALDIDAD S/Normas		Resistencia (N/mm²). Material templado + revenido a 600 °C durante 2 Horas.	Dureza superficial. Temperatura de Nitruración 580 °C durante 120 minutos (2 horas)		
UNE Numérica	EN Simbólica		Dureza HV_1	Dureza HV_2	Dureza HV_3
F-5317	X37CrMoV5.1	1700 ÷ 1800	> 900	800	700
F-5318	X40CrMoV5.1	1750 ÷ 1900	> 900	850	700
F-5313	X32CrMoV12.28	1700 ÷ 1800	> 900	850	750

***Tabla II**. Valores orientativos de resistencia de núcleo y dureza superficial de los aceros utilizados en la fabricación de moldes y componentes para fundición inyectada. Material templado a 1.020 °C y revenido + nitrurado 2 horas a 580 °C.*

Los resultados comparativos de la diferencia de características entre las capas nitruradas en gas y las nitruradas en baños de sales, arrojan un balance positivo siempre a favor de las capas obtenidas en baños de sales. Hecho que es debido a los compuestos que se forman en la capa nitrurada: mientras que en la nitruración en baño de sales se obtiene una capa de combinación formada por compuestos de hierro-nitrógeno-carbono; en la capa de combinación de la superficie nitrurada en gas está formada, exclusivamente, por nitruro de hierro-nitógeno. Según B. Prenosil, las excepcionales características de resistencia al desgaste de la capa de combinación obtenida en baño de sales, se debe fundamentalmente a la presencia de carbono dentro de la retícula de la fase alfa (α).

Con el fin de conseguir capas de combinación y zonas de difusión satisfactorias, el tiempo de nitruración de los moldes y demás componentes no debe ser relativamente corto ni tampoco muy prolongado. Los mejores resultados se obtienen con una nitruración de duración o tiempo comprendido entre 120 y 180 minutos, y a una temperatura aproximada de 570 °C; ver **figura 4**. El alargar el tiempo de nitruración por encima de los 180 minutos, no tiene sentido; ya que no aporta ninguna ventaja adicional decisiva y si mayores inconvenientes, como antes hemos apuntado, principalmente, en lo que se refiere a la fragilidad de la capa; ver **figura 5**.

Para obtener una óptima resistencia al desgaste, en la superficie activa de los moldes y herramientas, hay que conseguir: (1) capa de combinación de espesor entre 8 y 16 micras (8 ÷ 16 µm); (2) una capa de difusión con profundidad mínima de 0,10 mm; y (3) profundidad total de capa nitrurada [(capa de combinación + zona de difusión) = (0,12 ÷ 0,15 µm)]; **figura 6**.

Resistencia al gripado

En los fenómenos de deslizamiento o fricción, los componentes templados del molde o de la matriz suelen griparse, desprendiéndose pequeñas partículas de los materiales en fricción, bajo determinadas cargas. Cuando dichos componentes han recibido un tratamiento de nitruración en baño de sales, no se producen esas temidas partículas durante el contacto y roce entre materiales y contramateriales. La capa de composición correspondiente posee asimismo propiedades de deslizamiento de emergencia, que evita o retrasa el agarre o gripado, en caso de fallo del engrase en el útil o herramienta.

