nos centramos en el producto

SECO/WARWICK GROUP

Equipo de procesamiento de calor

SECO/WARWICK · SECO/WARWICK Thermal · SECO/WARWICK ALLIED

www.secowarwick.com.pl · www.secowarwickthermal.com.pl · www.secowarwick.de · www.secowarwick.com
www.retechsystemsllc.com · www.alliedfurnaces.com · www.swretech.com.cn

TRATER PRESS

TRATER Press

DICIEMBRE 2012 • Nº 32

REVISTA DEL TRATAMIENTO TERMICO

www.pedeca.es

SOLO Switzerland

www.soloswiss.es

Instalaciones de tratamientos térmicos con atmósfera controlada

Hornos continuos,Tipo 322

Línea de hornos de campana,Tipo Profitherm 80

SOLO Swiss Group

SOLO — Instalaciones de tratamiento térmico — www.soloswiss.com

Thermic Service — Mantenimiento — www.thermic-service.com

Borel Special Furnaces — Hornos y Estufas — www.borel.eu

AXRON — Control de procesos — www.axron.com

DICIEMBRE 2012 • Nº 32

TRATERMAT 2013

CONGRESO NACIONAL DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y DE SUPERFICIE

Barcelona

DEL 22 AL 24 DE ABRIL

www.tratermat.es

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

SOLO Swiss Group fue fundada en 1945 por el Sr. Käsermann y el Sr. Sperisen. SOLO sigue siendo una empresa familiar, gestionada por la tercera generación. La sede se encuentra en Bienne, cerca de Berna en Suiza y tiene las instalaciones de fabricación en Porrentruy y Neuchâtel, Suiza y en Guangzhou, China. SOLO Swiss es uno de los más antiguos fabricantes de hornos en Europa y exporta sus equipos en todo el mundo con una fuerte presencia en Asia.

SOLO Swiss fabrica hornos industriales avanzados para el tratamiento térmico de metales. SOLO Swiss ofrece hornos de atmósfera, los hornos de proceso por lotes, hornos de campana, hornos continuos utilizados en una variedad de procesos de tratamiento térmico (cementación, templado, revenido, recocido, transformación bainítica, nitruración, soldadura, carbonitruración, sinterización, nitrocarburación, oxinitriding, Temple).

SOLO Swiss ofrece dos tipos de hornos:

1. Profitherm hornos de campana. Este tipo único multifuncional de horno de campana y varios tanques de temple, permite una transferencia directa y rápida de la carga del horno al tanque de temple. El diseño modular permite la expansión fácil y permite todo tipo de ambientes y medios de temple.
2. Hornos continuos de atmósfera protectora o tratamiento con gas de enfriamiento o temple en líquidos.

Todos los hornos **SOLO Swiss** están equipados con muflas metálicas aleadas para proporcionar un tratamiento térmico de precisión y disponen de enfriamiento rápido.

SOLO Swiss hornos son muy adecuadas para el tratamiento de las pequeñas piezas metálicas complejas que requieren un tratamiento térmico mejorado y reducción de la distorsión. Las piezas incluyen: muelles, clips, botones, monedas, agujas, ganchos, rodamientos, piezas para la aeronáutica, la cuchillería, la industria de relojes, la micro mecánica, así como, piezas largas para que el horno de campana es la más adecuada. En todos estos campos, los clientes **SOLO Swiss** se encuentran entre los nombres más famosos en estas industrias durante más de 40 años.

SOLO Swiss Group se centra en el servicio al cliente y puede proporcionar un servicio mundial de reparaciones y mantenimiento.

Con más de 120 empleados, **SOLO Swiss Group** es una empresa familiar de tercera generación.

Todos los productos **SOLO Swiss** utilizan Axron control de procesos desarrollado internamente por Axron Suiza Technology SA (www.axron.com), una división del grupo **SOLO Swiss**.

SOLO Suiza es una empresa responsable y comprometida con el desarrollo sostenible, el buen gobierno corporativo y ética empresarial.

SOLO Swiss Group
Hornos Industriales
Telf +41 32 465 96 00 - Fax +41 32 465 96 05
mail@soloswiss.com - www.soloswiss.com

Sumario • Diciembre 2012 - Nº 32

Editorial 2

Noticias 4

Miura Private Equity invierte en GH Induction Group • La producción de acero desciende un 10% en septiembre • Limpieza industrial en base agua y sin contaminación • Air Liquide compra la empresa rusa Lentechgas • Nuevo Libro "Aceros para aplicaciones en frío".

Artículos

- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* 8
- Historia y conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania "El acero no nace, se hace" - *Por Baltasar Martínez Arcas* 10
- Noticias TRATERMAT 2013 Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie 16
- Nueva cámara termográfica - *Por Land Instruments* 18
- UNESID organizó un seminario sobre detección de fuentes radiactivas 20
- MIDEST, reflejo de una subcontratación activa y ofensiva 22
- Hornos y estufas para la industria del tratamiento térmico - *Por Bautermic* 24
- Nuevas oportunidades de negocio en Cumbre Industrial y Tecnológica 2013 25
- Sistema de medición de temperatura por infrarrojos 26
- Realice en su propio taller sus tratamientos térmicos 27
- METALMADRID 2012 28
- Flubetech 29
- IK4-Lortek liderará el proyecto europeo de I+D WeldMindt 30
- Factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de una herramienta (y Parte II) - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José María Palacios Reparaz* **(†)** 32
- Consejos y trucos para la instalación de los sistemas de distribución de gases de soldadura - *Por Ignasi Torres* 38
- Laboratorio de Investigaciones Metalográficas y Metalotecnia 42
- Análisis comparativo de los tratamientos termoquímicos a escala industrial de nitruración gaseosa, salina y por plasma en un AISI H13 - *Por J. Zúñiga, P. Corengia, A. Esnal, J. M. Hernandez Calama y A. Larrañaga* 43

EMPLEO 51

Guía de compras 52

Indice de Anunciantes 56

Síguenos en

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

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

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

Diseño y Maquetación: **José González Otero**
Creatividad: **Víctor J. Ruiz**
Impresión: **Villena Artes Gráficas**

Redactor honorífico:
José María Palacios

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

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

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

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

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

Asociación colaboradora

ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

2012 +1

En estas fechas tradicionales que tanto nos gusta "desear para los demás", queremos felicitarles las Fiestas y que el próximo año nos traiga por fin esa ansiada recuperación que buscamos.

El próximo año tiene que ser mejor, tenemos que conseguir de una vez por todas salir adelante y aunque a los supersticiosos les cueste, demostrar que el 2012 +1 (como le gusta decir a nuestro Ángel Nieto, 12 +1 veces Campeón del Mundo), tiene que ser el año que marque el inicio del ascenso.

Todos los que hacemos posible la revista **TRATER Press**, les deseamos unas ***Felices Fiestas y un Próspero Año Nuevo***.

Antonio Pérez de Camino

PORQUE
LA DIFERENCIA
SE MARCA
DESDE EL PRINCIPIO

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

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

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL

PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

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

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

Miura Private Equity invierte en GH Induction Group

La firma de capital riesgo Miura Private Equity ha adquirido GH Induction Group, junto con el equipo directivo de la misma, a través de una operación de management buy out (MBO). La compañía pertenecía a Corporación IBV. Los términos de la transacción son confidenciales.

GH Induction Group, uno de los líderes de su sector a nivel mundial, es una compañía de ingeniería tecnológica dedicada al diseño y fabricación "llaves en mano" de maquinaria de calentamiento por inducción, destinada principalmente a los sectores de automoción, cable, industrial, aeronáutico y médico. La compañía cuenta con más de 50 años de historia y unos 3.000 clientes repartidos por todo el mundo.

Con sede central en Valencia, GH cuenta con plantas de producción en Alemania, India, Brasil, EEUU y China, y emplea a un total de 370 personas.

Las ventas de la compañía superaron los 40 millones de euros en 2011, repartidas globalmente entre Europa, Asia, EEUU y Latinoamérica. El mercado español aportó el 10% del negocio.

Con la entrada de Miura en el capital, GH potenciará su desarrollo internacional con proyectos como la puesta en marcha de una nueva planta en India, que triplicará el tamaño de la actual en el país; el incremento de la capacidad de producción de la planta en China; y el desarrollo del negocio de la filial americana, adquirida en 2010 y especializada en maquinaria destinada al sector aeronáutico y médico.

El equipo directivo de GH, liderado por Jose Vicente González y Vicente Juan, seguirá al frente de la compañía, viendo a su vez reforzada su posición accionarial en la misma.

BBVA Corporate Finance e Impulsa Capital han actuado como asesores de la operación.

Info 1

La producción de acero desciende un 10% en septiembre

Según UNESID, la producción de acero bruto en las fábricas españolas ha sido de 1,2 millones de toneladas en septiembre. A pesar de crecer un 23% con respecto al descenso estival de agosto, aún queda un 12% por debajo de la producción de septiembre de 2011.

La producción acumulada en los tres primeros trimestres es de 10,6 millones de toneladas. El descenso acumulado en este periodo es del 12,6% comparado con el mismo periodo del año anterior, por lo que el ritmo de caída sigue en el último mes la misma tónica de todo el año.

Info 2

Limpieza industrial en base agua y sin contaminación

Con las lavadoras BAUTERMIC, S.A. es posible limpiar de forma manual o automática, todo tipo de piezas pequeñas o grandes, con formas simples o complejas, mecanizadas, forjadas, embutidas, impregnadas con aceites, grasas, virutas, polvo, etc.

Túneles

Estas máquinas pueden ser: Estáticas, lineales, rotativas, de tambor, por aspersión, por inmersión, agitación, etc. Pueden estar preparadas con diferentes programas de lavado, aclarado, pasivado, fosfatado, secado, etc. Todo ello sin necesidad de manipular manualmente las piezas a tratar y con el mínimo servicio de manutención, ya que van equipadas con niveles y desagües automáticos, aspiradores de vahos, filtros, desaceitadores, dosificadores de detergente, ultrasonidos, sopladores para el secado y demás complementos de automatización.

Info 3

DISEÑANDO Y FABRICANDO HORNOS Y ESTUFAS INDUSTRIALES DESDE 1945

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

CONSTRUYENDO FUTURO

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

HORNOS ALFERIEFF® HEA

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

Air Liquide compra la empresa rusa Lentechgas

El noroeste de Rusia es la 2ª región del país en cuanto a producción industrial. Es una zona clave para los sectores del automóvil, astilleros navales y agroalimentarios, tres sectores en fuerte crecimiento cuyas necesidades en gases industriales son cada vez más importantes. Puesto que cerca del 10% de la población rusa se concentra en esta región, el mercado de gases medicinales también es importante y continúa su desarrollo.

Air Liquide acaba de adquirir la empresa Lentechgas, situada en San Petersburgo, que es líder en el noroeste del país en el mercado de los gases industriales. Lentechgas dispone de una importante cuota de mercado en los gases licuados y acondicionados en botellas y es también un actor importante en el campo de la salud. Actualmente, Lentechgas tiene más de 200 empleados y su cifra de negocios superó los 10 millones de euros en 2011.

Air Liquide ya opera un centro de acondicionado en San Petersburgo y esta adquisición del líder regional ampliará de forma significativa su presencia en esta región clave del país.

Air Liquide va a invertir en una nueva unidad de separación de gases del aire con tecnología punta y con una capacidad de producción de 200 toneladas al día de oxígeno y nitrógeno líquidos. El montante total de la inversión para esta planta asciende a unos 40 millones de euros.

Guy Salzgeber, Director de Europa del Norte y Central y miembro del Comité Ejecutivo de Air Liquide, ha declarado: « Estamos encantados de acoger a estos nuevos colaboradores en el seno del Grupo. Rusia es una economía en crecimiento que moderniza sus infraestructuras de producción industrial. Air Liquide está satisfecho de participar en este nuevo desarrollo. Después de la adquisición de Logika en Moscú a principios del 2012, esta adquisición refuerza nuestra posición en Rusia. Esta operación ilustra nuestra estrategia que consiste en focalizar nuestra expansión geográfica en las principales regiones en crecimiento. Las Economías en desarrollo son uno de los ejes de crecimiento del Grupo. »

Info 5

Nuevo Libro "Aceros para aplicaciones en frío"

La gran mayoría de los objetos con los que estamos diariamente en contacto han sido fabricados en parte o en su totalidad con herramientas construidas a partir de aceros especialmente elaborados para este fin. Entre estos objetos que nos rodean y que forman parte de nuestra vida cotidiana podemos citar los electrodomésticos, utensilios de cocina, aparatos eléctricos y electrónicos, equipos de música, televisores, teléfonos, automóviles, material de oficina y muchos otros más. En cada uno de estos objetos hay alguna pieza o componente que ha sido fabricado por cualquiera de los muchos procesos existentes para aplicaciones en frío. En muchos casos, todas las piezas o gran parte de ellas han sido elaborados con algún tipo proceso en frío.

Los aceros utilizados para la construcción de estas herramientas para trabajos en frío requieren unas características especiales que los diferencian de los aceros destinados a aplicaciones en caliente o el moldeado de plásticos.

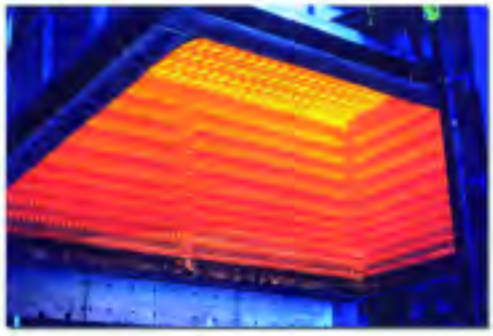
También la metalurgia, el tratamiento térmico y los procesos destinados a potenciar sus características físicas y mecánicas se diferencian de los métodos utilizados en los aceros destinados a otras aplicaciones.

Este libro se compone de dos partes. La primera de ellas se dedica a los procesos metalúrgicos empleados en la elaboración de estos aceros para trabajos en frío, seguidamente se estudian los tratamientos térmicos a los que son expuestos, destacando aquellos que son especialmente recomendados para la obtención de unas propiedades óptimas y por último se exponen las propiedades mecánicas más destacadas.

En la segunda parte hacemos una exposición de los procesos mas destacados en las aplicaciones en frío, desde los procesos de corte convencional y corte fino hasta los procesos de conformado, doblado, cizallado, prensado etc. Dedicamos una atención especial a los procesos de sinterizado, extrusión y forja en frío, tornilleria y otos métodos.

Info 6

Hornos
Laboratorio e industriales



Quemadores
recuperativos y regenerativos

WS

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

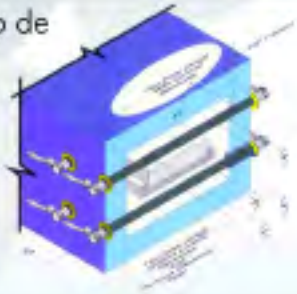
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa
electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

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

www.interbil.es

ISO 9001:2000 SGS
ACREDITADO POR ENAC

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.

Curiosidades sobre la Práctica de los Tratamientos Térmicos. 3ª edición

"Aclaremos que algunos de los conceptos, palabras y opiniones no son lo que se dice como muy técnicas y mucho menos científicas, pero tienen sus razonamientos de la práctica diaria en la ejecución de los tratamientos térmicos y con una lógica aplastante".

En el número anterior, decíamos que la martensita era consecuencia de la austerita después de un enfriamiento determinado durante el proceso de temple.

La martensita es un material muy duro pero demasiado frágil para ser de utilidad práctica. Un segundo calentamiento a baja temperatura modificará la fragilidad para hacer el material utilizable. El proceso de recalentamiento reduce la fragilidad, pero a expensas de la dureza.

Calentamientos a temperaturas más elevadas provocan mayores pérdidas de dureza, pero con el correspondiente aumento de tenacidad, de modo que la temperatura realmente adecuada, es la que produce un compromiso entre la dureza y la tenacidad, favoreciendo la que sea más importante para la pieza a tratar.

Esta segunda operación del tratamiento es técnicamente denominada Revenido, pero en el lenguaje del taller es un ablandamiento o retroceso de la dureza obtenida en el temple dada su gran fragilidad, así pues queda ya establecido el término Temple y Revenido como concepto inseparable, es decir no se concibe un temple sin un inmediato revenido.

En el próximo número seguiremos con estas curiosidades aplicadas al Tratamiento Térmico de los Aceros para Herramientas.

ROBOMATICA

FERIA DE LA ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN

junto a

metalmadrid

23 y 24 Octubre 2013

Toda la **industria** y la **innovación** en las **aplicaciones mecánicas** en un único espacio.

www.metalmadrid.com

www.robomatica.es

Historia y conocimiento de la metalurgia del acero en Hispania
"EL ACERO NO NACE, SE HACE"

Por Baltasar Martínez Arcas. MS A.C.&.S.Asesores. ETSEIAT Campus Terrassa

Introducción

Disfrutar con un poco de historia donde se explica la influencia de los materiales desde las diferentes culturas clásicas del mundo antiguo hasta nuestra era, nos hará entender mejor los materiales.

Historia de la Metalurgia

Primeras culturas de los metales

La segunda época de la cultura humana empieza cuando el hombre aprendió que a ciertas clases de minerales se les puede calentar y dar formas, es decir, se les puede forjar o darles forma por medio de un molde, que al enfriar retiene la forma deseada. Además aumenta su dureza y se hace más duradero, e incluso podía conseguirse un filo. Esta época se conoce con el nombre de la Edad de Bronce, si bien ya antes se había empleado con cobre más o menos puro. La Edad de Bronce tuvo una duración relativamente breve, de 500 a 2.000 años, según cómputos extremos, en comparación con la Edad de Piedra y la Edad de Hierro. Se debe tener en cuenta, que todos los elementos vitales de la cultura material moderna tienen sus raíces en la Edad de Bronce.

El primer hecho sobresaliente de esa época es el conocimiento de la transformación radical de las propiedades físicas de ciertas sustancias por el calor.

