ESPECIALISTA EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTÓN

Sondas de oxígeno para Tratamientos Térmicos y Combustión

Sistema de monitorización de temperaturas Datapaq

Sistemas de control

EUCON

Hornos Elterma

Software de supervisión y gestión

Analizadores de Gases

Contratos de mantenimiento

COMPAÑÍA EUROPEA DE EQUIPOS DE CONTROL, S.A.

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

TRATER PRESS

ABRIL 2008 • Nº 4

TRATER Press

ABRIL 2008 • Nº 4

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

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

Pujol

Hornos Industriales Pujol, S.A.

Desde 1911

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

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

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

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

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

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

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

PEDECA Press Publicaciones

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

www.pedeca.es

Nuestra Portada

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 2008 - Nº 4

Editorial 2

Noticias 4

PIROBLOC factura 6 millones de euros en 2007 • Paredes y Silver se alían para la creación de Ropa de Seguridad • testo 425: El nuevo anemómetro para integrar la medición de caudal • Sensores de presión • Sondas ATEX • Carburos Metálicos aumenta sus beneficios un 28% • PYRO CONTROLE traslada sus instalaciones • INOX KLEEN • TECNALIA presentará nuevos materiales resistentes a altas temperaturas • Controladores de Temperatura Serie TZN.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 12
- Fluidos de temple para tratamientos térmicos del acero - *Por EHAFF Fine Filtration* 14
- Válvulas electromagnéticas de larga duración en formato XL - *Por David Agustí Montins* 16
- Nuevo termómetro infrarrojo versátil con conexión al servidor web o ethernet 18
- Sesión Técnica: "Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI" - *Por Instituto de Fundición Tabira* 20
- Componentes y montajes para el tratamiento térmico - *Por AFE Cronite Technologies* 22
- Problemas, propuestas y soluciones en torno a la energía - *Por Confemetal* 24
- TRATERMAT 2008 28
- Acceso y control KVM a ordenadores y servidores de forma remota 32
- 4º Congreso Internacional sobre el Aluminio y el Desarrollo Sostenible 34
- Libro "Materiales refractarios y cerámicos" - *Por Luis F. Verdeja, José P. Sancho y Antonio Ballester* 36
- TECNALIA lidera 4 proyectos del VII Programa Marco 38
- Sistema Testo de Gestión y Monitorización en Continuo de los datos del proceso 39
- Control del enfriamiento rápido en medios fluidos y gaseosos - *Por Bernd Edenhofer, Marcos García Jiménez* 40
- Algunas consideraciones sobre el endurecimiento másico de las piezas de acero (Parte I) - *Por Manuel Antonio Martínez Baena* 47

Guía de compras 54

Empleo 55

Indice de Anunciantes 56

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editorial

LIBRO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Ya está a la venta el "Libro de los Tratamientos Térmicos", escrito por José Mª Palacios y Manuel Martínez Baena, personas bien conocidas y relevantes en el sector, y colaboradores de esta revista.

Este libro sirve de ayuda y consulta para un amplio rango de lectores.

Estudiantes, Universidades, Profesorado, Centros Tecnológicos y hasta los mismos profesionales del sector, pueden encontrar respuesta a sus problemas. Encontrarán más información sobre este libro, en la página 27 de esta revista.

También se celebró con éxito el Tratermat en Valencia, del cual también publicamos información en las páginas 28, 29 y 30. Uno de los trabajos allí presentados, "Control del enfriamiento rápido en medios fluidos y gaseosos", de la compañía IPSEN, se publica en este número gracias al consentimiento, tanto de sus autores, como de la dirección del Tratermat. Desde aquí agradecemos a ambas partes su autorización.

En próximos números trataremos de conseguir más autorizaciones para publicar otras conferencias allí pronunciadas y ofrecérselas a nuestros lectores.

Como podrán comprobar en este número y en anteriores, Manuel Martínez Baena y José Mª Palacios, han escrito sus interesantes artículos en esta revista de la que son colaboradores y en la que están volcados en exclusiva con sus trabajos. Este comentario intenta aclarar la confusión creada en el sector últimamente.

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales

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

NUTEC FIBRATEC

Quemadores
recuperativos y regenerativos

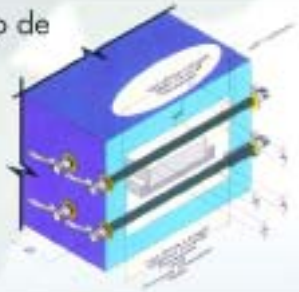
WS

STANGE

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

AEG
Power supply systems

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

www.interbil.es

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

SGS

PIROBLOC factura 6 millones de euros en 2007

PIROBLOC, empresa española líder en la fabricación de calderas de fluido térmico de alta calidad, alcanza los 6 MIO de euros de facturación en el ejercicio 2007, lo que supone un 10% de crecimiento en su facturación global.

De dicha cifra, un 65% corresponde a exportación. A este respecto, la compañía ha pasado de un total de 2,9 MIO de euros en 2006 a 3,75 MIO de euros en 2007. Es decir, un incremento de un 30% en mercados exteriores. En este sentido, cabe destacar a países como México, Francia o República Dominicana, donde la compañía ha realizado la mayor parte de su cifra de negocios externa.

Para el 2008, PIROBLOC tiene previsto un crecimiento del 10%, con una plantilla de 40 trabajadores. También para el presente ejercicio tiene planificado cambiar sus instalaciones a una nave más amplia, donde dispondrá de más espacio, tanto para el diseño como para la fabricación de sus equipos.

Además de producir calderas de aceite térmico, PIROBLOC extiende sus fabricados a calderas industriales de vapor, calderas de recuperación de gases, calderas de combustibles sólidos e intercambiadores de calor.

La compañía trabaja en todos los campos donde se necesite calor, contando con una amplia experiencia en el sector alimenticio y 1000 referencias en todo el mundo.

PIROBLOC dispone de una configuración departamental compuesta por su propia ingeniería y oficina

técnica, dos plantas de fabricación, oficina comercial, así como técnicos de montaje y mantenimiento, completando una plantilla de más de 40 profesionales.

Sus actividades abarcan desde el diseño de sus propios equipos, hasta la fabricación, instalación y puesta en marcha, desarrollando proyectos llaves en mano.

Info 1

Paredes y Silver se alían para la creación de Ropa de Seguridad

La famosa firma ilicitana de calzado, Calzados Paredes y Silver, empresa dedicada a fabricación, desarrollo y distribución de ropa laboral, han emprendido un proyecto común para la creación conjunta de Vestuario de Seguridad laboral.

Desde principios de 2008, los nuevos productos son desarrollados, fabricados y distribuidos por Silver, a través de la cartera de agentes comerciales de Paredes en exclusiva para España, Portugal, Francia e Italia.

Además, Paredes tendrá la función de testar y controlar mediante sus equipos técnicos las nuevas líneas que vayan desarrollando.

Paredes by Silver, permitirá la creación de una gama alta en vestuario laboral con prendas de elevada calidad bajo un nuevo concepto.

Calzados Paredes, con su área Security lleva 10 años en el mercado, desarrollando y fabricando calzado de máxima calidad para la seguridad en el mundo del trabajo. Sin embargo, su experiencia en ropa de protección laboral era más reducida.

Silver nació como empresa dedicada a la venta exclusiva a distribuidores, pero ha ido creciendo y expandiéndose hasta llegar a la fabricación y desarrollo de prendas de seguridad laboral, entre las que destacan los combinados de alta visibilidad.

TransAl

L'ALUMINIUM EN TRANSFORMATION

2008

4ème Congrès International sur l'Aluminium et le Développement Durable

4th International Congress on Aluminium and Sustainable Development

4º Congreso Internacional sobre el Aluminio y el Desarrollo Sostenible

...programme...

Sous la présidence d'honneur de Jean-Roch Guiresse, Directeur d'ESTIA

Du 22 au 25 juin 2008

Espace Bellevue

Biarritz France

www.transal.net

...program...

...programa...

Ctif

CORDA

Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium

DES IDÉES EN TRANSFORMATION

tecnalia

Corporación Tecnológica

Según señala Rafael Paredes, director general de Calzados Paredes: "La unión de las dos carteras, nos va a permitir aumentar nuestro potencial de venta a tal punto, que daremos cobertura al 100% de las necesidades del mercado en cuestiones de vestuario para la seguridad laboral"

La primera serie fabricada bajo esta alianza se ha denominado NITROX y se ha presentado en la última edición de Sicur.

Info 2

testo 425: El nuevo anemómetro para integrar la medición de caudal

El anemómetro compacto testo 425 con sonda térmica y telescopio integrado es novedad en el mercado.

El caudal se muestra directamente en el visualizador. El área del conducto de aire se puede configurar de forma sencilla en el instrumento. También se visualiza el valor actual de temperatura.

El cálculo del promedio por tiempo y multipunto proporciona información acerca de los valores de caudal, velocidad y temperatura.

Los valores mínimos y máximos también se pueden mostrar en el visualizador. La función Hold permite fijar los valores actuales de medición en el visualizador.

Info 3

Sensores de presión

Los sensores de presión PSA y PSB que comercializa Eprom están diseñados para medir presiones de vacío en atmósferas de gases y fluidos.

Gracias a sus pequeñas dimensiones de 30 x 30 x 38.5 y 54 x 10.2 x 25 mm y al diseño del display de alta resolución pueden instalarse en aplicaciones donde el espacio sea reducido, sin que se vea afectada la visibilidad de las indicaciones del display.

Se caracterizan por la opción de varios modos de salida: analógicas de 1-5VDC, digitales NPN/PNP, con ajuste de histéresis. El tiempo de respuesta ajustable, la función de puesta a cero y la protección del circuito incorporada son también aspectos importantes de estos equipos.

Además ofrecen la posibilidad de medir la presión en diferentes unidades como; bar, Pa, mmHg, mmH_2O, etc.

Info 4

Sondas ATEX

Entesis technology presenta las sondas para entornos ATEX de Pyrocontrole Chauvin-Arnoux. Las sondas se hacen a medida según las especificaciones técnicas del cliente.

Se han desarrollado montajes aptos para diferentes rangos de temperatura especialmente para las industrias química y petroquímica.

Las opciones son: montaje con o sin termopozo, índice de protección IP54 a IP67, protección simple o protección de seguridad EEx "i", "e" o "d", cabezas de conexión DAN, DAN V, PSX V, etc., resistencias de platino de -200 °C a +450 °C, termopar tipo J de –20 °C a +700 °C, termopar tipo K de 0 °C a +1.100 °C, también son posibles los termopares: T, N, R, S, B, W, el material de serie es AISI316, opcionalmente se pueden escoger otras fundas.

Info 5

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:

PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS Y CAPAS DELGADAS

Duración: 40 horas
Distribuidas en 2 semanas en horario de tarde:
5-9 y 19-23 de Mayo de 2008

En los últimos años, la tecnología de recubrimientos y capas delgadas ha alcanzado un fuerte desarrollo debido a la gran variedad de aplicaciones, que van desde los recubrimientos protectores y decorativos utilizados en la industria mecánica y del automóvil, hasta las capas selectivas empleadas en paneles arquitectónicos, filtros ópticos, incluyendo las películas semiconductoras, optoelectrónicas y magnéticas, etc. Todo este desarrollo ha sido posible gracias a los avances recientes tanto en la tecnología de vacío, como en las técnicas de deposición, de análisis de superficies y de caracterización eléctrica, mecánica y óptica.

El Curso está programado dentro de las actividades de la Red de "Ingeniería de Superficies y Capas Delgadas", INGESNET (http://www.icmm.csic.es/ingesnet/). Tiene una duración de 40 h y pretende dar una visión general de los aspectos, básicos y aplicados, relacionados con desarrollo y crecimiento de capas delgadas, incluyendo las técnicas de vacío, descargas eléctricas en forma de plasmas, la caracterización estructural, eléctrica, mecánica y óptica, y finalmente las aplicaciones de los recubrimientos en diferentes sectores tecnológicos. Este programa puede ser especialmente útil a licenciados, ingenieros y técnicos de la industria que se enfrentan por primera vez con estos problemas.

En la página web del Curso: (http://www.icmm.csic.es/fis/espa/curso.html) se puede encontrar información detallada sobre los contenidos del programa, organización, horarios, inscripción, etc.

Resumen del programa:

20 lecciones (teoría y práctica) distribuidas en los siguientes temas: I.- Técnicas de Vacío y de Descargas Eléctricas en Gases (Fenómenos de Plasmas). II.- Técnicas Físicas y Químicas de Deposición. III.- Técnicas de Caracterización y Fenómenos de Crecimiento de Capas Delgadas. IV.- Propiedades y Aplicaciones de las Capas Delgadas en la Tecnología (Mecánicas, Químicas, Eléctricas, Optoelectrónicas y Magnéticas).

Director: Dr. José Mª Albella
E-mail: jmalbella@icmm.csic.es
Dirección: Inst. Ciencia de Materiales, Cantoblanco 28049 (Madrid)
Diploma: Se entrega Diploma acreditando la participación en el Curso, superando las pruebas de seguimiento.

Carburos Metálicos aumenta sus beneficios un 28%

Carburos Metálicos, Grupo Air Products, ha obtenido durante el ejercicio fiscal 2007 unos beneficios de explotación de 82,3 millones de euros. Esto supone un aumento de más del 28% respecto al año anterior.

La facturación también ha experimentado un crecimiento del 8,44% alcanzando los 445.285 millones de euros. Del total de esta facturación, el área médica de Carburos Metálicos, Carburos Médica, supone aproximadamente un tercio.

En lo referente a futuras inversiones, Carburos Metálicos tiene previsto invertir 50 millones de dólares en una planta de producción de gases del aire para aumentar su capacidad productiva.

A nivel global, el Grupo Air Products ha incrementado sus ventas un 15% hasta alcanzar la cifra de 10 billones de dólares (6.450 millones de euros). De estas ventas, el 32% pertenece a Europa, un 44% a EE.UU., un 17% a Asia, un 5% a Canadá y América Latina y el 2% al resto del mundo.

Los beneficios netos también han experimentado un incremento de doble dígitos, un 23%, pasando de 508 millones de euros en el 2006 a 626 en el 2007.

Según apunta la compañía, estos resultados han supuesto conseguir el ambicioso objetivo global de alcanzar un 12,5% en el retorno del capital.

El Grupo Air Products siempre ha considerado el I+D+i clave para su desarrollo. Durante el 2007 la compañía invirtió más de 90 millones de euros destinados principalmente a la creación de valor en mercados emergentes con un alto crecimiento, la creación de alianzas con diversos centros de investigación, laboratorios o universidades, inversiones en empresas con un alto nivel tecnológico o investigación de nuevos proyectos.

En España, la constante investigación de nuevas aplicaciones se desarrolla en centros como el Centro de Excelencia Médica (COEM); Matgas, un centro para el estudio de materiales y gases que ahora también es un Centro de Excelencia de CO2 o el trabajo que se realiza en el centro de envasado de gases especiales y laboratorio en Sant Celoni y el centro de envasado de gases comprimidos en Sant Esteve de Sesrovires.

Otros campos donde la compañía está desarrollando una intensa labor con numerosos proyectos son el hidrógeno, los gases especiales y en el sector médico.

Info 6

PYRO CONTROLE traslada sus instalaciones

ENTESIS technology, S.L. se satisface en anunciar que su representada PYRO CONTROLE del grupo CHAUVIN ARNOUX se traslada el próximo mes de Septiembre a una nueva planta de 3.400 m² situada en Meyzieu, junto a Lyon (Francia) después de haber realizado una inversión de más de 3 millones de euros.

En estas nuevas instalaciones se seguirán construyendo las sondas de temperatura incluso con certificación ATEX y también con posibilidad de certificación COFRAC (equivalente ENAC) para aplicaciones industriales, médicas, farmacéuticas, agrícolas, químicas, petroquímicas, nucleares, etc.

Asimismo, en estas nuevas instalaciones se renovarán los laboratorios para los servicios de revisión, reparación y calibración de la instrumentación comercializada de la marca CHAUVIN ARNOUX para medida, control, registro y regulación de temperatura, así como los reguladores de potencia a thyristores de hasta 2900 A para resistencias eléctricas.

Info 7

INOX KLEEN

CRC Industries Iberia, S.L.U., pone en el mercado un nuevo limpiador de Acero Inoxidable, Aluminio, Cromados y PVC homologado por NSF para su uso en Industria Alimentaria: “CRC Inox Kleen”.

Es una espuma limpiadora base agua para desengrasar y limpiar superficies de metal brillantes.

El producto combina un gran poder de limpieza con la aplicación de una capa protectora duradera en un solo paso.

Elimina huellas dactilares, mar-

Metall
Technologie
Holding

B.M.I.

El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío

Temple gas y aceite

Revenido y recocido

Nitruración baja presión

Nitruración iónica

Cementación baja presión

Soldadura brazing

Sinterizado

MIM

APLITEC

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

cas de agua, polvo y suciedad del acero inoxidable.

Proporciona una barrera protectora no grasa para mantener el aspecto original durante largo tiempo, proporciona una resistencia a las manchas y a la suciedad durante largo plazo.

No es necesario diluirlo. No es corrosivo. Registro NSF C1 nº 138083 para usar en la industria alimentaria.

Info 8

TECNALIA presentará nuevos materiales resistentes a altas temperaturas

Las investigaciones de TECNALIA se enmarcan en su participación en el proyecto Extremat (New Materials for Extreme Environments), que ha analizado nuevos materiales con alta capacidad disipadora de calor en ambientes de elevadas temperaturas, materiales autoprotectores con capacidad de resistir a los agentes químicos y ambientes extremos, y materiales resistentes a las altas radiaciones. Por su utilidad, serán de aplicación en los campos aeronáutico y energético, entre otros.