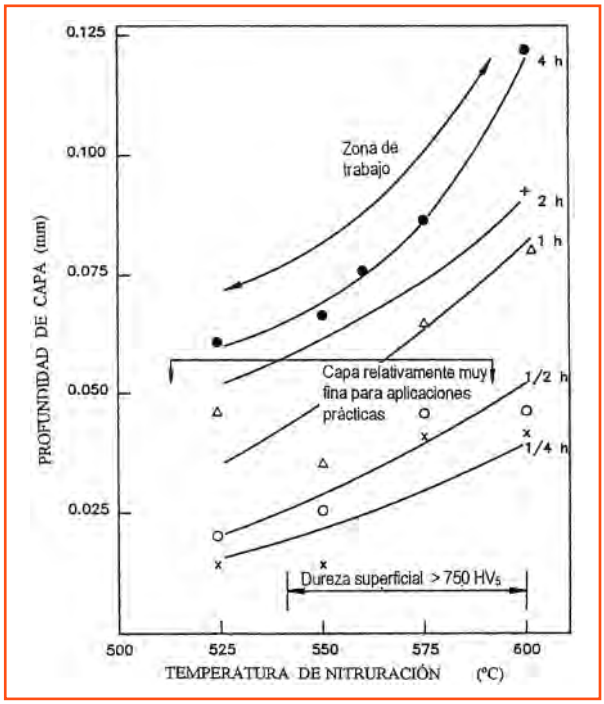


***Figura 6**. Cinética de la formación de capas nitruradas en baño de sales. **Acero 37 CrMoV5.1**.*

Resistencia en caliente

Las características logradas en la capa nitrurada, debido a la difusión del nitrógeno, se mantienen estables hasta el nivel de temperaturas próximas a las de la extrusión –550 °C–. La resistencia en caliente de las matrices y demás elementos nitrurados hace que permanezcan inalterables sus propiedades de resistencia al desgaste y resistencia a la erosión a altas temperaturas.

La nitruración reduce igualmente, de una manera considerable, las grietas en caliente, que son debidas a los constantes cambios de temperatura que sufre el molde durante el trabajo de inyección: ***fatiga térmica***. Con la nitruración, pues, se aumenta notablemente la vida útil, tanto de los componentes como de los moldes fabricados con aceros de herramientas para trabajos en caliente. Debido a estas propiedades, la capa de combinación formada constituye una auténtica superficie de deslizamiento sobre matrices, moldes y demás componentes.

Estabilidad dimensional

El hecho de que los valores absolutos de cambio en las medidas de las matrices, moldes, y demás com-

ponentes; después de nitrurados, sean ciertamente muy reducidos, se debe a que en las temperaturas a los que se realizan los procesos de nitruración (550 ÷ 580 °C) no ha lugar a transformaciones estructurales en la masa matricial del acero. Las pocas modificaciones dimensionales se deben únicamente a las tensiones provocadas en el enfriamiento y por la acumulación de nitrógeno en la superficie de la herramienta *–un ligero y homogéneo "engorde" de la capa debido al elevado contenido de nitrógeno que contiene–*. Las variaciones de medidas suelen ser mínimas cuando el acero, con el cual se fabrica el útil, tiene previamente una estructura de bonificado [temple + revenido] lo más uniformemente posible.

Rigidez

El aumento considerable de la dureza en la capa nitrurada comporta, también, una mayor rigidez de formas. La mayor protección contra la deformación así lograda resulta muy favorable, especialmente, en las piezas esbeltas y delgadas; **p.ej.**: expulsores y machos.

APLICACIONES DE LA NITRURACIÓN EN BAÑO DE SALES SOBRE HERRAMIENTAS Y EN OTROS COMPONENTES PARA FUNDICIÓN INYECTADA

La nitruración en baños de sales, para determinadas aplicaciones de inyección, ofrece significativas ventajas; sobre todo, en piezas tales como: cámaras de expansión, émbolos de presión, machos, cajas de colada, pivotes de distribución, expulsores etc.; que tienen que soportar, bajo potenciales cargas o esfuerzos variables a temperaturas de trabajo comprendidas entre 250 y 550 °C. Y en aquellas piezas en contacto directo con el metal líquido; que al mismo tiempo sufren, cíclicamente, cargas muy críticas a temperaturas próximas y superiores a los 600 °C.

La mejora considerable de la vida útil de todos los componentes que integran el molde nitrurado se debe, básicamente, a la capa de combinación; ya que dicha capa mantiene un elevado rendimiento del molde, a pesar de las altas temperaturas de trabajo.

Incluso cuando, debido al uso normal del molde con el tiempo, se deteriora como consecuencia de una paulatina desintegración térmica y desgaste mecánico. La otra capa, subyacente a la primera *–zona de difusión–*, conserva su gran dureza (680 ÷ 750 HV) y una alta resistencia al desgaste. Dureza que es todavía considerablemente muy superior a la del material base donde se asienta.