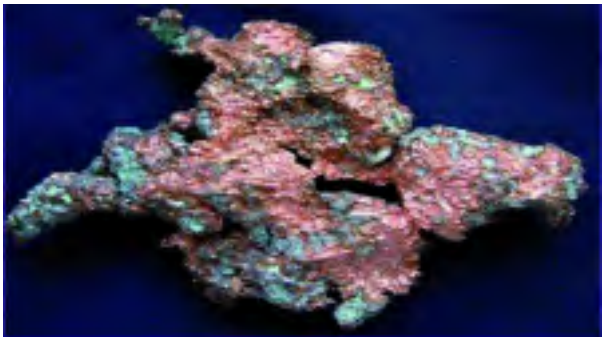
El primer forjador descubrió que el cobre natural, sustancia rojiza intratable y relativamente dura, se hacía maleable y plástica al aplicarle calor. En la Edad de Piedra se martilleaba el cobre nativo sin ayuda de calor y se consiguieron imitaciones de las formas sencillas de las herramientas ya existentes, de hueso o piedra, pero esto no marcó el comienzo de la Edad de los metales, si bien fue la base para la observación del cambio de propiedades del cobre con el calor. El arte del forjador era tan complicado que requería un prolongado aprendizaje, –primera especialización industrial–, y sus productos eran muy importantes para el desenvolvimiento de la vida.

Todavía fueron más sobresalientes las transformaciones que comprendía la extracción del cobre de sus menas por un proceso químico denominado reducción: bastó calentar la mena con carbón vegetal para realizarla. El carbón vegetal y el crisol se empleaban en metalurgia antes del año 3100 a.c. Pero la hazaña más sorprendente de aquellos tiempos fue relacionar dos sustancias que se encontraban en la naturaleza, unas piedras cristalinas verdes y frágiles y el metal rojo tenaz. El conocimiento de esa continuidad marcó el comienzo de la Química. Aunque generalmente no se muestra una intencionalidad por mezclar dos sustancias para obtener unas propiedades específicas.

Consecuencia natural fue el descubrimiento de la plata, el plomo y el estaño. Los poseedores de estos secretos constituyeron un gremio, los metalurgos, de no menos eficacia y utilidad que el de los forjadores.

La metalurgia de la Edad del Bronce progresó debi-

do al descubrimiento de que la adicción al cobre de pequeñas cantidades de estaño rebajaba su punto de fusión, disminuyendo al mínimo el peligro de agrietamiento a partir de las vejigas en las piezas moldeadas y aumenta la dureza de la aleación fría. La asociación de dos sustancias desemejantes produce una tercera sustancia con propiedades iguales y diferentes a las iniciales. La aleción se puede obtener por la fundición de menas de cobre y estaño, juntas, o por la fusión del estaño con cobre. El bronce de estaño era relativamente corriente en Babilonia antes del año 3000 a.c., tal vez obtenido accidentalmente en las proximidades de los dos únicos yacimientos de menas de estaño existentes en Asia Menor; pero, después de esa fecha se convirtió en un material poco usado debido a la dificultad de transportar los materiales necesarios. Sólamente en la península ibérica (en las proximidades de Cornualles), en el Cáucaso y en Bohemia aparecieron barros superficiales de cobre en las proximidades de menas de estaño, y en el resto de países donde se trabajaba el bronce era necesario transportar alguno de los materiales necesarios.



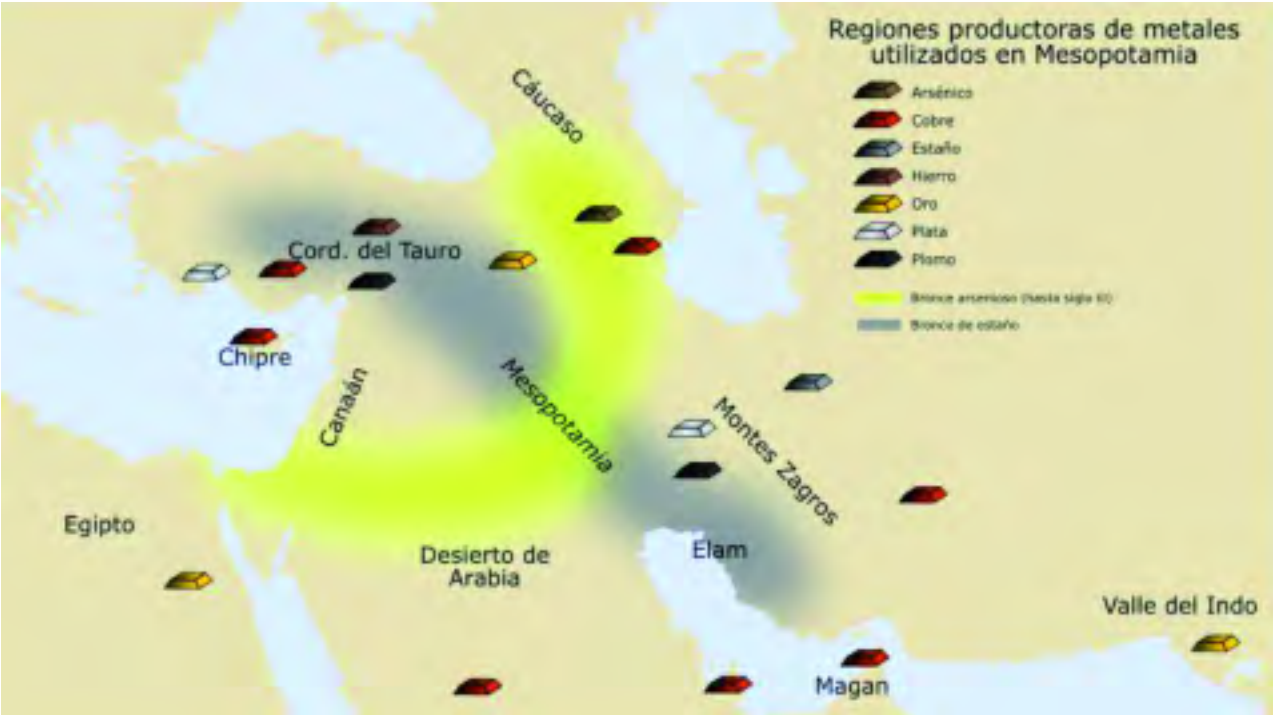
Dado que los descubrimientos e invenciones en el trabajo de los metales son tan abstrusos y complejos, no es probable que su origen fuese independiente en varios puntos, y parece lógico aceptar que el conocimiento de las técnicas esenciales se tuvieron que difundir a partir de algún centro. Esto explica que la Edad de Bronce se iniciara en tiempo distinto en diferentes regiones, pués sólo se establecía con la llegada de metalurgos y forjadores, y que la sustitución de las herramientas y armas de piedra por las de metal fuera inevitablmente un fenómeno gradual, ya que requería un período largo

We measure it. testo

Nuevo analizador de emisiones portátil testo 350

- Analizador de los Pdc's para el correcto ajuste y control de quemadores, hornos, turbinas y motores industriales.
- Pantalla a color de alta resolución para la interpretación gráfica e intuitiva de las mediciones.
- Diseño robusto para su utilización en ambientes severos.
- Medida de los parámetros medioambientales: O2, CO, CO2, NO, NO2, NOx, SO2, H2S, CxHy, Tª, %HR, td, g/Kg, m/s, m/s, hPa, rpm, mA, mV...
- Comunicación sin cables, Bluetooth 2.0 integrado.
- Sensores precalibrados, reemplazables por el propio usuario.

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



de educación y una organización comercial relativamente grande.

El primer período de ese época, en el que se realizó el descubirmiento real de la metalurgia, se cree que fue iniciado por un lado, en los valles de los ríos Tigris y Eúfrates, y por otro, cerca del Nilo en Mesopotamia, sobre los 2,5 m de arcilla dejada por la inundación sobre las viviendas antidiluvianas, se encuentran los cimientos de las ciudades más viejas, históricamente, construidas por un pueblo culto conocido con el nombre de Sumerios.

Hacia el año 5000 a.c. se inició en el Fértil Creciente, en el próximo Oriente, la agricultura y la economía del labriego de aldea.

Puede decirse que la labor realizada entre los años 5000 y 3000 a.c. en ese área general, fue la base de los fundamentos económicos y de los comienzos tecnológicos que han hecho posible la civilización occidental.

Las primeras herramientas de cobre se emplearon con cierta extensión del 3500 al 3100 a.c., y entre el 3100 y 2800 a.c. La industria del metal era fráncamente esmerada. La aleación de cobre y estaño se preparó por primera vez al comienzo de este último período, según excavaciones en Tal-i Iblis, si bien sólo se utilizó para hacer piezas moldeadas.

Hacia el 3100 a.c., los Sumerios disfrutaban de una política permanente y había alcanzado un nivel de desarrollo industrial muy superior al de la primera dinastía de Egipto. En particular, usaron los metales en extensión y destreza nunca soñados en el valle del Nilo, lo que contribuye a aceptar la hipótesis de la mayor antigüedad de la metalurgia asiática.

Seguramente, la antigua Siria tuvo un papel particularmente importante como vía de tránsito para las influencias de los dos centros de la primera civilización histórica, situados en Egipto y en Mesopotamia.

Las relaciones comerciales esenciales para la subsistencia en la Edad de Bronce estuvieron favorecidas por una serie de invenciones, y quizá la más revolucionaria fuera la de poner arreos a los animales para aprovechar su potencia motriz, que constituyó el primer paso en la emancipación de la humanidad del trabajo físco agotador. En Egipto, se aprendió a elevar agua con ruedas de cangilones, movidas por animales, y este avance en el control del hombre sobre la naturaleza externa, en realidad estubo condicionado a la tecnología del bronce.

Las primeras minas explotadas fueron las superficiales, que quedaban al descubierto por agentes atmosféricos, y el mismo estaño se obtenía de los depósitos de aluvión mediante la separación del oro por lavado. Sin embargo, existe la evidencia de que

incluso en Europa, antes de finalizar la Edad de Bronce, las vetas de las menas se seguían bajo la superficie por medio de pozos y galerías.

El proceso de la fundición, particularmente a partir de las menas oxidadas, era relativamente sencillo. El metal bruto obtenido se fundía en crisoles de arcilla calentados con carbón vegetal con ayuda de la corriente de aire, primero procedente de los pulmones y después de fuelles de piel, y el metal líquido se vertía en moldes de piedra para utensilios muy sencillos. El uso de los fuelles para avivar el fuego en los hornos parece que se remonta al año 1500 a.c.

Existe evidencia del empleo del procedimeinto de moldeo a la "cera perdida" en Egipto y Mesopotamia para obtener piezas moldeadas pequeñas.

Este procedimiento parece muy complicado y laborioso, pero en realidad, una vez adquirida la técnica, la única operación que requiere tiempo y gran atención es la preparacion del modelo. El moldeo en arena posiblemente se practicó en China hacia el año 800 a.c. También los Sumerios practicaban la unión de dos piezas metálicas calentando los extremos que se han de unir hasta casi el punto de fusión y martilleando después. Hacia el año 1700 a.c. parece que el hombre aprendió a hacer alambres pasando el metal por una hilera, probablemente más dura que el material del cual se quería hacer alambres.

El sudeste de la península Ibérica fue un centro de gran importancia industrial en los primeros tiempos de la Edad de Bronce y parece como que coincide cuando se establece la Edad de Bronce con la ruptura de relaciones con el mediterráneo oriental y con el resto del continente europeo.

Por ello, se tuvieron que instalar metalurgos extranjeros cerca de las minas ricas de cobre y plata para crear un mercado local. Hacia el año 2000 a.c. los asiáticos se establecieron desde Almería a Huelva y entonces se inicia en la península la primera Edad de Bronce en el Mediterráneo. La segunda Edad de Bronce se lleva a cabo con cierta irregularidad en la zona de Galicia. Exportándose la tecnología a las islas británicas.

En el centro de Europa, la Edad Media del Bronce se caracterizó por la creación de escuelas de metalurgia, y los países que principalmente se distinguieron fueron Escandinavia y las regiones algas del sudoeste de Alemania y Hungría, y las zonas alejadas de estas escuelas no pudieron participar de los nuevos avances. El bronce germánico, iniciado entorno al 1750 a.c. tuvo su apogeo entre 1600 y 1000 a.c.; la aleación se mejoró en las islas británicas, y desde éstas se llevaron los nuevos conocimientos a Galicia y a los ríos Tinto y Odiel. El bronce atlántico comprende desde 1300-1200 hasta 700 a.c. Se dice que fue entonces cuando descubrieron los orientales el estaño en España, que es posterior al estaño de Bretaña, y que se intensificaron en el país los trabajos metalúrgicos.

Las posesiones mineras más importantes de plata de aquellos tiempos se encontraban en el suelo de la península Ibérica. Desde los puertos de Cádiz y Cartagena se exportaron durante mucho tiempo grandes cantidades de oro, plata, cobre, plomo y cinabrio hacia el mediterráneo oriental (Fenicios, Cartagineses, ...). El mercurio parece no haberse exportado antes de nuestra Era. En esa época se extrajo estaño de yacimientos situados en varias regiones de la península Ibérica.

En el último período de la Edad de Bronce se complicó y alteró la vida tranquila y progresiva de dicha Edad, y lo mismo que en el comienzo de la Edad de los metales, nuevos grupos de prospectores de minas embarcaron desde el mediterráneo occidental, y con sus actividades contribuyeron a introducir en el mundo occidental el secreto del nuevo metal, el hierro, y nuevos tipos de herramientas, operaciones y procesos.

Las culturas del final de la Edad de Bronce se extendieron al sudeste de España, sur de Italia e islas adyacentes, y aunque el hierro reemplazó rápidamente al bronce, la estructura social y la economía general persistieron con modificaciones superficiales durante el período romano en muchas partes del imperio.

La fabricación del hierro a partir de su mena empezó en el país antes del 1300 a.c. Se dice que la Edad de Hierro comenzó alrededor del año 1000 a.c., si bien la fecha varía en diferentes países.

En Mesopotamia se conocía el hierro, principalmente el meteorítico, desde antes del 3000 a.c., y también el hierro obtenido por reducción desde el 2800 a.c. Se puede decir que en Asia Menor se utilizó corrientemente el hierro desde el siglo XX a.x., pero es difícil precisar cuando se estableció la industria de este metal. A partir del siglo IV a.c., desde esta región, norte de Siria y noroeste de Mesopotamia, se exportaron objetos de hierro, principalmente dagas y hojas para las mismas, si bien el uso más corriente del hierro era la joyería. Las tribus asiáticas, en sus viajes en los siglos XIV y XIII a.c. llevaron la Edad de hierro a Palestina.

En las tierras de Grecia, los objetos de hierro más antiguos conocidos son los anillos para los dedos, que datan de 1500 a.c., si bien el paso del bronce al hierrro no comenzó hasta entorno al 1100 a.c. Alrededor del año 1200 a.c. comienzo de la Edad de Hierro, se empezaron a utilizar espadas de este metal, pero no desplazaron a las de bronce hasta el 1000 a.c., cuando Egipto se mantenía en la Edad de Bronce. Realmente, Egipto fue el último país del próximo Oriente que entró en la Edad del Hierro, y entonces lo hizo por la intensificación en las relaciones con el Norte.

En realidad, la Edad del Hierro aparece cuando se utiliza el nuevo metal para las herramientas grandes y pesadas, es decir, cuando el hierro empieza a reemplazar al bronce en la agricultura y el trabajo pesado, quizá como se ha dicho entorno al 1100 a.c. Al disponer universalmente de herramientas de hierro baratas y eficaces, aumentó la productividad social de modo comparable a la que siguió a la disminución del coste de la producción del bronce en la segunda época.

Parece probable que las técnicas de fabricación del acero (o del hierro acerado) y del endurecimiento por temple en agua se descubrieron primeramente en Asia Menor alrededor del año 1300 a.c., pero no se extendieron a los pueblos Célticos y Celtíberos hasta después del año 500 a.c. Homero, en la Odiesa, hace una clara referencia al temple y al recocido.

Los Cálibes, que habitaban en la costa del Mar Negro, formabanuna nación famosa por su destreza en el trabajo del hierro, y dieron su nombre a una calidad particulamente buena de este metal. Se dice que unos 700 a.c. inventaron el arte de convertir el hierro en acero por cementación o carburación del hierro forjado.

El conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania

En cuanto se tuvo conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania se fabricó el hierro en toscas ferrerías diseminadas por toda la península, que

fueron precursoras de la famosa forja catalana. Antiguos geógrados e historiadores comentan las espadas y demás armas de los íberos. También éstos eran diestros en el forjado del hierro.

El hierro más estimado entonces se extraía de las minas celtíberas del Moncato, que alimentaban la industria siderúrgica de Bilbilis y de Turisona (Tarazona). El acero del Jalón era bien conocido entre 400 y 250 a.c., y Plinio en su "Historia Natural" cita las forjas españolas de Bilbilis y Turiasson (Turisona). Las espadas de Bilbilis adquirieron celebridad entre los romanos por su excepcional temple, fama que pasó después a las conocidad hijas toledanas.

La industria siderúrgica de Bilbilis superó a la mejor existente. Y en la región de Bilbilitánea se encontraban las más importantes fundiciones.

En la Celtiberia existió otro pueblo antiguo, famoso por sus minas y su habilidad en la industria siderúrgica, conocido también con el nombre de calibes (Chalibes) como el de Asi Menor, que tomó su nombre del rio Chalybs, hoyu Queiles, afluente del Ebro por su margen derecha que, como el Jalón, daba un especial temple al hierro acerado.

Sófocles, por el año 450 a.c., habla del temple del acero. En los tiempos medievales el arte del temple y del revenido estaba muy desarrollado y los famosos forjadores de espadas de España, Damasco y Japón conocían bien la importancia de un endurecido completo antes del revenido.

La extención del Imperio Romano fue acompañado de una creciente conocimiento de la metalurgia, y en su tiempo muchos refinamientos en el arte del trabajo de los metales pasaron a Inglaterra a través de España. Antes de nuestra Era los chinos consiguieron la fundición de menas de níquel en la provincia de Yünnan y obtuvieron lo que llamaban "cobre blanco", que empleaban para objetos de cocina, herramientas y monedas.

A pesar del hecho de que antes del Cristianismo casi no se hacía trabajo experimental de tipo moderno, sin embargo, se había aprendido mucho sobre metalurgia: se moldeaban los metales en formas algo complicadas; se habían introducido mejoras en la forja para obtejer productos más convenientes; se aumentó la dureza del hierro mediante el proceso de cementación; y este hierro cementado, calentado al rojo se enfriaba rápidamente en agua, y para hacerlo menos frágil se recalentaba a una temperatura intermedia.

