Hornos
Laboratorio e industriales

- Manta de Fibra ceramica
- Placas de Fibra ceramica
- Modulos de Fibra ceramica
- Etc...

NUTEC FIBRATEC

Quemadores
recuperativos y regenerativos

WS

STANGE

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

AEG
Power supply systems

Carburo de Silicio

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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

www.interbil.es

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

P. I. Sangròniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 944 535 078
Fax: 944 535 145
bilbao@interbil.es

SGS

TRATER PRESS

SEPTIEMBRE 2008 • Nº 6

TRATER Press

SEPTIEMBRE 2008 • Nº 6

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

DISEÑANDO Y FABRICANDO HORNOS Y ESTÚFAS INDUSTRIALES DESDE 1945

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

ALFERIEFF

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

Pujol

Hornos Industriales Pujol, S.A.

Desde 1911

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

- Hornos de Tratamiento Térmico.
- Hornos de campana y pote.
- Hornos intermitentes de solera móvil y fija, con y sin atmósfera controlada.
- Hornos continuos, con y sin atmósfera controlada.
- Estufas de convección de alto rendimiento.
- Quemadores y equipos de combustión.
- Automatismos y cuadros de Regulación y Control.
- Transformaciones y reparaciones de refractario.

Tel. 93 685 56 72
Fax 93 685 53 92
C. del Plà, nº 108-110
Pol. Ind. El Pla - 08980
Sant Feliu de Llobregat
Barcelona
www.arrakis.es/~hipujol

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

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

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

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

PEDECA Press Publicaciones

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

www.pedeca.es

Nuestra Portada

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

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

Sumario • Septiembre 2008 - Nº 6

Editorial 2

Noticias 4

Hornos y estufas industriales • Analizadores de refrigeración testo 556/560 • Metromeet lanza la convocatoria de ponencias para 2009 • Nueva generación de analizadores de zirconio para medir oxígeno • Ignacio Llauradó Quingles, nuevo Director Comercial de Pertegaz SL • Pasta adhesiva de alta temperatura • Brandless: Un nuevo concepto en calzado de seguridad.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 10
- Máxima eficiencia y reducción de consumos con quemadores autorrecuperativos ECOMAX - *Por David Agustí Montins* 12
- Hornos y estufas industriales para calentar, fundir, forjar, efectuar tratamientos térmicos... 14
- TEY reafirma sus medios tecnológicos y productivos 16
- El uso de analizadores de oxígeno con sensor de zirconio para medir el punto de rocío en atmósferas de hornos - *Por HItech Instruments* 18
- MIDEST 2008 pone rumbo hacia España 20
- Francia se convierte en objetivo estratégico para los inversores de la industria del motor 22
- Sistema Datapaq, realización de pirometrías según Protocolo CQI-9 - *Por Eucon* 24
- Unifrax lanza dos nuevos productos "Fibermax 72" y "1600 Paper" 29
- Máquinas e instalaciones de lavado para piezas y componentes - *Por Lavalterm* 30
- Fluidos para forja - *Por EHAFF Fine Filtration* 33
- Tratamientos Térmicos en Superficies (Parte II) - *Por Gabriel Esteller Lores* 34
- Algunas consideraciones sobre los aceros para herramientas utilizados en la construcción de moldes para la fundición a presión o inyectada (Parte I) - *Por Manuel Antonio Martínez Baena* 41
- PROVEEDORES 48

Guía de compras 53

Empleo 55

Indice de Anunciantes 56

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

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

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

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

Redactor honorífico: José María Palacios

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

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

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

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

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

Editorial

FERIAS MUY INTERESANTES

En unos momentos como los actuales, todos tenemos que poner nuestro granito de arena y empujar más fuerte que nunca el carro de la Industria. Por este motivo vamos a aumentar nuestra presencia en las Ferias que se celebran antes del final del año.

Este número de septiembre estará presente con stand en varias de las Ferias más importantes a nivel europeo:

HEAT TREATMENT en Moscú, EUROSURFAS en Barcelona, MIDEST en París, ...

Son eventos fuertes e importantes en nuestro sector y por dicho motivo queremos distribuir la revista, que tanto noticias, como artículos, como anunciantes, tengan repercusión en estos eventos.

En este número que ahora tiene en sus manos encontrará en páginas finales las compañías proveedoras de hornos, productos, maquinaria y elementos para el Tratamiento Térmico. No están todos, pero sí la mayoría. Por problemas de recepción, de tiempo o de comunicación, alguno falta y desde aquí pedimos disculpas.

Antonio Pérez de Camino

Quemador con recuperador para gas ECOMAX®

Aplicación de ECOMAX®

El quemador con recuperador incorporado ECOMAX® se usa para el calentamiento directo o indirecto de hornos.

- Funcionamiento con ahorro de energía gracias al precalentamiento interno del aire
- Bajas emisiones gracias a la combustión escalonada
- Potencia entre 5 – 500 kW, versión cerámica y metálica disponibles en distintas longitudes del recuperador
- Estructura que facilita el servicio, de ese modo logra un gasto de mantenimiento reducido

Tubo radiante / tubo de llama SICAFLEX®

El tubo de llama y el tubo radiante, hecho de material SiSiC cerámico de alta resistencia térmica, se usan junto con el quemador para el calentamiento indirecto.

- Se pueden unir segmentos de tubos de llama SICAFLEX® con cierre de bayoneta a un tubo de llama para alcanzar la longitud deseada
- El diseño patentado del tubo de llama permite la flexión permanente de tubos radiantes metálicos
- Excelente estanquidad de la unión por bridas patentada en tubos radiantes cerámicos

Kromschroeder SA
Santa Eulàlia, 213
08902 L'Hospitalet de Llobregat
BARCELONA
T 93 432 96 00
F 93 422 20 90
dagusti@kromschroeder.es
www.kromschroeder.com

LBE, a product brand of the Elster Group

Hornos y estufas industriales

Casi todos los componentes que se fabrican para la industria en general, normalmente suelen precisar de algún proceso en el que es necesario la aplicación de calor, bien sea para su conformación, forjado, fundido, dilatación, secado, deshidrogenado, tratamiento térmico…

Estos calentamientos se efectúan en Hornos o Estufas que pueden ser estáticos, continuos o intermitentes; equipados con recirculación forzada de aire o con atmósfera de protección, que trabajan a temperaturas comprendidas entre 50 y 1250 ºC.

Sea cual sea el medio calefactor:

electricidad, gas, gasoil… La función básica de los hornos es mantener una temperatura constante muy uniforme y con el máximo ahorro energético.

Info 1

Analizadores de refrigeración testo 556/560

A partir de ahora, los analizadores de refrigeración testo 556/560 amplían sus funciones gracias a las nuevas sondas y accesorios conectables: una báscula electrónica, una pinza amperimétrica y una sonda de presión de aceite. Los valores medidos podrán visualizarse simultáneamente a las presiones y temperaturas y podrán almacenarse en el instrumento para más tarde realizar informes o detectar posibles averías.

La báscula digital permite cargar refrigerante de botellas de hasta 80 kg. y dispone de un amplio visualizador digital con una resolución de 0,01 kg. Puede utilizarse como una báscula independiente o bien como una sonda externa conectada a los analizadores testo 556/560. En este último caso, la cantidad de refrigerante cargada en el circuito frigorífico puede almacenarse en el instrumento.

La pinza amperimétrica, con doble rango de 0 a 20/200 A, permite ajustar la resolución para obtener una medida más precisa de la intensidad consumida del compresor. Este valor conjuntamente con el calor que absorbe el climatizador permite calcular el COP.

La sonda de presión de aceite, permite medir la presión a la que se inyecta el lubricante recuperado del compresor. Con un ran-

go de hasta 15 bar permite medir y almacenar este valor para comprobar el correcto retorno del aceite.

Info 2

Metromeet lanza la convocatoria de ponencias para 2009

La V edición de la Conferencia Internacional sobre Metrología Industrial Dimensional (Metromeet), que tendrá lugar los días 26 y 27 de marzo de 2009 en el Palacio de Congresos y de la Música de Bilbao, lanza la convocatoria de ponencias, una invitación a profesionales y expertos del sector a compartir sus experiencias y conocimientos.

En la próxima edición de Metromeet, conferencia organizada por la Asociación Innovalia, se darán a conocer las nuevas soluciones para la industria metrológica: robótica para la metrología, sistemas de medición óptica, sistemas de calibración para la medición del metal o el nuevo sistema híbrido, entre otros.

Al igual que en ediciones anteriores, las conferencias se dividirán en keynotes y tutoriales, y contará con una presentación especial de 45 minutos de duración.

Metromeet está enfocado direc-

Hornos para tratamientos de temple en vacío

Hornos para tratamientos de soldadura y sinterización en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos a baja presión

Líneas automatizadas para tratamientos en atmósfera controlada

Hornos de pote de nitruración, nitrocarburación y preoxidación

Hornos de pre-calentamiento de matrices en atmósfera protectora

cofi

costruzione forni industriali

Cofi Spa
via Mazzini 1 - Frazione Canzo
20068 Peschiera Borromeo - MI - ITALIA
tel. +39 02 5471195 - fax +39 02 55306904
e-mail: sales@cofi.com - www.cofi.com
móvil: +351 967 610 070

tamente a la industria aeronáutica, energética, aeroespacial, energética y automovilística, y cuenta con participantes de toda Europa, Estados Unidos y Canadá.

Info 3

Nueva generación de analizadores de zirconio para medir oxígeno

Entesis Technology informa que Hitech Instruments acaba de mejorar su rango de analizadores de zirconio para medir oxígeno. ¡Nunca ha sido tan fácil medir el oxígeno desde % hasta niveles de ppm en cualquier lugar!

El software, incluído gratuitamente y entregado en formato CD, permite al usuario controlar remotamente el equipo. Las lecturas, el ajuste de los resultados y la calibración se pueden llevar a cabo remotamente. Esto se consigue mediante un puerto bidireccional RS232.

El Z2030 es un instrumento de montaje a panel con un sensor remoto que proporciona una gran versatilidad al usuario. El Z230 es un instrumento robusto y portátil con un sensor integrado y de larga vida. Ambos equipos tienen un sensor de zirconio de rápida respuesta y un breve tiempo de calentamiento. El Z1030 y el Z230 se suministran completos (es decir, válvulas, sensores, rotámetros y conexiones) incluidos en el precio base. Es posible cambiar los accesorios de las muestras por otros como por ejemplo una bomba de impulsión integrada, un puerto de inyección o un sistema de flujo rápido.

Las aplicaciones típicas incluyen los generadores de nitrógeno, los sistemas de soldadura de gas de purga, separadores de aire y glove boxes. Sin embargo, Entesis y Hitech siempre están abiertos a aconsejar y dar solución en nuevas áreas y aplicaciones.

Info 4

Ignacio Llauradó Quingles, nuevo Director Comercial de Pertegaz SL

Ignacio Llauradó Quingles ha sido nombrado nuevo Director Comercial de PERTEGAZ SL empresa puntera especialista en instrumentación y equipos completos para el control, monitorización y regulación de procesos industriales.

Nacido en Barcelona el 3 de junio de 1962, casado y con tres hijos, Llauradó ha cursado su formación académica en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión por la Universidad Oberta de Catalunya y en ESADE, especialidad Marketing: Dirección de Areas Funcionales.

Los objetivos del nuevo Director Comercial de PERTEGAZ SL son: abrir nuevas líneas productos, así como nuevos mercados para la empresa en España. Los nuevos productos serán de marca propia.

En este momento, el Departamento Comercial de PERTEGAZ SL cuenta con un equipo de nueve Comerciales en nuestro país.

Info 5

Pasta adhesiva de alta temperatura

Entesis presenta la pasta adhesiva de Winner Technology para aplicaciones de alta temperatura. Dicha pasta se compone de un vehículo orgánico y otro inorgánico. El vehículo orgánico

UNIFRAX

Isofrax
Thermal Insulation from Unifrax

Insulfrax S

Su Revestimiento con Fibra Biosoluble en

Hornos de Tratamiento Térmico

Revestimiento con fibra biosoluble

Para temperaturas de trabajo en continuo hasta los 1200ºC

Exoneradas de clasificación según la Directiva Europea.

- Optimice el revestimiento de sus hornos
- Recorte su costo energético y respete el medio ambiente

- Los Materiales -

Fiberfrax® 1250/1400ºC - Fibermax® 1600ºC - Insulfrax® 1200ºC - Isofrax® 1260ºC

- Los Productos -

Lana en bruto – Manta – Papel – Placa Rígida y Flexible – Bloques modulares – Foam
Textiles - Másticos de reparación – Cementos y Engobes – Adhesivos – Endurecedores

Unifrax Limited Sucursal en España
Cristóbal Bordiú, 20 – 1º B – 28003 MADRID

web. Unifrax.com
Tfn. + 34 91 3952279 – Fax + 34 91 3952124

está formado por un polímero y un disolvente que modifican la viscosidad y plasticidad necesarias para la manipulación de la pasta.

El componente inorgánico está formado por el polvo metálico o cerámico y presenta las propiedades eléctricas requeridas en la fabricación de componentes eléctricos.

Propiedades en su aplicación:

Aplicación	Composición	Propiedades
Magnetrón	Mo Mn	Excelente adhesion a niquelados
Filtro dieléctrico		Excelente adhesion buena soldabilidad
Resonador cerámico		Excelente adhesion a niquelados
Chip resistencia	Ag	Excelente adhesión Buena resolucion lineal
Chip Inductor Varistor		Excelente adhesión a niquelados
Soldadura		Excelente adhesión Temperatura superficie máx 130ºC
Calefactor	MoSi2	Espontánea formación superficial capa SiO2 Capa de aislamiento Propiedad de resistencia térmica (AT 1000ºC)

Info 6

Brandless: Un nuevo concepto en calzado de seguridad

Esta nueva marca de calzado de seguridad laboral, lanza al mercado su primera colección de botas y zapatos para el trabajo.

Tras un minucioso estudio de las necesidades del entorno profesional y de sus riesgos, brandless ha desarrollado una gama de calzado que responde a las peticiones actuales del mercado.

El mundo laboral ha evolucionado mucho en los últimos años, lo que hace que las empresas, los trabajadores, etc. cada vez se sean más exigentes a la hora de elegir un calzado que les proteja de posibles accidentes laborales.

Pero en estos días, además de la seguridad como elemento fundamental, el usuario demanda un calzado con ventajas añadidas como son la comodidad y ligereza, que permitan trabajar con la máxima facilidad y flexibilidad, y un cuidado en el diseño y la estética de los modelos, dejando atrás el clásico concepto de calzado para el trabajo y apostando por un calzado para el día a día.

brandless, en respuesta a todas estas necesidades ha seleccionado los mejores materiales, pieles, tejidos... para la fabricación de su primera colección de calzado de seguridad.

Pero la gran diferencia que brandless presenta frente al resto de fabricantes de calzado de seguridad, es que para ofrecer el mejor precio se ha restado importancia al único elemento que no afecta a la seguridad de un producto: la marca.

brandless, presenta en su primera colección dos líneas, la clásica con los modelos Madrid, Sevilla, Barcelona, Valencia, Málaga y Toledo, y la línea deportivo con los diseños Bilbao y Mallorca.

Ningún modelo tiene componentes metálicos por lo que se evita la magneticidad. Incorporan puntera no metálica, amagnética, menos gruesa, aislante y resistente desde + 60º hasta – 40º, por lo que es hasta un 55% más ligera que la puntera de acero.

Incorporan plantilla antiperforación, flexible y ergonómica, con un 25% más de ligereza que la plantilla de acero tradicional.

El talón está diseñado de manera que absorbe la energía del impacto al caminar evitando repercusiones en el pie y en la columna.

El piso está fabricado con materiales blandos para aportar más suavidad en los puntos metatarsales del pie y provistos de un material duro en la parte del arco de la planta para evitar distorsiones.

Todos los modelos están aprobados bajo la norma UNE EN ISO 20345.

Info 7

Working **together***

1er salón mundial de la subcontratación industrial

MIDEST 2008 PARIS

Del 4 al 7 de Noviembre de 2008

Paris-Nord Villepinte - Francia

Midest es el mayor salón en el mundo exclusivamente dedicado a la subcontratación industrial y a las reuniones face to face.

Encuentre en un mismo lugar a sus clientes, futuros colaboradores, diversifique sus mercados y realice un seguimiento tecnológico activo:

- Una oferta única : más de 1.800 expositores procedentes de 35 países
- 31.567 visitantes profesionales en 2007
- Objetivo 2008 : la aeronáutica
- El 93 % de los visitantes consideran que Midest responde a sus necesidades a nivel de sourcing y de información.

Midest 2008: reuniones exclusivas ... y eficaces

Para cualquier información visitantes, póngase en contacto con:
Servicom Consulting & Marketing, S.L.
servicom@servicomconsulting.com
Tel.: 91.395.28.88 - Fax: 91.442.48.89

*Trabajando juntos

- Transformación de metales
- Transformación de plásticos, caucho y composites
- Electrónica y electricidad
- Micro-técnicas
- Tratamiento de superficie
- Fijaciones industriales
- Servicios a la industria.

España, país invitado en 2008

Reed Expositions

www.midest.com

Fórum de ARCAS

Por Juan Martínez Arcas

Pueden formularnos las preguntas que deseen sobre la problemática de los Tratamientos Térmicos, dirigiéndose a la revista:

Por carta: Goya, 20, 4º - 28001 Madrid
Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126
E-mail: pedeca@pedeca.es

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

"En esta ocasión el Fórum tratará sobre la importancia o no de los precalentamientos hasta alcanzar la temperatura de temple o de austenización".

Son varias las aportaciones que se han recibido sobre este tema e intentaré ordenarlas adecuadamente. Como definición se aporta la siguiente (1):

"El precalentamiento es el calentamiento previo y escalonado de la pieza, hasta una temperatura inferior a la prevista máxima alcanzar. Su misión es homogeneizar el calentamiento en toda la pieza, evitando tensiones que se producirían en los calentamientos bruscos".

Vamos a considerar válida esta definición y partiendo de ella, vamos a considerar la importancia o no de los precalentamientos.

En primer lugar veremos cómo, a consecuencia de la operación de mecanizado, arranque de viruta o deformación plástica (hincado), tiene lugar una alteración de las propiedades del metal, originándose en el mismo tensiones que, de no ser eliminadas, pueden originar alteraciones importantes en las piezas, llegando en algunos casos a ser causa de roturas de las mismas.