Los moldes y demás componentes se fabrican, principalmente, con aceros de herramientas específicos para trabajos en caliente; **tablas I** y **III**. Moldes y componentes con los que se obtienen los mejores rendimientos una vez han sido tratados –temple + revenido– y posteriormente nitrurados: *"acero óptimo, bien tratado, + nitruración en baño de sales = rendimiento máximo del molde o componente"*.

La nitruración en baño de sales tiene efectos sustancialmente positivos sobre los elementos y de-

CALDIDAD S/Normas		Composición media (%)				
UNE Numérica	**EN** Simbólica	C	Si	Cr	Mo	V
F-5317	X37CrMoV5.1	0,36	1,10	5,00	1,30	0,40
F-5318	X40CrMoV5.1	0,39	1,10	5,10	1,30	1,00
F-5313	X32CrMoV12-28	0,32	0,25	3,00	2,80	0,55
RECOMENDACIONES DE USO Y APLICACIÓN						
X37CrMoV5.1 X40CrMoV5.1		Moldes y elementos para fundición inyectada y de extrusión para aleaciones ligeras, machos móviles, interiores de moldes expuestos a grandes esfuerzos, etc.				
X32CrMoV12-28		Moldes y elementos para fundición inyectada y extrusión de aleaciones de cobre, matrices de prensado y de forja, etc.				

***Tabla III**. Aceros más utilizados en la fabricación de moldes de fundición inyectada y otras herramientas y útiles que trabajan en caliente.*

más componentes del molde; particularmente, sobre las piezas delgadas y de cierta longitud. Esto es producto del aumento considerable de la dureza superficial alcanzada, que es motivo de una mayor rigidez de tales componentes. Hay también una menor propensión a la distorsión y una mayor resistencia a la torsión. Conjunto de características esenciales en los moldes y resto de componentes; características todas especialmente exigidas en los trabajos de inyección en caliente.

El molde durante su trabajo sufre erosión y esfuerzos muy importantes –*especialmente en las superficies activas de moldeo*: *zona del bebedero*, y *en el frontal de la cámara de colada*– debido al impacto del metal líquido que fluye a una presión de unos cuantos cientos de bares; **figura 7**. El proceso de erosión se reduce notablemente utilizando un molde ya nitrurado, debido al alto contenido de nitrógeno difundido en su superficie activa nitrurada: capa de combinación. La zona de difusión, también, influye decisivamente en el rendimiento del molde, dado que, por su elevada dureza, mantiene una muy alta resistencia al desgaste y la resistencia a la erosión en caliente.

La microporosidad de las superficies nitruradas en baños de sales garantiza unas muy buenas propiedades de engrase, y de deslizamiento de emergencia. Por medio de la inclusión del sulfuro de molibdeno (**MoS_2**), principalmente, en los componentes móviles expuestos al gripado. Hecho que contribuye de forma decisiva al funcionamiento perfecto de las máquinas de fundición inyectada; factor de importancia vital a favor de una creciente automatización, parcial o total, de la fundición inyectada.

