DISEÑANDO Y FABRICANDO
HORNOS Y ESTUFAS
INDUSTRIALES
DESDE 1945

HORNOS ALFERIEFF

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

CONSTRUYENDO FUTURO

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

HORNOS ALFERIEFF® HEA

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

TRATER PRESS · JUNIO 2011 • Nº 23

TRATER Press
JUNIO 2011 · Nº 23
REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO
www.pedeca.es

SOLO Switzerland

Instalaciones de tratamientos térmicos

Hornos continuos con atmósfera controlada

Visítenos en la feria
Thermprocess
Düsseldorf, Germany
28.06 - 02.07.2011
en el stand 9A52

THERM PROCESS

SOLO Swiss Group
www.soloswiss.es

SOLO — Instalaciones de tratamiento térmico
www.soloswiss.com

Thermic Service — Mantenimiento
www.thermic-service.com

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

AXRON Swiss Technology — Control de procesos
www.axron.com

Es el momento de avanzar

27 - 30 SEPTIEMBRE 2011

Cumbre 2011

Con Francia como País de Honor

- Amplios programas para reconocer las oportunidades de negocio en Francia.
- Agenda de entrevistas con fabricantes franceses.

Y nuevas herramientas promocionales para rentabilizar su participación

- Áreas de nuevos proyectos y negocios.
- Jornadas de diversificación de actividad.
- Catálogo On-line.
- Business Meetings.
- Difusión de novedades.
- Campaña de visitantes y delegaciones extranjeras.

Aproveche las ventajosas condiciones económicas por inscribirse ahora

trasmet 11 CUMBRE

automatización 11 CUMBRE

subcontratación 11 CUMBRE

BILBAO EXHIBITION CENTRE
P.O. Box: 468
48080 BILBAO
Tel.: (+34) 94 404 00 78 / 93
Fax: (+34) 94 404 00 01
E-mail: cumbre@bec.eu
www.bilbaoexhibitioncentre.com

BEC! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

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

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

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

PEDECA *Press* Publicaciones

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

Nuestra Portada

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

SOLO Swiss Group
PO BOX 7127
CH-2500 BIENNE
Switzerland
Tel: +41 32 465 96 00
Fax: +41 32 465 96 77
e-mail : mail@soloswiss.com
www.soloswiss.com

Sumario • Junio 2011 - Nº 23

Editorial 2

Noticias 4

Las cámaras termográficas Testo bajan de precio • HALCON 10 • Nuevo Departamento de Proyectos de SODECA • Bono de Ecoinnovación para las Pymes del Metal Valenciano • 27ª edición de la BIEMH en BEC.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 8
- Cumbre 2011, más que una feria 10
- Clausura de HANNOVER MESSE 2011 12
- Libro "Tratamientos Térmicos de los Materiales Metálicos". Vol. 2. Aceros de construcción mecánica y su tratamiento térmico. Aceros inoxidables - *Por Jordi Tartera* 14
- Resumen presentación Escola Treball - *Por Joan Martínez Arcas y Javier Ardanuy Navajo* 16
- IX Promoción del Aula Aeronáutica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao 18
- Libro "Ingeniería de refractarios. Materiales - Diseño - Construcción" 22
- Reguladores de potencia THYRITOP 30-3A - *Por Entesis* 26
- Crecimiento sostenido en el 1er trimestre de 2011 - *Por Air Liquide* 28
- La multinacional finlandesa RUUKKI apuesta por Vitoria 30
- Cámaras termográficas Testo 31
- Extremadura está preparada para innovar en el sector siderúrgico 32
- El Metal valenciano mejora su actividad - *Por FEMEVAL* 33
- Fatiga isotérmica de aceros para herramientas de trabajo en caliente - *Por A. Mateo, B. Casas, J. Mir, S. Molas y L. Llanes* 36

Guía de compras 45

Indice de Anunciantes 48

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

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

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

Redactor honorífico: José María Palacios

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

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

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

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

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

Asociación colaboradora
ASAMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

Ya estamos en verano y casi sin darnos cuenta ha trascurrido medio año. Medio año, que aunque se está trabajando algo más y mejor que los dos años anteriores, tampoco es para grandes alegrías. Pero no desesperemos, todo llegará.

El evento del sector en España es la Cumbre Industrial que se celebra del 27 al 30 de septiembre en Bilbao, dentro de las instalaciones de **BEC**.

En el último comunicado de prensa, más de 300 firmas han confirmado su participación.

Sectores como la automoción, ferroviario, aeronáutico, eólico, máquina-herramienta, electrodoméstico, herramienta eléctrica, naval y fundición dependen mucho del tratamiento térmico.

Allí vamos a estar con un stand dentro de la zona **FEAF** (Federación Española de Asociaciones de Fundidores).

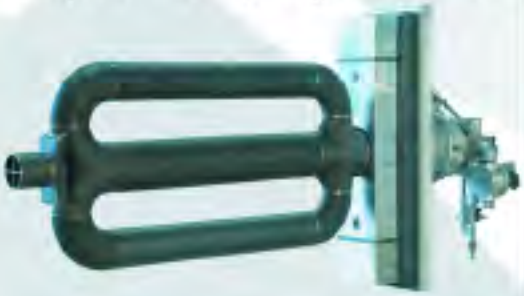
Es un número importante y durante todo este mes de julio pueden enviarnos noticias y reservar su espacio publicitario, ya que la revista se distribuirá gratuitamente a expositores y visitantes.

Mientras tanto, que tengan un buen verano.

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales

Quemadores
recuperativos y regenerativos



Reguladores de Potencia
a Tyristores:

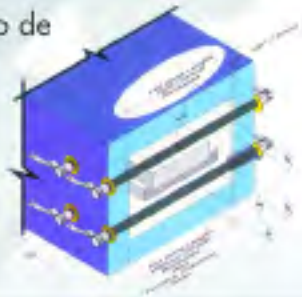
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

SGS

www.interbil.es

Las cámaras termográficas Testo bajan de precio

Desde el pasado 16 de Mayo, el prestigioso fabricante alemán, Instrumentos Testo, baja sensiblemente el precio de toda su gama de cámaras termográficas, llegando hasta un descenso del 25%, según el modelo.

Con los nuevos precios, Testo ofrece una mejor relación calidad/precio en todas sus cámaras, lo que permite una amortización más rápida frente al ahorro en tareas de mantenimiento.

En este momento, el acceso a la termografía Testo se inicia con la testo 875-1, con matriz de 160 x 120 sensores y resolución térmica de 80 mK a un precio de 2.525,00 €. Para las aplicaciones más exigentes, la testo 882 con matriz de 320 x 240 sensores, resolución térmica de 60 mK y por un precio de 6.315,00 €, muestra un alto nivel de detalle y contraste a cualquier distancia.

Las aplicaciones típicas de la termografía son el mantenimiento preventivo de sistemas eléctricos y mecánicos, la localización de fugas de agua, la energía solar fotovoltaica, la eficiencia energética en edificación, etc.

Actualmente, Testo tiene en marcha una promoción especial para la realización de auditorías energéticas en edificación, en la cual, al adquirir una testo 882 o una testo 876 PRO, el cliente obtiene gratuitamente un instrumento multifunción para la medición de la transmitancia térmica.

Info 1

HALCON 10

MVTec presenta una nueva versión de HALCON, el entorno de programación para el desarrollo de aplicaciones de visión más extendido a nivel mundial. La flexibilidad de HALCON permite un rápido desarrollo de aplicaciones a un coste reducido. De la misma forma, al ser un entorno fácilmente configurable, permite dar solución tanto a necesidades de visión industrial, como de procesado de imagen.

HALCON proporciona soluciones de altas prestaciones, siendo completamente funcional tanto en avanzadas plataformas Multi-Core como en distintos formatos de hardware de proceso, permitiendo incluso la utilización de HALCON en cámaras inteligentes sin la necesidad de utilizar un PC como unidad de proceso. Debido a la diversidad de sus librerías, que incluyen más de 1.600 funciones de procesamiento de imagen, se pueden realizar aplicaciones de visión para el análisis morfológico de objetos, reconocimiento de patrones, códigos de barra/matriz, OCR, aplicaciones de clasificación de color así como una amplia librería de análisis para aplicaciones en 3D.

El software de visión HALCON de MVTEC proporciona un nue-

vo driver que permite la captura de forma directa con estas cámaras.

Info 2

Nuevo Departamento de Proyectos de SODECA

La compañía SODECA referente en el mercado español de la ventilación anuncia la ampliación de su estructura técnico comercial, con la creación del Departamento de Proyectos, destinado a facilitar el asesoramiento y asistencia técnica a los clientes, desde la fase de diseño hasta la fase de puesta en marcha de sus instalaciones de ventilación.

Las normativas y técnicas de ventilación tanto en nuestro país como en otros países de Europa, están evolucionando de forma rápida y continua y con ellas el mercado, hacia soluciones que aporten mejores prestaciones, mayor grado de seguridad y mayor eficiencia energética.

Consciente de ello SODECA continua preparándose intensamente para continuar a la vanguardia en el dominio normativo y técni-

Hornos para tratamientos de temple en vacío

Hornos para tratamientos de soldadura y sinterización en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos a baja presión

Líneas automatizadas para tratamientos en atmósfera controlada

Hornos de pote de nitruración, nitrocarburación y preoxidación

Hornos de pre-calentamiento de matrices en atmósfera protectora

REPRESENTANTE EN ESPAÑA:

SUNTEC
Maquinaria Técnica S.L.

Suntec Maquinaria Técnica S.L.
Av. Castilla, 32 Nave-52
28830 San Fernando de Henares (Madrid)
Telf: 91 677 77 34 Fax: 91 677 88 90
comercial@suntecmt.com
www.suntecmt.com

co de los sistemas de ventilación, encabezando los avances tecnológicos que tienen lugar de forma continua, tanto a nivel nacional como internacional.

SODECA continúa apostado por el desarrollo de los sistemas más avanzados y que aporten a las instalaciones un mayor grado de seguridad y confort para sus usuarios finales, así como un mayor ahorro energético.

Info 3

Bono de Ecoinnovación para las Pymes del Metal Valenciano

La Consellería de Industria, Comercio e Innovación y el Instituto Tecnológico Metalmecánico (AIMME) han lanzado una convocatoria piloto de bonos de ecoinnovación, que favorecerán la innovación ecológica y la eficiencia de los recursos de las pymes industriales de la Comunitat Valenciana.

Mediante este acuerdo, la Consellería destinará un total de 250.000 euros para poner en marcha el proyecto europeo REMake que, en colaboración con AIMME, permitirá impulsar procesos industriales económica y ecológicamente sostenibles, el uso de materiales reciclados o renovables e incrementar la aplicación de la innovación en aspectos técnicos y de gestión en las empresas.

Para ello, y a través del Instituto Tecnológico, se concederá a un total de 25 pymes industriales unos bonos de innovación ecológica, por un valor máximo de 10.000 euros cada uno. La Comisión Europea contribuirá con un 50% del coste de los bonos (125.000 euros) con cargo al proyecto REMake, mientras que la Conselleria aportará el restante 50%.

Las empresas podrán canjear estos bonos de ecoinnovación para aplicar el ecodiseño en el desarrollo de sus productos, fomentar el ahorro y la eficiencia energética, introducir tecnologías de sostenibilidad y medioambiente, y para solicitar asistencia tecnológica en la mejora de sus procesos productivos.

Las Pymes de las áreas dedicadas a productos metálicos, plásticos, de tratamiento de superficies, industria mecánica y equipos electrónicos y eléctricos son las destinatarias de estas ayudas.

Según apunta el director general de AIMME, Salvador Bresó, “este proyecto supone un paso más en el camino hacia la sostenibilidad de nuestro sector, y se configura como un factor decisivo para garantizar su ventaja competitiva en unos mercados cada vez más exigentes y comprometidos con su entorno”.

Info 4

27ª edición de la BIEMH en BEC

La Bienal Española de Máquina-Herramienta cumplirá su vigésimo séptima edición los días 28 de mayo a 2 de junio, fecha en la que sus coorganizadores – la Asociación Española de Fabricantes de Máquina-Herramienta y Bilbao Exhibition Centre- reunirán de nuevo las últimas innovaciones y desarrollos en máquinas y tecnologías de fabricación en el recinto ferial vasco.

Gracias a una sólida trayectoria como exposición pionera de carácter monográfico dedicada al sector de máquina-herramienta, la BIEMH es hoy la tercera feria más importante de Europa en su especialidad.

Los sectores que conforman la muestra son los de máquinas-herramienta (por arranque y deformación), otras máquinas (soldadura, oxicorte y tratamiento de superficies), herramientas para máquinas-herramienta, piezas, componentes y accesorios, automatización de los sistemas de producción, metrología y control de calidad y servicios.

En 2010 participaron en el certamen un total de 1.085 fabricantes internacionales, importadores y distribuidores, y 35.263 visitantes procedentes de un conjunto de 54 países, muchos de ellos mercados estratégicos e importantes consumidores de máquina-herramienta como Portugal, Francia, Alemania, Turquía y Suiza, en Europa, así como de India, Argentina, Rusia, Brasil, Magreb, Chile, Israel, China y México. Estos parámetros reafirmaron el liderazgo y la calidad de BIEMH, en correspondencia con el esfuerzo comercial y económico llevado a cabo por la organización de esta cita industrial, en un año decisivo para el desarrollo de operaciones empresariales.

Info 5

Hornos de doble cámara con enfriamiento a gas o en aceite.
Hornos de temple de alta presión – 25bar helio.
Cementación en vacío FineCarb®, Sistema Modular Rotativo.
Hornos de revenido con retorta y opción de nitruración gaseosa ZeroFlow®.
Aplicación especial, 10^{-7} mbar, 2300°C.
Temple a alta presión / Hornos de alto vacío verticales y horizontales.
Sinterizado en vacío.
Turbina de gas / Componente del recubrimiento del sistema de sinterizado.
Repuestos, reparaciones y modernizaciones.

SECO/WARWICK

EQUIPO DE TRATAMIENTO TERMICO EN VACIO

SECO/WARWICK S.A.
ul. Sobieskiego 8, 66-200 Swiebodzin Poland
Tel: +48 68 3820 501; Tel: +48 68 3820 598; Fax: +48 68 3820 555
info@secowarwick.com.pl vacuum@secowarwick.com.pl www.secowarwick.com.pl

Persona de contacto: Bakarne Egiguren Sorauzo
ARROLA HORNOS Y SERVICIOS, S.L.L.
Polígono Industrial Argixao, 60; E 20700 - Zumarraga (Gipuzkoa) Spain
Tel. (+34) 943 725 271; Fax (+34) 943 725 634
info@arrola.es www.arrola.es

NOSOTROS VEMOS SUS NECESIDADES EN TRATAMIENTO TERMICO

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

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 el proceso de Revenidos, y que en el caso de estos aceros (H-13) hablaremos de REVENIDOS, es decir (como decíamos en la revista anterior, Nº 22) elegiremos la temperatura según la dureza elegida de la curva de revenido del acero en cuestión.

A continuación procederemos a un segundo revenido y a temperatura 50 °C más baja del primero. El proceso prácticamente quedaría finalizado, siempre y cuando hallamos obtenido en el primer revenido la dureza deseada.

Técnicamente este fenómeno que como ya sabemos denominamos de "Endurecimiento secundario", tiene la siguiente explicación:

"Para eliminar todo resto de martensita sin templar producida por austenita residual del enfriamiento, y para conseguir una mejor estabilidad dimensional y máxima resistencia, se deben aplicar por lo menos dos tratamientos de revenido, o mejor tres".

Una práctica utilizada con excelentes resultados es la siguiente:

1º Revenido: Tª 550 °C con un tiempo mínimo a Tª de dos horas.

2º Tª que indicará la curva de Revenido en función de la dureza que deseamos. Tiempo mínimo de dos horas a Tª la masa.