Noticias TRATERMAT 2013
Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie

Barcelona 22 al 24 de abril

1er AVISO ENVIO DE RESÚMENES

Fechas importantes:

15 de enero de 2013
Fecha límite para la recepción de comunicaciones
15 de febrero de 2013
fecha límite de aceptación de comunicaciones
15 marzo de 2013
fecha límite de recepción de trabajos completos
28 de febrero de 2013
fecha límite inscripciones sin recargo

TEMÁTICA:

Tratamientos Térmicos Másicos
Tratamientos Termoquímicos
Recubrimientos Electroquímicos
Recubrimientos PVD Y CVD
Comportamiento Mecánico
Hornos y Atmósferas
Otros.....
Tratamientos Térmicos superficiales
Tratamientos Termomecánicos
Recubrimientos por Proyección
Metalografía
Corrosión
Equipos de vacío

Resúmen

200 palabras máximo. Español e Inglés.

SECRETARIA TÉCNICA: Johnny Prado
Tlf: 722778445 Mail: tratermat@tratermat.es
krimsonevents@gmail.com

Fiel a una tradición establecida durante los últimos 20 años, el congreso del **Tratermat** vuelve a convocar a todos aquellos interesados e involucrados en la aplicación, implantación, desarrollo e investigación de los tratamientos térmicos y de las tecnologías de superficies. El XIII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos tendrá lugar en **Barcelona** los **días 22 al 24 de Abril de 2013.** La organización corre a cargo del **CTM Centre Tecnologic.**

Desde el anterior **Tratermat**, los tratamientos térmicos, termomecánicos y termoquímicos han seguido evolucionando en la búsqueda de mejorar las propiedades mecánicas de las distintas aleaciones metálicas. Por otro lado, las tecnologías de superficies se hallan en un momento de continuos avances científicos y novedades tecnológicas. Estamos seguros que el XIII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie volverá a reunir a los mejores especialistas españoles en estos campos, tanto de la industria como de la universidad y centros de investigación, permitiendo y facilitando el intercambio de experiencias, conocimientos y nuevas ideas. El Comité Organizador desea también promover la **asistencia de jóvenes investigadores** que estén desarrollando su actividad tanto en la universidad como en la empresa.

En un momento de gran dificultad económica del país la **I+D** debe jugar un papel clave en su superación. Creemos que el **Tratermat** puede ser un escaparate de lo que la industria del sector ya está realizando y de cuál puede ser su proyección futura.

Convencido de que tenéis importantes aportaciones a todos estos campos, os envío mi más cordial invitación a participar en esta nueva edición del **TRATERMAT 2013**. Esperando veros y saludaros personalmente a todos, recibid un afectuoso saludo,

José Manuel Prado Pozuelo

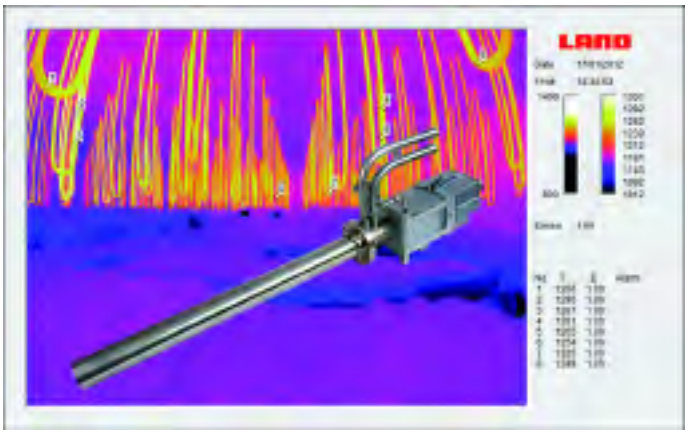
Nueva cámara termográfica

Por Land Instruments

Habitualmente los operarios de hornos y calderas con paredes de refractario realizan grandes aberturas para visualizar áreas críticas del interior.

Esto puede causar una pérdida significativa de energía y resultar difícil mantener la abertura sin obstrucciones. Los métodos tradicionales de monitorización de los hornos incluyen la inspección visual que puede tardar horas en completarse y no es continuo, cámara visual, que no proporciona lecturas de temperatura, y termopares, que están sujetos a un fallo regular o pérdidas de conexión.

Estos inconvenientes se eliminan con el sistema NIR-b, que se instala en el horno a través de una pequeña abertura en la pared para dar un perfil de temperatura interno, continuo y preciso.



Las características y beneficios del sistema NIR-b son:

- Monitorización 24 horas, 7 días/semana que garantiza datos precisos y fiables ininterrumpidamente.
- Ángulos de visión de 44 y 90º que proporcionan una visión térmica completa del interior del horno con 324.000 puntos de datos.
- Software LIPS NIR-b dedicado que proporciona medidas de temperatura en puntos, áreas de interés, alarmas automáticas y tendencias de datos a largo plazo.
- Sistema de refrigeración por agua de alto rendimiento con bajo consumo para refrigerar el sistema, incluso en hornos a las más altas temperaturas.
- Purga de aire integrada que mantiene el sistema óptico limpio de polvo con un consumo mínimo de aire. Necesario utilizar aire limpio y seco.
- Detector de longitud de onda corta, que puede utilizar a través de ventanas de vidrio o cuarzo, con baja sensibilidad a los cambios de emisividad.
- Amplio rango de accesorios de montaje, para asegurar su fácil instalación y uso, con varias longitudes de sondas boroscópicas que se adaptan a cada instalación.
- Termopar en la punta de la sonda boroscópica que avisa al operador con una alarma para retirar el equipo, y evitar daños, si se superan las temperaturas máximas.

Nabertherm

MORE THAN HEAT 30-3000 °C

HORNOS INDUSTRIALES PARA TRATAMIENTO TÉRMICO

Distribuidos por: HOT

TECNICAS EN HORNOS HOT, S.L.

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

La **solución** para el tratamiento de superficies

Granalladoras - Equipos de chorreado - Filtros de aspiración

aju

Ctra. San Vicente, 17 - 48510 VALLE DE TRÁPAGA - VIZCAYA - ESPAÑA
Telf.: +34 944 920 111 Fax: +34 944 921 212 - e-mail: alju@alju.es

www.alju.es

UNESID organizó un seminario sobre detección de fuentes radiactivas

Cerca de ochenta expertos se dieron cita el pasado día 22 de noviembre en el hotel Príncipe de Vergara de Madrid para participar en Seminario formativo "Actuaciones en caso de Detección de Fuentes Radiactivas en Acerías y en caso de Fusión. Lecciones aprendidas", organizado por UNESID y co-financiado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

El acto fue inaugurado por el Subdirector General de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, D. Javier Arana, el Director de Operaciones de ENRESA, D. Alejandro Rodríguez y el Director General de UNESID, D. Andrés Barceló. Además, han participado en las conferencias empresas como PROINSA, FER, Siderúrgica Sevillana, ArcelorMittal, Gerdau, ENRESA, UNESID y CSN, que además también clausuró el acto, con la presencia de D. Ramón de la Vega, Subdirector de Emergencias.

El seminario ha pretendido transmitir a los asistentes las implicaciones del Protocolo de Vigilancia Radiológica de los Materiales Metálicos, firmando el 2 de noviembre de 1999 por el entonces Ministerio de Industria y Energía, el Ministerio de Fomento, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), la Federación Española de la Recuperación (FER) y la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID), al que posteriormente se adhirieron la Federación Minerometalúrgica de CC.OO. y la Federación Estatal del Metal, Construcción y Afines de U.G.T., así como la Asociación Española de Refinadores de Aluminio, la Unión Nacional de Industrias del Cobre, la Unión de Industrias del Plomo y, más recientemente, la Federación Española de Asociaciones de Fundidores.

El Protocolo fue creado como consecuencia de un importante incidente ocurrido el año anterior en una acería. El sector siderúrgico, junto al de la recuperación y las Administraciones, se pusieron de acuerdo para establecer modos de actuación y prevención de eventos similares.

Durante la jornada del 22 de noviembre, se han explicado las recomendaciones a seguir ante la hipótesis de la fusión de una posible fuente huérfana, como se denominan internacionalmente, inadvertidamente mezclada con la chatarra durante el proceso de reciclado del acero.

La jornada ha abordado también la formación de los trabajadores, la óptima gestión de estos incidentes para evitar cualquier efecto sobre trabajadores y el medio ambiente, la correcta gestión del material contaminado en caso de detección o fusión, etc. Todo ello se apoya en las lecciones aprendidas por las plantas siderúrgicas, el CSN y ENRESA, gracias a la experiencia adquirida con la exitosa aplicación del propio Protocolo español y el esfuerzo de la siderurgia española. El Protocolo de Vigilancia Radiológica constituye el único referente mundial sobre la materia, tanto dentro de la Unión Europea, como en Naciones Unidas. Asimismo, se organizó un panel de debate entre los ponentes y participantes.

SINAVAL EUROFISHING elite

Expo, conferences & networking

16-18 abril 2013

De 10:00h. a 18:00 h.

Soluciones integrales para su negocio:

Zona Expositiva
conectada con el Centro de Negocios.

Programa de Conferencias
con carácter internacional.

Business Brokerage
organización de agendas a nivel internacional.

Visitantes VIP
feria exclusiva para un grupo limitado de visitantes, profesionales de referencia internacional en el sector.

Programa de Actos Sociales
exclusivo para expositores y visitantes Vip's.

Por primera vez el mayor evento de las energías renovables marinas del Sur de Europa

BILBAO MARINE ENERGY WEEK

15-19 abril

BEC! BILBAO EXHIBITION CENTRE

www.sinaval.eu

EXPOSSIBLE!

ferroforma '13 BILBAO bricoforma

12 > 15 MARZO | 2013

BILBAO EXHIBITION CENTRE
Ronda de Azkue, 1
48902 Barakaldo
Tel: + 34 94 404 00 00
Fax:+ 34 94 404 00 01
e-mail: ferroforma@bec.eu
www.bilbaoexhibitioncentre.com

BEC! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

MIDEST, reflejo de una subcontratación activa y ofensiva

A pesar de un contexto económico complicado, MIDEST, número uno mundial de los salones de subcontratación industrial, celebró su cuadragésimo-segunda edición del 6 al 9 de noviembre en el recinto ferial de Paris Nord Villepinte y presentó una estabilidad notable, tanto en cuanto a superficie de exposición como a número de expositores, que fueron 1.721 procedentes de 46 países, el 64% de ellos franceses.

Asimismo, fueron 39.347 profesionales los que visitaron la feria pertenecientes a todos los sectores industriales. Aunque esta cifra experimente un descenso del 8% respecto a la edición anterior, no se refleja en la calidad de los profesionales que acudieron portadores de proyectos y perspectivas concretas de negocios. Por tanto, en los pasillos no se sintió decepción al finalizar la feria de referencia: los subcontratistas se habían preparado al impacto de la coyuntura actual, así como a la coincidencia de la celebración del salón con las vacaciones escolares. Entre los numerosos momentos relevantes, cabe destacar la inauguración de la feria por parte del ministro de industria D. Arnaud Montebourg quien recorrió los stands con gran interés conversando con los industriales.

La cita de los profesionales de la industria

En este periodo de crisis, el buen comportamiento de un evento como MIDEST demuestra a la vez el dinamismo de los subcontratistas franceses y europeos en general y la motivación de sus representantes profesionales y consulares, para reunirles y destacar sus conocimientos y especializaciones.

MIDEST 2012 reunió 1.721 subcontratistas procedentes de 46 países: muy pequeñas empresas, Pymes o grandes líderes, todos ellos especializados en la transformación de metales, plásticos, cauchos, composites, maderas y otras materias o materiales, electrónica y electricidad, microtécnicas, tratamientos térmicos y de superficies, acabados, fijaciones,

mantenimiento industrial y servicios para la industria. Los franceses representaban el 64% de ellos.

Como complemento, MAINTENANCE EXPO presentaba los productos y servicios dedicados al mantenimiento industrial con una oferta rica en GMAO y herramientas de ayuda al diagnóstico.

Numerosos momentos relevantes

La presencia de D. Arnaud Montebourg plasmó la voluntad nacional de apoyar y renovar la industria francesa. El ministro de industria acudió a encontrarse con los expositores e hizo un discurso muy comentado antes de la entrega de los Trofeos MIDEST 2012, que premiaron a varios expositores franceses a pesar del carácter internacional de la competición, lo que dio fe de la excelencia del Made in France.

CALIPLAST en la categoría Oficina de proyectos - FAVI S.A. LE LAITON INJECTE y THERMI-LYON en la categoría Innovación - PDCI - TECHNOCHINA y SOTRABAN en la categoría internacional - FONDERIE DE NIEDERBRONN en la categoría Organización - LDM S.A. en la categoría Colaboración-Alianza - Groupe AXON'CÂBLE en la categoría Logros ejemplares

También se entregó un Premio Especial Internacional a la ONUDI, Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial que galardona el programa franco-camerunés intergremial destinado a fortalecer las competencias de los subcontratistas africanos. Por otro lado, la ONUDI celebró en el salón una gran conferencia internacional de la red de sus Bolsas de Subcontratación (BSTP).

Piamonte, primera región destacada en MIDEST contaba con un pabellón de 300 mÇ que atrajo a numerosos profesionales en busca de alianzas.

MIDEST también fue el escenario de un programa de conferencias (unas 60) que permitió dibujar un panorama de las últimas evoluciones del sector, sobre todo en materia de automoción, tema objeto de un primer plano en 2012. En total, 615 personas asistieron a las intervenciones y conferencias flash animadas por el Centro Técnico de las Industrias Mecánicas (CETIM).

Aprovechando las competencias de este último y del Laboratorio de investigación y control del caucho y los plásticos (LRCCP), los Polos Tecnológicos aportaron a los visitantes interesantes informaciones sobre las técnicas y los procesos innovadores.

Para concluir, MIDEST 2012 fue la ocasión de lanzar oficialmente la tercera edición de SISTEP-MIDEST, el evento profesional marroquí dedicado a la subcontratación industrial y la maquinaria, los equipos y servicios para la industria. En la continuidad de su éxito de septiembre 2012 y dirigido a todos los profesionales de Europa, Magreb y África, se celebrará en la Oficina de Ferias y Exposiciones de Casablanca (OFEC) del 11 al 14 de diciembre de 2013.

Hornos y estufas para la industria del tratamiento térmico

Por Bautermic

ESTUFAS CONTINUAS CON TRANSPORTADORES AÉREOS O CINTAS PARA CALENTAMIENTOS HASTA 300 °C

Son máquinas previstas para trabajar en continuo con las cargas a tratar colgadas de un transportador aéreo o bien apoyadas sobre una cinta transportadora con velocidad variable. Pueden estar intercalados en líneas continuas y ser calentados por radiación o convección directa o indirectamente, mediante electricidad o a combustión.

ESTUFAS INDUSTRIALES ESTÁTICAS HASTA 500 °C

Fabricadas con estructuras totalmente metálicas, van equipadas con una gran recirculación de aire para garantizar la máxima uniformidad de la temperatura. Se fabrican en todos los tamaños, con o sin carros y bandejas de carga, puertas de bisagra o levadizas automáticas o manuales, con calefacción eléctrica o a combustión.

HORNOS DE CÁMARA (MUFLA) HASTA 1.250 °C

Están construidos con materiales ligeros de gran resistencia y aislamiento, sirven para todo tipo de tratamientos. Pueden ser eléctricos o a combustión, con o sin atmósfera de protección. Se fabrican en varias dimensiones estándar o bien adaptados a las necesidades de cada cliente.

HORNOS DE POTE O DE CRISOL PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS O FUSIÓN

En el mercado existe una amplia gama de hornos con cámaras circulares en donde pueden alojarse cestas con bandejas o soportes de carga para calentamientos diversos de estabilizado, revenido y demás tratamientos térmicos, con recirculación forzada o atmósferas de protección y vacío... O bien pueden equiparse con crisoles para fundir metales. Se fabrican en varios tamaños con calefacción eléctrica o a combustión.

HORNOS CONTINUOS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS HASTA 1.100°C

Normalmente, se trata de hornos de gran producción, previstos para reducir la mano de obra y conseguir un importante ahorro energético, ya que en los mismos pueden variarse las potencias de calefacción y las velocidades de manera automática. Pueden ser eléctricos o a combustión y adaptarse a las necesidades de temperatura y producción de cada cliente.

Nuevas oportunidades de negocio en Cumbre Industrial y Tecnológica 2013

La Cumbre Industrial y Tecnológica ofrecerá nuevas oportunidades de negocio a la industria los días 1 a 4 de octubre de 2013, en una exposición dirigida a los sectores más representativos de las áreas de subcontratación y cooperación interempresarial, maquinaria y suministros para fundición, forja, laminación, tratamiento de superficies y automatización.

La internacionalización, con la presencia destacada de Alemania como país invitado, será una de las principales apuestas de la campaña comercial, en la que sus responsables trabajan ya con un objetivo claro: crear un punto de encuentro único para la búsqueda de contratistas, nuevos clientes, colaboradores, distribuidores o intermediarios en nuevos sectores y mercados exteriores, en una feria especialmente rentable para la promoción de la pequeña y mediana empresa.

Un total de 888 expositores estuvieron presentes en 2011 en este espacio multisectorial único, en el que participaron delegaciones de contratistas-compradores de 14 países. Las encuestas reflejaron una mejora en los índices de satisfacción y cumplimiento de objetivos de 4 puntos sobre los resultados de las dos anteriores ediciones, y una valoración alta de la calidad del visitante.

ALEMANIA, UN MERCADO "CLAVE"

Tras el éxito de 2011, en el que la Cumbre Industrial y Tecnológica incorporó la figura de País Invitado de Honor dedicándosela a Francia, los responsables del certamen trabajan de nuevo en esta fórmula, centrando sus esfuerzos en el mercado alemán.

La industria y la tecnología son dos importantes pilares de este país, que actualmente lidera la economía europea y está especializado en el desarrollo y la fabricación de bienes industriales complejos y tecnologías de producción innovadoras. La presencia destacada de Alemania en la Cumbre 2013 permitirá reforzar el intercambio comercial en los sectores más fuertes, como por ejemplo el ferroviario, el aeroespacial, la automoción y la máquina-herramienta.

Esta iniciativa incluirá, además, un programa de jornadas y conferencias, con información sectorial especializada y análisis de oportunidades de negocio, así como una agenda de entrevistas entre contratistas alemanes y expositores.

AEROTRENDS 2013

Gracias al acuerdo alcanzado entre Bilbao Exhibition Centre y la Asociación Clúster de Aeronáutica y Espacio HEGAN, la Cumbre acogerá una nueva edición de AEROTRENDS, Encuentro Aeroespacial de Negocios. Esta cita estratégica, de carácter internacional, integrará en su programa como punto fuerte un espacio de entrevistas para contratistas y proveedores, además de conferencias en torno a las tendencias del sector.

