TRATER press

ABRIL 2013 • Nº 34

REVISTA DEL TRATAMIENTO TERMICO

www.pedeca.es

PORQUE
LA DIFERENCIA
SE MARCA
DESDE EL PRINCIPIO

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

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

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL

PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO
TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

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

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

publiadk

ENCUENTRO EN LA

CUMBRE 2013

1-4 OCTUBRE

ALEMANIA
PAIS INVITADO
EMPRESAS Y COMPRADORES INVITADOS

trasmet 13

automatización 13

subcontratación 13

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

AERO TRENDS BILBAO

4º ENCUENTRO INTERNACIONAL DEL SECTOR AEROESPACIAL

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

BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

Nuestra Portada

ARROLA

ARROLA diseña instalaciones para el tratamiento térmico de metales férricos y no férricos, dentro de las tecnologías de vacío y atmósfera controlada, con tecnologías innovadoras y adaptadas a los requerimientos solicitados.

Sus soluciones técnicas, la capacidad de servicio y la cercanía al cliente hace de **ARROLA** un proveedor de instalaciones único dentro del mercado nacional.

ARROLA
Polígono Industrial Argixao, 60
20700 ZUMÁRRAGA
GUIPÚZKOA - ESPAÑA
Teléf.: (+34) 943 725 271
Fax: (+34) 943 725 634
www.arrola.es
info@arrola.es

Sumario • Abril 2013 - Nº 34

Editorial 2

Noticias 4

Horno de vacío para tratamiento térmico de TITANIO • INFAIMON presenta la nueva Bobcat-640 • Linamar adquiere nuevo horno de AFC-Holcroft • Potente sujeción angular para cada necesidad • SPECTRO estará presente en TRATERMAT, Stand Nº 12 • Oerlikon Leybold Vacuum • AFC-Holcroft instala horno de línea CAAB™ en China • Horno de Grieve • TRATERMAT 2013 • Hornos y estufas industriales.

Artículos

- Nuevo libro "Tratamientos térmicos de los materiales metálicos. Aceros y otras aleaciones susceptibles de tratamiento térmico". Volumen 3. Aceros de herramientas para trabajos en frío y en caliente, su selección y tratamiento térmico. Aceros rápidos - *Por Jordi Tartera* 10
- El proyecto Zincobor evoluciona positivamente 12
- Insight 7.20: Software de perfilado de temperatura 14
- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* 16
- MIDEST 2013: ¡Una edición que resiste! Del 19 al 22 de noviembre en el recinto ferial de París Nord Villepinte 18
- Biometa S.A. anuncia la firma con CSM-instruments de un acuerdo de distribución - *Por Ismael Drubi Vega* 20
- Completa gama de hornos de calibración 22
- Aplicaciones de quemadores en el grado de práctica bajo la consideración de la norma UNE- EN 746-2 - *Por Dipl. Ing. (FH) Dirk Maeder, René Lohr y Octavio Schmiel Gamarra. NOXMAT GmbH* 24
- Instalación continua de tratamiento térmico bajo atmósfera para temple y revenido de tornillería, suministrada por GHI Hornos industriales, S.L. 32
- Algunas consideraciones sobre la maquinabilidad de los aceros inoxidables austeníticos - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José María Palacios Reparaz* (†) 36

EMPLEO 43

Guía de compras 44

Indice de Anunciantes 48

Síguenos en

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

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

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

Redactor honorífico:
José María Palacios

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

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

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

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

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

Asociación colaboradora
ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

Sigue avanzando el año y sigue todo igual, por lo menos no retrocedemos que ya es bastante.

Ya estamos en **Tratermat** a fin de mes, con la cita obligada cada 2 años de todos los que tenemos algo que ver con el sector y este año toca. El Hotel Alimara de Barcelona será el lugar de encuentro y reunión durante los días 22, 23 y 24 de este mes.

También el mes próximo nos veremos en **Moldexpo** y **Matic** en Zaragoza, donde el sector del Molde está bien relacionado con los Tratamientos Térmicos. En este caso serán los días 7, 8 y 9 de mayo.

Como avanzamos en este número, durante el **TRATERMAT** se presentará el libro correspondiente al Volumen 3 de la colección "Tratamientos Térmicos de los Materiales Metálicos", que tan buena acogida ha tenido en sus 2 primeros volúmenes. Contaremos con la presencia de uno de los autores, Manuel Antonio Martínez Baena y recordaremos emotivamente a José María Palacios Repáraz, por su buen legado.

Antonio Pérez de Camino

Dimensiones de la zona de trabajo: 915 x 1220 x 915 mm / Carga máxima 2700 kg

Ipsen – Proporcionamos rendimiento.

Titan E6 – horno de vacío para soldadura

La soldadura se convierte en un proceso sencillo con los hornos de vacío Ipsen.

Muchos productos de acero inoxidable de alta aleación, cerámica y aluminio solo pueden fabricarse de forma económica y respetuosa con el medio ambiente mediante soldadura al vacío. Para responder a esta necesidad, Ipsen ofrece hornos de vacío manuales, semiautomáticos y automáticos de una o múltiples cámaras.

Ensamblaje de componentes para soldadura

Estructuras en panal y componentes de montaje. Las uniones de conectores sometidas a elevados esfuerzos mecánicos, incluyendo estructuras en panal, tuercas, tornillos y remaches, se sueldan en hornos de vacío.

Ipsen International GmbH
Flutstr. 78 • D-47533 Kleve
Teléfono:: +49 (0) 2821 804 0
Correo electrónico: sales@ipsen.de

Horno de vacío para tratamiento térmico de TITANIO

SECO \ WARWICK Europe SA, ha comenzado a fabricar una unidad grande para el tratamiento térmico de titanio, del modelo 2.0VP-4066/138MHVS, para uno de los fabricantes aeronáuticos más importantes de China.

El horno, que contará con un área de trabajo de 1200 x 1200 x 3500 mm, estará equipado con una cámara "todo metal" de calentamiento y un sistema de vacío profundo. La longitud de la cámara de vacío es necesaria para el procesamiento de un elemento de titanio de un ala de aeronave. El horno se hará de acuerdo con el estándar de clase II AMS2750D utillaje de tipo A.

Otras especificaciones del horno:

- Cámara de calentamiento con el molibdeno y el aislamiento SS.
- Vacío de trabajo 1x10-5 mbar.
- Gas refrigerante: argón.
- Cargador eléctrico.
- Bandeja para colocar la carga de trabajo en el horno.

Info 1

INFAIMON presenta la nueva Bobcat-640

Bobcat de Xenics es la cámara S-WIR InGaAs de bajo ruido más pequeña del mercado, lo que la convierte en ideal para integradores de sistemas de visión que buscan alta sensibilidad en el espectro infrarrojo SWIR (0.9 µm hasta 1.7 µm) para inspección de calidad y

control de procesos de alta temperatura. Fácil de integrar, lleva un sistema de procesado de imagen y estabilización termo eléctrica (TE1) on-board, lo que posibilita alcanzar niveles muy bajos de ruido y dark current, resultando en una excelente calidad de imagen. Estas cámaras disponen de interfaces digitales Gigabit Ethernet o CameraLink.

Disponible también con la opción VisNIR, con respuesta espectral de 0.4 µm hasta 1.7 µm.

Info 2

Linamar adquiere nuevo horno de AFC-Holcroft

Linamar, proveedor multinacional de componentes de automoción, montajes y piezas de fundición, ha adquirido una nueva instalación Quench Integral de AFC-Holcroft.

El sistema se compone de (2) UBQ ('Universal lotes Quench') Hornos de temple integral, (3) Hornos de temple UBT, una lavadora UBW de rociado con coalescencia, un carro de transferencia doble de composición y (3) módulos de gas de la serie EZ, módulos de gas con generador endotérmico dispuestos en una matriz única capaz de producir un total de 13.500 CFH (382 m3) de gas endotérmico. El nuevo sistema se instalará en la División Automotriz de Linamar en Guelph, Ontario, (Canadá), donde se unirá a otros 18 hornos AFC-Holcroft UBQ que ya están en funcionamiento en ese lugar.

Con sede en Guelph, Linamar Corporation es el segundo mayor fabricante de piezas de automóviles de Canadá, con un diseño y una base de fabricación que abarca 39 instalaciones a nivel mundial y más de 16.000 empleados en todo el mundo.

Info 3

Potente sujeción angular para cada necesidad

SCHUNK está ampliando su programa de módulos universales de sujeción: Tras la pinza paralela PGN-plus, la pinza céntrica PZN-plus y la pinza para piezas pequeñas MPG-plus, el líder en tecnología de sujeción y sistemas de amarre ahora presenta una pinza angular, la PWG-plus con un elevado rendimiento compacto, que ofrece muchas opciones de uso universal en prácticamente cualquier industria y entorno.

El accionamiento por pistón ovalado doble, la carcasa de aluminio

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**

de alta resistencia en una pieza y el mecanismo de palanca prácticamente sin desgaste, hacen de la pinza una máquina compacta y robusta. En función de la aplicación, se puede equipar con o sin mantenimiento de fuerza de agarre mecánica. Además, hay amplia gama de accesorios disponibles, incluyendo los sensores inductivos y los interruptores magnéticos. La pinza angular de la innovadora empresa familiar se integra perfectamente en la línea más grande del mundo de pinzas estándar, que incluye más de 10.000 componentes.

Tanto el dedo como el lado inferior están equipados con un patrón de conexión idéntico al de la pinza universal PGN-plus, que permite la combinación directa con las unidades de compensación, válvulas de fijación o sistemas de cambio rápido de garras.

El PWG-plus está disponible en seis tamaños para piezas que pesan entre 0,5 y 6,1 kg.

Otras especificaciones técnicas incluyen pares de agarre entre 3,5 y 120 Nm, una carrera por dedo de 15° y un ángulo de tensión por garra de al menos 3°. La pinza es adecuada para aplicaciones en entornos limpios y ligeramente sucios, especialmente para el manejo de cigüeñales y árboles de levas, así como para cargar pórticos de centros de mecanizado interrelacionados.

Info 4

SPECTRO estará presente en TRATERMAT, Stand Nº 12

Spectro estará presente en el XIII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie que se celebrará el 22 – 24 de Abril en Barcelona. Spectro presentará una conferencia/poster y los visitantes recibirán información sobre las aplicaciones y soluciones de la espectrometría en el tratamiento térmico, proceso que implica hoy en día precisiones elevadas en los ajustes de los hornos, gases y medios de protección. Las tecnologías cada vez más portátiles y móviles (O-ES & FRX), como las utilizadas por los espectrómetros SPECTROTEST y SPECTRO xSORT, evitan el movimiento o destrucción de piezas para su ensayo previo.

El SPECTROTEST es un analizador móvil de metales de última tecnología óptica y electrónica, y un instrumento extremadamente estable a los cambios de temperatura. El diseño del sistema óptico patentado que utiliza múltiples detectores CCD permite una cobertura completa de las longitudes de onda, con lo que es posible escoger la longitud que mejor se ajusta para analizar cada elemento.

El SPECTRO xSORT es un espectrómetro de mano por fluorescencia de rayos-x mediante energías dispersivas, que permite ensayos elementales y análisis espectroquímico de gran capacidad en multitud de materiales y condiciones cambiantes.

Spectro dispone también de espectrómetros estacionarios SPECTROLAB y SPECTROMAXx.

Info 5

Oerlikon Leybold Vacuum

Nuevas Jornadas Técnicas del Vacío 2013. Este año se impartirán en 2 días, el 7 de Mayo en Barcelona y el 9 de Mayo en Madrid.

Confirmando asistencia incluye documentación, comida y certificado de asistencia.

Cada año Oerlikon Leybold Vacuum organiza Jornadas Técnicas con la finalidad de poner en contacto a los mejores expertos en vacío y sus aplicaciones (tanto de Leybold como de otras instituciones) con los usuarios, impartiendo conferencias de la máxima calidad, útiles y prácticas para sus procesos de investigación o industriales.

Agenda provisional

- Historia del Vacío.
- Nuevas tecnologías de bombeo seco.
- Dimensionado de sistemas de Alto Vacío y Ultra-Alto Vacío.
- Solutions en Oerlikon Leybold, sistemas verdaderamente personalizados.
- Cámaras y sistemas PVD para recubrimientos en vacío y alto vacío. Técnicas: Thermal evaporation, e-beam, ion-beam, sputtering, laser…
- Nuevos sistemas CVD ¡los únicos tan compactos que caben dentro de una vitrina extractora de gases!
- Medición del vacío. Principios de la medición y últimos desarrollos.
- Especial Barcelona: Tecnologías del vacío para aplicaciones farmacéuticas.
- Especial Madrid: Tecnologías del vacío para los sectores de aeronáutica, aviación y espacial.

Info 6

AFC-Holcroft instala horno de línea CAAB™ en China

AFC-Holcroft anuncia la reciente instalación de un horno CAAB ™ para una división de una prestigiosa empresa multinacional. La instalación fue entregada en las instalaciones del cliente situado en China y se utiliza en la producción de intercambiadores de calor.

El orden de la soldadura de aluminio Controlled Atmosphere (CAAB ™) incluye un gas que calienta el horno de secado continuo, transportador de calentamiento eléctrico de cinta continua de soldadura al horno con cámaras de refrigeración, junto con la instalación llave en mano, puesta en marcha y plan de formación. El horno CAAB fue fabricado por G-Wang Precisión en Zhejiang, provincia de Jiangsu, China bajo licencia de AFC-Holcroft.

Los informes iniciales indican que la unidad está ofreciendo un 15% más de producción y el consumo de nitrógeno es un 30% menor que las instalaciones anteriores.

"Tenemos un excelente socio en el G-Wang, que forma parte del Grupo San Yang", dice Janusz

Kowalewski, director general de Operaciones en Asia para AFC-Holcroft. “G-Wang es conocido por trabajos de alta calidad, y ya demostraron su experiencia y saber hacer mientras este horno se estaba construyendo. El resultado es una instalación excelente y un cliente satisfecho.”

Info 7

Horno de Grieve

De doble compartimento es un horno 750 °F eléctrico de Grieve, utilizado para precalentar moldes grandes en las instalaciones del cliente. Dimensiones del área de trabajo de los dos compartimentos en el horno de cada medida 40 "W x 42" D x 51 "H. 100 KW instalados en Incoloy con cubierta de elementos tubulares para calentar la cámara del horno, mientras que el CFM 7800, con 5 HP de recirculación del ventilador, proporciona flujo de aire horizontal a la carga de trabajo en cada compartimiento.

Este horno cuenta con 8 "muros aislados, removible de montaje superior de la cámara de calor, acero aluminizado en interiores y exteriores, además de dos hileras de cuatro estantes de 300 libras de capacidad apoyados por rodillos para ampliar 14" por delante del horno para facilitar el acceso.

Los controles incluyen un controlador digital que indica la temperatura, manual del controlador de temperatura de reajuste, exceso con contactores separado, recirculación de flujo de aire del ventilador interruptor de seguridad, de control y de potencia SCR circuito del interruptor automático de desconexión.