3º La temperatura corresponderá a 50 °C por debajo de la del segundo Revenido.

El tercer revenido, tiene como finalidad eliminar las tensiones provocadas por las transformaciones producidas en el segundo.

Los enfriamientos deben ser siempre al aire con ligera ventilación y hasta la temperatura ambiente .

Nota importante: LAS TEMPERATURAS COMPRENDIDAS ENTRE 400 Y 500 °C NO DEBEN UTILIZARSE PARA REVENIR DEBIDO A UNA FUERTE DISMINUCIÓN DE LA TENACIDAD EN ESTA ZONA.

En la próxima revista iniciaremos la buena práctica de los precalentamientos de los moldes antes de ser utilizados en producción.

Tras nuestro cierre de la actividad de automoción, ponemos varios hornos a la venta

Los hornos que tenemos a la venta son:

Nº MÁQ.	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	POTENCIA	AÑO de COMPRA
MQ620102	HORNO DE CEMENTACIÓN	G-12 GUINEA	CNGH-E2	85,0 KW	1998
MQ620105	HORNO DE CEMENTACIÓN	G-14 GUINEA	CNGH-E2	85,0 KW	1998
MQ620201	HORNO DE CEMENTACIÓN	IPSEN	TQF-4(5)EM	74,0 KW	1991
MQ620202	HORNO DE CEMENTACIÓN	TEM CIEFFE	LLF 4/E-P		2002
MQ624301	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	HHVF	55,0 KW	1998
MQ624302	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	HHVF	55,0 KW	1998
MQ625201	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	SNK-2		1998
MQ625501	HORNO DE SOLERA	ALFERIEFF	SG-50	50,0 KW	1998
MQ625502	HORNO DE SOLERA	GUINEA	SG-55	55,0 KW	1998
MQ625504	HORNO DE SOLERA	AICHELIN	AICHELIN		2004
MQ627003	HORNO NITRURACIÓN	GUINEA	BN-5-2	30,0 KW	
MQ628201	HORNO DE REVENIDO	GUINEA	CN GH2-BNS	30,0 KW	
MQ628202	HORNO DE REVENIDO	S.F.B.			2004
MQ624701	HORNO DE REVENIDO	IWK (ENCASQUILLADO)			

MQ625504 - HORNO DE SOLERA AICHELIN: El horno solero AICHELIN tiene sistema automático de carga y 24 sectores giratorios. Año 2004.

MQ620202 - HORNO DE CEMENTACIÓN CIEFFE / LLF 4/E-P: El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 2002.

MQ620201 HORNO DE CEMENTACIÓN IPSEN / TQF-4(5)EM. El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 1991.

MQ620102 / 05 HORNO DE CEMENTACIÓN GUINEA12 y 14 CNGH-E2. El tipo de calentamiento es eléctrico y con resistencias. Año 1998.

MP Componentes Mecánicos

Pol. Ind. Calonge, C/ Metalurgia, 5. 41007 Sevilla

Carmen Quintero Calderón

CQC@mpcorporacion.com

Cumbre 2011, más que una feria

La Cumbre Industrial y Tecnológica se presentará el próximo mes de septiembre como un foro de negocios de alto valor añadido. Para ello, su equipo organizador ha elaborado un diseño que está marcado por las nuevas iniciativas como la figura del país de honor, el área de innovación, las jornadas sobre diversificación, el catálogo-guía para compradores en la web, las herramientas de promoción para expositores y aplicaciones online dedicadas a la concertación de agendas.

La política de precios favorable presentada en la actual campaña y la colaboración de contratistas y compradores estratégicos -Aernnova, Daewoo, Danobat, Hiriko, Inmotec, Irizar, Itp, La Naval, Michelín, Peddinghaus, Sener y Tubos Reunidos, entre otros- completarán el perfil del certamen, que quiere ofrecer a las empresas un punto de encuentro rentable, ajustado a sus necesidades actuales.

Las tres grandes áreas que agruparán la oferta de la Cumbre serán las de Subcontratación, Automatización y Trasmet, esta última relacionada con la maquinaria y el suministro para siderurgia, fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies.

FRANCIA, PAÍS DE HONOR

En 2011, la Cumbre contará con un nuevo espacio dedicado a la presencia destacada de un país, figura que en su primera edición representará Francia. El país galo ha sido elegido por los organizadores del certamen por el importante volumen de negocio que genera en el mercado nacional. Así, sus empresas constituirán uno de los principales grupos de expositores y visitantes extranjeros del certamen, gracias al trabajo que están desarrollando Ubifrance, las Cámaras de Comercio y Asociaciones Sectoriales francesas, el Consulado de Bilbao, ICEX y el propio Bilbao Exhibition Centre.

Los esfuerzos por coordinar una delegación francesa de compradores y contratistas avanzan a buen ritmo y ya son más de 70 los que han confirmado su interés en visitar la Cumbre en su búsqueda de nuevos proveedores. Entre los sectores de procedencia de los delegados predominarán el aeronáutico y el aeroespacial, si bien también habrá profesionales fabricantes de maquinaria, del ámbito ferroviario, eólico, fotovoltaico y de automoción, principalmente.

Las oportunidades que ofrece el mercado francés serán analizadas en distintas conferencias y mesas redondas, con títulos para el análisis y debate como “La demanda francesa de subcontratación industrial”, “La subcontratación industrial de 2012 a 2020”, o “Cómo entrar y consolidarse en el mercado francés”. Esta programación especial incluirá, además, la celebración del “Día de Francia” durante la tercera jornada de certamen, la organización de agendas de entrevistas a todos los participantes y, en los meses de junio y julio, presentaciones en la Embajada Francesa de Madrid y la Embajada Española de París.

30 AÑOS AL SERVICIO DE LA SUBCONTRATACIÓN

En 2011 Subcontratación cumplirá 30 años como única feria internacional en su especialidad en nuestro país. A lo largo de este tiempo, el certamen ha querido dar respuesta al sector de la subcontratación industrial, facilitando una herramienta eficaz a las pequeñas y medianas empresas para la promoción de sus actividades y el intercambio informativo, técnico y comercial. Para reforzar este objetivo, en su 15ª edición la Feria contará con dos elementos muy destacados: el área de nuevos proyectos y las agendas de entrevistas contratista/subcontratista.

En efecto, el área de nuevos proyectos ofrecerá a empresas fabricantes, procedentes de sectores no tan habituales en subcontratación, la posibilidad de presentar sus novedades en la exposición. De este modo, los subcontratistas podrán conocer de primera mano las necesidades y objetivos de los fabricantes de aquellos ámbitos más innovadores. Hasta el momento está confirmada la participación del helicóptero Fandango de BHR, la moto GP de Inmotec y el coche eléctrico de Hiriko.

OTRAS ACTIVIDADES PARALELAS

Por primera vez, la Cumbre Industrial y Tecnológica contará con un espacio específico en el propio pabellón donde se llevarán a cabo las jornadas técnicas y actividades de interés para expositores y visitantes.

Entre otras cabría mencionar el "Día de la PYME del mecanizado", en el que ASPROMEC (Asociación de Profesionales para la Competitividad del Mecanizado) organizará un encuentro empresarial de envergadura, las Jornadas de Innovación y Tecnología a cargo de IK4, Tecnalia, Spri y Gobierno Vasco, la presentación de los Programas de Apoyo a la Internacionalización de ICEX y el VII Fórum Técnico Internacional de Fundición, del Instituto de Fundición TABIRA-Centro de Fundición AZTERLAN.

Asimismo, en las Jornadas sobre Diversificación Sectorial, dirigidas específicamente a subcontratistas, el Consejo Superior de Cámaras expondrá las razones y claves para la diversificación, oportunidades en sectores emergentes y productos en base a las tecnologías de fabricación.

Clausura de HANNOVER MESSE 2011

Con el mejor balance de los últimos diez años, HANNOVER MESSE 2011, el mayor evento tecnológico mundial, cerró sus puertas el viernes pasado. "La industria ha cargado nuevas fuerzas en Hannóver para pisar el acelerador coyuntural", dijo Wolfram von Fritsch, presidente de la junta directiva de Deutsche Messe AG el viernes en Hannóver. "La alta velocidad del motor coyuntural de la industria ha aumentado todavía más en esta edición de HANNOVER MESSE." Más de 6.500 empresas procedentes de 65 países se presentaron en Hannóver.

Ante los pronósticos coyunturales positivos, las firmas expositoras habían acudido a la ciudad ferial con grandes expectativas. Von Fritsch afirmó: "HANNOVER MESSE ha superado estas expectativas gracias a una acertada selección de temas con más de 5.000 innovaciones presentadas y un mayor grado de internacionalidad."

La sección "Smart Efficiency" de HANNOVER MESSE 2011 constituyó el hilo conductor que atravesó todas las presentaciones de las empresas, plasmándose además en las charlas y foros. "Los más de 60 foros contaron con una participación récord, superándose las cifras de 2009 en un 30 por ciento." Con ello HANNOVER MESSE ha consolidado su posición como primera plataforma para la transferencia de know-how y de conocimiento tecnológico."

Se ha registrado un interés especialmente fuerte en los temas relacionados con la energía y la automatización. "El tema central de estos días ha sido la combinación adecuada de soluciones, es decir el "mix" energético del futuro, pero también el uso eficiente de la energía. El mensaje transmitido por HANNOVER MESSE es: La reducción del consumo se realiza más rápidamente que la construcción de nuevas centrales.

HANNOVER MESSE ha demostrado que la industria ya ofrece actualmente tecnologías eficientes: sólo hace falta emplearlas. Según los expertos, el potencial de ahorro energético corresponde a un 30 por ciento", dijo von Fritsch. En esta edición de HANNOVER MESSE se ha podido comprobar que todos los sectores centrales de la feria se han beneficiado de la consecuente ampliación del tema energético en los últimos años.

De cara al próximo año, von Fritsch anunció la ampliación de la presentación especial Metropolitan Solutions, estrenada en 2011. "La acogida de Metropolitan Solutions ha sido impresionante. El tema de la urbanización ha generado una dinámica increíble. La industria ofrece ya actualmente un gran número de respuestas concretas a las cuestiones candentes de la urbanización, y HANNOVER MESSE ha sido la mejor plataforma para presentar el tema."

Por otra parte, el abanico temático de HANNOVER MESSE se verá completado en 2012 por una nueva feria clave. "Con IndustrialGreenTec vamos a brindar una plataforma única para las tecnologías del medio ambiente. La oferta de IndustrialGreenTec girará en torno a las soluciones industriales para la economía circular, la eliminación de residuos, así

como la limpieza del aire y del agua, para su uso a lo largo de toda la cadena de creación de valor industrial. El lema de la nueva feria clave será: "De la industria para la industria", añadió von Fritsch.

En total acudieron más de 230.000 visitantes a HANNOVER MESSE 2011, lo que corresponde a un aumento de entre un diez y un quince por ciento, comparado con el ejercicio 2009. Unos 60.000 visitantes, el 33 por ciento más que en 2009, eran de procedencia extranjera.

"Los visitantes extranjeros de este año llenan por sí solos 150 aviones de gran capacidad", explicó von Fritsch. "El número de visitantes de todos los países ha sido mayor y todas las secciones de la feria se han beneficiado de este incremento." Uno de cada tres visitantes pertenecía al nivel de alto ejecutivo de su empresa, situándose esta cifra en un 20 por ciento por encima de la proporción anterior.

La canciller alemana Angela Merkel y el primer ministro francés Francois Fillon, inauguraron HANNOVER MESSE 2011 el 3 de abril en Hannóver en presencia de 2.400 invitados. La feria contó también con la visita de 120 delegaciones politico-económicas internacionales.

"El País Asociado Francia se presentó como nación industrial con fuerte potencial innovador y buen socio de la economía alemana," dijo von Fritsch.

TRATER Press

Suscripción anual 2011
6 números
90 euros

pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126

SOLUCIÓN C+R

AHORRE DINERO PROTEGIENDO EL MEDIO AMBIENTE

FUCHS LUBRICANTES ha desarrollado el proceso Clean and Recover que recupera y reutiliza los aceites puros empleados en las operaciones de temple, mecanizado, rectificado, estampación, etc.

La **Solución C+R** permite conseguir reducciones en el consumo de aceites superiores al 60%, con todas las ventajas medioambientales, productivas y de costes que ello representa.

Consúltenos

FUCHS

FUCHS LUBRICANTES, S.A.U.
c/ Ferralla nº 27. Pol. Ind. San Vicente. 08755 Castellbisbal
Tlf. +34 93 773 02 67
www.fuchs.es
fuchs.solutions@fuchs-oil.com

Libro Tratamientos Térmicos de los Materiales Metálicos. Vol. 2. Aceros de construcción mecánica y su tratamiento térmico. Aceros inoxidables

Por Jordi Tartera

Hace dos años apareció el primer volumen de TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS que abordaba "Los Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros". Obra de Manuel Antonio Martínez Baena y del desaparecido José María Palacios Reparaz. Recientemente se ha presentado el segundo volumen titulado "Aceros de construcción mecánica y su tratamiento térmico. Aceros inoxidables". En él se actualizan de una manera clara, concisa y, esencialmente, práctica los conocimientos sobre los aceros finos de construcción mecánica y los aceros inoxidables.

El libro está dividido en dos partes. La primera está dedicada a los aceros de construcción al carbono y aleados, los aceros de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y los de maquinabilidad mejorada, los microaleados, los de deformación y extrusión en frío y los aceros de rodamientos.

En el capítulo correspondiente a los aceros al carbono se detallan los distintos tratamientos másicos y superficiales usuales para este tipo de aceros, con especial atención a las distorsiones en el temple y las particularidades de los aceros calibrados y a los alambres y flejes fabricados con estos aceros. Para los aceros aleados se insiste en su templabilidad y en los métodos de determinarla, así como los criterios de selección de los aceros de media y alta resistencia.

La cementación y la nitruración son tratadas en profundidad. El control del tamaño de grano y las deformaciones son claves en los aceros de cementación, por lo que deben conocerse a fondo los tratamientos previos y posteriores a la cementación, entre los que se subraya el tratamiento subcero para eliminar la austenita retenida. En el caso de la nitruración se destacan sus características de dureza a alta temperatura, resistencia al desgaste y a la fatiga, y resistencia a la corrosión.

Si en los aceros para muelles es importante la templabilidad y el estado superficial, en los de fácil maquinabilidad y maquinabilidad mejorada son la presencia de inclusiones y el grado de desoxidación las pautas que marcan su calidad, por lo que son tratados en profundidad. Lo mismo ocurre con la maquinabilidad y los mecanismos de desgaste que son descritos con todo lujo de detalles.

Las ventajas del menor coste y mejor maquinabilidad de los aceros microaleados, junto a la sustitución del clásico temple y revenido por tratamientos termomecánicos, explican el auge que han experimentado estos aceros. Sus características mecánicas, así como su soldabilidad exigen un adecuado control de su composición y características.

En las características y propiedades fundamentales de los aceros para deformación y extrusión en frío, el efecto de las inclusiones no metálicas y los elementos residuales es notable. Lo mismo puede

decirse para los aceros al boro para tornillería cuyo mecanismo de temple y su evaluación es peculiar.

Los aceros para rodamientos que constituyen una categoría aparte entre los aceros finos de construcción mecánica son el tema del último capítulo de la primera parte del libro. La mecánica de los rodamientos exige unas características metalúrgicas especiales, entre las que destacan una cuidada elaboración del acero y un esmerado tratamiento de recocido.

La segunda parte del libro se ocupa, en tres capítulos de los aceros inoxidables, de su comportamiento frente a la corrosión y de los aceros maraging. Las distintas familias de aceros inoxidables son descritas con precisión, incidiendo en la soldadura y la soldabilidad, así como en los tratamientos térmicos adecuados para evitar los problemas de precipitación de fases intersiticiales causantes de la corrosión.