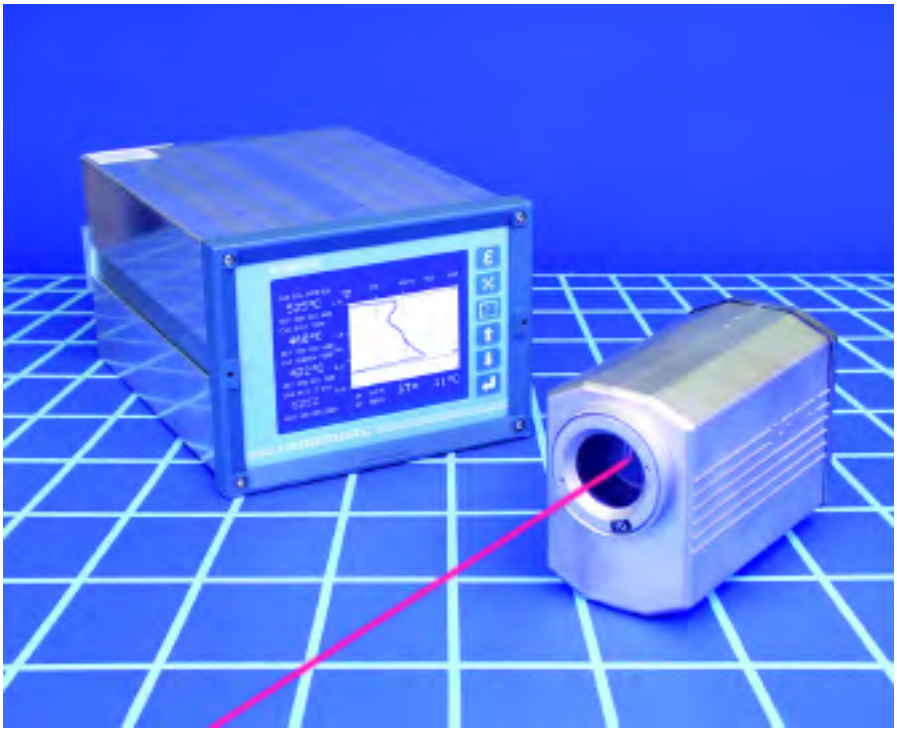
Desde su creación en el año 2000, más de 100 ponencias y cerca de 650 reuniones de negocio han consolidado AEROTRENDS como el encuentro de este ámbito de mayor repercusión realizado en España, y una cita ineludible para los agentes aeronáuticos de toda Europa.

Sistema de medición de temperatura por infrarrojos

Land Instruments International presenta el nuevo rango de productos y sistemas para las aplicaciones en la extrusión de aluminio. Dichos sistemas proporcionan una medición de temperatura exacta y fiable para todas las fases críticas de la extrusión, empezando con el Termómetro de Aluminio Billet (ABT), que mide el perfil de temperatura del tocho cuando pasa del horno a la prensa y puede ajustar la variación de acuerdo al tipo de aleación y aspereza de la superficie.

El nuevo Termómetro "Aluminio- Fibroptic" (ADT) confirma que las matrices están a la temperatura óptima (típicamente 450 °C) al entrar al contenedor de la prensa.

El Termómetro para la Extrusión de Aluminio (AET) proporciona una medida continua a la salida de la prensa, y una indicación del acabado superficial. Su alta estabilidad no está afectada por el cambio del tipo de sección. Fácil instalación.



Termómetro de "Aluminio-Quench" (AQT) utiliza la misma tecnología del AET. Proporciona una medida exacta de temperatura a la salida del enfriamiento. Pueden utilizarse junto con el termómetro AET de manera simultánea para verificar los grados de enfriamiento necesitados para obtener las propiedades mecánicas deseadas. Los termómetros AET y AQT tienen un láser de alineamiento incorporado como estándar que permite enfocar los termómetros a los perfiles de forma correcta.

Al procesador de señal Landmark Graphic AE, puede conectarse hasta cuatro termómetros y proporciona la base para la integración de información de todos los termómetros, durante todo el proceso de extrusión.

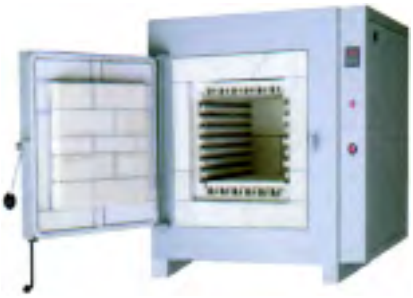
Realice en su propio taller sus tratamientos térmicos

Por Bautermic

Si los tratamientos no son muy complejos, es más cómodo, rápido y económico, hacerlo en su propio taller y no depender de talleres que a veces están alejados, se han de utilizar transportes y depender de plazos de entrega que demoran el montaje o reparación de sus máquinas.

En todos los talleres donde fabrican o transforman diferentes tipos de piezas de metal, plástico, goma, madera, etc... Suele ser precisa la aplicación de calor en varios de sus procesos, bien sea para cocer, secar, fundir, dilatar, desgasificar, realizar diversos tratamientos térmicos o de envejecimiento. Los cuales pueden efectuarse en estufas u hornos estáticos o bien continuos, con recirculación forzada de aire o bien con atmósferas de protección, trabajando a temperaturas comprendidas entre 50 °C y 1.250 °C.

Las estufas hasta 450 °C o bien los hornos hasta 1.250 °C que fabricamos, 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 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 los tipos estándar, se fabrican todo tipo de estufas y hornos especiales continuos, lineales, rotativos, giratorios aéreos, con sistemas de calefacción eléctrico o por combustión y en los casos que el proceso lo requiere, se equipan con recirculación forzada de aire, atmósfera interior de protección o bien con vacío.

Estos hornos se fabrican adaptados a las dimensiones que precise cada cliente, en función de la producción, las dimensiones de las piezas, el tipo de tratamiento a realizar y del espacio disponible.

METALMADRID 2012

MetalMadrid 2012 se celebró los pasados 21 y 22 de noviembre con una enorme satisfacción por parte tanto de la organización, como de las más de 130 empresas expositoras que ocuparon los 106 stand disponibles, igualmente los más de 2.150 visitantes únicos, profesionales y empresas de nuestro sector industrial, que pasaron por MetalMadrid en los 2 días de la feria.

Destacar el mensaje que las empresas participantes hicieron llegar a la organización sobre la gran calidad de estas visitas, que acudieron a la feria desde toda la geografía nacional.

En esta 5ª edición señalar el éxito, tanto de asistencia, como por el nivel de las ponencias de las 2 Jornadas Técnicas que se desarrollaron sobre el sector aeronáutico y el ferroviario; y sobre todo, la gran acogida de las Reuniones Comerciales entre empresas subcontratistas y tractoras, que era una importante novedad de esta edición y que contó con 4 grandes empresas industriales que buscaban ampliar su cadena de suministro y encontraron en estas reuniones empresas subcontratistas con mucho nivel.

Ya se está trabajando para preparar y seguir creciendo en la próxima edición de MetalMadrid 2013 que se celebrará los días 23 y 24 de octubre en IFEMA (Feria de Madrid). Por ello el año que viene, junto a MetalMadrid, se celebrará Robomatica 2013: I Salón de la Automatización y la Robótica de Madrid, toda la Industria y la Innovacion en Aplicaciones Mecánicas en un solo Espacio. En 2013 Robomatica y MetalMadrid juntos.

Flubetech

Es una empresa referente en el desarrollo, fabricación y comercialización de recubrimientos cerámicos funcionales. El objetivo es poner al alcance de los clientes tecnología de última generación para mejorar la calidad de sus productos y su competitividad. Para ello, la empresa utiliza tecnologías muy avanzadas en PVD (magnetron sputtering) y en CVD (RP, reactive particles). Los recubrimientos cerámicos de Flubetech, proporcionan características excelentes de dureza, resistencia al desgaste y bajo coeficiente de fricción. Estas propiedades se requieren en gran variedad de sectores tales como matricería de corte y conformado, moldes de inyección de plástico y aleaciones ligeras, herramientas de corte, y en general, piezas a las que se exige una productividad elevada.

Flubetech inició su actividad en 2006 con la tecnología RPCVD. En 2009 se efectuó el traslado a Terrassa para poder aumentar su capacidad productiva e iniciar su actividad en PVD (magnetrón sputtering).Entre los compuestos PVD se encuentran los de mayor dureza, Hyperlox, Tinalox, Alox (basados en nitruros de Al,Cr,Ti), TiN, CrN y recubrimientos con capas de bajo coeficiente de fricción, como DLC 4000, DLC 3000, CC+C, CC+D. Flubetech ofrece el servicio de recubrimientos de diamante policristalino, de amplia implementación en la industria aeronáutica. CCDIACARBONSPEED, CC DIA FIBERSPEED i CC-DIA MULTISPEED abarcan desde la mecanización de grafito y fibra de carbono hasta los compuestos de Ti-Al-Fibra.

En los procesos RPCVD los compuestos desarrollados se basan en multicapas cerámicas de Ti y Si. SILNITRON TIN y SILNITRON TIC se aplican con éxito en matrices de embutición y conformado.

Para los sectores de matricería y moldes han desarrollado procesos específicos para conseguir la mejor adherencia manteniendo la uniformidad de la capa y el acabado brillante, incluso óptico en moldes de inyección de plástico. Aplica también su tecnología a la mejora de componentes para el sector biomédico. Se recubren con éxito herramientas quirúrgicas y otros elementos protésicos. La experiencia en recubrimientos, materiales metálicos y tratamientos térmicos permite colaborar estrechamente con los clientes en la evolución constante de sus productos. Desde sus inicios mantiene su compromiso con la industria para seguir innovando y desarrollando nuevos recubrimientos para satisfacer las necesidades del mercado.

IK4-Lortek liderará el proyecto europeo de I+D WeldMindt

El proyecto europeo WELDMINDT que liderará IK4-Lortek, catalogado como la mejor propuesta por la unión europea, tiene por objeto el desarrollo de técnicas de ensayos no destructivos miniaturizables para la inspección de partes de difícil acceso en motores aeronáuticos. Este nuevo proyecto se suma a los ya obtenidos tanto en convocatorias anteriores del 7º Programa Marco de I+D de la Unión Europea (7PM), como en otros proyectos europeos financiados con capital privado y público.

Proyecto Weldmindt / CS 2012-2015

El proyecto se centra en dar soluciones para la inspección de partes soldadas de difícil acceso en los motores aeronáuticos del futuro, concepto "Open rotor", motores más efectivos y de menor impacto ambiental. El desarrollo de estas tecnologías de inspección mediante ensayos no destructivos (END) avanzados (termografía, ultrasonidos por láser y shearografía), permitirá la reducción de los costes en fabricación, revisión y mantenimiento al reducir los tiempos de inspección, facilitando de esta forma la entrada en el mercado de este tipo de motores "verdes".

IK4 Lortek es el coordinador del proyecto y lidera gran parte de las tareas que se desarrollarán. Otros dos centros de I+D de reconocido prestigio en Europa (TWI –Reino Unido– y West University –Suecia–) forman parte del consorcio. El proyecto comienza en noviembre de 2012.

Proyecto Merlin / FP7 2011-2014

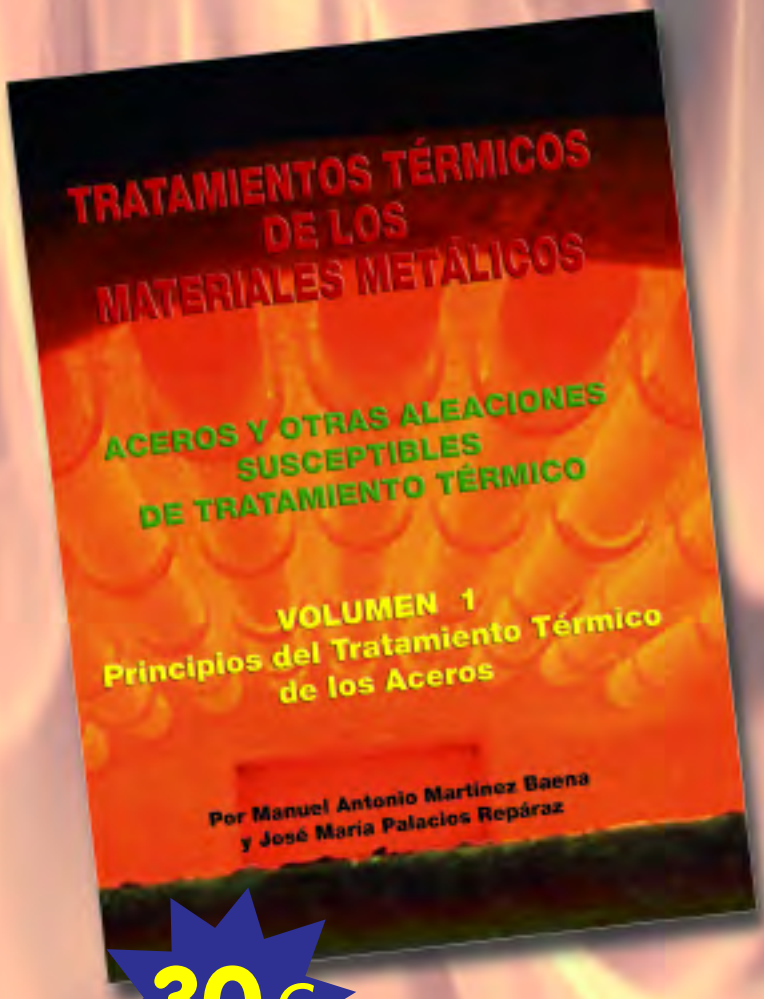
El proyecto tiene como objetivo general el desarrollo de los procesos de fabricación aditiva láser de cara a la fabricación de componentes de motores aeronáuticos. El consorcio MERLIN comprende a seis de los principales fabricantes de componentes de motores aeronáuticos (Rolls-Royce, ITP, Volvo Aero, Turbomeca entre otros), siendo Rolls-Royce el coordinador. Entre los seis renombrados centros de investigación que participan en el proyecto (entre los cuales están TWI y Fraunhofer ILT, por ejemplo) se encuentra IK4 Lortek.

El empleo y desarrollo de los procesos de fabricación aditiva permitirá reducir significativamente los residuos en una industria que requieren grandes cantidades de energía y de productos químicos tóxicos; reducirá fuertemente el uso de productos químicos tóxicos en proceso de fabricación; y reducirá las emisiones debido a la reducción de la cantidad de material utilizado en el proceso de fabricación.

Proyecto Distructure / Programa Manunet 2012-2013

IK4 Lortek investiga la producción de estructuras disimilares aluminio-acero con procesos de unión en estado sólido.

El proyecto DISTRUCTURE se centra en el desarrollo de estructuras de aluminio-acero multimaterial para la industria del transporte. La posibilidad de introducir materiales diferentes en el diseño y la fabricación de elementos ofrece un gran potencial para reducir el peso de los vehículos, el consumo de combustible y las emisiones nocivas.



30 € 206 páginas

316 páginas **40 €**

Estos libros son 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.

El segundo volumen describe, de una manera práctica, clara, concisa y amena el estado del arte en todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y a los aceros inoxidables, su utilización y sus tratamientos térmicos. Tanto los que han de utilizar como los que han de tratar estos grupos de aceros, encontrarán en este segundo volumen los conocimientos básicos y necesarios para acertar en la elección del acero y el tratamiento térmico más adecuados a sus fines. También es recomendable para aquéllos que, sin participar en los procesos industriales, están interesados de un modo general, en el conocimiento de los aceros finos y su tratamiento térmico.

El segundo volumen está dividido en dos partes. En la primera que consta de 9 capítulos se examinan los aceros de construcción al carbono y aleados, los aceros de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los microaleados, los aceros para deformación y extrusión en frío y los aceros para rodamientos. Los tres capítulos de la segunda parte están dedicados a los aceros inoxidables, haciendo hincapié en su comportamiento frente a la corrosión, y a los aceros maraging.

Puede ver el contenido de los libros y el índice en www.pedeca.es
o solicite más información a:
Teléf.: 917 817 776 - E-mail: pedeca@pedeca.es

Factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de una herramienta (y Parte II)

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

1.3. Proceso de hechurado y puesta en forma de las herramientas

A veces, el comportamiento de las herramientas en servicio viene muy influenciado por el mecanizado antes realizado; especialmente, en aquellas herramientas de difícil diseño y de intrincada geometría.

Contemplando el proceso y técnica a seguir, en la puesta en forma y fabricación de la herramienta, hacemos hicapié en el mecanizado previo que normalmente suele ser: (1) por arranque de viruta; (2) electroerosión; y (3) rectificado final.

1.3.1. *Mecanizado por arranque de viruta*

En la mayoría de las herramientas que se mecanizan mediante torneado, fresado, cepillado, etc. se aprecia en la superficie mecanizada multitud de surcos o rayas; cuya magnitud depende de la herramienta de corte, de la presión ejercida, de la herramienta que esté bien o mal afilada y de las condiciones y formas de mecanizado. Las superficies mecanizadas presentan, entonces, una concentración de tensiones que pueden ocasionar, en el temple previo, deformaciones y grietas; ya que las rayas y los pequeños surcos superficiales se comportan como verdaderas entallas múltiples; **figura 13**.

Resumiendo: el arranque de viruta, cuando se realiza en condiciones desfavorables, provoca en el material tensiones cuya magnitud depende de las condiciones y formas de mecanizado. Tensiones, que al integrarse y sumarse con las que se producen en el temple, dan lugar a posibles grietas y roturas de las herramientas correspondientes. El peligro se ve aumentado cuando el diseño de la herramienta o del útil a mecanizar es de difícil geometría; **figura 14**.

Figura 13. *Grietas de temple producidas por tensiones de mecanizado que se suman a las propias de temple. Se aprecian profundas rayas en la en la superficie mecanizada, causa de tales grietas. (b) = detalle de la grieta por rayas de mecanizado.*

Figura 14. *Rotura catastrófica de temple producida por altas tensiones de mecanizado y difícil diseño.*

1.3.2. *Electroerosión (EDM)**

La **electroerosión** es un procedimiento de mecanizado muy valioso hoy día en los talleres de moldes y matricería en general; ya que es en método rápido, económico y sencillo de producción de herramientas, aunque el acero que se electromecaniza tenga una dureza muy elevada; **figura 15**. El proceso tiene también sus inconvenientes que comentaremos a lo largo de este apartado

Figura 15. *Primitiva máquina de electroerosión utilizada en la Empresa Nacional de Motores de Aviación S. A. [Antigua ELIZALDE S.A.], en los años cincuenta del siglo pasado (1957), para la mecanización de piezas muy especiales por su diseño y aleación: ¨practicar las escotaduras en los álabes huecos del distribuidor de turbina de un motor a reacción¨. Fue una de las primeras máquinas de electroerosión instaladas en España.*

La electroerosión representa una técnica de mecanizado por fusión de metales en la que se producen, localmente, altas temperaturas que provocan la fusión y evaporización del material que se electroerosiona. Si no se opera con sumo cuidado se origina, frecuentemente, una capa dura y con cierta rugosidad en la superficie erosionada. Se trata de un capa retemplada de muy alta dureza, –*capa blanca*– con cierta porisidad y quebradiza, que hay que eliminar; **figura 16**.