Info 8

TRATERMAT 2013

Ya estamos inmersos en TRATERMAT 2013, que se celebrará del 22 al 24 de abril. Al igual que en ediciones anteriores, muchas personas del sector se reunirán durante dichos días en el Hotel Alimara en Barcelona, lugar elegido para la celebración del evento.

ROVALMA y AME son los sponsors del congreso y La Fundació CTM Centre Tecnològic (Tecnio), CENIM, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas CSIC; AIN, la Asociación de Industria Navarra; Tecnalia; S.A. Metalográfica; Hot S.L.; UPC, Universidad Politècnica de Catalunya; T.T.C y A.T.T, son empresas que colaboran en hacer posible este congreso.

Todo ello tampoco es posible sin la presencia confirmada de diversas compañías presentes con stand: ARROLA, BIOMETA, ENTESIS, FISCHER, HOT, INSERTEC, INSTRON, INTERBIL, IPSEN, LEICA, METAL IMPROVEMENT COMPANY, NEURTEK, NOXMAT, OERLIKON, PROYCOTECME, SAFECRONITE, SANDVIK, SATEC, SECO, SEMSA/MTS, SPECTRO, TECMICRO, ZEISS, ZWICK.

Y recordar que nuestra revista TRATER Press es la revista oficial del evento, que como siempre colabora antes, durante y después de la celebración del Congreso TRATERMAT.

Info 9

Hornos y estufas industriales

Estas estufas (hasta 500 °C) y los hornos industriales (hasta 1.250 °C), sirven para calentar, secar, dilatar, deshidrogenar, Eestabilizar-madurar, polimerizar, sinterizar, templar, recocer y revenir.

La empresa BAUTERMIC SA fabrica este tipo de máquinas en distintos formatos, los cuáles pueden calentarse mediante electricidad o a combustión de gas o gasoil.

De construcción sólida y bien aislados, tienen un bajo consumo energético, son de gran robustez para poder trabajar en continuo y su regulación es siempre automática. Se fabrican en diferentes modelos y estos pueden ser: Estáticos, continuos, lineales, rotativos.

Su construcción siempre se adapta a las dimensiones que pueda precisar cada cliente en función de su producción, forma y dimensiones de las piezas a calentar, tipo de tratamiento a realizar, espacio disponible…

Info 10

HORNOS DE INDUCCIÓN
PARA FORJA INDUCTOFORGE DE INDUCTOTHERM

I-HAZ:
MAXIMIZA EL CONTROL DEL PROCESO

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

INDUCTOTHERM GROUP | IBERIA

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

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

INDUCTOTHERM® GROUP

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

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

Nuevo libro "Tratamientos térmicos de los materiales metálicos. Aceros y otras aleaciones susceptibles de tratamiento térmico"

Volumen 3. Aceros de herramientas para trabajos en frío y en caliente, su selección y tratamiento térmico. Aceros rápidos

Por Jordi Tartera

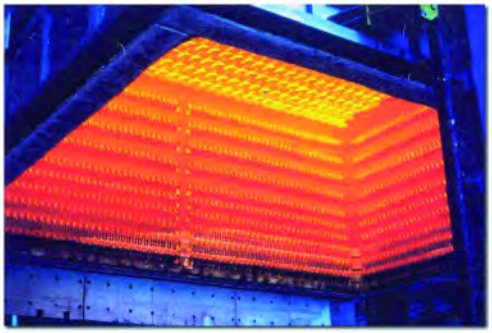
La aparición en el año 2008 del primer volumen de TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS, dedicado a los Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros marcó un hito en este importante campo de conocimiento para quienes nos hemos dedicado a la Metalurgia. Sus autores, Manuel Antonio Martínez Baena y José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

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

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

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

Hornos
Laboratorio e industriales



Quemadores
recuperativos y regenerativos

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

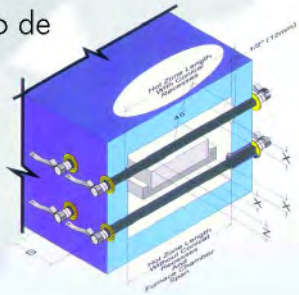
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800°C)

Interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

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

www.interbil.es

SYSTEM CERTIFICATION ISO 9001:2000 SGS ACREDITADO POR ENAC

El proyecto Zincobor evoluciona positivamente

La Fundació CTM Centre Tecnològic, que forma parte de TECNIO –la única red que potencia la transferencia tecnológica y la innovación empresarial en Cataluña–, ha realizado la segunda reunión del proyecto europeo Zincobor, en sus instalaciones en la ciudad de Manresa (provincia de Barcelona).

El proyecto Zincobor, que se inició a mediados de 2012, permitirá explorar los mecanismos de nucleación y propagación de grietas que tienen lugar durante los procesos de estampación en caliente de componentes para el sector del automóvil, fabricados a partir de acero al boro y activamente protegidos de la corrosión por recubrimientos de base Zinc.

Durante esta fase inicial, se han caracterizado los recubrimientos de base Zn seleccionados por los miembros del consorcio en su condición "as-delivered", es decir tal y como llegan de fábrica. Esta información es fundamental ya que permitirá saber el comportamiento de los denominados recubrimientos en cuanto a la formación de grietas, después de recibir diversos tratamientos térmicos y estar sometidos a complejas solicitaciones térmicas, mecánicas y tribológicas.

La Fundació CTM Centre Tecnològic, además de desarrollar el papel de coordinador técnico y económico del proyecto, se ha encargado en esta primera fase, de realizar y organizar las tareas previstas por parte de todos los miembros del consorcio. Paralelamente, el CTM ha trabajado intensamente en la preparación de muestras con acabados de elevada calidad que demandan las investigaciones por medio de microscopia electrónica y nanoindentación. Se han iniciado con éxito estas tareas y, según los responsables del centro, los resultados obtenidos son más que prometedores, teniendo en cuenta el estado inicial en el que se encuentra el proyecto.

En este proyecto participan ocho investigadores pertenecientes a tres áreas del CTM: el Área de Tecnología de Materiales, el Área de Simulación y Diseño Innovador y el Área de Procesos de Conformado. Se prevé finalizar el proyecto a mediados de 2015, con un presupuesto total de un millón y medio de euros, financiados por la Unión Europea mediante el programa RFCS, que subvenciona proyectos de excelencia investigadora en los ámbitos del carbón y el acero.

En este proyecto participan cuatro socios de cuatro países europeos diferentes. La Universidad de Kassel de Alemania, las empresas aceristas Voestalpine austriaca y Tata Steel holandesa, y la Fundació CTM Centre Tecnològic.

MIDEST

2013 PARIS

El nº1 mundial de los salones de subcontratación industrial

Working together!*

*Trabajando juntos

19 > 22 DE NOVIEMBRE

Paris Nord Villepinte - Francia

www.midest.com

MIDEST ES UN ACELERADOR DE NEGOCIOS Y DE DIVERSIFICACIÓN COMERCIAL

Verdaderas opportunidades de negocio comprobadas por los expositores*:

> **90%** de los expositores muy satisfechos o satisfechos con su participación .

> **90%** afirman que MIDEST permite encontrar nuevos proyectos.

Contratantes con proyectos concretos*:

> Referenciar nuevos subcontratistas **(80%)**.

> **78%** dde los visitantes extranjeros no visitan otro salón en Francia que no sea MIDEST.

> Encontrarse con expositores de alto nivel (**91%**).

* Fuente: encuesta SESA Marketing 2012

PRESENCIA DE TODOS LOS SECTORES DE LA SUBCONTRATACIÓN

Transformación de metales /
Transformación de Plásticos, Caucho, Composites /
Electrónica, Electricidad /
Microtécnicas /
Servicios para la industria /
Transformación de madera /
Mantenimiento industrial

maintenance expo 2013

MIDEST, ESCAPARATE MUNDIAL DE LAS HABILIDADES

39 347 profesionales pertenecientes a todos los sectores de actividad venidos de 78 países.
1 721 expositores procedentes de 46 países.

Reed Expositions

Informaciones, fórmulas de exposición y precios en www.midest.com
Olga Pons - Tel.: + 34 93 424 40 00 - gpe@gpexpo.com

Simultáneamente con

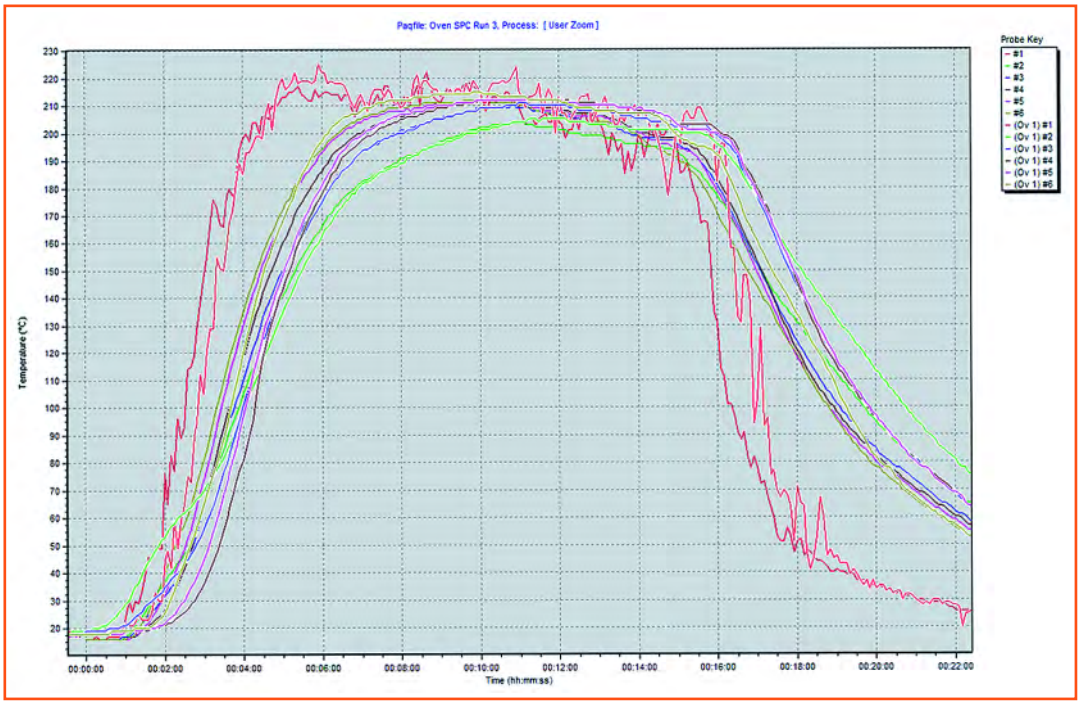
TOL expo

maintenance expo 2013

Insight 7.20: Software de perfilado de temperatura

DATAPAQ proveedor de sistemas de medición y análisis de la temperatura para todo tipo de procesos industriales de calentamiento, presenta la versión 7.20 de su software Insight. En respuesta a los comentarios de los clientes, la nueva versión añade muchas características y mejoras que facilitan la elaboración de perfiles de procesos térmicos y la hacen más eficiente. Estas incluyen una paleta más amplia de colores para las sondas y el fondo del gráfico y una función de selección de color, que permite que los usuarios distingan mejor las sondas superpuestas en el gráfico. Además, las opciones gráficas en todas las versiones completas del software Insight permiten ahora mostrar en el gráfico los valores numéricos de la zona de ajuste de temperatura. Más cambios incluyen, entre otros, una función Contour Plot (Gráfico de Curvas de Nivel) para las versiones Insight Solar e Insight Reflow, una nueva sonda virtual para mostrar la diferencia entre el termopar más caliente y el más frío, y manuales de los productos, que se incluyen ahora en formato PDF en el DVD Insight.

Las soluciones de Datapaq se utilizan para registrar y almacenar perfiles de temperatura en varios sectores Industriales.



IInsight 7.20: las sondas superpuestas ahora pueden distinguirse mejor en el gráfico.

HOT Técnicas en Hornos HOT S.L.

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES

Hauzer TECHNO COATING
PVD / PACVD TECHNOLOGY

EQUIPOS DE PVD – Y - PACVD

Lohmann
Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION

HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION

SERVICIO TECNICO

REPUESTOS PARA HORNOS IPSEN

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain

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

e-mail: hot@tecnicashot.com

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.

6. Precauciones

En los números anteriores vimos diferentes curiosidades aplicadas a los Tratamientos Térmicos de las Herramientas, en éste y para finalizar este interesante tema veremos también una serie de precauciones que hemos de contemplar en el proceso del denominado "Martempering". Estas pueden ser dos:

A. El acero una vez enfriado, no mantenerlo a 230 °C innecesariamente mucho tiempo.

B. Debe estar uniforme y homogéneo a temperatura ambiente o mejor por encima aprox. 40-60 °C, para a continuación calentarlo de nuevo a temperatura de revenido.

   Este revenido siempre debe hacerse aunque sólo sea para eliminar las tensiones provocadas por el temple, es decir mantener la dureza máxima obtenida en el temple y con tiempo largo y en estos casos de varias horas.

   La mayoría de los aceros al carbono que se tratan térmicamente para obtener una elevada resistencia y tenacidad, se clasifican como aceros de carbono medio, generalmente entre 0,30 y 0,50% C.

7. Otros tipos

Los aceros comunes al carbono se emplean cuando la forma de la pieza permite el temple en agua, sin mucho peligro de agrietamiento o cuando las secciones son lo suficientemente delgadas para su endurecimiento adecuado, por temple en aceite.

Los aceros de baja aleación son ampliamente utilizados, porque pueden endurecer con secciones de grano moderado y con el mínimo de distorsión.

La mayoría de estos aceros se templan entre (815-870 °C) y se revienen entre (315 y 650 °C), lo que depende de la dureza y tenacidad requerida.

Los aceros comunes al carbono necesitan muy poco tiempo de calentamiento previo para el temple. Los aceros aleados pueden requerir 1 hora o más para alcanzar la temperatura uniformemente, debido a que las aleaciones requieren un tiempo más largo para su solubilización (formación de austenita).

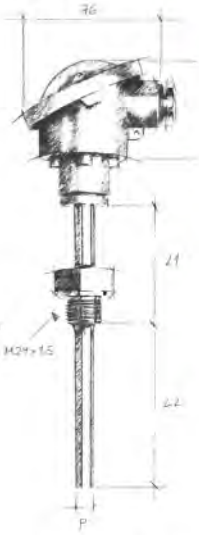
En el tratamiento térmico de todos los tipos de aceros es muy conveniente que estén completamente duros después del temple y antes del revenido.

El valor de la dureza máxima no es el mismo para todos los aceros, pero depende del porcentaje de carbono en el acero.

El diagrama que presentamos en el número anterior indica el valor de la dureza ROCKWELL para la dureza máxima de los aceros (cuando la estructura es 100% martensítica en función del contenido de carbono.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

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



LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

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

Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

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

Nabertherm

MORE THAN HEAT 30-3000 °C

HORNOS INDUSTRIALES PARA TRATAMIENTO TÉRMICO

Distribuidos por: HOT

TECNICAS EN HORNOS HOT, S.L.

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

MIDEST 2013: ¡Una edición que resiste!

