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®

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

TRATER PRESS

ABRIL 2011 • Nº 22

TRATER Press

ABRIL 2011 • Nº 22

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es

SOLO Switzerland

Instalaciones de tratamiento térmico

Hornos de campana

Instalaciones continuas de atmósfera

Instalaciones de tratamientos térmicos

Hornos de temple

Hornos de nitruración

Hornos continuos con atmósfera controlada

SOLO Swiss Group - CP 7127 - CH 2500 BIENNE - SWITZERLAND
mail@soloswiss.com - www.soloswiss.com - Tel. +41 32 465 96 00

www.soloswiss.es

ZARAGOZA
ESPAÑA-SPAIN

MATIC2011

FERIA
INTERNACIONAL
DE AUTOMATIZACION
INDUSTRIAL
INTERNATIONAL INDUSTRIAL
AUTOMATION EXHIBITION

10-12 MAYO/MAY
2011

Organiza/organised by:

Tel.(+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 649

matic@feriazaragoza.es
www.maticexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

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 • Abril 2011 - Nº 22

Editorial 2

Noticias 4

III Fórum Estampación en Caliente • MATGAS organiza curso sobre Análisis del Ciclo de Vida • ENERTEK, nueva generación de crisoles de FOSECO • Detector multigas Ventis™ MX4 • Nueva generación de registradores • Potente software x|acT • Paños WYPALL* X90 • La producción de acero aumenta.

Artículos

- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 10
- TECNALIA R&I trabaja en la mejora de los procesos de ingeniería de los sistemas desarrollados por Navantia 12
- Predicción mediante la simulación de la microestructura en fundiciones ADI tras el tratamiento térmico - *Por Igor Pérez Villalobos, Uwe Getzlaff y Ole Köser* 14
- La siderurgia europea recurre el sistema de asignación de derechos de emisión de CO2 para la Industria - *Por UNESID* 18
- Estudio de la estabilidad dimensional de un acero microaleado con Nb y V - *Por Gerardo Conejero Ortega, Bernardo J. Fernández González, Montserrat Pichel Martínez, Rafael Barea del Cerro, Nuria Candela Vázquez y Manuel Carsí Cebrián* 20
- La industria aeroespacial europea 28
- Noticias Tratermat 29
- THERMPROCESS 2011: Feria monográfica y líder mundial de hornos industriales y tecnologías para procesos de producción térmicos 32
- Algunas alternativas modernas a la tecnología de tratamiento de calor al vacío - *Por Thierry Sperisen* 33
- Simulación dilatométrica del recocido en continuo de aceros duales - *Por D. Álvarez y J. M. Artimez* 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

A finales de junio se celebra **THERMPROCESS** en Düsseldorf, feria muy relevante del sector Tratamientos Térmicos, que se celebra junto a **GIFA** (la Feria mundial de fundición más importante actualmente) y donde estaremos con nuestras revistas.

A su vez estaremos en el **III Fórum de Estampación en Caliente** que organiza **Tabira-Azterlan** el día 23 de junio y donde se prevee una asistencia de alrededor de 200 personas. Más información del evento en página 19.

En este número encontrarán, como es habitual, artículos, informaciones y anuncios de compañías importantes del sector. Es un número muy completo y de enorme calidad.

Antonio Pérez de Camino

ESPECTRÓMETRO DE CHISPA

Bruker Elemental

Nuevo Q2 ION - Analizador de Metales a un precio asequible!

- **Nuevo analizador de Metales Ultra-Compacto mediante Chispa (Spark-OES)!!**

El espectrómetro de emisión por chispa totalmente nuevo de Bruker Elemental modelo Q2 ION eleva el análisis de metales a unos nuevos límites de simplicidad y facilidad de manejo. A día de hoy, el Q2 ION es el espectrómetro de chispa más pequeño y ligero ultra compacto disponible en el mercado para el análisis de metales. Su precio asequible y sus bajos costes de operación lo hacen ser una herramienta ideal para pequeñas y medianas empresas.
El Q2 ION cubre la mayoria de los elementos en multitud de aplicaciones como las aleaciones de Hierro, Aluminio y Cobre. Está dirigido especialmente a aquellas fundiciones de tamaño medio-pequeño, industrias de procesado de metales, fabricantes, departamentos de control de calidad, almacenes, plantas de reciclaje de metales e incluso para aquellas empresas dedicadas a la inspección.

ANALIZADOR PORTÁTIL DE RAYOS-X

El analizador S1 TURBO$_{SD}$ XRF utiliza la tecnología innovadora SDD para proporcionar el más rápido y preciso análisis de aleaciones posible.

Bruker Biosciencies Española S.A.
Tfno: 914 994 080
E-mail: bruker@bruker.es
www.bruker.com

think forward

Elemental Analysis

III Fórum Estampación en Caliente

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.

Info 1

MATGAS organiza curso sobre Análisis del Ciclo de Vida

El centro de excelencia en CO_2 y sostenibilidad, MATGAS, organiza un curso de especialización sobre el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en su centro ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Durante este curso, abierto tanto a estudiantes como a profesionales de ámbitos relacionados con el medio ambiente, los asistentes pueden adquirir los conocimientos básicos para evaluar el impacto ambiental de un proceso a lo largo de su ciclo de vida.

Lourdes Vega y Roberta Pacciani de Carburos Metálicos/MATGAS, Assumpció Antón del IRTA y Carles Martínez y Julia Blanco de Inedit Innovació son las personas encargadas de impartirlo.

El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta que mide los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia. Para ello, se realiza un estudio de los recursos que se utilizan como el agua o las materias primas y las emisiones ambientales asociadas con el sistema que se está evaluando.

Una de las principales ventajas del Análisis del Ciclo de Vida es que se pueden comparar los impactos medioambientales de diferentes materiales o de diferentes sistemas, utilizados con un mismo propósito, obteniendo así la ganancia ambiental neta de un nuevo proceso o producto frente al tradicional que pretende reemplazar.

Info 2

FEMEVAL y la iniciativa de UNICEF

La Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL) se ha sumado al programa de UNICEF "Multiplica por la Infancia", una iniciativa que busca la colaboración de las asociaciones profesionales del sector privado y PYMES en la defensa de los derechos de la infancia más vulnerables.

La presidenta de UNICEF Valencia, Nidita Guerrero, y el secretario general de FEMEVAL, Alejandro Soliveres, han firmado el acuerdo por el que la federación del metal se convierte en entidad colaboradora de este proyecto, y en la primera organización empresarial de la Comunidad Valenciana que se une a esta iniciativa a favor de la educación de todos los niños y niñas de países en desarrollo.

Esta campaña persigue incrementar el acceso de niños desfavorecidos a una educación primaria de calidad, así como amplificar la difusión del mensaje de UNICEF para garantizar los derechos de la infancia entre los empleados, clientes, y proveedores de las entidades implicadas.