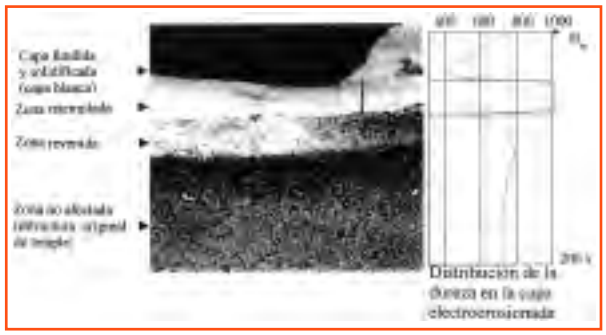


Figura 16. *Cambios de estructura producidos en la superficie electroerosionada, dureza y profundidad de la capa afectada por electroerosión.*

* Acrónimo de Electrical Discharge Machining (EDM).

Después del la electroerosión del material, reiteramos, hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda, fuertemente, transformada (1) una capa retemplada, muy dura y quebradiza ya mecionada; **capa blanca**, formada por cristales largos y columnares, –**figura17**– en la que se pueden apreciar finos poros y pequeñas grietas.

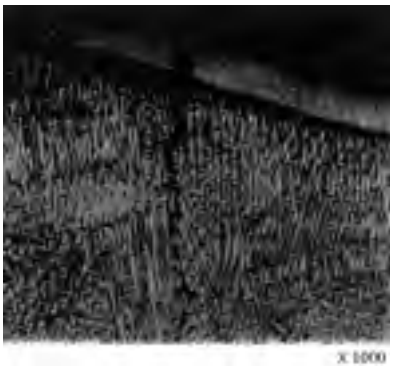


Figura 17. *Cristales de forma columnar y grieta que se originan durante la solidificación de la superficie electroerosinada.*

La electorosión es un sistema de mecanizado que permite, como principal ventaja, el hechurado de herramientas con materiales duros, o bien templados y revenidos, a la dureza de uso de la herramienta correspondiente.

Los cambios que se observan en el material durante la electroerosión, son debidos al enorme aumento de temperatura que se genera en la superficie electroerosionada. Cuatro son los factores influenciados por ese aumento de temperatura:

- La microestructura.
- La dureza.
- El estado de tensiones.
- El contenido de carbono [afectado por la carburación o por la descarburación].

En consecuencia, después de la electroerosión, hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda fuertemente transformada, ver **figura 16**: (1) una capa retemplada, muy dura y quebradiza, la llamada **capa blanca**, formada por cristales largos y columnares en la que se pueden apreciar, en ocasiones, finos poros y pequeñas grietas; ver **figura 17**.

La energía de descarga y el barrido del dialéctrico determinan la profundidad de la capa blanca y la magnitud de las tensiones; (2) una capa subyacente intermedia, térmicamente afectada, más dura

que la propia del material erosionado; (3) una zona revenida y donde el efecto de revenido disminuye hacia el núcleo de la herramienta; y (4) una zona no afectada, por lo que su estructura no sufre modificación alguna.

Resumiendo: si la electroerosión se realiza adecuadamente, con una fase final de acabado suave, los defectos superficiales prácticamente se eliminan en su totalidad. Es por tanto aconsejable, para evitar los posibles problemas antes enumerados, tomar las siguientes precauciones:

- *Finalizar la operación de electroerosionado.* Un acabado muy fino, *–baja intensidad, alta frecuencia–* con el fin de eliminar la capa retemplada y frágil que se origina en la primera fase de desbaste electroerosivo.
- *Rectificado o pulido.* Para eliminar con mayor seguridad todos los defectos superficiales; *–fisuras, cráteres, etc.–* dependiendo, en mayor o en menor grado, de la profundidad a la que se realice la operación de acabado [5 ÷ 10 µm aprox.].
- *Revenido para eliminar las tensiones de electroerosionado.* A una temperatura comprendida entre 15 y 25 °C por debajo de la temperatura del revenido de bonificado del material de partida.

1.3.3. *Rectificado*

El rectificado es sin duda una de las fases más críticas del proceso de fabricación de las herramientas. No sólo porque un rectificado incorrecto da lugar a defectos que provocan fallos prematuros en la herramienta afectada; sino porque, al contrario, un rectificado correcto mejora sustancialmente el rendimiento mecánico de la herramientaen servicio.

En la construcción de las herramientas, sobre todo si son de forma complicada y/o de geometría difícil, hay casi siempre un trabajo final de rectificado dando lugar a costes muy elevados que a veces superan a los del conjunto de mecanizado total de la herramienta.

Cuando las herramientas se templan y se revienen a la dureza de uso; *–particularmente con revenidos a baja temperatura* [$T^a_{revenido} \leq 200$ °C]– en este estado el acero tiene el comportamiento físico de un cuerpo rígido con muy poca aptitud a absorber los choque y deformaciones. Si las herramientas se someten, entonces, a un proceso de rectificado; por la propia naturaleza del mismo se genera, en las zonas más periféricas de la superficie que se rectifica, gran cantidad de calor, que es preciso disipar con una abundante refrigeración. Si no se logra eliminar el calor, éste elevará la temperatura de dicha superficie ocasionando posibles grietas, más o menos profundas, en la zona afectada; **figuras 18** y **19**.

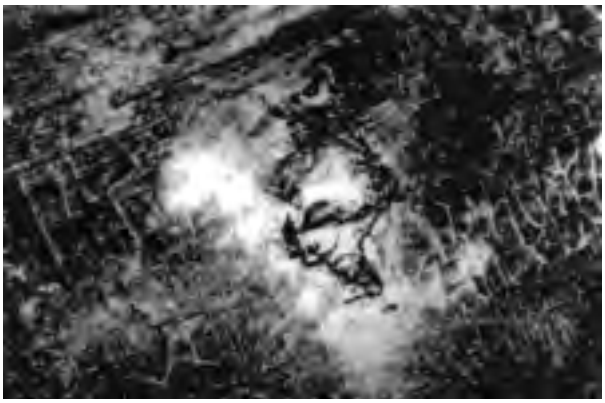


Figura 18. *Grietas y desconchados producidos por un rectificado deficiente.*

Figura 19. *Grietas producidas por un fuerte esmerilado manual.*

La distribución de tensiones tangenciales aparecidas por sobrecalentamientos locales en la superficie rectificada, se muestra en la **figura 20**. Justo en la superficie externa, la más periférica, las tensiones producidas son de compresión y a una profundidad muy pequeña de ella [0 ÷ 1 mm] las tensiones subyacentes son de tracción; siendo a esta profundidad precisamente, donde se originan las grietas de rectificado.

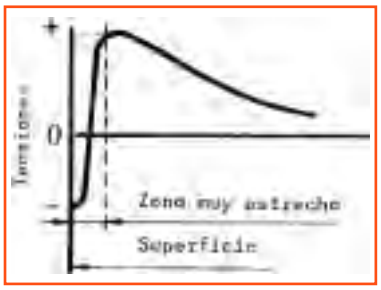


Figura 20. *Diagrama de distribución de las tensiones tangenciales producidas por un deficiente rectificado.*

El sobrecalentamiento de la superficie rectificada provoca dos efectos de naturaleza contraria: (1) se origina un accidental revenido que, por su naturaleza, supone una contracción de volumen en la superficie afectada y supone, también, una disminución de la dureza superficial; y (2) una dilatación, que es función del coeficiente de dilatación volumétrica del material correspondiente.

Estos dos efectos, opuestos entre sí, dan origen a la creación de un régimen de tensiones –*de compresión y de tracción*– muy crítico que produce, la mayoría de las veces, fisuras y desconchamientos en las herramientas rectificadas.

Resumiendo: sin entrar en mayores profundidades de la práctica y tecnología del rectificado, recordamos algunas observaciones puntuales para la obtención de un buen rectificado:

- Utilizar una abundante refrigeración y asegurar que ésta sea efectiva posicionando el chorro refrigerante, desde el comienzo del rectificado, en la dirección del movimiento de la muela y procurando que cubra toda el área de rectificado.
- Efectuar el rectificado, siempre que sea posible, en la misma dirección del mecanizado realizado primero con herramienta de corte –*torneado, fresado, taladrado, etc.*– . La mayor duración y rendimiento de las herramientas justifica el esfuerzo realizado de rectificar en ese sentido.
- Emplear siempre muelas limpias y bien acondicionadas.
- No utilizar cargas y presiones excesivas de rectificado, para evitar el sobrecalentamiento de la herramienta, procurando también evitar grandes profundidades de corte que produzcan el embotamiento de las muelas correspondientes.
- Emplear muelas relativamente blandas y de grado medio de dureza. Cuando se precise un grano más fino de acabado, hay que extremar el grado de blandura o dureza de la muela.

Es un hecho constatado y la práctica así lo demuestra, que el rectificado de las herramientas templadas y revenidas, es una operación muy crítica y peligrosa que influye de una manera muy decisiva en su rendimiento mecánico en servicio.

1.4. Tratamiento térmico

De la infinidad de casos investigados de herramientas rotas o agrietadas en servicio; la experiencia nos demuestra que la gran mayoría de los fracasos (≈ 80%) son debidos, particularmente, a causas inherentes al tratamiento térmico. Esto resulta evidente si se tiene en cuenta la propia naturaleza del proceso, y las profundas transformaciones estructurales que sufre el acero cuando se tratata térmicamente.

Para aminorar y reducir al máximo ese alto porcentaje de fracasos, se han de tener en cuenta en el tratamiento térmico de las herramientas –*temple + revenido*– cuatro parámetros principales:

- Calentamiento.
- Austenización.
- Enfriamiento.
- Revenido.

La incorrecta práctica de uno de ellos, o de varios a la vez, puede ser desgracidamente la causa de su rotura.

1.4.1. *Calentamiento*

Aunque el calentamiento del material, metalúrgicamente considerado, no tiene correspondencia alguna con la reacción de temple; en la práctica, la posible velocidad de calentamiento, y su efecto sobre el material frío –***acero***– introducido en un horno caliente, es mayor de lo que se piensa. Por lo que se recomienda, en aquellos aceros y herramientas cuya temperatura de temple esté sobre 900 y 1.000 °C, realizar un precalentamiento previo a una temperatura comprendida entre 680 y 750 °C, antes de alcanzar la temperatura austenítica de temple.

Con el precalentamiento se consigue las siguientes e importantes ventajas:

- Acortar el tiempo de calentamiento a la temperatura de temple, con lo que se reducen el peligro de eventuales descarburaciones y oxidaciones que pueden, fácilmente, aparecer a tan altas temperaturas de austenización.
- Disminuir las posibles distorsiones que se producen por el cambio de volumen que existe entre la estructura globular de partida –*recocido*– y la austenita formada a la temperatura de temple.
- Evitar los choques térmicos, es decir los gradientes agudos de temperatura que se originan cuando una herramienta, que está a temperatura ambiente, se introduce en un horno ya caliente a tan alta temperatura de temple.

1.4.2. *Austenización*

Llegado el acero a la temperatura de austenización, se mantendrá un tiempo prolongado para que se disuelvan los carburos y toda la herramienta se ¨empape¨, homogénea y regularmente, de calor antes del temple.

El calentamiento a temperatura de austenización y el tiempo de permanencia de la herramienta a temperatura de temple han de ser, particularmente, vigilados; precauciones que han de ser de mayor o menor intensidad en función de la naturaleza del acero y de las dimensiones y geometría de la herramienta a templar.

La temperatura y el tiempo de austenización dependen, especialmente, de la composición química del acero y en menor grado influye, también, el diseño y el volumen o masa de la herramienta en cuestión. Cuando en el temple se sobrepasa la temperatura crítica de austenización del material, –*sobrecalentamiento*– se produce siempre en el acero un mayor aumento de volumen; y a lo largo del enfriamiento de temple es, también, mayor la diferencia de temperaturas entre las distintas áreas y secciones que componen la geometría de herramienta templada.

Así pues, el empleo de una alta temperatura de temple –*muy superior a la crítica*– provoca en el material templado una serie de problemas de naturaleza metalúrgica: tamaño de grano grueso, estructura martensítica grosera, alto porcentaje de austenita retenida, etc; condicionantes éstos que contribuyen y facilitan la aparición de los defectos típicos de temple en la herramienta afectada. La austenita retenida de temple –**p. ej.**:– tiene el inconveniente de una sensible bajada de la dureza, que dificulta muy mucho el rectificado de la pieza en cuestión.

Hay que advertir, también, que la utilización de temperaturas por debajo de las críticas de austenización, proporcionan temples incompletos. Es decir, que si la transformación austenítica no ha sido homogénea ni tampoco completa; y, además, su paso a martensita ($\gamma \rightarrow \alpha$) se efectúa de forma parcial, apareciendo entonces, junto a una martensita muy pobre, otros constituyentes intermedios: bainita, troostita, perlita.

Las consecuencias de un temple insuficiente son: (1) baja dureza; y (2) una irregular distribución de la dureza que puede influir, de una manera relativa, sobre la aparición de grietas y roturas del material templado; **figura 21**.

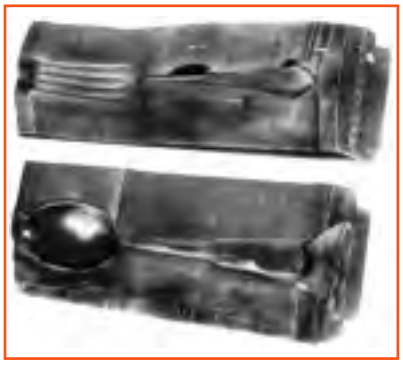


Figura 21. *Troqueles agrietados en el temple por utilizar una temperatura deficiente de temple y muy poco uniforme.*

1.4.3. *Enfriamiento*

El enfriamiento controlado de temple es la fase de tratamiento más difícil y peligrosa. Por lo que el enfriamiento de temple se ha de realizar con las mayores precauciones; sobretodo, en herramientas de difícil diseño e intrincada geometría. Ha de utilizarse, siempre, el medio de enfriamiento más apropiado, de acuerdo con la propia naturaleza del acero y con la masa o volumen a templar, así como con de la geometría y forma de la herramienta a templar.

Para cada caso, el medio de enfriamiento se ha de elegir de tal modo que la velocidad de enfriamiento sea superior a la crítica de temple; es decir, a la mínima velocidad de enfriamiento capaz de transformar totalmente la austenita en martensita: $\gamma \rightarrow \alpha$.

Las tensiones que se producen en el temple tienen una importancia extraordinaria. La práctica nos demuestra que una gran mayoría de la herramientas inutilizadas, lo han sido debido a que el medio de enfriamiento con el que se templaron fue demasiado enérgico; **figura 22**. Principio que adquiere mayor relevancia y atención cuando se han de

Figura 22. *Troquel agrietado en el temple por utilizar una temperatura alta de temple y un enfriamiento muy enérgico. El diseño y la masa de la pieza tampoco ayudaron mucho.*

templar herramientas con una difícil y complicada geometría.

Para la perfecta realización de un buen temple, es por tanto fundamental tener en cuenta la calidad del acero, la forma, geometría, y tamaño de la herramienta a templar; eligiendo al mismo tiempo, y en función de esos condicionantes, el medio de enfriamiento más adecuado. La elección no es siempre fácil; y, es en la mayoría de los casos, la experiencia la que nos da la solución al problema.

1.4.4. *Revenido*

Una vez templada la herramienta es preciso conocer la dureza conseguida, para poder confirmar la validez del tratamiento; y, al mismo tiempo, fijar la temperatura correcta de revenido en función de la dureza de temple y de las características mecánicas exigidas a la herramienta en servicio.

Es peligroso retardar el revenido de las herramientas ya templadas; por lo que es muy aconsejable realizar de inmediato un calentamiento –[$T^a_{revenido}$ = (100 ÷ 150 °C), y *un tiempo mínimo de dos horas*– antes de verificar la dureza de temple. Este tenue y simple tratamiento relaja significativamente las tensiones de temple, sin alterar en absoluto la dureza de la pieza templada.

El tratamiento térmico de relajación a tan baja temperatura, aunque parezca una operación simplista, evita en muchas ocasiones grandes sustos –*agrietamientos y roturas*– que circunstancialmente se producen en una cierta mayoría de herramientas a las que no se les ha realizado este sencillo y sutil tratamiento previo; **figura 23**. Eliminadas ya las tensiones de temples, la herramienta puede esperar un cierto tiempo antes de su definitivo revenido.

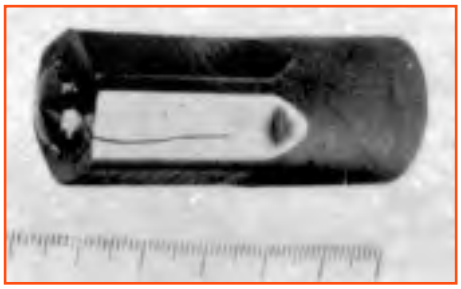


Figura 23. *Punzón agrietado cuyo estudio reveló una estructura correcta de temple. Las grietas se produjeron por no realizar el revenido inmediatamente después del temple El revenido se realizó algunos días después.*

En el caso de algunos aceros ledeburíticos, y otros aceros de media aleación con alto carbono (C ≥ 1%; Cr ≥ 5%), se recomienda realizar varios revenidos a temperatura relativamente alta [$T^a_{revenido}$ = (540 ÷ 560 °C)] para conseguir la dureza secundaria; ya que tales aceros tienen una gran tendencia a la retención de la austenita, una vez templados.

La austenita retenida se transforma en martensita en el primer revenido. La martensita así obtenida es dura y frágil, dado que aparentemente se encuentra en un estado tensional de no ¨revenido¨ y necesita, por tanto, de un eventual segundo o tercer revenido para estar por completo estabilizada.