Del 19 al 22 de noviembre en el recinto ferial de París Nord Villepinte

La 43ª edición de MIDEST –número uno mundial de los salones de subcontratación industrial– se celebrará del 19 al 22 de noviembre en el Recinto Ferial de Paris Nord Villepinte en un contexto económico que probablemente siga complicado si nos fiamos de las previsiones. Pero, aunque resulte difícil no ceder ante el pesimismo mostrado por numerosos actores políticos y mediáticos, conviene permanecer optimistas a pesar de todo y empezar a preparar ya, y a pesar de todo, los eventos destinados a los subcontratistas para ayudarles a reforzar su actividad y a desarrollarse. En 2013, MIDEST se moviliza una vez más para atraer visitantes procedentes principalmente de nuevos sectores o de sectores en desarrollo capaces de ofrecer oportunidades concretas y generadoras de negocio.

Entre las novedades, el salón enfocará un sector de futuro: la energía. Por primera vez el país de honor será una nación no-europea: Sudáfrica. Finalmente, MIDEST 2013 desvelará una novedosa web destinada a favorecer las búsquedas de los internautas a lo largo del año destacando mejor los diferentes sectores de la subcontratación y la actualidad de los mercados.

¡En 2013, enfoque a la energía y rumbo a Sudáfrica!

MIDEST reúne cada año al mundo de la industria. A pesar de un contexto económico ya tenso, la edición de 2012 presentó una estabilidad notable tanto en cuanto a superficies de exposición como a número de expositores con 1.721 empresas procedentes de 46 países, el 64% francesas. No menos de 39.347 profesionales de 78 nacionalidades visitaron el salón.

Pero más allá de su papel de acelerador de encuentros y generador de negocios, el salón se otorga la misión de poner de manifiesto las tendencias sectoriales de la industria en general y de la subcontratación en particular. Por ello, este año presta especial atención a uno de los sectores industriales más dinámicos, la energía, a través de varias conferencias y platós TV que reunirán a sus grandes protagonistas.

Por primera vez, también pondrá al honor un país no-europeo, Sudáfrica, con la participación del DTI (Department of Trade & Industry) en el marco de

las Saisons croisées Francia-Sudáfrica 2012-2013 cuya finalidad es mejorar la comprensión mutua entre pueblos y contribuir a diversificar su imagen recíproca haciendo hincapié en la modernidad y los valores comunes. Este último integrante de los países BRICS posee, debido a su historia, un saber-hacer completo en materia de subcontratación, operativo en todos los grandes mercados. Contará con un pabellón especial con una parte institucional que presentará la industria y la subcontratación, respaldada por otra parte formada por stands de subcontratistas e industriales y participará en varias conferencias.

Entre las demás animaciones propuestas a visitantes y expositores, volverán los Trofeos MIDEST y pondrán de manifiesto una vez más la excelencia de los subcontratistas. Unas sesenta conferencias gratuitas, cortas y exhaustivas presentarán los últimos avances técnicos, estratégicos y económicos. Para finalizar, los Polos Tecnológicos volverán bajo la égida del CETIM (Centro técnico de las industrias mecánicas) y del LRCCP (Laboratorio de investigación y control del caucho y los plásticos).

MIDEST 2013 en la era digital

MIDEST sigue animando su mercado más allá de los cuatro días de encuentros como lo demuestra el 50% de visitas globales anuales que recibe entre enero y septiembre la web www.midest.com. Para mejorar, este año la página experimentará una restructuración completa tanto a nivel de diseño como de contenido.

De esta forma, a lo largo de las próximas semanas irán apareciendo universos diferentes correspondientes a los grandes sectores de actividad del salón. La web albergará cada vez más información por mercados y en tiempo real. De cara a los visitantes, contará con un buscador aún más eficiente y preciso que les permitirá clasificar mejor los subcontratistas en función de sus necesidades. Suficiente para superar los 2,15 millones de páginas visitadas en 2012, una cifra que ya creció un 111% en un año, y las 291.000 visitas. Para concluir, MIDEST incrementa su presencia en las diferentes redes sociales, tanto en Viadeo donde cuenta con 1.500 miembros, como en Twitter con más de 700 seguidores, LinkedIn para el público anglófono o en Facebook.

Biometa S.A. anuncia la firma con CSM-instruments de un acuerdo de distribución

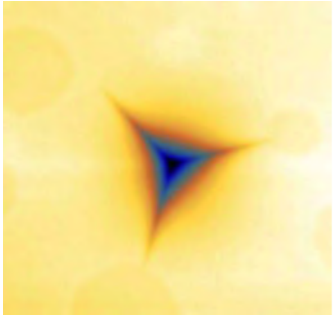
Por Ismael Drubi Vega

CSM-instruments es una compañía líder en el desarrollo de equipos para la caracterización de propiedades mecánicas, tanto en la industria como en los laboratorios de investigación. Gracias a la innovación permanente los productos de CSM gozan de un reconocido prestigio en el campo de la caracterización física de materiales. El empleo por ejemplo de un sistema de referencia para la indentación o el modo panorama exclusivo para sus equipos de rayado, permite a sus usuarios obtener siempre los mejores resultados. CSM-instruments es el único fabricante que colabora con el grupo de trabajo para la estandarización de equipos de ensayo de indentación, que se corresponde con la norma ISO 14577. Esta norma es una referencia para el sector puesto que versa sobre importantes aspectos como: calibración de la máquina, preparación de la muestra, influencia del sustrato en ensayos sobre recubrimientos, influencia de la rugosidad, parámetros en ensayos cíclicos, resultados y métodos de ensayo, y generación de informes.

Los equipos se clasifican en:

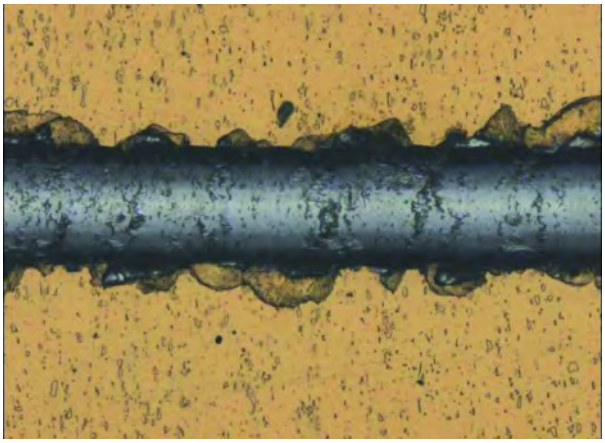
- Equipos de ensayo para indentación: se emplean en los rangos de la nano y micro-escala para determinar con gran precisión la dureza y el módulo elástico de recubrimientos y superficies. Son equipos fundamentales para la selección y desarrollo de materiales. Mediante ensayos dinámicos pueden estudiarse también otras propiedades físicas como por ejemplo, la deformación elástica y plástica, el módulo de elasticidad, o la fluencia.

  Equipos de ensayo de indentación: Ultrananoindentador (UNHT), Nanoindentador (NHT), y Microindentador (MHT).



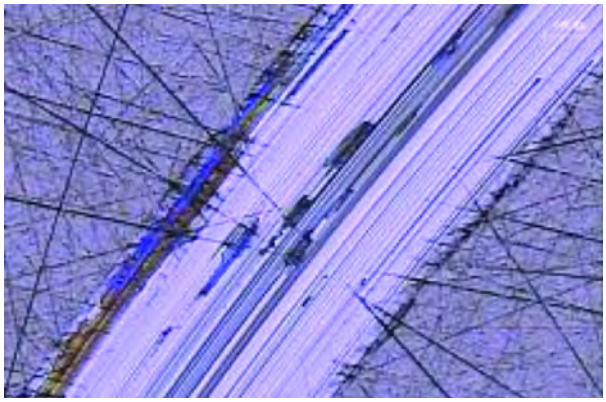
- Equipos de rayado: se usan para la medida de características como la adhesión de un recubrimiento, efectos de delaminación o fractura, que son claves para la optimización de las técnicas de recubrimiento y la determinación de los puntos de fallo del sistema sustrato-recubrimiento. Estos sistemas trabajan desde la nano hasta la micro-escala.

  Equipos de rayado: Nanorayado (NST), Microrayado (MST), Revetest (RST), Revetest Xpress (RSX).



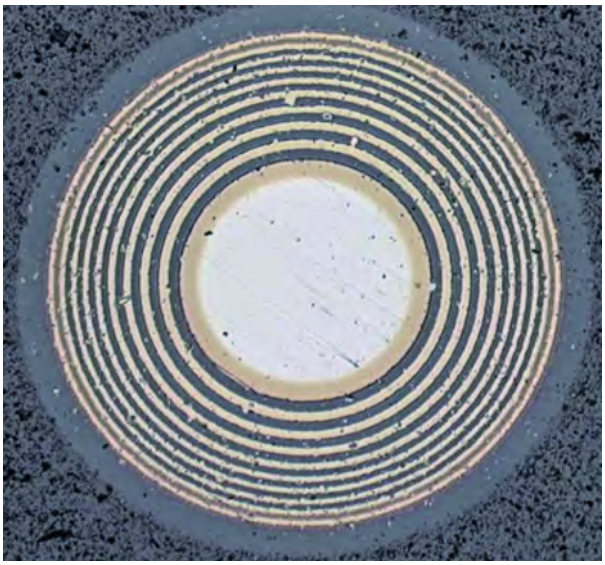
- Equipos de tribología: se utilizan para determinar el coeficiente de fricción y la velocidad de desgaste entre pares de materiales, así como para el estudio del tiempo de vida de un material. Se basan en el principio Pin-on-Disk que opera tanto en el rango nano como micro.

  Equipos de tribología: Nanotribómetro, Tribómetro de alta temperatura, y Tribometro de vacío.



- Equipo para determinar grosores de recubrimientos: con estos sistemas se determina en un periodo de tiempo muy corto (1 a 2 min) grosores de recubrimientos. Representan la herramienta ideal para la determinación de espesores de recubrimientos.

  Equipos para determinar grosores de recubrimientos: Calotest, Calowear.



Biometa S.A. estará presente en la próxima edición de TRATERMAT.

NAKAL®
nitriding furnaces
www.nakal.ru
CATALYTIC GAS NITRIDING
INCONCEIVABLE RESULTS WITH INIMITABLE AUSTERITY
- Possibility production of the nitrided layer thickness more than 0,2 mm without surface brittleness on high-alloyed tool steels.
- Ammonia consumption is not more than 500 l/hour during the load nitriding up to 2000 kg.
- High speed nitriding with the top quality.

JSC "Nakal – Industrial furnaces", Revolutcii 3, Solnechnogorsk, Moscow reg., 141506 Russia
Tel: +7 495 994 0886, 994 0887 Fax: +7 4962 649 444; E-mail: nakal@nakal.ru

Completa gama de hornos de calibración

Land Infrared dispone de una completa gama de hornos de calibración LANDCAL, como complemento a los equipos de medida de temperatura sin contacto y cámaras térmicas que fabrica.

Los 6 sistemas de la gama están desarrollados para proporcionar una calibración de alta precisión en un rango de temperatura de –10 a 1.600 °C, tanto in situ como en condiciones de laboratorio.

Divididos en dos grupos, los hornos están clasificados como fuente primaria o fuente de referencia.

El cuerpo negro primario es estable y uniforme, con emisividad calculable cerca de la unidad. La temperatura se mide con un sensor extraible.

El cuerpo negro de referencia es una fuente autónoma con indicación de temperatura incorporado.

Cualquiera de los dos grupos se dividen en portátiles, transportables o para su montaje en banco.

Todos los hornos de calibración y sensores de medida, así como los termopares y los termómetros de radiación, pueden ser suministrados con un certificado de trazabilidad, emitido por el Laboratorio de Calibración Acreditado UKAS Nº 0034 de Land Infrared, como una opción extra.

Los hornos estándar primarios son:

LANDCAL P80P – portátil, cuerpo negro utilizado en el rango de –10 a 75 °C para la calibración de termómetros de baja temperatura con capacidad de medida por debajo de cero.

LANDCAL P550P – también utilizado para la calibración de termómetros de baja temperatura dentro del rango 50 a 550 °C.

LANDCAL P1200B – horno para montaje en banco, para calibrar termómetros de radiación hasta un rango de 1.200 °C. Además de calibrar termómetros de altas temperaturas, es adecuado para equipos termográficos y termopares.

LANDCAL P1600B2 horno para montaje en banco y altas temperaturas, rango 500 a 1.600 °C. También es compatible con equipos térmicos y termopares.

Los hornos de referencia estándar son:

LANDCAL R1200P – portátil, cuerpo negro para calibraciones entre 350 y 1.200 °C. Utilizado in-situ o en laboratorio, para la calibración de sistemas fijos de termómetros y termómetros de fibra óptica.

LANDCAL R1500T – transportable, cuerpo negro para calibraciones en el rango de 500 a 1.500 °C.

Aplicaciones de quemadores en el grado de práctica bajo la consideración de la norma UNE- EN 746-2

Por Dipl. Ing. (FH) Dirk Maeder, René Lohr y Octavio Schmiel Gamarra. NOXMAT GmbH

Desde Octubre de 2010, se aplica la nueva versión de la norma UNE- EN 746-2, edición 2011-02. Como siempre la norma es indispensable para la interpretación en el proceso de sistemas térmico-industriales. Pero no sólo para los fabricantes, sino también para los operadores, ya que esta norma proporciona importantes indicaciones e información. Las innovaciones han sido, por ejemplo, con respecto a cuestiones tales como el arranque limitante nominal, o las características de cada quemador con dos válvulas de Clase A. El siguiente artículo presenta las aplicaciones prácticas y ejemplos para satisfacer las demandas cada vez mayores y en comparación, de una serie de aspectos prácticos y de seguridad conjunta.

Las instalaciones de proceso térmico permiten inevitablemente un número no insignificante de riesgo, debido al uso de aplicaciones y a las conexiones medias. Aunque las instalaciones, especialmente las nuevas son relativamente seguras, todavía hay siempre daños personales o materiales esporádicos. Por lo tanto, es imprescindible mejorar los niveles de seguridad basados en la experiencia pasada, para ofrecer aplicaciones modernas de quemadores con la máxima seguridad y fiabilidad. La FOTO 1 muestra el quemador recuperador incluido el tubo radiante pero sin el actuador, como se usa típicamente en los hornos para el calentamiento indirecto. A continuación se explican algunas nuevas características de la norma y práctica derivada resultante a las aplicaciones del quemador.

Foto 1. Sección de un quemador recuperador incluido tubo radiante para el calentamiento indirecto.

Equipamiento del quemador con dos válvulas de cierre automático

La nueva versión de la norma UNE EN 746-2 establece que el suministro de gas debe ser asegurado a cada quemador o grupo quemadores, siempre por dos series de válvulas de cierre automático según la norma EN 161 clase A en la conexión de suministro de gas [1].