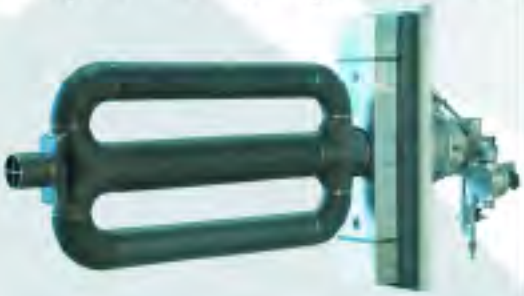
Info 3

Detector multigas Ventis™ MX4

Industrial Scientific, líder global en detección de gases, presenta el detector multigas Ventis™ MX4. Es un instrumento liviano que brinda muchas opciones de configuración, disponible con o sin bomba integral y compatible

Hornos
Laboratorio e industriales

Quemadores
recuperativos y regenerativos



Reguladores de Potencia
a Tyristores:

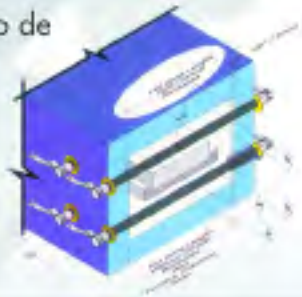
AEG
Power supply systems

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

con iNet®. iNet es la solución de detección de gases como servicio exclusiva de Industrial Scientific.

El Ventis detecta entre uno y cuatro gases, entre ellos, oxígeno, gases combustibles (LEL o CH4) y dos de cualquiera de los siguientes gases tóxicos: CO, H2S, NO2 y SO2. El instrumento, ideal para la supervisión de espacios confinados y para la supervisión continua de personal en potenciales ambientes peligrosos, está diseñado para mantener seguros a los trabajadores de numerosas industrias. En aplicaciones de espacios confinados, el Ventis puede utilizarse para recolectar muestras hasta un máximo de 30,5 metros con la bomba integrada. El detector de gases alerta al usuario en caso de condiciones peligrosas mediante una alarma audible, alarmas visuales con LED ultra luminosos y una potente alarma con vibración.

Info 4

Nueva generación de registradores

Testo lanza al mercado una nueva generación de registradores que destaca por su extrema facilidad de uso y su absoluta seguridad, p.ej., gracias a su protección mediante contraseña y al candado a prueba de hurto. Esta nueva generación está compuesta de 13 registradores que son la solución más adecuada para múltiples aplicaciones. Además de los nuevos 11 productos que componen las gamas testo 175 y testo 176, también se incluyen los dos mini registradores testo 174T y testo 174H.

La gama testo 175 esta compuesta de 4 registradores compactos para la medición de temperatura y humedad. La gama testo 176 esta compuesta de siete registradores especialmente adecuados para las aplicaciones más exigentes, como las que se dan en los laboratorios. Una novedad total en esta gama es el registrador testo 176 P1, con el que se pueden medir y documentar los valores de presión absoluta además de la temperatura y la humedad.

La nueva generación de registradores Testo se adecua a la medición profesional de temperatura, humedad y presión absoluta en múltiples aplicaciones, entre las que podemos destacar las mediciones en procesos industriales.

Info 5

Potente software x|acT

El nuevo software de inspección x|act de GE Inspection Technologies está ahora disponible para los sistemas de inspección por rayos X de alta resolución phoenix microme|x y nanome|x de 180 kV. Este potente nuevo paquete sustituye al anterior software phoenix quality|assurance, y entre sus aplicaciones se cuenta la inspección manual de componentes electrónicos, así como la inspección totalmente automatizada mediante CAD y mediante rayos X de juntas de soldadura en unidades electrónicas. Existen tres versiones disponibles: x|act base, x|act operator y x|act pro. Todas las versiones ofrecen una mayor facilidad de funcionamiento que los paquetes anteriores, lo que aumenta la fiabilidad de la inspección.

"Una sencilla grabación de macros permite programar intuitivamente tareas de inspección en términos de parámetros de gestión y formación de imágenes, todos los parámetros de visualización se guardan con un solo clic del ratón. Los programas de muestreo creados automáticamente pueden utilizarse para todas las placas de circuitos impresos del mismo tipo en cualquier parte del sistema, incluso si están girados o volteados, y la mejora automática de imagen, optimiza las imágenes en directo para garantizar la máxima precisión y detección de defectos."

Info 6

Paños WYPALL* X90

Los Paños WYPALL* X90 son los primeros paños de KIMBERLY-CLARK PROFESSIONAL* en incor-

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 Sarasua
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 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

porar el material de rápida absorción en dos capas HYDROKNIT* con fibra común patentado por la empresa, que incrementa de forma considerable la capacidad de absorción y la suavidad de los paños en comparación con otras gamas WYPALL* X.

Los Paños resistentes a disolventes WYPALL* X90 van dirigidos principalmente a usuarios de sectores de la industria, como fabricación de metal, donde se requieren prestaciones muy elevadas. Estos paños únicos están diseñados para utilizarse en tareas en las que la absorción es fundamental, como limpieza intensiva, preparación de superficies con disolventes, eliminación de derrames y limpieza de aceite y grasa.

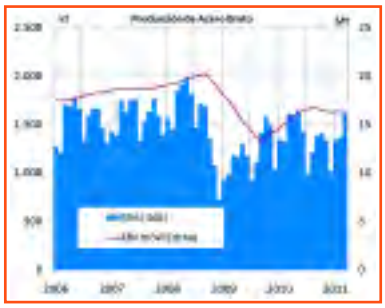
Gracias al alto nivel de absorción que ofrecen los Paños WYPALL* X90, se necesita menos producto para realizar una tarea, lo que supone una reducción del coste en uso. Estos paños voluminosos protegen mejor las manos del usuario, mientras que el alto porcentaje de fibra común que incorpora el material proporciona un tacto más suave que agradecerán quienes realicen tareas de limpieza.

Info 7

La producción de acero aumenta

Según UNESID, en marzo la producción de acero bruto de las fábricas españolas ha sido de 1,6 millones de toneladas, prácticamente la misma cifra que hace un año, ya que la variación ha sido del 0,3%.

En este comienzo de 2011 se ha



completado un primer trimestre muy similar al del comienzo de 2010. Con 4,3 millones de toneladas, se ha mejorado la cifra del año pasado en un 1,4%. Sin embargo, sí se aprecia una mejoría del 14,9% sobre el cuarto trimestre de 2010. Recordemos que el comportamiento de 2010 fue bastante más débil a partir de la vuelta del verano que al comienzo del año.

La producción en los últimos doce meses fue de 16,4 millones de toneladas, con la misma variación positiva de sólo el 0,3% sobre la producida en 2010.

Info 8

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

B! E! C! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

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.