Si no se realiza ese segundo o tercer revenido en las herramientas, fabricadas principalmente de aceros ledeburíticos [C = (1,5 ÷ 2%); Cr =12%] y aceros rápidos, existe la posibilidad de que aparezcan grietas en la operación de rectificado. Hay que recordar que los aceros de herramientas, en general, son muy propensos al agrietamiento por rectificado después del temple + revenido, cuando en su masa matricial martensítica persiste todavía cierta cantidad de austenita retenida.

FINAL

Hemos querido resaltar una serie de detalles prácticos, que para el especialista en la construcción de herramientas pueden parecerle repetitivos y rutinarios, dado que todos ellos ya son conocidos por su experiencia; aunque se ha de reconocer que son la base del éxito y rendimiento de una herramienta. A veces se da mucha importancia a la elcción del acero, conveniente para una determinada herramienta y aplicación, y se olvidan estos detalles que explican muchos fracasos.

Es muy normal y frecuente, que una herramienta que se rompe de forma preventiva, en servicio en la mayoría de las veces, lleva consigo la mayoría de las veces la decisión de cambio del acero con el que se ha fabricado; cuando, en la práctica, sólo basta modificar la temperatura de revenido y/o la velocidad de enfriamiento de temple para obterner una herramienta más tenaz y de mayor rendimiento.

Nos sentiremos muy satisfechos si estas escuetas observaciones pueden ayudar a construir mejores y más fiables herramientas.

Consejos y trucos para la instalación de los sistemas de distribución de gases de soldadura

Por Ignasi Torres (Departamento de Marketing de Carburos Metálicos)

Existen varias maneras de suministrar, almacenar y distribuir internamente los gases empleados en soldadura, desde el uso de una botella individual con un regulador de presión conectado, hasta las rampas o bloques de botellas unidas a un punto de distribución central. Este artículo ofrece algunos consejos y trucos para trabajar con seguridad con el sistema de distribución de gases.

Presión de las botellas

La mayoría de empresas utilizan botellas individuales en los procesos de soldadura, generalmente botellas de acero de 50 litros de capacidad que se colocan en carros de soldadura o tienen una ubicación fija en la planta. El gas almacenado en estas botellas se encuentra a una presión de 200 bar, pero cada vez con más frecuencia se suministran botellas a 300 bar de presión. El gas, almacenado en estos casos en botellas de 30 litros, está a una presión mayor, por lo que la cantidad de gas es similar a la obtenida en botellas de 50 litros.

Además, las botellas con capacidad geométrica de 30 litros son más pequeñas, estables, ligeras y más seguras de usar que las de 50 litros. En las botellas de 200 y 300 bar de presión se conectan reguladores de presión, de manera que se pueda reducir la presión hasta el nivel deseado. En este caso, el gas se conduce al equipo de soldadura a través de una manguera.

Air Products, grupo del que forma parte Carburos Metálicos, ha diseñado la gama de botellas Integra®, con un llenado a 300 bar de presión, que sirven tanto para aplicaciones móviles en los talleres, como para puestos de trabajo fijos en las plantas de producción o para llevar en vehículos de servicio. Las botellas Integra® disponen de un regulador de presión integrado en la botella y un indicador de contenido todo ello protegido mediante una tulipa. Además, en los gases en que es necesario, se acopla un dispositivo anti retorno- apaga llamas. Estas botellas se pueden conectar de forma segura gracias a un sistema de salida de gases de conexión rápida. Las botellas Integra® están disponibles para gases como el argón, el oxígeno y el acetileno, así como para otras mezclas de gases de soldadura de Carburos Metálicos.

Distribución

Las empresas que utilizan bloques de botellas suelen tener un punto central de distribución anexo a una pared exterior. El gas se suministra a través de mangueras de alta presión desde la botella hasta el regulador, donde la presión se reduce hasta la el valor requerido. Posteriormente, se distribuye a través del sistema de tuberías hasta el puesto de trabajo donde se reduce la presión al valor adecuado para el equipo de soldadura. La principal ventaja de un sistema central de distribución de gases es que se pueden conectar múltiples botellas, lo que significa que la cantidad de gas disponible para trabajar es mayor.

Existe un amplio rango de centrales de distribución de gases, con distintos números de botellas. La modalidad, mediante paneles, está disponible

para un máximo de tres botellas independientes, o para dos pares de botellas o para dos conjuntos de tres botellas. En la mayoría de casos, las botellas vacías se cierran manualmente y se abren las válvulas de las botellas llenas, tras lo cual se pueden reemplazar las botellas vacías. En general, los bloques de botellas están compuestos por 23 botellas de 200 bar ó 18 botellas a 300 bar de presión, conectadas en serie dentro de una estructura de metal. El número de botellas y las dimensiones del bloque completo varían en función del sector industrial. Gracias al uso de estos bloques, las empresas tienen un mayor stock de gas disponible. Existen versiones automáticas y semiautomáticas que controlan el cambio de un bloque de botellas vacío a uno lleno. Carburos Metálicos también suministra instalaciones llamadas EPM (Economy Pack Manifold), que utiliza un bloque de botellas para llenar, en primer lugar, las botellas de repuesto, lo que significa que siempre hay suficiente capacidad de repuesto para cambiar el bloque de botellas vacío, reduciendo así el coste del alquiler de botellas y bloques. Actualmente existen reguladores especiales que incluyen reguladores con un elemento calefactor para evitar que se congelen cuando se utilizan grandes cantidades de gas inerte como el argón, el nitrógeno o mezclas de gases inertes.

Conectores de botellas

Un punto importante a tener en cuenta cuando se trabaja con botellas son los diferentes tipos de roscas que las conectan. Las roscas de conexión de las botellas de gas están reglamentadas por estándares a nivel nacional. Esto hace que las empresas que operan a nivel internacional a menudo se encuentren con problemas, ya que las conexiones que utilizan en un país puede que no sirvan en otro. Por eso, a menudo piden adaptadores para poder conectar las botellas y los reguladores.

Este hecho puede llevar a situaciones de riesgo cuando los adaptadores se conectan a gases distintos en función del país en el que se utilizan. Por este motivo debería evitarse el uso de adaptadores, y se debería utilizar un regulador con la correcta rosca de conexión. Afortunadamente, en Europa sí existe un acuerdo de estándar europeo para los botellas de 300 bar.

Depósitos de gas

Los tanques de almacenamiento de gas licuado son una excelente alternativa para las empresas

que usan grandes cantidades de gas, siendo ampliamente utilizados. El punto de equilibrio para pasar a un suministro mediante gas licuado en el caso de los gases puros está entre las 10-15 botellas al mes y, en el caso de las mezclas de gases, alrededor de las 30 botellas mensuales.

El gas se suministra mediante camiones cisterna a la presión adecuada en cualquier momento del día, sin interrumpir la producción y sin que haga falta la presencia de empleados de la planta fuera del horario normal de trabajo. Así, el número de suministros se reduce considerablemente, y se alcanzan ahorros significativos en relación con la gestión de stocks. Asimismo, también se logran beneficios en las áreas de seguridad y productividad ya que se ahorra tiempo y se evitan los riesgos que implica cambiar las botellas.

La legislación de cada país es firme en cuanto a la ubicación de los depósitos criogénicos de gas, ya que se deben contemplar una serie de puntos esenciales como los sistemas de seguridad contra incendios, la seguridad en el almacenamiento sustancias peligrosas, el ruido generado por el llenado de los tanques y el riesgo para el medioambiente.

Carburos Metálicos tiene también establecidos una serie de requisitos que deben cumplir las plantas industriales en las que se instalen sus depósitos. Por ejemplo, la estancia tiene que estar correctamente ventilada, tiene que contar con una alarma por si falla la ventilación, en la sala se debe disponer de un sistema de detección de oxígeno mediante una notificación en cada entrada, y el gas debe ser ventilado hacia el exterior en caso de un exceso

de presión. Por razones prácticas, los depósitos CryoEase generalmente se instalan en el exterior para facilitar el acceso de los camiones cisterna que realizan el llenado, al tiempo que ofrecen una mayor seguridad al garantizar una ventilación adecuada.

Los tanques instalados también deben cumplir otros requisitos generales como la distancia a los edificios; la colocación sobre una base no combustible y la instalación de protecciones contra el impacto de un vehículo, de manera que puedan prevenirse los daños a los tanques y a las tuberías; la distancia entre los tanques y los límites de la planta es otro requerimiento a tener en cuenta. Además, los tanques, las tuberías y el punto de llenado deben ubicarse fuera del alcance de personas no autorizadas. Los grandes tanques, con una capacidad superior a los 2.000 litros, requieren, generalmente, mejores cimientos, por lo que se necesita un permiso de edificación.

Mezcla de gases

Los depósitos de la gama CryoEase únicamente sirven para almacenar gases puros. En el caso en que se requiera una mezcla de gases se utilizarán mezcladores. Antiguamente, en estos casos, se utilizaban mezcladores de gases controlados eléctricamente y conectados a un depósito que actuaba de pulmón. El gas se transportaba a través de tuberías hasta el lugar de trabajo, por lo que este proceso resultaba muy costoso en los casos en que se tenía que suministrar una gran cantidad de gas desde los tanques. Por ese motivo, Carburos Metálicos, del Grupo Air Products, suministra mezcladores de gases que funcionan de forma mecánica sin necesidad de un depósito que actúe como pulmón y que tienen una capacidad para suministrar aproximadamente 900 litros por minuto, convirtiéndose en una forma de suministro más que suficiente para empresas con un gran volumen de trabajo de soldadura.

Los tanques de almacenamiento de gas licuado requieren, generalmente, un sistema de tuberías bastante extenso ya que las empresas que utilizan estas grandes cantidades de gas suelen tener numerosos puestos de trabajos de soldadura y, por lo tanto, el mismo número de puntos de suministro. Actualmente no existen requisitos específicos para el diseño e instalación de estos sistemas de tuberías.

Tuberías

La tubería debe instalarse de manera que no haya ninguna posibilidad de que se dañe, especialmente cuando se utilizan gases tóxicos o inflamables. Esto significa que, en general, deben instalarse a una cierta altura, alimentando a los puestos de trabajo desde arriba. En el caso de los sistemas extensos de tuberías, es preferible disponer la red en varias secciones, cada una con sus propias válvulas de corte y de emergencia. Se trata de una cuestión práctica, ya que si hubiera algún problema, únicamente se necesitaría cerrar una de las secciones, mientras el resto de secciones continuarían operando sin problema.

Carburos Metálicos, del Grupo Air Products, también recomienda que el gas de la red de tuberías esté a una presión superior, porque la presión disminuye a medida que aumenta la distancia. Con una mayor presión en la red de tuberías, así como en los reguladores y en los puntos de conexión, cada puesto de trabajo de soldadura puede administrar el gas a la presión adecuada.

Las tuberías suelen ser de acero o de cobre, incluso a veces de acero inoxidable. El acero se utiliza, generalmente, en entornos industriales. La ventaja del cobre es que su superficie es menos rugosa y produce menos contaminantes en las tuberías. Por tanto, se utiliza principalmente en empresas donde hay requisitos estrictos para garantizar la pureza del gas, como en el corte por láser o en laboratorios.

En hospitales también se utiliza un tipo especial de cobre.

Las conexiones entre tramos de tuberías deben evitarse tanto como sea posible al instalar las redes de tuberías, así se reduce al máximo la posibilidad de fugas. Los sistemas de tuberías para gases de soldadura en ambientes industriales se encuentran a menudo en lugares donde están sometidas a vibraciones, y donde las conexiones pueden soltarse. Por este motivo, Carburos Metálicos recomienda el uso de juntas soldadas. Esto hace que la instalación sea un poco más cara que cuando se utilizan los conectores comunes de liberación rápida, pero la construcción resultante es mucho más robusta. Los conectores de liberación rápida tienen unas gomas que se deterioran con el tiempo pudiendo causar fugas. No es necesaria la utilización de fundentes cuando se hacen soldaduras fuertes con cobre, fósforo o plata, evitándose la entrada de contaminantes en el sistema de tuberías.

Una vez la instalación se ha completado, se hace circular nitrógeno para eliminar residuos y, posteriormente, se le hace una prueba de estanqueidad.

Etiquetado

Para Carburos Metálicos es muy importante el correcto etiquetado de las tuberías. El procedimiento estándar en cuestiones de seguridad consiste en utilizar pegatinas con flechas de colores situadas a intervalos regulares, para indicar qué gas fluye a través de la tubería y en qué dirección. De acuerdo con la norma de codificación de colores, el amarillo es el color para todas las tuberías de gas. Sin embargo, con el fin de distinguir las distintas tuberías, se recomienda utilizar el mismo color que en las botellas: el verde para los gases inertes, el marrón para el acetileno, el blanco para el oxígeno y el rojo para el hidrógeno y otros gases inflamables.

Aunque no existen pautas legales para el mantenimiento de los sistemas de tuberías, Carburos Metálicos recomienda las inspecciones regulares. La mayoría de las empresas son conscientes de la importancia de la inspección de tuberías, mangueras y conectores para evitar averías y fugas, ya que son, a menudo, la principal causa de accidentes laborales.

Laboratorio de Investigaciones Metalográficas y Metalotecnia

El 9 de Noviembre de 1912, se publica el Real decreto de creación del Laboratorio de Investigaciones Metalográficas de la entonces Escuela Especial de Ingenieros de Minas, a propuesta del Ministro de Fomento D, Miguel Villanueva y Gómez, por parte del rey Alfonso XIII.

Con posterioridad, el Negociado de Minas y aguas subterráneas de la DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, MINAS Y MONTES, aprobó con fecha 5 de Marzo de 1913, el Reglamento para el Laboratorio de investigaciones metalográficas de la Escuela de Minas, presentado por el Profesor de la Cátedra de Metalurgia general D. Eduardo Gullón.

En dicho reglamento se organiza (art 1º) "un Laboratorio de investigaciones metalográficas, con los fines siguientes, para la enseñanza experimental de los alumnos .../..., Informar en todos aquellos asuntos oficiales en los cuales se requiere por el Gobierno el concurso del Laboratorio, y muy especialmente para dilucidar las causas de accidentes del trabajo y realizar toda clase de ensayos que para la más acertada aplicación de las aleaciones, perfeccionamiento en los medios de fabricación y condiciones de su empleo, se soliciten por los particulares, así corno todo género de ensayos contradictorios sobre la constitución y cualidades de las distintas substancias minero-metalúrgicas."

Durante estos 100 años transcurridos, el laboratorio de investigaciones metalográficas ha contribuido al desarrollo de la metalografía, y mejorándose los medios disponibles, a la vez que se mantienen aquellos equipos de carácter docente, que todavía pueden verse en dicho laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Así mismo desde su origen, el apoyo a la docencia, a la industria y a la investigación vienen marcando las líneas de trabajo del laboratorio de Investigaciones Metalográficas de la ETSI Minas-UPM.

Actualmente el Laboratorio de Investigaciones Metalográficas y Metalotecnia se encuentra en el Departamento de Ingenieria de Materiales de la ETSI Minas, siendo el responsable de mismo el profesor Luis E. Garcia Cambronero.

Análisis comparativo de los tratamientos termoquímicos a escala industrial de nitruración gaseosa, salina y por plasma en un AISI H13

Por J. Zúñiga[1], P. Corengia[1], A. Esnal[1], J.M. Hernandez Calama[1], A. Larrañaga[2]

[1] Inasmet-Tecnalia
[2] Tratamientos Térmicos TTT S.A.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología de materiales ha experimentado sensibles avances en los últimos años, especialmente en lo que se refiere a materiales tratados en su superficie con propiedades específicas y adecuadas a usos muy concretos y a solicitaciones variadas [1].

Debido a las crecientes exigencias productivas, los materiales deben trabajar en condiciones cada vez más severas, lo que conduce a la degradación de los mismos por desgaste, corrosión, fatiga, etc., con mayor rapidez, si no son seleccionados y modificados adecuadamente mediante tratamientos de superficie [2]. Es por esto que la importancia del estado de la superficie respecto a las condiciones de trabajo ha impulsado notablemente el desarrollo de nuevas tecnologías de tratamiento de superficie, que en buena medida están desplazando a los tratamientos convencionales [3].

El proceso de nitruración se clasifica como un tratamiento de superficie termoquímico ferrítico a baja temperatura, inferior a 590° C, que no involucra transformaciones de fase durante el tratamiento. El objetivo tecnológico de este tratamiento es mejorar las características de la superficie de materiales para uso en ingeniería (dureza, fatiga, resistencia al desgaste, en algunos casos resistencia frente a la corrosión, etc.).

Después de nitrurar un componente, sólo se genera un pequeño cambio de volumen y una distorsión mínima. Por ello, generalmente, se emplea como un tratamiento final. Su ámbito de aplicación se extiende a aceros, fundiciones, titanio y sus aleaciones. Durante la nitruración, el nitrógeno atómico se introduce en la superficie del componente hasta una profundidad determinada por la difusión del nitrógeno y su reacción con los elementos aleantes. El nitrógeno puede provenir de un gas, un líquido o un plasma, dando lugar a los tres tipos de nitruración: gaseosa, líquida e iónica.

En el presente trabajo se realizada un estudio comparativo de tres procesos de nitruración. Los tratamientos termoquímicos han sido aplicados sobre muestras de acero 1.2344, material que una vez nitrurado es ampliamente utilizado en los procesos de moldeo por inyección. En el estudio llevado a cabo se ha realizado una caracterización microestructural, topográfica y mecánica de los materiales tratados. En éste se incluyen los siguientes ensayos y análisis:

- Determinación de espesor de capa de compuestos en los materiales tratados.
- Análisis microestructural de la capa nitrurada y del material base.
- Análisis microestructural de la capa de compuestos.
- Determinación del perfil de microdureza y espesor de capa tratada.
- Análisis del substrato (material base) post-tratamiento de superficie (análisis microestructural y de microdureza).

Selección del material y caracterización

Para la realización del presente estudio se ha seleccionado como material base el acero H13 ya que se trata de uno de los más empleados en la construcción de moldes para inyección de magnesio. Una vez determinada la materia prima se ha procedido a su adquisición en forma de barra con las características que se detallan en la Tabla 1.

Unidades	Formato	Dimensión (mm)		Cantidad Kg
		Diámetro	Longitud	
4	RD	51	2000	133

Tabla 1. Características del material adquirido.

Tras seleccionar y adquirir la materia prima se ha procedido a su preparación según un diseño previamente determinado. En la Fig. 1 se puede apreciar la geometría definida teniendo en cuenta los distintos puntos de interés existentes en la industria de la inyección en caliente de magnesio.