Seguidamente haremos unas consideraciones acerca de la conveniencia, en la mayoría de los casos necesidad, de efectuar un precalentamiento cuidadoso de las piezas antes del temple, con el fin de eliminar las tensiones de origen térmico que son causas frecuentes de roturas, así como reducir el mantenimiento del acero a alta temperatura, evitando de este modo dos defectos muy frecuentes en el tratamiento térmico, la descarburación y el engrosamiento del grano.

Trataremos de exponer las causas que originan las tensiones de origen térmico y como el precalentamiento adecuado de las piezas las evita. Veremos como, en algunos casos, un simple mantenimiento a temperatura ligeramente inferior al punto crítico es suficiente, mientras que en otros es necesario conducir el calentamiento con lentitud y hacer dos o tres mantenimientos a temperaturas crecientes, para poder eliminar dichas tensiones.

Llegaremos a la conclusión de que, tanto el tratamiento térmico de distensionado para piezas fuertemente distorsionadas, como el precalentamiento para piezas obtenidas de aceros a alta aleación o con formas complejas, incluyendo unas fuertes diferencias de masa entre distintas partes de la pieza, resultan imprescindibles para la consecución de un buen tratamiento térmico y, en consecuencia, un buen rendimiento de la herramienta.

Cualquier aportación a este interesante tema será muy bien recibido, gracias.

(1) Definición tomada del libro "PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA METALURGIA INDUSTRIAL" cuyo autor es mi colega y amigo GABRIEL ESTELLER LORES.

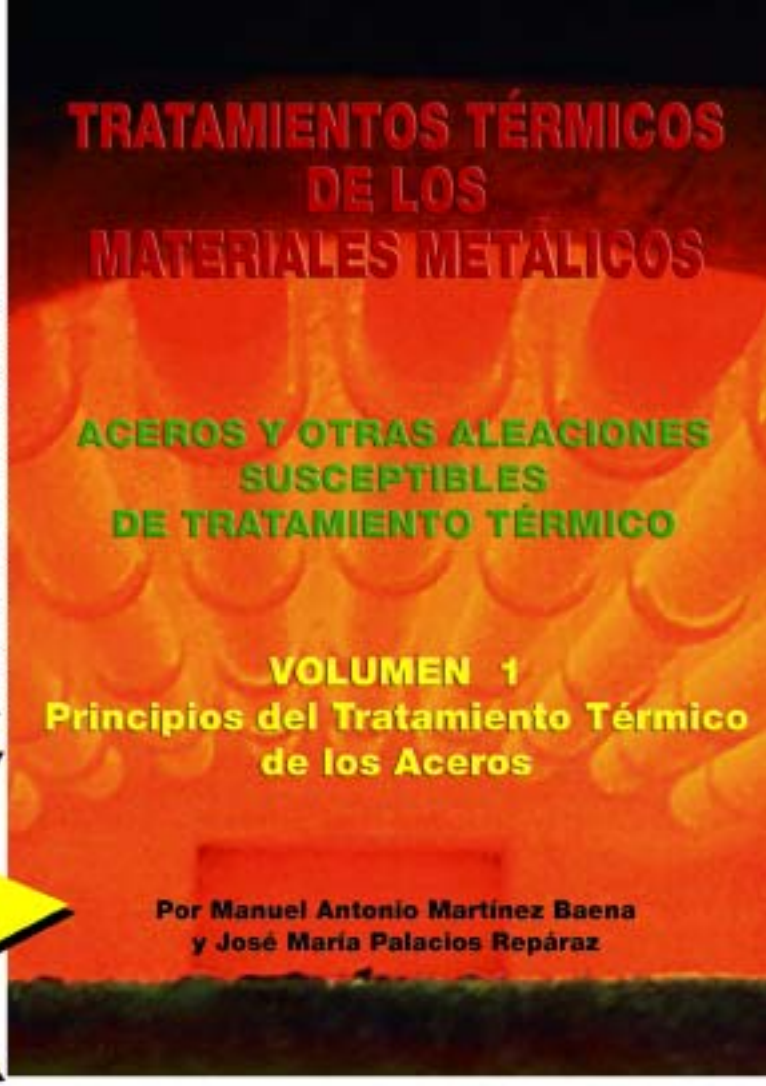
Este libro es el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

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

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

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

Manuel A. Martínez Baena
José Mª Palacios Repáraz



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

30 euros

El precio incluye IVA, gastos de envío aparte.

Índice general

Presentación ... 7

Prólogo ... 9

PARTE I. INTRODUCCIÓN A LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS ... 17

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

PARTE 2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS INDUSTRIALES ... 49

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

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

PARTE 3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ... 105

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

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

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

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

Consideraciones finales ... 203

Bibliografía ... 205

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

Máxima eficiencia y reducción de consumos con quemadores autorrecuperativos ECOMAX

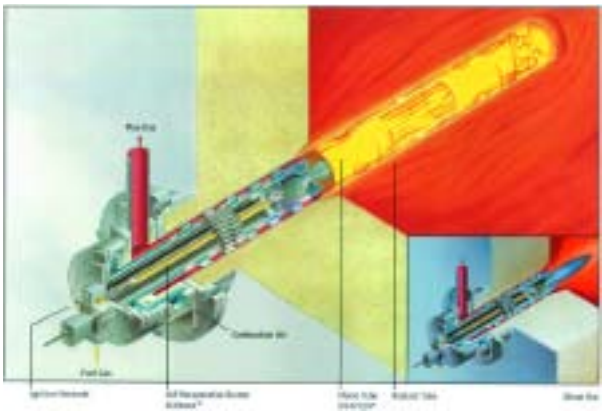
Por David Agustí Montins

La empresa LBE, subsidiaria de Elster Kromschroeder GmbH, ha desarrollado en la serie ECOMAX de quemadores autorrecuperativos, el nuevo tamaño 6 como resultado de un proceso de optimización y de ampliación de su programa de suministros.

La serie ECOMAX ofrece ahorro energético y una alternativa de bajo nivel de contaminación para instalaciones que requieran de calor directo o indirecto. Este quemador es de gran utilidad para hornos de tratamientos térmicos con unas temperaturas máximas de aplicación de entre 1.150 °C a 1.300 °C.

Como buen quemador con recuperador integrado, dispone de un intercambiador de calor que utiliza el calor de los gases producto de la combustión para precalentar el aire que se va a utilizar en la mezcla combustible, facilitando así su ignición y procurando una mejor y mas eficiente combustión.

Tras entrar en el quemador, el aire de combustión



fluye por la parte interna del recuperador hasta el mezclador gas/aire, los gases producto de la combustión, por su lado, fluyen en dirección contraria abandonando la cámara del horno hacia el exterior. El calor se intercambia entre los dos fluidos a través de la pared del recuperador. Este efecto, supone un ahorro energético considerable, dependiendo del modelo de quemador y del modo de operación.

Los rangos de potencia de estos quemadores oscilan entre los 12 kW y los 500 kW del nuevo ECOMAX 6, siendo compatibles tanto para Gas Natural como GLP. La alta velocidad de salida de la llama en conjunción con un eyector, reabsorbe los gases producto de la combustión del horno por succión en el caso de llama directa.

Todos los modelos disponen de electrodo para la ignición directa (quemador piloto para tamaños grandes), así como la posibilidad de detectar la llama mediante ionización o radiación ultra-violeta (sondas UV).

ESPECIALISTA EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTÓN

Sondas de oxígeno para Tratamientos Térmicos y Combustión

Sistema de monitorización de temperaturas Datapaq

Sistemas de control

EUCON

Hornos Elterma

Software de supervisión y gestión

Analizadores de Gases

Contratos de mantenimiento

COMPAÑÍA EUROPEA DE EQUIPOS DE CONTROL, S.A.

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

Hornos y estufas industriales para calentar, fundir, forjar, efectuar tratamientos térmicos...

En toda la industria en general de fabricación o transformación, en la que intervienen diferentes tipos de piezas de metal, plásticos, gomas, ... precisa la aplicación de calor en varios de sus procesos, bien sea para cocer, secar, fundir, dilatar, desgasificar, realizar diversos tratamientos térmicos, etc... Los cuales pueden efectuarse en hornos estáticos o continuos, con recirculación forzada de aire o bien con atmósferas de protección, trabajando a temperaturas comprendidas entre 50 y 1.250 ºC.

Estos hornos están construidos por módulos de chapa plegada con refuerzos y rellenos de lana de roca, fibra cerámica, o bien con materiales refractarios, con espesores variables en función de la temperatura de trabajo.

La regulación es siempre automática, para ajustar la potencia de calefacción a lo estrictamente necesario y mantener constante la temperatura de trabajo programada.

Para controles especiales se instalan microprocesadores proporcionales de tiempo-temperatura. Las cargas se depositan en el interior de las muflas directamente o sobre bandejas especiales.

Cuando los procesos de trabajo lo precisan, disponen de registros de entrada de aire y evacuación de gases, toma de muestras, seguridades antiexplosivas, etc...

Aparte de estos tipos estándar, se fabrican todo tipo de hornos especiales continuos, lineales, rotativos, giratorios aéreos, con sistema de calefacción eléctrico o por combustión y en los casos que el proceso lo requiere, estos hornos se equipan con recirculación forzada de aire, atmósfera interior de protección o bien con vacío.

Sea cual sea el medio calefactor (electricidad, gas, gasóil ...) se debe garantizar una gran uniformidad de la temperatura en todo el recinto útil de calentamiento.

Estos hornos se fabrican adaptados a las dimensiones que precise cada cliente, en función de su producción, dimensiones de las piezas y espacio disponible.

ACREDÍTESE gratis
con su invitación en www.eurosurfas.com

Innovación y avances de futuro

Fira Barcelona

Recinto Gran Via
20-24 Octubre 2008

Un encuentro imprescindible para el mañana.

En 2008, Eurosurfas se convertirá en el foco de atención, en el centro de excelencia para el sector de tratamiento de todo tipo de superficies. Prepárese para un gran encuentro con todos los sectores, las novedades más destacadas y, sobre todo, el valor añadido para abrir nuevas vías de expansión y crecimiento. En Fira de Barcelona, el primer recinto ferial de España.

EUROSURFAS
Salón Internacional de la Pintura Industrial y del Tratamiento de Superficies

www.eurosurfas.com

TEY reafirma sus medios tecnológicos y productivos

Industrias TEY, compañía con actividad en el sector de tratamientos térmicos de aceros aleados para utillajes y componentes, acometerá a lo largo de este año un proceso de inversión en sus instalaciones de Atxondo que le permitirá reafirmar sus medios tecnológicos y de producción.

TEY incrementará así su capacidad de nitruración con la puesta en marcha de un segundo horno de nitruración, con una tecnología innovadora de alta producción y diversas aplicaciones en sectores industriales, que dedicará fundamentalmente a la automoción y la aeronáutica.

El nuevo horno de nitruración tendrá capacidad para acometer procesos repetitivos y consigue doblar la actual capacidad de la compañía para proporcionar una mejor atención al cliente.

Esta línea se completará con una instalación de oxidación a la nitruración, una operación complementaria que acometerá los procesos de pos-oxidación aumentando la resistencia de las piezas anteriormente tratadas.

Según muestran los ensayos realizados hasta la fecha, con este proceso, las piezas nitruradas obtienen una resistencia en niebla salina de los componentes muy superior a los actuales, lo que permite que el resultado sea óptimo.

Asimismo, TEY incorporará en 2008 un nuevo horno de vacío encaminado en exclusiva al sector de aeronáutica.

El objetivo en este caso es resultar más operativo y lograr una mayor agilidad de servicio y competitividad.

El equipo se sumará a su actual parque de hornos, compuesto por una decena de hornos de vacío.

La compañía reforzará igualmente el departamento de calidad, con la incorporación de nuevos microdurómetros y durómetros con distintas posibilidades tanto portables como estáticas.

Industrias TEY está homologada por empresas del sector aeroespacial, tanto a nivel nacional como internacional, en procesos de tratamientos térmicos de aceros aleados para componentes de aeronáutica.

Cuenta con la certificación EN 9100, específica del sector aeroespacial, otorgada por la entidad internacional TUV Rheinland y la certificación Nadcap de PRI, específica para tratamientos especiales de este sector.

Entre sus acreditaciones aeroespaciales se encuentran asimismo las de IAQG, Aecma y Atecma.

Asimismo, está integrada en HEGAN, el Cluster de Aeronáutica y Espacio del País Vasco, y dispone de homologaciones para importantes compañías del automóvil, tanto europeas como americanas.

Además del sector aeronáutico, para el que aporta la transformación de los componentes para optimizar la resistencia mecánica y su rendimiento, Industrias TEY trabaja en la actividad de tratamientos térmicos de aceros aleados para herramientas y utillajes de forja, estampación y fundición.

La compañía templa troqueles, estampas, matrices y herramientas con destino a empresas europeas y americanas del sector de automoción.

Dentro de su actividad de asesoramiento técnico, desde la cual aconseja sobre la utilización del acero más apropiado y la mecanización o el tratamiento térmico más indicados, dispone de una herramienta de gran utilidad, un Manual Técnico actualizado y demandado tanto por las universidades politécnicas como por los profesionales del sector, que pueden encontrar en su sexta edición las distintas marcas de los aceros y sus equivalencias más aproximadas, así como algunas experiencias metalúrgicas derivadas de la investigación y la práctica.

El uso de analizadores de oxígeno con sensor de zirconio para medir el punto de rocío en atmósferas de hornos

Por Hitech Instruments (traducción de ENTESIS technology)

Un analizador de oxígeno con sensor de zirconio sólo puede medir el punto de rocío bajo ciertas condiciones. Éstas son 2: que el gas que se va a medir: 1) contenga una cantidad de hidrógeno conocida, 2) el resto del gas en la mezcla debe ser nitrógeno o inerte. Es decir, funciona en hidrógeno puro, amoniaco craqueado y mezclas de hidrógeno/argón o hidrógeno/helio; no en gases de carburación que contengan CO/CO2, aunque también se pueden hacer medidas muy útiles en este tipo de atmósferas.

Para poder comprender las ventajas de aplicar los analizadores de oxígeno con sensor de zirconio de Hitech en las atmósferas de hornos, es importante entender por qué se mide el punto de rocío de dichas atmósferas. La medida del punto de rocío de gases es una forma simple de conocer su contenido en agua. Esto es importante porque si hay demasiada agua en la atmósfera del horno, se estropeará el trabajo que se está llevando a cabo en el mismo. No por el agua en sí, sino porque con las elevadas temperaturas del horno, el agua se disocia en hidrógeno y oxígeno. Esta reacción se ilustra en la siguiente ecuación química: $2H_2O = 2H_2 + O_2$.

Es entonces cuando el oxígeno reacciona sobre el contenido del horno y provoca oxidación o descamación. Para cualquier temperatura, el ratio $p^2(H_2)$ x $p(O_2)/p^2(H_2O)$ es constante (p es la concentración o la actividad del reactivo entre paréntesis). Se pueden escribir ecuaciones similares para cualquier metal en equilibrio con el oxígeno. Los valores de las constantes se definen mediante datos estándares. De hecho, lo que ocurre en el horno es una especie de competición entre los contenidos, por ejemplo, hierro e hidrógeno, para el oxígeno. A cualquier temperatura un metal tendrá una concentración precisa de oxígeno o una actividad a la que se oxidará. Si la actividad del oxígeno se mantiene por debajo de ese punto, no se producirá ninguna oxidación, y viceversa. Lo que la fórmula anterior ilustra, por ejemplo, es que añadiendo más hidrógeno en una atmósfera, se reducirá la actividad del oxígeno. Esto se debe a que, según las leyes de la química, la única forma de mantener el ratio de actividades constante es disminuyendo el oxígeno y/o aumentando el agua. Añadir más hidrógeno es una cura estándar para solucionar problemas cuando el nivel de agua (punto de rocío) se eleva demasiado.

Por tanto, la razón por la que el operador del horno precisa medir el punto de rocío es porque antes no había otra forma de determinar cuánto oxígeno había en un horno. Para evitar complicaciones de traducir esta figura a oxígeno, la costumbre ha sido expresar la calidad de la atmósfera en base al punto de rocío y la concentración de hidrógeno. El componente clave, sin embargo, es el oxígeno y su actividad, y los analizadores de oxígeno con sensor de zirconio de Hitech miden esto directamente. El sensor de zirconio es capaz de medir de forma única las concentraciones extremamente bajas de oxígeno que se pueden hallar en estas atmósferas. Por conveniencia, algunos analizadores se adaptan en un indicador de punto de rocío. Sin embargo, no existe ninguna razón por la que se deba adaptar el analizador a una escala de punto de rocío. Hitech

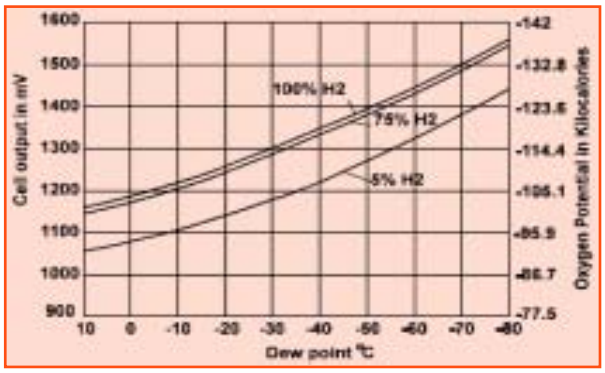
lo ofrece sólo porque algunos usuarios están acostumbrados a ello.

Se puede escalar a partes por millón de vapor de agua, milivolts del sensor o potencial de oxígeno (el número que el usuario realmente necesita). El potencial de oxígeno no es más que la actividad del oxígeno expresada en unidades químicas. Como tal, se relaciona fácilmente con los valores de oxígeno que un químico utilizaría al determinar el punto en el cual el metal se oxidaría a una temperatura dada. Todos los analizadores de Hitech de este tipo muestran el potencial de oxígeno (kilocalorías o kilojoules).

La siguiente tabla muestra la relación entre el punto de rocío (dewpoint) y la concentración de agua (en ppm). También indica el resultado en milivolts del analizador de oxígeno con sensor de zirconio de Hitech a dichas concentraciones con varias concentraciones de hidrógeno.