Son varias las aportaciones que hemos recibido sobre el REVENIDO o REVENIDOS de los Moldes de Inyección a Presión de los Metales y en forma de gráfico ya conocidos, así como interesantes recomendaciones prácticas que intentaremos resumir para este nº 22 de la Revista Trater Press.

El REVENIDO debe realizarse inmediatamente después del Temple (endurecimiento) y para incrementar la Resistencia a costa de algo de dureza.

La temperatura del Molde después del temple no debe ser inferior a 50º-70ºC, iniciándose así el proceso del primer Revenido y segundo o mejor según los casos del tercero, como veremos más adelante para alcanzar la dureza deseada por el Fundidor (normalmente 42-48 HRC).

Niveles más altos de dureza nos proporcionan una mayor resistencia a la fatiga térmica y menores proporcionan una mejor resistencia al macroagrietamiento y abuso mecánico con aceros como el que nos ocupa H-13. Sin embargo, ocurren otras reacciones que conllevan una producción de carburos complejos y compuestos interrmetálicos que producen un fenómeno llamado Endurecimiento Secundario, que es responsable en parte de la Resistencia del metal al ablandamiento en las temperaturas que encontrará durante su utilización en servicio.

La elección de la temperatura de Revenido estará de acuerdo con la dureza elegida y según el gráfico figura nº 2.

El enfriamiento de los revenidos debe ser al aire hasta la temperatura ambiente.

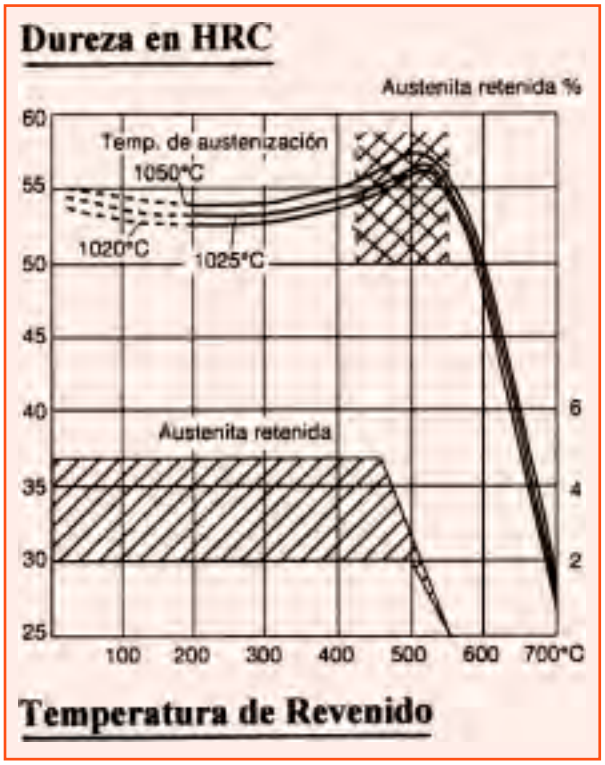


Fig. 2. Curvas de Temperaturas de Revenido en función de la Temperatura de Temple elegida (1.020-1.025 y 1.050 °C). La zona rayada en las curvas de revenido no deben de elegirse (420 a 520 °C).

Nota: Seguiremos con este interesante tema en el próximo número.

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

TECNALIA R&I trabaja en la mejora de los procesos de ingeniería de los sistemas desarrollados por Navantia

TECNALIA RESEARCH & INNOVATION, a través de su Unidad de Software, trabaja en la certificación de los proyectos de ingeniería de los sistemas desarrollados por la Unidad de Producción de Sistemas FABA de Navantia, utilizando la metodología internacional CMMI.

El objetivo de este proyecto es lograr la mejora de los procesos de ingeniería de dichos sistemas con el fin de optimizar los procesos productivos de la organización. De esta manera, la identificación temprana y posterior gestión de imprevistos permitirá acortar los tiempos de respuesta, mejorar los tiempos de entrega y reducir así los retrabajos, logrando así satisfacer los requerimientos más exigentes y adaptarse a las necesidades concretas del cliente de manera más proactiva.

Dentro de Navantia, el proceso de certificación se está desarrollando en el centro de Sistemas FABA ubicado en San Fernando (Cádiz), especializado en sistemas de combate, comunicaciones, direcciones de tiro y sistemas de armas, con destino a los buques de superficie y submarinos construidos por Navantia para la Armada Española y para otros mercados nacionales e internacionales.

Además del centro en San Fernando en Cádiz, Navantia–Sistemas FABA también ejecuta el diseño, desarrollo, fabricación, instalación y apoyo al ciclo de vida de sistemas informatizados para el control del buque (propulsión, control de averías, sistemas auxiliares) en el centro ubicado en Cartagena.

El modelo de certificación CMMI que están utilizando los consultores de la Unidad de Software de TECNALIA R&I para llevar a cabo este proyecto, es un modelo internacionalmente reconocido y creado por el Software Engineering Institute de Estados Unidos.

MOLD EXPO

Feria Internacional de Moldes y Matrices
International Mould and Die Exhibition

10-12 MAYO/MAY
2011

ZARAGOZA
(SPAIN)

Organiza/organised by:

Tel (+34) 976 764 700
Fax (+34) 976 330 649

moldexpo@feriazaragoza.es
www.moldexpo.es

FERIA DE ZARAGOZA

Predicción mediante la simulación de la microestructura en fundiciones ADI tras el tratamiento térmico

Por Igor Pérez Villalobos[a], Uwe Getzlaff[b] y Ole Köser[c]
([a] Análisis y Simulación S.L., [b] ACTech GmbH y [c] ESI Group)

FUNDICIONES ADI

La búsqueda de materiales de bajo costo y buenas propiedades mecánicas ha permitido un gran desarrollo de las fundiciones nodulares austemperadas (ADI). El creciente uso de las fundiciones ADI es consecuencia directa de sus propiedades mecánicas, que son superiores a otros miembros de la familia de las fundiciones nodulares en lo que se refieren a maquinabilidad, resistencia a la tracción, resistencia al desgaste, tenacidad y ductilidad. Estas características, junto a los menores costos de producción en comparación con los aceros, simplificación del proceso de mecanizado de piezas y reciclabilidad, convierten a este material en una alternativa industrialmente válida y atractivamente económica para reemplazar, en algunas aplicaciones, a los aceros de baja aleación fundidos y forjados [1,2]. Estas propiedades pueden mejorar, aún más, con un buen control de su microestructura y el agregado de elementos de aleación.