A la corrosión va dedicado un capítulo entero en el que se examinan los distintos tipos de corrosión, con una excelente presentación gráfica, y los mecanismos por los que se produce. La pasividad de los aceros inoxidables y el efecto de los elementos de aleación explican el mejor comportamiento de este tipo de aceros, aunque deben tenerse en cuenta las uniones soldadas.

Finalmente, se examinan los aceros maraging cuyo particular tratamiento térmico les confiere las elevadas características mecánicas que presentan. La soldadura y el mecanizado y el comportamiento frente a la corrosión de éste, completan el capítulo.

Nos encontramos frente a un libro importante en el que el autor ha empleado un lenguaje asequible para quienes quieren iniciarse en el campo de los aceros, como para aquellos profesionales que sigan teniendo la inquietud de refrescar conceptos que quizá habían olvidado y quieran aprender cosas nuevas sobre los aceros. Esto es lo que me ha pasado con la lectura amena y apasionante de los "Aceros de construcción mecánica y su tratamiento térmico. Aceros Inoxidables", segundo volumen de TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS.

Resumen presentación Escola Treball

Por Joan Martínez Arcas y Javier Ardanuy Navajo

Durante el pasado 10 de febrero dentro del marco de las XVIII Jornadas Técnicas de la Escola del Treball, Joan Martínez Arcas (Asesor de materiales y tratamientos I+D) y Javier Ardanuy Navajo (Técnico especialista en materiales metálicos, tratamientos y recubrimientos) expusieron una presentación titulada "Análisis de fallos; medios y procedimientos" donde se quería dar a conocer al público reunido, el proceso seguido por la Fundación privada ASCAMM para realizar los diferentes análisis.

Desde el laboratorio metalúrgico de ASCAMM se realizan anualmente diferentes casos de análisis de fallos, tanto para la industria como para uso interno. Estos ensayos se realizan habitualmente a elementos donde se presenta algún tipo de fallo como por ejemplo fatiga, fractura, desgaste o rotura y que ha reducido su vida útil.

Debido a la amplia gama de materiales en el mercado, así como la entrada en éste de países como China, se ha aumentado el nivel de confusión a la hora de elegir el material apropiado para cada aplicación, como también el saber la calidad exacta de cada material comprado al extranjero. Esto lleva a un aumento de fallo en los materiales y a una vida más corta de la herramienta. ASCAMM presenta en estas jornadas una guía útil de pasos a seguir para la realización de estos análisis.

El primer punto que se quiso dejar claro es que muchas veces no es necesario recurrir al análisis "micro", ya que los recursos posibles "macro" nos pueden ayudar a encontrar el fallo y sus causas. Se podrían ahorrar esfuerzos si muchas de las muestras se revisaran previamente.

Posteriormente, durante la presentación se dieron a conocer los sistemas micro más comunes en los laboratorios de análisis metalográfico.

Sistemas como el microscopio óptico, el espectómetro, SEM, EDX, dureza, máquina universal de tracción-compresión fueron mostrados a los presentes, así como el principio del funcionamiento. Posteriormente se dieron a conocer tres casos prácticos realizados por la Fundación privada ASCAMM en sus instalaciones.

Como todos los años, las Jornadas Técnicas fueron un éxito de asistencia así como un placer asistir a ellas.

ACEITES MINERALES, SINTÉTICOS Y POLÍMEROS DE TEMPLE E INHIBIDORES DE CORROSIÓN. AGENTES LIMPIADORES Y DESENGRASANTES.

FLUIDOS DE TEMPLE DE ALTO RENDIMIENTO

- Aplicación a una gran variedad de calidades de aceros y dimensiones y geometrías de piezas.
- Baja viscosidad y por tanto mínimo arrastre/consumo.
- Fácil lavado en la mayoría de los casos sin necesidad de agentes limpiadores.
- Alta resistencia al estrés térmico y oxidación.
- Vida de servicio ilimitada sin necesidad de llenados periódicos ni restaurar aditivos.
- Eficiencia económica inmejorable.
- Control de calidad de su aceite en nuestros modernos laboratorios.

COMERCIAL SATEC
SOCIEDAD LIMITADA

COMERCIAL SATEC, S.L.
P.A.E. ASUARAN Edificio Enekuri, nave 9
48950 ERANDIO (Vizcaya)
Tel: 94 471 16 63 • Fax: 94 471 17 41
info@comercial-satec.com
www.comercial-satec.com

QUENCHING TECHNOLOGY

BURGDORF GMBH & Co. KG
Tecnología de Temple
Postfach 100712. D-70006 STUTTGART
Telefon ++49 711 257780
Telefax 2577840
Email: mail@burgdorf-kg.de
www.burgdorf-kg.de

Banneo.es
www.banneo.es

Su Especialista en Publicidad On-Line

Le ofrecemos un servicio integral de comunicación para la presencia de su empresa en internet.

- Páginas Web
- Microsites
- Banners (todos los formatos)
- Presencia en Redes Sociales
- Community Management y Reputación Social
- Posicionamiento Web (SEO)

Póngase en contacto con nosotros, para darle presupuesto sin compromiso. info@banneo.es

también nos puede encontrar en:
www.facebook.com/banneo
www.twitter.com/banneo
www.flickr.com/photos/banneo

viriato, 2 • 28010 madrid • telf.: +34 91 447 56 57

IX Promoción del Aula Aeronáutica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao

Los 18 alumnos y alumnas matriculados en la novena edición del Aula Aeronáutica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, recibieron los títulos acreditativos de su paso por este prestigioso curso de post-grado, orientado a un sector en permanente progreso tecnológico y con necesidades de formación muy específicas para sus empleados. A lo largo de estos nueve cursos, la Escuela ha formado ya a más de 220 profesionales, que prestan sus servicios en el pujante sector aeronáutico vasco o en compañías punteras de Europa y Estados Unidos.

El acto académico de entrega de diplomas tuvo lugar en el Aula de Grados de la Escuela, con asistencia de Zuriñe Gómez de Balugera, Directora de Universidades del Gobierno Vasco; Inmaculada Freije, Directora de Planificación y Estrategia del Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco; Izaskun Artetxe, Directora General de Innovación y Competitividad de la Diputación Foral de Bizkaia; José Juez Langara, Director de la Asociación Cluster de Aeronáutica y Espacio del País Vasco-HEGAN; y Enrique Amezua, Director de la Escuela.

Junto a esta mesa presidencial, se encontraron en el acto representantes de instituciones y entidades académicas. Así, por parte de los agentes activos del sector, estuvieron presentes las empresas Aernnova (Alfredo Esquisabel), Sener (Fernando Artigas), el Centro de Tecnologías Aeronáuticas (Ignacio Eiriz) e ITP (Arantza Hallet y Estibaliz Zorrilla).

Las empresas integradas en el Cluster HEGAN colaboran activamente en la actualización del temario que se imparte en el Aula Aeronáutica, en segmentos clave como son las áreas de ingeniería, estructuras, motores, espacio y sistemas. Dicha colaboración incluye asimismo la provisión de profesorado especializado para impartir asignaturas en materias con un alto grado de innovación y desarrollo tecnológico.

José Juez se congratuló por la excelente formación de los estudiantes en los campos de diseño de aeronaves y algunos procesos de fabricación, y por la aportación de los nuevos titulados en el futuro desarrollo del tejido industrial aeronáutico. Asimismo, el director de HEGAN aprovechó para destacar la importancia que el trabajo en equipo tiene hoy, entendido como "el conjunto de las capacidades diversas, que convertimos en complementarias", o "un espacio seguro en el que podemos ser nosotros mismos" y terminó comentando "la necesidad de entender mejor la naturaleza y el proceso de construcción de un equipo".

Con motivo de la cercanía de la celebración del Año Internacional de la Mujer Trabajadora, puso de relieve el importante papel de la mujer en el desarrollo de la sociedad y animó a todos a contribuir a la conciliación de la vida laboral y familiar.

El Aula Aeronáutica nació como una iniciativa de las empresas vinculadas al Cluster HEGAN para dar respuesta a las necesidades del sector de disponer de profesionales cualificados. La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao se hizo eco de la demanda de adecuación de la formación académica a las necesidades de las empresas del entorno, a la vista del progresivo peso que adquiría el sector aeroespacial en el País Vasco. El Gobierno Vasco y la Diputación Foral de Bizkaia reconocieron, por su parte, la importancia estratégica del sector y de la formación de profesionales altamente cualificados, mediante la firma de un convenio para la financiación del Aula.

Centros europeos de gran nivel

Buena parte de los 18 estudiantes de la IX promoción del Aula se integrará en las compañías vascas del sector, y en otros casos continuarán su formación en centros europeos de primer nivel en el campo aeroespacial. Es el caso de la Cranfield University, impulsada por la compañía Rolls-Royce y con sede en Bedfordshire (Inglaterra); o de SUPAERO, la Escuela Nacional Superior de Aeronáutica y del Espacio, con sede en Toulouse (Francia) con los que la Escuela de Ingeniería de Bilbao mantiene convenios de intercambio de estudiantes. Buena prueba del alto nivel de la formación proporcionada por el Aula es el hecho de que algunos de sus titulados se encuentran hoy trabajando en los centros punteros a escala mundial en cuanto a tecnología aeronáutica: la Agencia Espacial Europea, Airbus, la sede de Boeing en Seattle (EE UU), o la multinacional británica Rolls-Royce.

Además de formar a los futuros ingenieros en las tecnologías más avanzadas sobre estructuras y propulsión de aeronaves, el Aula Aeronáutica tiene como objetivo llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en los campos del diseño aeronáutico y de sus soportes informáticos. Además del alumnado de la Escuela que participa anualmente en los cursos, el convenio del Aula contempla organizar seminarios de formación continua y reciclaje de profesionales de la ingeniería, dirigidos a las empresas que forman parte del Cluster de Aeronáutica y otros proyectos de investigación en el campo del diseño aeronáutico.

Cifras sector aeronáutico vasco

A día de hoy, el sector aeronáutico vasco está formado por alrededor de 40 organizaciones (entre Grupos empresariales, Compañías y CCTT), con una facturación conjunta en 2009 de 1.167 millones de euros (el 55% registrado por las plantas vascas), exportaciones por valor de más de 700 millones y cerca de 10.000 empleos, de los cuales 3.752 trabajan en los 57 centros productivos radicados en Euskadi. Las inversiones del sector en I+D supusieron 162 millones de euros en 2009, autofinanciado por las empresas en un 83%. Algunas de estas firmas han alcanzado un considerable prestigio a escala internacional, como es el caso de Aernnova, ITP o Sener.

El sector representa alrededor del 1,7% del PIB de la Comunidad Autónoma del País Vasco –y el 6,7% del PIB industrial vasco-. La actividad aeronáutica en la CAPV agrupa a un 27% del empleo global del sector en todo el Estado, un 17% de su cifra de negocio y un 30% de su inversión en I+D.

III FORUM ESTAMPACIÓN EN CALIENTE

AZTERLAN

tabira Instituto de Fundición

El próximo día 23 de Junio se celebrará en el Automotive Intelligence Center la tercera edición de este importante evento técnico internacional, orientado a la tecnología de estampación en caliente.

Los desafíos asociados a la transformación de los aceros de ultra alta resistencia (UHSS), vienen acompañados de importantes retos tecnológicos. Se presentan por tanto grandes oportunidades, marcadas por la capacidad de desarrollo e innovación, tanto en materiales, como en las diferentes tecnologías asociadas a este novedoso proceso.

La propuesta de trabajo planteada por el Centro de Investigación Metalúrgica AZTERLAN y, por el Instituto de Fundición TABIRA, cuenta con un destacado programa de trabajo a través de la participación de reconocidos especialistas y técnicos internacionales, que a lo largo de sus ponencias darán a conocer los desarrollos más destacados en estos espacios de conocimiento.

Este encuentro técnico está dirigido fundamentalmente a técnicos y especialistas de la industria de estampación, constructores de vehículos, suministradores de equipos y aceristas, diseñadores y constructores de troqueles, centros técnicos y universidades, ... etc, con el principal objetivo de crear un marco de trabajo para el intercambio de conocimientos, compartiendo experiencias técnicas con especialistas del más alto nivel.

La información completa de esta propuesta técnica de trabajo se encuentra en la página web: **www.iftabira.org**

NITRURACIÓN IÓNICA CON PANTALLAS ACTIVAS:

- Una larga densidad de carga.
- Un bajo consumo de gas (sin NH3).
- Un perfecto respeto del Medio Ambiente.
- Flexibilidad del tipo de capa nitrurada.
- …

Vacutrem y Grupo TTT están a su disposición para mostrarle las prestaciones de este proceso.

MTC Metal Treatment Consult

Su contacto en Francia
101 rue de Mundelsheim 73290 LA MOTTE SERVOLEX
Tel.: 0033 479 65 11 57 - E-mail: lducerf@mtc-fours.com

SE VENDE

Horno de ocasión.
Horno estático estabilizar segunda mano en muy buen estado.

Contacto:
Eduard Tarrats • Tel.: 938 479 647 • eduard@starrat.com

- Horno estático de 97,5 m3 totales (útiles 68 m3).
- Dimensiones interiores útiles 8,9 x 4,5 x 1,7h mts.
- Interior en fibra cerámica.
- 2 vagonetas de 4 cuerpos de 8,9m de largo total cada una.
- Doble puerta de entrada al horno, una por cada extremo.
- Equipo de combustión a gas (8 quemadores Eclipse TJ150, 440 kw).
- Doble campana de enfriamiento con puerta guillotina lateral.
- Control independiente de la combustión en cada cámara.
- Equipo de regulación y control de todos los movimientos.
- Control y maniobra centralizados en una pantalla táctil.
- Maniobra controlada por PLC Omron.
- Ciclo de cocción controlado por PLC electrónico.
- Registro de temperaturas y sistema de adquisición de datos.
- Notificación de alarmas mediante mensajes de SMS.

Starrat® desde 1929

Tarrats Hornos Industriales, S.L. - Tel.: 938 479 647 - Fax: 938 479 648

Libro "Ingeniería de refractarios. Materiales - Diseño - Construcción"

Por ANFRE

La bibliografía moderna sobre materiales refractarios tuvo su primer referente en el clásico libro de F. H. Norton (USA), de principios de los años 40 y experimentó su consolidación con cuatro grandes nombres: K. Konopicki (Alemania), con mucho el más sistemático y avanzado, F. H. Kienov (Alemania), P. P. Budnikov (URSS) e I. Letort

(Francia), con textos de gran calado que se publicaron entre 1950 y 1960.

De esta misma época son publicaciones clave como "Phase Equilibria Among Oxides in Steelmaking" (1965) de A. Muan y E. F. Osborn a los que siguieron textos de gran relevancia como sucesivos volúmenes que, desde entonces viene editando la American Ceramic Society bajo el lema "Phase Diagrams for Ceramists". La bibliografía posterior, ya en los 70, tiene como gran referentes el texto de J. H. Chesters (UK) que en sus dos volúmenes refleja muy bien su experiencia al frente del Departamento de Refractarios de la BSC, y que recoge la inspiración clave de la escuela de la Universidad de Sheffield liderada por el inolvidable J. White. Es la época de oro del sector de refractarios europeo y norteamericano, que también se refleja en los catálogos de las compañías más preeminentes, verdaderos libros técnicos.