Con el objetivo global de desarrollar nuevos materiales de aplicación en condiciones de funcionamiento extremas, los resultados se presentarán el próximo mes de junio en el marco de un Congreso Internacional, organizado por TECNALIA, que se celebrará en Donostia-San Sebastián (Gipuzkoa) entre los días 2 y 4 del próximo mes de junio.

El proyecto Extremat, que se encuentra en su fase final, está considerado como una de las realizaciones más relevantes en materiales altamente innovadores del VI Programa Marco de la Unión Europea. Cuenta con un presupuesto total de 30 millones de euros y la participación de 34 entidades europeas (empresas, centros tecnológicos y universidades).

TECNALIA participa en dos de las cuatro líneas de investigación del proyecto y organiza la conferencia en Donostia-San Sebastián.

Bajo el liderazgo del Instituto alemán Max Planck de Plasmafísica y con una destacada participación de TECNALIA en dos de las cuatro líneas de investigación del proyecto, el proyecto Extremat está considerado como una de las realizaciones más relevantes en materiales altamente innovadores del VI Programa Marco de la Unión Europea.

El proyecto Extremat ha desarrollado nuevos materiales con alta capacidad disipadora de calor en ambientes de elevadas temperaturas, materiales autoprotectores con capacidad de resistir a los agentes químicos y ambientes extremos, materiales resistentes a las altas radiaciones, así como el desarrollo de las tecnologías de fabricación de tales materiales que permitan su integración en los diferentes componentes o equipos a que son destinados.

Info 9

Controladores de Temperatura Serie TZN

EPROM apuesta por la nueva familia de controladores de temperatura y proceso de la serie TZN para todas aquellas aplicaciones que requieren una monitorización de temperatura.

Los TZN ofrecen distintos formatos: 48 x 48 mm, 48 x 96 mm, 72 x 72 mm, 96 x 48 mm y 96 x 96 mm según el modelo. Con un display de alta resolución con 4 dígitos, disponen también de LED de alta luminosidad en rojo y verde. De esta manera, permiten al usuario obtener una fácil visualización de los datos.

Entre otras características, se destacan porque:

— Son autoconfigurables, multifunción y multientrada.
— Tienen control ON/OFF o PID dual con auto-sintonización.
— Tipos de entrada: Termopar, RTD o 4/20 mA.
— Salidas de control: relé, SSR o 4 ~ 20mADC (0-10VDC).
— Comunicación RS485.
— Funciones básicas: alarmas, doble consigna, rampa, calor/frío.

Además, permiten instalar un software de adquisición de datos compatible con Win 95, 98, 2000 y XP que ofrece la posibilidad de realizar una programación total o parcial de varios equipos.

Info 10

PROTO DESIGN + INTERMOLDE =

IDinova.

FERIA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

SOFTWARE: modelado 3D, CAD, CAM, CAE, PDM, VR. MATERIALES Y COMPONENTES: modelaje, prototipado rápido, composites y poliéster, placas y metales mecanizables, espumas mecanizables, adhesivos, moldeo y fundición, metales en general, plásticos en general, yesos cerámicos, herramientas especiales, otros componentes, otros materiales. EMPRESAS DE SERVICIOS: diseño de producto, ingeniería de diseño, ingeniería de procesos, consultoría, modelos y prototipos. INDUSTRIA AUXILIAR: moldeo de precisión (AF), plásticos reforzados (RTM), RIM, fabricación directa de moldes, inyección de plástico, termoconformado, mecanizados, matricería y troquelados, vacío de resinas, digitalización 3D, dimensional, tratamientos térmicos, otros tratamientos, estereolitografía, ENTIDADES, asociaciones, universidades, centros de formación, MAQUINARIA: máquina herramienta, maquinaria para extrusión y husillos.

DEL 7 AL 9 DE MAYO

IFA

IDINOVA //
FERIA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

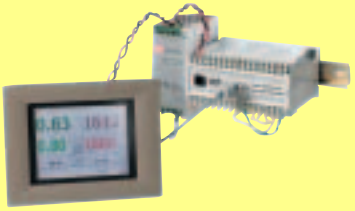
Pabellón I
HORARIO de 10:00 a 20:00 h.
Último día de 10:00 a 19:00 h.

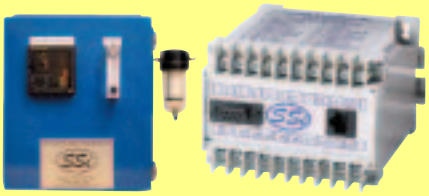
CAM · GENERALITAT VALENCIANA · FERIA VALENCIA

N-340, Km 731. 03200 Elche (Alicante)
Tel. 96 665 76 00 - Fax. 96 665 76 30
www.feria-alicante.com

SSi

Equipos para la medida, regulación, control y supervisión de gases en hornos de tratamientos térmicos.





La superior calidad y el mejor precio de las sondas de oxígeno GOLD PROBE® de SUPER SYSTEM Inc de Cincinnati (USA), están complementados con la garantía de un año a contar desde la fecha de puesta en servicio.

Reparamos las sondas de oxígeno con repuestos originales y las calibramos en un horno de ensayos SSI. Complementamos la garantía de las sondas de oxígeno SSI con una limpieza y revisión gratuitas.

ENTESIS
Galileu, 313
08028 BARCELONA
Tel.: +34 93 410 54 54
Fax: +34 93 419 97 33
http://www.entesis.net
e-mail: info@entesis.net

¡Nuestro objetivo es su éxito!

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.

Seguimos con más aportaciones del primer tema planteado para este Fórum. Esta colaboración de un técnico de calidad en TT, dice así:

"Para la determinación, verificación y control de la profundidad convencional de Cementación para capas superiores a 0,3 m/m de espesor, nos proponen la Norma UNE.7-394.76."

Nota: Damos con esta colaboración por finalizado este primer tema del Foro.

El 2º tema que nos formulan y dado el interés que representa, es el siguiente, "Importancia o no de los precalentamientos, hasta alcanzar le temperatura de Temple".

Pueden aportar ideas, experiencias, etc. sobre este tema. Gracias.

Juan Martínez Arcas

DETERMINACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA PROFUNDIDAD CONVENCIONAL DE CEMENTACIÓN (UNE 7-394-76)

1. **Profundidad convencional de cementación (DC)**

   Es la distancia medida sobre una normal a la superficie entre ésta y la capa interior, cuya dureza Vickers es 550 HV, medida bajo la carga de 9,8 N (1 kgF).

   Previo acuerdo se podrán utilizar cargas comprendidas entre 4,9 y 49 N (0,5 a 5 kgF), o bien el método Rockwell para medir la dureza superficial.

2. **Condiciones de medición**

   a) Sólo para capas cementadas cuya profundidad es superior a 0,3 milímetros.
   b) Salvo acuerdo, la medida se efectuará sobre una sección transversal de la pieza.
   c) La superficie a medir se pulirá para permitir medidas correctas.
   d) Las huellas de dureza se situarán a lo largo de una o varias líneas normales a la superficie de la pieza, con una distancia entre huellas de 2,5 veces la diagonal de la huella.

3. Verificación de la profundidad de cementación

Sobre una sección transversal de la pieza se efectuarán por lo menos cinco huellas, a distancias t_1 y t_2 de la superficie: Estas distancias son, respectivamente, inferior y superior al valor prescrito de la profundidad de cementación (fig. 1). La diferencia $t_2 - t_1$ no será superior a 0,3 mm. La profundidad de cementación se calcula con ayuda de la siguiente fórmula:

$$DC = t_1 + \frac{(t_2 - t_1)\ (H_1 - HG)}{H_1 - H_2}$$

HG = Dureza límite.

H_1 H_2 = Media aritmética de los valores de dureza, medidos a las distancias t_1 y t_2 (fig. 2).

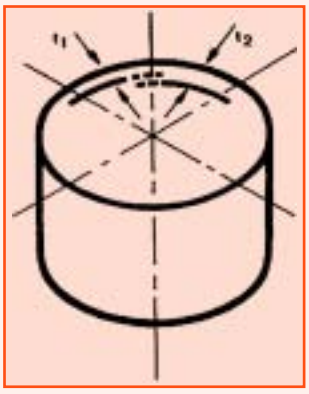


Fig. 1. Localización de los puntos de medida.

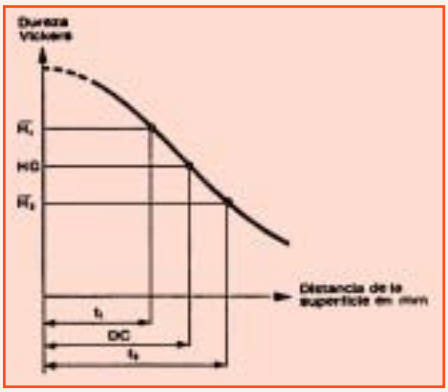


Fig. 2. Determinación matemática de la profundidad de cementación.

Fluidos de temple para tratamientos térmicos del acero

Por EHAFF Fine Filtration

Shell ha creado una amplia gama de fluidos de temple adecuados para la mayoría de aplicaciones. Estos fluidos tienen en cuenta la capacidad de endurecimiento del acero, la mínima distorsión, los distintos tipos de piezas fabricadas y la superficie de los componentes. La gama Shell Voluta, al igual que el resto de productos de Shell, cumple las correspondientes normativas legales sobre salud, seguridad y medio ambiente.

Aceite de temple

Los aceites Shell Voluta han sido formulados con un aceite base específico refinado, para que ofrezcan una elevada estabilidad térmica. Estos aceites presentan una excelente resistencia a la oxidación y al craqueo, y pueden usarse en todos los tipos de hornos.

Shell Voluta C, M, H

- Se utilizan a temperatura fría, media y caliente.
- Diferente índice de enfriamiento: normal, medio y alto.
- Baja volatilidad y alto grado de inflamación.
- Viscosidad adaptada para reducir el arrastre por pieza (dragout).
- Sin formación de lodos.

Fluidos de Temple - Tecnología PAG

Fluido Shell Voluta W 300, W 1301, W 1400 y W 1820

- Usado para temple con soluble por inducción (y pieza entera / grande).
- El índice de concentración puede adaptarse para lograr el índice de enfriamiento necesario.

- Contiene inhibidores de la corrosión: sin boro ni dietanolamina.

Fluidos de Temple - Tecnología PVP

Fluido Shell Voluta W 800

- Sólo para uso en temple con soluble por inducción (y pieza entera / grande).
- Se utiliza para sustituir el aceite de temple, debido a que su índice de enfriamiento es similar al de este tipo de aceites.
- Contiene inhibidores de la corrosión: sin boro ni dietanolamina.

La compañía nos adjunta un ejemplo real con aplicación de Shell Voluta C 400

Un fabricante de herramientas del sector de la construcción de carreteras, necesita un temple en frío en un tanque abierto - Carburización.

Antes de usar el producto Shell, con el producto de la competencia, era necesario vaciar la instalación todos los años:

- Las piezas estaban sucias.
- Demasiado humo y olores fuertes.

Tras el uso del producto Voluta C 400 logró los siguientes resultados:

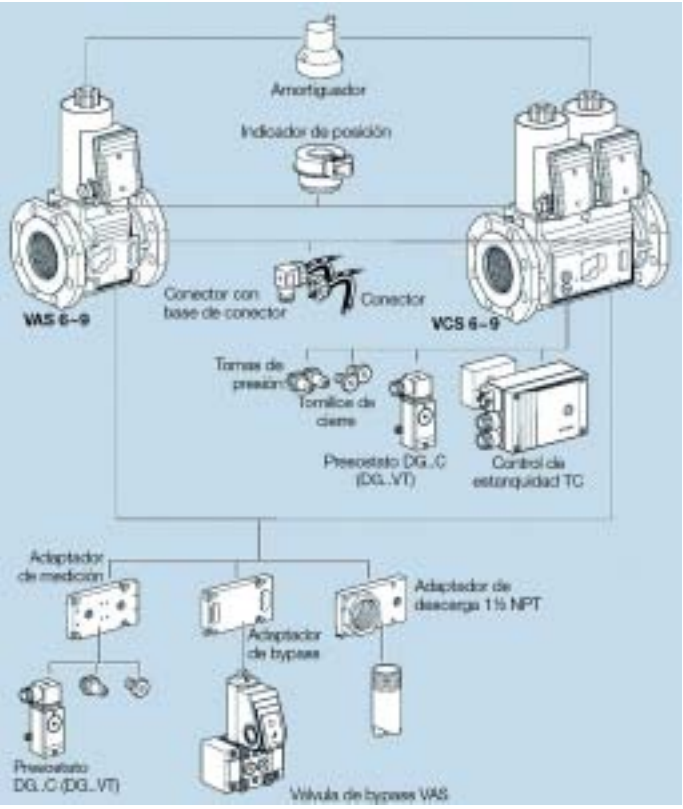
- Doble duración del aceite.
- Las piezas están limpias.

Ventajas para el usuario: ahorro de costes, gracias a una duración más prolongada y a una mayor satisfacción del cliente, debido a la gran calidad de las piezas fabricadas.

Válvulas electromagnéticas de larga duración en formato XL

Por David Agustí Montins

Kromschroeder presentó en la última edición de la Thermprocess en Dusseldorf, su nueva gama de válvulas electromagnéticas en formato XL (desde DN65 hasta DN125), que se suman a las ya existentes valVario convencionales, con unos diámetros de conexión que van desde DN10 a DN65.



Al igual que sus versiones mas pequeñas, esta tecnología de válvulas apta para Gas Natural, GLP y Biogas, disponen de la funcionalidad y versatilidad gracias a la posibilidad de montar sobre estos elementos, componentes de seguridad y control del estilo de presostatos, controles de estanqueidad, válvulas electromagnéticas de Bypass de diferentes diámetros, manómetros, tomas de presión, ... lo que supone una reducción de forma sustancial en el tamaño de las instalaciones, así como de los tiempos de diseño y montaje, lo que se traduce en un ahorro en los costes.

Estos elementos, incorporan una serie de funcionalidades por defecto en todas sus versiones como son el ajuste de caudal, un indicador luminoso LED de color azul que indica presencia de tensión eléctrica y una presión máxima de 500 mbar.

La novedad en este nuevo gran tamaño, es la posibilidad de disponer en un solo bloque de dos electroválvulas (rápida-rápida, rápida-lenta, lenta-rápida o lenta-lenta) que se traduce en un ahorro de espacio y una compacidad aún mayor.

El diseño del doble asiento de esta familia de válvulas, permite reducir la pérdida de carga que el elemento introduce en la línea a casi la mitad, facilitando la toma de decisión del diámetro nóminal o incluso reduciéndolo.

Esta familia de válvulas de Clase A dispone, también, de la opción de poder incorporar un control de posición con contactos normalmente abierto y normalmente cerrado, que a su vez es indicador visual de apertura de la misma.

Nuevo termómetro infrarrojo versátil con conexión al servidor web o ethernet

El nuevo rango de productos SOLOnet de Land Instruments International ofrece una flexibilidad sin precedentes sobre la manera de instalar, configurar y monitorizar termómetros infrarrojos.

Incorporando la tecnología digital, SOLOnet ofrece un buscador web integral y conexión Ethernet para poder instalar termómetros remotamente, desde un ordenador, portátil o de sobremesa, sin la necesidad de un especialista en software y puede conectarse y monitorizarse en la red interna de la empresa. Cuando se ha terminado la configuración, el PC puede desconectarse, dejando al termómetro funcionar como un equipo independiente.

SOLOnet puede ser consultado remotamente en cualquier momento y desde cualquier ubicación vía Ethernet o utilizando Internet Explorer, Netscape o cualquier otro buscador web estándar.

Para procesos donde se requieren muchas medidas de temperatura, pueden conectarse varios termómetros con múltiples configuraciones diferentes.

Se accede a la configuración de cada termómetro por su dirección IP única que permite el control de datos en pantalla, utilizando menús desplegables y otros dispositivos.

Las funciones de Pico, Promedios y Track & Hold son también configurables por el usuario, existiendo dos salidas de alarma, que pueden asociarse con cualquiera de las dos de cinco alarmas generadas internamente.

Las ópticas son fijas pero con campo de visión variable. Pueden enfocarse a 250 mm, 500 mm, 1000 mm o infinito cambiando la posición del soporte de la lente y de 3 espaciadores de diferentes colores para su mejor identificación. Diámetro mínimo 2,5 mm a 250 mm.

Todos los modelos tienen una ventana de protección de zafiro, que los hace aptos para aplicaciones industriales ligeras y medianamente hostiles.

Hay cuatro modelos dentro de la gama, que operan en longitudes de onda a elegir para satisfacer una amplia variedad de aplicaciones: SN11(1 µm) para medidas entre 550 y 1.750 °C (metales y vidrio); SN21 (1.6 µm) – 250 a 1.300 °C (procesos del metal); SN51 (5µm) – 200 a 1.100 °C (ideal para la industria del vidrio); y SNR1 – 700 a 1.750 °C (2 colores ratio)

Otra característica del SOLOnet es la posibilidad de ajustar el rango de temperatura tan pequeño como 50 °C dentro del rango de trabajo del termómetro, para una salida más precisa.

Los termómetros y conectores tienen protección IP65 y están disponibles con un amplio rango de accesorios opcionales para protegerlos en ambientes extremos, tales como camisa de protección para refrigeración por aire o agua, soporte para purga de aire y la opción de brida de montaje de 1 y 2 ejes.