Las notables propiedades de la fundición ADI son consecuencia de su estructura, que está compuesta de nódulos de grafito y una matriz que consiste en una mezcla de dos fases, placas de ferrita y austenita estabilizada con total ausencia de carburos. La estructura de la austenita es responsable de la excelente ductilidad y tenacidad de las fundiciones ADI, mientras que la fina dispersión de ambas fases, ferrita y austenita, permiten explicar la alta resistencia de la aleación [3]. Por otra parte, la adición de elementos de aleaciones tales como Cu, Mo y Ni, mejoran aún más las propiedades mecánicas del material, por cuanto su efecto combinado influye favorablemente sobre la templabilidad de la aleación [4, 5].

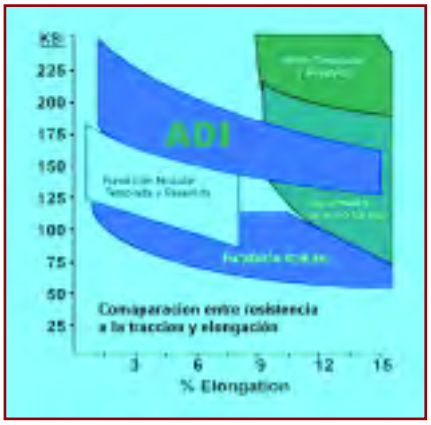


Imagen 1. Representación gráfica de las propiedades mecánicas de la fundición ADI en comparación con otras aleaciones.

EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE AUSTEMPERADO EN FUNDICIONES ADI

El proceso de austemperado consiste en dos etapas de tratamiento térmico: la primera etapa de austenización de la fundición esferoidal, que tiene por objetivo obtener una matriz austenítica y la segunda que consiste en un enfriamiento rápido hasta la temperatura de austemperado, en el rango de temperaturas de 250 °C – 450 °C, donde se mantiene el material el tiempo necesario para que ocurra la nucleación y crecimiento de las placas de ferrita a partir de austenita. La difusión de car-

bono desde las placas de ferrita aumenta el contenido de carbono en la matriz a valores entre 1,8% y 2,1%, produciendo una estabilización de la austenita a temperatura ambiente. Esta estructura es conocida como ausferrita. Para tiempos mayores de tratamiento de austemperado se produce la descomposición de la austenita en ferrita y carburos, formándose bainita. La presencia de cantidades significativas de silicio en las fundiciones nodulares es responsable de suprimir la inmediata formación de carburos de hierro, en beneficio de producir el producto intermedio, ausferrita [6].

PREDICCIÓN MICROESTRUCTURAL A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El tratamiento térmico puede ser un paso indispensable en la fabricación de productos metálicos. A través de una deliberada manipulación de la estructura química y metalúrgica de un componente, se pueden controlar selectivamente propiedades mecánicas como la dureza, resistencia estática y dinámica o la tenacidad. Sin embargo, a parte de los efectos deseados, el proceso de tratamiento térmico puede venir acompañado de efectos indeseados como por ejemplo distorsión del componente, endurecimiento elevado del material, baja resistencia, falta de tenacidad o profundidad de dureza inadecuada (que podría conllevar a fallo en fatiga). Por lo tanto el éxito o el fracaso del tratamiento térmico no sólo afectará a los costes de fabricación, sino que determinará la fiabilidad y la calidad del producto. Se debería por tanto, tener en cuenta el tratamiento térmico durante el desarrollo y el diseño del producto y debe controlarse en el proceso de fabricación.

Con respecto al diseño y fabricación basados en la simulación, se desea calcular con antelación los efectos del tratamiento térmico y optimizarlos variando el material, geometría de la pieza, etc...

Una vez que la forma de la pieza está diseñada, es muy importante asegurarse que el proceso de tratamiento térmico es correcto y que la ventana de

proceso asegura la calidad, frente a la variación de parámetros de proceso.

Con las herramientas de simulación de tratamientos térmicos actuales se pueden llevar a cabo dichos cálculos para todos los procesos generales de tratamientos térmicos aplicables, teniendo en cuenta todos los efectos físicos significantes. De esta forma el diseñador de pieza y los responsables del tratamiento térmico pueden tener una deliberada influencia a la hora de minimizar costes de fabricación, así como de optimización, viabilidad y calidad del producto.

Cada vez son más las capacidades de los programas de simulación para predecir las transformaciones, microestructura y las propiedades mecánicas de una aleación durante y tras el tratamiento térmico. Este tipo de simulaciones aporta un añadido a la cadena de valores en el mundo de la virtualización del proceso de fabricación.

En este caso se trata de añadir un valor a las capacidades de simulación de la solución de Fundición del Grupo ESI (ProCAST y QuikCAST), que más allá de centrarse únicamente en el propio proceso de fundición, ofrece la posibilidad de predecir las transformaciones que sufrirá una aleación durante un tratamiento térmico, basándose principalmente en los diagramas CCT y TTT de la aleación.

A través de modelos matemáticos concretos, el programa ofrece la posibilidad de predecir la transformación que se dará en cada zona de la pieza mediante cálculos transitorios y acoplados.

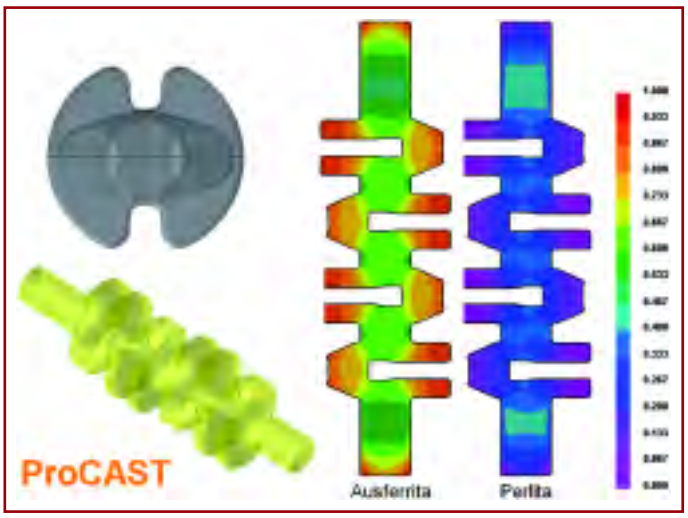


Imagen 2. Resultados de simulación de tratamiento de austemperado con ProCAST (ESI Group) de un cigüeñal. Cortesía de ACTech.

RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE UNA FUNDICIÓN ADI EN UNA PIEZA DE ENSAYO. Cortesía de ACTech.

El principal objetivo de este estudio realizado por la empresa ACTech (Alemania) en colaboración con ESI Group (Suiza), fue el de correlacionar los resultados obtenidos a través de la simulación del tratamiento térmico con los resultados en una pieza de ensayo real. Para ello se utilizó una geometría de secciones variables para forzar velocidades de enfriamiento diferentes con su lógica influencia en la microestructura final.