Fig. 1. Diseño de la probeta.

Dentro del análisis de la materia prima se ha realizado una caracterización microestructural (tamaño de grano e inclusiones) y de las propiedades mecánicas del material seleccionado. El tamaño de grano ferrítico medio correspondiente es el No G: 10 11. Los resultados de la determinación del contenido de inclusiones se detallan en la Tabla 2.

En la Tabla 3 se indican los valores determinados tras el ensayo de tracción realizado al material base.

Los valores obtenidos mediante el ensayo de dureza se detallan en la Tabla 4. Asimismo se incluyen los valores provistos por el suministrador del material (Thyssen). Los ensayos de dureza fueron realizados según las normas UNE-EN ISO 6508-1:2007 (tracción); UNE-EN 10.002.1:2002 (dureza Rockwell).

REFERENCIA PROBETA / Specimen reference			1	2		
TRACCIÓN / Tension test	Temperatura	°C	22	22		
Espesor / Thickness		mm	-	-		
Diámetro / Diameter		mm	10.0	10.0		
Anchura / Width		mm	-	-		
Sección / Area		mm^2	78.54	78.54		
Localización de la probeta / Specimen localization			-	-		
Orientación de la probeta / Specimen orientation			-	-		
Límite elástico total / Yield Point (0,2%)		kN	27.12	25.57		
Límite elástico unitario / Yield Strength (0,2%)		MPa	345	326		
Carga máxima / Maximum load		kN	48.48	48.65		
Resistencia tracción / Tensile strength		MPa	617	619		
Alargamiento / Elongation (Base 50 mm)		%	30.5	30.5		
Diámetro final / Final diameter		mm	5.7	5.5		
Estricción / Reduction of area		%	67.5	69.8		
Zona de rotura / Breakage zone			-	-		

Tabla 3. Resultados del ensayo de tracción.

	Dureza	
Thyssenkrupp	205 HB	
Inasmet	177 HB	87 HRb

Tabla 4. Resultados de los ensayos de dureza.

La composición química de la materia prima se detalla en la Tabla 5. Asimismo se incluyen los valores provistos por el fabricante y el rango establecido para este material. El análisis químico fue realizado mediante el espectrómetro emisión chispa y analizador automático marca Leco.

3. NITRURACIÓN DE LAS PROBETAS

En esta tarea se realizaron los tratamientos de nitruración convencionales de las muestras confeccionadas en la tarea anterior.

A		B		C		D		DS
Serie Fina	Serie Gruesa	Serie Fina	Serie Gruesa	Serie Fina	Serie Gruesa	Serie Fina	Serie Gruesa	
0,5	–	1,5	0,5	–	–	–	0,5	–

Tabla 2. Determinación del contenido de inclusiones.

	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Mo	%V
Resultados Thyssenkrupp	0,37	0,95	0,33	0,022	0,006	4,98	1,27	0,93
Resultados Inasmet	0,38	0,9	0,22	0,02	0,003	5	1,3	0,88
AISI H13 (ASTM A-681 sec. 6)	0,37-0,42	0,80-1,20	0,20-0,50	Max 0,025	Max 0,005	5,00-5,50	1,20-1,75	0,80-1,20

Tabla 5. Análisis químico de la materia prima.

En base al análisis del estado del arte se han seleccionado tres tratamientos termoquímicos diferentes para ser aplicados en las muestras y posteriormente estudiados. Los tratamientos seleccionados emplean la tecnología de nitruración gaseosa, en baño de sales y nitruración por plasma de pantalla activa. Las características principales de estos procesos son las siguientes.

3.1. Nitruración en baño de sales (TENIFER)

Proceso termoquímico con el cual a una temperatura de 580 °C se consigue difundir nitrógeno y una cantidad mínima de carbono en la superficie de las piezas, obteniendo una capa muy dura en una profundidad de micras, la cual aporta una gran resistencia a la fatiga, rozamiento y corrosión. Durante el proceso de nitruración las piezas pasan por distintos baños que les confieren las propiedades deseadas. Más concretamente pasan por un baño de sales donde se nitruran las piezas a 580 °C durante 90 minutos para pasar después a un segundo baño donde dichas sales son neutralizadas. Es en este segundo baño donde se aplica una post-oxidación a las piezas. El baño se encuentra a 380 °C y las piezas permanecen en él 30 minutos.

3.2. Nitruración Gaseosa (NITREG)

Este proceso tiene la versatilidad de adecuar las temperaturas y caudales de manera que podamos obtener las capas y durezas que deseamos para cada caso particular. El rango de temperatura está entre 500 y 600 °C, y ajustando los potenciales podemos obtener capas de difusión de acuerdo a las necesidades, ajustándonos a cada proceso o utilización final de las piezas procesadas.

Tras el proceso de nitruración se ha realizado un proceso de post-oxidación en el propio horno consistente en la inyección de agua destilada a una temperatura de 500 °C, creando una atmósfera oxidante.

3.3. Nitruración por plasma de pantalla activa (TCProcess)

Esta técnica, también denominada nitruración iónica asistida por plasma, permite reducir el tiempo de proceso como así también el consumo de gases y energía. Estos factores, sumados a que este proceso es no contaminante y que permite controlar de forma independiente y precisa la densidad de corriente, composición química del plasma, tiempo, presión y temperatura, han favorecido su crecimiento convirtiéndolo en un proceso de alto rendimiento y flexibilidad [4].

El proceso se divide en dos etapas y las condiciones se detallan en la Tabla 6.

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

4.1. Análisis microestructural

Microscopía óptica (OM) y electrónica de barrido (SEM)

En las figuras del apartado 4, Análisis microestructural, se presentan micrografías ópticas de la sección de la muestra 1.2344 tratada mediante nitruración gaseosa, en baño de sales y por plasma de

	Temperatura [°C]	Tiempo [min]	Presión [mbar]	BIAS [%]	N_2 [nl/h]	H_2 [nl/h]
Etapa 1	380	30	1	0	30	70
Etapa 2	510	480	1,9	20	50	50

Tabla 6. Condiciones de proceso del tratamiento de nitruración por plasma de pantalla activa.

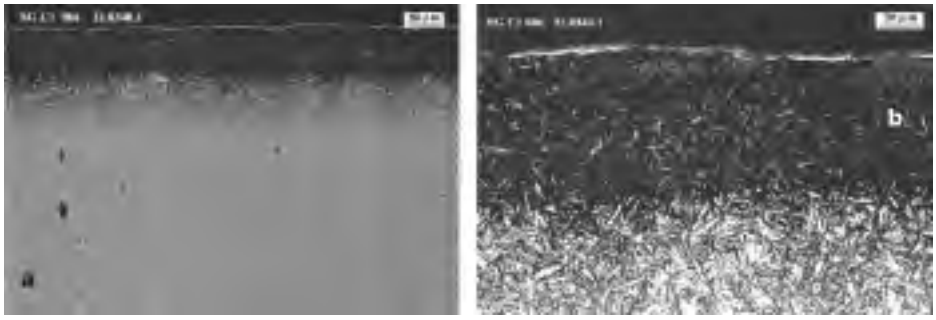


Fig. 2. Micrografías ópticas de la muestra 1.2344 Nitruración Gaseosa (a) 150X, (b) 500X. En la micrografía de la Fig. 2(b) se aprecia la zona superficial de la probeta mostrando una capa nitrurada continua y uniforme de un espesor aproximado de 60 µm.

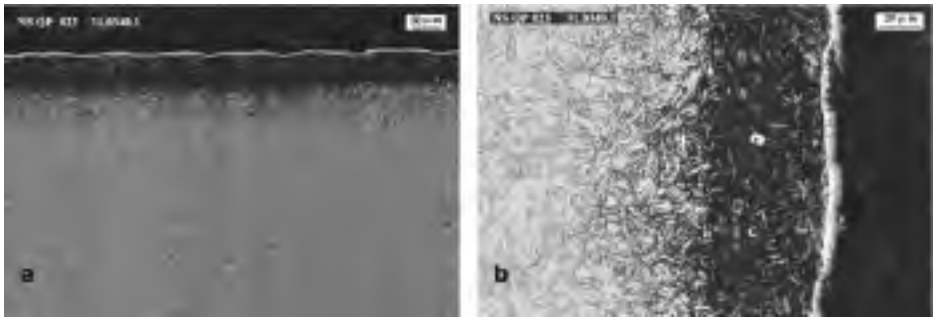


Fig. 3. Micrografías ópticas de la muestra 12344 Nitruración Salina (a) 150X, (b) 500X.

pantalla activa a diferentes magnificaciones ((a) 150X, (b) 500X). La superficie de las muestras presenta una capa nitrurada continua y uniforme.

En la Fig. 2 se aprecia la zona de difusión y la presencia de nitruros precipitados preferencialmente en frontera de grano. Las micrografías muestran una capa muy fina (blanca) en periferia, de entre 1 y 2 µm, seguida de una franja oscura, denominada zona de difusión, constituida por martensita revenida en la que también se aprecian nitruros precipitados. Por último, seguida de esta capa oscura, nos encontramos con el substrato del la muestra, formado por martensita revenida y bainitas.

En la Fig. 3 se presentan las micrografías ópticas de la sección de la muestra 1.2344 tratada mediante nitruración salina a diferentes magnificaciones ((a) 150X, (b) 500X).

En la Fig. 4 se presentan micrografías ópticas de la sección de la muestra 1.2344 tratada mediante nitruración por plasma (TC-Process) a diferentes magnificaciones ((a) 150X, (b) 500X).

En la imagen de la Fig. 4(a) se aprecia una capa nitrurada continua y uniforme de espesor aproximado 100 µm. En dicha imagen se observa la capa de compuestos continua, de espesor aproximado 5 µm seguida de la zona de difusión. En la micrografía de la Fig. 4(b) se observa la zona de difusión y la presencia de nitruros precipitados preferencialmente en frontera de grano.

Perfiles de Microdureza

En la Tabla 7, se detallan los tratamientos y las durezas de núcleo obtenidas después de aplicarles los tratamientos termoquímicos. Los valores de dureza presentados corresponden al promedio de tres mediciones de dureza Vickers. En todos los casos se a-

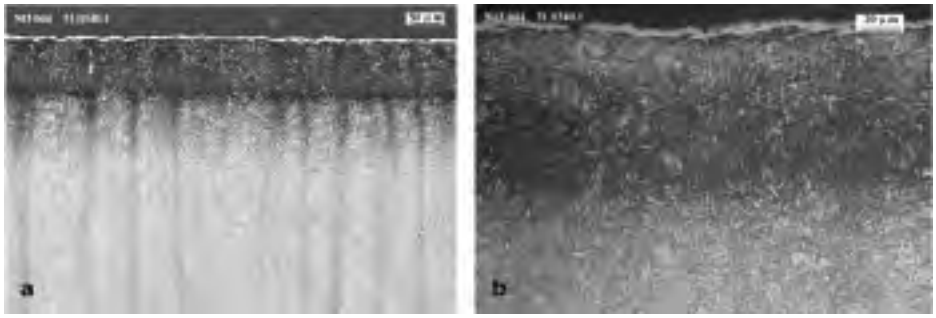


Fig. 4. Micrografías ópticas de la muestra 12344 Nitruración por plasma de pantalla activa (a) 150X, (b) 500X.

Material/Tratamiento	HV 0,05
Nitruración gaseosa	374
Nitruración salina	413
Nitruración iónica	411

Tabla 7. Valores de dureza de núcleo obtenidos tras las nitruraciones. [Promedio de tres mediciones].

precia que el ciclo térmico asociado a la nitruración no ha modificado la dureza de núcleo de partida.

En el gráfico de la Fig. 5 se presentan los perfiles de microdureza de las muestras 1.2344 con nitruración gaseosa, salina e iónica de pantalla activa. En todos los casos la dureza superficial supera los 1.000 HV 0.05. En los perfiles se puede apreciar el descenso progresivo en la dureza desde la superficie hasta alcanzar el núcleo cuya dureza se corresponde con la de la pieza tras el tratamiento térmico previo a las nitruraciones (400 HV 0.05).

4.2. Ensayo de desgaste

Para la determinación del desgaste se ha empleado un Tribómetro Biceri Universal Wear Machine. Este equipo ofrece la posibilidad de realizar ensayos en la configuración pinon-disk y reciprocado hasta una carga normal máxima de 2.400 N (bajo lubricación). Además, bajo el modo reciprocado, el ensayo puede ser realizado con calentamiento hasta una temperatura de 400 °C. Las condiciones de ensayo empleadas se detallan en la Tabla 9.

El desgaste de la muestra se estima evaluando el volumen de material eliminado en la huella de desgaste de la placa. Si se quieren comparar resultados entre dos ensayos se deben procesar las muestras de la misma forma. A tal fin se realizó lo siguiente:

Adquirir tres perfiles en línea en dirección perpendicular a la huella de desgaste. Uno a mitad de la huella (L/2) y los otros dos hacia los extremos y a distancias "L/4" respecto a la posición central de medida.

El desgaste (volumen de material eliminado) se calcula a partir de la expresión:

$$V = LAm \qquad (1)$$

Donde:

L: Longitud de la huella de desgaste.

A_m: área media de material eliminado (media de las Ai).

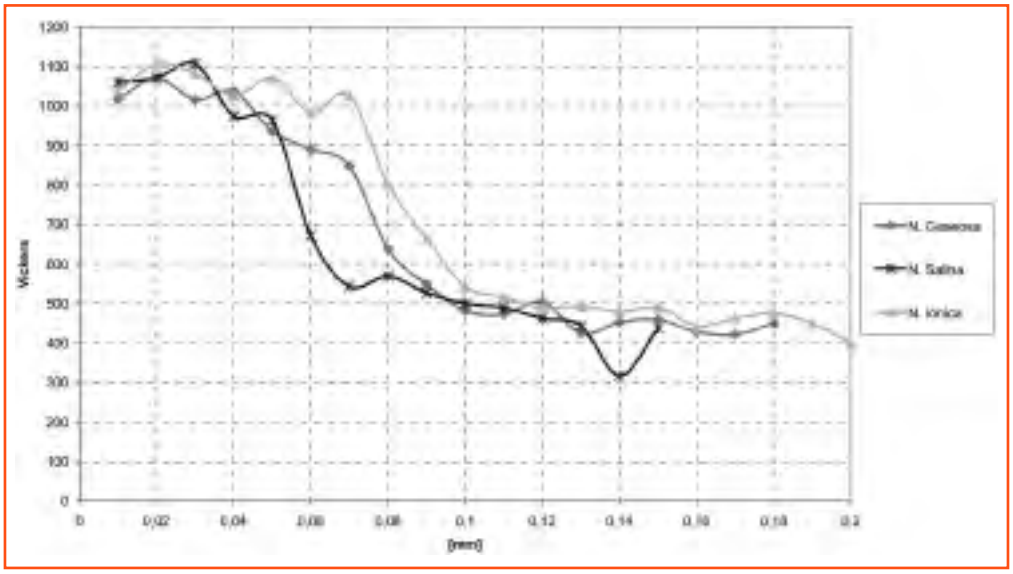


Fig. 5. Perfiles de microdureza de las muestras tratadas.

Material	Tratamiento	Espesor de capa nitrurada (aproximado) [mm]
1.2344	Nitruración gaseosa	0.10-0.12
1.2344	Nitruración salina	0.06-0.08
1.2344	Nitruración iónica de pantalla activa	0.10-0.12

Tabla 8. Espesores de capa nitrurada determinados a partir de los perfiles de microdureza.

Tipo de Ensayo	Reciprocado
Carga Normal	5,00 Kg.
Frecuencia	3,33 Hz
Velocidad Angular	200 rpm
Longitud reciprocado	10,00 mm
Excentricidad	0,0 mm
Duración	60min
Temperatura	23 ± 2 °C
Placa Flexible	Nº 3
Espesor	6mm
Material Bola	Cerámica Al_2O_3
Dimensiones	Ø5,00 mm
Lubricación	No
Puntos por segundo	1,00

Tabla 9. Condiciones de ensayo.

Fig. 6. Tribómetro Biceri.

El área de la huella de desgaste es el área que queda comprendida entre la línea horizontal promedio, calculada a partir de los puntos que queda por fuera de las dos barras verticales y el perfil (Fig. 7).

A continuación se recogen los resultados obtenidos en el ensayo. El incremento en dureza en la capa nitrurada (capa de compuestos y zona de difusión) se traduce en una reducción del área desgastada durante el ensayo. La Fig. 8 plasma los resultados obtenidos en el ensayo.

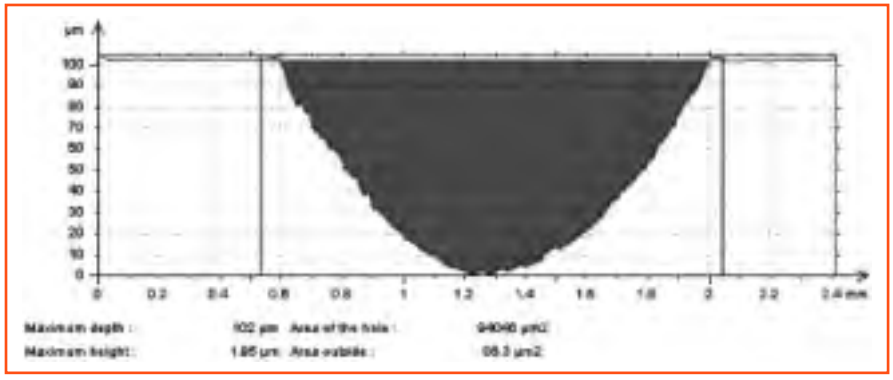


Fig. 7. área de desgaste obtenida a partir del perfil promedio (en rojo). En verde se presenta el área de material que queda por encima de la línea promedio.