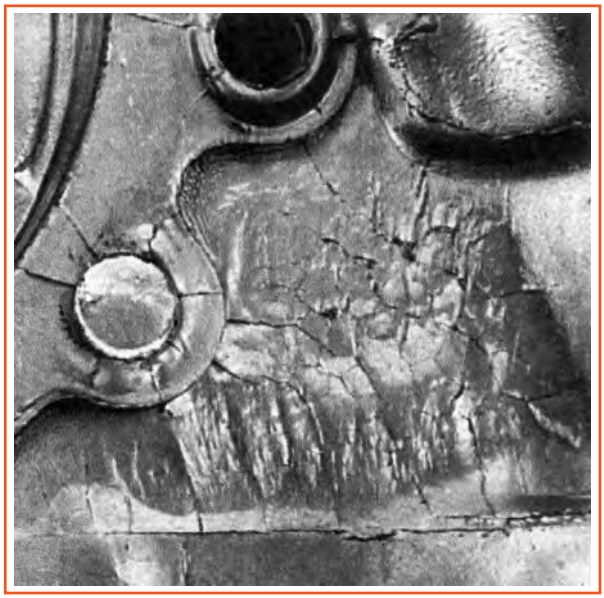


Figura 7**. Erosión producida por el metal fundido al ser inyectado en el molde, debido al intenso y al fuerte impacto turbulento del metal líquido, producto de una alta velocidad de inyección.* ***Acero X32CrMoV12.28.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Hiller**: Stanhle für Druckgiessforrmen. Giesserei, octubre 1961.
2. **Wendell**: Heat Treating Steels for Die Casting Dies. Metal Progress, diciembre 1962.
3. **Finnern. B**: Entwicklung und praktische Anwendung des TENIFER. Verfahrens alt und neu. ZWF70. 1975.
4. **Wahl. G**: Korrosionsbeständige Oberflächen durch Salzbadnitrieren. Fachberichte Hüttenpraxis 1981.
5. **Schmauser. H. R**: Badnitrieren für Druchguss-Auswerferstift und ander Werkzeugstähle. Giessereipraxis 1971.
6. **Miguel Pedro de Andrés**: Tratamientos superficiales en aceros de herramientas. TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE HERRAMIENTAS DE ACERO. Aceros de Llodio S.A. Ediciones URMO 1973.

Entrevista al Director de Midest, Sr. JF Sol-Dourdin

¿Qué tal es el MIDEST para los expositores españoles?

El salón MIDEST que se celebrará del 4 al 7 de noviembre en el Recinto Ferial de Paris Nord Villepinte en Francia, es un escaparate mundial incomparable de competencias en materia de subcontratación industrial.

Es un salón que facilita las alianzas y la vigía técnica destinado a los fabricantes, fabricantes de equipamientos y ensambladores que deseen encontrarse frente a frente, con los proveedores de soluciones en materia de transformación de metales, plásticos, composites, caucho, electrónica, microtécnicas, fijaciones, tratamientos de superficies, servicios para la industria y mantenimiento industrial.

Idóneamente situado a unos pocos minutos del aeropuerto de Roissy-Charles-de-Gaulle, el recinto ferial es de fácil acceso, lo que permite optimizar la visita del salón.

A menos de dos horas de avión de Madrid, Bilbao o Barcelona, los visitantes españoles pueden contactar con 1.700 subcontratistas procedentes de unos cuarenta países y los expositores encontrarse con 40.000 profesionales venidos de más de 70 países y pertenecientes a todos los sectores de actividad de la industria.

¿Qué número de empresas españolas acuden a Midest como expositores y cuántas como visitantes?

En materia de expositores, España es el 2º país extranjero en metros cuadrados por detrás de Italia. En 2013 recibimos 84 empresas españolas en una superficie superior a los 800 m^2; cerca del 80% de los participantes se encontraban en el pabellón nacional bajo la égida de ICEX, gestionado por la Cámara de Comercio de Gipuzkoa en colaboración con Fundigex, la asociación española de exportadores de fundición. Para este año esperamos una participación ligeramente superior.

En cuanto a sus actividades, 1/3 de los expositores españoles proponían competencias en materia de transformación de metales y calderería, 21% en fundición/forja, 12% en mecanizado, 8% en trans-

formación de plásticos, cauchos y composites. Para 2014 deberíamos tener también una buena representación en forja/fundición, transformación y mecanizado, pero es todavía pronto para ser más precisos ya que gran parte de los expositores son co-participantes en el pabellón colectivo y no conocemos aún la tipología de las empresas.

En número de visitantes, España es una vez más segundo país extranjero por detrás de Italia. Los profesionales españoles representan el 12% del número total de visitantes extranjeros.

La oferta exhaustiva de MIDEST en materia de competencias relacionadas con la subcontratación industrial, permite atraer un espectro muy amplio de visitantes pertenecientes a todos los sectores de actividad. Este hecho también queda comprobado con los visitantes españoles, ya que aunque la mayoría proceda de la siderurgia, los equipamientos industriales, las construcciones mecánicas o la automoción, también tenemos numerosos visitantes que trabajan en ingenierías, son fabricantes de máquina-herramienta, pertenecen al mundo de la construcción o las obras-públicas, al de los electrodomésticos, el lujo, la agroalimentación, etc.