Nuevas soluciones con resistencias
KANTHAL SUPER

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

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

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

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

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

Sesión Técnica: "Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI"

Por Instituto de Fundición TABIRA

El pasado 24 de Enero tuvo lugar en el Centro de Fundición AZTERLAN la sesión técnica "Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI", actividad dirigida exclusivamente a los socios del Instituto de Fundición TABIRA, que contó con la asistencia y participación de 26 profesionales y técnicos de la industria pertenecientes a 14 empresas.

Desde el Instituto de Fundición TABIRA consideramos oportuno aprovechar la visita de los responsables y técnicos de la empresa ADI Treatments Ltd. (líder europeo en tratamientos ADI ubicado en el Reino Unido), para organizar una sesión de trabajo que nos permitió visualizar la evolución de estos materiales, tanto desde el punto de vista de las tecnologías de tratamiento, como de las nuevas aplicaciones y perspectivas de futuro.

El Sr. Julián Izaga (Director de Tecnología de Azterlan) realizó una brillante exposición acerca de las características de los materiales ADI y las distintas calidades normalizadas.

Las propiedades de estos materiales vienen definidas por el tipo de ausferrita y la proporción bainita/austenita, en las que la temperatura de transformación isotérmica juega un papel fundamental.

La presentación del Sr. Simon Day (Director Gerente de la empresa ADI Treatments Ltd.) estuvo centrada en la tecnología del tratamiento térmico, dando a conocer las características y los parámetros clave del proceso, así como las capacidades de tratamiento de sus instalaciones. En la actualidad cuentan con el mayor horno de tratamiento de piezas ADI del mundo, pudiendo tratar componentes fundidos de hasta 6.000 kg.

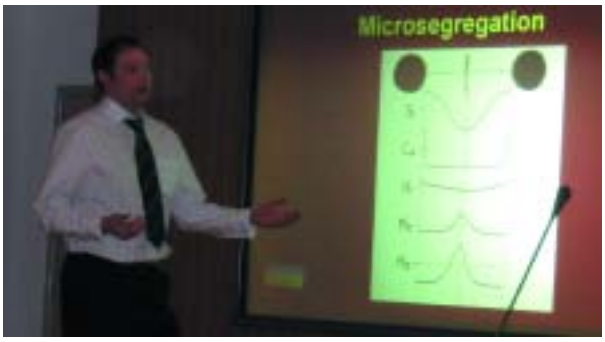
Sr. Julián Izaga. Azterlan.

Sr. Julián Izaga. Azterlan.

El Sr. Arron Rimmer (Director Técnico de la empresa ADI Treatments Ltd.) centró su intervención en dar a conocer las características avanzadas de los materiales ADI y su comparación con otros materiales (aluminio, acero, ...), presentando a continuación una serie de ejemplos y desarrollos concretos de piezas ADI para la industria de automoción, vehículos industriales, construcción y minería, sector agrícola, ferrocarril, sector eólico, ... etc.

Tanto los contenidos técnicos, como la visión práctica e industrial en aplicaciones y desarrollos de piezas, resultaron de gran interés para el conjunto de los asistentes.

Desde el Instituto de Fundición TABIRA seguiremos potenciando este tipo de sesiones de trabajo, con el principal objetivo de compartir y desarrollar el conocimiento y la tecnología en nuestra industria fundición.



Mr. Arron Rimmer. ADI Treatments Ltd. (U.K.).

Componentes y montajes para el tratamiento térmico

Por AFE Cronite Technologies

Líder de los montajes de tratamiento térmico y de las soleras de incineración, mundialmente reconocido por sus marcas CRONITE y KLEFISCH, AFE Cronite Technologies cuenta con más de 40 años de experiencia en el diseño y la producción de componentes de acero resistente a altas temperaturas, a la abrasión y a la corrosión.

La innovación como motor

AFE Cronite Technologies acompaña las evoluciones tecnológicas del tratamiento térmico y de la incineración con un esfuerzo constante de desarrollo de nuevos materiales y nuevos productos.

Más del 4% de la cifra de negocio se reinvierte en I + D; modernos medios de diseño asistido por ordenador permiten realizar mejoras permanentes: CAD/CAM en los centros conectados entre sí por red, módulo de Cálculo de Resistencia de los Materiales,

máquina de prueba de fluencia en temple, protocolos de investigación y de ensayo con los clientes.

Un equipo internacional de expertos

Gracias a un equipo de 20 diseñadores franceses, alemanes, ingleses, americanos, escandinavos y japoneses, AFE Cronite Technologies trabaja para optimizar las soluciones de sus clientes.

Las relaciones transversales –técnicas y comerciales– establecidas entre las distintas empresas francesas, inglesa, alemana y americana respectivamente permiten ofrecer también un diseño y una calidad idénticas en los continentes europeo, americano y asiático, así como productos perfectamente optimizados para cada necesidad específica.

Desde principio de año, la empresa MCG se ha incorporado al Grupo AFE Technologies, para dar un servicio más exclusivo a sus clientes en la Península Ibérica y Latinoamérica.

Ahora se denomina AFE Cronite Ibérica y tanto las personas como la señas y teléfonos, no sufren cambios.

La línea de productos sigue siendo de aceros refractarios, especialmente para hornos de tratamiento térmicos y utillajes de fundición de acero refractario.

Problemas, propuestas y soluciones en torno a la energía

Por Confemetal

Según el último Avance Estadístico de la Industria Eléctrica de UNESA (Asociación Española de la Industria Eléctrica) la producción de energía eléctrica del régimen ordinario (hidroeléctrica, termoeléctrica y nuclear) en 2007 fue de 239.668 millones de kW/h, un 1,5 por ciento más que en 2006.

En el régimen especial (renovables, residuos, cogeneración y tratamiento de residuos se produjeron 72,888 millones de kW/h, un 8 por ciento más que en 2006, lo que supone una producción bruta total de 312.556 kW/h de la que descontados los consumos propios de la producción, resulta una producción neta de 300.146 millones de kW/h, un 3,1 por ciento más que en 2006.

Descontados los consumos en bombeo y el saldo internacional negativo en 5.796 kW/h, la energía realmente disponible para el mercado creció un 2,6 por ciento hasta los 289.979 kW/h. Mientras tanto el consumo neto se situó en los 267.668 millones de kW/h, con un avance porcentual del 2,7 por ciento.

En cuanto a la estructura de la producción de la energía eléctrica, en porcentajes, el 30 por ciento proviene del gas natural, el 24 por ciento de la del carbón, el 17 es de origen nuclear, el 12 de renovables y residuos, el 10 de hidroeléctrica y el 7 por ciento de los productos petrolíferos.

Esta es la situación de producción y consumo de energía eléctrica –la más decisiva desde el punto de vista de la producción industrial junto a la procedente de hidrocarburos que domina el transporte- y un buen punto de partida para analizar la postura del Sector del Metal ante el problema energético al que nos enfrentamos.

Partiendo de la premisa de que la energía es un bien básico cuya disponibilidad puede condicionar el desarrollo económico y el bienestar futuro de los ciudadanos, es evidente que la política energética debe ser prioritaria.

Esa prioridad debería traducirse en una apuesta decidida por mejorar al eficiencia, tanto mediante el impulso a las inversiones en innovación y desarrollo tecnológico en los ámbitos de producción, consumo, transporte y distribución, como con la implementación de nuevas medidas de gestión de la demanda en sectores específicos.

La racionalización del gasto y la conformación de un adecuado mix energético, elevando el nivel de autoabastecimiento sin apriorismos que excluyan ningún tipo de origen, deberían ser también corolarios de esa priorización de la política energética exigible a todas las administraciones.

Para que la cobertura de la demanda de energía pueda considerarse óptima, ha de cumplir tres condiciones básicas: En primer lugar debe garantizar, en todo momento, el suministro; debe ser competitiva, en sí misma y como input de la economía; y, por último ser respetuosa con el medio ambiente.

En la actualidad el sector eléctrico español es sumamente vulnerable porque nuestro país sigue

siendo una isla energética y porque en los dos últimos años, se han realizado importantes modificaciones y rectificaciones en el sistema regulatorio del sector, lo que supone un mercado con disfunciones y rigideces derivadas de la excesiva intervención administrativa.

En España, además, se dan tres rasgos diferenciadores respecto de los parámetros europeos. Un alto nivel de dependencia energética externa –80 por ciento, frente al 55 por ciento la Unión Europea–, una elevada intensidad energética –alto consumo de energía por unidad de PIB– y un margen de maniobra muy reducido para cumplir el Protocolo de Kyoto.

A todo ello puede añadirse la inquietud suscitada por algunas decisiones o indecisiones políticas sobre el uso de determinadas tecnologías de base de generación eléctrica.

Con todo ello, disponer de un sistema y un modelo energéticos encaminados a evitar que la energía pudiera ser en el futuro un obstáculo o una limitación al crecimiento económico, ha dejado hace tiempo de ser un objetivo deseable para convertirse en urgente.

Afrontar el problema del suministro de energía, tanto desde el lado de la demanda como desde la disponibilidad de nuevos recursos energéticos propios, requiere un planteamiento a largo plazo que haga posible el cumplimiento equilibrado de los tres objetivos de seguridad de suministro, competitividad y respeto al medioambiente.

En primer lugar es necesario asegurar el suministro de petróleo, con suficiente capacidad de refino, corregir el desequilibrio de la "dieselización" y desarrollar combustibles menos contaminantes.

En cuanto al suministro de gas natural, es necesario ampliar la capacidad de almacenamiento de gas natural licuado, afianzar las conexiones internacionales, modificar el "mix" de transporte –tubo y regasificadoras– y completar la red de distribución.

La “cartelización” de estas dos fuentes de energía es cada vez más fuerte y otras fuentes como el carbón se enmarcan en mercados casi monopolísticos y en última instancia todas ellas son culpables, en distinta medida, de producir gases de efecto invernadero.

Mientras, las energías renovables son caras y exigen subvenciones, su nivel de producción es poco previsible y su efecto negativo sobre el medio ambiente tampoco es despreciable.

Así resolver la perentoria necesidad de un “mix” energético es muy complicado, sobre todo si se camina en la dirección contraria a los países de nuestro entorno.

Esos modelos de países más eficientes en términos energéticos sugieren que la participación nuclear en la generación debería situarse en el orden en el que está la media comunitaria y, en su defecto, debería realizarse una evaluación objetiva y pública del coste de la posible sustitución de esta fuente.

Además, es necesario el pleno desarrollo de la cogeneración y la eliminación de los obstáculos administrativos a la modernización de la infraestructura de transporte y distribución

En cuanto a la competitividad, los mercados energéticos están en la actualidad en una fase de transición desde la liberalización iniciada en 1997 que ofrece, por tanto, la oportunidad de perfeccionar y corregir las ineficiencias e incertidumbres del sistema regulatorio actual.

Para ello se han de potenciar los principios de libertad de empresa y unidad de mercado y limitar la intervención pública a las actividades reguladas, y ajustada a los principios de estabilidad, transparencia y predictibilidad, coherencia, adaptabilidad y proporcionalidad exigibles a una regulación de calidad.

También es urgente consensuar las modificaciones legales y administrativas que permitan completar el proceso de liberalización del mercado interior de la energía, promoviendo de forma decidida y firme las infraestructuras de generación, transporte y distribución de electricidad y gas y realizando las reformas legislativas, tendentes a conseguir un funcionamiento eficiente de los mercados, de los organismos reguladores y de los gestores del sistema.

En concreto, deben eliminarse las incertidumbres existentes sobre la estabilidad del modelo regulatorio del sector eléctrico español y, especialmente, en todo lo referente al sistema de fijación de precios y tarifas, y su compatibilidad con un mercado liberalizado en el marco de las Directivas comunitarias, algo absolutamente imprescindible para el desarrollo del proceso inversor que asegure nuestro suministro energético en el futuro.

También se ha de favorecer la competitividad del sector industrial español evitando que las revisiones de los costes energéticos se repartan de forma asimétrica entre los diferentes consumidores, sean domésticos o industriales, y estableciendo un sistema de gestión de la demanda eléctrica que evite discriminación entre clientes industriales y fije criterios homogéneos de prestación de servicios y remuneración de los mismos, con independencia de fechas o modalidades de contratación del suministro.

Asimismo, se deben diseñar e implantar mecanismos de gestión de la demanda en el sector del gas natural, implementar las medidas que permitan fijar los límites cuantitativos de desarrollo y una retribución predecible de las energías renovables y la cogeneración eficiente, con un régimen estable y predecible y un sistema que garantice los derechos de los consumidores.

Por último, en relación con el desarrollo sostenible, se debería haber realizado una asignación suficiente y gratuita de derechos de emisión a las instalaciones energéticas de forma que se hubiera contribuido a mantener un precio razonable de la energía que garantizase la competitividad y la viabilidad de las inversiones futuras para todos los sectores afectados por la Directiva y haber exigido a la Administración compromisos sobre el control y reducción de las emisiones de los sectores no Directiva.

Lo ajustado de la asignación de derechos de emisión para los nuevos entrantes, la necesidad de fomentar la utilización de tecnologías eficaces desde el punto de vista energético, incluida la cogeneración y, por supuesto, la definición del papel de la energía nuclear como fuente energética capaz de asegurar el suministro de base de energía a precios competitivos y sin aumentar las emisiones de CO_2, son otras cuestiones preocupantes.

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

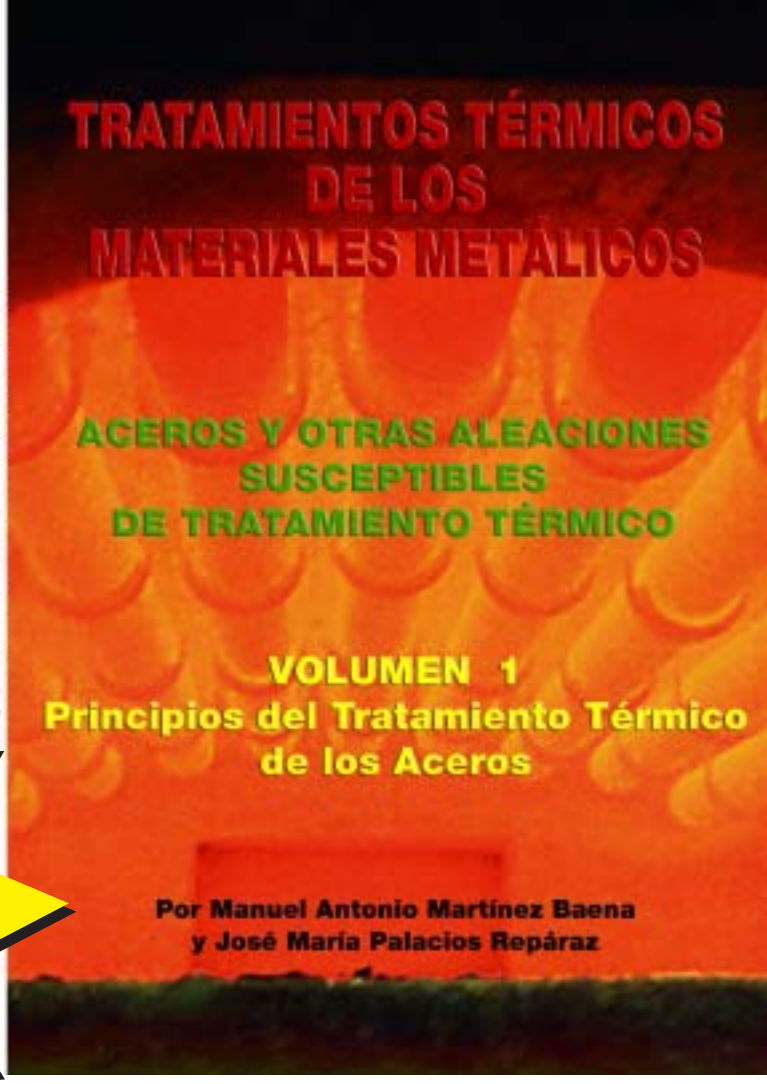
El propósito que nos ha guiado es el de contribuir a despertar un mayor interés por los temas que presentamos, permitiendo así la adquisición de unos conocimientos básicos y una visión de conjunto, clara y sencilla, necesarios para los que han de utilizar o han de tratar los aceros y aleaciones; no olvidándonos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

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

Iniciamos, pues, estas publicaciones con el volumen I:

"PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ACEROS".

Manuel A. Martínez Baena
José Mª Palacios Repáraz



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

30 euros

El precio incluye IVA, gastos de envío aparte.

Índice general

Presentación ... 7

Prólogo ... 9

PARTE 1. INTRODUCCIÓN A LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS ... 17

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

PARTE 2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS INDUSTRIALES ... 49

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

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

PARTE 3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ... 108

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

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

VI. Carbonitruración ... 173
Introducción ... 173
Características del proceso de carbonitruración ... 177
Atmósferas carbonitrurantes empleadas ... 177
Temperatura de carbonitruración ... 178
Características y naturaleza de las capas carbonitruradas ... 178
Tratamientos térmicos utilizables ... 180
Durezas superficiales alcanzadas ... 180
Ciclos tipo de carbonitruración ... 182
Ventajas e inconvenientes de la carbonitruración con respecto a la cementación ... 182
Austenita retenida en la superficie de las piezas carbonitruradas ... 183
Aceros que normalmente se utilizan en la fabricación de piezas que después tengan que sufrir el tratamiento de carbonitruración ... 185

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

Consideraciones finales ... 203

Bibliografía ... 205

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

TRATERMAT 2008

Por Manuel A. Martínez Baena

Los días 12 y 13 del pasado mes de marzo se celebró en Valencia la 11ª edición del TRATERMAT, –Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie– organizado por la Universidad Politécnica de Valencia, ATC, INASMET y CENIM.