Esta situación se va a ir modificando, a partir de mediados de los años 80 por la pujanza tecnológica japonesa, que se reflejará en la edición de textos como "Technology of Monolithic Refractories" (1984) o en el predominio de sus revistas como Taikabutsu, luego The Technical Association on Refractories of Japan, que van desplazando a las clásicas Bull. Soc. Amer. Ceram. Soc, Bull. British Ceram, Berichte der Deutsche Keramische Gessellshaft, Interceram y Ogneupory (URRSS). A su vez los clásicos congresos americanos y europeos, entre ellos la serie de los Coloquios de Aachen, iniciados en 1947, irán decayendo y darán paso a los UNITECR (Unified Internnational Technical Conference on Refractories) que con ca-

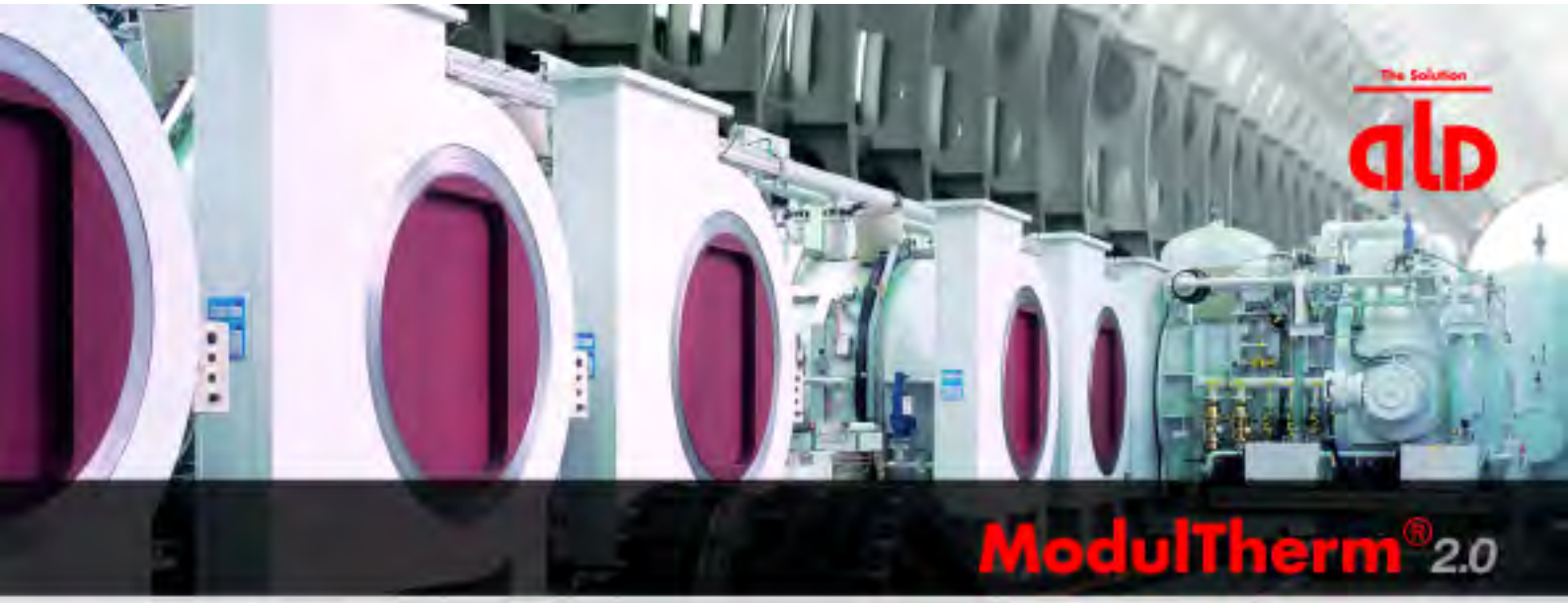
rácter bianual han alcanzado ya su 11ª Edición. Los congresos son organizados por la American Ceramic Society, TARJ y ALAFAR y P.R.E. En los últimos años cabe destacar la extraordinaria pujanza de las publicaciones y actividades desarrolladas por las asociaciones chinas, que se reflejan en la importancia adquirida por la revista China's Refractories.

En los años más recientes se han publicado en Europa y EEUU diversos libros generales que no han conseguido alcanzar la profundidad y el rigor de los textos clásicos, a pesar de la renovación que supone su tratamiento p. ej. de los problemas termo mecánicos y de corrosión. Siendo necesario destacar la edición de Ch. A. Schavht de "Refractories handbook" en 2004.

La bibliografía española sobre refractarios se centra básicamente en los más de 10 volúmenes editados por la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, en donde se recogen los trabajos presentados a las distintas jornadas temáticas organizadas en colaboración con ANFRE: cemento, colada continua, siderurgia, petroquímica, refractarios monolíticos, incineración de residuos, vocabularios, revisiones bibliográficas, etc., así como los numerosos artículos publicados en el Boletín de la SECV. Cabe destacar igualmente la documentación y diverso material de los cursos organizados conjuntamente por el Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC, en colaboración también con ANFRE.

Recientemente se han publicado dos nuevos textos en castellano: Revestimientos Refractarios en Hornos Industriales (R. Inoriza, Ed CADEM 2007) y Materiales Refractarios y Cerámicos (L.E Verdeja, P. Sancho, A. Ballester. Ed Sintesis 2009), pero sus contenidos están más cerca de un manual para estudiantes, que un texto comprensivo del campo de refractarios.

De ahí el interés en la edición del texto Ingeniería de Refractarios que ha editado ANFRE de acuerdo con la DGFS. Se trata de un texto que va ya por su 3ª edición alemana y la 2ª inglesa y que ha sido elaborado por un amplio grupo de técnicos e investigadores de las principales compañías y centros de investigación en refractarios de Alemania y recoge la importante experiencia editorial de las instituciones alemanas de refractarios.



ModulTherm®2.0 – una tecnología duradera

El sistema ModulTherm de ALD se utiliza con éxito, desde hace muchos años, para cementación en vacío y temple de piezas en serie. La nueva versión ALD ModulTherm®2.0 permite una disponibilidad todavía más importante, una flexibilidad óptima de procesos y también reducir los costes de fabricación, con un gran respeto por el medio ambiente. Nuestro excelente equipo técnico le ayudarán a asegurar un funcionamiento fluido y continuo de sus instalaciones.

¡No dude en contactarnos para más información!

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

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

La versión española ha partido de la 3ª edición alemana que supone una amplia actualización de las ediciones previas.

El índice es lo suficientemente indicativo del contenido de un texto, que está claramente orientado a proporcionar los conceptos básicos y la descripción de los materiales refractarios, tanto conformados como no conformados, incluidas las fibras refractarias, para luego describir claramente los conceptos clave para proceder al diseño, montaje e instalación de las instalaciones refractarias. El texto hace especial énfasis en los principios de transferencia de calor y de análisis por elementos finitos, que sirven de base a los posteriores desarrollos de diseño por ordenador de distintas instalaciones sometidas a diferentes condiciones de contorno. El texto no incluye una descripción detallada de las instalaciones susceptibles de utilizar material refractario, pero tomando ejemplos de la industria siderúrgica, aluminio y diversos tipos de reactores y chimeneas, permite entender criterios básicos a extender en todo tipo de instalaciones.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN REFRACTARIA
2.1. Generalidades
2.2. Materiales conformados densos
2.3. Materiales conformados aislantes térmicos
2.4. Productos refractarios no conformados
2.5. Materiales refractarios de fibra
2.6. Metales
2.7. Protección de superficies
2.8. Otros materiales

3. DISEÑO
3.1. Generalidades
3.2. Preparación
3.3. Diseño con materiales refractarios densos
3.4. Diseño con materiales refractarios aislantes
3.5. Diseño con materiales refractarios no conformados
3.6. Diseño con materiales refractarios de fibra de media y alta temperatura
3.7. Cálculos térmicos
3.8. Cálculos termomecánicos

4. CONSTRUCCIÓN
4.1. Generalidades
4.2. Preparación del trabajo
4.3. Materiales refractarios conformados densos y aislantes
4.4. Productos Refractarios no conformados
4.5. Productos Refractarios de fibras media y alta temperatura
4.6. Soldadura de Anclajes

5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN
5.1. Soleras
5.2. Paredes
5.3. Bóvedas y arcos
5.4. Techos suspendidos
5.5. Conductos tubulares
5.6. Paredes de tubos
5.7. Revestimientos hexmesh
5.8. Hornos tubulares rotatorios
5.9. Tratamiento de masas secas en hornos de fundición
5.10. Secado, precalentamiento, calentamiento y enfriamiento de masas secas

6. SECADO, PRECALENTAMIENTO, CALENTAMIENTO y ENFRIAMIENTO DE ESTRUCTURAS REFRACTARIAS
6.1. Generalidades
6.2. Procesos de secado
6.3. Dispositivos de calefacción para secado
6.4. Fundamentos del proceso de secado
6.5. Ejecución
6.6. Particularidades del secado en instalaciones específicas

7. GESTIÓN DE CALIDAD
7.1. Generalidades
7.2. Gestión de calidad específica para cada proyecto
7.3. Planificación de ensayos
7.4. Comprobación e inspección de materiales
7.5. Ensayos de montaje

8. SEGURIDAD LABORAL, PROTECCIÓN DE LA SALUD Y DEL MEDIOAMBIENTE
8.1. Seguridad laboral y protección de la salud
8.2. Organización interna de la empresa
8.3. Seguridad Laboral y protección de la salud en el proyecto

8.4. Reglamento relativo al manejo de sustancias peligrosa

8.5. Residuos y su eliminación

El texto se complementa con dos capítulos no tratados hasta el momento por la bibliografía en castellano de refractarios. Se trata de los destinados a examinar los procesos de control de calidad y los temas asociados a seguridad laboral y medio ambiente. En el primer tema y con un abundante recurso a tablas e imágenes se describe con todo detalle los conceptos y aplicación de los diversos procedimientos de desmuestre y control de calidad, terminología, criterios de aceptación y rechazo, análisis por atributos, variables, etc.

En cuanto a los temas de salud se indica el origen y contenido de la normativa vigente y la apuesta por la implantación de una cultura de la prevención. En los temas medioambientales el texto, previo a los debates sobre emisiones, se centra en la descripción y normativa existente sobre reciclado y depósito de embalajes y elementos adicionales, sin entrar en los aspectos asociados al reciclado del propio material refractario.

El libro cubre pues una parcela muy clara en unos de los aspectos menos tratados en las publicaciones sobre refractarios, la instalación y el diseño, y lo hace con un lenguaje que no requiere una formación universitaria previa.

Es pues, un magnifico instrumento para la formación de profesionales en el campo de los refractarios, tanto en planta de producción como en diseño, montaje e instalación. La única crítica que puede plantearse es la utilización exclusiva de bibliografía de origen y lengua alemanas, así como el empleo de normas administrativas y legales alemanas en particular, en los capítulos sobre calidad y salud laboral.

En todo caso esta limitación, superable dado el carácter pionero de la legislación alemana en estos ámbitos, no puede tomarse sino como una motivación a futuras publicaciones en castellano que superen estos condicionantes.

Autor: *Deutsche Gesellschaft Fuerfest und Schomsteinbau e.V. (dgfs)*.

Edición española: *Asociación Nacional de Fabricantes de Refractarios ANFRE*.

ISBN 978-84-8198-825-3

456 págs. 2010.

Reguladores de potencia THYRITOP 30-3A

Por Entesis

El Thyritop 30 en versión trifásica corta 3 fases:

- Ángulo de fase y tren de ondas para carga trifásica.
- Carga con conexión de neutro.
- Conexión en triángulo abierto.

Descripción

Los Thyritop 30-3A son reguladores estáticos de potencia con mando electrónico para todas las cargas resistivas o inductivas en trifásico.

Aplicaciones

— Hornos y procedimientos para la industria.

— Equipamientos de química y petroquímica.
— Túneles de retracción, pintura, lámparas de infrarrojos, termoconformación, secado, congelación.
— Prensas de inyección, termoconformar.
— Extrusionadoras industriales, alimentarias.
— Calentadores de moldes, conductos.
— Estufas, cámaras climáticas, autoclaves.
— Secadores industriales.

Circuito de potencia

- Intensidad nominal: de 16 a 350 amperios según el modelo.
- Tensión nominal: 400 V, 500 V.
- Frecuencia de red: 47 a 63 Hz.
- Rigidez dieléctrica: 2 kV.

Circuito de mando

— Analógico: 0/4…20 mA (Ri=250 Ohm).
0…5 V (Ri=44 kOhm).
0…10 V (Ri=88 kOhm).
— Potenciométrico.
— Digital a través de módulos de bus.

Características generales

- Regulación:

- o U y U^2 a +/- 2,5%.
- o I y I2 a +/- 1,5% (modelos HRL1).
- o P a +/- 2,5% (modelos HRLP1).

- Vigilancia
  - o Defectos internos.
  - o Encendido o apagado.
  - o Ruptura parcial de carga.
  - o Infra o sobreintensidad.
- Señalización de defectos 3 LED: fusible, ΔI, ΔU.
- Alarma: relé (modelos HRL1).
- Recopia de salida: salida analógica 0…10V ó 0/4…20 mA (modelos HRL1).
- Aislamiento entrada/salida según VDE 0160.
- Índice de protección: IP 20.
- Condiciones de instalación: montaje vertical y caja de terminales de conexión hacia abajo.
- Condiciones climáticas: -10 °C… + 45 °C y -10 °C… + 55 °C con corriente reducida (-2% de corriente nominal para °C).
- Alimentación auxiliar 24 VCA/CC (modelos HRL1).
- Conformidad CE.

Funcionamiento

El Thyritop 30-3A puede funcionar de dos modos: en tren de ondas sincopado (TAKT) o en variación de ángulo de fase (VAR). Estos dos modos se pueden conmutar sencillamente mediante la inversión de un microswitch o configuración por software. Esto garantiza al usuario una adaptación posible a todos los mandos de potencia, tales como las resistencias que presentan un coeficiente caliente/frío importante, carburo de silicio, molibdeno, tántalo, tungsteno, primarios de transformadores, etc.

Modelos H1:	cargas resistivas (Rcaliente/R-frío=1).
	cargas inductivas (B<1,2T).
Modelos HRL(P)1:	cargas resistivas (Rcaliente/R-frío=6).
	cargas inductivas (B<1,2T).

Empresa necesita
Profesional en Tratamientos Térmicos

El puesto sería de
Responsable de Producción y Procesos
en una planta de Madrid

Imprescindible con experiencia

el envío de Currículum Vitae se hará
a la siguiente dirección:

luis_sanz99@hotmail.com

Crecimiento sostenido en el 1er trimestre de 2011

Por Air Liquide

La cifra de negocios del Grupo en el 1er trimestre de 2011 asciende a 3.543 millones de euros, al alza en +12,4% en variación publicada. Las ventas Gases y Servicios alcanzan los 3.185 millones de euros, un aumento del +11,4% a datos comparables. Esta evolución se inscribe en la fuerte dinámica de crecimiento de los últimos trimestres y refleja el buen comportamiento de los volúmenes consumidos por los clientes.

La actividad Gases y Servicios sigue marcada por ritmos de crecimiento diferenciados: sostenido en las Economías Avanzadas (+8% con relación al 1er trimestre de 2010 en base comparable) y muy dinámico en las Economías en Desarrollo (+30%). El impacto de los acontecimientos de Japón, Africa y Oriente Medio ha sido muy limitado.

La actividad Grandes Industrias sigue con su fuerte progresión gracias a las puestas en marcha e incrementos de producción de las plantas. En la actividad Mercado Industrial, los volúmenes de líquido y botellas están por encima de los niveles previos a la crisis. Después de varios trimestres consecutivos de fuerte subida, la Electrónica avanza con una fuerte demanda y con las ventas de equipos e instalaciones. La actividad Medicinal disfruta de un crecimiento regular en la atención domiciliaria y encuentra de nuevo un nivel de actividad constante.

Los resultados del trimestre están en línea con los objetivos del programa ALMA 2015, en un ambiente con tendencia inflacionista. La deuda neta se mantiene estable.

Comentando el 1er trimestre de 2011, Benoît Potier, Presidente-Director General del grupo Air Liquide, ha declarado:

"Este 1er trimestre está marcado por un crecimiento sostenido de la cifra de negocios en la actividad Gases y Servicios que registra el nivel más alto de ventas de su historia. Confirma la dinámica de crecimiento iniciada por el Grupo y la buena orientación de los mercados consumidores de gas.