¿Qué tal son las relaciones comerciales en general entre España y Francia?

¡La historia de amor cultural y económica de nuestros dos países es muy antigua! Las relaciones son estrechas como lo demuestran los numerosos indicadores comunicados por el ministerio de asuntos exteriores y desarrollo internacional. En efecto, Francia es el primer socio económico de España con unos intercambios comerciales que superan los 60.000 millones de euros anuales. Y Francia es el segundo proveedor de España (11% de las importaciones españolas) y su primer cliente (17,6% de las exportaciones). Francia es el tercer inversor en España con cerca de 4.000 empresas en las que el 10% del capital o más, está en mano de inversores franceses.

En los últimos diez años nuestras exportaciones han caído de 40.000 a 29.000 millones de euros. Sin embargo, nuestro país sigue siendo el 2º proveedor de España justo por detrás de Alemania (11,8%). Por su lado, España es el 3er cliente de Francia por detrás de Alemania e Italia.

Francia por su parte conserva su posición de primer cliente de España, muy por delante de Alemania.

El sector de la automoción por ejemplo, primera partida de los intercambios bilaterales, es una fuente creciente de déficit comercial para Francia, que alcanzó 3.000 millones de euros en 2011 y explica en gran parte el crecimiento del déficit comercial francés.

Por otro lado cabe destacar un volumen importante de inversiones en los dos sentidos; Francia sigue siendo el 3er inversor en España (por detrás de Reino Unido y EE.UU.). Entre las veinte mayores empresas de España figuran tres francesas: Carrefour, PSA Y Renault.

España fue el 7º país inversor en Francia en 2010: las empresas españolas están implantadas en más de 1.600 lugares de Francia y dan empleo a unas 75.500 personas (sobre todo en el sector del textil y la moda, la energía así como las actividades comerciales y financieras).

Parece que España se recupera industrialmente mejor de lo previsto, ¿cree que son buenos datos para Midest?

En efecto, después de haber sufrido dos periodos de recesión en 5 años, España ha visto su PIB crecer un 0,4% en el primer trimestre de 2014 según los datos del INE publicados en mayo. Se trata del mayor incremento experimentado desde el 1er trimestre de 2008. E incluso si nos fijamos en los indicadores más específicos que son las matriculaciones de vehículos, según la asociación de constructores ANFAC se aprecia un aumento espectacular del 23,9% de las ventas de vehículos nuevos en junio, siguiendo un movimiento al alza iniciado con los diferentes planes Pive.

Lo que afecta a un país en profundidad (tanto en positivo como en negativo) se plasma por fuerza en un salón, pero con cierta demora en el caso de las participaciones extranjeras.

Para concluir, la crisis que lleva afectando España desde 2008 se sintió por primera vez en la edición del salón de 2012. En plena crisis las empresas entendieron perfectamente que era de vital importancia encontrar nuevos clientes y salir a la conquista de nuevos mercados. Los subcontratistas que hasta ese momento trabajaban principalmente para la automoción, supieron diversificarse para compensar la pérdida de facturación con nuevos pedidos procedentes de mercados en los que se podían aplicar sus competencias.

A pesar de ello, la recuperación ha tardado en notarse y las empresas tuvieron que reducir sus inversiones en el salón. Al final fue la superficie global de la participación española la que disminuyó, ya que el número de expositores se mantuvo estable al decantarse los subcontratistas por stands más reducidos.

Las buenas cifras de este principio de año deberían plasmarse en el pabellón español organizado por la Cámara de Comercio de Gipuzkoa, pero no tanto a nivel de las participaciones individuales. En nuestro salón los expositores tienen la oportunidad de elegir entre participar de forma individual en la parte dedicada a su sector de actividad o en un pabellón colectivo para el que el organizador se encarga de toda la parte técnica y logística.