El hotel Palace fue el marco acertadamente escogido para la celebración del acto.

Con una asistencia de más de 120 personas se impartieron 36 conferencias y se expusieron, además, una treintena en forma de panel. Todas las ponencias y trabajos han sido del máximo interés y de muy alto nivel, como corresponde a la valía de todos los autores. Destacamos aquí las 7 sesiones celebradas:

SESIÓN 1: Tratamientos térmicos en aceros y fundiciones I.
Moderador de mesa: José Manuel Torralba Castelló.

SESIÓN 2: Tratamientos térmicos en aceros y fundiciones II.
Moderador de mesa: Carlos García de Andrés.

SESIÓN 3: Tratamientos térmicos en aleaciones no férreas y otros materiales.
Moderador de mesa: José María Gómez de Salazar.

SESIÓN 4: Tratamientos en superficie: cementación, nitruración, carbonitruración, inducción, láser, tecnologías integradas.
Moderador de mesa: Javier Belzunce.

SESIÓN 5: Recubrimientos por proyección térmica, láser, CVD, PVD, implantación iónica.
Moderador de mesa: Germán La Fuente.

SESIÓN 6: Avances en procesos y tratamientos termomecánicos.
Moderador de mesa: Marc Anglada.

SESIÓN 7: Modelización y optimización de propiedades.
Moderador de mesa: Isabel Gutiérrez.

TRATERMAT 2008 ha servido de foro, lugar de encuentro y de comunicación como esperaban sus organizadores, donde se han tratado temas relacionados con los tratamientos térmicos y de superficie desde la vertiente de su aplicación, de las propiedades que confieren a los materiales, de la evolución de los equipos e instalaciones. El amplio programa

Sr. Damborenea.

Sr. Frommeyer.

Sr. García de Andrés.

ha cubierto todas las temáticas que han sido expuestas por eminentes metalúrgicos, científicos e industriales de todas las procedencias: Empresa, Universidad y Centros Tecnológicos.

Hay que destacar la dedicatoria del comité organizador del TRATERMAT 2008 a la memoria de D. Javier Anza, Presidente de la Asociación de Tratamentistas del País Vasco y miembro del comité organizador. "Lo empezamos contigo y hemos querido acabarlo contigo". Desde la revista enviamos nuestro más sincero pesar a sus hijas y sirva nuestro reconocimiento por su labor a favor del gremio tratamentista y del TRATERMAT.

D. Carlos Ferrer y Dª Mª Dolores Salvador.

Significar las emotivas palabras del Profesor Pascual Tarín, durante su disertación, recordando entre anécdotas vividas con su colega y amigo, al Profesor José Mª Palacios y a la vez que destacaba la ingente labor realizada por D. José Mª a favor del sector tratamentista y dentro del propio TRATERMAT desde los comienzos de su fundación, allá por los años 1980.

Ya metidos en el Congreso, muy bien dirigido por Vicente Amigó y su equipo, contó con Carlos Ferrer Jiménez como Presidente del Congreso, con Mª Dolores Salvador como Presidenta del Comité, el mismo Vicente Amigó como Secretario y Javier Anza (A.T.T), Luis Carreras (T.T. Carreras), Arturo Domínguez (US), Manuel Carsí (CENIM/CSIC), Mikel Garagorri (HOT), Imanol Larrañaga (A.T.T), Félix Peñalba (Fundación Inasmet), Jorge Visús (Praxair), José Manuel Prado (UPC) y Roberto Allende (Productos Tubulares), como asesores del Comité Organizador.

También destacar como detalle curioso durante la comida del primer día, y ya que el ambiente fuera del hotel y en toda la ciudad durante esos días era el de "Fallas", la retransmisión televisiva en directo y en pantalla grande de "La Mascletá" que en esos mismos momentos se celebraba en el centro de la ciudad.

Una vez finalizada la segunda jornada, se realizó una mesa redonda sobre las políticas de I+D+I, con Félix Peñalba (Fundación Inasmet) como moderador, Mª Dolores Fernández Rodelas (Mº Industria), Elena Guijarro (CDTI), José Antonio Casas (Subprograma TRACE) y Fernando Conesa (CTT-UPV), que fueron los componentes de dicha mesa, que resultó muy animada.

Este mismo día y por la noche, se celebró la Cena de Gala, donde se realizaron los tradicionales ho-

Mesa redonda.

Colaboradores de la Organización.

Exposición.

menajes a las personas del tratamiento térmico. En primer lugar, a Javier Anza, Presidente de la Asociación de Tratamentistas del País Vasco y miembro del comité organizador, desgraciadamente fallecido hace pocas fechas, y al cual se ha dedicado el XI Tratermat. Estaba previsto realizar la entrega del obsequio de recuerdo de este homenaje a sus hijas, pero el reciente fallecimiento también de su viuda, imposibilitó su presencia. Lo recogió el actual Presidente de la Asociación de Tratamentistas del País Vasco, Imanol Larrañaga, encargado de su entrega y de transmitir a las hijas el más sincero pésame de todos los congresistas, en reconocimiento a la labor que D. Javier ha desarrollado en el tratamiento térmico.

En segundo lugar se distinguió al Presidente de este Tratermat 08, Carlos Ferrer, por toda una vida dedicada a la industria, la enseñanza y a la investigación, haciéndole entrega del obsequio Mª Dolores Salvador, Presidenta del Comité de Organización. Carlos Ferrer agradeció la distinción y extendió el reconocimiento a todos sus compañeros de la Universidad Politécnica de Valencia. Finalmente, se recordó a otro gran investigador del tratamiento térmico también ya fallecido, Fernando Medina, que desarrolló todo su trabajo en el CENIM. Su hijo, Jesús Medina, fue el encargado de recoger el obsequio, agradeciendo la distinción a su padre en nombre de su madre y en el suyo propio.

El viernes 14 se visitó la factoría ARCELOR-MITTAL en Sagunto y el Oceanografic, dándose por finalizado el evento.

El comentario general fue muy positivo, tanto de organización como de nivel de conferencias, y esperamos la próxima celebración organizada por la Asociación de la Industria Navarra – AIN.

Algunas compañías del sector estuvieron presentes también con un stand: Abelló Linde, AFE Cronite, Grupo EUCON, Flexinox, HOT, Insertec, Ipsen, Instituto de Tecnología de Materiales de la Univ. Politécnica de Valencia, Metalográfica de Levante, MTC y Seco/Warwick.

En sucesivos números y con la debida autorización, tanto de los autores como del comité organizador, iremos publicando las distintas conferencias que se pronunciaron.

Sensores sin hilos Wisensys

Por Suministro y Calibración Industrial, S.C.I.

Presentamos estos nuevos sensores wireless para transmisión de señales sin hilos, de fabricación holandesa.

El registro de las señales de los procesos es necesario para el aseguramiento de la calidad, control preventivo y análisis posterior, pero en muchas ocasiones la necesidad de duplicar instalaciones y cableados nos complica el registro de estas señales.

Los nuevos módulos Wisensys están preparados para todo tipo de señales:

- Temperatura, humedad, presión, caudal, nivel, calidad de energía, situación de contacto, etc.

Sus principales características son:

- Totalmente autónomos con batería.
- Alcance de hasta 700 m en campo abierto.
- Posibilidad de aumentar el rango de alcance.
- Software para configuración y registro.
- Posibilidad de alarmas.
- En caso de perdida de señal los valores se guardan el propio sensor hasta recuperar la conexión.

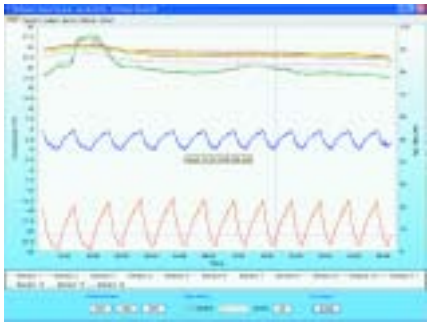
La recepción de las señales (hasta 100 sensores) se realiza en la Estación Base y se puede gestionar desde un Pc o PLC, con la posibilidad de duplicar salidas analógicas, conectar a red Ethernet y enviar mensajes GPRS.

El software de aplicación permite configurar los sensores, visualizar y registrar los valores de proceso, consultar históricos, definir alarmas e incluso exportar los valores a Excell.

Este sistema wireless aporta grandes beneficios:

- No requiere cableado de sensores.

- No requiere instalación de sensores.
- Facilidad de ampliación.
- Generación automática de alarmas.
- Posibilidad de almacenar valores en los sensores.
- Y sobre todo gran facilidad de instalación, en 5 minutos está funcionando.



Las aplicaciones de uso son variadas y permitirá:

- Prevenir situaciones de no conformidades.
- Realizar control preventivo.
- Evitar paradas por mal funcionamiento.
- Monitorizar valores de todo el proceso.
- Almacenar valores para auditorias y calidad.
- Etc.

Acceso y control KVM a ordenadores y servidores de forma remota

Soluciones Tecnológicas Integradas S.L. ha presentado recientemente en España el IP CONTROL y el KVMS EXTENDER, dos soluciones de última tecnología para acceder a ordenadores de forma remota. Estos dos productos cuentan con el respaldo y la garantía de la prestigiosa firma internacional Minicom, de la cual Soluciones Tecnológicas Integradas S.L. es distribuidora exclusiva para toda la península ibérica.

IP CONTROL

Acceso KVM compacto y remoto a ordenadores y servidores

IP CONTROL es un asequible dispositivo IP de alto rendimiento para el acceso KVM (Keyboard-Video-Mouse, siglas en inglés de teclado, monitor y ratón) remoto y fuera de banda a servidores y dispositivos de red. Puede habilitar fácilmente un acceso remoto a servidores mediante los conmutadores KVM existentes por tan solo una parte de lo que costaría sustituirlos y volverlos a configurar.

El puerto serie integrado permite la gestión remota de dispositivos de serie, como routers, servidores desatendidos y dispositivos de gestión de alimentación.

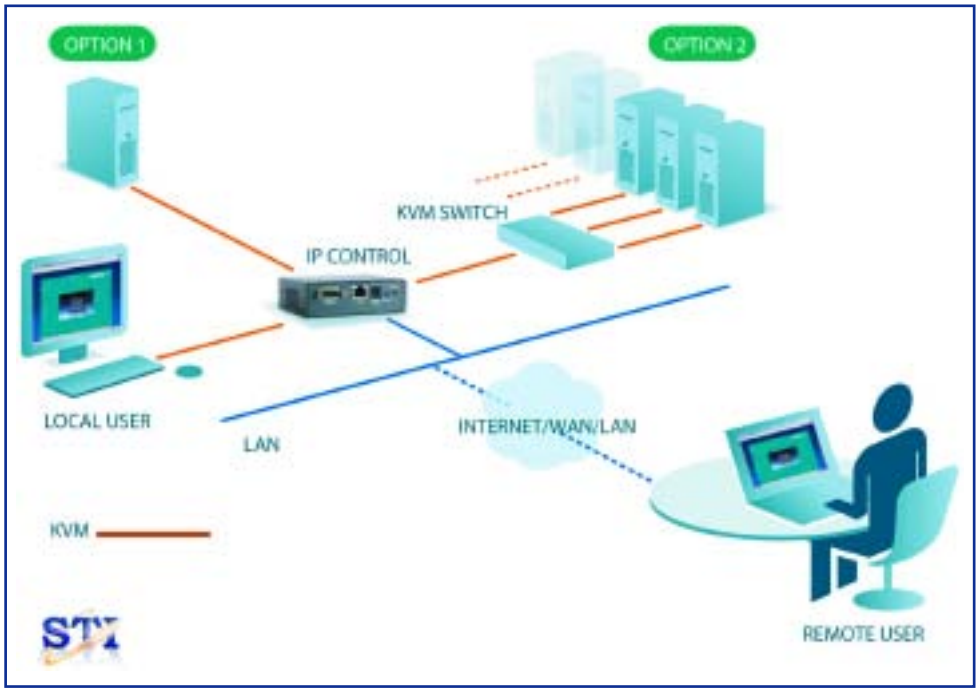
Compatibilidad con KVM de terceros

IP CONTROL se ha diseñado para que resulte compatible con la base KVM instalada. Puede integrarlo en prácticamente cualquier conmutador o servidor. Incluye definiciones de configuración para todos los conmutadores KVM Minicom y la mayoría de los conmutadores KVM de terceros.

Mejor experiencia para los usuarios

Los algoritmos de compresión de vídeo patentados y la sincronización del ratón en tiempo real ofrecen una experiencia de usuario local en redes LAN, WAN e Internet. El mayor rendimiento de vídeo y

del ratón proporcionan un aspecto de uso local aunque se envíe mediante una conexión TCP/IP.



Características del IP Control

- Acceso KVM y control de servidores desde cualquier ubicación.
- Acceso KVM remoto a los servidores en el nivel de la BIOS.
- Vídeo de alto rendimiento y sincronización del ratón en tiempo real.
- Compatible con la mayoría de conmutadores KVM.
- Cifrado de datos seguro SSL de 128 bits.
- Control remoto y de serie de conmutadores de alimentación, routers y otros dispositivos.

KVMS EXTENDER

Entorno informático controlado

El extensor KVMS combina el control y la extensión de KVM y Serio. Proporciona una excelente calidad de video y un control serie total a grandes distancias. Resulta una magnifica solución para grandes empresas que deben mantener sus ordenadores en una ubicación segura o con control ambiental.

Mayor calidad de vídeo

El potente extensor KVMS permite controlar la consola KVM a distancias de hasta 300 metros desde el ordenador, gracias al cable CAT5 UTP/FTP, flexible y de fácil instalación. Emplea tecnología de compensación RGB de vídeo patentada para conseguir calidad de vídeo en grandes distancias y una distribución de imagen en tiempo real.

Control Dual

El KVMS EXTENDER permite a dos usuarios controlar un mismo ordenador, uno local y otro remoto.

También dispone de una amplia gama de ajustes y opciones de configuración para maximizar la funcionalidad del usuario.

Comunicación Serie

Las señales RS-232 bidireccionales permiten una conexión completa punto a punto y en tiempo real para controlar aplicaciones de ordenadores remotos, realizar encendidos o apagados, consultar el estado de una pantalla remota, etc..

Características del KVMS Extender

- Control KVM y de serie mediante un único cable CAT5.
- Vídeo de alta resolución: 1.600 x 1.200 @ 75 Hz.
- Función de usuario dual que permite otorgar el control a un usuario local o remoto.
- Transmisión de datos RS-232 full-duplex.
- Compensación RGB para una sincronización de vídeo sencilla.

Existen también en el mercado otros tipos de soluciones para diferentes necesidades y presupuestos. Algunos de ellos son: USB Extender, RS-232 Extender, Smart CAT5 KVM Extender y Mini KVM Extender.

4º Congreso Internacional sobre el Aluminio y el Desarrollo Sostenible

22-25 Junio 2008 - Biarritz (Francia)

Cumbre Mundial del Aluminio
TRANSAL 2008

Fundición:

- Programa de gestión de residuos.
- La transformación del aluminio.
- El reciclaje de las virutas de aluminio de las industrias de mecanizado.
- Nueva tecnología de moldeo por gravedad fundamentada en desarrollos sostenibles.
- Horno rotativo oxi-gas para la segunda fusión del aluminio.

- Fusión de chatarra de Aluminio estándar: un modelo de balance de masa Europeo.
- Tolerancia al daño de aleaciones ligeras a baja temperatura.
- ¿Cómo obtener piezas moldeadas en aluminio con paredes delgadas?

Transporte:

- El aluminio en el desmantelamiento de los medios de transporte.
- Gestión y recursos para las empresas.
- Oportunidades del VII PCRD.

Automoción:

- El desamblado del automóvil: yacimiento industrial de materias secundarias.
- Renault y el "Design for recycling": el caso del aluminio.

Aeronáutica:

- Soluciones avanzadas para el avión del futuro.
- Concepto innovador de estructura en aluminio para aeronáutica.
- Desamblado de aeronaves al final de su vida útil.

Construcción:

- Ecología Industrial.
- Edificios residenciales con gestión medioambiental, la aportación de las ventanas de aluminio.
- El reciclaje.

Energía:

- Eficiencia energética en la industria: objetivos, desafíos de investigación y ejemplo de desarrollo para el sector del aluminio.
- Tratamiento de polvos de filtro de refinerías de aluminio.

Medio Ambiente:

- Los Desafíos medioambientales y los objetivos a largo plazo de la Industria Europea de Aluminio.
- Tratamiento del aluminio basado en el desarrollo sostenible.

Visitas programadas

- Cie Automotive (España)
- Instituto de Máquina Herramienta (Eibar, España)
- Alfa Arte (Eibar, España)
- Honsel, Fonderie Messier (Arudy, Francia)
- Turbomeca
- Estia Entreprendre (Bidart, Francia)
- Museo Chillida-Leku (España)
- Sokoa (Francia)

Participan

- Air Liquide (Francia)
- Alcan (Francia)
- Alcan (Québec)
- Alouette (Québec)
- Alutrec (Québec)
- ATI Extrusion(Francia)
- Bartin Recycling (Francia)
- CEME (Québec)
- CETIM (Francia)
- Comisión Europea Departamento Transporte (Bélgica)
- CTIF (Francia)
- Dross Engineering (Francia)
- EAA (Bélgica)
- EADS (Francia)
- EDF-Les Renardières (Francia)
- ENSMA (Francia)
- Fabrice Abraham, Renault (Francia)
- INDRA (Francia)
- Jörg Schäfer European Aluminium Association. Josuma (Québec)
- Rencast (Francia)
- Syndicat national de la construction des fenêtres et façades (Francia)
- SITA (Francia)
- Société des Technologies de l'Aluminium du Saguenay (Québec)
- TECNALIA (España)
- Universidad de Ginebra y Transtec (Suiza)
- Universidad de Lausanne (Suiza)
- Universidad Libre de Bruselas (ULB)
- Vervier ALM SA (Bélgica)

Organizado por:

CQRDA (Canada) - Centro Quebequés de Investigación y de Desarrollo del Aluminio.