Indicadores del crecimiento a medio plazo, la firma de nuevos contratos se prosiguió a un ritmo importante: el elevado nivel de decisiones de inversión, que ha alcanzado cerca de 500 Millones de euros en el 1er trimestre, lo demuestra.

Estos contratos ilustran la capacidad del Grupo para tomar posiciones en nuevas geografías o segmentos de mercado como la Energía y el Medio Ambiente. La diversidad de nuestra implantación mundial y de nuestros mercados, la continuación de los programas de eficacia y la solidez de nuestro balance favorecen la realización de nuestro programa ALMA 2015."

Cifra de negocios del 1er trimestre 2011

		Variación 11/10 publicado	Variación 11/10 comparable *
Cifra de negocios del Grupo	**3.543 M€**	**+12,4%**	+8,8%
Gases y Servicios	3.185 M€	+15,4%	**+11,4%**

* comparable: sin efecto cambio n/ gas natural

SU POKER DE ASES

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

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

COMERCIAL

SATEC

SOCIEDAD LIMITADA

EXCELENCIA EN TRATAMIENTO TÉRMICO

PINTURAS PROTECTORAS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS "CONDURSAL"
- ANTICEMENTANTE
- ANTINITRURANTE
- ESTANQUEIDAD

ACEITES RÁPIDOS DE TEMPLE "DURIXOL":
- ACEITES DE TEMPLE RÁPIDO
- ACEITES DE TEMPLE CON ALTA RESISTENCIA A LA EVAPORACIÓN
- ACEITES PARA TEMPLE MARTENSÍTICO
- ACEITES DE TEMPLE PARA VACÍO

- **POLÍMEROS DE TEMPLE, "SERVISCOL Y POLYQUENCH"**
- **AGENTES LIMPIADORES, "SERVIDUR"**
- **ACEITES ANTICORROSIVOS Y PAVONADO, "SERVITOL"**

COMERCIAL SATEC, S.L.
P.A.E. ASUARAN Edificio Enekuri, nave 9
48950 ERANDIO (Vizcaya)
Tel: 94 471 16 63 • Fax: 94 471 17 41
info@comercial-satec.com • www.comercial-satec.com

La multinacional finlandesa RUUKKI apuesta por Vitoria

Tras un año récord en 2010, en el que RUUKKI alcanzó una facturación de 60 millones de euros en la Península, la multinacional siderúrgica finlandesa ha apostado por Vitoria para desarrollar su estrategia de expansión en los mercados de España y Portugal, en los que prevé aumentar considerablemente la cifra de ventas de aceros especiales hasta 2013. La empresa reforzará su contacto con el cliente directo, a través del servicio de asistencia técnica y asesoramiento a clientes, a los que ofertará aceros antidesgaste (para contenedores, volquetes y obra pública), aceros galvanizados y recubiertos (para automoción, línea blanca, silos de almacenaje) y materiales con mayor límite elástico que los existentes en el mercado (grúas y equipos de elevación).

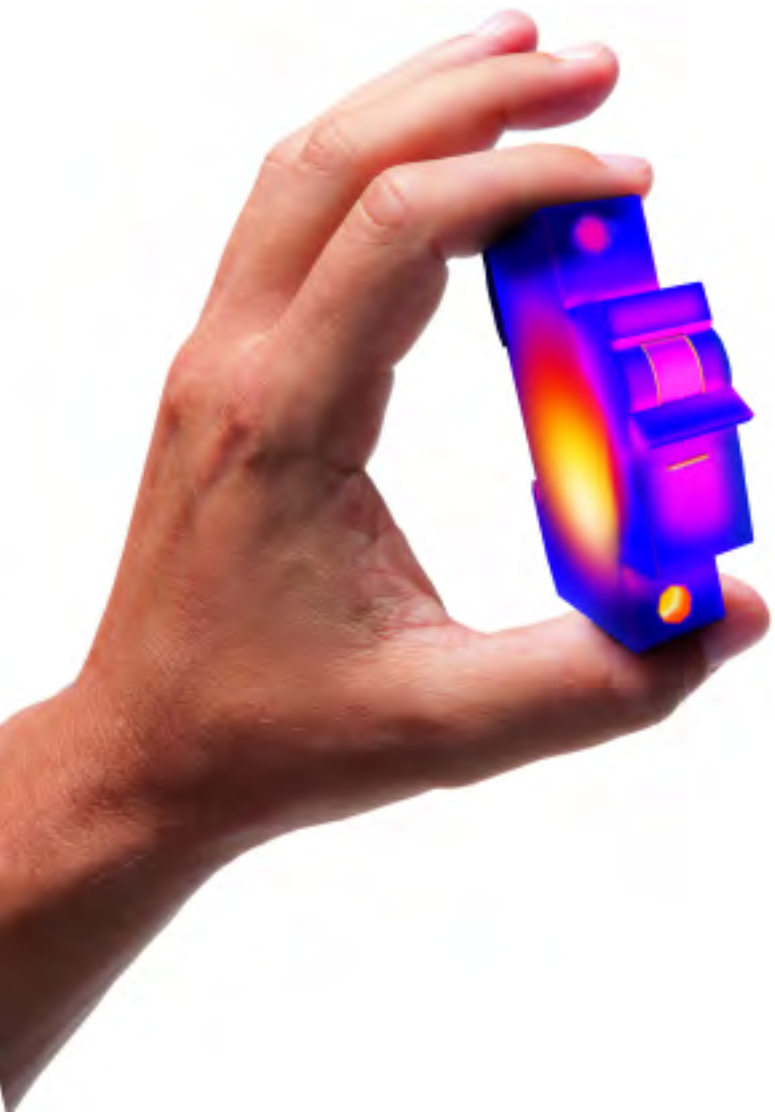
La materia prima se convierte así en un aliado de los fabricantes de estos sectores, ya que los aceros innovadores propuestos por RUUKKI permiten mejorar el ahorro del peso de las estructuras y dar mayor vida a un producto -por su mayor dureza-, al tiempo que permiten obtener productos antidesgaste en usos exigentes como la minería.

En este marco de consolidación, RUUKKI se ha incorporado recientemente al Cluster de Automoción del País Vasco, ACICAE, con el objetivo de potenciar su posición como agente activo en automoción y proveer de aceros, componentes y piezas estructurales de seguridad y otros elementos del automóvil. La compañía proyecta igualmente desembarcar en el sector de energías renovables, con su próxima participación en grandes proyectos en ciernes.

RUUKKI suministra aceros, componentes y sistemas integrados para el sector de la construcción e ingeniería mecánica. La empresa cuenta con una amplia selección de aceros laminados en caliente, laminados en frío, prelacados y galvanizados. La corporación finlandesa Rautaruukki tiene operaciones en 27 países y emplea a 11.700 personas. Sus ventas netas en 2010 ascendieron a 2.400 millones de euros. La compañía cotiza en NASDAQ OMX Helsinki.

La filial española, ubicada en Vitoria-Gasteiz asesora y provee soluciones al mercado de clientes en España y Portugal. Sus ventas de aceros especiales se concentran los sectores de elevación, transporte, equipos de energía y construcción industrial.

Cámaras termográficas Testo



Diseño tipo “pistola” o diseño tipo “videocámara”; detector de 320 x 240 o 160 x 120 píxeles: con objetivo angular de 32º o teleobjetivo de 9º; sensibilidad térmica de 50, 60 ó 80 mK; desde la cámara más básica hasta la cámara más profesional, equipada con todas las prestaciones y accesorios posibles para satisfacer cualquier demanda en termografía.

Todas las versiones de la cámaras termográficas testo incluyen la localización y visualización automática del punto más frío y más caliente, el ajuste de la emisividad en tiempo real y el calibrado de uniformidad térmica manual, para obtener una mejor resolución en pequeñas diferencias de temperatura.

El software de las cámaras termográficas testo también está en constante actualización, y dichas actualizaciones siempren responden a la voluntad de ofrecer un manejo más sencillo e intuitivo, además de incorporar nuevas funciones, como el análisis de más de una termografía simultáneamente, la elaboración de informes multipágina, la indicación del punto más frío y más caliente, y la definición de diferentes emisividades por áreas o píxeles.

Y por encima de todo está el compromiso de ofrecer una óptima relación calidad-prestaciones-precio, que ha caracterizado a Testo durante los 50 años de innovación tecnológica en el sector de la medición portátil de parámetros físicos y químicos.

Extremadura está preparada para innovar en el sector siderúrgico

Así se ha puesto hoy de manifiesto durante la jornada de difusión de PLATEA, Plataforma Tecnológica Española del Acero, celebrada en Badajoz, en el Salón de Actos de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.

Una jornada que ha congregado en torno a un centenar de personas de Extremadura y de distintos puntos de la península, relacionadas con la industria siderúrgica, el sector empresarial, la universidad y los centros tecnológicos y de investigación.

En la clausura, Raúl Rodríguez, director de Medio Ambiente e I+D del Grupo Alfonso Gallardo destacó la importancia de aunar esfuerzos para innovar en el sector siderúrgico, "en Extremadura tenemos las herramientas y podemos hacerlo y PLATEA es el marco idóneo para hacerlo".

PLATEA agrupa a las principales empresas españolas relacionadas con la producción y transformación del acero, Centros Tecnológicos y de Investigación, universidades y demás agentes implicados en el sector y tiene, entre sus objetivos, el compromiso para un desarrollo y crecimiento sostenible, así como la mejora de la competitividad de las empresas a través de la inversión en conocimiento e innovación.

Durante la jornada también se ha puesto de manifiesto la importancia de hacer que el sector industrial español del acero ocupe un puesto relevante en el mercado mundial, cada vez más competitivo. Además se han revisado las líneas prioritarias en la innovación en el sector del acero y se han expuesto casos concretos de actividades de innovación en la comunidad extremeña.

Asimismo, se han presentado las seis áreas de actuación de PLATEA: innovación, automoción, construcción, energía, medio ambiente y recursos humanos, dirigidas todas a potenciar el desarrollo de nuevos productos y servicios de alta calidad y altas prestaciones demandados por el mercado, así como al desarrollo de tecnología propia y con valor añadido.

La jornada, organizada por Platea ha contado con la colaboración del Clúster del Metal de Extremadura, ACLUMEX, La Universidad de Extremadura y el Grupo Alfonso Gallardo.

PLATEA, secundada por la Unión de Empresas Siderúrgica, UNESID, a través de su Fundación UNESID y apoyada por el Ministerio de Ciencia e Innovación, lleva más de seis años trabajando en la promoción de la colaboración y el fomento de la innovación en el sector como puntal básico que favorezca su competitividad en los distintos mercados.

El Metal valenciano mejora su actividad

Por FEMEVAL

La actividad productiva del metal de la Comunidad Valenciana ha aumentado un 6,4% en el primer trimestre de 2011, casi cuatro puntos más que la media española (2,7%). Según el Informe de Coyuntura del sector metalmecánico realizado por la Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL), todos los subsectores presentan signos de recuperación, sobre todo el de maquinaria y equipamiento mecánico con un incremento del 9,8%.

El sector ha vuelto a generar 3.800 empleos, tras dos trimestres de caídas consecutivas, y retoma la tendencia de aumento iniciada en 2010. Las exportaciones continúan también al alza al registrar un incremento del 26% de enero a marzo de este ejercicio.

A pesar de estos datos positivos, el índice de producción del metal dista mucho de las tasas de crecimiento anteriores a la crisis, y se sitúa por debajo del pico de producción del 10,2 alcanzado a finales de 2009.

Asimismo, la confianza de los empresarios vuelve a caer hasta un 4,4, y se equipara con el peor valor registrado en el primer trimestre de 2009. Excepto la industria, las empresas de servicios, comercio o venta y reparación del automóvil, dependientes del mercado interno, auguran dificultades a medio plazo.

El buen comportamiento del indicador de producción no se corresponde con la percepción a medio plazo de unos empresarios, que siguen acusando restricciones en el acceso al crédito y que están afectados por una economía sumergida y una morosidad que les resta competitividad y capacidad. Según apunta Vicente Lafuente, presidente de FEMEVAL, "pese a la sensación generalizada de haber tocado fondo a finales de 2010, podemos estar entrando en una nueva época de deterioro económico que difícilmente van a soportar unas empresas, ya de por sí muy debilitadas, y que continúan sucumbiendo por el estancamiento de la demanda".

Situación económica en el primer trimestre de 2011

La mejora de la actividad productiva ha permitido que el metal valenciano se coloque, este primer trimestre, dos puntos por encima del dato registrado en el mismo periodo de 2010 (4,5%), y diez sobre el último trimestre de ese mismo año en el que la actividad cayó hasta un -3,6%.

De enero a marzo de 2011, el número de ocupados en la industria del metal aumentó un 4,9%, respecto al trimestre anterior. En términos interanuales, la variación sobre el mismo periodo de 2010 ha sido de 16,3%. Este dato supone que el metal ha creado 11.500 puestos de trabajo en la Comunidad Valenciana en esta etapa, frente a la destrucción de 24.200 empleos del conjunto de España que acumula una caída interanual del -2,5%.

La ocupación en otros subsectores, como en las instalaciones del metal (fontanería, instalaciones en obras de construcción y eléctricas) ha aumentado

también un 3,7%, lo que supone 1.500 puestos de trabajo más, y una ocupación total de 41.800 personas. En el sector de venta y reparación del automóvil el incremento ha sido del 4,5% (de 30.700 a 32.100).

En este sentido, el 37,2% de las empresas han reducido su plantilla frente a un 10,8% que la ha aumentado y un 52% que la ha mantenido. Estos datos muestran la situación de bipolaridad que sufren las empresas, ya que aumentan tanto las empresas que recortan plantilla (a finales de 2010 fueron un 21,6) como las que incorporan nuevo personal (un 7,8% de octubre a diciembre de 2010), y se reducen las que lo mantienen.

Según la encuesta de coyuntura de FEMEVAL, las exportaciones reflejan un comportamiento positivo y registran un incremento cercano al 26% en el valor de los productos exportados respecto al mismo periodo de 2010. En términos absolutos supone cerca de 373 millones de euros en exportaciones más que el año pasado. Todos los productos demuestran un buen comportamiento, excepto el material aeroespacial que baja un 18% y los productos de iluminación que continúan su descenso paulatino.

Se confirma la tendencia de los productos más exportados: el sector automovilístico encabeza la lista, seguido de calderas y productos mecánicos, maquinaria y material eléctrico y la fundición, hierro y acero. Alemania se sitúa como el principal país destinatario del metal valenciano, y China aparece por primera vez entre los diez principales destinos de las exportaciones.