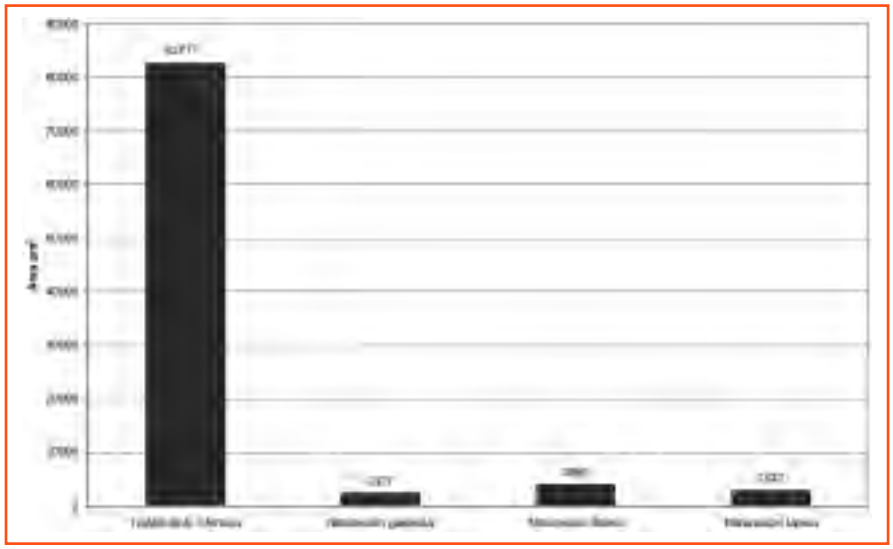


Fig. 8. área de desgaste obtenida a partir del perfil promedio realizado a las probetas procesadas según los distintos tratamientos.

Se ha medido un área desgastada entre 20-35 veces menor respecto a la muestra de referencia dependiendo del proceso de nitruración aplicado. Las diferencias entre los tres procesos pueden deberse a la diferencia de espesor de la zona de difusión originada durante el tratamiento termoquímico.

4.3 Ensayo de corrosión

El estudio se ha completado con un ensayo de corrosión bajo la norma UNE-EN ISO 9227 NSS (07). Para ello se han introducido las probetas en una cámara de niebla salina bajo las siguientes condiciones:

Temperatura [ºC]	35 ± 2
Duración [h]	24
Medio	50±5 gr/l NaCl

Tabla 10. Condiciones de ensayo.

La Fig. 9, muestra cuatro probetas con distintos tratamientos. La primera de las imágenes muestra la probeta tras el tratamiento térmico y servirá como referencia mientras que las restantes han sufrido los distintos procesos de nitruración, gaseosa, salina e iónica respectivamente.

En la Fig. 10 se pueden apreciar las mismas probetas tras el ensayo de corrosión en cámara de niebla salina realizado.

El estudio de corrosión concluye que la probeta más afectada por la corrosión es la que no ha sido tratada termoquímicamente. A continuación se recogen los resultados del ensayo y una clasificación de los tratamientos según su comportamiento.

Todas las muestras ensayadas presentan corrosión roja en mayor o menor cantidad. Porcentajes aproximados de corrosión roja (cara superior + cara frontal):

- Tratamiento Térmico (TT): 100% corrosión roja.
- Nitruración gaseosa (NG): 80% corrosión roja.
- Nitruración salina (NS): 5% corrosión roja.
- Nitruración Iónica (NI): 95% corrosión roja.

Una vez finalizado el ensayo se realiza un análisis comparativo de las muestras ordenándolas de peor a mejor aspecto:

TT > NI > NG > NS

Tras estudiar los resultados obtenidos en el ensayo, se ha determinado que las probetas sometidas al proceso TENIFER gozan de una mejor protección frente a la corrosión debido a la existencia de un proceso de post-oxidación. A diferencia de la probeta sometida al NITREG que también ha sido post-oxidada, la continuidad y uniformidad de la capa pasiva formada ha sido determinante en los resultados medidos.

La nitruración iónica muestra peores resultados al tratarse de un proceso en fase de puesta a punto y que además no conlleva la fase de post-oxidación.

5. CONCLUSIONES

El estudio realizado pretende comparar las características obtenidas tras someter a un acero 1.2344 a los tres procesos convencionales más comúnmente a-

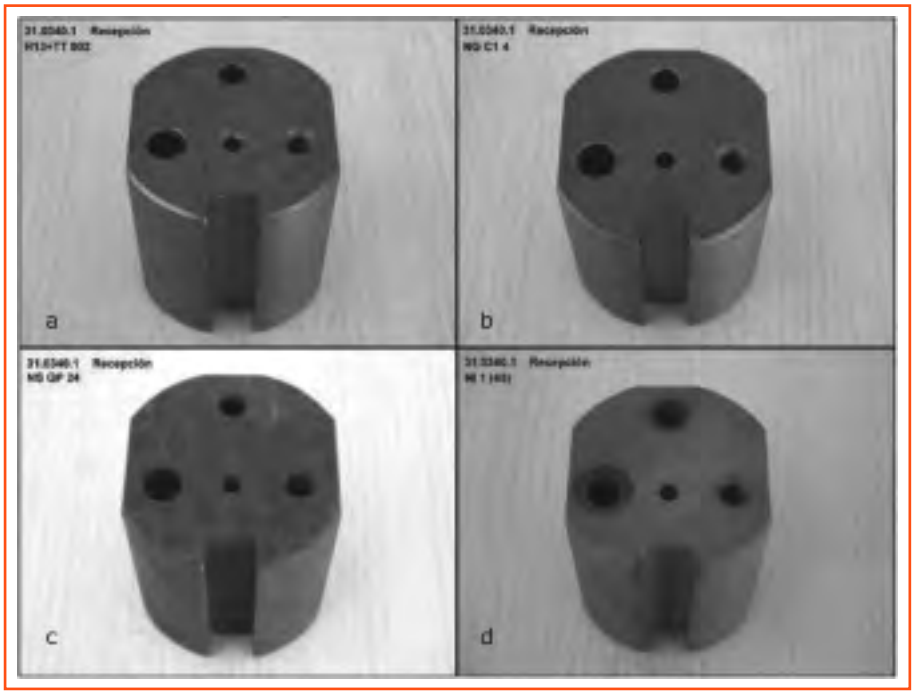


Fig. 9. Probetas antes del ensayo de corrosión. a) Tratamiento térmico. b) Nitruración gaseosa. c) Nitruración salina. d) Nitruración iónica.

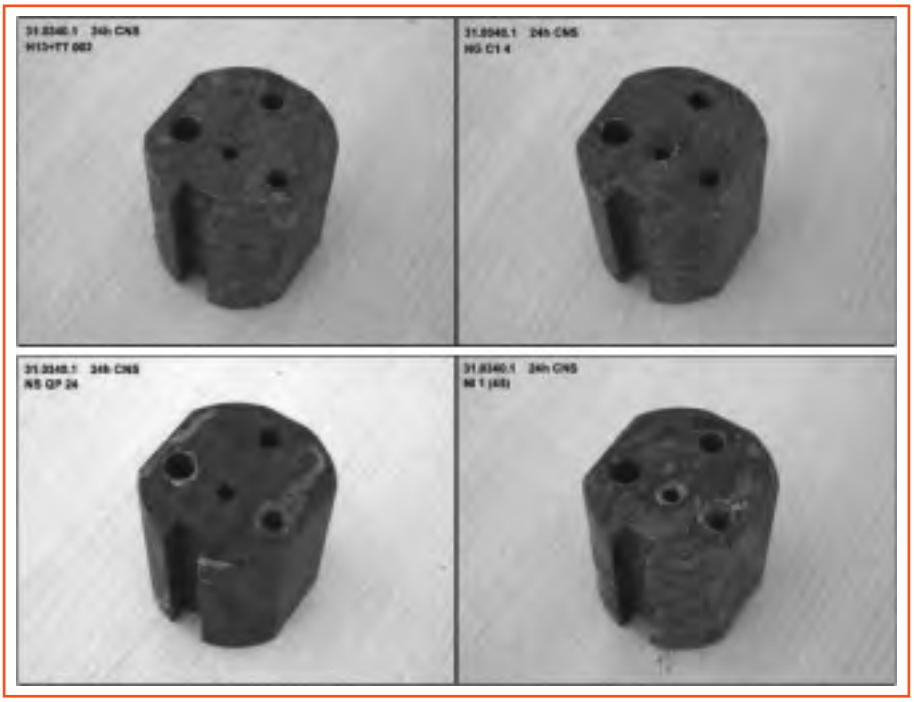


Fig. 10. Probetas tras el ensayo de corrosión. a) Tratamiento térmico, b) Nitruración gaseosa, c) Nitruración salina. d) Nitruración iónica.

plicados sobre los aceros empleados en moldes para inyección.

Entre los procesos destaca la nitruración por plasma de pantalla activa por su versatilidad, reducido tiempo de procesamiento, bajo consumo de gases y energía y por su menor contaminación del medio ambiente. Al margen de estas ventajas mencionadas en el estudio se han recogido las siguientes conclusiones:

Tabla 11. Resultados ensayo de desgaste.

	Tratamiento térmico	Nitruración gaseosa	Nitruración salina	Nitruración por plasma de pantalla activa
Área desgastada[μm²]	82777	2327	2822	3885

- En todos los casos se han obtenido capas nituradas uniformes compuestas por capa blanca y zona de difusión.
- Las durezas superficiales obtenidas han superado los 1.000 HV independientemente de la tecnología empleada.
- Tras realizar los perfiles de dureza se determina que la profundidad de la capa nitrurada oscila entre los 60 y 120 μm dependiendo del tiempo de procesamiento y la cinética del proceso, manteniendo inalterada la dureza del núcleo.
- Los ensayos de desgaste recogen la gran influencia que el proceso de nitruración ejerce sobre las probetas tratadas. Se ha medido un área desgastada entre 20-35 veces menor dependiendo del proceso de nitruración aplicado.
- El proceso TENIFER consigue crear una capa pasiva más uniforme y continua gracias al proceso de post-oxidación en sales aplicado. Estas propiedades superficiales redundan en un mejor comportamiento frente a la corrosión.

6. AGRADECIMIENTOS

Por último, los autores del presente trabajo agradecen al programa CENIT su aportación al proyecto MAGNO del que se desprende este estudio.

7. REFERENCIAS

[1] T. Bell, K. Mao, Y. Sun; Surf. Coat. Technol. 108-109 (1998) 360-368.

[2] M. Van Stappen, L.M. Stals, M. kerkhofs, C. Quaeyhaegens; Surf. Coat. Technol. 74-75 (1995) 629-633.

[3] K. O. Legg, M. Graham, P. Chang, F. Rastagar, A. Gonzales, B. Sartwell; Surf. Coat. Technol. 81 (1996) 99-105.

[4] A. Cabo. Tratamientos termoquímicos asistidos por plasma. Tercer curso Latinoamericano de "Procesamiento de materiales por plasma", 2000. p 123-137.

Ponencia presentada en el XII Congreso Tratermat (Octubre 2010). Publicada con la autorización expresa de la Dirección del Congreso y los autores.

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

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

Contactar con pedeca@pedeca.es / Ref. 6

Empresa relacionada con el sector de la FUNDICIÓN & FORJA

Busca:

- Comerciales Autónomos/Sectores Fundición&Forja
- Técnico/Sector Fundición&Forja

CASPIO TRADE

Contactar:
Caspio Trade, S.L. Madrid • caspiospain@caspio.e.telefonica.net
Tell.: +00 34 91 555 95 64 • Fax: +00 34 91 556 63 27

Ingeniero Industrial
con más de 12 años de experiencia
técnico-comercial y de gestión de proyectos
en construcción, industria
y aprovisionamiento a fundiciones.
Se ofrece para puestos de Sales Manager,
KAM o similar a nivel nacional
con disponibilidad internacional.

Contactar con pedeca@pedeca.es / Ref. 7

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

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

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

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

COMPRO

Máquinas y materiales
de fundición
a las ceras o Zamak.
Toda España

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

Secretaria de Dirección
con más de 20 años de experiencia
en el sector de la fundición,
se ofrece para cubrir cualquier puesto vacante,
preferentemente en Barcelona y/o alrededores.
Nivel alto de alemán
y nociones básicas de inglés
(First Certificate).

pedeca@pedeca.es
REF.: 5

SILVIA BACCO

TRADUCCIONES: SECTOR FUNDICIÓN

INGLÉS-FRANCÉS-ESPAÑOL

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

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

Especialistas en Tecnologías del Vacío

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

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

oerlikon leybold vacuum

HOT Técnicas en Hornos HOT, S.L.

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

RICHELIN Group
Lohmann
Stop off paints LUISO

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.
Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain
e-mail: hot@tecnicasenhornos.com
Tf : + 34 943 33 72 33
Fax : + 34 943 33 72 34
Mv : + 34 609 28 00 90

Pometon
Líder en fabricación y desarrollo de granallas y polvos metálicos
Pometon España, SAU
Dr. Bergós s/n
08291 Ripollet (Barcelona) - SPAIN
Tel.: (+34) 935 863 629
Fax: (+34) 936 917 234
info@pometon.net
www.pometon.net

tey
Tratamientos Térmicos de Aceros Aleados y Consulting Técnico - Metalúrgico
Polígono Industrial ARTIA
48291 - ATXONDO - Bizkaia
Tlf.: 94 621 55 90
Fax.: 94 620 23 70
administracion@industriastey.com

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales

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

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. 4062 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL.: 94.426.25.22 FAX: 94.426.22.62

DEGUISA, S.A.
Polígono Industrial Saratxo s/n
01470 AMURRIO – ALAVA
deguisa@deguisa.com
www.deguisa.com
Innovación Constante, Voluntad de Servicio
REFRACTARIOS:
Refractarios para cucharas de tratamiento, trasvase y colada.
Tapones de soplado y agitación.
Productos conformados para aplicaciones especiales.
Equipos de válvula corredera para colada de acero.
COMBUSTIÓN:
Ingeniería de equipos de combustión y sistemas de control.
Asistencia técnica, supervisión y mantenimiento de instalaciones.
Componentes de procesos térmicos industriales.

Emison
GRUPO EMISON
C/ Valirana, 67 - 08006 Barcelona - Teléf.: 938 792 871 - Fax: 932 111 838
Internet: www.emison.com - e-mail: marc@emison.com
• Fabricantes de hornos desde 1957.
• Hornos para fundición.
• Hornos de mufla.
• Depuradoras de humos.
• Equipos especiales.
• Tratamiento térmico de metales.
• Estufas de secado y calefacción.
• Equipos de incineración.
• Hornos de temple.
• Hornos de soldadura.
• Hornos de revenido.
• Hornos de recocido.
• Hornos de sinterizado.

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

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

APLITEC
CODEME SA
SOUTTE
ECONOX
RD
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L.

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

PROYCOTECME
Hornos Industriales Proyectos y Construcción
Especialistas en Tratamiento Térmico
Pol. Ind. Can Castell
c/ Industria, 113 - Nave 1-K
08420 Canovelles (Barcelona) Spain
Teléf.: +34 938 467 984
Fax: +34 938 401 492
www.proycotecme.com

interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.
Ingeniería y Productos para
Hornos y Procesos Térmicos
- Ingeniería de Hornos.
- Suministro y fabricación de resistencias.
- Quemadores recuperativos y regenerativos.
- Reguladores de potencia.
- Sistemas de control de procesos.
- Control de atmósferas.
www.interbil.es

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO
HORNOS INDUSTRIALES
DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA 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

Shaping industry
Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies
Maquinaria y consumibles para granallado,
chorreado, shotpeening y acabado por vibración
wheelabrator

S. A. METALOGRAFICA
TRATAMIENTOS TÉRMICOS
NUESTROS SERVICIOS
CAPACIDADES MÁXIMAS
CENTRAL
Polig. Ind. POLIZUR - Naves 4, 5 y 6
08290 CERDANYOLA (Barcelona)
93 580 53 53 FAX 93 580 29 61
DURPLAN®
C/ Turó de l'Home, 2
08400 GRANOLLERS
93 861 60 77 FAX 93 861 60 78

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

AFE CRONITE
AFE
Diseño y fabricación de piezas fundidas
en aleación de cromo / níquel
AFE Cronite - 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

• Gran disponibilidad de modelos.
• Alta variedad de calidades.
• Piezas a medida según plano.
• Tubos radiantes.
• Rodillos.
• Parrillas.
• Cestones/cadenas.
• Muflas/Potes de recocido.
• Recuperadores.
Tecnosmal Aceros, S.L.

SOLO
SOLO Swiss Group
mail@soloswiss.com
Tel +41 32 465 96 00
Fax +41 32 465 96 05
www.soloswiss.es
Hornos industriales
Hornos de campana, continuos y de pote

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

Borel
Special Furnaces
Hornos industriales y estufas
Hornos de campana, continuos, de laboratorio, de cámara y de pote.
BOREL Swiss SA
mail@borel.eu
Tel +41 32 756 64 00
Fax +41 32 756 64 48
www.borel.eu

We measure it. testo
testo 350
Instrumentos y sondas de medición portátiles y electrónicos, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros:
• Temperatura
• Humedad
• Velocidad
• Presión
• Análisis de los productos de la combustión
• Medidor calidad aceite de cocinar
• Emisiones
• Calidad del interior (CO2)
• Análisis de agua
• Luz/sonido
• rpm

calibraciones ENAC
Termopares especiales
Reguladores
Video-Registradores
calibración hornos de vacío
experiencia
Termopares
Suministro y Calibración Industrial s.l.
calibración insitu
calibración TUS
calibración SAT

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

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

SPECTRO
Discover
Espectrómetros para analizar metales
Espectrometría de arco/chispa para analizar la composición química porcentual (%) de materiales metálicos
SPECTRO Hispania, S.L.
P.A.E. Asuarán, Edificio Enekuri –Nave 9
48950 ERANDIO (Asua) – Vizcaya
www.spectro.com

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA 52
AFE CRONITE 13
ALJU 19
APLITEC 53
ARROLA 3
BMI 53
BOREL SWISS 55
BRUKER 52
CASPIO TRADE 51
COMERCIAL SATEC 55
DEGUISA 53
EMISON 53
ENTESIS 53
FERROFORMA 21
FISCHER 54
FLEXINOX 53
HORNOS ALFERIEFF 5
HORNOS DEL VALLÉS 53
TÉCNICAS EN HORNOS HOT . . . . 15 y 19
INFAIMON 52
INSERTEC 55
INSTRUMENTOS TESTO 11
INTERBIL 7
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS . 31
METALMADRID 9
METALOGRÁFICA DE LEVANTE . . 55
OERLIKON LEYBOLD 52
POMETON 52
PROYCOTECME 53
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 54
SECO-WARWICK . . . . . Contraportada 4
SINAVAL 21
SOLO SWISS . . . . . PORTADA
SPECTRO 55
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN . . . 55
TECNYMAT ACEROS 55
TEY 52
TRATERMAT . . . . . Contraportada 2
WHEELABRATOR 54

Próximo número

FEBRERO

Hornos de vacío, de campana, continuos, de temple y de revenido. Refractarios. Útiles para hornos. Gases especiales. Atmósferas. Quemadores. Medidas. Control no destructivo. Temperatura. Dureza. Aislamientos. Lubricantes. Fluidos. Medio ambiente.