La simulación se realizó con el software de cálculo por elementos finitos ProCAST de ESI Group a través de un modelo basado en los diagramas tiempo-temperatura- transformación (TTT). El modelo está basado en la expresión de Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami (KJMA) para la cinética de transformación de fase gobernada por un proceso de nucleación y crecimiento. El modelo es aplicable a cualquier curva de enfriamiento utilizando un principio de aditividad [7].

Para la correlación de las curvas de enfriamiento reales con las obtenidas durante la simulación se tomaron medidas de temperatura en 6 puntos diferentes de la pieza obteniendo un buen ajuste entre ambas.

En la siguiente imagen se pueden observar los resultados de microestructura previstos mediante la simulación en los diferentes espesores de la pieza, así como las diferentes micrografías realizadas en los mismos puntos.

A partir de la buena correlación obtenida tras el análisis de los resultados reales en comparación con los calculados, se pudieron realizar previsiones de los resultados microestructurales a obtener tras el tratamiento de austemperado para piezas de producción (Ej: Cigüeñal, soporte de rueda…) con buena precisión.

CONCLUSIÓN

Debido principalmente a las buenas propiedades mecánicas y la búsqueda de materiales de bajo costo, el uso de las fundiciones ADI está creciendo. Uno de los puntos clave de control para la buena calidad de las piezas fabricadas en ADI, a parte del propio proceso de fundición, radica en el Tratamiento de Austemperado.

En el caso de las fundiciones ADI donde el control del tratamiento de austemperado cobra una gran importancia, la simulación numérica puede ofrecer una gran ayuda para reducir costes de fabricación así como de optimización, viabilidad y calidad del producto. Gracias a los modelos matemáticos para la cinética de transformación como el que incluye el software ProCAST de ESI Group y basándose en los diagramas TTT/CCT de cada aleación en concreto, es posible preveer la transformación microestructural (y del mismo modo de una forma más o menos directa las propiedades mecánicas) que se formará durante y tras un tratamiento térmico.

A día de hoy, la ingeniería Análisis y Simulación, responsable de la implantación de ProCAST y QuikCAST en España y Portugal, está liderando la implantación de este knowhow en la propia oficina técnica de la fundición, a través de formación específica en tecnología y soporte personal en los aplicativos.

REFERENCIAS

[1] Mondaca O. J, Spicacci R. H, Sikora J. A, Machinability of austempered ductile iron, AFS Transactions, 10, 1998, pp. 39 – 45.

[2] J. L. Garin and R. L. M. Z. Metallkd, 91, 2000, pp. 842.

[3] P. P. Rao, S. K. Putatunda, Metallurgical and Materials Transactions A, 28A , 1997, pp 1457-1470.

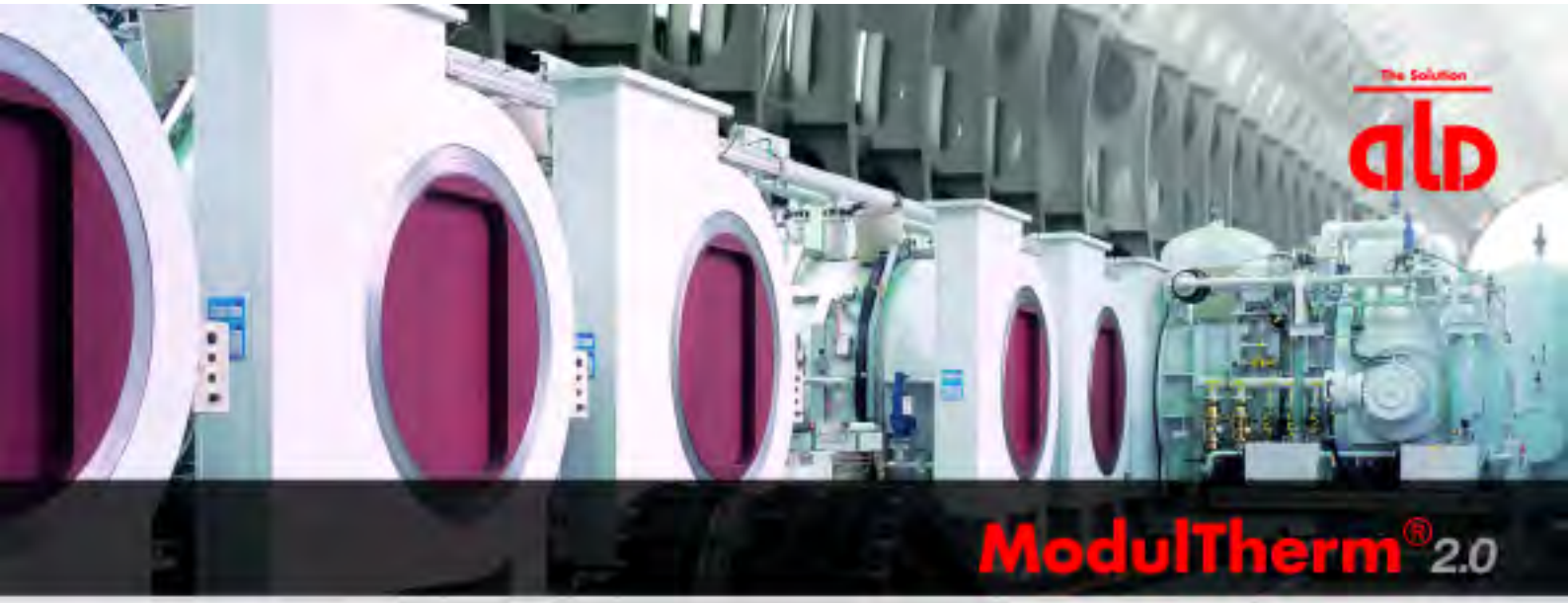
[4] Sim B. T, Elliot R. Influence of alloying additions on austempering kinetics of compacted graphite cast iron, Materials Science and Technology, 14, 1998, pp. 89- 96.

[5] Yu S. K. Et al, The efect of molybdenum, copper and nickel on the microstructure, hardness and hardenability, AFS Transactions, 97, 1986, pp. 557.

[6] Jagadeesha A, Venugopalan D., Microestructural Development and Austempering Kinetics of Ductile Iron During Thermomechanical Processing, Metallurgical and Materials Transactions A, 31 A, 2000, pp. 2575-2585.

[7] Manual ProCAST 2010.

[8] O. Köser, Fertigungssimulation – Absicherung der Serieneigenschaften schon bei der Entwicklung, ADI-Informationstag, 26. November 2009, Leipzig.



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 siderurgia europea recurre el sistema de asignación de derechos de emisión de CO2 para la Industria

Por UNESID

La siderurgia europea considera que la metodología y valores propuestos por la Comisión Europea no garantizan que ninguna planta siderúrgica, ni siquiera la más eficiente, reciba asignaciones gratuitas para cubrir las emisiones derivadas de su funcionamiento, en contradicción con la Directiva de Comercio de Emisiones.