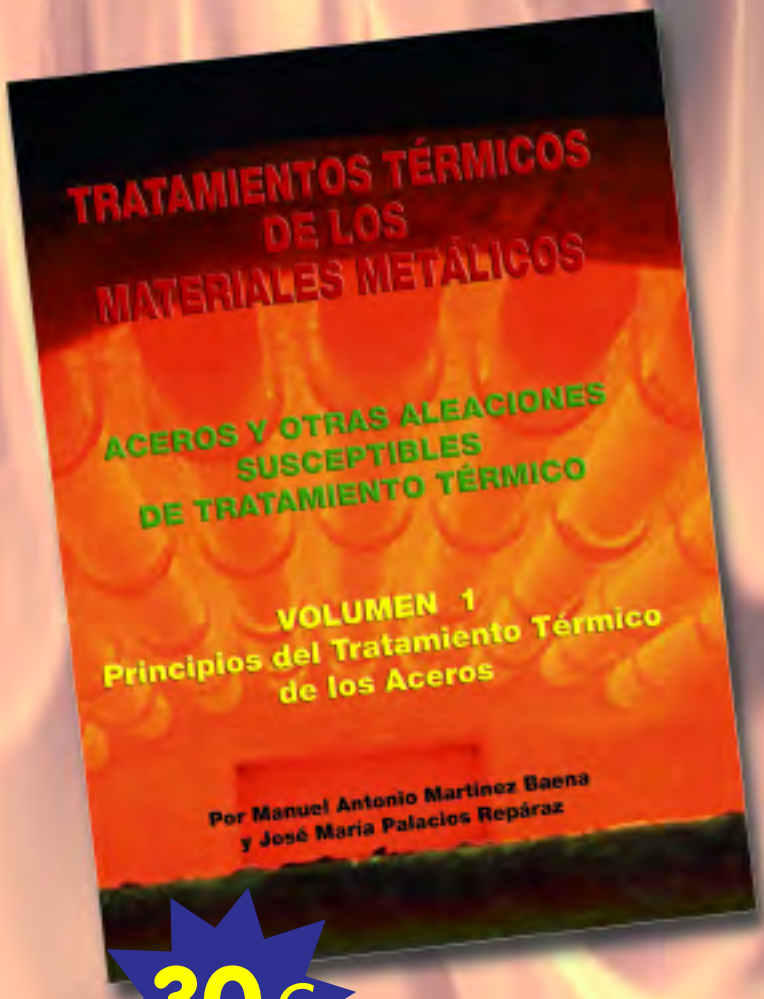
El índice de clima del metal valenciano, que evalúa la confianza de los empresarios, vuelve a suspender este primer trimestre. Según FEMEVAL, la debilidad de la demanda es el principal factor que limita la actividad, seguida de las dificultades de financiación y tesorería. La morosidad y los largos plazos de pago, así como la dificultad de acceso a financiación externa son los principales problemas financieros de las empresas.

En el análisis por subsectores, la situación del comercio del metal empeora y refleja un descenso en las ventas respecto al trimestre pasado. El empleo se mantiene y las inversiones toman valores negativos por primera vez tras cuatro trimestres de incrementos consecutivos. La valoración de la situación empresarial se mantiene por encima de 5, un valor que no ha variado desde el último trimestre de 2009.

Las instalaciones confirman la fase de empeoramiento iniciada a partir de octubre de 2010. Se incrementan las empresas que acusan una bajada de actividad, lo que se traduce en una caída del empleo. Las inversiones retoman los valores negativos de 2009 y la valoración de las empresas vuelve a alcanzar el peor dato de la serie histórica al situarse en 4,2.

El único sector en el que los datos de incremento de actividad y el sentimiento empresarial están más alineados es la industria, sobre todo en aquellas empresas que han optado por la apertura a mercados exteriores. Aunque las ventas han descendido como consecuencia del parón en las demás actividades del metal, el descenso no es tan acusado como en el resto de actividades y apenas han variado el nivel de empleo. La valoración de los empresarios desciende respecto al trimestre pasado, pero mantiene el aprobado con un 5,1.

El peor dato lo siguen liderando las ventas y reparación del automóvil, con un descenso del -7,06% respecto al pasado trimestre. Se equipara la caída de las ventas de vehículos con el número de reparaciones. La valoración de las empresas desciende un punto y se sitúa en un 3,9, el peor dato de la serie histórica.



30 € 206 páginas

316 páginas **40 €**

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

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

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

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

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

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

Fatiga isotérmica de aceros para herramientas de trabajo en caliente

Por A. Mateo[1], B. Casas[2], J. Mir[1], S. Molas[3] y L. Llanes[1]

[1] CIEFMA, Universitat Politècnica Catalunya (Barcelona)
[2] ROVALMA S.A., Tarrasa (Barcelona)
[3] Fundació CTM Centre Tecnològic, Manresa (Barcelona)

RESUMEN

El trabajo reportado en este artículo forma parte de un proyecto de investigación en el cual se tratan de desarrollar aceros de herramientas para conformado en caliente con prestaciones optimizadas. Para ello se comenzó por caracterizar el comportamiento mecánico de diversos aceros comerciales de gran utilización, para tener una referencia clara. En este contexto, el artículo presenta los resultados relativos a la resistencia a fatiga de dos aceros martensíticos evaluada a 450 °C, por ser ésta una probable temperatura de trabajo de los mismos. Se trata de aceros desarrollados para operaciones de conformado a alta temperatura, tales como moldes para la inyección de aleaciones ligeras, correspondiendo a los grados DIN W.Nr. 1.2344 (también conocido como AISI H13) y DIN W.Nr. 1.2367, aleados con en torno a 5% de Cr y diferentes porcentajes de Mo y V. Para el primero de ellos se consideraron dos condiciones de tratamiento térmico, una que condujo a una dureza de 52 HRc y otra que dejó el acero a un nivel inferior (44 HRc).

Se efectuó en primer lugar una caracterización microestructural, así como ensayos de tracción a la temperatura seleccionada de 450 °C. Los ensayos de fatiga se realizaron en control de carga, con una relación de esfuerzos de R = 0.1 y en atmósfera inerte para eliminar los efectos de la oxidación superficial. El criterio de vida infinita se fijó en 2x105 ciclos, por ser este número acorde con el número de ciclos de inyección que puede llegar a alcanzar un molde de inyección de aluminio.

Un completo estudio fractográfico permitió localizar los lugares de iniciación de las roturas por fatiga. Mientras en algunos casos la nucleación se produjo a partir de carburos más o menos próximos a la superficie, en otros casos se observó que el origen del proceso de fractura estaba en inclusiones no metálicas.

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de conformado de materiales están sometidos a una constante evolución tecnológica, tanto por la demanda industrial de componentes con mejores prestaciones mecánicas, como por la necesidad de reducir costes de producción. La industria de la automoción es muy sensible a esta imperiosa voluntad de evolución, sobre todo en los sectores de transformación de chapa metálica y en la fabricación de piezas por procesos de fundición. En este contexto, se planteó en el año 2006 el proyecto Forma0 ("Nuevos procesos de conformado y desarrollo de materiales avanzados para la transformación de aceros de alta resistencia metálica"), que cuenta con financiación del programa CENIT. Durante el desarrollo de dicho proyecto se detectó una nueva problemática a resolver: la optimización de los procesos de conformado en caliente.

En los procesos de conformado en caliente, el rendimiento de los moldes y utillajes tiene una fuerte influencia sobre el rendimiento económico del proceso. Dependiendo de la complejidad geométrica de la pieza a obtener, el precio de un molde puede ser superior a los 100.000 € e incide directamente sobre el

precio final de la pieza (del orden de un 20% para el caso de la inyección de aluminio). La vida de funcionamiento de un molde puede variar entre 20.000 y 250.000 componentes producidos. Por lo tanto, un aumento del rendimiento de las herramientas de conformado incrementa notablemente la competitividad del proceso. En este sentido, en los últimos años los fabricantes de aceros de herramientas han dedicado muchos esfuerzos para mejorar las propiedades mecánicas a elevada temperatura de los aceros existentes, modificando y optimizando su composición química y los tratamientos termomecánicos. Por todas esas razones, la empresa ROVALMA SA decidió proponer un nuevo proyecto, cuyo objetivo principal fuera investigar y desarrollar nuevos aceros de herramientas para aumentar el rendimiento de los moldes. Dicho proyecto tiene como acrónimo ALTERMO ("Aleaciones de Nueva Generación con Altas Prestaciones Termomecánicas para la Optimización de Procesos") y se está desarrollando desde 2008 con el soporte económico de ACC1Ó, la agencia de ayuda a la competitividad de la empresa catalana, adscrita al Departamento de Innovación, Universidades y Empresa de la Generalitat de Catalunya, y la participación, entre otros, de los centros de investigación CIEFMA-UPC (Centro de Integridad Estructural y Fiabilidad de los Materiales) y CTM (Fundación CTM Centro Tecnológico). El proyecto ALTERMO se concentra en el estudio de aceros para el moldeo por inyección de aluminio. Éstos son normalmente aceros de herramientas de trabajo en caliente tratados térmicamente hasta durezas comprendidas entre 29 y 48 HRC. Debido a su elevado precio, el aumento de su vida útil constituye uno de los objetivos prioritarios en la industria del moldeo para inyección.

2. MATERIALES

En el proyecto ALTERMO se han estudiado cuatro tipos de aceros para trabajo en caliente comerciales: DIN W.Nr. 1.2343, 1.2344, 1.2367 y 1.2740. La caracterización del comportamiento mecánico de los mismos es importante para tener una referencia, con la cual comparar la respuesta de los nuevos aceros que se están desarrollando. En el presente artículo no se muestran todos los resultados obtenidos, sino sólo una pequeña parte, la que se centra en los aceros 1.2344 y 1.2367. Éstos pertenecen a los grados para trabajo en caliente aleados al Cr-Mo-V, elementos que les confieren el compromiso adecuado entre dureza y tenacidad a la temperatura de trabajo necesario para sus aplicaciones.

El acero 1.2344 se conoce también como AISI H13. Posee una gran resistencia mecánica, al desgaste y a la fatiga térmica, junto con buena tenacidad. Estas cualidades hacen que sea uno de los aceros para herramientas de trabajo en caliente más empleados a nivel industrial, destacando su utilización para la fabricación de moldes, émbolos y contenedores para fundición a presión de aleaciones ligeras, en moldes de inyección de polímeros, matrices y punzones para estampación en caliente, así como para cilindros de laminación en caliente. Se trata de un acero aleado al Cr-Mo-V, con un contenido (% en peso) en C de 0.37-0.43, Cr entre 4.80 y 5.50, Mo de 1.20 a 1.50 y V de 0.90 a 1.10. El estado de suministro de este tipo de materiales suele ser el bonificado. Controlando los parámetros de los tratamientos de temple y revenido se suele ajustar la dureza final a valores entre 42 y 52 HRc, dependiendo de las propiedades requeridas en la aplicación final. Para el presente trabajo se van a considerar dos condiciones de tratamiento térmico extremas, una que condujo a una dureza de 52 HRc y otra que dejó el acero a un nivel bastante inferior (44 HRc).

El otro acero comercial caracterizado ha sido el 1.2367, el cual se puede considerar como una versión baja en silicio del 1.2344. De hecho, si se comparan sus composiciones químicas se puede apreciar que el contenido en Mo del 1.2367 es mayor (2.70-3.30 %w), en tanto que tiene menos Si (0.30-0.50 %w). Los niveles de C y Cr de ambos aceros son similares. Esta composición química dota al DIN W. Nr. 1.2367 de una superior resistencia mecánica en caliente, una gran resistencia al revenido y una elevada tenacidad a la fractura [1-2]. Además, el acero 1.2367 fabricado por ROVALMA SA pertenecía a la calidad PREMIUM, lo que significa que su microestructura y su composición química deben superar unos estrictos cánones. Por ejemplo, no se admiten carburos precipitados en borde de grano. Este acero se emplea para la fabricación de herramientas de extrusión de metales, tales como camisas, vástagos, matrices y puntas de mandriles, también para matrices y punzones de forja y estampación en caliente, así como insertos para moldes de inyectar aluminio, magnesio, zamac y polímeros. El 1.2367 se ha ensayado en un único estado de tratamiento de bonificado, correspondiente a una dureza elevada (52 HRc).

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se ha efectuado una completa caracterización, tanto a nivel microestructural como con respecto

al comportamiento mecánico, de los aceros estudiados.

Para la observación por microscopía óptica, se seccionaron muestras y se sometieron a un proceso de pulido que constó de tres etapas: primero con papeles abrasivos (desde P240 hasta P1200), a continuación con pasta de diamante (desde 6 a 1 Ìm) y, por último, con sílice coloidal. El siguiente paso para revelar la microestructura fue el ataque químico, realizado con una solución de ácido pícrico en metanol. Las observaciones y fotografías se efectuaron con un microscopio Olympus BX41.

Por otra parte, puesto que los carburos y las inclusiones no metálicas presentes en los aceros juegan un papel determinante en el proceso de nucleación de fisuras, como se mostrará en este artículo, se recurrió también al empleo de un microscopio láser confocal Olympus Lext OLS3100. La microscopía óptica confocal permite una mejor caracterización de dichas partículas, alcanzando una mejor resolución en las imágenes y una información topográfica. Las muestras observadas con esta técnica fueron pulidas pero no atacadas químicamente.

La caracterización mecánica consistió en la medición de durezas, propiedades a tracción y obtención de curvas de fatiga tipo S-N o de Wöhler. Los ensayos de tracción se han realizado a temperatura ambiente y también a 450 °C, mientras que los de fatiga se han efectuado a una temperatura constante de 450 °C. Dicha temperatura fue escogida a partir de estudios realizados por ROVALMA SA como representativa del régimen de trabajo de un molde para inyección de aluminio.

Las durezas se han medido en escala Rockwell C, siendo cada valor reportado la media de un mínimo de 10 indentaciones.

Para la determinación de la respuesta mecánica a tracción se mecanizaron probetas cilíndricas de diámetro en la zona de ensayo de 5 mm y longitud de dicha zona de 30 mm. Los ensayos se efectuaron en una máquina dotada de una cámara ambiental capaz de realizar ensayos hasta 600 °C y utilizando un extensómetro refrigerado por agua, como se muestra en la Figura 1. Se realizaron en control de desplazamiento, a una velocidad de 1 mm/min.

Para los ensayos de fatiga se utilizó la misma geometría de probeta que para los de tracción, pero con la diferencia de que la superficie en la zona central y en el inicio de los radios de acuerdo, fue

Figura 1. Dispositivo experimental para la realización de los ensayos de tracción a 450 °C.

pulida a espejo con pasta de diamante en el sentido longitudinal. Este pulido se hizo para disminuir la rugosidad dejada por el mecanizado, pues es bien conocido que en materiales de alta resistencia, como lo son estos aceros, la influencia del acabado superficial sobre la vida a fatiga resulta importante y se convierte en un factor que añade dispersión a los resultados. Además, el pulido permite minimizar las tensiones residuales derivadas del mecanizado. Las curvas de vida a fatiga de Wöhler o curvas S-N se determinaron a partir de la realización de ensayos con una relación de esfuerzos (R) de 0.1. La frecuencia de trabajo estuvo en torno a los 10 Hz y se tomó como criterio de vida infinita 200.000 ciclos, por ser de ese orden la vida de un molde. Se utilizó el mismo montaje experimental descrito para los ensayos de tracción, pero sin la necesidad de emplear el extensómetro al ser los ensayos en control de carga. Por otra parte, al tratarse de ensayos de larga duración, fue necesario crear una atmósfera inerte en la cámara ambiental para evitar problemas de oxidación superficial que pudieran deteriorar la respuesta a fatiga, factor claramente puesto de relieve por Tsujii et al. [3]. Para ello se recurrió a inyectar nitrógeno a un caudal constante de 3 l/min, tanto durante el proceso de calentamiento (unos 45 minutos) y estabilización de la temperatura (20 minutos) como durante todo el ensayo de fatiga (5 horas y media para las probetas que llegaron a vida infinita). Un mínimo de 15 ensayos se realizaron para establecer cada una de las curvas S-N.

Después de los ensayos, tanto de tracción como de fatiga isotérmica, las superficies de fractura fueron caracterizadas a nivel macroscópico mediante una

lupa estereoscópica marca Olympus modelo SZ60. En el caso de las probetas sometidas a fatiga, se realizó un detallado estudio mediante MEB (Microscopía Electrónica de Barrido) con el objetivo de establecer el factor microestructural responsable de la nucleación de las fisuras, así como la zona de propagación estable de las mismas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización microestructural

La figura 2 muestra las imágenes de microscopía óptica correspondientes al acero 1.2344 en las dos condiciones de tratamiento térmico consideradas. En ambos casos aparece la típica microestructura de agujas de martensita con una distribución aleatoria de finos carburos, los cuales aparecen como puntos blancos. La figura 3 fue tomada con el microscopio confocal y permite apreciar mejor la distribución de los carburos, así como uno anormalmente grande en el centro de la imagen.