El gráfico siguiente presenta la relación entre el punto de rocío (Dew point °C), la lectura de la célula en mV (cell output) y el potencial de oxígeno en kilocalorías con varias concentraciones de hidrógeno.

Dewpoint		ppm H_2O	Cell output in mV (634°C)		
°C	°F		100% H_2	75% H_2	5% H_2
0	32	6025	1192	1180	1076
-10	14	2566	1227	1215	1110
-20	-4	1021	1256	1244	1140
-30	-22	376	1302	1291	1186
-40	-40	127	1346	1334	1228
-50	-58	39	1392	1380	1274
-60	-76	10.6	1442	1432	1326
-70	-94	2.55	1498	1487	1382
-80	-112	0.53	1560	1549	1443

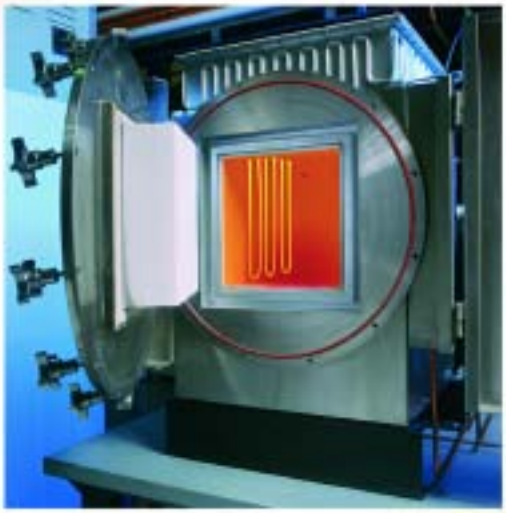


Nuevas soluciones con resistencias

KANTHAL SUPER

SuperSeguro

KANTHAL SUPER RA
mayor duración en
atmósferas reactivas y reductoras a 1.700 °C.



Resistencia Kanthal Super ER
en horno multi-atmósfera de hasta 1.600 °C.

SuperPower

KANTHAL SUPER ER
Para atmósferas oxidantes, inertes
y reductoras a 1.600 °C.

Además en KANTHAL puede encontrar:
- Resistencias eléctricas hasta 2.000 °C.
- Refractarios y aislantes de fibra y alúmina.
- Transformaciones de hornos.
- Asesoramiento técnico.
- Análisis y simulaciones de procesos térmicos.
- Y ahora además, ¡distribuidores exclusivos de La Resistance RD para resistencias y tubos radiantes!
- Paneles para hornos de mantenimiento de aluminio.

KANTHAL
Sandvik Española, S.A.
División Kanthal
C/ Vereda, s/n - Pol. Ind. Roca
08107 MARTORELLES (Barcelona)
Telf. Directo División Kanthal: 93 571 75 40
Centralita: 93 571 75 00
Fax: 93 571 75 86

MIDEST 2008 pone rumbo hacia España

Alentado por la confianza renovada de los expositores que ya han reservado más del 80% de la superficie de exposición, MIDEST 2008 afianza su posicionamiento ya demostrado en el ámbito internacional y crea una dinámica estratégica en torno a sectores con grandes posibilidades de desarrollo para la subcontratación industrial.

A nivel internacional la oferta presentada por unos 1.900 expositores, 700 de los cuales proceden de más de 30 países, lo convierte en la plataforma de referenciación de proveedores internacionales de la subcontratación industrial en Europa. En cuanto a visitantes se refiere, las importantes acciones de promoción enfocadas a los grandes contratantes europeos responden a las expectativas de los expositores y auguran nuevas formas de colaboración en consonancia con las mutaciones de la industria europea.

En MIDEST 2008 esta estrategia se plasma en tres apartados: la aeronáutica, punta de lanza de la industria europea, será objeto de numerosos debates; la ayuda al diseño, principal baza de los subcontratistas para conservar e incrementar sus cuotas de mercados se desarrollará en numerosos sectores; pero 2008 será también el año de España, primer país destacado en el salón.

España, país destacado: una evidencia

La elección de nuestros vecinos ibéricos como primer país invitado de honor en la larga historia del salón está más que justificada por las relaciones privilegiadas que unen a los subcontratistas de ambos lados del Pirineo y por la importancia de las relaciones tejidas entre los dos países a nivel industrial.

España es, en efecto, un socio económico relevante de Francia. Cada día, los intercambios entre los dos países ascienden a 200 millones de euros.

Este país posee igualmente una industria a la vez sólida y dinámica con una verdadera estrategia de despliegue industrial organizada en torno a algunos grandes ámbitos que promueve en los diferentes certámenes internacionales.

MIDEST, n°1 mundial de los salones de subcontratación industrial constituye en ese sentido un socio ideal.

Situada en quinta posición europea con importantes demandas en los sectores del automóvil, la aeronáutica, las construcciones mecánicas y las industrias de proceso, la subcontratación española contaba en 2006 con 52.860 empresas, 655.571 empleados y realizaba una facturación de 41.050 millones de euros*.

* Cifras MIDEST en base a los ratios de Eurostat, teniendo en cuenta las empresas de cualquier tamaño, incluidas aquellas en las que la subcontratación no es la actividad principal.

Lejos de conformarse con esta fuerza adquirida, ya se está girando hacia los grandes sectores de futuro constituidos por la energía, principalmente la eólica, el tratamiento del agua y el campo médico.

Organizada en 32 bolsas y federada por el Consejo Superior de Cámaras de Comercio, está presente cada año en MIDEST en forma de un impresionante colectivo formado por un centenar de empresas que confirman así su papel relevante en Europa y sus ambiciones.

Los intercambios entre los dos países en materia de industria son numerosos.

Así, en 2006, el 10% de las exportaciones francesas de productos manufacturados iban destinadas a España que, a su vez, representaba el 8% de las importaciones (fuente: Ministerio de Economía).

En ambos países, grandes contratantes nacionales han franqueado los Pirineos para instalarse en el país vecino.

Resulta pues lógico que el salón haya elegido, de acuerdo con sus socios profesionales franceses, destacar España en 2008, en estrecha colaboración con la Cámara de Comercio de Guipúzcoa que coordina la participación española, el Consejo Superior de Cámaras de Comercio y el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX).

España, país invitado de honor: una realidad

Este acontecimiento dará lugar a numerosos momentos importantes.

Un amplio Espacio dedicado, ubicado en la entrada del pabellón estará organizado en 2 grandes zonas: un stand institucional que presentará la industria y la subcontratación españolas actuales y futuras a través de sus principales representantes (ICEX, Consejo Superior de Cámaras de Comercio, asociaciones industriales y de subcontratación, Centros Técnicos, socios de prensa, etc.) y diferentes islotes que reunirán un centenar de subcontratistas representativos de cada sector.

Una delegación oficial formada por representantes españoles institucionales, profesionales e industriales será recibida en el momento de la inauguración del salón por su Presidente así como por los presidentes de las principales asociaciones francesas de la subcontratación.

Un extenso programa de conferencias y mesas-redondas permitirá a los participantes presentar las competencias, fuerzas y perspectivas de la industria y la subcontratación españolas.

Algunos temas tratados serán propios a España (el mercado de la industria, el sector específico de la subcontratación, etc.), pero los profesionales también tratarán temas más generales como la actitud adoptada por la subcontratación europea frente al incremento de los costes de la energía y de las materias primas, las necesidades en materia de subcontratación de los fabricantes de máquina-herramienta y la forma en que los centros técnicos europeos fomentan la I+D.

Los días 5 y 6 de noviembre se celebrarán encuentros de negocios entre contratantes y subcontratistas franceses y españoles.

Para concluir, diversos momentos privilegiados vendrán a dar ritmo a estas jornadas.

La víspera, el 3 de noviembre, se servirá un cóctel-cena con sabor español en honor a los organizadores de los pabellones regionales franceses e internacionales.

El día 4, se ofrecerá un almuerzo especial a la delegación oficial en presencia de las asociaciones francesas de la industria y la subcontratación.

Ese mismo día, tendrá lugar una velada destinada a la delegación española así como al conjunto de los expositores españoles y de los invitados franceses.

Finalmente, el jueves 6 de noviembre, todos los expositores podrán disfrutar de un cóctel con sabor ibérico.

El país invitado de honor también será objeto de un amplio programa de comunicación y promoción dirigido por el equipo de MIDEST entre la prensa profesional y económica y los industriales y profesionales franceses y extranjeros.

Francia se convierte en objetivo estratégico para los inversores de la industria del motor

Los principales constructores de coches y camiones así como los líderes de la industria auxiliar del motor están realizando importantes inversiones en Francia, para aprovechar su extensa red de centros de investigación especializados y acceder así a los proveedores y clientes clave establecidos en este país.

"La posición central de Francia y su reconocida experiencia en el sector de la automoción –las francesas PSA Peugeot Citroën y Renault figuran entre los líderes mundiales de esta industria– constituyen importantes incentivos para la inversión internacional," señala Philippe Favre, Presidente de la Agencia Francesa para las Inversiones Internacionales (AFII).

El grupo sueco Volvo acaba de invertir 57 millones de euros en la fábrica de cabinas de camiones que Renault Trucks tiene en Calvados (Normandía). Esta inversión aumentará sensiblemente su capacidad de producción y permitirá a Renault Trucks mejorar la calidad de sus pinturas, con el empleo de pinturas al agua menos dañinas para el medio ambiente. Se prevé que los cambios introducidos en esta planta estén finalizados para el 2009.

Otro peso pesado de la industria del motor, la empresa americana General Motors, también está extendiendo sus negocios en Francia. Acaba de inaugurar un nuevo centro de distribución de 27.400 m^2 en París con el fin de mejorar el proceso logístico de sus operaciones relacionadas con los recambios de Opel.

Asimismo, dos de los principales fabricantes de piezas alemanes se han decantado por Francia: Reichhart Logistik se estableció el año pasado 2007 en el norte de Francia, donde ha invertido dos millones de euros en unas líneas de ensamblado y soldado de carburadores. Pierburg, filial de Kolbenschmidt Pierburg AG, ha invertido cerca de seis millones de euros en el lanzamiento de nuevas líneas de producción de bombas de agua en su fábrica de Mosela (Este de Francia).

La amplia experiencia de Francia en materia de motores diésel, vehículos eléctricos, electrónica para automoción, materiales innovadores y acabados de superficies capta también el interés de otros inversores internacionales.

Una gran cantidad de proyectos innovadores cuenta con la participación de empresas extranjeras en las zonas más competitivas del país, entre los que destacan el Cluster global Mov'eo (automóviles, transportes colectivos y seguridad vial), "Véhicules du futur" (vehículos del futuro), "Automobile de haute gamme" (vehículos y sistemas embarcados de lujo), "Lyon Urban Truck & Bus 2015" (transporte urbano), "Mobilité et transports avancés" (movilidad y transportes avanzados) y "Viameca" (mecánica del automóvil).

El recién clausurado Congreso "Truck and Bus World Forum", que se celebró en Lyon a mediados del pasado diciembre, congregó a los grandes protagonistas de la industria mundial para intercambiar opiniones sobre las últimas estrategias e información técnica. AFII aprovechó su presencia en este evento para potenciar el atractivo del país resaltando los puntos fuertes de la industria francesa del motor.

Agence française pour les investissements internationaux

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

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

Sistema Datapaq, realización de pirometrías según Protocolo CQI-9

Por Eucon

La industria del automóvil está siendo cada vez más presionada para realizar ensayos de uniformidad de temperatura (Temperature Uniformity Surveys –TUS–). Estos ensayos se basan en las normativas de tratamiento térmico exigidas en la industria aeronáutica (acreditación Nadcap para distintos procesos especiales de fabricación y ensayo).

La norma ISO/TS 16949:2002 fija la realización auditorías anuales. Basada en dicha norma, el AIAG (Automotive Industry Action Group) ha desarrollado el protocolo CQI-9, que marca los procedimientos a seguir en función del tipo de horno y tratamiento que se realice. Para los requisitos de uniformidad de temperatura del horno, la norma a seguir es la AMS2750, revisión D, igual que para el sector aeronáutico.

El software de Datapaq "Furnace Tracker Insight Survey" ha sido específicamente diseñado para cumplir las exigencias de esta norma en cuanto a la realización de cálculos y generación de informes.

Datapaq es la empresa líder a nivel mundial en diseño y fabricación de sistemas de monitorización de temperaturas en todo tipo de procesos, con 25 años de experiencia y miles de clientes en todo el mundo. En el sector del metal puede ofrecer sistemas para monitorizar procesos desde hornos de calentamiento previos a laminación hasta los últimos procesos de acabado de piezas.

Para la realización de los estudios, el Sistema Datapaq comprende:

— Datalogger de gran precisión conforme a la norma, con certificado de calibración inicial con mención a la AMS2750D. Gran capacidad de almacenamiento de datos. Versiones para termopar tipo K o N. Servicio técnico de recalibración y revisiones del datalogger.

— Termopares tipo K o N, con certificado de calibración en los puntos necesarios.

— Barrera térmica específica para el tipo de horno a objeto de estudio.

— Software potente y sencillo de manejar, para configurar, en pocos minutos, los informes se-

Figura 1. Componentes del Sistema Datapaq.

MÁQUINAS DE LAVADO
Y DESENGRASE INDUSTRIAL
PARA TODO TIPO DE PIEZAS
HORNOS INDUSTRIALES
HASTA 1300ºC
ESTUFAS ESTÁTICAS Y CONTINUAS
HASTA 600ºC PARA CALENTAR Y SECAR
Fabricamos:
-HORNOS Y ESTUFAS PARA:
- Templar, - Secar, - Fundir ...
-INSTALACIONES DE PINTURA:
- Lavado, - Fosfatado, - Pintado ...
INSTALACIONES PARA EL
PINTADO DE PIEZAS DIVERSAS
-MÁQUINAS PARA TRATAR SUPERFICIES:
- Lavar, - Desengrasar, - Fosfatar, - Secar ...
Bautermic
Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.bautermic.com
e-mail: comercial@bautermic.com

TRATER Press
Suscripción anual 2008
6 números
90 euros
Soluciones
Insertec
pedeca@pedeca.es
Tel.: 917 817 776
Fax. 917 817 126

SSi
Equipos para la medida, regulación, control y supervisión de gases en hornos de tratamientos térmicos.
La superior calidad y el mejor precio de las sondas de oxígeno GOLD PROBE® de SUPER SYSTEM Inc de Cincinnati (USA), están complementados con la garantía de un año a contar desde la fecha de puesta en servicio.
Reparamos las sondas de oxígeno con repuestos originales y las calibramos en un horno de ensayos SSI. Complementamos la garantía de las sondas de oxígeno SSI con una limpieza y revisión gratuitas.
ENTESIS
Galileu, 313
08028 BARCELONA
Tel.: +34 93 410 54 54
Fax: +34 93 419 97 33
http://www.entesis.net
e-mail: info@entesis.net
¡Nuestro objetivo es su éxito!

gún normativa, con posibilidad de realizar los ensayos en tiempo real mediante recepción de datos por telemetría.

El Sistema Datapaq permite realizar los ensayos TUS reglamentarios y también optimizar el proceso completo con mediciones sobre pieza.

La principal ventaja del Sistema Datapaq para la realización de Estudios de Uniformidad de Temperatura es que su exclusiva protección térmica hace que todo el equipo pueda ser introducido en el horno como una carga más, evitando las largas paradas de producción en aquellos hornos en los que se emplean termopares conectados a un datalogger externo, lo que se traduce en significantes reducciones de costos, ya que se evitan los siguientes problemas:

— Parada del horno, enfriamiento (tiempo de producción perdida).

— Colocación de termopares, que deben ser muy largos (y por lo tanto, caros) para cubrir la zona de trabajo de estudio y salir al exterior a conectarse al datalogger. En muchos casos se requiere modificar el horno para que los termopares puedan sacarse al exterior; sin contar otros problemas en hornos de vacío o a presión.

— Realización del ensayo y enfriamiento del horno para desmontar los termopares (tiempo de producción perdida).

— Posibles daños en el revestimiento del horno a largo plazo, debido a las paradas y arranques sucesivos.

— Análisis de los datos, normalmente sin un software específico. Gran cantidad de datos a manejar, aplicación de factores de corrección en cada punto para cada termopar y canal de datalogger…

— Imposibilidad de hacer el estudio en determinados hornos (solera giratoria, algunos hornos continuos).

Modo de trabajo con el Sistema Datapaq:

— Montaje de los termopares para el ensayo, con el horno en marcha, aprovechando en muchas ocasiones una de las cestas de producto. Termopares de longitud limitada.

— Carga del equipo en el horno como un producto más. Sólo se pierde de producción el tiempo necesario para el estudio.

— Tiempo de realización del informe aproximadamente entre 5 y 10 minutos, después de la salida del equipo y del análisis de los datos con el software de Datapaq.

— Acceso a prácticamente cualquier tipo de horno, incluyendo hornos continuos.

Características principales del software Datapaq para confirmar el cumplimiento de la CQI-9:

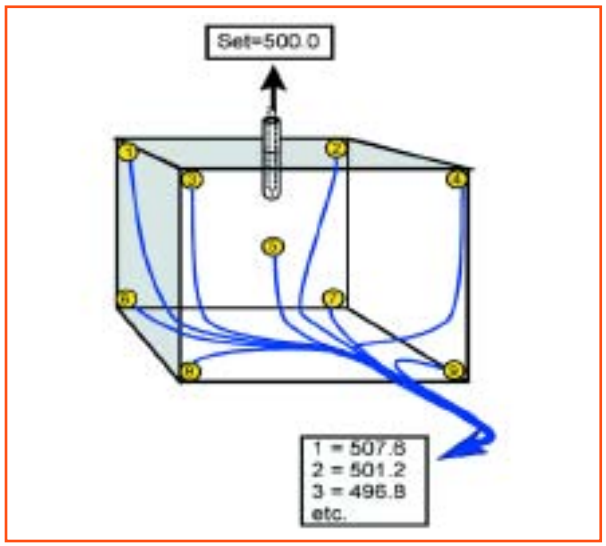


Figura 2. Montaje de estudio con termopares y datalogger externo.