Por lo tanto, no cambiará nada para las instalaciones que se calientan sólo con un único quemador y que ya están equipadas con una válvula de gas en el quemador y una válvula principal de gas en la presión del gas de control, medición y distancia de seguridad, abreviado GDRMS. Lo mismo se aplica para una instalación que consiste en un grupo único de quemadores, en el que todos los quemadores simultáneamente se encienden y se apagan. Sin

TRATERMAT 2013

CONGRESO NACIONAL DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y DE SUPERFICIE

Barcelona

DEL 22 AL 24 DE ABRIL

www.tratermat.es

embargo, en ambos casos, en cada parada se tiene que cerrar la válvula principal de gas en cada quemador. En la versión anterior de la norma, estaba previsto y era admisible el proporcionar una válvula de gas principal y una válvula antes del quemador y en el caso de fallo de la llama, el apagado mediante el control del proceso o por último el cerrar la falla de cierre patronal.

En la práctica, se ha probado que la utilización de válvulas dobles cumplen con los requisitos. No pocas veces, el fabricante de la instalación de proceso térmico prefiere, en lugar de una zona de control de encendido-apagado, un control de ciclo de envoltura, ya que por lo tanto se puede lograr una mayor uniformidad de temperatura en la cámara del horno. El control de relevo de tiempo está cubierto con otras ventajas para el suministro de los principales medios de los quemadores, ya que la experiencia ha demostrado unas pequeñas fluctuaciones de presión que ocurren en los sistemas de tuberías.

NOTA: Mediante el uso de válvulas dobles, aumentan los gastos de mantenimiento para la prueba reglamentaria de empaquetadura anual que es inevitable, ya que ambas válvulas se pueden probar simultáneamente a fugas internas y externas. La mayor caída de presión de ambos asientos de válvulas se tiene en cuenta cuando se diseña el dispositivo de calentamiento.

Limitaciones en el encendido nominal

Como antes, el encendido de un quemador con válvulas de apertura rápida plantea algunas ventajas particulares. Éstas se muestran no sólo en el consumo de gas, las emisiones, un ajuste del quemador simple y uniformidad de la temperatura en la cámara de combustión de la instalación de procesamiento térmico [2], sino también en la relativa facilidad de realización que la norma requiere en el seguimiento estándar de las velocidades de flujo, ya que son siempre constantes.

Pero no sólo el uso de quemadores con una ignición particularmente buena puede tener estas ventajas en absoluto. Muchos quemadores industriales disponibles en el mercado sólo pueden comenzar con un encendido nominal reducido, con lo que se rige. Los quemadores NOXMAT están equipados con un sistema patentado, aplicados por separado al disco de torsión colocado en la cámara de ignición, en el que cuando se encienden proporciona condiciones exactamente constantes para un encendido sin problemas, que asegura dentro de fracciones de segundo una combustión completa y controlada en la cámara de combustión, de este modo asegura el espacio entre el interior del tubo de combustión y el disco exterior de torsión en el interior del quemador. Estas ventajas hacen que la ignición sea particularmente notable durante el arranque en frío.

Aplicación estándar: Válvulas de apertura rápida en el lado de gas y aire

La FOTO 2 muestra un predeterminado funcionamiento del quemador de aire frío NOXMAT-HGBE incluyendo el flujo de gas y el flujo de aire, así como el sistema de gestión para quemadores, a la izquierda muestra el real (sin presostato) y a la derecha esquemáticamente. Abajo muestra los resultantes volúmenes de flujo cualitativo en un diagrama en t. Esta aplicación también se puede utilizar de la misma manera cuando se utilizan quemadores recuperadores. No se muestra, pero está disponible como una opción, la unidad del quemador se puede equipar con una válvula de aire de refrigeración y una conexión de aire de refrigeración, que esto proporciona la capacidad para operar del quemador como una unidad de enfriamiento. La cantidad suministrada de

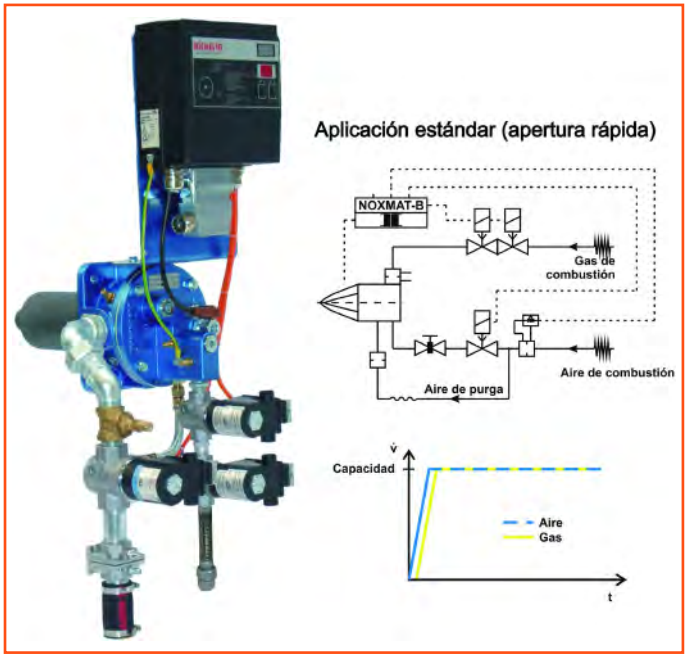
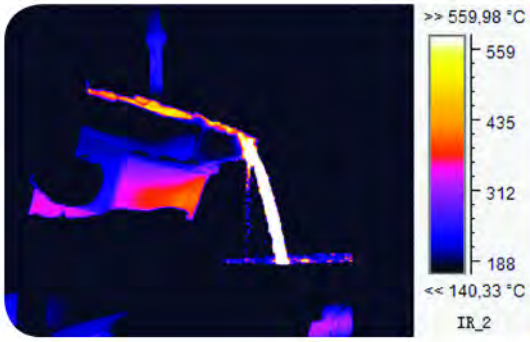


Foto 2. Aplicación estándar sin la limitación de encendido nominal con el quemador HGBE de alta velocidad (real y esquemáticamente con -t-Diagrama).

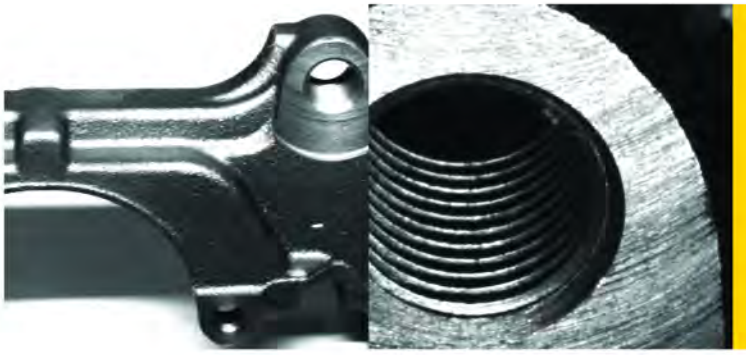
Soluciones de Visión Artificial para la industria del Metal

El control de calidad en las fundiciones es uno de los más complejos que existen en la industria por las altas temperaturas alcanzadas. Una excelente solución para controlar estos procesos son las cámaras térmicas, a través de las cuales es posible analizar la temperatura en cada punto de la pieza, determinar los puntos críticos y controlar si el proceso de enfriamiento se está produciendo de forma correcta.



Los sistemas 3D son el método más utilizado para la medición e inspección en piezas de fundición. Mediante las técnicas de triangulación 3D, se proyecta un laser y se escanea la pieza con una o varias cámaras, obteniendo una imagen 3D, que puede ser comparada con un fichero CAD o una pieza de referencia, para realizar el control de calidad.

Los sistemas de visión artificial permiten realizar diferentes controles mediante inspección sin contacto, tales como medición, verificación de formatos, lecturas de OCR, detección de rebabas y posicionamiento para paletizado y despaletizado. **Contacte con nuestros asesores para ampliar esta información y consultar acerca del mejor sistema para resolver su aplicación.**



Iluminación

Ópticas

Cámaras

Frame Grabbers

Sistemas de Visión

Softwares

INFAIMON
SU ASESOR EN VISIÓN ARTIFICIAL

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

aire de refrigeración puede elegirse mucho más elevada que la cantidad real de aire de combustión.

Mediante la revisión de la norma, en una ignición directa del quemador a plena potencia se limita a un máximo de 120 kW. Sin embargo si se cumplen ciertas condiciones, se pueden utilizar las ventajas mencionadas en adelante. En todo caso, la cámara de combustión se tiene que tomar en cuenta, o la cámara de trabajo se tiene que tomar en cuenta, el canal de gas y el sistema de tubería puede ser diseñado de manera que el aumento de la presión sea máximo [1]. La prueba debe ser proporcionada por el fabricante de los aparatos de procesamiento térmico. Los niveles máximos de tiempo de seguridad se tienen que tomar en cuenta.

Si esto no es posible, la norma proporciona algunas maneras prácticas para iniciar el arranque nominal límite. Esto se realiza por medio de variaciones correspondientes de los elementos de reguladores de controles y armaduras.

Variante 1: Válvula magnética de gas: 2-etapa, la válvula de aire: vapor

Una válvula de gas de dos etapas proporciona la capacidad de ejecutar dos servicios predefinidos gradualmente, de modo que para grandes potencias de quemadores con una capacidad inicial de encendido de 120 kW como máxima fase y por lo tanto, la potencia máxima puede arrancar después del transcurso del tiempo de seguridad y del exitoso reconocimiento de la llama en la segunda. Desafortunadamente, casi no hay válvulas de aire adecuadas fabricadas y éstas son relativamente caras, por eso la elección a menudo de una válvula de aire de una sola etapa. El diseño de la válvula de aire puede ser atenuada (Foto 3, opción 1) y también puede realizarse sin amortiguamiento (no mostrado). En ambos casos, la mezcla de gas-aire durante el arranque no es temporalmente óptima, pero los requisitos de la norma se cumplen. Esto resulta en el mejor de los casos, en sólo un aumento en el consumo de gas en los quemadores y una combustión impura, en el peor de los casos, incluso a las perturbaciones de combustión en los quemadores con problemas de ignición debido a que la relación Ï de aire puede variar extremadamente y esto produce fallos [3].

Variante 2: Las válvulas de apertura lenta de gas y de aire lateral

La apertura lenta es realizada por el fabricante del dispositivo y típicamente se realiza con una fijación de amortiguación en un cuerpo magnético de válvula, que se llena con aceite. En condiciones de funcionamiento constantes y en la elección entrelazada de los componentes, lo que representa una opción relativamente simple, con esto se pueden cumplir los requisitos pertinentes de la norma. Cuando se utiliza una válvula de apertura rápida de aire en combinación con una válvula de gas de apertura lenta, la eficiencia energética durante el proceso de arranque nos es satisfactoria, así como en la variante 1. Si ambas válvulas poseen (gas-aire de ambos lados) a través de un amortiguador (Foto 3 variante 2), esta desventaja puede reducirse y en

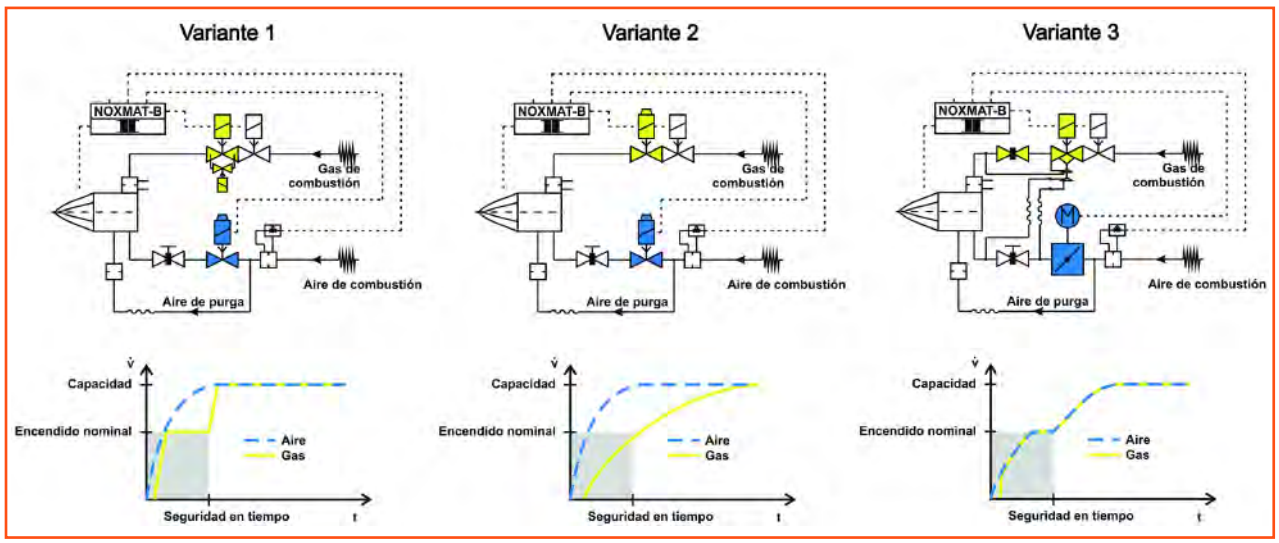


Foto 3. Variantes para la realización de un arranque nominal (esquemáticamente con -t-Diagrama).

el mejor de los casos a ser compensada completamente. Es crucial que los flujos de gas de combustión y aire de combustión estén en un aumento de velocidad del aire constante a su valor nominal (no mostrados en la foto 3 variante 2). En el esquema de las velocidades de flujo, las válvulas se abren tan a menudo en la práctica, no en sincronización. Por lo tanto, esta variante implica una cierta susceptibilidad a la interferencia, y en particular a diferentes temperaturas ambientales, ya que la viscosidad del aceite depende de la temperatura a la amortiguación. Así, se abre una válvula de algunos a temperaturas más elevadas mucho más rápido que a bajas. Poco común esta variante, se produce una interferencia, por ejemplo, porque en el funcionamiento en invierno, las válvulas se abren tan lentamente que una cantidad no suficiente de gas se libera a la ignición del quemador en cuestión. Con el uso de válvulas en el gas con amortiguación y en el lado del aire no está garantizado también que las diferencias de temperatura afectan a ambos tipos de válvulas por igual, es decir, que la relación gas-aire depende en parte de la temperatura exterior que puede cambiar en extremo.

En una elegida configuración de amortiguación con bajas temperaturas de ambiente, se realiza un arranque nominal a menos de 120 kW, que puede fácilmente variar en el funcionamiento en verano, de modo que el quemador no se ajuste a las normas, es decir que el quemador dé una ignición con sobrecarga, siempre que no haya ningún requisito correspondiente en la norma, como el control estándar mediante el sistema de protección.

Variante 3: Lado del gas de control de relación con el actuador de aire lateral

La elección de un regulador de presión proporcional en el lado del gas, ofrece en comparación con el regulador de presión directa también para quemadores recuperadores, una excelente manera de poner en práctica el rendimiento y el proceso independiente de la temperatura de la constante de gas con el aire. El aire es la variable de referencia y es controlado electrónicamente por una válvula de mariposa. Variante 3 (Foto 3) muestra tal realización. Fluctuaciones en la presión de suministro de gas, que se producen con frecuencia en la práctica, por lo tanto también pueden ser compensados en gran medida. Sin embargo, es imprescindible contar con el ajuste realizado por personal capacitado, ya que son mucho más complejas que la simple aplicación estándar.