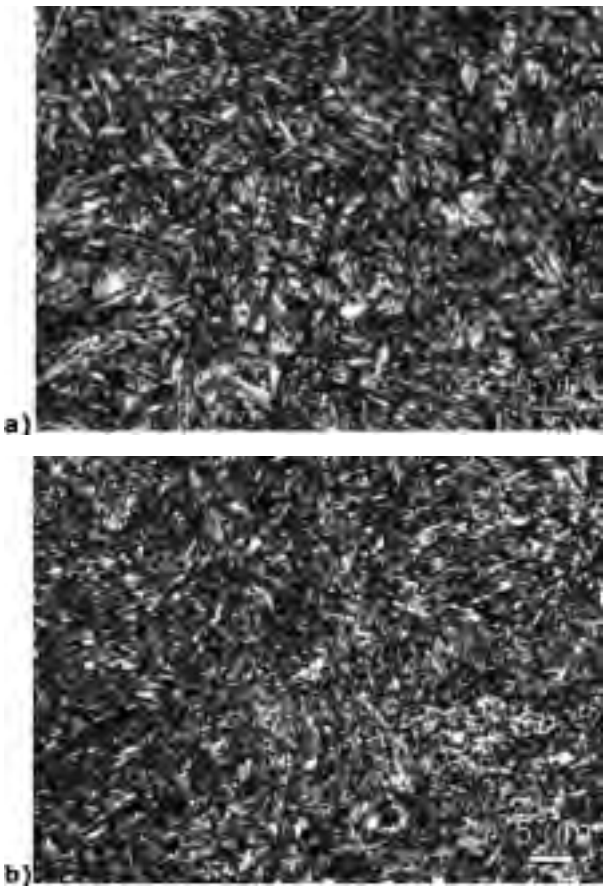


Figura 2. Microestructura del acero DIN W.Nr. 1.2344. a) HRc = 52; b) HRc = 44.

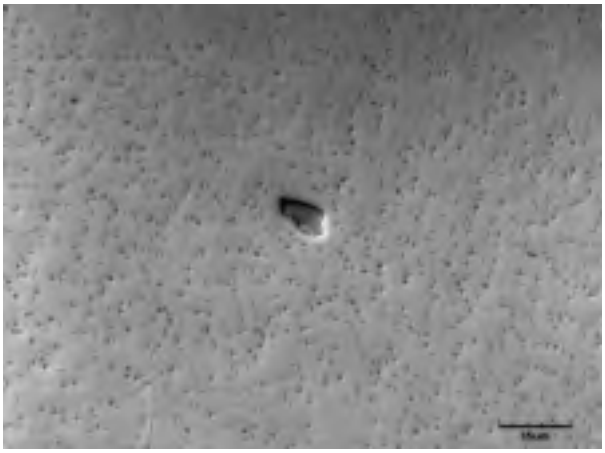


Figura 3. Distribución de carburos en el acero DIN W.Nr. 1.2344 a 52 HRc.

La figura 4 corresponde a la microestructura del acero 1.2367 y se tomó con filtro Nomarski, lo que facilita una mejor visualización del tamaño de grano austenítico inicial, previo al temple. En el centro de la imagen se aprecia un carburo de tamaño mayor a la media.

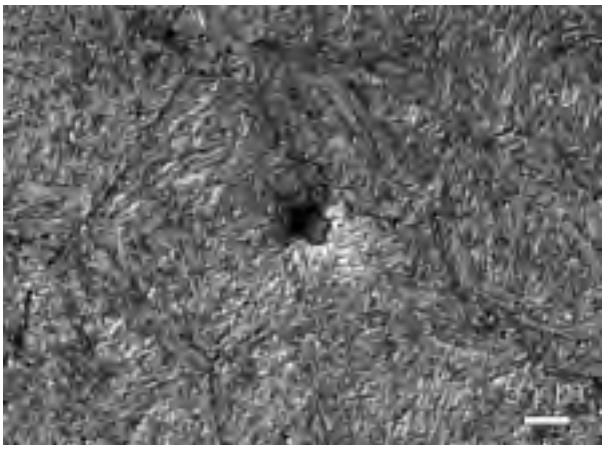


Figura 4. Microestructura del acero DIN W.Nr. 1.2367.

4.2. Caracterización mecánica estática

Los valores de dureza indicados por el fabricante fueron contrastados en el laboratorio del CIEFMA obteniéndose resultados similares. En el caso del 1.2344 con dureza nominal de 44 HRc, el valor experimental fue de 41.6 ± 1.3 HRc. Para los aceros suministrados con un nivel alto de dureza (52 HRc), se midieron los siguientes valores: 50.9 ± 0.4 HRc (para el 1.2344) y 52.1 ± 0.3 HRc (para el 1.2367).

Acero	Dureza (HRc)	σ_{ys} (MPa)	σ_{uts} (MPa)	ε (%)
1.2344	44	1176	1372	13
1.2344	52	1555	1837	12
1.2367	52	1625	1917	6

Tabla 1. Resultados de los ensayos a tracción a temperatura ambiente.

Acero	Dureza (HRc)	σ_{ys} (MPa)	σ_{uts} (MPa)	ε (%)
1.2344	44	981	1142	16
1.2344	52	1232	1475	16
1.2367	52	1280	1529	7

Tabla 2. Resultados de los ensayos a tracción a 450 °C.

Por lo que respecta al comportamiento a tracción, la Tabla 1 presenta los resultados correspondientes a temperatura ambiente y la Tabla 2 los de los ensayos efectuados a 450 °C. Las propiedades medidas fueron límite elástico al 0.2% de deformación (σ_{ys}), resistencia máxima (σ_{uts}) y deformación a rotura (ε). Cada resultado dado en las tablas es la media de un mínimo de dos ensayos.

Los resultados de tracción muestran la elevada resistencia mecánica de este tipo de aceros de herramientas, tanto a temperatura ambiente como a alta temperatura. Por otra parte, los valores de las tablas 1 y 2 permiten analizar varios factores. Comenzando por los resultados de la tabla 1, se puede señalar que:

— Queda clara la correlación entre dureza y resistencia a tracción, pues el acero 1.2344 tratado para dar una dureza de 52 HRc, supera en más de 450 MPa de resistencia máxima a temperatura ambiente, al mismo material ensayado en un estado de dureza de 8 unidades Rockwell C menos.

— En virtud de lo comentado en el párrafo anterior es evidente que para comparar el comportamiento de los dos tipos de aceros, i.e. 1.2344 frente a 1.2367, debe efectuarse dicha comparación a iguales niveles de dureza, en este caso a 52 HRc. El resultado es que el 1.2367 presenta superiores valores de resistencia máxima y de límite elástico, en concreto 80 y 70 MPa más, respectivamente. Por otra parte, el 1.2367 tiene una ductilidad que es la mitad que la del 1.2344.

Comentarios similares pueden hacerse en función de los datos de la tabla 2. Si se comparan los resultados de ambas tablas, puede apreciarse que los límites elásticos y las resistencias máximas a 450 °C son del orden de un 80% de los medidos a temperatura ambiente, lo cual habla muy favorablemente del comportamiento mecánico de estos aceros a la temperatura de trabajo considerada. Simultáneamente las ductilidades mejoran con la temperatura de ensayo, aunque permanecen en valores moderados, sin superar en ningún caso el 16% de alargamiento a rotura. La figura 5 muestra las superficies de fractura del caso más frágil (a) y del más dúctil (b).

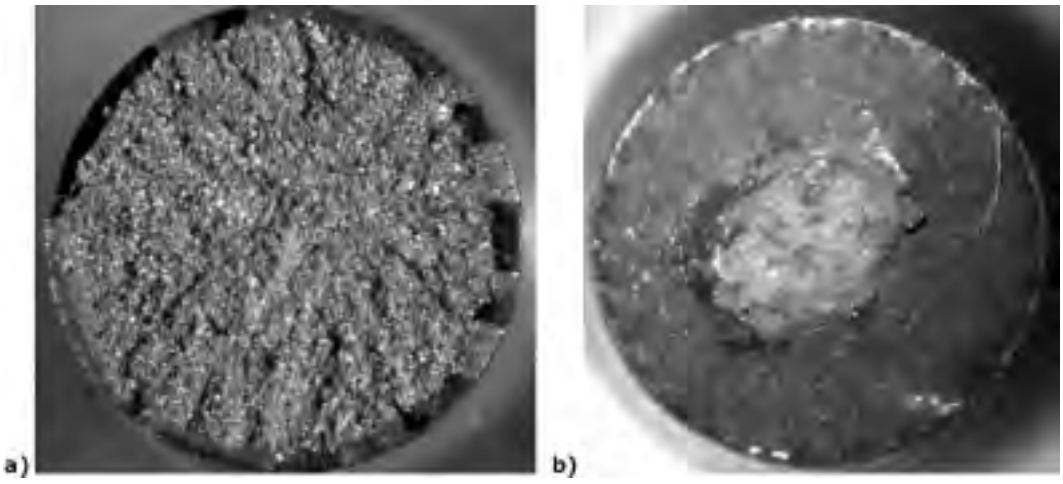


Figura 5. Aspecto macroscópico de las superficies de fractura observadas con lupa estereoscópica: a) Acero 1.2367 a 52 HRc; ensayo de tracción a temperatura ambiente; ε = 6%. b) Acero 1.2344 a 44 HRc; ensayo de tracción a 450 °C; ε = 16%.

4.3. Caracterización mecánica cíclica

Los resultados de los ensayos de vida a fatiga se presentan en forma de curvas S-N, que muestran la semiamplitud de esfuerzo en cada ciclo frente al número de ciclos a rotura. Así, la figura 6a muestra los datos correspondientes a las 14 probetas ensayadas del acero DIN W.Nr. 1.2344 a 44 HRc. Los símbolos vacíos indican lo que se conoce como run-out, es decir, que la probeta resistió los 200.000 ciclos prefijados como vida infinita sin llegar a romper. El número que aparece junto a estos casos de run-out indica cuantas probetas ensayadas alcanzaron esa vida infinita para cada nivel de esfuerzo. El objetivo era caracterizar la curva de vida a fatiga para duraciones entre 10^4 y 10^5 ciclos, lo cual se consiguió ensayando sólo a tres niveles de amplitud de esfuerzo. Al nivel más bajo se ensayaron dos probetas y ninguna rompió. En el nivel intermedio coexisten dos run-out y cinco roturas, la más rápida de ellas ocurrida tras sólo 10.000 ciclos. Por último, al nivel de esfuerzos más elevado, las cuatro probetas rompieron con vidas entre 10.000 y 110.000 ciclos. Esta dispersión de resultados puede considerarse normal para un acero de alta resistencia.

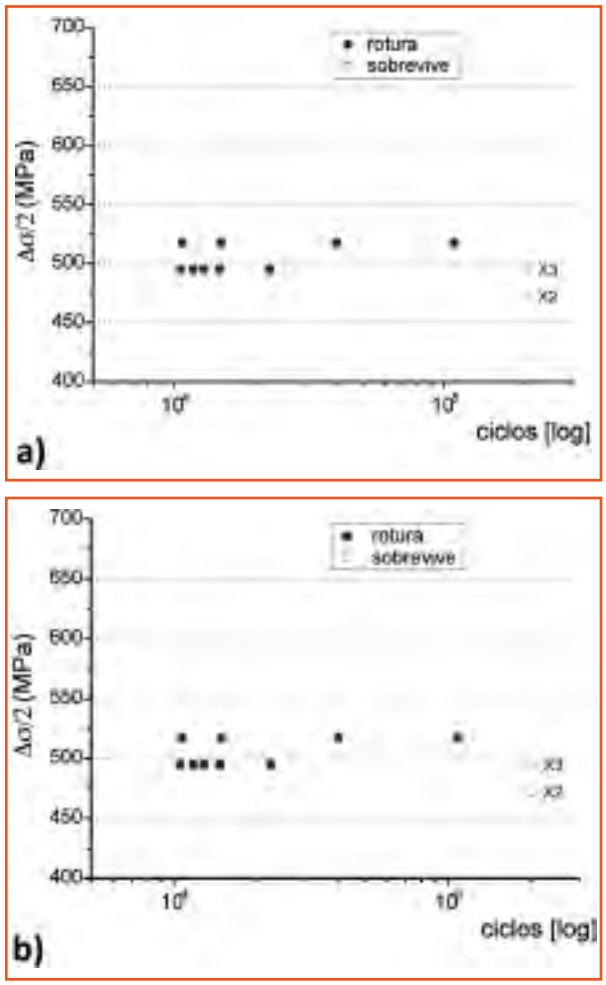


Figura 6. Curvas S-N del acero DIN W.Nr. 1.2344 a 44 HRc. Ensayos a 450 °C.
a) En función de Δσ/2 b) En función de σ_{max}.

En la figura 6b se presentan los mismos resultados pero en términos del esfuerzo máximo aplicado en cada ciclo. Esta representación de la curva S-N permite mostrar que todos los ensayos se efectuaron a niveles de esfuerzo máximo por encima del límite elástico del acero a la temperatura considerada, lo cual puede considerarse como un muy buen comportamiento a fatiga.

De manera análoga, la figura 7 muestra la curva S-N del acero 1.2344 a un nivel de dureza de 52 HRc en términos del esfuerzo máximo en cada ciclo. En este caso se tuvieron que ensayar más probetas para obtener una adecuada caracterización, puesto que la dispersión de resultados fue algo mayor que para el caso del acero a 44 HRc. Esto se debió a que algunas probetas rompieron por el área donde finaliza la sección recta y comienza el radio de acuerdo. Esta problemática es frecuente en los ensayos de fatiga de aceros de gran dureza, pues son muy sensibles a concentradores de tensiones como lo son las zonas roscadas de la cabeza de la probeta o los cambios de sección.

Al igual que para el estado de menor dureza, todos las roturas se produjeron a niveles de esfuerzo máximo por encima del límite elástico, aunque en este caso con un margen menor.

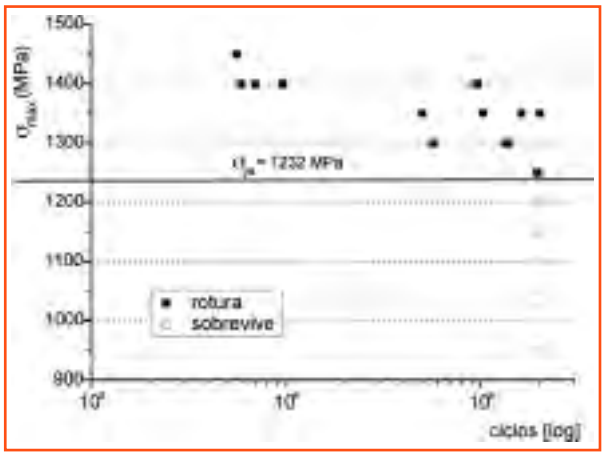


Figura 7. Curva S-N (en función de σ_{max}) del acero DIN W.Nr. 1.2344 a 52 HRc. Ensayos a 450 °C.

Acero	Dureza (HRc)	Límite de fatiga $\Delta\sigma/2$ (MPa)	Límite de fatiga / σ_{ys}	Límite de fatiga / σ_{uts}
1.2344	44	500	0.51	0.44
1.2344	52	550	0.45	0.37
1.2367	52	500	0.39	0.33

Tabla 3. Límites de fatiga y sensibilidades a fatiga a 450 °C.

Si comparamos las dos curvas S-N del acero 1.2344 queda patente la superior resistencia a fatiga del material con la dureza más elevada. Concretamente, los límites de fatiga se pueden establecer en $\Delta\sigma/2 \approx 500$ MPa para el acero con 44 HRc y $\Delta\sigma/2 \approx 550$ MPa cuando se trata del erial a 52 HRc. Por tanto, la anteriormente comentada correlación entre dureza y resistencia mecánica estática se aplica también para el caso de resistencia a cargas cíclicas, de manera que 8 unidades más de dureza se traducen en un incremento de 50 MPa en el límite de fatiga.