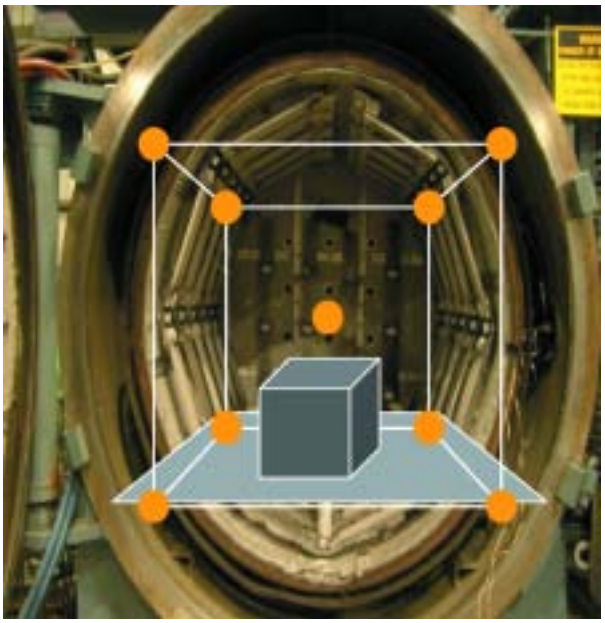


Figura 3. Montaje de estudio de uniformidad con el Sistema Datapaq.

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

APLITEC

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

- Información en tiempo real: el software detecta el momento de estabilización de temperatura y de finalización del ensayo, reduciendo el tiempo de estudio y, por lo tanto, minimizando el tiempo de parada de producción.
- Factores de corrección: el software cuenta con asistentes muy sencillos de seguir, que permiten introducir fácilmente los factores de corrección del datalogger y de los termopares, pudiendo guardarlos en memoria para ensayos posteriores. El programa confirma si estos factores se están aplicando.
- Alarmas: el programa cuenta con alarma de "Over-shoot" que indica si uno o más termopares sobrepasan la tolerancia del punto de consigna del estudio. Mediante telemetría se pueden configurar alarmas para indicar cuándo los termopares entran en tolerancia, cuándo se alcanza la estabilización y cuándo se completa el ensayo para cada punto de temperatura.

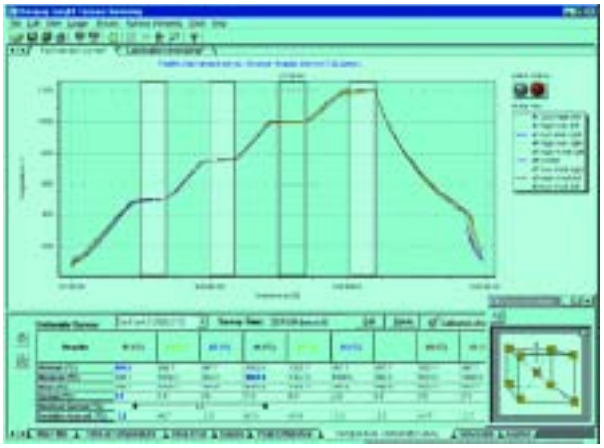


Figura 4. Software Datapaq para realización de informes.

- Informe completo: en pocos minutos, se obtiene un informe completo, conforme a la AMS2750D. Se puede imprimir y guardar para futuras auditorías.
- Protección mediante contraseña: cumple los requisitos de seguridad.
- Cálculo automático de la clase del horno según los resultados obtenidos.
- El informe muestra el Mapa de los puntos más frío y más caliente.

Desde hace más de 15 años, EUCON colabora estrechamente con DATAPAQ en España en sistemas de monitorización de hornos de tratamiento de metales.

Desde 1989 EUCON suministra equipos y servicios para el sector de tratamiento de metales, cuenta con un equipo de personas altamente especializado y con una gama de productos de prestigio mundial, que cubre todas las necesidades en tratamientos térmicos:

- Sistemas de control "llave en mano", diseñados según tipo de horno y necesidades del usuario.
- Hornos de tratamiento ELTERMA (Grupo Seco/Warwick).
- Analizadores de gases portátiles, de diseño y fabricación propia, para la verificación de atmósferas de tratamiento.
- Sondas de oxígeno, sondas de control de combustión y analizadores de combustión.
- Contratos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.
- Equipos WAUKEE para la medida y control de caudales.

Unifrax lanza dos nuevos productos “Fibermax 72” y “1600 Paper”

Como respuesta a la demanda del mercado del acero y del cerámico, Unifrax ha desarrollado dos nuevos productos en sus formas de manta y papel aislante para aplicaciones a temperaturas hasta los 1.600 °C.

“Fibermax 72” es una manta ligera aislante de composición mullítica, con un 72% de alúmina y el resto de sílice, con excelente estabilidad hasta los 1.600 °C y resistencia al choque térmico. Asimismo resiste a la mayor parte de las atmósferas corrosivas que puedan encontrarse en hornos industriales.

Su resistencia mecánica es el resultado de un proceso único de agujeteado que no precisa de aglomerantes orgánicos, lo que implica que ni esta resistencia se vea reducida, ni que el producto emita humos al calentarse.

Esta nueva manta, se suministra en rollos y es fácil su corte o la fabricación de bloques modulares para ser usados en revestimiento de hornos en la industria del hierro, acero, cerámica y química, así como en una amplia gama de aplicaciones específicas a la largo de los distintos sectores industriales.

Por lo que se refiere al papel aislante “1600 Paper” está fabricado con fibra cristalina de alta pureza en alúmina estabilizada con una pequeña cantidad de sílice y una combinación de aglomerantes orgánicos e inorgánicos que le proporcionan magnífica estabilidad térmica y resistencia química.

El proceso especializado de fabricación asegura el mantenimiento de las características intrínsecas

de la fibra, proporcionando un papel ligero, mullido, flexible y elástico, mostrando en ambas caras una superficie lisa, uniforme y sin grumos.

En la presentación de estos productos, Garry Davies, nuestro director de marketing para Europa y Africa, manifestó cómo ambos refuerzan la reputación de Unifrax como un líder mundial en la fabricación de productos aislantes para alta temperatura.

“Fibermax 72” y “1600 Paper” son productos que ilustran lo que toda nuestra gama garantiza. Productos muy resistentes, fáciles de trabajar y factibles de utilización en aplicaciones donde se precisan temperaturas por encima de los 1.350 °C o donde atmósferas químicamente agresivas son factores normales en el sector productivo”.

Máquinas e instalaciones de lavado para piezas y componentes

Por Lavalterm

Lavalterm amplía su oferta de fabricación y distribución con diferentes equipos e instalaciones, convirtiéndose actualmente en un referente del sector del lavado industrial en nuestro país.

A pesar de que las máquinas de agua son la columna vertebral de la empresa y de que son capaces de satisfacer la mayor parte de necesidades de limpieza, es cierto que existen algunas aplicaciones y sectores en los que el uso y aplicación de los disolventes es bastante generalizada y el paso a la máquina de agua genera grandes cambios en los sistemas productivos.

Por este motivo, a la gama de fabricación propia de lavadoras y túneles base agua se incorporan las instalaciones fabricadas por la firma francesa Unitech Annemasse, máquinas herméticas y semiherméticas de lavado con disolventes AIII (hidrocarburos, alcoholes modificados, ...), con disolventes clorados, las líneas transferizadas de cubas con ultrasonidos y las máquinas de limpieza con CO_2 supercrítico.

Máquinas de lavado BASE AGUA

TÚNEL DE LAVADO TRANS:

Máquina de lavado de piezas colocadas sobre tapiz o utillaje en procesos de aspersión con una o más fases de duchas.

- Lavado de piezas de mecanizado.

- Lavado de ejes y tubos interior y exterior.
- Lavado de piezas estampadas metálicas de diferentes tamaños o formas.

CABINA DE LAVADO ROTO/EKO:

Lavado de piezas delicadas en cestos en el modelo EKO, y el proceso de piezas a granel en bombo en el modelo ROTO. Lavado por aspersión sobre las piezas y un secado con aire caliente.

- Piezas de reducido tamaño o peso.

- Piezas de decoletaje.
- Piezas colocadas en utillajes.

TÚNEL ROTATIVO TOR:

Tratamiento en continuo de piezas a granel en procesos de aspersión e inmersión combinada con una o más fases y varios procesos químicos.

El transportador es un tornillo sinfín, las piezas a tratar deben ser piezas que no se puedan dañar por los pequeños golpes y rozamientos entre ellas. Usualmente este tipo de máquina se utiliza para piezas de estampación, tornillos, remaches, corte fino, resortes, piezas de grifería, etc.

CABINA DE LAVADO TITAN:

- Piezas colocadas en cestos horizontales.
- Piezas voluminosas.

CABINA PARA LAVAR CONTENEDORES

SEPARADOR DE ACEITE DECOIL 250:

Equipo de separación por decantación, de aceites no emulsionados de otros líquidos con diferente densidad en baños estáticos o en movimiento.

LÍNEAS DE CUBAS CON ULTRASONIDOS:

— Líneas de limpieza con soluciones acuosas de etapas múltiples y posibidad de estación de secado con aire caliente e incluso secado al vacío.
— Máquina monocuba para aplicaciones sencillas.
— Transferencia automática o semiautomática del bastidor portapiezas.

— Apoyo de ultrasonidos en las etapas de limpieza.

— Diseño específico de bastidores para cada aplicación.

Máquinas de lavado CON DISOLVENTES

DESENGRASE CON DISOLVENTES CLORADOS EN MÁQUINA CERRADA:

— Máquinas estancas utilizando tecnologías de vacío y condensación y recuperación de vapores.

— Mínima gestión de los residuos gracias a la destilación bajo vacío.

— Sencilla y eficaz operación de desengrase.

— Excelente secado al trabajar en condiciones de vacío.

Uso bastante generalizado en la industria del decoletaje y micropiezas.

DESENGRASE CON DISOLVENTES AIII EN MÁQUINA CERRADA:

— Máquinas que pueden sustituir operativamente a los disolventes clorados y con un alto grado de acabado.

— Trabajan durante todo el proceso en condiciones de vacío para eliminar los posibles riesgos de inflamación.

— Dotadas de elementos de seguridad suficientes para eliminar todos los riesgos.

— Pequeño consumo de producto.

— Fácil destrucción de los residuos.

Limpieza con CO2 SUPERCRÍTICO

— Operaciones de limpieza con un gran requerimiento de proceso. El CO2 en las condiciones de trabajo tiene una gran penetrabilidad incluso en los intersticios más pequeños.

— El consumo de producto es muy pequeño.

— El producto es inerte por lo tanto elimina los riesgos de corrosión.

— No deja residuo sobre las piezas.

— Sin reglamentación de vertidos ni emisiones.

— Ningún riesgo de uso.

Fluidos para forja

Por EHAFF Fine Filtration

La amplia gama de fluidos para forja de Shell protege los equipos en aplicaciones que van desde forja ligera hasta los trabajos pesados en forja caliente. Los fluidos y aceites Shell Fenella solucionan los problemas operativos más comunes, como la formación de residuos y la duración de la matriz.

Fluidos para forja con base de agua

Gama FG de fluidos Shell Fenella

- Contienen el tipo y el tamaño de grafito más adecuados.
- Para uso cuando las características de forja en las prensas sean muy exigentes.
- Refrigeran las herramientas y evitan el desgaste de la matriz.
- Alta lubricidad.
- Adecuados para una amplia gama de aleaciones.

Gama F de fluidos Shell Fenella

- Sin grafito.
- Respetuosos con el medio ambiente.
- Para forja de altas exigencias.
- Buen efecto desmoldeante.

Aceites enteros para forja

Gama FG de aceites Shell Fenella

- Contienen grafito.
- Para uso cuando las características de forja en los martillos sean muy exigentes.
- Limitan la formación de humo y riesgos de incendio.

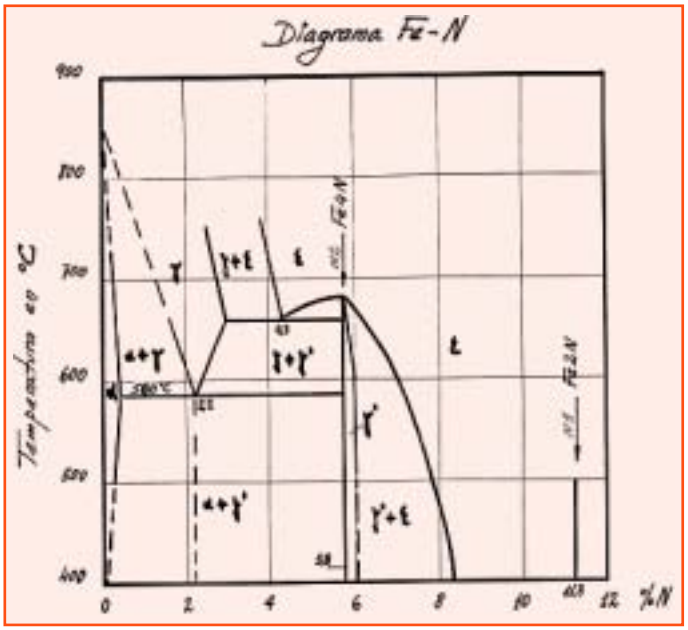
Tratamientos Térmicos en Superficies (Parte II)

Por Gabriel Esteller Lores, Prof. de Ciencia y Tecnología de Materiales UPV.
Colaborador Metalúrgico de VACUTREM SA

2.3 NITRURACIÓN

Desde que en 1923 el Dr. Adolfo Fry diera a conocer un nuevo método de endurecimiento superficial por absorción sólo de N, no han cesado de perfeccionarse estos procesos. Existen varios procedimientos patentados por firmas internacionales, con variantes en la realización y el tipo de instalación.

a) Procesos en baños de sales fundidas.
b) Procesos en atmósfera gaseosa.
c) Procesos en vacío.



El diagrama Fe – N es la referencia para comprender la formación de las complejas fases presentes en los aceros nitrurados. Se distinguen dos partes bien definidas, una con el 5.8% de N máx. y otra de concentración superior. La solubilidad del N en el Fe gamma va descendiendo hasta los 580 °C, mientras que la correspondiente al Fe α baja a partir de dicha temperatura.

Cuando aumentamos el contenido de N aparecen unas fases muy concretas y diferentes el nitruro Fe_2N (épsilon) muy frágil, que se concentra en la capa más superficial llamada de "compuestos", y el nitruro Fe_4N no tan frágil que se presenta por toda la capa de difusión.

Este último puede precipitar en finas agujas después de un enfriamiento lento, o de un posterior calentamiento entre 200 y 300 °C.

PROCESOS EN SALES FUNDIDAS

Estos procesos han evolucionado mucho tecnológicamente, superando con éxito las desventajas que presentaban hasta hace pocos años por los residuos tóxicos, acabado superficial, etc.

El componente activo del baño es un cianato alcalino, que reacciona en la superficie de las piezas de acero y se oxida a carbonatos.

Los procesos más perfeccionados y utilizados son:

Procesos Tenifer y Sur – Sulf

El proceso Tenifer es una nitrocarburación en baño salino no contaminante y aireado de Cianatos y Carbonatos alcalinos, realizado a temperaturas de 520 – 580 °C que produce una lenta y especial difusión de N en la superficie de las piezas, que le aportan mejoras en la resistencia al desgaste y a la fatiga.

Una rica y fina capa de nitruros forman la capa blanca de compuestos de unas 10 – 20 µm con presencia de las fases de nitruros antes mencionadas, durante el proceso generalmente de 2 a 3 horas y la presencia de elementos de aleación como Cr, Al, Mo, etc, se difunden nitruros y carbonitruros estables hasta 0.15 mm.

$$2CN^- + O_2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; 2CNO$$

$$2CNO + O_2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; CO_3 + CO + 2N$$

$$x\,Fe + N \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; Fe_xN$$

El proceso Sur – Sulf es igualmente un baño salino de características parecidas al Tenifer, pero además cuenta con la presencia de Sulfuros de potasio encargados de activar el baño y hacer notar la presencia de S activo en la superficie de las piezas tratadas, realmente se trata de una Sulfocarbonitruración que condiciona el dominio de la fase épsilon con alta porosidad y compuestos de FeS, que permiten características de autolubricación y disminución del coeficiente de rozamiento en las piezas tratadas, el baño debe contener aprox. entre 20 y 30 ppm de S activo.

$$KCNO + K2S \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; KCNS + K2O$$

$$Fe\,(CN)\,2 + K2S \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; FeS + 2KCN$$

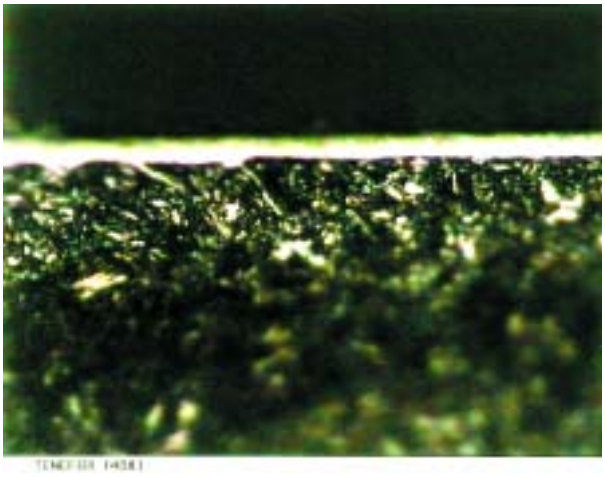
La formación y propiedades de la capa de compuestos en las nitrocarburaciones salinas, dependen del acero base usado y proporción de elementos especiales formadores de nitruros que contienen. Las durezas superficiales pueden variar entre los 600 HV a los 1.400 HV medidos con cargas pequeñas de unos 0.05 kp.

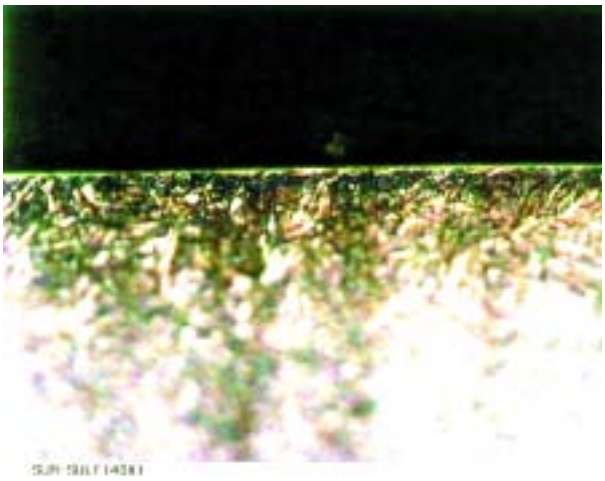
Cuanto mayor es el contenido en elementos de aleación, menor es el espesor de la capa de compuestos.