CTIF (France) - Centro de Desarrollo de las Industrias de Conformado de Materiales.

TECNALIA (Espagne) - Corporación Tecnológica.

Libro "Materiales refractarios y cerámicos"

Por Luis F. Verdeja, José P. Sancho y Antonio Ballester

El avance espectacular de la industria siderometalúrgica y de materiales en las últimas décadas ha estado de alguna forma determinado por la "revolución silenciosa" de los productos utilizados en el diseño y la construcción de los revestimientos que contactan con fluidos corrosivos. Esta obra responde a la demanda de libros de texto en lengua española sobre ciencia y tecnología de materiales estructurales no metálicos (refractarios, cerámicos y vidrios), en cuyo conocimiento integra los avances obtenidos en los materiales metálicos.

Para ello, se pueden diferenciar dos partes fundamentales. En la primera se revisan las características del enlace, la estructura y las propiedades de los materiales, y en la segunda se proyectan sus aplicaciones más notables. Además, la inclusión de 126 ejercicios ayudará a los lectores a aplicar el saber científico en la solución de problemas tecnológicos, un enfoque poco habitual para el desarrollo de estos conocimientos.

Luis F. Verdeja y José P. Sancho son catedráticos del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica en la ETSI de Minas de la Universidad de Oviedo, y Antonio Ballester es catedrático del mismo área de la UCM.

Índice:

Prólogo.

FACTORES DE CONVERSIÓN DE UNIDADES.

1. REFRACTARIOS Y CERÁMICOS.
   - 1.1. Introducción
   - 1.2. Criterios de clasificación
   - 1.3. Compuestos cerámicos en la Ciencia de Materiales.

Bibliografía.

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES.
   - 2.1. Introducción.
   - 2.2. Enlace químico y estructura.
   - 2.3. Tamaño de grano.

Bibliografía.

3. TRANSFORMACIONES EN ESTADO SÓLIDO.
   - 3.1. Introducción.
   - 3.2. Transformaciones difusionales y por desplazamiento.
   - 3.3. Tenacidad en refractarios y cerámicos.

Bibliografía.

4. MECANISMOS DE AGLOMERACIÓN.
   - 4.1. Introducción.
   - 4.2. Aglomeración hidráulica, orgánica y química.
   - 4.3. Sinterización cerámica.

Bibliografía.

5. PROPIEDADES QUÍMICO-FÍSICAS.

5.1. Introducción.
5.2. Propiedades químicas.
5.3. Densidad.
5.4. Porosidad y permeabilidad.
5.5. Dilatación lineal.
5.6. Calor específico.
5.7. Conductividad térmica.
Bibliografía.

6. PROPIEDADES MECÁNICAS.

6.1. Introducción.
6.2. Constantes elásticas.
6.3. Refractariedad.
6.4. Ensayos de resistencia mecánica.
6.4.1. Resistencia mecánica en frío.
6.4.2. Ensayo de tenacidad a la fractura.
6.4.3. Resistencia mecánica en caliente.
6.5. Resistencia al choque térmico.
Bibliografía.

7. CRITERIOS PARA EL DISEÑO CON MATERIALES CERÁMICOS.

7.1. Introducción.
7.2. Paradoja del límite elástico.
7.3. Criterios de resistencia en frío y caliente.
7.4. Modelos de comportamiento viscoelástico de materiales.
Bibliografía.

8. CORROSIÓN DE REFRACTARIOS Y CERÁMICOS.

8.1. Introducción.
8.2. Aspectos termodinámicos.
8.3. Cinética de corrosión.
8.4. Mecanismos de corrosión. Modelo de desgaste nodal.
Bibliografía.

9. MATERIALES DEL SISTEMA SÍLICE-ALÚMINA.

9.1. Introducción.
9.2. Refractarios de sílice.
9.2.1. Propiedades y aplicaciones.
9.3. Es estado vítreo.
9.3.1. Vidrios de sílice.
9.4. Refractarios sílico-aluminosos.
9.4.1. Propiedades y aplicaciones.
9.4.2. Reología de las arcillas.
9.4.3. Sialones.
9.5. Refractarios aluminosos y de corindón.
9.5.1. Propiedes y aplicaciones.
Bibliografía.

10. MATERIALES BÁSICOS.

10.1. Introducción.
10.2. Refractarios de magnesita.
10.2.1. Propiedades y aplicaciones.
10.3. Refractarios de dolomía.
10.3.1. Propiedades y aplicaciones.
Bibliografía.

11. ESPINELAS.

11.1. Introducción.
11.2. Propiedades y aplicaciones.
Bibliografía.

12. MATERIALES CARBONOSOS.

12.1. Introducción.
12.2. Materiales de carbono-grafito. Propiedades y aplicaciones.
12.3. Materiales de carbono-diamante. Propiedades y aplicaciones.
12.4. Materiales compuestos de matriz cerámica.
12.5. Nanomateriales.
Bibliografía.

13. MATERIALES BASE SILICIO.

13.1. Introducción.
13.2. Materiales de carburo de silicio. Propiedades y aplicaciones.
13.3. Materiales de nitruro de silicio. Propiedades y aplicaciones.
13.4. Estadística de Weibull.
Bibliografía.

14. MATERIALES BASE CIRCONIO.

14.1. Introducción.
14.2. Materiales de silicato de circonio. Propiedades y aplicaciones.
14.3. Materiales de óxido de circonio. Propiedades y aplicaciones.
14.4. Biomateriales.
14.5. Barreras térmicas.
Bibliografía.

ÍNDICE DE MATERIAS.

TECNALIA lidera 4 proyectos del VII Programa Marco

La Corporación Tecnológica TECNALIA lidera 4 Proyectos del VII Programa Marco relacionados con la simulación de materiales cementicios, los nanomateriales para construir aviones más seguros, las comunicaciones y los servicios en movilidad y la gestión eficiente de los recursos pesqueros.

En estos proyectos, TECNALIA colabora con empresas líderes en sus sectores de actuación como son Aernnova (antigua Gamesa Aeronáutica), Alcatel-Lucent, Basf, Bikain, Ericsson, Italcementi o Telefónica. Igualmente, colabora con entidades de referencia en Europa como los Centros de Investigación de Fraunhoffer y VTT, las Universidades de Bonn, Cranfield o Lille y los Institutos Eduardo Torroja, CEFAS o Imperial College.

TECNALIA obtuvo 38 nuevos proyectos en 2007, primer año del VII Programa Marco de la UE, con un retorno de 12,8 millones de euros, lo que supone un crecimiento del 50% respecto a la media anual del VI Programa Marco.

En el ranking de entidades españolas, difundido por el CDTI el pasado 29 de enero en la segunda conferencia del VII Programa Marco de I+D+i en España, TECNALIA figura como la primera entidad del País Vasco en retornos y la segunda estatal, siendo la primera el CSIC.

Por áreas temáticas, los mayores retornos se producen en Nanociencias, Nanotecnologías, Materiales y Nuevas Tecnologías de Producción (NMP); Tecnologías de la Información y Comunicaciones (ICT); Transporte; y Energía.

De estos 38 nuevos proyectos, TECNALIA lidera cuatro de ellos:

1. CODICE: área NMP, cuyo objetivo es el desarrollo de una herramienta de simulación computacional que permita, a partir de variables macroscópicas, reproducir la estructura y propiedades mecánicas de los materiales cementicios, así como su resistencia a los procesos de degradación.

2. LAYSA: área Transporte, cuyo objetivo es el desarrollo de materiales para construir aviones más seguros; materiales inteligentes, basados en nanomateriales, capaces de detectar y reaccionar ante fenómenos atmosféricos y en caso de incendio o accidentes.

3. m:CIUDAD: área ICT, cuyo objetivo es la generación de una nueva infraestructura de comunicaciones para servicios creados por uno mismo, desde el teléfono móvil, para uso de otros usuarios también móviles. Por ejemplo, servicios de mi m:blog, mis m:preferencias, mis m:anuncios, etc.

4. TXOTX: área Alimentos, Agricultura y Pesca y Biotecnología; cuyo objetivo es el de contribuir a un enfoque coherente hacia la investigación dirigida a la evaluación y gestión de los recursos pesqueros enfocado especialmente a aquellas áreas donde la flota Europea actúa, bien en aguas Internacionales o de terceros Países, o donde la Unión Europea impulsa importantes actividades de desarrollo.

Sistema Testo de Gestión y Monitorización en Continuo de los datos del proceso

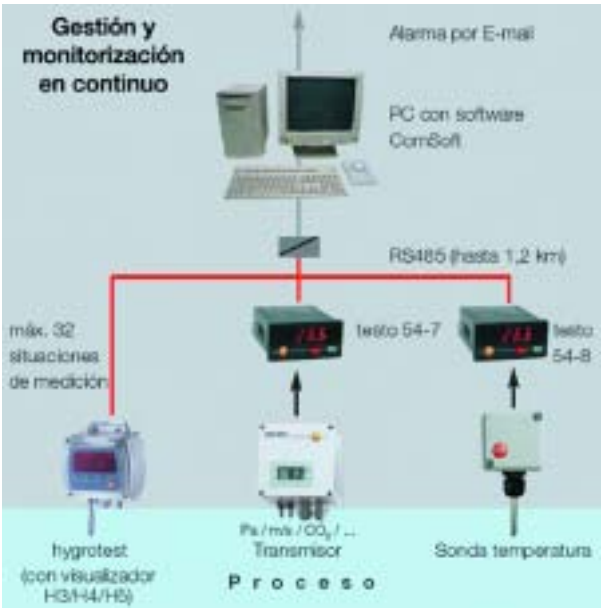
¿Desea registrar en continuo varios datos de medición? ¿Es necesario el registro de todos los parámetros desde la humedad hasta la presión del aire comprimido? ¿Desea controlar una sala de almacenamiento climático crítica?

La Gestión y Monitorización en Continuo Testo permite la interconexión entre los transmisores Hygrotest para medir humedad y temperatura y de todas las sondas fijas de temperatura y cualquier transmisor. Simultáneamente, los transmisores sirven para el control vía PLC.

Las prestaciones y características del software para la Gestión y Monitorización en continuo de los datos del proceso se detallan a continuación:

- Configuración de la red RS485 (soporta hasta 32 canales de medición).
- Registro de datos con ciclo de medición seleccionable (p.ej. cada 30 seg.).
- Memorización automática de datos.
- Exportación a Excel (incluso durante la medición).
- Formación de conjuntos: se pueden combinar varios canales de medición. Consecuentemente, se pueden visualizar varias ventanas (tablas o diagramas) en paralelo.
- Gráficas, diagramas de barras y mosaicos con imágenes.

Los nuevos visualizadores de procesos testo 54 funcionan como "Convertidores multifuncionales" (para su montaje en cuadro eléctrico), y disponen de las siguientes prestaciones:



- Salida RS485.
- Dos salidas relé.
- Totalizador (función sumatoria, p.ej. para aplicaciones de caudal).
- Salida auxiliar que puede alimentar el transmisor.
- Memorización de valores Mín./Máx.

Gracias al sistema de Monitorización en Continuo, que se instala siguiendo los estándares de la industria de aplicaciones fijas, los procesos se pueden controlar de forma profesional.

Control del enfriamiento rápido en medios fluidos y gaseosos

Por Bernd Edenhofer, Marcos García Jiménez. Ipsen International GmbH, Kleve/D

1. Introducción

En muchos procesos de tratamiento térmico el enfriamiento rápido representa una etapa muy significativa, ya que es la que confiere a la pieza sus características.

Para llevar a cabo el enfriamiento rápido se dispone de medios muy diversos. Con independencia de cuál sea el empleado en cada caso se deben considerar 3 condiciones fundamentales a la hora de regular la intensidad del enfriamiento:

El enfriamiento rápido debe ser:

1. Tan rápido como sea necesario.
2. Tan lento como sea posible.
3. Con disipación uniforme de calor.
   a) En toda la pieza.
   b) En todo el lote.

El criterio "tan rápido como sea necesario" incluye la condición de obtener una dureza suficiente. Lo que supone llevar a cabo el enfriamiento rápido, en especial en su inicio, con rapidez suficiente para que la temperatura de la superficie y el núcleo de la pieza afectada eviten justo la nariz que forman perlita y bainita en el diagrama TTT.

El criterio "tan lento como sea posible" pretende minimizar la deformación de las piezas en el enfriamiento rápido. Es razonable por tanto retrasar el enfriamiento rápido en el rango en el que se producen transformaciones estructurales, atravesando muy despacio este rango de temperaturas (figura 1).

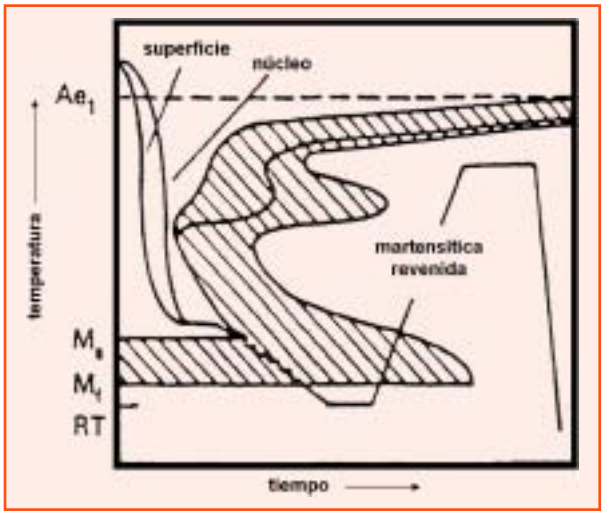


Figura 1. Enfriamiento muy rápido al principio y retrasado en el rango de la transformación martensítica.

2. Medios para el enfriamiento rápido

¿Cuáles son las posibilidades que tiene el usuario en la práctica para influenciar el proceso de enfriamiento rápido y controlar su intensidad?

En primer lugar está la elección del medio de enfriamiento. El usuario dispone de los medios:

— agua,
— soluciones acuosas de polímeros,
— aceites de temple,
— baño de sales,
— gases,

de los cuales sólo resultan de interés para los hornos de atmósfera controlada y de vacío considerados aquí, los 3 medios:

— Aceites de temple.
— Baño de sales.
— Gases.

Naturalmente, el comportamiento de estos medios en el enfriamiento rápido es totalmente distinto.

Los fluidos evaporables, como los aceites minerales presentan una velocidad de enfriamiento menor (menor disipación de calor) en la fase de vapor y una velocidad de enfriamiento muy elevada en la fase de ebullición nucleada (figura 2). La transición de la fase de vapor a la de ebullición nucleada en un fluido evaporable nunca se produce con uniformidad en toda la superficie de la pieza. Como muestra claramente la figura 3, se produce una disipación de calor muy diversa en la superficie de la pieza que tiene como consecuencia diferencias de temperatura de varios cientos de grados en la superficie [1]. Este inconveniente se puede evitar seleccionando un medio que no se evapore durante el enfriamiento rápido, como el baño de sales o los gases.

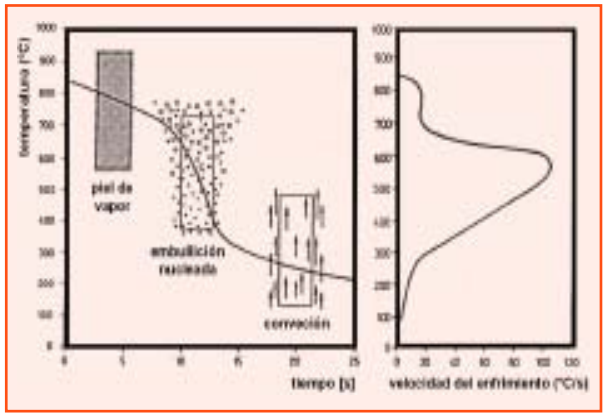


Figura 2. Curva esquemática del enfriamiento y de la velocidad del enfriamiento rápido en aceite.

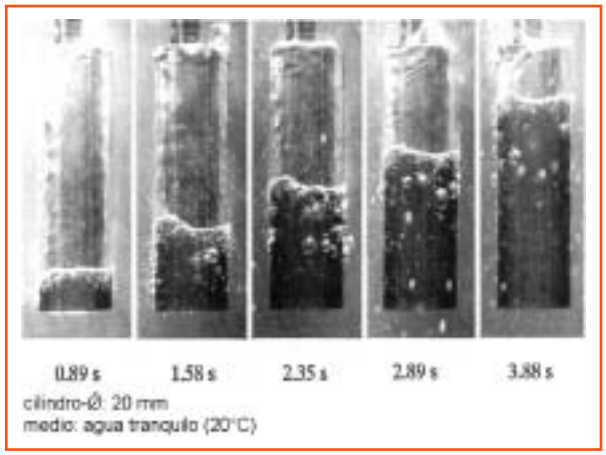


Figura 3. Evolución del colapso de la fase de vapor [1].

3. Control del enfriamiento rápido en baños de aceite

El usuario tiene varias posibilidades de modificar el efecto del enfriamiento y, con ello, de modificar la velocidad del mismo e incluso de controlarlo.

En primer lugar, puede seleccionar el tipo de aceite de enfriamiento rápido. Como es sabido, existen distintos tipos de aceites de enfriamiento rápido que se diferencian principalmente en su viscosidad y su resistencia térmica.