¿Qué nivel de crecimiento experimenta Midest en los últimos 5 años?

Globalmente MIDEST ha mantenido una gran estabilidad durante la crisis tanto en cuanto a número de expositores como de visitantes, ya que desde 2008 hemos seguido recibiendo más o menos 1.700 subcontratistas en el salón (entre 1.690 y 1.724 desde 2008) y 40.000 profesionales (entre 39.000 y 42.000 desde 2008). Es cierto sin embargo que entre 2008 y 2010 hemos experimentado una disminución de la superficie de exposición, ya que como dije anteriormente, las empresas deseaban exponer pero tenían que reducir su presupuesto. A pesar de todo volvimos a crecer en 2011.

Uno de los aspectos muy importantes de nuestra evolución es seguir ofreciendo una oferta mundial cada vez más amplia, con la presencia de unos cuarenta países entre los que se encuentran Sudáfrica, Túnez (país invitado de honor en 2014), Marruecos (que incrementa su superficie en un 40% este año) así como Portugal, Serbia, Bosnia-Herzegovina, Inda, Pakistán o también Irak y Camerún.

Proponer a los contratantes soluciones innovadoras y alternativas (de regiones, países, materiales, técnicas, etc.) es fundamental para el futuro de MIDEST. Conforme a esta idea añadimos este año dos nuevos sectores: los textiles técnicos y la maquinaria especial. También haremos hincapié en uno de los retos técnicos más relevantes de los próximos años: la fabricación aditiva, comúnmente llamada «impresión 3D» y en un mercado con grandes perspectivas de crecimiento para la subcontratación y las innovaciones: la aeronáutica.

CORED WIRE SALES AGENT WANTED

For the Spanish Foundry Market.
Do you hit the nail when it comes to sales?
If so, we would like to hear from you!

ODERMATH
STAHLWERKSTECHNIK GMBH

P.O. Box 10 05 56 • D-40769 Monheim am Rhein
Tel: +49 2173 595 221 • www.odermath.de • info@odermath.de

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 férrica.

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

Se valorarán sus conocimientos y relaciones comerciales.

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

SILVIA BACCO

TRADUCCIONES: SECTOR FUNDICIÓN

INGLÉS-FRANCÉS-ESPAÑOL

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

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

SE VENDEN

3 HORNOS DE TEMPLE Y REVENIDO,
Y 2 HORNOS DE REVENIDO
MARCA BERCO-RIPOCHE,
TIPO NVR 220 Y NVR 160,
DIMENSIONES DE CARGA 1.400 X 1.400.

INTERESADOS CONTACTAR
EN EL TLNO. 976 454136
ó MAIL JRRAMIREZ@ALUMALSA.COM
PREGUNTAR POR SR. JOSÉ RAMÓN RAMÍREZ

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 técnicas en Hornos HOT, S.L.

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

AICHELIN Group
Lohmann Qualität in Edelstahl
Stop off paints LUISO®

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

SECO/WARWICK
Heat Processing Equipment

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

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

innovation · performance · reliability

Pometon

Líder en fabricación y desarrollo de granallas y polvos metálicos

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

Fabricamos:

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

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

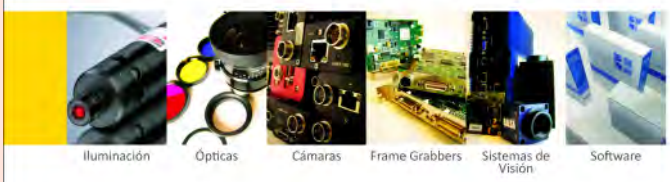
ACEMSA

Centro Metalográfico de Materiales

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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



INFAIMON
SU ASESOR EN VISIÓN ARTIFICIAL

| www.infaimon.com | infaimon@infaimon.com

Metall Technologie Holding

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 – ESPANA
TEL : 94.426.25.22 FAX: 94.426.22.62
info@aplitec-tt.com ; www.aplitec-tt.com ; www.bmi-fours.com

APLITEC

DEGUISA

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN

Compromiso y fiabilidad

www.deguisa.com

Emison

GRUPO EMISON
C/ Vallirana, 67 - 08006 Barcelona - Teléf.: 938 792 871
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.
- Hornos continuos con atmósfera controlada.
- Equipos de incineración.
- Hornos de temple.
- Hornos de soldadura.
- Hornos de revenido.
- Hornos de recocido.
- Hornos de pavonado.
- Hornos de sales.