Respecto a la capa de difusión en procesos salinos, son igualmente influenciadas por el material base y con mayor contenido en elementos, la capa es también más delgada, pero nos proporciona una superior dureza. Los aceros al C permiten alta penetración hasta 1 mm pero con muy baja dureza, mientras que la presencia de elementos especiales antes reseñados, permiten durezas altas con penetraciones cortas (0.2 mm).

Actualmente se suelen complementar estos procesos con la aplicación posterior de una post-oxidación, formando en la superficie de la capa de compuestos una especie de mezcla de magnetita y spinel (óxidos densos y compactos). Esta combinación de tratamientos realizados en la línea de producción, proporciona una alta resistencia al desgaste y a la fricción, junto a una elevada resistencia a la corrosión.

Algunos procesos patentados como el Oxynit opera entre los 350 y 450 °C donde los compuestos sulfurosos del Sur-Sulf por ejemplo, se transforman en óxidos negros de Fe_3O_4 de elegante presentación y alta resistencia a la corrosión.





BORACIÓN EN BAÑOS SALINOS

Es un proceso de menor aplicación que los anteriores y se fundamenta en la acción combinada de

temperaturas altas aprox. 900 °C, junto a un agente químico portador de "iones" de boro (bórax comercial) fundido, junto a ciertos metales como Ca, Mg, Al, etc que ayudan en la disociación del boro para obtener boro activo, se pueden obtener durezas de hasta 1.100 HV y capas de 100 µm.

Se forma una capa blanca borada formada por Fe_2B de granos columnares, se debe intentar evitar se forme el FeB de características frágiles.

Posteriormente a este proceso se pueden templar las piezas, tambien en baños salinos para no oxidar la superficie, produciéndose una interesante difusión del proceso.

Naturalmente uno de sus grandes inconvenientes es no poder controlar las futuras deformaciones del temple, con lo que eventuales retoques o rectificados eliminan la capa borada.

CONCLUSIONES

Las nuevas tecnologías desarrolladas en las nitrocarburaciones salinas, con y sin aportación de sulfuros y/o post oxidaciones posteriores, presentan las ventajas de las bajas temperaturas de los procesos 520-550 ° C, unos tiempos relativamente cortos y unas altas durezas en superficie, por su baja Tª se puede conjugar con el revenido en ciertos aceros, que no se vean afectados por la dureza.

Se pueden aplicar en las aleaciones ferrosas como aceros, fundiciones y aleaciones pulvimetalúrgicas, en ciertas piezas pueden sustituir a la cementación o carbonitruración, incluso al temple por inducción y flameado. También en ciertos recubrimientos de Ni químico, cromo duro, dicromatados, etc para incrementar las características resistentes y a la corrosión.

Postizos, correderas, punzones y matrices de forja, moldes iny. aluminio, reductores, sinfines de dirección, camisas de motor, balancines, cigüeñales, rótulas, árbol de levas, etc. son un ejemplo de piezas nitrocarburadas.

PROCESOS EN ATMÓSFERA GASEOSA

Los primeros procesos de nitruración en gas, contemplaban procesos muy largos de hasta 60 horas a temperaturas de unos 520 °C, se conseguían capas porosas y heterogéneas con mezcla de nitruros épsilon y gamma prima, mediante la disociación de gas amoníaco.

Actualmente proliferan varias tecnologías de Nitrocarburación gaseosa, que siguen basándose en esta disociación: $2NH_3$ ------ $2N + 3H_2$ pero que con adiciones controladas de ciertos gases CH_4, CO_2,etc. aceleran el proceso con una duración entre 2 y 4 horas normalmente, produciendo una capa rica en carbonitruros de los elementos de aleación.

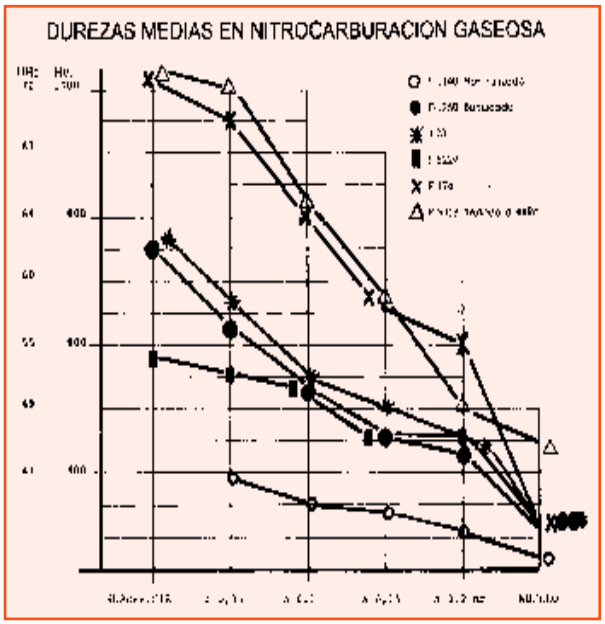
La capa superficial de compuestos puede alcanzar hasta unas 30 µm siendo de tendencia monofásica $Fe_{2-3}N$ menos frágil, mientras que la profundidad total de capa (compuestos + difusión) suele alcanzar hasta los 0.2 mm.

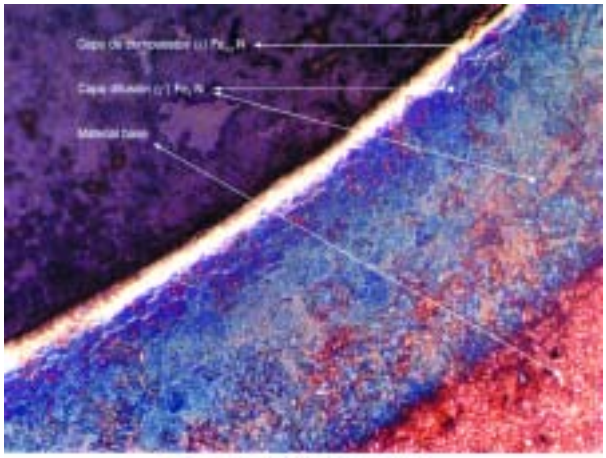
La rápida difusión del N y algo de C en superficie del acero, forma nitruros y carbonitruros de los elementos como: C, Fe, Cr, Al, Mo, etc.

Al igual que en los procesos salinos, se mejora la resistencia superficial al desgaste y fatiga, disminuyendo el coeficiente de rozamiento en comportamientos cohesivos y dado las bajas temperaturas 520 – 550 °C no se producen casi deformaciones en las piezas acabadas.

Las ventajas respecto a los procesos de sales son enormes:

— No precisa posterior limpieza, mejores acabados.
— Posibilidad de capas más profundas.
— Elevada producción de piezas con poca mano de obra.
— Repetibilidad en los procesos.





Capa nitrurada x 400 (NITROVAC®)

PROCESOS DE NITRURACIÓN EN VACÍO

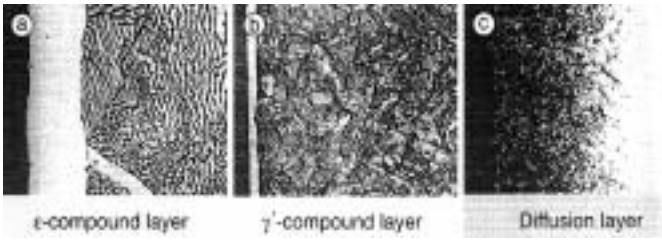
La nitruración iónica es un moderno proceso realizado en vacío y está basado en utilizar las descargas iónicas como generadores de reacciones químicas.

En el cátodo (solera) de un horno de vacío, se colocan las piezas a tratar y bajo la presión parcial de algunos bars de presión, se introduce el gas elegido (NH3 ó mezclas), se aplica una diferencia de potencial V y se produce entre el ánodo y las piezas, un plasma luminiscente que envuelve a las piezas. Los iones activos aportan las calorías necesarias para el calentamiento, además de alcanzar la temperatura de difusión de los nitruros.

Las principales mejoras de este proceso respecto a las nitrocarburaciones gaseosas son un excelente acabado, menores deformaciones, mayor homogeneidad en la zona de compuestos, etc. Por el contrario tiene los inconvenientes del elevado coste de la instalación, así como precisar masas homogéneas y superiores exigencias de preparación.

Recientemente se dispone de una tecnología con los mismos principios pero más avanzada, es la nitruración Pulse-Plasma con técnicas de vacío, que permite modificar la composición superficial de las piezas mediante la difusión de uno o más elementos nitrurantes, permite crear la capa más adecuada al fin destinado para el útil, con un superior control en la formación de las dos capas, las de compuestos y difusión.

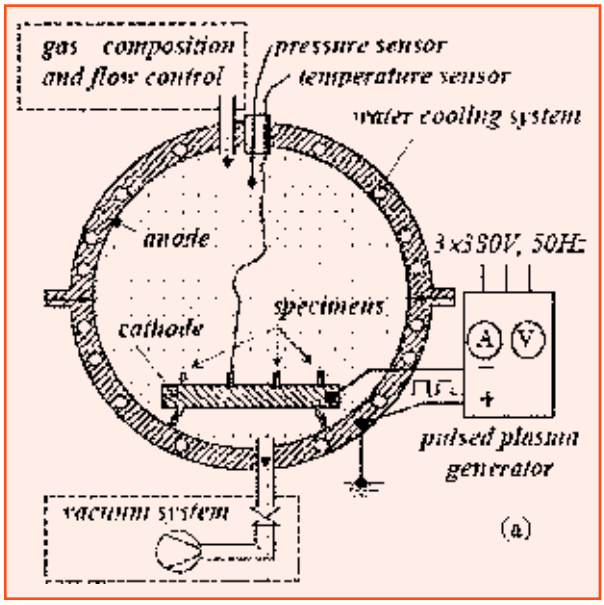
Mediante esta moderna variante se solucionan por ejemplo algunos problemas del "sobrecalentamiento" por exceso de nitruros en zonas débiles, ángulos y bordes de piezas que entrañan excesiva fragilidad, mediante las técnicas de Pulse-Plasma se originan microcortes del orden de microsegundos de la energía del calentamiento, que reducen la frecuencia en la formación del arco, limitando la energía disipada sobre la pieza. Esta tecnología permite la nitruración de los aceros inoxidables.



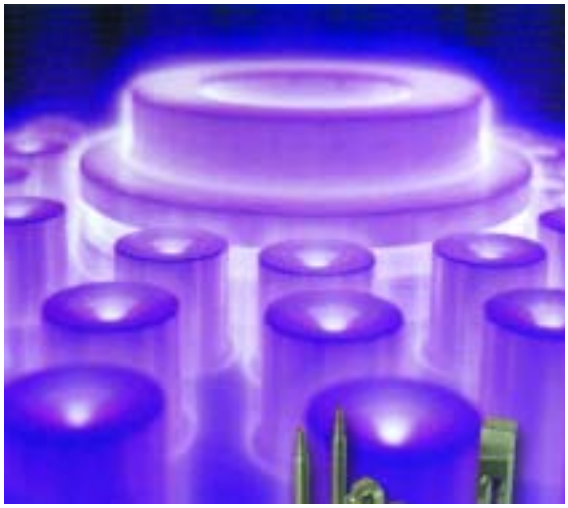
capas a medida con la tecnología pulse plasma

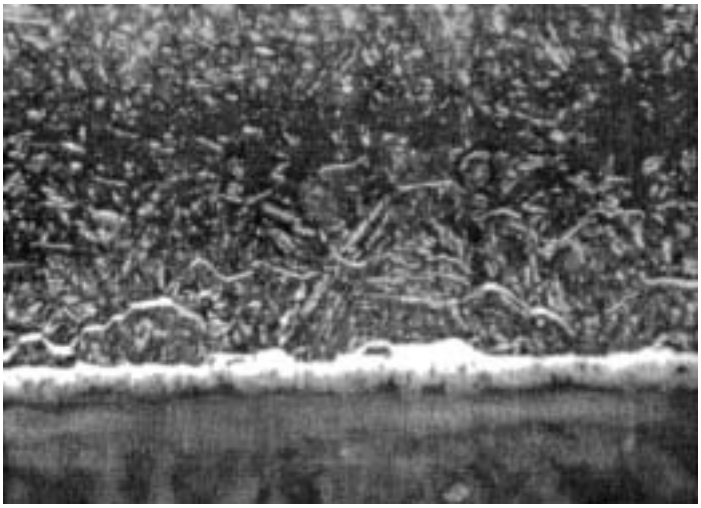
CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPAS

a) Gran tamaño de capa blanca dura de compuestos, ideal para aplicaciones que sufran elevado desgaste y fricción.
b) Capa blanca de menor tamaño, para aplicaciones que sufran desgaste con presión o golpes.
c) Nitruración sin capa blanca ideal para aplicaciones que no requieran tan alta resistencia al desgaste, pero sí altas solicitudes de compresión.



Esquema instalación nitruración bajo plasma pulsante y de la "ionización" de la mezcla de gases, que envuelve a las piezas bajo un campo eléctrico.





Capa "ionitrurada" en un acero para trabajo en caliente trat. alcanzando una dureza de 1.100 HV 0,3 Kp. Se observa la presencia de nitruros en las dos capas. X 500.
Imágenes y microestructuras cedidas gentilmente por Vacutrem SA.

El efecto ángulo, problema bastante normal por la concentración de nitruros en las zonas débiles, como se puede ver en la fig. 1 con las nitruraciones clásicas incluso bajo vacío, que pueden llegar a redondear/deformar la superficiee, se soluciona con la tecnología del Pulse Plasma bajo técnicas de vacío (fig. 2), que mediante los microcortes de energía se pueden controlar el calentamiento y distribución de los nitruros en la superficie.

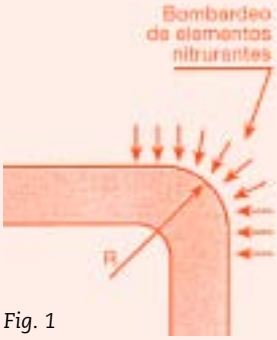


Fig. 1

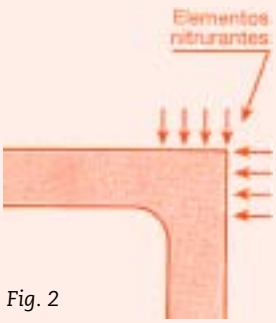
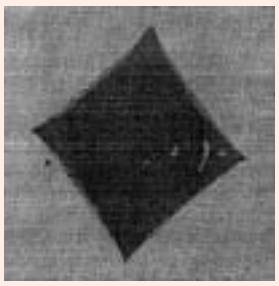


Fig. 2

Además mediante este proceso la tenacidad de la capa se encuentra mejor garantizada, sin producir distorsiones ni deformaciones pudiéndose ver, una imagen más clara y nítida de la huella Vickers.



Corrección de la concentración de nitruros (Boletín técnico Ind. TEY).

La aplicación de procesos de nitruración iónica + Post oxidación realizados bajo plasma, es una alternativa cada vez mas aplicada que mejora las prestaciones de los procesos con estas tecnologías.

La oxidación después de la nitruración es un proceso ampliamente conocido, que mejora las características tribológicas y la resistencia a la corrosión de la capa superficial de las piezas nitruradas y alargando su vida productiva.

— Ausencia de corrosión de las superficies pulidas a espejo.
— Sin variación de la rugosidad superficial de la pieza base.
— Ventajas tribológicas sin necesidad de pulido intermedio.
— Especialmente indicado para los aceros aleados de herramientas.

3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES POR DEPOSICIÓN

DEPOSICIONES EN FASE VAPOR

En los últimos años se ha producido un avance importante en los procesos de deposición al vacío de carburos, nitruros y carbonitruros (TiN, TiCN, TiC, CrN, ZrN, etc), sobre aleaciones férreas y no férreas. Estos recubrimientos mejoran notablemente la resistencia a corrosión, al desgaste y abrasión de aceros para herramientas de corte previamente tratados.

Moderna instalación de ionitruración "Pulse Plasma" con Xarxa activa gentileza de Vacutrem SA, tecnología de vanguardia en la UE.

Los procesos más aplicados son CVD (Chemical Vapor Depositión) y el PVD (Phisical Vapor Depositión).

CVD es una deposición por vía química a 900-1.000 °C que se realiza en un reactor cerrado, previamente se realiza un grado de vacío elevado y el compuesto duro depositado se forma especialmente a partir de un precursor metálico. La reacción tiene lugar dentro de una nube gaseosa de halogenuros, hidrocarburos, etc, admitiendo cargas densas y heterogéneas.

$$TiCL4 + CH4 \text{ ---------- } TiC + 4CIH$$

(Reacción tipo en el recubrimiento de Titanio)

Transcurrido el tiempo necesario para conseguir el espesor de capa deseada normalmente de unas 20 Ìm., las piezas se enfrían en el reactor hasta la Tª de descarga, posteriormente se realiza el temple y revenido si el substrato es un acero, pero debe hacerse en vacío para evitar la oxidación de los compuestos formados, naturalmente pueden existir problemas en la deformación de ciertos útiles de geometría complicada. Los compuestos más aplicados son TiC, TiCN, TiN.

PVD es una deposición por vía física en fase vapor, consiste en evaporar un metal puro en la cámara del reactor, donde se ha producido previamente un alto vacío.

El metal evaporado es ionizado y proyectado a las piezas mediante una diferencia de potencial entre la cámara y las piezas.

Las piezas precisan de un acabado y preparación cuidadosa, se precalientan antes de alcanzar su temperatura final de 500-520 °C, esta temperatura se puede complementar con la de revenido en algunos aceros para herramientas, este proceso se aplica en aceros muy aleados y previamente templados.

A estas temperaturas no existen deformaciones y las capas obtenidas son algo inferiores 10-15 Ìm, a las del proceso CVD, se precisan cargas homogéneas y en movimiento dentro del horno de vacío, y muy baja presión para formar el recubrimiento por condensación del vapor del metal o compuesto.

Las capas obtenidas mediante estos procesos PVD son mucho más cortas que en las Nitruraciones, pero mucho más duras hasta 3000 HV y también más caras.

Mejoran extraordinariamente el coeficiente de fricción y retrasan las microsoldaduras ante un comportamiento cohesivo, algunos procesos como CrN aportan mejor resistencia a la corrosión y oxidación en caliente.