En particular, desincentivará la eficiencia energética en el uso de los gases siderúrgicos de proceso. La medida, de confirmarse, supondrá unos sobrecostes de hasta 3.000 millones de euros al año para la Industria Siderúrgica Europea.

Aunque la Directiva de Comercio de Emisiones reconocía el riesgo que iba a suponer para industrias como la siderúrgica, sometidas a una competencia mundial, el desarrollo posterior pretende obviar este riesgo cierto.

Las autoridades europeas, a pesar de sus manifestaciones públicas, parecen legislar de forma que incentivan la desviación de inversiones industriales fuera de Europa, lo que conllevará una importante disminución de empleo.

La deslocalización de las inversiones industriales no supondrá, además, ninguna mejora medioambiental, por cuanto que se ubicarán en países con sistemas de control menos exigentes y con mayor impacto sobre el medio ambiente.

La deslocalización es una seria amenaza para el cambio climático.

La siderurgia ha contribuido de una forma decisiva a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y está dispuesta a seguir haciéndolo en el futuro.

La industria siderúrgica desarrolla ambiciosos programas de investigación y desarrollo que fructificarán a medio plazo.

Sin embargo, el estado actual de la tecnología no permite alcanzar la reducción decidida artificialmente por las autoridades europeas, sin mermar la competitividad de las empresas.

El acero es parte de la solución al cambio climático: contribuye decisivamente en el desarrollo de las energías renovables, ayuda a disminuir el peso en los coches y otros medios de transporte y aporta, frente a otros materiales, la inmensa ventaja de su reciclabilidad ilimitada.

Más del 80% del acero que se produce en España proviene del reciclado de chatarra férrica.

La industria siderúrgica, junto con el resto de los sectores afectados, ha colaborado muy activamente en el proceso de evaluación comparativa ("benchmarking"), pero su opinión no ha sido tenida en cuenta, al igual que la de algunos Estados Miembros.

Los niveles aprobados exceden de lo que corresponde a las tecnologías disponibles y supondrán un agravio injustificado para la supervivencia en Europa de empleos de calidad, que generan riqueza y prosperidad para la sociedad.

testo
Compromiso con el futuro

Cámara termográfica Testo 882

- Alta definición, alta eficacia
- Alto contraste, NETD <60 mK
- La solución a defectos eléctricos, mecánicos y de edificación
- Manejo sencillo

ALTA DEFINICIÓN 320 x 240

Servicio de calibración de cámaras termográficas

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

Made in Germany

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**

Estudio de la estabilidad dimensional de un acero microaleado con Nb y V

Por Gerardo Conejero Ortega[1], Bernardo J. Fernández González[2], Montserrat Pichel Martínez[1], Rafael Barea Del Cerro[1], Nuria Candela Vázquez[1] y Manuel Carsí Cebrián[2]

[1] Escuela Politécnica Superior (EPS) Universidad Nebrija, Madrid, España.
[2] Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, (CENIM), Madrid, España.

RESUMEN

En los últimos años se han diseñado aceros para mejorar sus propiedades mecánicas y funcionalidad en servicio. Los aceros con Nb y V presentan, tras un proceso de temple y revenido, un aumento de la dureza y una mejora de la estabilidad dimensional respecto a los aceros sin microaleantes. En este trabajo se estudia la influencia del tratamiento térmico en la estabilidad dimensional y la dureza de una colada experimental de acero aleado con Nb y V, respecto a un acero con parecida composición base pero sin aleantes de Nb y V. Tras diferentes tratamientos térmicos de temple y revenido, se han realizado análisis tanto de la dureza como de la microestructura así como un estudio estadístico de la varianza dimensional, con el fin de estudiar la influencia del tratamiento térmico.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación y desarrollo de nuevos materiales, de sus tratamientos térmicos y la aplicación de nuevas tecnologías de conformado han sido los campos fundamentales en el estudio de componentes para matricería durante los últimos años. Un claro ejemplo es el estudio de la influencia de la adición de pequeñas cantidades de elementos de aleación para la obtención de nuevos aceros con mejores propiedades de resistencia mecánica, dureza, tenacidad y estabilidad dimensional.

Los elementos de aleación tienen tendencia, en función de la temperatura, a disolverse en la red ferrítica o a formar carburos [1]. Pueden influir en el diagrama de equilibrio aumentando los límites de estabilidad de la fase austenítica (elementos gammágenos) o los de la fase ferrítica (elementos alfágenos). Entre los elementos que tienen una alta tendencia a formar carburos, se encuentran elementos como cromo, manganeso, molibdeno, volframio, vanadio, titanio, circonio y niobio (Cr, Mn, Mo, W, V, Ti, Zr y Nb). La cantidad de carburo precipitado o disuelto en la matriz como solución sólida viene expresada por el producto de solubilidad del compuesto en el acero [2].

Durante el proceso de enfriamiento, los elementos de aleación tienen influencia sobre la cinética de transformación de la austenita en fases metaestables, como martensita, bainita y perlita [1]. En el rango comprendido entre 700 y 500 °C los elementos formadores de carbono ralentizan la transformación de austenita a perlita, siendo el proceso más acusado entre los 500 y 400 °C. Desde los 400 °C hasta los 300 °C, los elementos formadores de carburo aceleran la transformación bainítica [2]. En este rango de temperaturas los carburos actúan como zonas preferentes de nucleación de la bainita, disminuyendo la energía promedio necesaria para la generación de los núcleos [3].

Las tensiones térmicas y las variaciones microestructurales durante el enfriamiento producen variaciones dimensionales en los aceros [4,5]. Para asegurar una buena estabilidad dimensional, son necesarios una baja velocidad de enfriamiento y un control del tamaño de grano austenítico duran-

te el proceso de austenización y el enfriamiento posterior.

El proceso de enfriamiento en hornos con atmósfera controlada de nitrógeno presenta ventajas respecto al enfriamiento en aceite o en agua [5]. En primer lugar, la velocidad de enfriamiento es lo suficientemente baja para reducir el riesgo de fractura del material por tensiones térmicas. En segundo lugar, el valor de la velocidad de enfriamiento puede adaptarse al valor más adecuado para cada tipo de material variando la presión del gas introducido. Por último, la presencia de nitrógeno puro durante el enfriamiento evita la oxidación del material.

La efectividad de los carburos como elemento endurecedor depende de la distribución y del tamaño del precipitado [2,6]. Un aumento de la concentración de carburos precipitados aumenta la dureza del material, debido a que fijan el grano por su oposición al avance de las fronteras del mismo. La dispersión de precipitados de pequeño tamaño implica un mayor número de elementos que obstaculizan el avance o crecimiento de grano [2]. Los carburos y carbonitruros que genera la presencia de vanadio y niobio pueden ser controlados de forma que cumplan estos requisitos. Por lo tanto, los aceros aleados con niobio y vanadio presentan una mejora de propiedades físicas con respecto a otros aceros [7,8]. La mayor solubilidad del vanadio hace que la formación y precipitación de su carburo primario correspondiente VC, adquiera más importancia en el endurecimiento secundario durante procesos térmicos posteriores al enfriamiento [9].