Esta aplicación ofrece la mayoría de las opciones de control, tales como On-off (apagado), grande, pequeño, detener o incluso continuamente, cada uno con una velocidad de aire constante. Sin embargo, estos criterios requieren un control externo del actuador. Además, representa la opción comparativamente cara.

Significativamente menos caro, que no se muestra en la variante, es una válvula de aire amortiguado (o actuador), con un regulador de presión de gas lateral igual de combinar. La ventaja es que incluso a diferentes velocidades de apertura del accionador de aire, por lo menos la mezcla de gas-aire se puede mantener aproximadamente constante y se produce una inspección más cercana sólo con el uso de quemadores de aire frío. En los quemadores recuperadores que cambian debido a las relaciones de precalentamiento del aire de contrapresión de los medios, esta variante sólo se puede emplear si se desea realizar una constante y por lo tanto la eficiencia energética de gas y aire mezclado. Se utiliza en este espacio, en el caso únicamente de facilitar el proceso de ignición.

Control de suficiente aire de flujo

(Puntos 5.2.2.5.1) La norma es muy clara en lo que exige importancia. Así, las instalaciones deben estar equipadas con un dispositivo para la supervisión de un flujo de aire suficiente, tanto durante la pre-purga, el encendido del funcionamiento del quemador [1]. Cuando el flujo de aire varía en todas las condiciones de funcionamiento, éste será correspondientemente caro. Para satisfacer esta demanda es más fácil mediante el uso de un presóstato dinámico en combinación con una placa de orificios, que se instala a una sola etapa de alimentación de aire com-

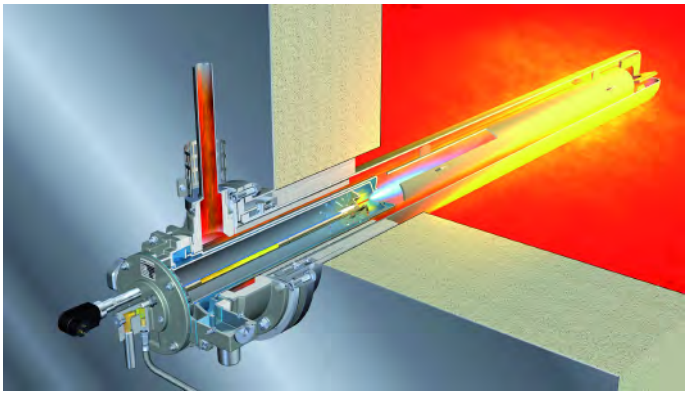


Foto 4. Placa de orificios NOXMAT MB con presóstato integrado.

primido. El propio desarrollo de NOXMAT en el rango de orificios en tamaños de DN 20 a DN 65 (Foto 4) también proporciona la capacidad de medir la presión diferencial durante el funcionamiento. En la práctica, se encuentra a menudo un presóstato estático, que se hace cargo de esta tarea. Estático significa que sólo la medición absoluta se mide, pero no la presión diferencial. Con una disposición desfavorable, el desajuste de control o la función es a menudo una falta que no se reconoce. Sólo el presóstato dinámico ofrece la seguridad adecuada. Además, es adecuado como una modificación para la medición de flujo y el seguimiento de purgación.

Resumen

A pesar de una mayor demanda mediante la modificación de la norma UNE EN 746-2, ofrece en la práctica posibles variaciones suficientes para su cumplimiento. En la variante más sencilla ofrece todavía el uso de liberación rápida, de una válvula de etapa en el suministro de gas y de aire. Sin embargo sólo pocos quemadores pueden cumplir estos requisitos. En la aplicación estándar con válvulas de apertura rápida en el gas y los lados, cumplen de la manera más fácil y segura, el control requerido de flujo de aire suficiente en todas las condiciones de operación a través del uso de una placa de orificios en combinación con un presóstato diferencial. También muy por encima del límite de 120 kW se puede realizar esta variante, a condición de que ciertos requisitos de la Norma se cumplan.

Bibliografía

[1] UNE- EN 746-2: Equipos de tratamiento térmico industrial. Parte 2: Requisitos de seguridad para la combustión y los sistemas de manutención de combustibles.

[2] Maeder, D.; Rakette, R. y Schlager, S.: Proceso de optimización en un horno de solera mediante el uso de quemadores recuperadores en cerámico . Gaswärme Internacional, Año 3/2007.

[3] Maeder, D.; Rakette, R. y Lohr, R.: Eficiencia energética en el funcionamiento de los quemadores de gas. Gaswärme International, Año 5/2009.

30 €

206 páginas

40 €

316 páginas

40 €

320 páginas

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

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

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

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

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

Teléf.: 917 817 776

E-mail: pedeca@pedeca.es

Instalación continua de tratamiento térmico bajo atmósfera para temple y revenido de tornillería, suministrada por GHI Hornos industriales, S.L.

La industria del automóvil exige a sus proveedores unas condiciones técnicas en el suministro de piezas menudas, tornillería, etc, algunas de las cuales afectan directamente a las instalaciones de tratamiento térmico, como por ejemplo:

- La ausencia de melladuras y defectos físicos en las piezas.
- Uniformidad de las propiedades mecánicas, como la dureza y la resistencia del material en los lotes.
- Homogeneidad de la estructura lograda en cada pieza y en cada lote.
- Acabado superficial.
- Ausencia de carburaciones o de descarburaciones en las piezas.
- Ausencia de mezcla de piezas de distintos lotes.

GHI ha suministrado en 2012 la instalación que se describe a continuación a una empresa del sector de tratamientos térmicos, proveedora de las más importantes firmas de automóviles. Se trata de una instalación continua con sus componentes dispuestos en línea, con hornos calentados por combustión de gas natural, destinada a tratamientos térmicos de temple y revenido de tornillería y piecerío diverso. Ha sido diseñada y construida para obtener 1,5 Tm/hora de acuerdo con las exigencias más estrictas de la industria del automóvil.

La línea se compone de un sistema de carga automática, una máquina de prelavado y secado, un horno de calentamiento para temple, un depósito de temple en aceite, una máquina de lavado y secado posterior, un horno de revenido, un depósito de polímero para pavonado y otro de agua, dispuestos en paralelo sobre un carro con movimiento transversal.

SISTEMA DE CARGA AUTOMÁTICA

Se trata de un elevador-volteador del contenedor de piezas, sobre un alimentador vibrante que dosi-

Vista general de la línea completa.

fica y reparte uniformemente la carga sobre la cinta transportadora de la máquina de prelavado.

MÁQUINA DE PRELAVADO Y SECADO

Las piezas llegan a la instalación de tratamiento térmico impregnadas con impurezas, aceites y taladrinas de procesos previos de mecanizado o fabricación, los cuales son absolutamente necesarios eliminar en su totalidad, para evitar que la atmósfera controlada del horno de temple se contamine y desvirtue.

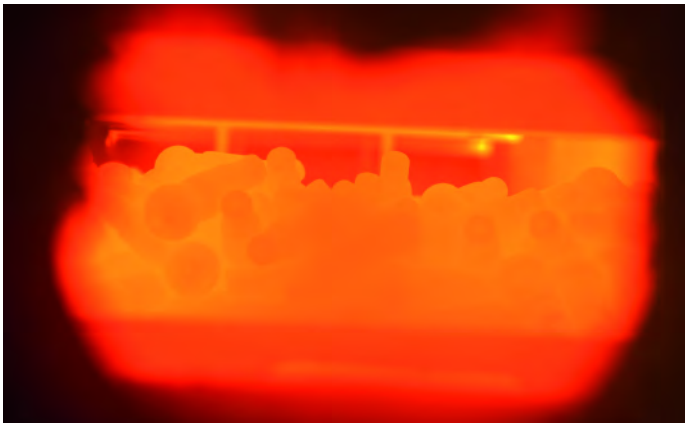
Este desengrase se realiza mediante el rociado de líquido a presión a una temperatura controlada, mediante un sistema de boquillas de aspersión plana de forma uniforme, en toda la anchura de la cinta transportadora por donde se trasladan las piezas.

Las impurezas y los aceites son conducidos a un tanque auxiliar, desde donde se evacúan mediante un sistema de cinta sin-fin.

A continuación el secado, que resulta un punto crítico para evitar la introducción de agua en el horno de temple, se logra mediante la recirculación de aire calentado por resistencias eléctricas.

HORNO DE CALENTAMIENTO PARA TEMPLE

Se trata de un horno continuo de cadena transportadora de losetas fundidas apoyada sobre rodillos con retorno interior, con cámara horizontal de sección rectangular revestida con ladrillos y paneles aislantes, diseñado para trabajar con atmósfera controlada, con un potencial de carbono tal, que



Interior del horno de austenizado.

evita tanto la oxidación de las piezas como su descarburación.

El uso de este tipo de cadenas, al ser de retorno por el interior, evita que el transportador salga al exterior y las pérdidas térmicas del equipo son menores. Con ello se reducen los cambios de temperatura en el trasnportador, lo que implica su mayor duración. Por otra parte, la robustez de la cadena transportadora es muy superior al de una cinta de malla, lo que alarga la vida útil del transportador, que resulta 5 ó 6 veces superior que en el caso de utilizar cinta de malla. Al mismo tiempo, permite mayores cargas de material sobre la cinta.

El calentamiento se realiza mediante tubos radiantes en forma de "U" en disposición horizontal calentados mediante quemadores de gas natural, con recuperadores de calor en la zona de calentamiento, donde la demanda de potencia es mayor, consiguiendo de esta forma un ahorro de hasta un 22% de consumo de gas natural.

Horno de austenizado.

Las piezas procedentes de la máquina de prelavado previa se reciben en un dosificador de carga con células electrónicas de pesaje, que entrega automáticamente los lotes de piezas a un economizador de atmósfera, previo a un alimentador vibrante que deposita las piezas en el horno de temple a través de una abertura frontal, minimizándose así la altura de caída de las piezas sobre el transportador, y consiguiendo que las piezas rueden menos sobre el transportador que cuando se utilizan rampas de descarga.

Mediante el uso del economizador se reduce sustancialmente el consumo de atmósfera del horno, consiguiendo ahorros de hasta 4 veces el caudal considerado habitual en este tipo de hornos con transportador de malla metálica, donde la superficie de acceso de las piezas al horno está directamente relacionado con el consumo de atmósfera protectora.

Las piezas quedan uniformemente dsitribuidas sobre el transportador de eslabones fundidos que, accionado mediante un tambor, traslada la carga a lo largo de la cámara del horno para evacuarla por caida vertical al baño de temple, a través de una tolva con cierre hidráulico.

El accionamiento del transportador permite una variación de su velocidad ajustable dentro de amplios límites, pudiéndose modificar de esta manera el tiempo de permanencia de la carga en el interior del horno.

Con el fin de obtener una composición uniforme de la atmósfera y de la temperatura en la cámara del horno, se disponen dos ventiladores verticales soportados en la bóveda del horno.

DEPÓSITO DE TEMPLE EN ACEITE

Es de construcción metálica de forma rectangular, y dispone de un mecanismo extractor continuo de cangilones con velocidad variable en función de la producción. Está situado en línea con el horno de temple, a la altura de la tolva de salida de las piezas.

El depósito de temple está diseñado de tal forma que evita pérdidas y mezclas de las piezas en su caida por la tolva hasta el transportador de cangilones.

Antes de entregar las piezas al siguiente equipo, se realiza una eliminación parcial del aceite de temple que impregna las piezas mediante un enérgico soplado de aire sobre el mismo extractor de cangilones.

El tanque consta de dos grupos de bombeo: uno de ellos para la recirculación del fluido de temple dentro del depósito, con un flujo de aceite que uniformiza las propiedades del temple en las piezas, y otro para realizar el cierre hidráulico de la tolva de caida.

El aceite se mantiene a una temperatura controlada mediante calentadores eléctricos y un hidro-refrigerante exterior.

MÁQUINA DE LAVADO Y SECADO

De la misma forma que en el prelavado, las piezas llegan a la máquina de lavado impregnadas del aceite de temple, que hay que eliminar para evitar contaminaciones y manchas no deseadas en el proceso posterior de revenido y pavonado.

El desengrase se realiza de la misma forma que en el prelavado. Sin embargo, en este caso, el secado se consigue aprovechando los humos calientes evacuados por la boca de entrada del horno de revenido, para calentar en un recuperador de haces de tubos aleteados, el aire impulsado por un ventilador, que sopla el aire caliente a través de una batería de cortinas de flujo plano sobre las piezas.

HORNO DE REVENIDO

Al igual que el horno de temple, se trata de horno continuo de cinta transportadora caliente, es decir, en ningún momento abandona el interior de la cámara del horno, con el consiguiente ahorro energético.

Habitualmente, en el caso de los hornos de revenido, dado que los tratamientos se efectúan a temperaturas nunca superiores a los 600-650ºC, se emplean normalmente transportadores de malla metálica. En este caso se ha utilizado un transportador de eslabones fundidos, al igual que en el horno de temple, incrementando la robustez del equipo.

La carga de las piezas procedentes de la lavadora, se realiza por medio de un transportador vibrante abierto, que deposita las piezas sobre la cinta del horno.

Al final de la cámara lleva una tolva por la que caen las piezas al tanque de enfriamiento final seleccionado, de pavonado o de agua.

El calentamiento del horno se realiza mediante quemadores de fuego directo de alta velocidad dispuestos en cuatro zonas. Cada una de las zonas está provista de un ventilador de tipo axial situado en la bóveda del horno con sus correspondientes deflectores del flujo de aire, para lograr la alta uniformidad de temperatura que exige el tratamiento.

Horno de revenido y tanques de lavado.

DEPÓSITOS DE PAVONADO Y DE ENFRIAMIENTO

A continuación del horno de revenido, se instalan dos depósitos sobre un carro dotado con movimiento transversal, para la alineación de uno u otro con la salida del horno. Los depósitos son de un diseño muy semejante al tanque de temple en aceite. Uno de ellos es de polímero para pavonado, y el otro de agua para enfriamiento dotado de un sistema de secado, para entregar las piezas completamente secas a un proceso de granallado posterior.

Cada depósito consta de su correspondiente extractor continuo de cangilones, su lazo de regulación de temperatura del fluido mediante calentadores eléctricos, su equipo de recirculación mediante bomba y refrigeración mediante un hídro-refrigerante exterior.

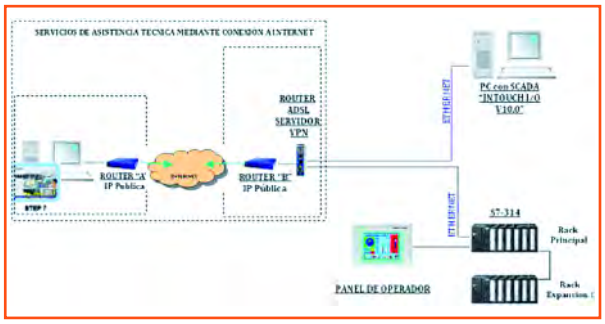
SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

El sistema incluye un autómata programable donde se implementa toda la lógica de control, integrando la lógica cableada y enclavamientos que permiten el control de todas las maniobras y actuaciones de cada sistema asociado, toda la lógica de alarmas de la instalación y la lógica de regulación de temperatura de todos los equipos, mediante lazos PIDs integrados en la CPU.