Flexinox INDUSTRIAL

www.flexinox.com

ESPECIALISTAS EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO Y RECAMBIOS EN ACEROS REFRACTARIOS

TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS

REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)

Representante para España de **AUBE-LINDBERG**

FILINOX, S.A.
C/ Sant Adrià, 76
08030 Barcelona

Tel.: 93 223 26 62
Fax: 93 223 26 67
customer@inoxidables.com

PYRO® CONTROLE
CHAUVIN ARNOUX GROUP

SSi SUPER SYSTEMS INC.

HITECH INSTRUMENTS LTD

TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD.

WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD.
주식회사 위너테크

- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temp. AMS2750D, E y CQI9 r3
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Thyristores
- Resistencias CSi y MoSi2
- Automatización de hornos

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

APLITEC

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

CFC

CODELE SA

Utillaje forming

ECONOX S.A.

RD

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPANA
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.

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

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

www.interbil.es

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

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

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

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 DISA y Wheelabrator

S. A. METALOGRAFICA
TRATAMIENTOS TÉRMICOS
DESDE 1949

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

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

Nanoindentación

Medición de espesor de recubrimientos

Análisis de materiales

Inducción magnética

Corrientes de Foucault

Fluorescencia de rayos X

Coulombimetría

FISCHER INSTRUMENTS, S.A.
Almogàvers, 157 3º, 08018 BARCELONA
Tfno: 93 309 79 16 Fax: 93 485 05 94
www.helmut-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.: 609 419 325 - 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.
- Muflas/Potes de recocido.
- Recuperadores.

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
Tecnymat Aceros, S.L.
Polígono Industrial Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 7
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@telefonica.net

Hornos industriales para el tratamiento térmico

SOLO Switzerland

www.soloswiss.es

SOLO Swiss
CP 7127 - 2500 Bienne 7 - Suiza

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

COMERCIAL SATEC
SOCIEDAD LIMITADA

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

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

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

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

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

HÄRTETECHNIK BURGDORF OSMIROL NÜSSLE · CIEFFE · HSH HÄRTEREITECHNIK

Hornos industriales y estufas

Borel Swiss
Rouges-Terres 61 - 2068 Hauterive - Suiza

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

Borel Special Furnaces Switzerland

testo 350

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

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

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

We measure it. testo

Termopares especiales · calibraciones ENAC · automatización de procesos · Reguladores · Video-Registradores · pirometro infrarrojo · calibración hornos de vacio · experiencia · desde -200 a 2400ºC · Termopares · sondas pt-100 · servicio técnico · instrumentación · calibración insitu · calibración TUS · cámara termografica · todo en temperatura · Indicadores · consultoria AMS-2750-D · calibración SAT · expertos en normativa aeronáutica

SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.
www.sciempresa.com

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.

HEA HORNOS ALFERIEFF

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

SPECTRO

Driven to Discover

Espectrómetros para analizar metales

Espectrometria 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
APLITEC 45
ARROLA . . . . . Contraportada 4
BAUTERMIC 44
BMI 45
BOREL SWISS 47
COMERCIAL SATEC 47
DEGUISA 45
EMISON 45
ENTESIS 45
FILINOX 45
FISCHER INSTRUMENTS 46
HEA . . . . . PORTADA
HORNOS ALFERIEFF 47
HORNOS DEL VALLÉS 45
INFAIMON 44
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
INTERBIL 46
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS . 31
METALMADRID 7
MIDEST . . . . . Contraportada 2
MYC Y ALD 19
NAKAL 46
OERLIKON 44
ONDARLAN 5
POMETON 44
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SAFE CRONITE 13
SECO WARWICK 3
SOLO SWISS 47
SPECTRO 47
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN . . . 15
TÉCNICAS EN HORNOS HOT 44
TECNYMAT 17
TRATER DAY 9
WHEELABRATOR GROUP 46

Próximo número

NOVIEMBRE

Nº Especial **METALMADRID** (Madrid).