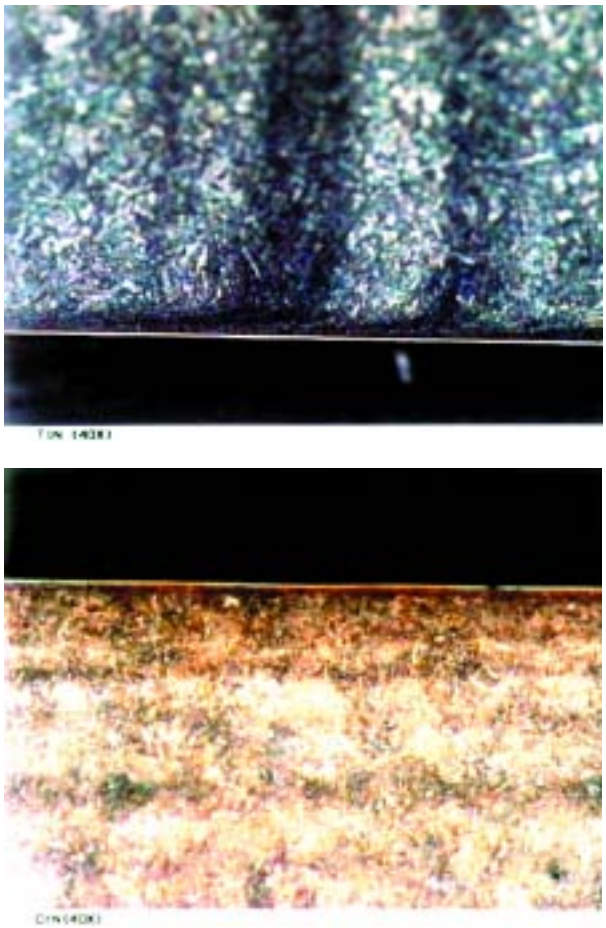
TIPO COLOR	DENOMINACION	APLICACIONES
TIN Amarillo	Nitruro de Titanio	Mecanizado por arranque de viruta, punzonado, estampación en frío, plegado, embutición, extrusión, inyección de plástico, implantes e instrumentos quirúrgicos.
TIN Plus Amarillo	Nitruro de Titanio	
TICN Multicapa Gris azulado	Carbonitruro de Titanio	Mecanizado por arranque de viruta de materiales de baja mecanibilidad, mecanizado para molde y fundición, punzonado.
ALTIN Mono capa Negro	Aluminio Nitruro de Titanio Mono capa	Mecanizado por arranque de viruta de materiales de baja mecanibilidad, mecanizado de materiales templados aceros inoxidables, fundiciones y aleaciones de titanio, mecanizado en seco o con lubrificación restringida, mecanizado de alta velocidad, en forja y estampación en caliente.
ALTIN Multi capa Negro	Aluminio Nitruro de Titanio Multi capa	
CrN Gris	Nitruro de Cromo	Mecanizado de plásticos con carga mineral, mecanizado de aluminio embutición, plegado de chapa gruesa, inyección de caucho y plástico, sobre piezas de desgaste. Permite aplicar capas gruesas.

Gentileza de SOHETRASA.

propiedades	recubrimientos					
	TiN	TiCN	AlTiN	ZrN	CrN	W-C:H
Dureza HV	2500 +/- 400	2800 +/- 300	2900 +/- 400	2500 +/- 300	2100 +/- 300	1250 +/- 250
Temp. de Oxidación ºC	500 +/- 50	400 +/- 50	800 +/- 50	450 +/- 50	650 +/- 50	350 +/- 50
Coeficiente de fricción µ	0,65 - 0,70	0,45 - 0,60	0,55 - 0,65	0,65 - 0,70	0,50 - 0,60	0,15 - 0,30
Ductilidad	buena	suficiente	suficiente	suficiente	muy buena	buena
Color	oro	gris	antracita	oro luminoso	gris	negro

Tabla gentileza de AIN.

En el campo de los moldes para inyección de materias plásticas, los procesos de PVD preferentemente el TiN, reduce la adherencia del plástico fundido en los husillos, inyectores y las boquillas. La fuerza del desmoldeo se reduce como consecuencia de la poca afinidad físico-química, que presentan los plásticos con los recubrimientos, mientras que confiere una gran dureza frente a las acciones abrasivas de ciertos aditivos y fibras de refuerzo. Finalmente algunos compuestos como el CrN son especialmente indicados, ante los fenómenos de corrosión de los plásticos conteniendo cloruros y fluoruros.



Capas depositadas TiN y CrN en moldes para plástico.

3.1 RECUBRIMIENTOS ESPECIALES

IMPLANTACIÓN IÓNICA

Gran número de procesos avanzados están basados en el bombardeo iónico. Los iones son átomos cargados eléctricamente por la pérdida de un electrón, esto es necesario para acelerarlos y localizarlos mediante campos eléctricos y magnéticos.

En función de la energía con la que los átomos llegan a la superficie, ocurren procesos y respuestas distintas: Con energías bajas de aprox 10 V de aceleración, los átomos se depositan en superficie y se crea un recubrimiento; para aceleraciones superiores sobre los 500 V, se produce una pulverización de la superficie, que puede utilizarse como limpieza o para evaporar materiales para recubrimientos; finalmente para energías superiores del orden de los 100.000 V, los átomos se incrustan y penetran dentro de la superficie hasta las 0.2 micras, estamos ante un proceso de implantación iónica.

(Continuará)

Algunas consideraciones sobre los aceros para herramientas utilizados en la construcción de moldes para la fundición a presión o inyectada (Parte 1)

Por Manuel Antonio Martínez Baena y José María Palacios Repáraz (†)

1. INTRODUCCIÓN

Entre los métodos de fundición que más se utilizan en la fabricación de grandes series destaca la fundición a presión o inyectada, con la que se obtienen piezas de metales no férreos, sobre todo aleaciones de aluminio y magnesio, de excelente acabado superficial y tolerancias dimensionales muy precisas.

Una de las características principales de este procedimiento es el empleo de un molde metálico permanente que, no sólo significa un aspecto fundamental en la economía del proceso, sino que también, por su carácter de molde que no se destruye, facilita la posibilidad de obtener grandes series de piezas idénticas.

Es, por tanto, sumamente interesante una adecuada elección del acero para la construcción del molde correspondiente. Como dato orientativo se puede decir que un molde para fundición a presión o inyectada, de complejidad media, el coste representativo del acero [Cr-Mo-V] empleado sería del 5 al 6% del coste total del molde, con un gasto adicional del 2 al 3% para el tratamiento térmico.

Está claro, pues, que en la construcción del molde se debe prestar atención al concepto acero, ya que con un pequeño aumento de inversión en la compra del acero, se puede mejorar considerablemente la vida del molde y, en consecuencia, la rentabilidad total del mismo.

El acero utilizado para la construcción del molde es siempre un acero de herramientas, de los llamados ¨para trabajos en caliente¨, cuya clase y composición depende de numerosos factores, pero siempre tiene algunas particularidades que lo distinguen.

Ha sido espectacular el desarrollo de la fundición a presión o inyectada, a lo largo de estos últimos 30 años, ya que en el ámbito industrial ha alcanzado un volumen de consumo superior al del sector de forja y estampación; y es, por tanto, un gran e importante cliente en el sector de aceros para trabajos en caliente.

2. CARACTERÍSTICAS QUE SE PRECISAN EN LOS ACEROS DESTINADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE MOLDES Y DE COMPONENTES PARA LA FUNDICIÓN A PRESIÓN O INYECTADA

Al observar el funcionamiento de una máquina de fundición a presión o inyectada, el examen de la misma, fácilmente, conduce a definir qué exigencias se necesitan en los aceros destinados a la construcción de los componentes y molde correspondiente; figura 1. Deducimos que los moldes, en un principio, deben resistir fundamentalmente: la erosión, el choque térmico y la fatiga que se originan por la acción del metal fundido al incidir sobre la superficie de trabajo. Que tales acciones son debidas a los ciclos de calentamiento-enfriamiento, a las altas temperaturas y a las elevadas presiones puestas en juego.

Pero no hay que olvidar, por otra parte, el proceso de fabricación y de mecanizado del molde. Para fa-

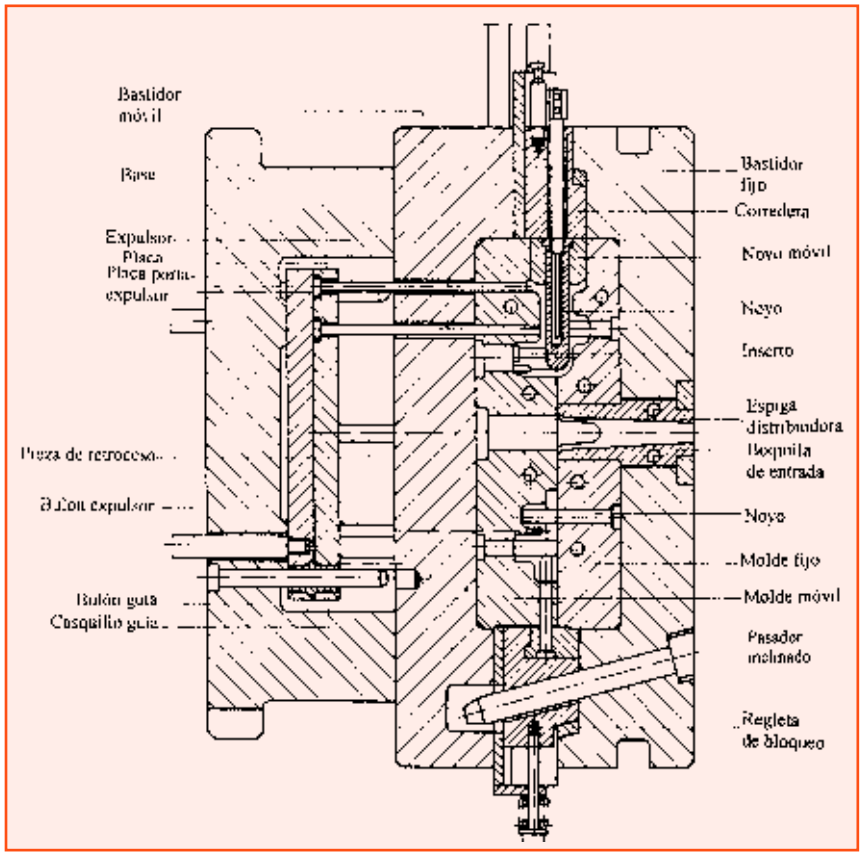


Figura 1. Sección esquemática de un molde de fundición a presión o inyectada.

cilitar tal operación, el acero ha de ser, relativamente, fácil su maquinado y de tratamiento térmico sencillo y seguro; con lo cual se evitarán grandes distorsiones, deformaciones y el peligro de posibles agrietamientos.

No hay acero de herramientas para trabajos en caliente que cumpla, de manera absoluta, con todos estos requisitos; por lo que, generalmente, es necesario llegar a un compromiso para la elección y selección de aquel acero que ofrezca el mayor y mejor conjunto de buenas características. Igualmente se ha de pensar en una buena homogeneidad estructural y una ausencia total de inclusiones y defectos internos y superficiales. Todo ello involucrado con la exigencia general de una alta calidad metalúrgica, común a todos los aceros de herramientas, fundamentada en una fabricación correcta y cuidadosa, donde necesariamente se exigen controles exhaustivos a lo largo de todo el proceso de elaboración del acero.

Por regla general, la fatiga térmica es la causa del mayor número de roturas en los moldes de fundición a presión o inyectada, fundamentalmente, ocasionado por las tensiones originadas al dilatarse y contraerse la superficie del molde en servicio.

En el contacto del metal líquido con el molde, se produce una repentina elevación de temperatura en la superficie del mismo. Debido a ese calentamiento de la superficie, ésta tiende a dilatarse, pero, tal acción es impedida por el núcleo y resto de material del molde que está relativamente más frío. En los ciclos de calentamiento y enfriamiento rápidos del molde en su continuo trabajado en caliente, se producen tensiones superficiales, figura 2, –de expansión y contracción– que dependen del mayor o menor gradiente de temperatura entre la superficie y el núcleo de la herramienta en servicio. Por tanto las variaciones cíclicas pueden ser y son las responsables de un acortamiento en la vida útil de las herramientas.

Dentro de una capa muy fina próxima a la superficie del molde las tensiones térmicas pueden exce-

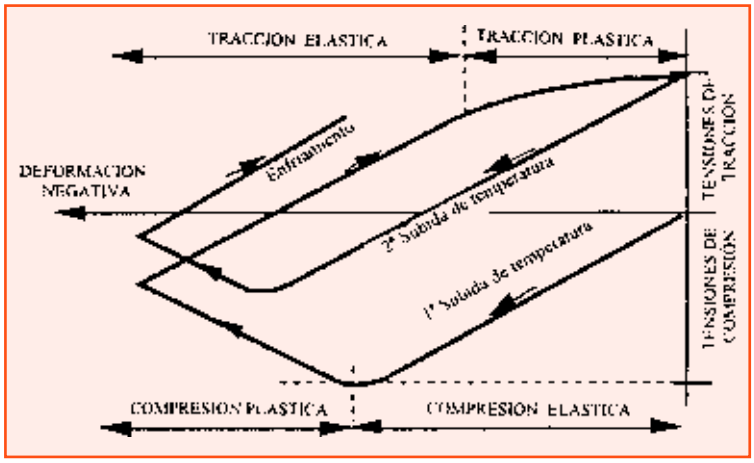


Figura 2. Mecanismo de fatiga térmica. Evolución de las tensiones y contracciones de carga superficial.

der el límite de fluencia del acero correspondiente; tensiones que dan lugar a deformaciones plásticas. Los cambios cíclicos de temperatura en la superficie del molde originan expansiones y contracciones térmicas. Estas tensiones cíclicas, de origen térmico, llevan a la formación de grietas por fatiga, denominadas grietas térmicas; figura 3. Así pues, con tensiones superiores al valor del límite elástico del acero a la temperatura de trabajo, la superficie activa del molde se deforma plásticamente. Cuando posteriormente la superficie se enfría más rápidamente que el núcleo del material aparecen de nuevo, como antes se ha indicado, tensiones lineales superficiales que producen deformaciones elásticas y, también, plásticas en esa superficie activa o de trabajo.

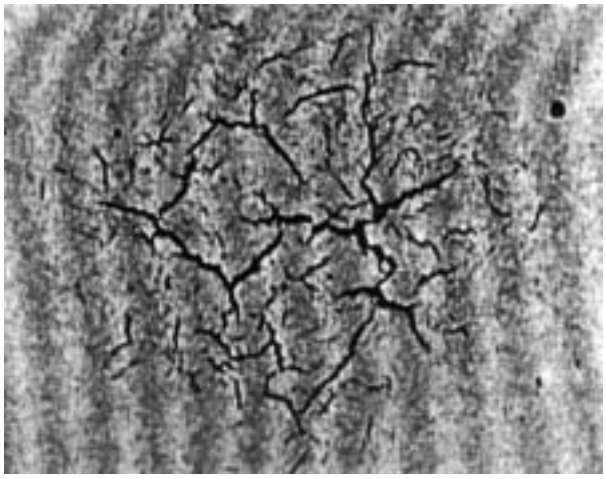


Figura 3. Típica grieta originada por fatiga térmica.

Por todo lo expuesto, consideramos que la formación de las grietas térmicas comienza localmente en las zonas superficiales de deformación plástica. Para evitar o retrasar, en el tiempo, la aparición de tales las grietas, se han de utilizar aceros que un alto límite elástico a la temperatura de trabajo; figura 4. La resistencia al choque térmico se puede relacionar directamente con la resistencia a la fatiga y el límite elástico del material correspondiente.

La tenacidad en caliente también ha de ser elevada para retrasar al máximo el crecimiento y propagación de las fisuras en el molde. Las grietas térmicas están asociadas, también, a la velocidad de rotura por fluencia –movimiento de las partículas de un material sometido a tensión y temperatura– que depende de las tensiones lineales a temperaturas elevadas. Esto se consigue utilizando aceros donde

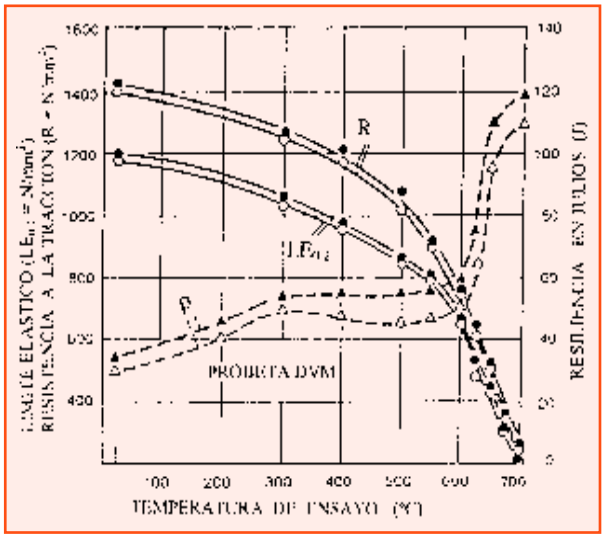


Figura 4. Resistencia (R) en caliente, límite elástico (LE0,2) y tenacidad (Ú) en caliente según la temperatura de ensayo. Acero X38CrMoV5.

se alcance una excepcional tenacidad, elevada dureza en caliente y una gran estabilidad térmica; figura 5 y 6. La velocidad de rotura por fluencia de un material, a una cierta tensión y temperatura, deberá ser lo más lenta posible.

Los factores que influyen en la resistencia a la formación de grietas térmicas superficiales en los aceros para trabajo en caliente, son:

- Elevado límite elástico.
- Alta tenacidad en caliente.