La comunicación de todos los datos captados por el autómata se supervisan en un PC y se monitorizan en un panel de operador, teniendo acceso directo a todos los datos de interés, como variables y parámetros de los lazos de regulación de temperatura, estado real de todos los elementos auxiliares, etc.

El sistema tiene también la posibilidad de generación de recetas de tratamiento térmico a través de una base de datos accesibles mediante un código de identificación, la gestión de alarmas de toda la instalación y la generación de informes.

Todo el equipo de control se complementa con un Router Industrial Servidor VPN, que permite la realización de servicios de asistencia remota.



Algunas consideraciones sobre la maquinabilidad de los aceros inoxidables austeníticos

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

Introducción

Las piezas que se obtienen a partir de barras de aceros inoxidables austeníticos, sufren procesos de conformación en frío más o menos significativos para llegar a sus medidas finales. En la mayoría de los casos esta transformación se realiza por medio de un mecanizado por arranque de viruta.

Históricamente los aceros inoxidables austeníticos han sido considerados materiales difíciles de mecanizar, ya que tienen una gran tendencia al embotamiento de las herramientas, y unos rendimientos de mecanizado relativamente muy bajos.

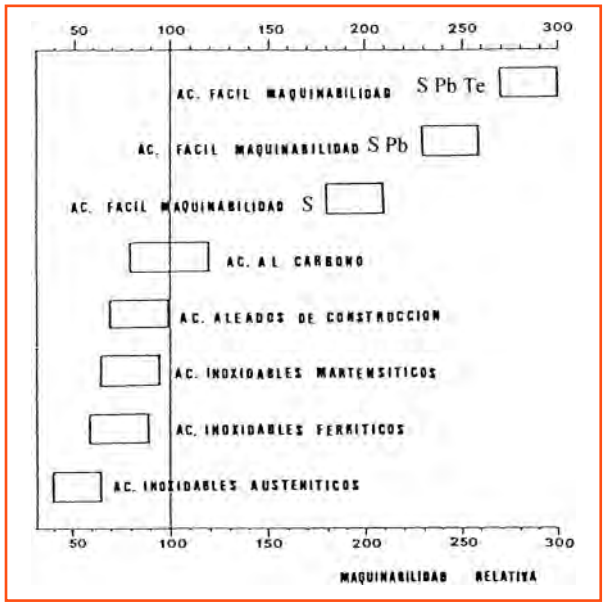


***Figura 1**. Maquinabilidad relativa de los clásicos aceros de fácil maquinabilidad comparada con los aceros al carbón, aceros aleados de construcción y aceros inoxidables en general.*

La maquinabilidad de los aceros inoxidables varía en función del tipo de acero. En los aceros inoxidables austeníticos, se puede considerar como muy baja –**figura 1**– debido al endurecimiento por acritud en la zona de contacto herramienta-material a mecanizar; junto con una baja conductibilidad térmica del acero que se mecaniza, que provoca asimismo un sobrecalentamiento en la superficie de corte y una sobrecarga en la herramienta correspondiente.

Las curvas de tracción de la **figura 2** muestran que los aceros inoxidables austeníticos tienen una zo-

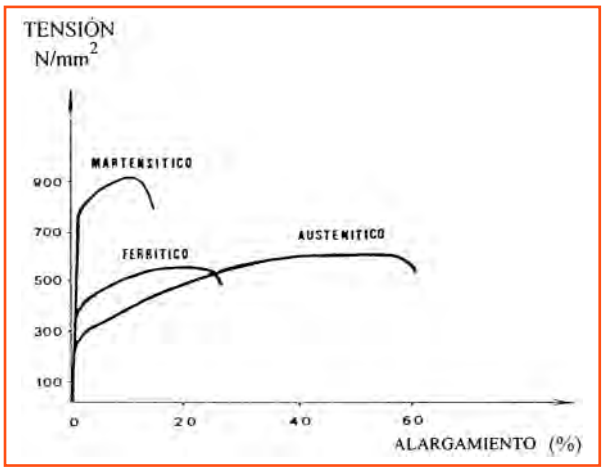


***Figura 2**. Curvas de tracción de los aceros inoxidables.*

na de deformación dúctil muy amplia y, por otro lado, presentan una importante diferencia entre los valores de resistencia y límite elástico. Es un hecho constatado que la resistencia de los aceros inoxidables austeníticos aumenta fuertemente, según aumenta también el grado de deformación. Todas estas circunstancias producen los siguientes efectos sobre el mecanizado:

- Virutas dúctiles difíciles de evacuar.
- Un muy importante endurecimiento de la superficie debido a la acritud producida por pasada del material que se mecaniza, tanto en el área inmediatamente anterior al filo de corte de la herramienta, *–acentuando su desgaste en la cara de ataque–* como en la superficie del material que está en contacto con la cara de incidencia de la herramienta.

Ante esta problemática, la mejora de aptitud al corte de los aceros inoxidables austeníticos ha sido la investigación y puesta en marcha de diferentes soluciones específicas, ya que es un ánimo constante de los metalurgistas y aceristas especializados. Algunas de tales soluciones las comentamos en este trabajo.

1. Aceros inoxidables austeníticos con adición de azufre (S)

Los primeros pasos para mejorar la maquinabilidad consistieron en la adición de cantidades importantes de azufre. El efecto favorable del azufre en la duración del filo de la herramienta es considerable, ya que con 0,10 por 100 de azufre (**S** = 0,10%) aumenta notablemente la vida útil de la herramienta. Para contenidos superiores de azufre [**S** = (0,15÷ 0,20%)] el tiempo de duración de la herramienta se multiplica por cuatro. Ahora bien, la adición de azufre disminuye la conformalidad plástica del material tanto en frío como en caliente, la resistencia a la corrosión, la soldabilidad y las propiedades mecánicas, sobre todo en el sentido transversal.

La solubilidad del azufre en estado sólido del acero es extremadamente pequeña, no obstante pese a esa mínima solubilidd el azufre se combina con el manganeso y el hierro, así como con otros elementos de aleación para formar sulfuros. En el acero inoxidable austenítico se ha podido comprobar que los sulfuros formados son principalmente de manganeso (**MnS**), *–debido al alto manganeso* (**Mn** = 2%) *que presentan tales aceros en su composición–* en los que parte del manganeso puede estar parcialmente sustituido por hierro, cromo, titanio; mientras que el níquel y el molibdeno se mantienen casi totalmente en solución sólida.

El efecto que ejercen los sulfuros sobre la maquinabilidad depende no sólo de su composición química, sino también de su tamaño, morfología y su disposición en la masa matricial del acero en cuestión. Estas inclusiones semipastosas, a la temperatura de corte, juegan un triple papel en las operaciones de mecanizado por arranque de viruta.

- Efecto de lubricación en la intercara material/herramienta.
- Disminución del esfuerzo de corte al aumentar la capacidad de cizallamiento del material.
- Fragilización de la viruta.

Los contenidos normales de azufre (**S**) en los clásicos aceros inoxidables austeníticos de fácil maquinabilidad [aceros X10CrNiS18.9 = **AISI** 303] oscila entre 0,15 y 0,35 por 100 [**S** = (0,15 ÷ 0,35%)].

En la **figura 3** se puede observar la mejora de maquinabilidad habida en un acero inoxidable austenítico en función de su contenido en azufre. En esta ocasión la maquinabilidad está medida como el

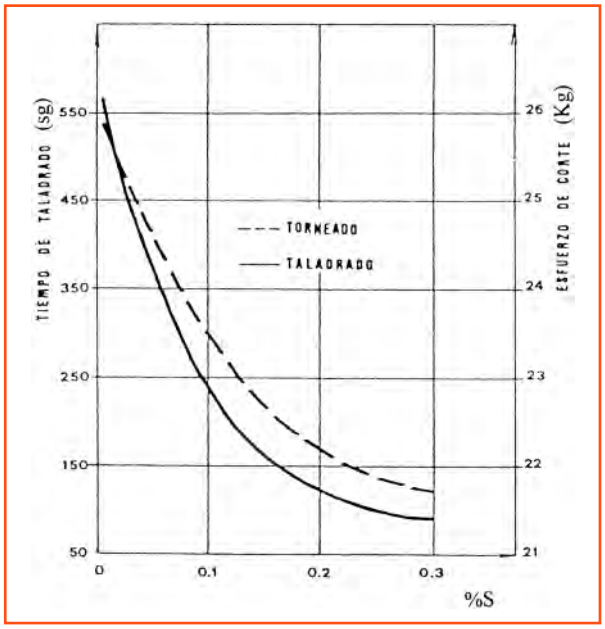


***Figura 3**. Maquinabilidad de los aceros inoxidables austeníticos en función de su contenido en azufre (%**S**).*

tiempo necesario para realizar una operación de mecanizado en concreto. Tanto para operaciones de taladrado como para las de torneado con herramientas de acero rápido, se observa una apreciable mejora con un aumento del orden de 0,10 por 100 de azufre (**S** = 0,10%), no apreciándose un incremento de maquinabilidad más alto con mayores cantidades de azufre.

No obstante, la adición de azufre en estas condiciones provoca una importante disminución en otra serie de características, que son muy importantes en los aceros inoxidables austeníticos. La **tabla I** muestra un resumen de la influencia que tiene el azufre en la maquinabilidad de este grupo de aceros.

	Velocidad corte m/min.			
Operación (acero rápido)	Avance (mm/rev)	AISI 304	AISI 303 (0.25%S)	Mejora %
Torneado	1,14	9,2	11,4	24 %
Taladrado	0,088	9,2	24 %	
Fresado	0,026	15,2	19,8	30 %

***Tabla I**. Influencia del azufre (**S**) sobre la maquinabilidad de los aceros inoxidables austeníticos.*

Las alternativas que ofrece cuando es necesario el mantenimiento de otras características frente a la maquinabilidad, son las siguientes:

- Mantenimiento de un contenido de azufre que mejore la maquinabilidad y no deteriore de forma significativa las demás características.

- Otra posibilidad consiste en sustituir parte del azufre en el acero X10CrNiS18.9 (**AISI** 303) por selenio (**Se**) hasta niveles superiores de 0,15 por 100 (**S** > 0,15%), conservando un contenido de azufre por debajo de 0,06 por 100 (**S** < 0,06%). Es común la utilización de aceros con contenidos variables de azufre y selenio, de tal forma que la suma de ambos elementos esté en torno al 0,20 por 100 (%**S** + %**Se** = 0,20%). La acción del selenio (**Se**) en la maquinabilidad es similar a la del azufre (**S**), e igualmente deteriora las otras características.

A título de ejemplo se puede observar en la **figura 4** la evolución comparada de la maquinabilidad con la resistencia a la corrosión en un acero, en función del contenido de azufre X5CrNi 18.10 (**AISI** 304).

Por último en la **tabla II** se puede observar la influencia que tiene la adición de 3 al 4% de cobre [**Cu** = (3 ÷ 4%)]. Los resultados de maquinabilidad de tales aceros son similares a los que ofrece una adición de azufre de 0,15 por ciento (**S** = 0,15%) y además el resto de características, principalmente las correspondientes a la deformación en frío experimentan un espectacular aumento.

2. Aceros inoxidables austeníticos con adicciones de plomo o bismuto

Otra solución para mejorar la maquinabilidad ha sido adicionar elementos de bajo punto de fusión.

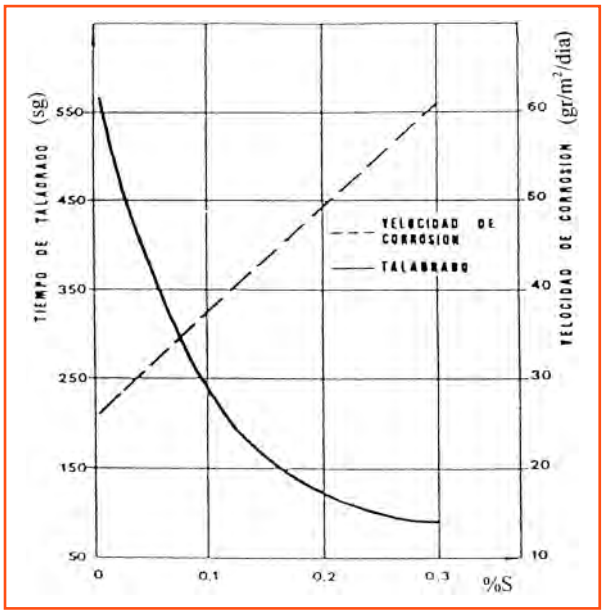


***Figura 4**. Influencia del contenido de azufre (%**S**) sobre el tiempo de taladrado y la velocidad de corrosión.*

CARACTERISTICA	AISI 303 (0.3%S)	AISI 304	AISI 304Cu (3.5%Cu)	AISI 316L (2%Mo)
MAQUINABILIDAD (Torneado ac. rápido)	128	100	115	90
MAQUINABILIDAD (Taladrado)	144	100	128	100
MAQUINABILIDAD (Nº piezas/hora)	175	100	142	115
RESISTENCIA A LA CORROSION	84	100	107	110
APTITUD AL TREFILADO	74	100	103	94
CAPACIDAD DE DEFORMACION EN FRIO	36	100	129	91
SOLDABILIDAD	65	100	100	100
AMAGNETISMO	60	100	133	120

***Tabla II**. Comparación de características entre los aceros inoxidables austeníticos base y los mismos con adición de azufre (**S**) y de cobre (**Cu**) [Índice 100 para el acero austenítico base: **AISI** 304].*

El plomo (**Pb**), que no es soluble en el acero, forma microinclusiones metálicas que funden a la temperatura de corte y ejercen un efecto similar al comentado anteriormente para los sulfuros de manganeso (**MnS**).

La maquinabilidad de un acero X5CrNi 18.10 Pb (**AISI** 304 Pb) con un contenido de 0,03 por 100 de azufre (**S** = 0,03%) es muy superior a la del acero base, alcanzando valores similares a los del acero X10CrNiS18.9 (**AISI** 303) como se puede observar en la **figura 5**. Además su resistencia a la corrosión no se ve prácticamente afectada y es muy superior a la del acero con altos contenidos de azufre: acero X10CrNiS18.9 (**AISI** 303); **figura 6**.