La figura 4 muestra las diferencias entre el efecto de un aceite de alto rendimiento (aceite 1) y un aceite de temple caliente (aceite 2). En un baño de aceite a 110°C la fase de vapor se prolonga y se reduce el valor máximo de velocidad de enfriamiento en la fase de embullición nucleada, desplazándose hacia temperaturas más bajas. También se reduce la velocidad de enfriamiento por debajo de los 250 °C.

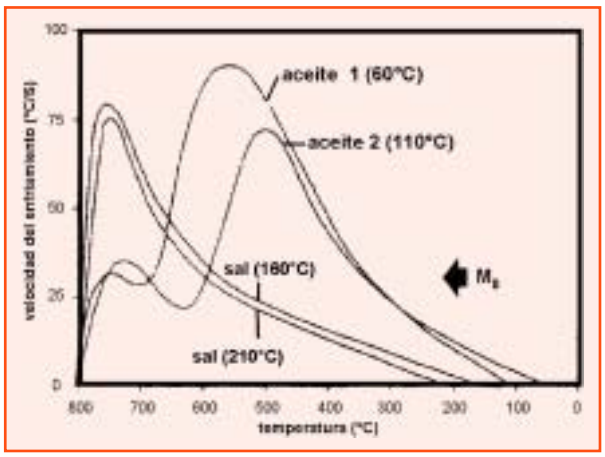


Figura 4. Característica del enfriamiento de dos aceites y dos sales.

Junto a la determinación de un tipo de aceite y de la temperatura del baño, el usuario dispone en su equipo de enfriamiento rápido de 4 parámetros más de control.

Se trata de:

— La velocidad de circulación del medio.
— El sentido de circulación o la dirección de incidencia del flujo.
— La evolución temporal de estos parámetros.
— La presión del gas sobre el baño de aceite.

En hornos con tanque de enfriamiento incluso la velocidad de circulación del aceite puede tomar 3 valores:

— Cero.
— Velocidad lenta (la mitad de la máxima).
— Velocidad alta (máxima).

Y, respecto a la dirección del flujo de entrada, existen las 2 posibilidades siguientes:

— Vertical desde abajo (ascendente).
— Vertical desde arriba (descendente).

La mayor variabilidad se da en la evolución temporal de estos parámetros. Así, por ejemplo, la secuencia temporal:

— Sumergir en baño de aceite en reposo y, si es necesario, mantener durante unos segundos.
— Flujo rápido durante unos minutos.
— Flujo lento en la fase final.

Es una forma de proceder muy extendida para uniformizar el efecto del enfriamiento rápido en un lote.

El cambio en la dirección del flujo dentro de un ciclo de enfriamiento rápido se emplea raramente en Europa y Estados Unidos, pero es frecuente en Japón. Sólo se justifica si la inversión del sentido vertical tiene lugar con rapidez. Para ello el sistema de elevación de la mesa que se introduce en el baño de aceite debe permitir la oscilación del lote hasta una altura adecuada, para lo cual la profundidad del baño debe estar también adaptada a la altura de elevación (figura 5).

Otro parámetro de la intensidad de enfriamiento cuyo efecto es menos conocido, es la presión del gas sobre el baño de aceite. En hornos de atmósfera controlada, esta presión no se puede regular, pero sí en hornos de vacío. Al reducirse la presión se prolonga significativamente la fase de vapor y aumenta la velocidad de enfriamiento en la última fase del mismo.

Es posible mejorar la flexibilidad, el número de aplicaciones y las posibilidades de control de los baños

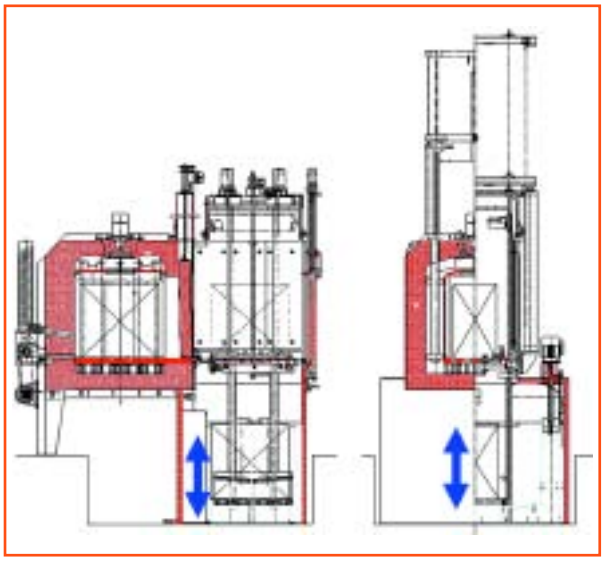


Figura 5. Horno con tanque de enfriamiento incluido sistema de oscilación de lote.

de aceite como ha demostrado el desarrollo del sistema Super Quench. Al desarrollar este nuevo sistema de enfriamiento por aceite los objetivos eran cuatro:

1. Aumentar la intensidad de enfriamiento para ampliar el campo de aplicación a piezas de mayor sección y aceros de baja aleación.
2. Homogeneizar el flujo de aceite en el lote para reducir la dispersión del temple, la profundidad del mismo y las deformaciones.
3. Aumentar la flexibilidad de los baños de aceite, así como,
4. Mejorar el control del enfriamiento.

El primer objetivo se alcanzó:

— Aumentando las dimensiones de los rodetes del ala de circulación.
— Doblando la potencia de los motores del sistema de circulación de aceite.
— Obligando a los motores a entrar brevemente en el rango de sobrecarga (por medio de convertidores de frecuencia).

Con esto se consiguió casi triplicar la velocidad de circulación del aceite. Esto hizo aumentar significativamente la dureza superficial en piezas de acero no aleado, como muestra la figura 6 tomando como ejemplo piezas de 60 mm de diámetro hecho del acero C60.

El segundo objetivo de homogeneizar el flujo de aceite a través de la sección del lote, se alcanzó seg-

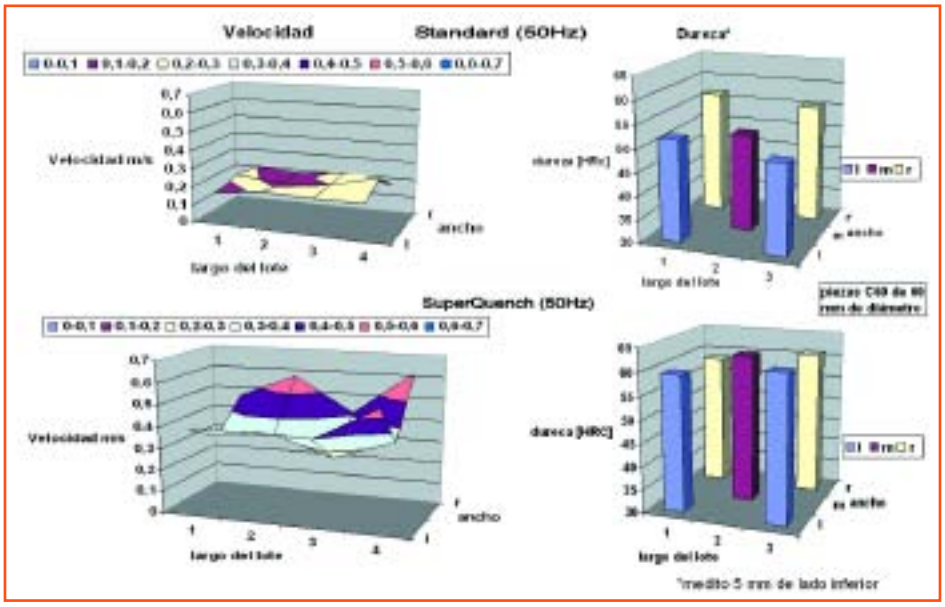


Figura 6. Velocidad de circulación del aceite y dureza de piezas de 60 mm de diámetro (C60) en baño de aceite standard y baño de SuperQuench®.

mentando la sección del flujo en multiples partes iguales y asociando cada segmento a un elemento de recirculación controlado independientemente (figura 7).

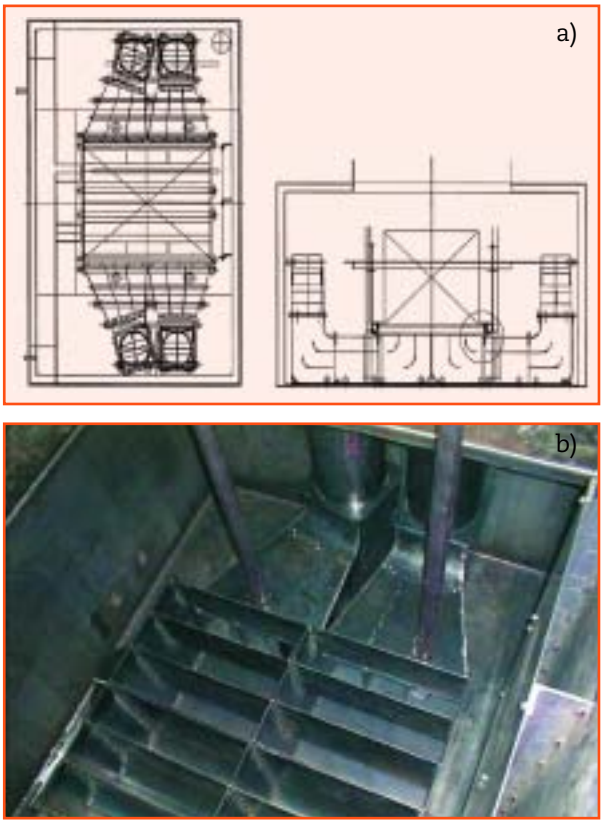


Figura 7. Segmentación de la sección de flujo en múltiples partes iguales en el sistema de SuperQuench®. a) esquemática, b) vista.

El empleo de convertidores de frecuencia permite someter los elementos de recirculación a revoluciones mucho menores, así como a velocidades superiores a 50 Hz durante un periodo breve de tiempo. Esto permite ciclos de enfriamiento de una o varias etapas adaptados al material y a la geometría de las piezas.

En la práctica se utilizan a menudo ciclos de enfriamiento de varias etapas fácilmente programables con el software Carb-o-Prof (figura 8).

4. Enfriamiento rápido en baño de sales

Las sales fundidas no pasan por una fase de ebullición y, con ello, tampoco por una fase de vapor, simplemente porque su punto de ebullición se encuentra por encima de las temperaturas de temple habituales. Al igual que en los aceites sintéticos y los gases, la absorción de calor tiene lugar aquí sólo por convección. En consecuencia, la intensidad del enfriamiento rápido en un baño de sales sólo se puede regular con la circulación forzada (o también con la adición de agua).

Los baños de sales admiten un amplio rango de temperaturas. Se emplean para el temple martensítico y la bainitización. Con estos baños se logran en prácticamente todos los casos, la menor variabilidad y los menores valores de deformación (figura 9) [2].

El empleo de la bainitización está limitado por los tiempos prolongados que requiere la transformación en aceros aleados. En el pasado era un dogma

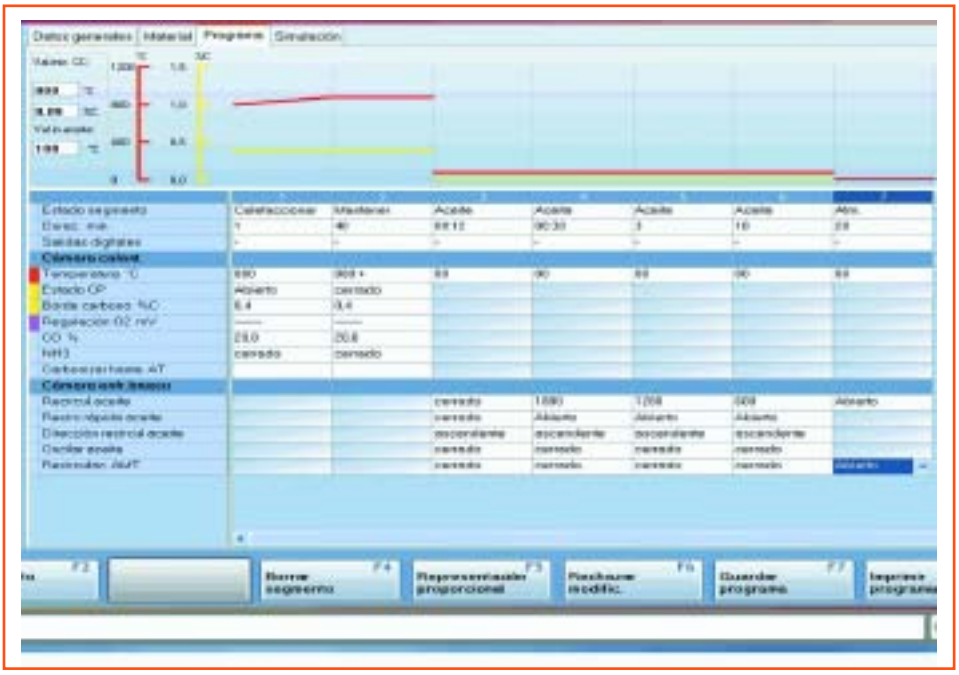


Figura 8. Programación de un ciclo de temple en multiple etapas en el sistema Carb-o-Prof®.

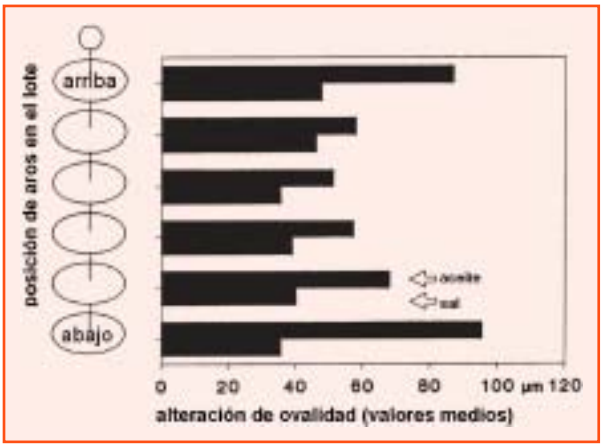


Figura 9. Alteración de ovalidad de aros despues de temple en baño de sal [2].

inamovible que la bainitización debía de llevarse a cabo hasta el final. Las estructuras mixtas de bainita y martensita y de bainita y perlita se consideraban muy nocivas para las extraordinarias características de tenacidad de la bainita pura.

Sin embargo, hoy en día cabe esperar un renacimiento de la bainitización debido a que, en primer lugar, está creciendo la aceptación de los baños salinos y, en segundo lugar, nuevas investigaciones han mostrado que es posible reducir la duración de la bainitización para un enfriamiento. Las estructuras de bainita y martensita o bainita mixta obtenidas así presentan interesantes propiedades de comportamiento.

La figura 10 muestra, tomando como ejemplo 100Cr6, un ciclo de bainitización reducido con un enfriamiento posterior seguido por un revenido [3].

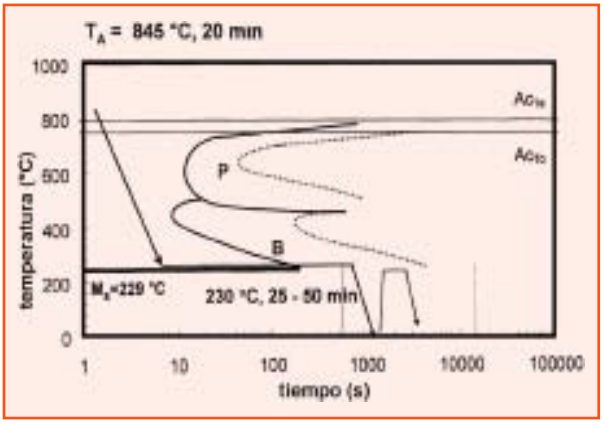


Figura 10. Reducción de la duración de la bainitizacion del acero 100Cr6 para temple posterior seguido por un revenido [3].

5. Enfriamiento en gas a alta presión

A los gases se puede aplicar lo mismo que a los fluidos no evaporables. Un papel importante desempeña el tipo y densidad del gas. De modo similar a las sales, los gases no presentan por naturale-

za una fase de vapor. Debido a que se requiere un tiempo para alcanzar la presión de trabajo y para iniciar la circulación, la absorción del calor no tiene efecto inmediatamente, como se puede ver en la figura 11.

Además su valor máximo no llega a ser ni mucho menos tan alto como en la fase de ebullición de los aceites de enfriamiento. Esto limita la aplicación del enfriamiento en gas a alta presión con respecto a aceros de baja o nula aleación y espesores elevados de material, y limita a su vez la dureza que se puede alcanzar en el núcleo de aceros cementados. Y esto a pesar de utilizar una presión hasta 12 o hasta 20 bar.

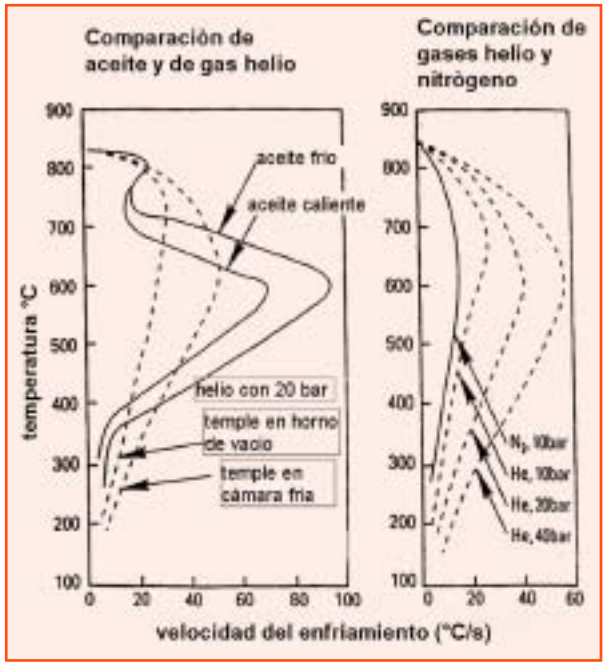


Figura 11. Velocidad de enfriamiento en aceite y en gases.