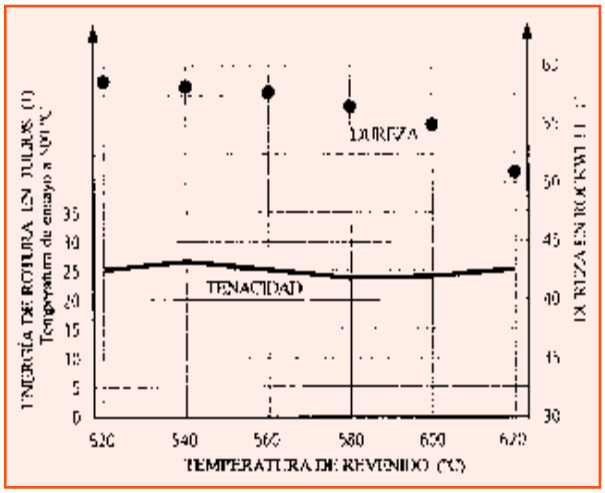


Figura 5. Tenacidad en caliente en función de la temperatura de revenido. Acero refundido (proceso ESR) de composición: C = 0,50%: Cr = 4,50%; Mo = 3% y V =0,55%. Ensayo Carpy con probeta entallada en U.

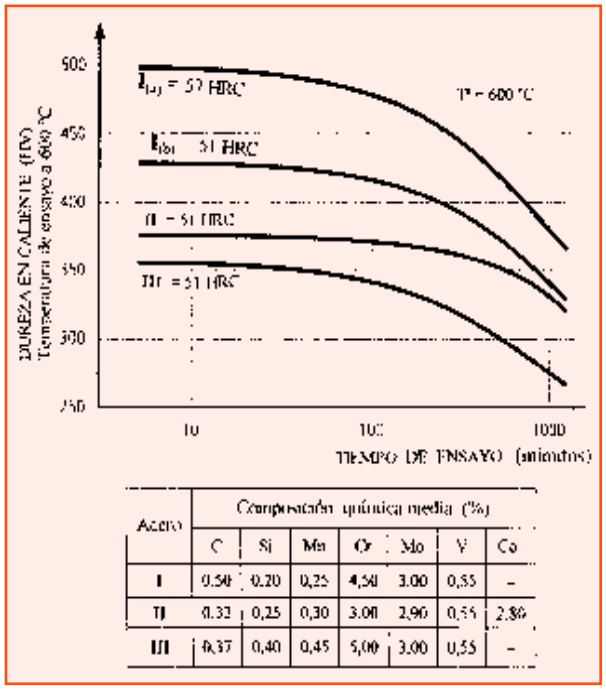


Figura 6. Dureza en caliente de temple y la influencia del tiempo a temperatura constante. Tres aceros de ¨nueva generación¨ para trabajos en caliente [Acero I refundido proceso ESR].

- Gran resistencia a la fluencia en caliente.
- Alto grado de limpieza metalúrgica: inclusiones.
- Gran homogeneidad molecular: estructura.
- Elevada conductividad térmica.

También la abrasión que origina el metal líquido sobre la superficie activa del molde en servicio, es otro motivo de graves problemas. La resistencia a la abrasión está relacionada con el nivel de dureza de la superficie del molde y, también, con la composición del acero con que se fabrica. Condiciones que dan lugar, después de temple y revenido del acero, a unas estructuras muy aceptables y correctas.

3. ACEROS MÁS UTILIZADOS Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ELECCIÓN

Hay una cierta unidad de criterios que ayuda a definir y caracterizar los aceros que mejor se prestan para la fabricación de moldes de fundición a presión o inyectada; tabla I.

No obstante debemos destacar el avance habido, en esta última década, en la tecnología de fabricación de los aceros para herramientas y de alta resistencia en general que ha abierto un nuevo camino en la fabricación de los moldes de fundición a presión o inyectada. Son los aceros que podemos denominar ¨aceros de nueva generación¨ cuya composición, normalmente, es de más alta aleación, y donde el proceso de elaboración del acero juega un papel importante; y, asimismo, las técnicas utilizadas en su fabricación –también en aceros de composición estándar– afectarán de una forma esencial a las propiedades mecánicas del mismo, figuras 7 y 8.

ACERO	Composición química (%)							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Otros
55NiCrMoV7	0,50 0,60	0,10 0,40	0,60 0,90	0,80 1,20	0,35 0,55	0,05 0,15	—	Ni 1,5 1,8
32CrMoV12.28	0,28 0,35	0,10 0,40	0,15 0,45	2,70 3,20	2,50 3,00	0,40 0,70	—	—
X37CrMoV5.1	0,33 0,41	0,80 1,20	0,25 0,50	4,80 5,50	1,10 1,50	0,30 0,50	—	—
X38CrMoV5.3	0,35 0,40	0,30 0,50	0,30 0,50	4,80 5,20	2,70 3,20	0,40 0,60	—	—
X40CrMoV5.3	0,35 0,42	0,80 1,20	0,25 0,50	4,80 5,50	1,20 1,50	0,85 1,15	—	—
50CrMoV13.15	0,45 0,55	0,20 0,80	0,50 0,90	3,00 5,50	1,30 1,70	0,15 0,35	—	—
X30WCrV9.3	0,25 0,35	0,10 0,40	0,15 0,45	2,50 3,20	—	0,30 0,50	8,30 9,50	—
X35CrWMoV5	0,32 0,40	0,80 1,20	0,20 0,50	4,75 5,50	1,25 1,60	0,20 0,50	1,10 1,60	
X38CrCoWV18.17.17	0,35 0,45	0,15 0,50	0,20 0,50	4,00 4,70	0,30 0,50	1,70 2,10	3,80 4,50	Co 4 4,5

Tabla I. Aceros aleados de herramientas para trabajos en caliente. Aceros tipo estándar más utilizados en la fabricación de moldes y componentes para fundición a presión o inyectada de metales no férreos. UNE-EN 4957/1999.

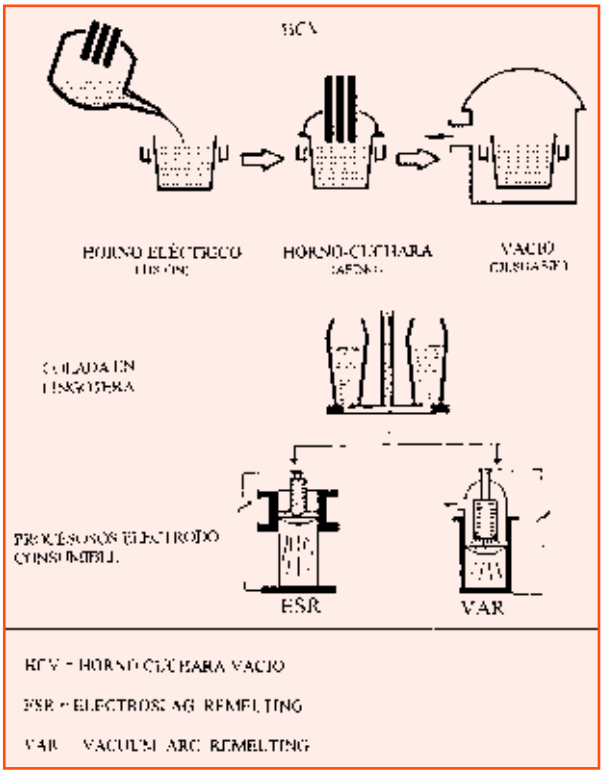
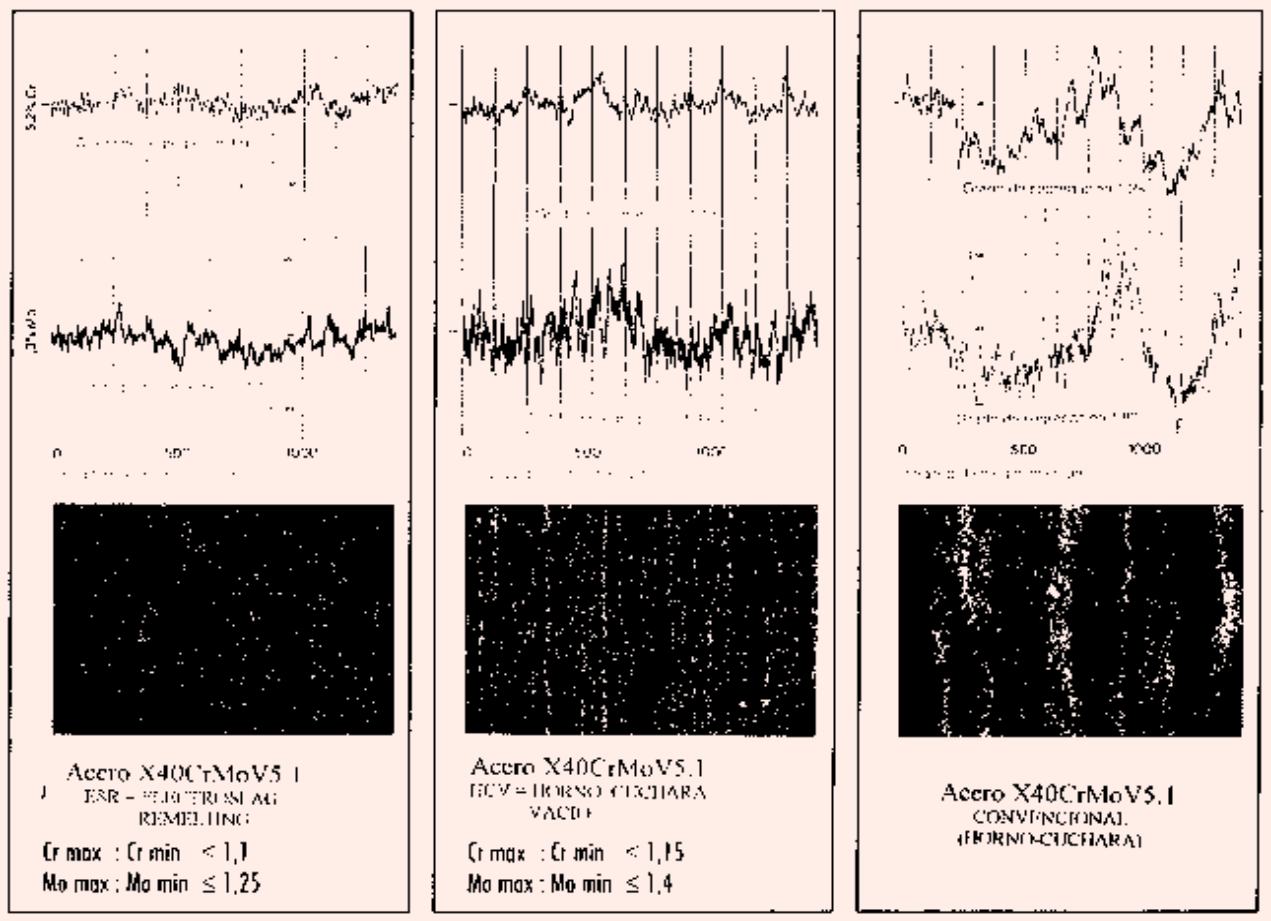


Figura 7. Esquemas de los procesos actuales en la fabricación de aceros de herramientas para trabajos en caliente. (1) Horno-Cuchara-Vacío: HCV; (2) Refusión bajo atmósfera electroconductora: ESR; (3) Refusión en horno de arco al vacío: VAR.

Volviendo a la selección del acero, hay una total unanimidad universal en la elección de un tipo de acero para moldes de fundición a presión o inyectada para aleaciones de aluminio y resto de ligeras: es el acero Cr-Mo-V [5% Cr, 1%Mo]. En cuanto a los aceros destinados, específicamente, para moldes de fundición de aleaciones de cobre, el asunto presenta más dificultades, ya que todavía no hay una total experiencia y los resultados habidos no son del todo convincentes. Bien es verdad que el clásico acero con 9% de volframio, X30WCrV9.3, puede constituir un material de excelente resultado en la mayoría de los casos.

Para la fundición a presión o inyectada de metales y aleaciones de bajo punto de fusión, el problema del

Figura 8. Evolución y comparación de las concentraciones de cromo (Cr) y molibdeno (Mo) y estructuras micrográficas de temple del acero X 40CrMoV5 según su proceso de fabricación [Böheler Edesltahl GmbH].



acero para la fabricación de moldes y componentes es más fácil, ya que se pueden utilizar aceros de composición estándar, análogas a las de algunos aceros de construcción, p.e: el acero 40CrMnMoS86. No obstante, la experiencia ha demostrado que empleando, igualmente, aceros de media y alta aleación se obtienen en todos los casos mejores resultados. Un ejemplo de ello, es la utilización del acero X37CrMoV5.1, recomendado para el aluminio y sus aleaciones, cuando se precisan grandes series de piezas.

4. FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DE LOS ACEROS QUE SE UTILIZAN EN LA FABRICACIÓN DE LOS MOLDES Y DE LOS COMPONENTES DEL MOLDE

Es un hecho constatado que el análisis de un acero no determina por sí sólo si este material dará lugar a un buen molde. Es la combinación del análisis químico, la técnica de fabricación en el horno y en la colada, el proceso de conformado y la reducción en forja y/o laminación, tratamiento térmico, etc., son los factores que determinan y fijan las características y propiedades del acero destinado a la fabricación de moldes y componentes para la fundición a presión o inyectada. Aunque el problema de la elección de tales aceros no es muy difícil, por el reducido número de aceros estándar normalizado a nivel internacional sin embargo, es conviene recordar una vez más, los factores que se deben tener en cuenta al elegir el acero para moldes.

A. Clase de aleación a moldear

Este es el criterio más simple y más importante a tener en cuenta. Factor éste que podríamos denominarlo: ¨temperatura a resistir¨; ya que, efectivamente, su diferenciación está relacionada con la temperatura de fusión de las diversas aleaciones de las que se han de moldear las piezas correspondientes.

B. Maquinabilidad

Generalmente el acerista, o almacén especializado, suministra todos los aceros de herramientas en estado de recocido globular y a una dureza máxima de 230 HB. El constructor del molde lo mecaniza, normalmente sin dificultad, a cotas muy próximas a las de acabado; a continuación se le realiza un sencillo recocido de eliminación de tensiones, producidas en el mecanizado. Posteriormente se mecaniza a cotas finales de acabado y, por último, se templa y se reviene a la dureza necesaria de trabajo.

En el caso de moldes y componentes para la fundición de metales y aleaciones de bajo punto de fusión, no se necesitan grandes resistencias debido a las relativas bajas temperaturas que sufre la superficie de trabajo del molde en cuestión. Aquí está el verdadero motivo de la importante aplicación de los aceros pretratados –temple + revenido alto–; tales aceros se suministran a una resistencia mínima y aproximada de 980 MPa [R = 980 ÷1080 MPa]. El mecanizado mediante arranque de viruta tiene cierta dificultad cuando se sobrepasan los 980 MPa de resistencia. Una condición fundamental, en la fabricación de moldes con aceros pretratados, es la perfecta distribución uniforme y regular de la resistencia en toda la sección de la pieza.

C. Molde y componentes de las máquinas de fundición

En realidad, las necesidades de aceros especiales para las máquinas de fundición a presión o inyectada no se centra únicamente en los moldes sino que abarca, también, a machos, piezas insertadas, vástagos de extracción, cámaras de presión, émbolos de presión, piezas deslizantes, guías, y un largo etc, tabla II.

No obstante, en cada caso se ha de estudiar la exigencia más importante, es decir, si se trata p.e. de problemas de fatiga térmica, de resistencia al desgaste, de erosión originada por el metal líquido, etc.

5. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Sin querer entrar en una amplia exposición sobre este tema, por no ser el motivo principal de este trabajo y por que sí creemos en la experiencia del sector tratamentista en nuestro país que es extraordinaria, tanto en lo que se refiere a técnicos como en las instalaciones. No obstante es preciso destacar la importancia de un tratamiento térmico correcto, y su influencia en el rendimiento de los moldes y en el de los componentes.

A pesar de ello nos vamos a permitir pasar revista a algunos detalles interesantes sobre el tratamiento térmico de aquellos aceros para la construcción de moldes que se suministran y mecanizan en estado de recocido.

PIEZAS Y COMPONENTES DEL MOLDE	Componentes y útiles para trabajar Al-Zn-Sn-Pb y sus aleaciones			Componentes y útiles para trabajar Cu y sus aleaciones		
	ACERO según norma EN/UNE	Valores orientativos de trabajo DUREZA/RESISTENCIA		ACERO según norma EN/UNE	Valores orientativos de trabajo DUREZA/RESISTENCIA	
		HB	N/mm²		HB	MPa
Bastidores	40CrMnMoS 8.6	290 ÷ 335	980 ÷ 1130	40CrMnMoS 8.6	290 ÷ 335	980 ÷ 1130
Insertos	X37CrMoV5.1 X40CrMoV5.3	375 ÷ 430	1260 ÷ 1460	X32CrMoV3.3 X36CrMoV5.3	350 ÷ 400	1180 ÷ 1360
Noyes	X37CrMoV5.1 X40CrMoV5.3	375 ÷ 430	1260 ÷ 1460	X32CrMoV3.3 X36CrMoV5.3	350 ÷ 400	1180 ÷ 1360
Corredera	X37CrMoV5.1 X40CrMoV5.3	375 ÷ 430	1260 ÷ 1460	X32CrMoV3.3 X36CrMoV5.3	350 ÷ 400	1180 ÷ 1360
Boquilla	X37CrMoV5.3 X40CrMoV5.3	410 ÷ 455	1400 ÷ 1550	X32CrMoV3.3 X36CrMoV5.3	350 ÷ 400	1180 ÷ 1360
Espiga distribuidora	X37CrMoV5.3 X40CrMoV5.3	410 ÷ 455	1400 ÷ 1550	X32CrMoV3.3 X36CrMoV5.3	350 ÷ 400	1180 ÷ 1360
Expulsor	X37CrMoV5.3 X40CrMoV5.3 X33CrV12.2.8	410 ÷ 455	1400 ÷ 1550	X40CrMoV5.3	410 ÷ 455	1400 ÷ 1455

Tabla II. Aceros estándar más utilizados en la fabricación de los principales componentes y útiles de un molde para fundición a presión o inyectada. Resistencia y dureza aproximada de los mismos.

5.1 Temple

Dado que la conductibilidad térmica de todos los aceros aleados para trabajos en caliente es reducida, el calentamiento a temperatura de temple se debe hacer escalonadamente; es decir, con una lentitud suficiente para que las tensiones producidas en el calentamiento no sean muy intensas. Con calentamientos rápidos existe el peligro de que se produzcan contracciones y grietas, en especial en aquellos moldes y en componentes de diseño complicado, que presentan diferencias muy acusadas de masa.

El tiempo de permanencia del material a temperatura de temple dependerá de la naturaleza del acero y de la mayor o menor dimensión de la herramienta. El tiempo ha de ser el mínimo para que, tras igualarse la temperatura, se disuelvan suficientemente los carburos y, también, la austenita disponga del suficiente carbono para un temple correcto.