El objetivo de este trabajo es el estudio de la estabilidad dimensional de un acero experimental con Nb y V, comparando los resultados con los obtenidos en el análisis de un acero comercial sin estos elementos de aleación.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los materiales utilizados en este estudio fueron un acero comercial 0,12% C (acero 1) y un acero experimental con una composición de 0,22% C y aleado con Nb y V (acero 2) (Tabla 1). El acero 2 fue obtenido a partir de una colada realizada en un horno de atmósfera controlada de 70 kilos de capacidad. El material fue conformado en lingotes en forma de palanquilla con diámetro de 65 milímetros.

Fig. 1. Probeta tipo utilizadas en los ensayos de estabilidad dimensional.

Fig. 2. Horno de atmósfera controlado de N_2 para los tratamientos T1 y T2.

En la evaluación de la estabilidad dimensional se emplearon probetas como la mostrada en la Fig. 1. Cada probeta es de forma circular abierta, con tres círculos equidistantes. Las medidas realizadas en las probetas se llevaron a cabo en un microscopio Nikon MM-1. En cada círculo de la probeta se midieron dos veces la posición de cuatro puntos equidistantes. Sobre estas probetas se realizaron diversas medidas antes y después de los tratamientos térmicos. El análisis de la estabilidad dimensional se realizó estimando la variación media de los diámetros de los círculos, de las distancias entre los centros de cada círculo y de los ángulos del triángulo formado por los lados que unen los centros de cada círculo.

La primera aproximación [10] de la posición del centro del círculo se calcula con el máximo y mínimo valor de cada coordenada (1).

$$XC_0 = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} \qquad YC_0 = \frac{y_{max} + y_{min}}{2} \tag{1}$$

donde XC_0, YC_0 son las coordenadas del centro del círculo. El algoritmo informático introduce un parámetro Δ con un valor inicial de 0,1 mm y calcula el siguiente grupo de nueve combinaciones posibles.

$$\begin{aligned} xc &= XC_0 + \Delta, XC_0, XC_0 - \Delta \\ yc &= YC_0 + \Delta, YC_0, YC_0 - \Delta \end{aligned} \tag{2}$$

El programa escoge el par de coordenadas que minimiza la expresión de la varianza (3). El par (xc, yc) sustituye a los valores (XC0, YC0) (2) y el parámetro Δ se reduce a la mitad de su valor inicial. Una vez hecho esto, el proceso vuelve a comenzar. Cuando el valor de Δ alcanza un valor menor que la sensibi-

% masa	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Nb	Fe
Acero 1	0,12	0,45	0,24	0,010	0,025	0,89	3,04	0,21	0,22	-	-	Balance
Acero 2	0,22	0,19	0,33	0,014	0,010	1,24	3,85	-	0,15	0,12	0,08	Balance

Tabla 1. Composiciones de las probetas a estudio.

	Tratamiento Térmico	
	T1	T2
Temperatura de austenización	860 °C	900 °C
Tiempo austenización	1 h	1 h
Enfriamiento	Aire en atmosfera controlada de N2	Aire en atmosfera controlada de N2
Tratamiento Revenido	180 °C durante 1 h	180 °C durante 1 h

Tabla 2. Tratamientos térmicos aplicados a las probetas de Acero 1 y Acero 2.

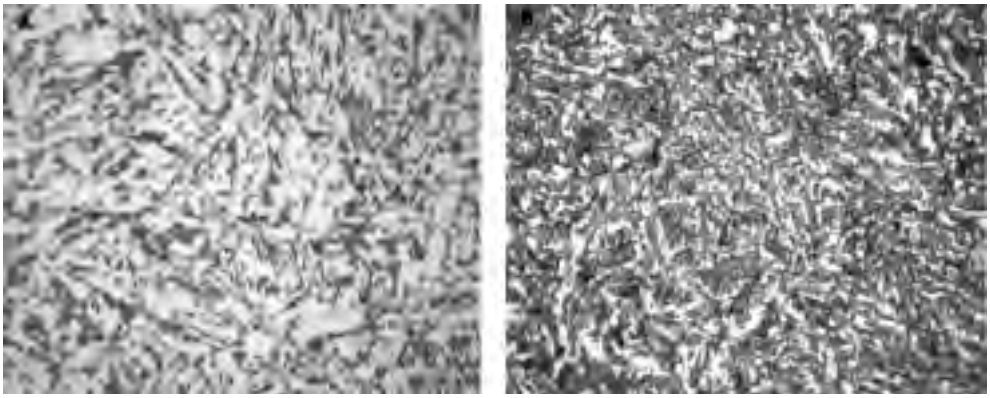


Fig. 3. Metalografías de los aceros 1 (A) y 2 (B) en el estado de recepción.

lidad del microscopio (1µm), el algoritmo finaliza y registra el valor último (xcFINAL, ycFINAL) como las coordenadas del centro del círculo. El radio se calcula aplicando su ecuación fundamental (4).

$$\sum_{1}^{n}\left[(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2\right] \qquad (3)$$

La comparación de estos datos, antes y después del tratamiento térmico, permite el cálculo de la variación de los diámetros de los círculos, de las distancias entre los centros de cada círculo y de los ángulos del triángulo formado por los lados que unen los centros de cada círculo. Se realizó un estudio estadístico de los datos obtenidos. Las variaciones obtenidas en cada una de las medidas indicaron el grado de estabilidad radial, lineal y angular, respectivamente.

$$r = \sqrt{(x_{c\,final})^2 + (y_{c\,final})^2} \qquad (4)$$

Se realizaron dos tratamientos térmicos T1 y T2 (Tabla 2) que consistieron en un calentamiento a

una temperatura de austenización durante 1 hora y posterior enfriamiento en un horno de atmósfera controlada de nitrógeno y pared fría (Fig. 2), seguido de un revenido a 180 °C durante 1 hora en un horno de estufa. La diferencia entre el tratamiento T1 y T2 fue la temperatura de austenización de 860 °C y 900 °C, respectivamente. Una vez realizados los tratamientos térmicos, se midieron las durezas Rockwell C (HRC) de las probetas con una carga aplicada de 150 Kg en un durómetro universal Wilson Rockwell/Hardness Tester series 500.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las metalografías obtenidas para los aceros en estado de recepción, se observa que el acero 1 (Fig. 3A) tiene una estructura ferrítico-bainítica, con mayor proporción de ferrita (zona clara). En el acero 2 (Fig. 3B) se observa una microestructura abundante en bainita (zona oscura) con zonas de ferrita residual.