Por lo que se refiere al acero 1.2367, los resultados de fatiga isotérmica se presentan en la figura 8. Para este material se emplearon también más de 20 probetas para trazar la curva S-N. Destaca que, a diferencia de lo observado para el acero 1.2344, en los ensayos del 1.2367 sí se produjeron numerosas roturas para esfuerzos claramente por debajo del límite elástico, por lo que la sensibilidad a fatiga de este acero sería superior a la del 1.2344. Dicha sensibilidad a fatiga se puede definir como el cociente entre límite de fatiga y límite elástico (o bien resistencia máxima a tracción). La tabla 3 muestra los valores de dichos cocientes para los tres materiales estudiados.

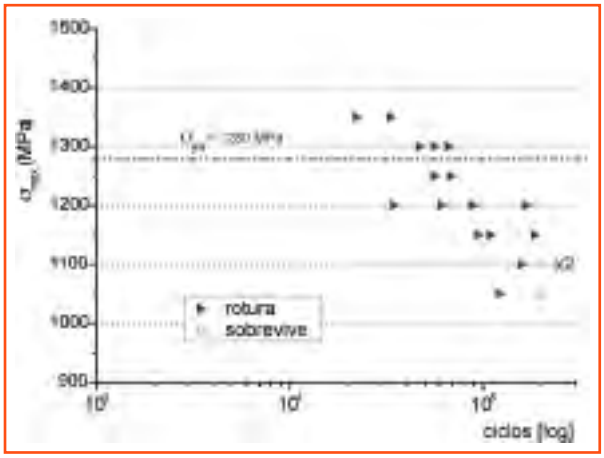


Figura 8. Curva S-N (en función de σ_{max}) del acero DIN W.Nr. 1.2367 a 52 HRc. Ensayos a 450 °.

4.4. Análisis fractográfico

Es un hecho bien establecido que en el rango de fatiga de alto número de ciclos, i.e. para duraciones mayores a 10^5 ciclos, la etapa de nucleación de la fisura ocupa la mayor parte de la vida a fatiga. Por ello, las investigaciones suelen concentrarse en esa etapa, efectuando para ello observaciones sistemáticas de los lugares de iniciación de las fisuras. Para los aceros de herramientas de trabajo en caliente, diversos investigadores han efectuado este tipo de estudios [4-6]. Así, Delagnes et al. [4] establecieron tres mecanismos diferentes de nucleación, en función de la temperatura, para un acero AISI H11. Para temperaturas de trabajo entre 200 y 400 °C coexisten dos mecanismos: la nucleación a partir de inclusiones no metálicas, que es el más frecuente, y a partir de los bordes de las agujas de

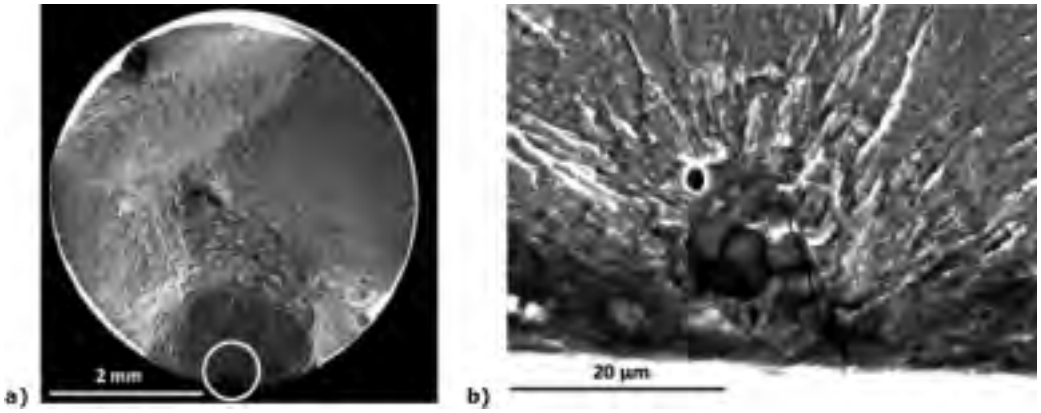


Figura 9. Acero 1.2344 a 44 HRc. Ensayo a 450 °C con $\Delta\sigma/2$ = 495 MPa, ciclos a rotura = 22.549. a) Vista macroscópica de la fractura señalando el inicio. b) Detalle del origen de la fisura.

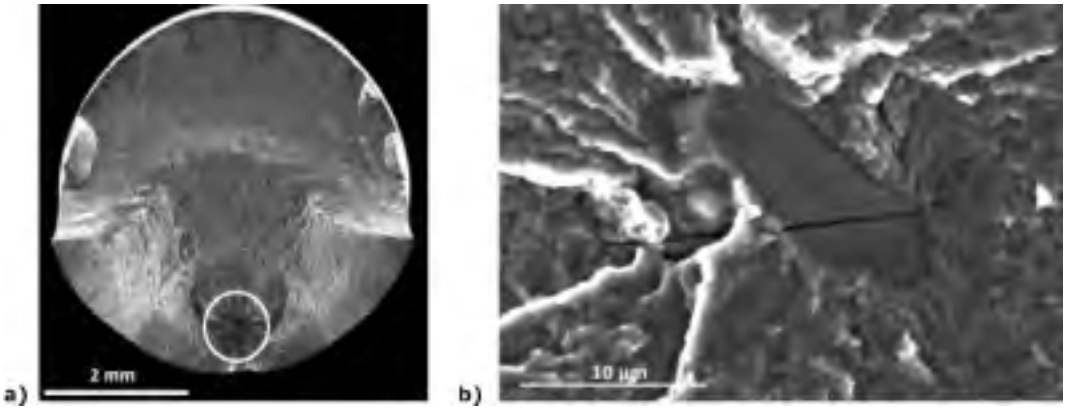


Figura 10. Acero 1.2344 a 52 HRc. Ensayo a 450 °C con Δσ/2 = 608 MPa, ciclos a rotura = 102.167. a) Vista macroscópica de la fractura señalando el inicio. b) Detalle del origen de la fisura.

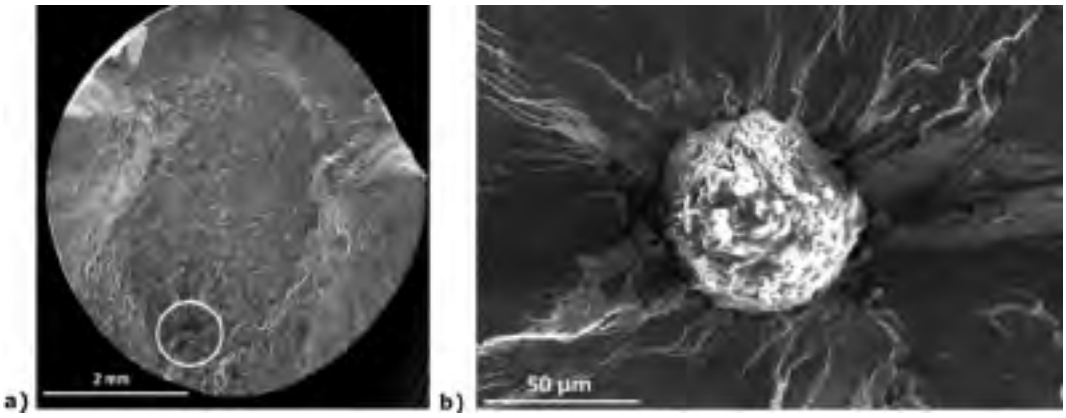


Figura 11. Acero 1.2367 a 52 HRc. Ensayo a 450 °C con Δσ/2 = 495 MPa, ciclos a rotura = 158.289. a) Vista macroscópica de la fractura señalando el inicio. b) Detalle del origen de la fisura.

martensita; mientras que en el rango de 500-600 °C, los bordes de grano de la austenita previa pasan a ser el punto preferente de iniciación. Por su parte, Medvedeva et al. [6] trabajaron con un acero H13 con diversos niveles de impurezas y determinaron que los óxidos eran las inclusiones más perjudiciales.

Para cada uno de los dos aceros estudiados en este trabajo se observó un origen diferente de las fisuras. Para el 1.2344, tanto a 44 como a 52 HRc el factor microestructural a partir del cual se produce la nucleación de las microgrietas son los carburos. En la figura 9b puede verse una agrupación de partículas fracturadas, de casi 20 µm en total, situadas junto a la superficie, de las que emana el proceso de fatiga. Estas partículas pudieron ser analizadas en el MEB mediante EDS (Espectroscopía por Dispersión de Energías) resultando ser carburos ricos en V, Mo y Cr. En la figura 10 el origen no es superficial sino interno, pero también se debe a unos carburos que aparecen partidos.

Por otra parte, en el caso del acero 1.2367 todas las grietas de fatiga se nuclearon a partir de partículas esféricas como la que se aprecia en la figura 11. Dichas partículas fueron identificadas como inclusiones de alúmina.

5. CONCLUSIONES

La resistencia a tracción y a fatiga isotérmica de dos aceros de herramientas para trabajo en caliente (DIN W.Nr. 1.2344 y 1.2367) fue evaluada a 450 °C, por ser ésta una probable temperatura de trabajo de los mismos.

Los resultados muestran que estos aceros mantienen una gran resistencia a 450 °C, con una pérdida de apenas 20% del límite elástico y de la resistencia máxima que tenían a temperatura ambiente. Por otra parte, se apreció una clara correlación entre el nivel de dureza de los aceros, determinado por su tratamiento térmico y su resistencia mecánica estática. Por lo que se refiere a la resistencia cíclica, también se observó que a mayor dureza mayor límite a fatiga, aunque la sensibilidad a fatiga disminuye para el acero de alta dureza.

El acero 1.2344, tanto a dureza baja como alta, presentó un excelente comportamiento a fatiga isotérmica, dado que todas las roturas se produjeron

para valores de esfuerzo máximo superiores al límite elástico. Por el contrario, en el caso del 1.2367 la dispersión de resultados fue elevada y el límite a fatiga se situó en valores inferiores a los del 1.2344 de igual dureza.

El estudio fractográfico permitió determinar que en el caso del acero 1.2344 los puntos de iniciación de las grietas de fatiga son las agrupaciones de carburos, mientras que para el 1.2367 lo son las inclusiones no metálicas, concretamente partículas de alúmina.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de ACC1Ó de la Generalitat de Catalunya a través del proyecto ALTERMO (RDITCCON07-1-0012.) y del Ministerio de Ciencia e Innovación (MAT2009-14461). Nuestro agradecimiento también al Servicio de Microscopía Electrónica del CMEM-UPC por su colaboración en la caracterización fractográfica.

7. REFERENCIAS

[1] K.D. Fuchs, Proc. 6th Int. Conf. on Tooling, Karlstad (Suecia), 2002, pp. 15-22.

[2] A. Grellier y M. Siaut, Proc. 6th Int. Conf. on Tooling, Karlstad (Suecia), 2002, pp. 33-39.

[3] N. Tsujii, G. Abe, K. Fukaura y H. Sunada, ISIJ Int. 35 (1995) 7, pp. 920-926.

[4] D. Delagnes, Tesis doctoral, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1998.

[5] D. Delagnes, F. Rézaï-Aria, C.Levaillant y A. Grellier, Proc. 5th Int. Conf. on Tooling, Leoben (Austria), 1999. pp. 195-204.

[6] A. Medvedeva, J. Bergström y S. Gunnarsson, Steel Res. Int. 79 (2008) 5, pp. 376-381.

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

ACEMSA
Centro Metalográfico de Materiales

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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

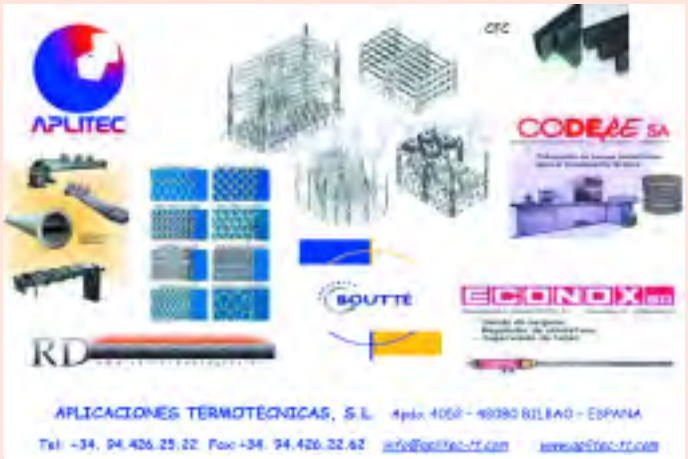
B.M.I.
El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío
Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL.: 94.426.25.22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

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

Emison
GRUPO EMISON
C/ Valirana, 67 - 08006 Barcelona - Teléf.: 938 792 871 - Fax: 932 111 838
Internet: www.emison.com - e-mail: marc@emison.com
Fabricantes de hornos desde 1957.
Hornos de crisol.
Más de 120 modelos en stock.
Hornos de mufla.
Hornos para las artes del fuego.
Depuradores de humos.
Equipos para joyería.
Equipos especiales.
Equipos para laboratorios.
Tratamiento térmico de metales.
Estufas de secado y calefacción.
Equipos de incineración.

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

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


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

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

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

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

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TÉRMICO
HORNOS INDUSTRIALES
DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS
POLIGONO INDUSTRIAL ARCIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

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

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

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

AFE CRONITE
Diseño y fabricación de piezas fundidas
en aleación de cromo / níquel
AFE Cronite Technologies - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 945 293 400 - Fax: 945 293 145
E-mail: M.GARCIA@afecronite.com - www.afecronite.com

METALOGRÁFICA
DE LEVANTE S.A.
TRATAMIENTOS TÉRMICOS
SERVICIO Y CALIDAD
Temple en Vacío
Cementación
Nitruración, Nipro
Carbonitruración
Temple en Atmósfera Controlada
Temples de muelles, series, etc.
Estabilizados, normalizados, recocidos
Deshidrogenados, Recristalización, etc.
Laboratorio Metalúrgico
Espectrometría
Consulting
Recogidas y entregas de material

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

Ipsen

Solución total con un único proveedor

PROGRAMA DE FABRICACIÓN:

- Hornos de atmósfera de una o varias cámaras.
- Hornos de vacío horizontales y verticales.
- Instalaciones continuas de atmósfera.
- Instalaciones continuas de vacío.
- Generación de atmósferas para procesos.
- Control y automatización de procesos.
- Investigación, fabricación, servicio postventa, formación.

Ipsen International GmbH
Flutstrasse 78 – 47533 Kleve, Alemania – Teléfono 0049-2821-804-518
www.ipsen.de

INDICE de ANUNCIANTES

ACEMSA 44
AFE CRONITE 15
ALD 23
APLITEC 45
ARROLA 7
BMI 45
BRUKER 44
BURGDORF 17
COMERCIAL SATEC . . . . . 17 y 27
CUMBRE INDUSTRIAL . . . . . Contraportada 2
DEGUISA 44
EMISON 45
ENTESIS 45
FISCHER INSTRUMENTS 46
FLEXINOX 45
FORUM TABIRA 20
FUCHS LUBRICANTES 13
HORNOS ALFERIEFF . . . . . Contraportada 4
HORNOS DEL VALLÉS 45
HOT 19
INDUSTRIAS TEY 45
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 11
INTERBIL 3
IPSEN 47
LIBROS DE TRATAMIENTO TÉRMICO 35
METALOGRÁFICA DE LEVANTE 46
MP COMPONENTES 9
MTC . . . . . 21 y 23
PLASMA-METAL 21
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SECO-WARWICK 7
SOLO SWISS . . . . . PORTADA
SPECTRO 47
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47
SUNTEC 5
TECNYMAT 25
WHEELABRATOR 46

Próximo número

SEPTIEMBRE

Nº Especial **TRASMET - SUBCONTRATACIÓN** (Bilbao).