El enfriamiento se ajustará al indicado para cada acero según sus diagramas TEC–transformación en enfriamiento continuo– teniendo siempre en cuenta la dimensión del molde o componente. Debido al peligro de la aparición de grietas por tensiones de temple, el enfriamiento hay que hacerlo en medios de temple pocos enérgicos; para ello se aconseja utilizar aceros con bajas velocidades de enfriamiento. Con estas recomendaciones se obtiene una muy pequeña modificación de medidas en las herramientas templadas.

La respuesta al temple del acero es importante en la medida en que está condicionada a la obtención de un elevado nivel de dureza, fijando los parámetros antes considerados: (1) composición química; (2) condiciones de austenización –temperatura y tiempo–; (3) dimensiones de la herramienta; y (4) medios de enfriamiento; figura 9.

El medio de enfriamiento está relacionado con la templabilidad del acero. La manera más completa para caracterizarla, como varias veces hemos expuesto en otros trabajos, consiste en asociar los criterios de dureza y de estructura para cada ley de enfriamiento. Para ello se utilizan las curvas de transformación en enfriamiento continuo del diagrama TEC de cada acero: como ejemplo tenemos el de la figura 10. En la figura 11 A y B, se han trazado las curvas de templabilidad de los aceros tipo estándar más utilizados para estos menesteres, y en la Tabla III se exponen sus temperaturas de tratamiento y durezas más comunes de empleo.

(Continuará)

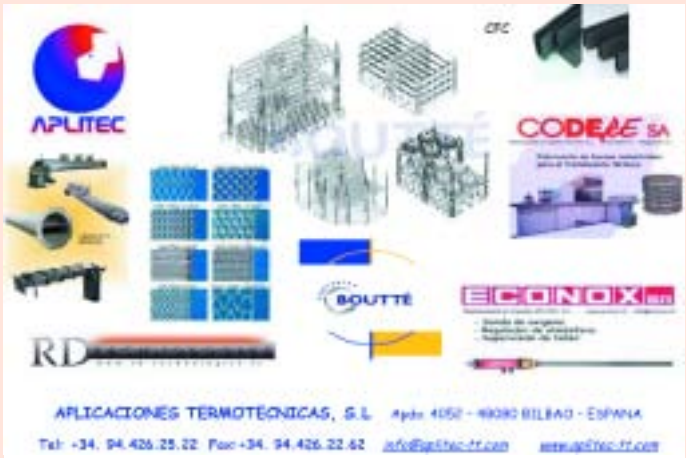
EMPRESA	Provincia	Control temperatura	Gases	Hornos de…	Lubricantes	Medidas	Microscopia	Quemadores	Refractarios	Software control	Útiles para hornos	Otros
ABELLO LINDE, S.A.	Barcelona		■					■				
ACEROS Y SERVICIOS INTEGRADOS, S.A.	Valencia			Distensionado, recocidos, tamaño del horno 6 x 2 x 1,5 metros								
ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.	Barcelona											Granalladoras de turbina, equipos de chorreado en seco, chorreado en húmedo vaqua, lavadoras y túneles de desengrase.
AFC - HOLCROFT	Suiza			Tratamiento térmico								
AFORA, S.A.	Barcelona			Mufla, tubulares, etc.								
AL AIR LIQUIDE	Madrid		■									
ANINGAS, S.A.	Barcelona											Calderas vapor y aceite térmico.
APLITEC, S.L.	Barcelona	■		Vacío, atmósfera controlada					■	■	■	Hornos de vacío para nitruración, temple gas y aceite, cementación, soldadura, brazing, horno atmósfera de temple aceite, sales, utillajes de fundición, mecanosoldado, cfc…
ARROLA, HORNOS Y SERVICIOS	Guipúzcoa			Tratamiento térmico								
BAUMER BOURDON HAENNI	Barcelona					■						
BIOMETA, S.A.	Asturias			Laboratorio			■					Equipos de preparación metalográfica, microdurómetros, análisis de imagen.
BOSCH REXROTH	Guipúzcoa											Sistemas de guiado y manipulación. Robots.
BRL	Barcelona											Rodamientos temperatura.
BÜRKERT CONTROMATIC, S.A.	Barcelona	■	■									Electroválvulas, válvulas de regulación, instrumentación y sistemas de control de gases de combustión.
CARBUROS METÁLICOS	Barcelona		■									
CERAMIFRAC, S.L.	Pontevedra								■		■	
CHEVRON ESPAÑA, S.A.	Madrid				■							Grasas.
COFI SPA	Italia			Tratamiento térmico								

EMPRESA	Provincia	Control temperatura	Gases	Hornos de…	Lubricantes	Medidas	Microscopia	Quemadores	Refractarios	Software control	Útiles para hornos	Otros
COMERCIAL DE INGENIERÍA DAGA	Madrid	■				■	■				■	
CONTRATER CONSULTING, S.L.	Madrid	■		Tratamiento térmico				■	■	■	■	
CRC INDUSTRIES IBERIA S.L.U.	Segovia				■							
DUGOPA, S.A.	Madrid	■		Tratamiento térmico	■	■		■	■		■	Hornos de crisol y reverbero, aislan tes.
ECLIPSE COMBUSTION, S.A.	Barcelona	■			■			■		■		
EIZEN, S.A.	Guipúzcoa											Tratamientos termoquímicos superficiales.
EKW GMBH	Alemania								■			Servicios de montajes y reparaciones para refractarios.
EMISON MEDI AMBIENT	Barcelona			Tratamiento térmico								
ENI	Vizcaya	■				■				■	■	Mantenimiento de instrumentación y control. Calibración de equipos. Instalación de control y automatismos de procesos. Sondas de temperatura y equipos de instrumentación.
ENTESIS TECHNOLOGY, S.L.	Barcelona	■		Nitruración, cementación		■				■		Resistencias eléctricas alta temperatura (MoSi2, CSi, metálicas…), fibras aislantes, sondas temperatura, reguladores, thyristores, registradores, analizadores de gases, sondas de oxígeno, automatización de hornos, pruebas de uniformidad de temperaturas (TUS -AMS27501), Calibraciones…
ESI GROUP HISPANIA, S.L.	Madrid											Software simulación.
EUROTHERM ESPAÑA	Madrid	■		Tratamiento térmico		■				■	■	Variadores de velocidad, registradores de papel y digitales, controladores de proceso. Tiristores.
FISA IBÉRICA, S.L.	Barcelona											Máquinas de limpieza industrial por ultrasonidos.
FLEXINOX, S.A.	Barcelona								■		■	Muflas, tubos radiantes, retortas, soportes.
FORNS HOBERSAL, S.L.	Barcelona	■	■	Tratamiento térmico					■	■	■	Hornos de vacío, temple, revenido, recocido, basculante cinta transportadora, atmósfera controlada, crisol. Alta temperatura 1.900 °C. Estufas alta temperatura 500 °C.

EMPRESA	Provincia	Control temperatura	Gases	Hornos de...	Lubricantes	Medidas	Microscopia	Quemadores	Refractarios	Software control	Útiles para hornos	Otros
GD APARATOS	Barcelona		■					■				
GHI - HORNOS INDUSTRIALES	Vizcaya			Tratamiento térmico								
GRUPO PIROVAL	Valencia			Todo tratamiento								Secaderos especiales.
HERAEUS, S.A.	Madrid			Secado								Hornos de secado. Hornos de secado de lacas y material inflamable. Hornos de vacío. Hornos de alta temperatura. Hornos de contínuo. Hornos anti-explosivos. Esterilizadores por aire caliente.
HINGASA	Vizcaya			Tratamiento térmico								
HORIBA JOBIN YVON	Madrid											Espectrómetros.
HORNOS ALFERIEFF (HEA)	Madrid			Industriales								Instalaciones térmicas para procesos productivos de la industria en general.
HORNOS DEL VALLES	Barcelona	■		Gas y eléctricos								Hornos para recocido, temple, revenido, soldadura, sinterizado.
HORNOS INDUSTRIALES PUJOL	Barcelona			Tratamiento térmico								
HORNOS Y METALES, S.A.	Madrid	■						■	■		■	Aislantes.
HOT												
HOUGHTON IBERICA	Barcelona											Aceites, polímeros y sales para el tratamiento térmico.
HWG	Guipúzcoa			Tratamiento térmico								Fabricación de equipos de tratamiento térmico.
INDUSTRIAS ELÉCTRICAS	Barcelona	■	■						■			Solución completa, desde una simple resistencia hasta el diseño y realización de cualquier unidad de producción térmica industrial, su control y regulación.
INFAIMON, S.L.	Barcelona	■					■			■		Cámaras térmicas.
INSTRUMENTOS TESTO, S.A.	Barcelona	■										Gases combustión. Instrumentos de medición. Medición puntual, transmisores y registradores de temperatura, humedad y presión diferencial.
INTERBIL	Vizcaya	■		Tratamiento térmico				■	■	■	■	
KROMSCHROEDER, S.A.	Barcelona							■			■	

EMPRESA	Provincia	Control temperatura	Gases	Hornos de...	Lubricantes	Medidas	Microscopia	Quemadores	Refractarios	Software control	Útiles para hornos	Otros
LAND INSTRUMENTS INT.	Madrid	■										
LAYFIL, S.L.	Vizcaya											Fabricante mangas filtrantes, cartuchos y jaulas para filtros de captación de polvo y gases.
NABERTHERM IBÉRICA, S.L.	Barcelona			Mufla, aire circulante, vagoneta						■	■	Hornos de baño salino, hornos de cuba, estufas de secado.
NEDERMAN IBÉRICA, S.A.	Madrid											Sistemas de extracción de alto y bajo vacío. Brazos de extracción, filtros y aspiradores. Enrrolladores.
OERLIKON LEYBOLD VACUUM SPAIN, S.A.	Barcelona											Bombas, sensores, conexiones y válvulas de vacío. Equipos de experimentación (sputtering, evaporador térmico, etc.).
OTTO JUNKER GMBH	Alemania	■		Inducción y de gas para fusión y tratamiento						■	■	
PIROVAT SISTEMAS, S.L.	Barcelona	■									■	Fabricación sensores de temperatura.
PRAXAIR ESPAÑA, S.L.	España		■									Cuadros de control de atmósferas para hornos. Instalaciones de gases.
PROYCOTECME, S.L.	Barcelona	■	■	Tratamiento térmico		■		■	■	■	■	Reparación, mantenimiento, automatización, modernización, traslado instalaciones, asesoramiento, compraventa hornos segunda mano.
REPRESENTACIONES EUROMAHER, S.L.	Álava											Robots.
ROLLED ALLOYS	Vizcaya											Suministro de aceros aleados termo resistentes destinados a la industria de tratamientos térmicos y fabricantes de hornos industriales.
SAINT GOBAIN IDAPLAC-IDAGLAS	Barcelona											Aislamientos térmicos y acústicos. Protección pasiva contra incendios.
SANDVIK ESPAÑOLA - DIVISIÓN KANTHAL	Barcelona								■		■	Resistencias, aislantes, transformaciones de hornos, análisis y simulaciones de procesos térmicos.
SEREETRON INFRARED, S.L.	Madrid	■										Pirómetros ópticos, cámaras termográficas, cuerpos negros de referencia.
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA, S.L.	Álava											Equipos para depurar aguas residuales. Decapado neutro de óxido de hierro.

EMPRESA	Provincia	Control temperatura	Gases	Hornos de...	Lubricantes	Medidas	Microscopia	Quemadores	Refractarios	Software control	Útiles para hornos	Otros
S.A. DE HORNOS AUTOMÁTICOS	Barcelona			Tratamientos secado				■			■	
SODECA, S.A.	Barcelona											Ventiladores industriales.
SULZER METCO	Madrid											Equipos para obtención recubrimientos.
SUMELCO TECHNOLOGIES, S.L.	Guipúzcoa	■								■		Módulos de comunicación de datos y alarmas vía Ethernet GPRS, módem. Pirómetros ópticos para medición de piezas, procesos de temperatura de acero, forja, fundición. Equipos datalogger para captura de datos en tiempo real con alta capacidad de muestreo y memorización de temperatura, señales analógicas-digitales. Comunicaciones Profibus.
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL	Vizcaya	■								■		Distribuidor instrumentación ABB. Distribuidor equipos inalámbricos Wisensys.
TALLERES DE PLENCIA	Vizcaya	■		Tratamiento térmico								
TECNYMAT ACEROS, S.L.	Vizcaya							■			■	Aceros refractarios y productos de fundición.
TECRESA - TÉCNICAS DE REFRACTARIOS	Vizcaya								■			
TIERRA TECH, S.L.	Cantabria											Equipos y sistemas de limpieza por ultrasonidos.
TOTAL ESPAÑA, S.A.U.	Madrid				■							
TRATAMIENTOS TÉRMICOS BADÍA, S.A.	Barcelona											Tratamiento térmico del acero: temple, cementación, carbonitruración, etc.
UNIFRAX LIMITED SUCURSAL EN ESPAÑA	Madrid											Fibras aislantes para alta temperatura.
VERICOS, S.A.	Navarra				■							
WD-40 COMPANY, LTD.	Madrid				■							Marcas: WD-40 y 3 en uno.
WHEELABRATOR GROUP	Barcelona											Maquinaria para tratamiento de superficies (granalladoras, chorreadoras, acabado por vibración) que engloba el tratamiento térmico.


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

B.M.I.
El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío
Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL: 94.426.25.22 FAX: 94.426.22.62

Flexinox
www.flexinox.com
ESPECIALISTAS EN LA FABRICACIÓN DE
ELEMENTOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO Y RECAMBIOS
EN ACEROS REFRACTARIOS
TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS
REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRACTARIAS)
Representante para España de la marca AUBE-LINDBERG
FLEXINOX, S.A.

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

ROLLED ALLOYS
Especialistas Globales en Suministro de Aceros Aleados Resistentes al Calor
• Centro de Servicio con 50 años de experiencia, especializado en el suministro de aceros aleados termo resistentes destinados a la industria de tratamientos térmicos y fabricantes de hornos industriales.
• Chapa, Formato, Barra, Tubo, Metal Expandido y material de aportación para soldadura.
• Calidades: RA 330®, RA 333®, 310S, 253 MA, 800 H/AT, 446, 321, 601, 600, 602 CA.
• Instalaciones de Proceso: Corte por Láser, Plasma, Cizalla y Chorro de Agua.
• Suministro de piezas completas y corte a medida o bajo plano.
• Empresa certificada ISO 9001; 2000; AS9100
ROLLED ALLOYS (UK)
Walker Industrial Park,
Guide, Blackburn,
Lancashire, BB1 2QE
www.rolledalloys.com
email: sales@rolledalloys.co.uk
ROLLED ALLOYS IBERICA
C/Lauaxeta Oterkaria 40D
48100 Mungia - Vizcaya
iarrien@rolledalloys.co.uk
Movil: 667 70 14 05
Tel.: 94 657 33 80 - Fax: 94 658 51 89
www.rolledalloys.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.proytecme.com

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

tecnopiro
.com
-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

EUCON

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

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

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

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

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.

Telf. 93 246 10 00 - 93 246 16 01
E-mail: info@aymsa.com
www.aymsa.com

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

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

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

Interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

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

www.interbil.es

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

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

Tecymat Aceros, S.L.

AFE CRONITE TECHNOLOGIES

AFE

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

AFE Cronite Technologies - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 945 293 400 - Fax: 945 293 145
E-mail: M.GARCIA@afecronite.com - www.afecronite.com

METALOGRÁFICA DE LEVANTE S.A.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

SERVICIO Y CALIDAD

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

S. A. METALOGRAFICA

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

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

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

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

COMERCIAL
SATEC
PINTURAS PROTECTORAS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS "CONDURSAL"
ACEITES RÁPIDOS DE TEMPLE "DURIXOL"
• POLÍMEROS DE TEMPLE, "SERVISCOL Y POLYQUENCH"
• AGENTES LIMPIADORES, "SERVIDUR"
• ACEITES ANTICORROSIVOS Y PAVONADO, "SERVITOL"
COMERCIAL SATEC, S.L.
P.A.E. ASUARAN Edificio Enekuri, nave 9 • 48950 ERANDIO (Vizcaya)
Tel: 94 471 16 63 • Fax: 94 471 17 41
info@comercial-satec.com • www.comercial-satec.com

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

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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

testo
testo 6681
Instrumentos y sondas de medición portátiles y electrónicos, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros:
• Temperatura
• Velocidad
• Presión
• Humedad
• Emisiones
• Calidad del aire interior (CO_2)
• Analizadores de productos de la combustión
• Medidor calidad aceite de cocinar
• Análisis de agua
• Luz/Sonido
• rpm
Instrumentos testo S.A. - Zona Industrial c/B nº 2 - 08348 Cabrils (Barcelona)
Tel. 93 753 85 20 - Fax: 93 753 95 26 - www.testo.es - info@testo.es

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

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

EMPLEO

Joven de 32 años de Hondarribia (GUIPÚZCOA) con experiencia en ventas, busca trabajo de COMERCIAL en el País Vasco, en el sector metalúrgico.

Disponibilidad total para viajar.

Interesados contactar:
benarrochjr@hotmail.com

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

INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA . . 54
ACEMSA 55
AFE CRONITE 17
APLITEC 27
ARROLA 23
BAUTERMIC 25
BMI 53
COFI 5
COMERCIAL SATEC 55
ENTESIS 25
EUCON 13
EUROSURFAS 15
FLEXINOX 53
HORNOS ALFERIEFF . . . . . PORTADA
HORNOS DEL VALLES 53
HORNOS IND. PUJOL . . . . . Contraportada 2
INDUSTRIAS TEY 53
INSERTEC 55
INSTRUMENTOS TESTO 55
INTERBIL . . . . . Contraportada 4
KANTHAL 19
KROMSCHROEDER 3
LIBRO TRATAMIENTOS TERMICOS 11
MIDEST 9
PROYCOTECME 53
REVISTAS TECNICAS . . . . . Contraportada 3
ROLLED ALLOYS 53
S.A. METALOGRÁFICA 46
SUMINISTROS Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 55
TALLERES DE PLENCIA 53
TECNYMAT ACEROS 23
TRATAMIENTOS TERMICOS ESPECIALES 55
UNIFRAX LIMITED 7

Próximo número

NOVIEMBRE

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.