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

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

¿Conoce nuestras revistas digitales?

Ventajas de las que puede beneficiarse:

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

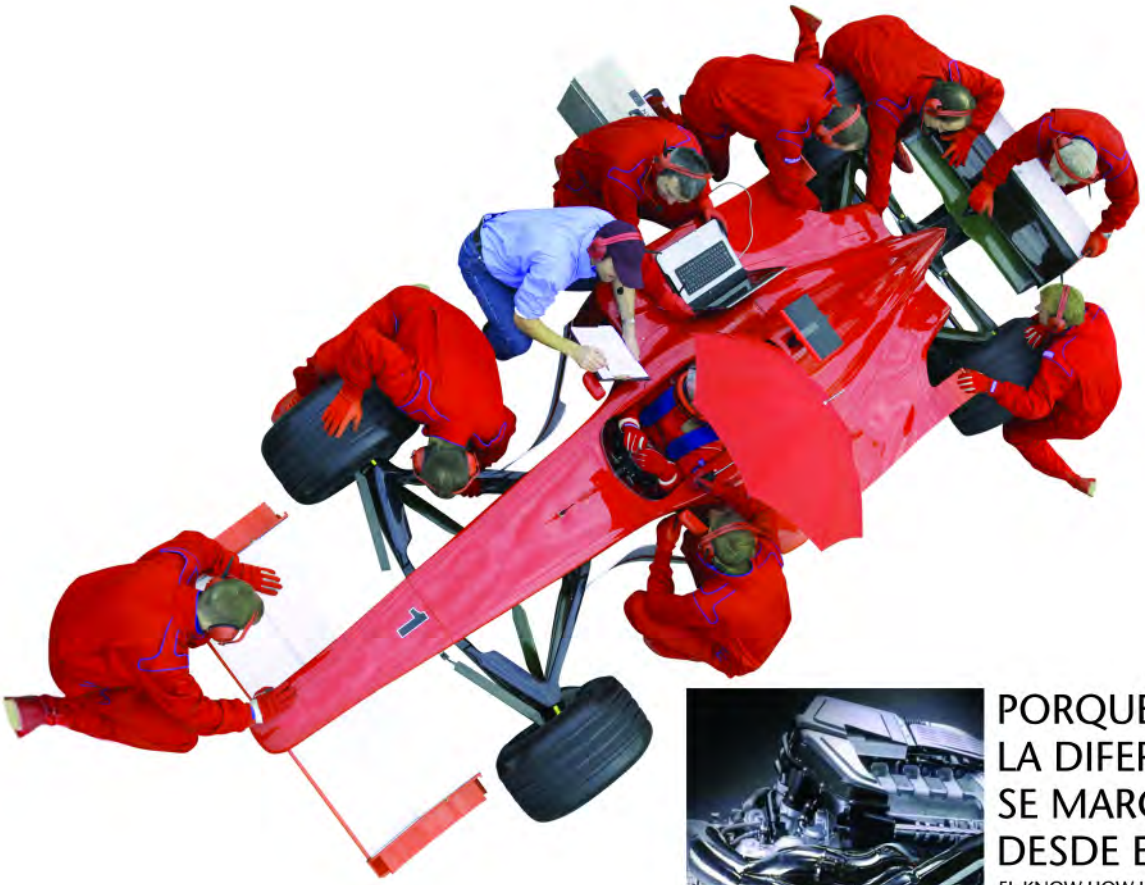
Puede verlas en: www.pedeca.es/revistas

Solicítelas en: pedeca@pedeca.es

PEDECA Press Publicaciones

SOMOS SU MEDIO

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



PORQUE LA DIFERENCIA SE MARCA DESDE EL PRINCIPIO

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

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

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL

PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

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

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

publiadx