El enfriamiento con gas no ha sido superado en cuanto a la flexibilidad y, en el caso de hornos por lotes (hornos de vacío de una cámara con enfriamiento a alta presión), tampoco en cuanto a las posibilidades de control. Con la colocación de termopares en la superficie y el núcleo de la pieza, se puede controlar el enfriamiento según una rampa dada o, como en un baño de sales caliente, se puede interrumpir aquél para una temperatura determinada.

La figura 12 muestra el ejemplo de un lote de 32 brochas sometido a un enfriamiento rápido con nitrógeno a 6 bares a máxima velocidad hasta una

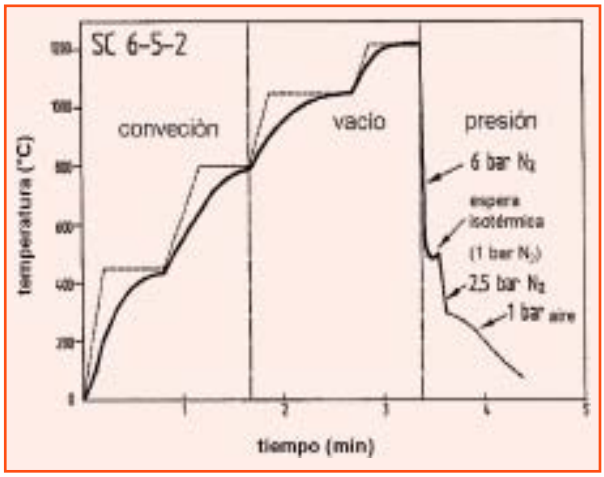


Figura 12. Ciclo de temple de un lote de 32 brochas con temple interrumpido [4].

temperatura de la superficie de 500°C. Despues el enfriamiento se interrumpe hasta que la temperatura del núcleo también ha alcanzado unos 500°C. Sólo entonces prosigue el enfriamiento con nitrógeno a 2,5 bares [4].

Esto tiene efectos muy positivos a la hora de evitar o reducir las deformaciones. Negativa en este sentido es la fuerte dependencia del sentido de flujo y de la velocidad del flujo que presenta la absorción de calor en el enfriamiento con gas.

Las piezas o las superficies de piezas situadas en campos de flujo estático creados por las demás piezas se enfrían bastante más lentamente. Por este motivo, en la práctica se invierte con frecuencia la dirección de incidencia del flujo de gas para homogeneizar su efecto, de modo similar a la oscilación a que se somete un lote en baño de aceite.

6. Perspectivas para el control del enfriamiento rápido

El objetivo del enfriamiento rápido debe de ser que los baños fluidos sean en el futuro tan flexibles y controlables como son los sistemas de enfriamiento con gas a alta presión.

La medición o el cálculo de la temperatura de la superficie y el núcleo de las piezas permite adaptar el enfriamiento a las piezas, aplicando los gradientes de temperatura de enfriamiento mínimos suficientes para evitar la formación de perlita, ferrita, carburos o bainita en la sección de la pieza

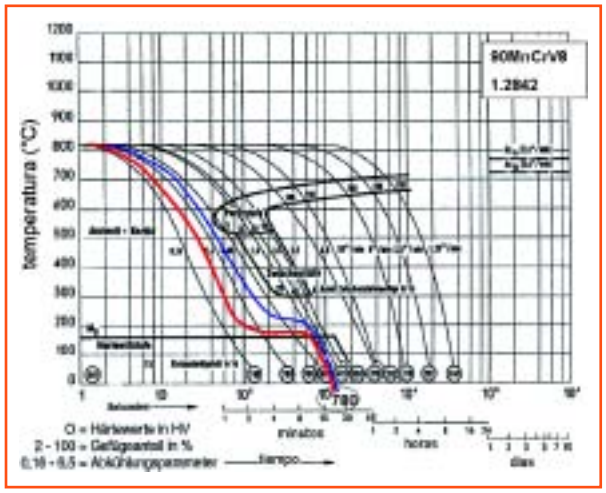


Figura 13. Ciclo de enfriamiento optimizado con temperaturas de núcleo y superficie, medido y calculado.

considerada y para frenar después el enfriamiento, justo al comienzo y en el transcurso de la transformación martensítica, tanto como sea posible (figura 13).

Hasta ahora no es posible este modo de proceder en el caso de los baños de aceite. Esto se debe a que en la práctica industrial no es posible instalar los termopares del lote en hornos de atmósfera controlada y a que tampoco existen sensores que permitan calcular la temperatura de las piezas durante el enfriamiento.

Para el control del enfriamiento rápido en baño de aceite es necesario un sensor con un termopar cercano a la superficie que se introduzca con cada lote y sea capaz de recoger la rápida disipación de calor, en especial en la fase de ebullición. Con programas de cálculo adecuados se puede determinar y controlar la evolución del enfriamiento en la pieza.

Es importante que la transición de la fase de vapor a la fase de ebullición se produzca de manera uniforme en todo el lote o que incluso desaparezca totalmente la fase de vapor. En la práctica esto sólo es posible manteniendo unas condiciones muy particulares del proceso o con aceites de temple especiales, como son los sintéticos.

7. Conclusiones

Todo lo expuesto indica que el control del rápido proceso de enfriamiento brusco es un tema de gran complejidad. Este control ha fracasado hasta ahora por la falta de sensores adecuados, en especial para los medios fluidos de enfriamiento.

Para controlar de forma óptima el enfriamiento rápido en baños de aceites minerales es necesario llevar a cabo el enfriamiento en varias etapas. Actualmente los valores de los parámetros de cada una de las etapas tienen aún un fundamento empírico. En el futuro es previsible que se puedan determinar numéricamente por medio de modelos matemáticos y de las densidades medidas del flujo térmico.

En el caso de los gases, los parámetros del enfriamiento en varias etapas se determinan de modo sencillo con las medidas tomadas por termopares del lote o con el sensor de flujo Ipsen-Liscic. A pesar de sus buenas posibilidades de control y de su flexibilidad, y debido a su limitada intensidad de enfriamiento y su fuerte dependencia de la velocidad del flujo (que no es homogénea en lotes de estructura compacta), el enfriamiento rápido con gas sólo puede tener un empleo limitado si se trata de piezas en serie.

Los baños de sales presentan características de enfriamiento óptimas y, por tanto, se pueden controlar fácilmente incluso sin sensores. Debido a su elevada capacidad de almacenamiento de calor, la disipación de calor que produce es mucho menos dependiente de la velocidad de flujo que en el caso de los gases.

Las sales fluidas enfrían así de modo mucho más uniforme. A pesar de ciertos problemas que presenta su manipulación, esto hace esperar para ellas buenas perspectivas de futuro.

8. Referencias

[1] H. M. Tensi: Elementos de temple para enfriamiento de inmersión (Aleman). HTM 50 (1995) 4, 254.

[2] J. Volkmuth et al.: Efecto de las condiciones de enfriamiento por las alteraciones de la forma y las medidas en el temple de piezas (Aleman). HTM 48 (1993) 1, 5.

[3] H. Vetters: Bainite – an underestimated steel microstructure with new perspectives? INNOVATION 2006. Ipsen International Customer Meeting, Duesseldorf, May 4th, 2006.

[4] J.W. Bouwman: Experiencias con el temple en gases de alta presión en hornos de vacío y su desarrollo (Aleman). HTM 39 (1984) 3, 134 -138.

Ponencia presentada en el XI Congreso Tratermat (Marzo 2008). Publicada con la autorización expresa de la Dirección del Congreso y los autores.

Algunas consideraciones sobre el endurecimiento másico de las piezas de acero (Parte I)

Por Manuel Antonio Martínez Baena

RESUMEN

Se comentan las particularidades de tres modalidades de tratamiento térmico que persiguen el endurecimiento másico del acero: bonificado, temple bainítico y endurecimiento por precipitación. Asimismo, se ponen de manifiesto las características mecánicas conseguidas en las piezas tratadas que son fundamentales para garantizar su utilización. Por último hacemos una amplia exposición del tratamiento térmico de endurecimiento por precipitación de los **aceros maraging**, aleaciones base hierro-níquel utilizadas en piezas y herramientas que requieren unas muy altas características de resistencia y tenacidad, que conseguimos mediante un correcto tratamiento térmico de precipitación (solubilización + envejecimiento o maduración).

INTRODUCCIÓN

Las piezas de acero se someten a procesos térmicos o termoquímicos con el fin de poder garantizar sus características mecánicas y propiedades de empleo.

En el tratamiento térmico las piezas y elementos de construcción se exponen total o parcialmente a un ciclo determinado de temperatura y tiempo que ocasiona una alteración de la estructura y, en consecuencia, de sus características mecánicas.

Los tratamientos térmicos de los aceros, como sabemos, podemos clasificarlos en dos grupos principales: uno cuya finalidad es llevar al material a un estado de mínima dureza o resistencia y otro que persigue el endurecimiento del acero.

En el grupo primero, la baja resistencia y dureza se consiguen calentando el material a una temperatura ligeramente superior a la temperatura crítica (Ac3) enfriando seguidamente, bien en aire o bien en el horno, a una velocidad prevista y que varía según el acero tenga o no elementos especiales de aleación. Por encima de la temperatura de tratamiento es estable la austenita, que al enfriarse lentamente, hasta la temperatura ambiente se obtiene la estructura deseada de recocido, mezcla de ferrita y cementita, cuyas propiedades permiten que el material pueda ser trabajado en frío, bien por deformación plástica o bien mediante mecanizado con arranque de viruta. Tras el recocido, en los granos de la estructura con contenidos de carbono aproximado al 0,80% la ferrita y la cementita se asientan en láminas alternadas formando perlita.

El segundo grupo tiene para nosotros mayor interés debido a que las características mecánicas, que con ellos se consiguen en las piezas de acero templadas, son muy importantes y necesarias para garantizar el buen funcionamiento de las mismas en servicio.

El elevado incremento de la resistencia que se alcanza en el material templado sobre la del hierro, metal base de la aleación, es debido a la gran distorsión que los átomos de carbono provocan en la red del hierro alfa ($Fe\alpha$) al quedar retenidos en la solución sólida sobresaturada ($Fe\alpha + C$) = martensita; figura 1.

Si el carbono es el elemento de aleación que, potencialmente, provoca el incremento de la dureza y de

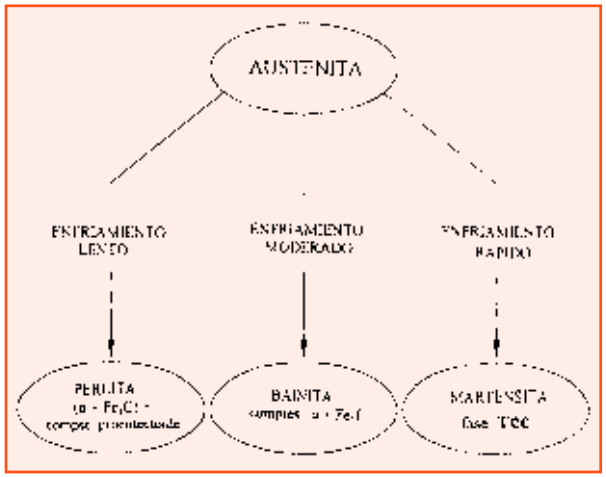


Figura 1. Transformación de la austenita en el enfriamiento. Estructuras según la velocidad de enfriamiento.

la resistencia, el tratamiento térmico de temple es el que da realidad a esa dureza y a esa resistencia. El acero templado alcanzará pues tanta mayor dureza y resistencia cuanto mayor sea su dosificación en carbono; figura 2.

Las piezas templadas, por su gran dureza, no se pueden poner directamente en servicio por estar muy tensionadas y, también, gozar de una alta fragilidad. De ahí la necesidad del revenido: tratamiento adicional del acero templado que facilita por una parte la desaparición de las tensiones, descompone la martensita y permite la precipitación de los carburos disminuyendo la distorsión de la red del hierro alfa (Feα) templado, en tanto mayor grado cuanto mayor, también, sea la temperatura y el tiempo de tratamiento. Con ello si bien reducimos la fragilidad del material, disminuimos asimismo su resistencia tanto más cuanto más intenso es el revenido.

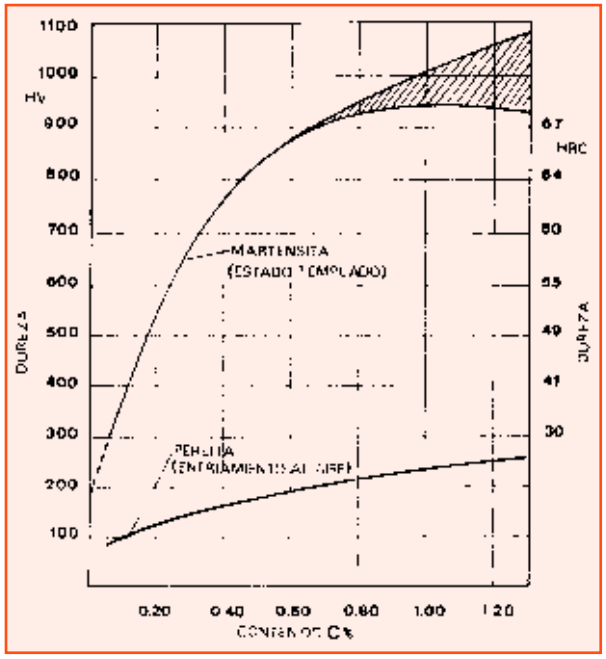


Figura 2. Dureza de la martensita y de la perlita, obtenida en el enfriamiento de un acero según su contenido en carbono. La zona rayada del diagrama, representa la influencia que tiene la austenita retenida sobre la dureza.

Por ser de mayor interés los tratamientos térmicos del grupo segundo, a ellos nos referiremos es este trabajo; especialmente, a tres modalidades de tratamiento de endurecimiento másico, con las cuales se obtienen incrementos muy notables de dureza y de resistencia en las piezas de acero; figura 3:

1. Bonificado (Temple + Revenido).
2. Temple Bainítico (Austempering).
3. Endurecimiento por precipitación.

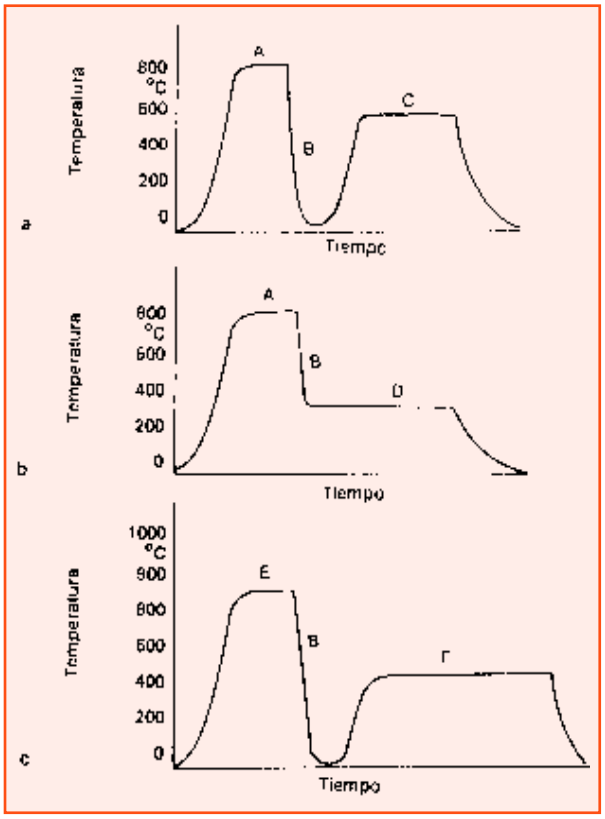


Figura 3. Esquemas de distintas formas de tratamientos térmicos másicos.
a) Bonificado (Temple + Revenido). b) Temple bainítico (Austempering). c) Endurecimiento por precipitación (Solubilización + Envejecimiento).
A = Austenización; B = Enfriamiento; C = Revenido. D = Transformación isotérmica; E = Solubilización; F = Envejecimiento.

1. BONIFICADO

El tratamiento térmico fundamental del acero, temple + revenido, tiene por ideal conseguir en toda la sección de la pieza que se trata, una estructura de temple enteramente martensítica y obtener posteriormente en el revenido una homogeneidad de estructura y, por tanto, de propiedades mecánicas deseadas. Esto se consigue fundamentalmente cuando la austenita, al enfriarse enérgicamente, alcanza la temperatura del punto Ms y se transforma por entero en martensita.

Con el **bonificado** de las piezas de acero se pretende lograr un conjunto de propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, resiliencia, fatiga, ductilidad, etc.) adecuadas al uso y empleo al que se destinan. El acero en su estructura más estable, a la temperatura ambiente, está constituido por una mezcla más o menos ordenada de carburos y ferrita. Con el temple y revenido tratamos de obtener tales constituyentes, procurando que sus partículas estén distribuidas en forma adecuada para que la estructura resultante sea la oportuna para conseguir las propiedades deseadas.