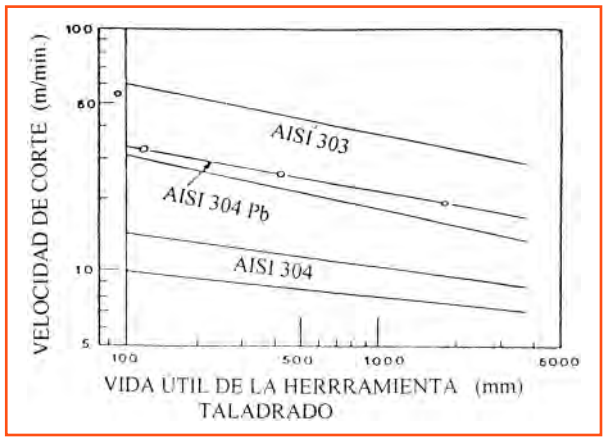


***Figura 5**. Comparación de la maquinabilidad de acero **AISI** 304 Pb con la de los aceros **AISI** 303 y **AISI** 304.*

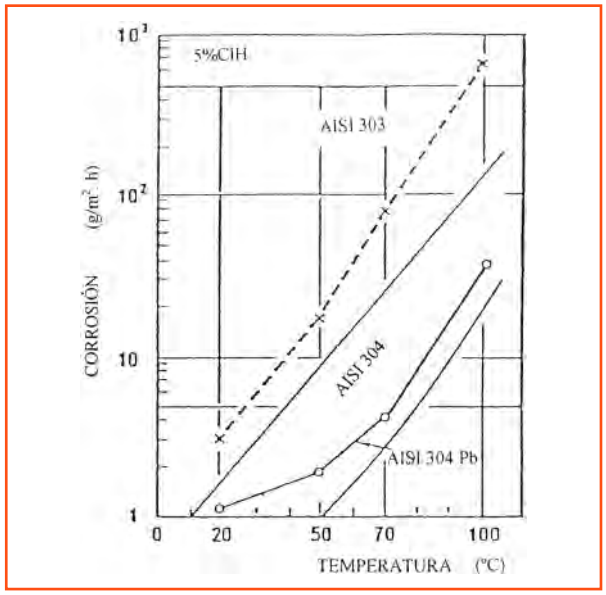


***Figura 6**. Velocidad de corrosión del acero **AISI** 304 Pb comparada con la de los aceros **AISI** 303 y **AISI** 304 .*

La fabricación de los aceros inoxidables austeníticos X5CrNi 18.10 Pb (**AISI** 304 Pb) presentan fuertes problemas de laminación en caliente y de contaminación ambiental, por lo que su fabricación ha sido muy problemática. Para paliar en lo posible tan importante dificultad, acerías japonesas lanzaron al mercado, en las últimas décadas del siglo XX, un acero inoxidable austenítico con un contenido de azufre 0,03 por 100 (**S** = 0,03%) y con una adición de bismuto (**Bi**). Este elemento es muy similar química y físicamente al plomo (**Pb**), pero con la ventaja añadida de su completa no toxicidad y de un cuasi igual efecto beneficioso sobre la maquinabilidad, ya que tienden a reducir los efectos de adhesión o agarre entre el material que se mecaniza y la herramienta de corte.

Como se puede observar en la **figura 7**, la maquinabilidad del acero austenítico X5CrNi 18.10 Bi (**AISI** 304 Bi) es similar a la del acero X10CrNiS18.9 (**AISI** 303) con contenido de azufre del orden de 0,17% (**S** = 0,17).

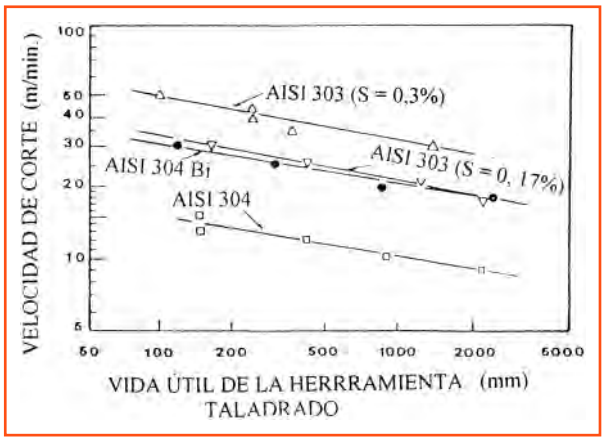


***Figura 7**. Maquinabilidad del acero **AISI** 304Bi comparada con la de los aceros **AISI** 303 y **AISI** 304.*

Pruebas de corrosión realizadas sobre los aceros con bismuto (**Bi**), bajo diferentes condiciones y con distintos medios corrosivos, han demostrado que se comporta igual que el acero base acero [X5CrNi 18.10 (**AISI** 304)] sin bismuto y mucho mejor que el acero alto en azufre [X10CrNiS18.9 (**AISI** 303)].

Por otro lado la aptitud a la deformación en frío y a la soldadura del acero [X5CrNi 18.10 Bi (**AISI** 304 Bi)] son similares a las del acero base [X5CrNi 18.10 (**AISI** 304)]; no obstante, se ha observado una ligera disminución en su aptitud a la deformación en caliente respecto al acero base.

3. Aceros inoxidables austeníticos con inclusiones controladas

El objetivo principal de estos aceros es mantener intactas todas las características de utilización de los aceros inoxidables austeníticos base, mejorando cuanto sea posible su aptitud al mecanizado por arranque de viruta. Para conseguirlo se mantiene la composición química del material base, encajada en el contenido de azufre controlado [**S** = (0,02÷ 0,03%)] y se efectúa un tratamiento del acero líquido con calcio (**Ca**), para conseguir que las inclusiones de óxido tengan la morfología y composición adecuadas.

4. Las inclusiones de óxidos y la maquinabilidad

De los mecanismos típicos de desgaste –*adhesión*, *abrasión* y *difusión*– los óxidos son los mayores responsables del desgaste por abrasión. En efecto, el rozamiento de las micro-partículas muy duras y abrasivas procedentes del material que se mecaniza con la herramienta de corte, produce un desgaste acelerado de la misma.

En los aceros inoxidables austeníticos estas inclusiones de óxidos son el resultado natural de la desoxidación del caldo líquido. La característica principal de tales óxidos es su alta dureza y su carácter abrasivo.

Los aceros inoxidables austeníticos se desoxidan con silicio (**Si**).Y debido a su alto manganeso (**Mn** = 2%) las inclusiones que se forman son silicatos de manganeso con algunas sustituciones de alúminas (**Al_2O_3**) en su composición, que les confieren ese carácter duro y abrasivo.

Hace ya bastantes años que el Profesor Opitz de la Universidad de Aachen comprobó que los óxidos producidos durante la desoxidación con **SiCa** –**figura 8**– formaban una capa que protegía a la herramienta en las operaciones de corte, donde se involucraban procesos de fuerte abrasión.

Estudios mucho más recientes, realizados en nuestro país por el que fue "Grupo Acenor". Su departamento I+D investigó muy a fondo sobre los aceros inoxidables austeníticos calmados con silicio (**Si**) y tratados con calcio (**Ca**), desarrollando en su factoría de Larrondo (Olarra) los llamados "***aceros inoxidables austeníticos de maquinabilidad mejorada MECAMAX***", basándose en unas premisas fundamentales:

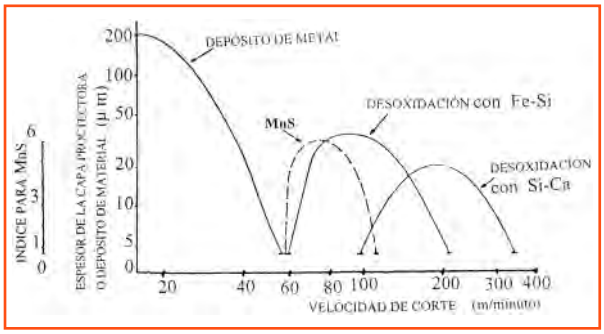


***Figura 8**. Relación entre la velocidad de corte y el espesor de las capas protectoras (OPITZ).*

- Conseguir un acero con una respuesta al mecanizado superior al del acero base.
- Mantener las mismas propiedades de resistencia a la corrosión y características mecánicas que el acero base.
- Aprovechar al máximo las propiedades del azufre en el proceso de mecanizado, sin perder un ápice de las características del acero base y cumpliendo con las exigencias de la norma.
- Obtener un producto más regular.

5. Modificación de las inclusiones de óxidos

Los aceros inoxidables en general, al igual que el resto de aceros presentan inclusiones no metálicas. Estas se generan en la fase de fusión del acero líquido y se componen de óxidos y sulfuros. Las características de estas inclusiones influyen de una manera fundamental en el comportamiento del acero durante el proceso de mecanizado por arranque de viruta.

Sulfuros. Inclusiones blandas y de bajo punto de fusión. Los sulfuros producen un doble efecto beneficioso en el proceso de mecanizado: (1) actúan como discontinuidades del material favoreciendo la rotura de la viruta; y (2) funden al contacto con la herramienta cortante provocando un efecto lubricante en la zona de corte.

Óxidos. Inclusiones duras de alto punto de fusión. En el caso de los aceros inoxidables austeníticos se componen de silicatos y de alúminas. Tales inclusiones no se funden al contacto con la herramienta cortante y debido a su alta dureza, generan un gran desgaste de la misma. Su presencia afecta de manera negativa a la vida útil de las herramientas.

El tratamiento con calcio (**Ca**) del acero líquido tiene como objetivo la modificación de las características físicas de las inclusiones, adaptándolas a las necesidades de los procesos de mecanizado por arranque de viruta.

El calcio (**Ca**) añadido, repetimos, en cantidades apropiadas tiende a formar compuestos del tipo adecuado: silicoaluminatos de calcio –*tipo* **anortita**; **figura 9**– cuando la desoxidación es con silicio. En consecuencia, el tratamiento con calcio del acero líquido produce los efectos que se esquematizan en la **figura 10**:

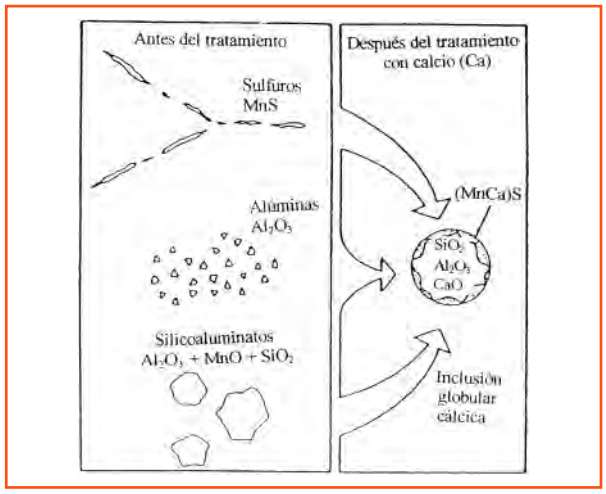
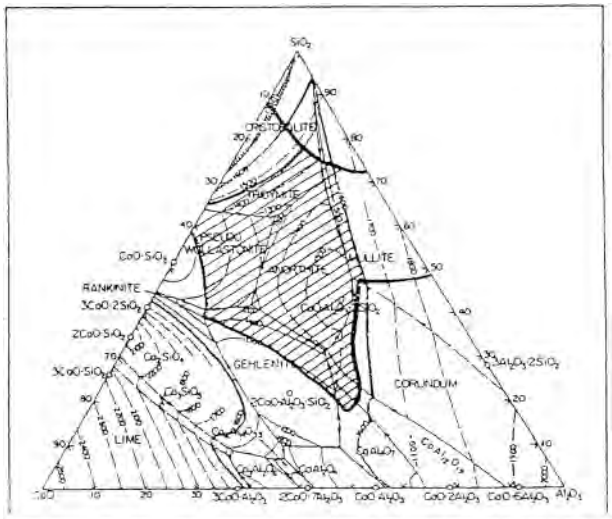


***Figura 9**. Representación esquemática del efecto del calcio sobre las inclusiones de óxidos duros modificadas en sulfuros y aluminatos de calcio.*

- Desaparición de las cadenas o rosario de alúminas [**Al_2O_3**] con alta abrasividad.
- Reducción de los silicatos para formar óxidos globulares más pequeños y más blandos.
- Formación de una capa protectora de sulfuros [(**Mn**, **Ca**)**S**] alrededor de las inclusiones de óxido [**Al_2O_3**; **MnO**; **SiO**].

Al rodearse las inclusiones –*por la acción del calcio*– de una película viscosa de sulfuros mixtos, repetimos, disminuye la acción abrasiva y aumenta el mecanizado; **figura 11**. Circunstancia particularmente beneficiosa para las herramientas, ya que se logra un aumento muy significativo de las velocidades de corte; sobre todo en aquellas operaciones de mecanizado en las que la abrasión tenga un carácter predominante y la velocidad de corte es relativamente alta. Circunstancialmente la herra-



TIPO DE INCLUSIÓN		DUREZA (HV)	PUNTO DE FUSIÓN (ºC)
Cristobalita	SiO_2	1600	1723
Rodonita	SiO_2MnO	760	1291
Tefroita	SiO_22MnO	960	1345
Corindon	Al_2O_3	4000	2060
ANORTITA	$Al_2O_3CaO2SiO_2$	860	1550
Gelenita	$Al_2O_32\ CaOSiO_3$	1200	1590
"	$CaO6Al_2O_3$	1950	2200
"	$CaOAl_2O_3$	1605	930
"	$12CaO7Al_2O_3$	1455	900

***Figura 10**. Diagrama ternario del sistema **CaO-Al_2O3-SiO_2** y cuadro indicativo: tipo de inclusión, dureza y punto de fusión. Las inclusiones –silicatos y silicoaluminatos– en la zona rayada del diagrama [dominio de la **anortita**] son líquidas a temperatura de colada; todas ellas se comportan bastante bien en laminación y prácticamente son más blandas.*

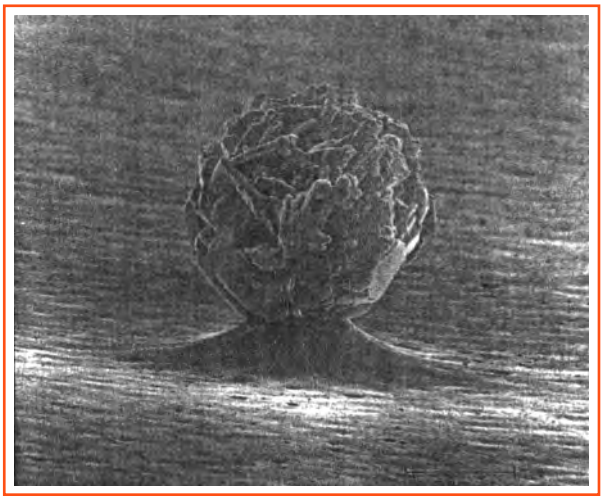


***Figura 11**. Imagen **SEM** de una inclusión modificada mediante el tratamiento con calcio del acero líquido: **aluminato de calcio**. Inclusión que mejora muy mucho el mecanizado. Acero inoxidable austenítico **AISI** 304.*

mienta alcanza elevadas temperaturas en la zona de corte y de esta manera funde las inclusiones fuertemente abrasivas. Las herramientas de metal duro son las más apropiadas para este trabajo; ya que pueden resistir etas altas temperaturas sin pérdida aparente de su filo cortante.

Por último, conviene destacar que los aceros inoxidables austeníticos más representativos: [X5CrNi 18.10 (**AISI** 304)] y [X5CrNiMo17.12.2 (**AISI** 316)], presentan variantes en las que se ha mejorado su maquinabilidad mediante el tratamiento con calcio (**Ca**) manteniendo su contenido de azufre controlado [**S** = (0,02 ÷ 0,03%)] a diferencia del clásico acero de fácil maquinabilidad X10CrNiS18.9 (**AISI** 303).