El tratamiento térmico de bonificado consta, fundamentalmente, de tres fases principales: (1) calentamiento de austenización, con temperaturas ligeramente superiores a la de los puntos críticos (Ac1/Ac3), para lograr la transformación del hierro alfa (Feα) en hierro gamma (Feγ). Este constituyente por su mayor capacidad para disolver a otros elementos, absorbe a los carburos y forma una fase homogénea de austenita. (2) Temple enérgico del material, con enfriamiento rápido de la pieza en agua o en aceite: hay una ¨congelación¨ del estado de equilibrio a alta temperatura (austenita) que persiste hasta alcanzar la temperatura del punto Ms, en que la fase de austenita inestable se transforma brusca y anisotérmicamente en martensita (solución Feα sobresaturada en carbono y demás elementos de aleación).

En la figura 4, el diagrama de enfriamiento en continuo muestra la relación que existe entre el medio de enfriamiento, las dimensiones de la pieza (diámetros) y la estructura alcanzada en un acero 42CrMo4 (F-1252). Las estructuras obtenidas con diferentes enfriamientos, se reflejan en las curvas de dureza de temple y revenido.

En el temple la velocidad de enfriamiento está influenciada por la composición química del acero, por el tamaño y dimensión de la pieza y por el grado de agitación del medio de enfriamiento. En la tabla I se expone la velocidad de enfriamiento relativa de diferentes medios refrigerantes entre 720 y 550 °C respecto al agua a 18 °C. En la tabla II se re-

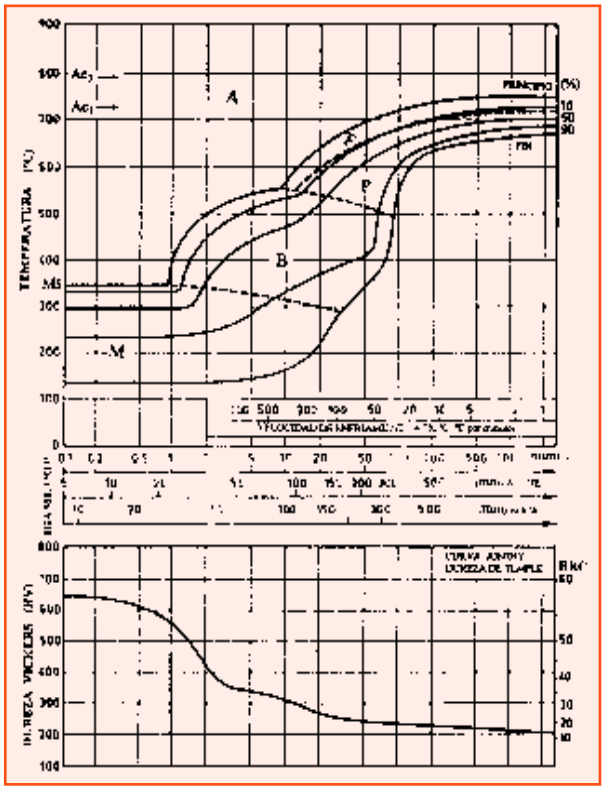


Figura 4. Diagrama de enfriamiento en continuo (TEC) de un acero 42CrMo4 (F-1252). Estructura y dureza que se obtienen según el diámetro templado.

Agua 20 °C	1,00	emulsión 10% aceite en agua	0,11
Agua 25 °C	0,72	placas de cobre	0,10
Agua 50 °C	0,17	placas de hierro	0,060
Agua + 10% NaOH	2,06	hidrógeno	0,050
Agua + 10% NaCl	1,96	aire	0,028
Aceite	0,3-0,14	vacío	0,011

Tabla I. Velocidad de enfriamiento relativa de diferentes medios.

Estado	Aire	Aceite	Agua	Solución salina
Sin agitación	0,02	0,25-0,3	0,9-1,0	2
Agitación mediana		0,4-0,5	1,4-1,5	
Agitación fuerte	0,05	0,5-0,8	1,6-2,0	
Agitación muy fuerte		0,8-1,1	4	5

Tabla II. Severidad de enfriamiento de diferentes medios.

fleja la influencia del grado de agitación del medio refrigerante en función de la severidad de enfriamiento.

La velocidad de enfriamiento se elegirá de tal forma que se obtenga, justamente, la estructura deseada de las piezas en tratamiento. Velocidades de enfriamiento innecesariamente elevadas aumentan el riesgo de eventuales grietas y distorsiones.

En el caso de piezas de difícil geometría y con grandes diferencias de sección, es conveniente si el acero lo permite, realizar el temple isotérmico: martempering. En el tratamiento de **martempering** (temple diferido o temple escalonado) las piezas, después de austenizadas, se enfrían rápidamente en un baño de sales a una temperatura constante muy próxima a la del punto Ms de su diagrama TTT correspondiente. Permanecen, en el baño isotérmico, el tiempo suficiente para que haya un equilibrio total de temperatura baño-pieza: seguidamente, se sacan del baño y se enfrían al aire ambiente donde finaliza la transformación de la austenita inestable en martensita. Con el tratamiento isotérmico de martempering se consigue una reducción importante de las tensiones de temple, una mínima distorsión y, prácticamente, nulos riesgos de agrietamiento.

La tercera y última fase del bonificado es el **revenido**. Calentamiento éste que se realiza, sobre piezas templadas a una temperatura inferior a la crítica Ac1, con el fin de conseguir modificaciones estructurales que confieren al material las características mecánicas y propiedades más convenientes para su utilización y empleo. El revenido provoca la formación de una estructura más próxima al estado de equilibrio físico-químico que la martensita obtenida en el temple.

Con el revenido de las piezas se obtiene una creciente coalescencia de los carburos, que da lugar a estructuras relativamente groseras y más blandas. Conviene, sin embargo, indicar que en ciertas condiciones puede originarse un endurecimiento por revenido, sobre todo en aquellos materiales de alta aleación, debido a un fenómeno de precipitación de carburos: dureza secundaria.

En el revenido, salvo casos particulares, lo ideal es conseguir en toda la masa del material una igualdad de propiedades mecánicas, que es inherente a la consecución de una uniformidad en la distribución de la ferrita y de los carburos. La composición química del acero, nos indica sobre la forma y extensión de cómo lograr una determinada estructura de la que dependen, asimismo, las propiedades de utilización de la pieza correspondiente.

Lo más conveniente sería alcanzar por temple una estructura esencialmente martensítica en toda la masa de la pieza, que después en el revenido origine, también, el mismo constituyente en toda su sección: martensita revenida. Está comprobado que una estructura formada, únicamente, por martensita de revenido permite la mejor solución de compromiso habida: máxima resistencia mecánica con la mínima fragilidad.

La mayoría de las piezas bonificadas, en su trabajo mecánico, han de estar sometidas a elevadas solicitaciones de compresión, flexión, torsión, tracción, etc. y es necesario, por tanto, que las características de resistencia y tenacidad –obtenidas en el bonificado– sean uniformes en toda su masa; lo que implica que el acero utilizado para ello tenga una suficiente templabilidad.

2. TEMPLE BAINÍTICO (AUSTEMPERING)

El **temple bainítico** mediante transformación isotérmica de la austenita, es el tratamiento térmico por el cual las piezas de acero, después de austenizadas, se enfrían en un baño de sales a una temperatura constante por encima de la del punto de transformación Ms del diagrama TTT del material en tratamiento: una vez sumergida la pieza en baño de enefriamiento empieza la transformación, a temperatura constante, de la austenita en bainita; figura 5.

El ciclo térmico comporta: (1) un calentamiento y tiempo de austenización; (2) un enfriamiento suficientemente rápido para evitar un principio de transformación de la austenita en la zona perlítica; (3) ya en dominio bainítico, el ciclo continúa manteniéndose la pieza correspondiente a una temperatura constante, próxima a la del punto Ms, hasta que termine la transformación de la austenita en bainita; (4) finalizado el periodo de transformación se saca la pieza del baño y sigue el enfriamiento al aire ambiente.

La temperatura de austenización es muy importe, ya que es fundamental para obtener una muy buena estructura bainítica. La temperatura del baño de ¨temple¨ es, igualmente, decisiva para conseguir altos valores de resistencia mecánica y tenacidad de las piezas correspondientes. La temperatura de transformación austenita-bainita depende de la composición química del material y, sobre todo, de diagrama TTT del acero correspondiente.

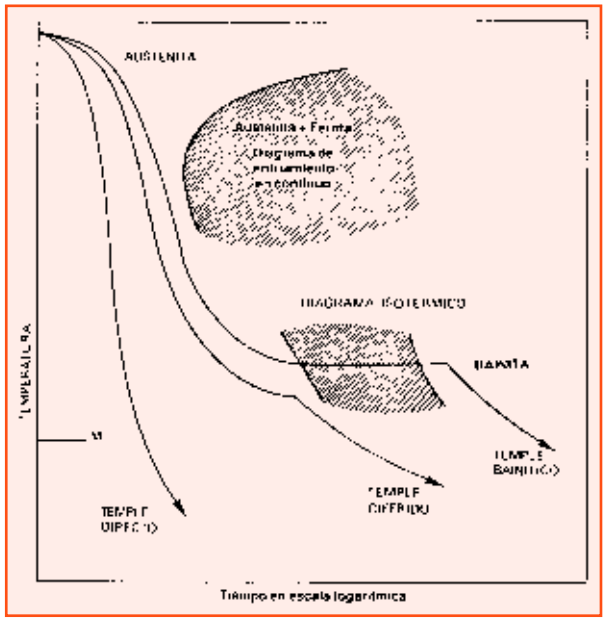


Figura 5. Curvas de enfriamiento correspondientes a tres formas de temple: (1) temple continuo; (2) temple diferido o martempering; y (3) temple bainítico o austempering.

Aunque todos los aceros se pueden templar isotérmicamente, sólo consiguen características útiles de resistencia mecánica y tenacidad aquellos aceros con carbono superior al 0,40% (C > 0,40%)

Las características mecánicas que se alcanzan en los aceros al carbono, mediante el temple bainítico, son sensiblemente menores a las que se obtienen con un buen bonificado del mismo. Salvo en aquellas piezas con espesores muy delgados: es el caso de piezas y elementos fabricados con flejes y alambres (muelles, arandelas, destornilladores, etc.); tablas III y IV.

Al elegir los aceros para el temple bainítico se ha de tener en cuenta el mayor resultado económico que se obtiene al utilizar aceros de transformación rápida austenita-bainita, ya que exigen tiempos isotérmicos muy cortos. Son aquellos aceros en cuyos diagramas TTT la curva de comienzo de transformación bainítica está situada, relativamente, cerca de su eje de ordenadas.

Son adecuados para tal fin los aceros Cr-Mo de medio y alto carbono, así como los aceros para muelles: Si-Cr y los Cr-V.

La ventaja principal que se obtiene en las piezas con temple bainítico es sus mejores características mecánicas si la comparamos con las alcanzadas en esas mismas piezas bonificadas (temple + revenido), en el intervalo de resistencia comprendido entre 140 y 190 Kgs/mm^2; ya que para tales resistencias de bonificado el revenido habría de realizarlo dentro de la zona de temperaturas de bajas resiliencias.

Pero, a nuestro juicio, quizás la mayor ventaja del uso y empleo del temple bainítico, es la mínima distorsión que se produce en las piezas. Motivo principal para que realice en piezas, órganos de máquinas y herramientas donde la deformación tolerada es mínima y la resiliencia y ductilidad exigidas son muy altas: cilindros y vástagos en aeronáutica, elementos mecánicos y herramientas de secciones delgadas donde se necesita una relativa alta dureza y una ductilidad elevada, etc..

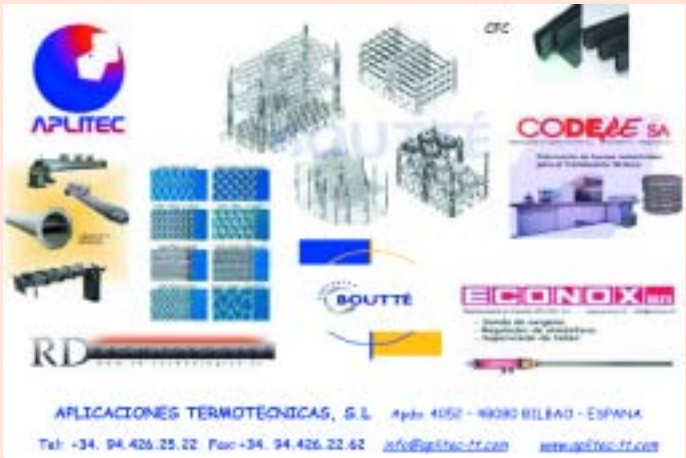
CLASE DE ACERO	TEMPERATURA Ms (°C)	Dureza (HRC) a distintas temperaturas de enfriamiento del baño isotérmico					ESPESOR (mm)
		300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	
C 35	420	–	–	–	28	–	2
C 45	350	–	50	42	33	–	3
C 67U	270	55	47	43	37	–	5
C 75U	240	57	51	45	43	–	5
C 100U	180	57	53	48	45	40	6
34Cr4	360	–	–	38	35	28	15
25CrMo4	400	–	–	33	29	25	9
42CrMo4	330	47	42	35	30	26	8
50CrV4	280	52	48	45	36	–	20
37MnSi5	320	50	46	40	34	–	8
53MnSi4	280	53	47	42	35	30	9
30SiMnCr4	380		–	38	33	26	10
71Si7	220	55	49	43	39	–	12
61CrSiV6	260	55	48	42	40	–	25

Tabla III. Ejemplo de aplicación del tratamiento de austempering en grupo muy variado de piezas según la clase de acero y dureza de las mismas.

Tabla IV. Temperatura Ms, dureza a distintas temperaturas de enfriamiento isotérmico, y espesores máximos de temple bainítico que se pueden alcanzar en un determinado grupo de aceros.

TIPO DE PIEZA	ACERO	ESPESOR (mm)	DUREZA (HRC)
Arandelas Melleville div. medidas	50CrV4	2,00 ÷ 5,00	45 ÷ 50
Arandelas elásticas div. medidas	C 60U	0,50 ÷ 2,00	42 ÷ 50
Anillos de seguridad	C70U	1,00 ÷ 3,00	44 ÷ 48
Casquillos	C 60U	1,00 ÷ 2,00	45 ÷ 50
Barras entalladas Ø	C 90U	2,00 ÷ 5,00	55 ÷ 58
Elementos de conexión rápida	C 70U	0,50 ÷ 2,00	45 ÷ 48
Elementos de fijación	67Si7	1,00 ÷ 1, 50	45 ÷ 50
Piezas de cadena	C 75U	1,00 ÷ 3,00	45 ÷ 48
Piezas para máquinas de oficina	C 75U	0,50 ÷ 2,00	40 ÷ 50
Cuchillas de cosechadoras	C 70U	2,00 ÷ 3,00	52 ÷ 55
Piezas para sierras de cadena	C 70U	1,00 ÷ 3,00	50 ÷ 55
Bisagras y herrajes especiales	C 70U	1,00 ÷ 3,00	40 ÷ 45
Cuerpo brocas especiales metal duro Ø	34CrSiMn6	12,00 ÷ 15,00	45 ÷ 50
Cuerpo brocas especiales metal duro Ø	50CrV4	12,00 ÷ 15,00	45 ÷ 50

(Continuará)


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

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

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

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

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

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

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

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

EUCON

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

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

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

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

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.
Telf. 93 246 10 00 - 93 246 16 01
E-mail: info@aymsa.com
www.aymsa.com

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

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

POLIGONO INDUSTRIAL 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

Interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

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

www.interbil.es

- Gran disponibilidad de modelos.
- 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

Tecnymat Aceros, S.L.

AFE CRONITE TECHNOLOGIES

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

AFE Cronite Technologies - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno: 945-293400 / Fax: 945-293145 - E-mail: mcg@mcg-tt.com

METALOGRÁFICA DE LEVANTE S.A.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

SERVICIO Y CALIDAD

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

S. A. METALOGRAFICA

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

NUESTROS SERVICIOS	CAPACIDADES MÁXIMAS	
- TT VACÍO DE MOLDES, MATRICES Y HERRAMIENTAS - CEMENTACIÓN Y CARBONITRURACIÓN - NITRURACIÓN - NITROVAC-S® NITROCARBURACIÓN ANTIOXIDANTE - TENIFER: NITRURACIÓN ANTIDESGASTE - TT ACERO RÁPIDO - HIPERTEMPLE - BONIFICADO, RECOCIDO Y NORMALIZADO - DUR-BRILL®: NIQUELADO DURO - OXY-VAPOR®: TT ANTICORPANTE - NORYT®: PAVONADO DURO - ANÁLISIS DE MATERIALES - ASESORAMIENTO METALÚRGICO - DURPLAN®: TEMPLE PIEZAS PLANAS	- TEMPLE EN VACÍO	ø 1500 x 2000 mm (Moldes hasta 2000 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

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

EMPLEO

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

Disponibilidad total para viajar.

Interesados contactar:
benarrochjr@hotmail.com

INDICE de ANUNCIANTES

AFE CRONITE 15

APLITEC 9

ARROLA . . . . . PORTADA

BAUTERMIC 25

CURSO C.S.I.C. 7

ENTESIS 11

EUCON . . . . . Contraportada 4

HERAEUS 13

HORNOS DEL VALLÉS 17

HORNOS INDUSTRIALES PUJOL . Contraportada 2

IDINOVA 11

INSTRUMENTOS TESTO 23

INTERBIL 3

KANTHAL 19

LIBRO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS 27

REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3

TECNYMAT 21

TRANSAL 08 5

Próximo número

JUNIO

Nº especial IBEROAMÉRICA. Gases especiales. Elementos y útiles para hornos.
Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua.
Sales. Utillajes. Recambios.