La **figura 12** muestra el desgaste producido en la herramienta de metal duro (**P 15**) durante una operación de cilindrado a una velocidad de corte constante (Vc = 150 m/minuto). Se puede observar que los aceros con adición y tratamiento de calcio (**Ca**) ofrecen resultados similares a los conseguidos por el clásico acero estándar de fácil maquinabilidad con alto azufre [**S** = (0,20 ÷ 0,35%)]: acero X10CrNiS18.9 (**AISI** 303).

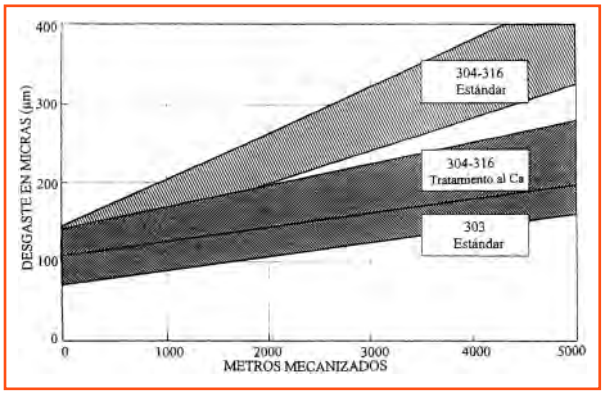


***Figura 12**. Desgaste sufrido por una herramienta de metal duro (**P 15**) mecanizando el clásico acero inoxidable austenítico con azufre **AISI** 303, comparándolo con el desgaste sufrido en los aceros inoxidables austeníticos **AISI** 304 y **AISI** 316 tratados con calcio.*

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para paliar en gran medida la pésima respuesta al mecanizado de los aceros inoxidables austeníticos, se han desarrollado diferentes técnicas de fabricación que permiten resolver este problema, aunque en algunos casos va en detrimento de otras características fundamentales. En este sentido son conocidas desde hace cierto tiempo las adiciones de azufre (**S**), selenio (**Se**) y plomo (**Pb**).Otras técnicas más recientes las constituyen las adiciones de bismuto (**Bi**) y cobre (**Cu**).

Las actuales tecnologías metalúrgicas han permitido elaborar aceros con inclusiones de composición y morfología controlada. Aceros en los que se compaginan las características, que hasta hace poco tiempo eran antagónicas, tales como son la maquinabilidad y la resistencia a la corrosión. Son los ***aceros inoxidables austeníticos de maqinabilidad mejorada MECAMAX***.

BIBLIOGRAFÍA

Morion, J. L.: "Aciers inoxidables pour décolletage. Qualités comparées". Aciers Speciaus Nº 70 mayo 1985.

S. A. Echevarria: "Informe D.M. 15/85 y D.M. 219/85".

Tekniker. "Informe sobre el ensayo de maquinabilidad por refrentado de muestras de acero inoxidable.

Olette, M. Gatellier, G.: "Action d´une addition de calcium, de magnesium ou des elements de terres rares sur la propeté incluisionarie des aciers". C.I.T. Rev. Metallurgie, Dic 1981.

Bernard, G, Riboud P.V., Urbain, G.: "Estude de la plasticité d´iclusions d´oxydes". C.I.T. Rev. Metallurgie, mayo 1981.

Muan, A., Osborn, E. F.: "Phase equilibria among oxides in setellmaking". Ed. Addison-Wesley, año 1965, Reading. Mass.

Bertrand, Carlos., Corcuera P.M., Molinero, J., Martínez Baena, M.A. [Grupo Acenor]: "Consideraciones sobre los productos largos de aceros inoxidables austeníticos para la fabricación de piezas obtenidas por deformación plástica en frío y por mecanizado con arranque de viruta". Rev. Deformación Metálica Nº 147 año 1989.

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

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.ba@oerlikon.com
www.oerlikon.com/leyboldvacuum

oerlikon leybold vacuum

HOT écnicas en Hornos HOT, S.L.

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

AICHELIN Group
Lohmann Qualität in Edelstahl
Stop off paints LUISO®

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

SECO/WARWICK
Heat Processing Equipment

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

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

innovation • performance • reliability

Pometon
Líder en fabricación y desarrollo de granallas y polvos metálicos

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

BRUKER

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

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

tey

Tratamientos Térmicos de Aceros Aleados
y
Consulting Técnico - Metalúrgico

Polígono Industrias ARTIA
48291 - ATXONDO - Bizkaia
Tlf.: 94 621 55 90
Fax.: 94 620 23 70
administracion@industriastey.com

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

- Laboratorio de ensayo de materiales : an/lisisqu™micos,ensayos mec/nicos,metalogr/ficos de materiales met/licos y sus uniones soldadas.
- SoluciŠna problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes met/licosen producciŠno servicio : calidad de suministro, transformaciŠn,conformado, tratamientos t"rmico, termoqu™mico, galv/nico, uniones soldadas etc.
- Puesta a punto de equipos autom/ticosde soldadura y robŠtica,y temple superficial por inducciŠn de aceros.
- Cursos de fundiciŠninyectada de aluminio y zamak con pr/cticareal de trabajo en la empresa.

INFAIMON
SU ASESOR EN VISIÓN ARTIFICIAL

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

Metall Technologie Holding

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

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

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

APLITEC

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

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

Flexinox INDUSTRIAL

www.flexinox.com

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

TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS

REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)

Representante para España de **AUBE-LINDBERG**

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

Tel.: 93 298 87 96
Fax: 93 298 87 80
flexinox.cald@noxidables.com

PYRO® CONTROLE
CHAUVIN ARNOUX GROUP

SSi SUPER SYSTEMS INC.

TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD

HITECH INSTRUMENTS LTD

WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD.
주식회사 위너테크

- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temperaturas - AMS2750D
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Thyristores
- Resistencias CSi y MoSi2
- Automatización de hornos

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

APLITEC

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

CFC

CODELE SA

Utillaje forming

ECONOX SA

RD

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

tecno piro®

-temple -soldadura -recocido -sinterizado -revenido

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

PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Especialistas en Tratamiento Térmico

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

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

interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

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

www.interbil.es

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

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

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

Shaping industry

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies

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

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

wheelabrator
shaping industry

www.wheelabratorgroup.com contact@wheelabratorgroup.es
Norican Group es la empresa matriz de DISA y Wheelabrator

S. A. METALOGRAFICA

desde 1949

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS	CAPACIDADES MÁXIMAS	
• TT VACIO DE: MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS • CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN • NITRURACIÓN • NITROVAC-S®:NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE • TENIFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE • TT ACERO RÁPIDO • HIPERTEMPLE • BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO • DUR-BRILL®: NIQUELADO DURO • OXY-VAPOR®: TT ANTIGRIPANTE • NOXYT®: PAVONADO DURO • ANÁLISIS DE MATERIALES • ASESORAMIENTO METALÚRGICO • DURPLAN®: TEMPLE PIEZAS PLANAS	• TEMPLE EN VACIO	ø 1500 x 2000 mm (Moldes hasta 2400 Kg)
	• NITRURACIÓN Y • NITROCARBURACIÓN	ø 1000 x 1500 mm
	• CEMENTACIÓN • CARBONITRURACIÓN • BONIFICADOS	1600 x 1600 x 700 mm (Piezas hasta 2000 Kg)
	• TEMPLE EN PRENSA	Piezas hasta 5000 m/m

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

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

Nanoindentación

Medición de espesor de recubrimientos

Análisis de materiales

Inducción magnética

Corrientes de Foucault

Fluorescencia de rayos X

Coulombimetría

FISCHER INSTRUMENTS, S.A.
Almogàvers, 157 3º, 08018 BARCELONA
Tfno: 93 309 79 16 Fax: 93 485 05 94
www.helmut-fischer.com

fischer

Espesor de recubrimientos · Análisis de materiales · Microdureza · Ensayo de materiales

AFE CRONITE *se convierte en* Safe Cronite

L'esprit industriel

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

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

NAKAL®

heat treatment equipment

Furnaces for Gas Nitriding

Best technology Best result

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

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

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

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

SOLO
Switzerland
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"
• REPUESTOS DE TODO TIPO, CESTAS, MUFLAS PARA HORNOS
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
Switzerland
Hornos industriales y estufas
Hornos de campana, continuos, de laboratorio, de càmara 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
Instrumentos testo S.A. - Zona Industrial c/B nº2 - 08348 Cabrils (Barcelona)
Tel: 93 753 95 20 - Fax: 93 753 95 26 - www.testo.es - info@testo.es

Termopares especiales
calibraciones ENAC
automatización de procesos
Reguladores
Video-Registradores
pirometro infrarrojo
calibración hornos de vacio
experiencia
desde -200 a 2400ºC
Termopares
Suministro y Calibracion Industrial s.l.
sondas pt-100
servicio técnico
instrumentación
www.sciempresa.com
calibración insitu
calibración TUS
cámara termografica
todo en temperatura
Indicadores
consultoria AMS-2750-D
calibración SAT
expertos en normativa aeronáutica
Ribera de Axpe,11,d2,L203,48950 Erandio tel.944765276 sci@sciempresa.com

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

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

SPECTRO
Driven to Discover
Espectrómetros para analizar metales
Espectrometria de arco/chispa para analizar la composición química porcentual (%) de materiales metálicos
Tel. 94 471 04 01 – Fax 94 471 17 41 – comercial@spectro.es
SPECTRO Hispania, S.L.
P.A.E. Asuarán, Edificio Enekuri –Nave 9
48950 ERANDIO (Asua) – Vizcaya
www.spectro.com

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA 44
APLITEC 45
ARROLA . . . . . PORTADA
B.M.I. 45
BAUTERMIC 15
BOREL SWISS 47
BRUKER 44
COMERCIAL SATEC 47
CUMBRE INDUSTRIAL . . . . . Contraportada 2
DEGUISA 45
EMISON 45
ENTESIS 45
FISCHER INSTRUMENTS 46
FLEXINOX 45
HORNOS ALFERIEFF 5
HORNOS DEL VALLES 45
HOT-AICHELIN 15
HOT-NABERTHERM 17
INFAIMON 27
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
INTERBIL 11
IPSEN 3
LIBROS TRATAMIENTO TERMICO . 31
MIDEST 13
NAKAL 21
NOXMAT 7
OERLIKON LEYBOLD VACCUM . . . 44
ONDARLAN 9
POMETON 44
PROYCOTECME 45
REVISTAS TECNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SAFE-CRONITE 19
SECO-WARWICK . . . . . Contraportada 4
SOLO SWISS 47
SPECTRO 47
SUMINISTROS Y CALIBRACIÓN . . 17
TECNYMAT 23
TEY 44
TRATERMAT 25
WHEELABRATOR 46

Próximo número

JUNIO

Hornos de sales. Instalaciones de atmósferas protectoras. Refractarios. Aislantes. Quemadores. Calentadores. Gases especiales. Elementos y útiles para hornos. Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua. Sales. Utillajes. Recambios.

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

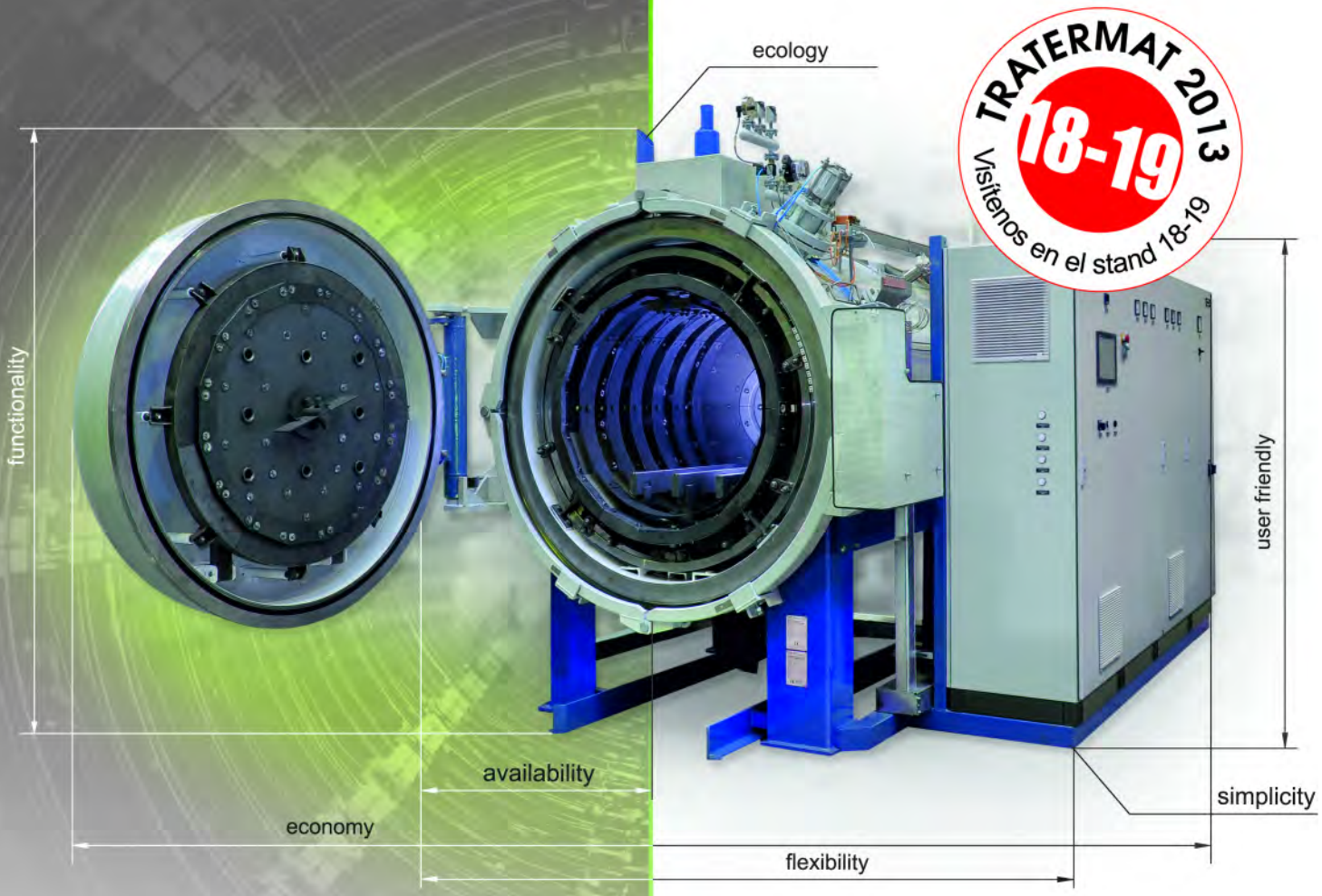
PEDECA *Press* Publicaciones

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

www.pedeca.es

más de lo que usted espera

Vector
vacuum furnace line



Versátil
Eficaz
Personalizado
Oportuno
Optimo
Seguro

Más de 50 años de experiencia

Cientos de instalaciones de hornos de vacío en todo el mundo

Amplia gama de aplicaciones y tecnologías

Soporte de producto global con servicio local

Todo en una potente unidad = Vector vacuum furnace line

SECO/WARWICK

Heat Processing Equipment

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