Los aceros recibidos se sometieron a los tratamientos térmicos T1 y T2 descritos en el procedimiento experimental. Las metalografías obtenidas después de estos tratamientos se muestran en la Fig. 4. La probeta de acero 1 sometida al tratamiento térmico T1 (Fig. 4A) presenta una microestructura bainítica (zona oscura) que crece a lo largo del grano ferrítico (zona blanca). La cantidad de bainita observada es mayor que en la muestra sin tratar (Fig. 3A). Esta microestructura se formó también en el tratamiento T2 (Fig. 4B). En la probeta de acero 2 sometida al tratamiento T1, se observa una microestructura formada por una mezcla de bainita y martensita (zona grisácea) (Fig. 4C). Esta microestructura también se formó en el tratamiento T2 (Fig. 4D). Por lo tanto, el acero 1 presenta una estructura bainítica-ferrítica, y el acero 2 una estructura martensítica-bainítica.

La dureza medida en cada uno de los aceros después de los tratamientos T1 y T2 se observa en la Figura 5. En el acero 1, la dureza antes del tratamiento fue registrada en torno a 25 HRC según el proveedor. Después del tratamiento térmico T1, el valor medido fue de 22 HRC, por debajo del valor promedio mínimo de la bainita (30 HRC). La presencia de una fase blanda como la ferrita [11] disminuye la dureza de la probeta. Después del tratamiento T2 se verificó un valor idéntico de dureza, por lo que una diferencia de 40 °C en la temperatura de austenización no influyó en la dureza del acero 1 [1]. La dureza medida en el acero 2 en estado de recepción fue de 35 HRC. Tras los tratamientos T1 y T2 el valor medido fue 45 HRC. Estos dos valores son inferiores al valor medio de dureza de una estructura martensítica en un acero de esta composición (50 HRC) [] y superiores al valor medio de dureza de una estructura bainítica. Al igual que en el acero 1, un aumento de 40 °C en la temperatura de austenización no supuso un cambio en la dureza del acero 2. En todas las medidas de dureza rea-

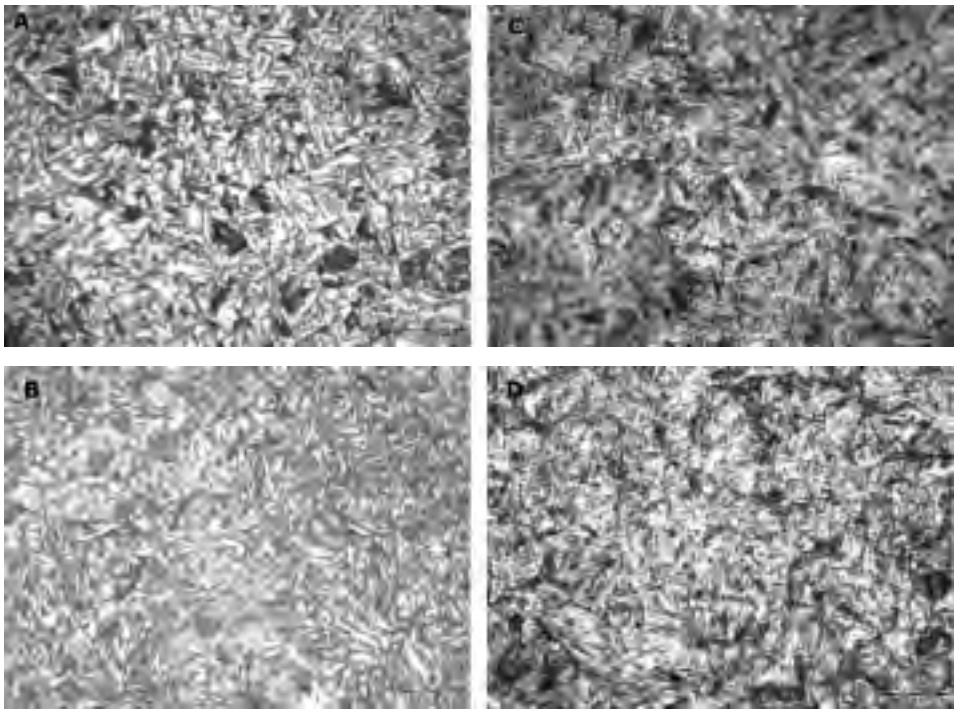


Fig. 4. Micrografías obtenidas tras los tratamientos térmicos T1 (A y C) y T2 (B y D) para el acero 1 (parte izquierda, A y B) y el acero 2 (parte derecha, C y D).

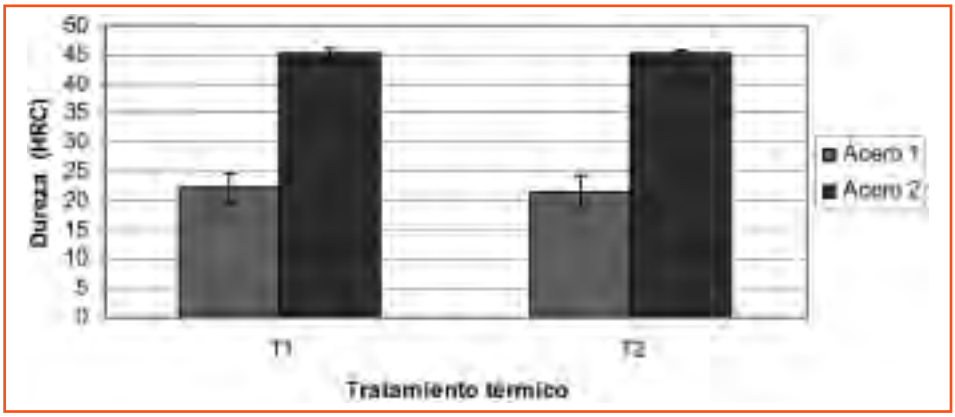


Fig. 5. Durezas medidas del acero 1 y acero 2 después de los tratamientos T1 y T2.

lizadas el valor de la dispersión no superó el 5%.

En el estudio de la variación media de los diámetros de los círculos (Fig. 6), se observa que en los aceros 1 y 2 el valor no supera el 1,2 % después de los tratamientos térmicos T1 y T2. En el tratamiento T1, la variación del acero 1 fue superior a la del acero 2 de manera significativa. En ambos aceros la variación fue menor después del tratamiento T2 que del tratamiento T1. Durante el proceso de registro de medidas se observó que las probetas de acero 1 presentaban cierto grado de oxidación en los bordes de los círculos de medida, debido a la menor presencia de cromo en la composición del acero 1 [2].

En la Fig. 7 se muestra la variación media de la distancia entre círculos. Se observa que la variación no superó el 0,25 % en ninguno de los dos tratamientos.

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

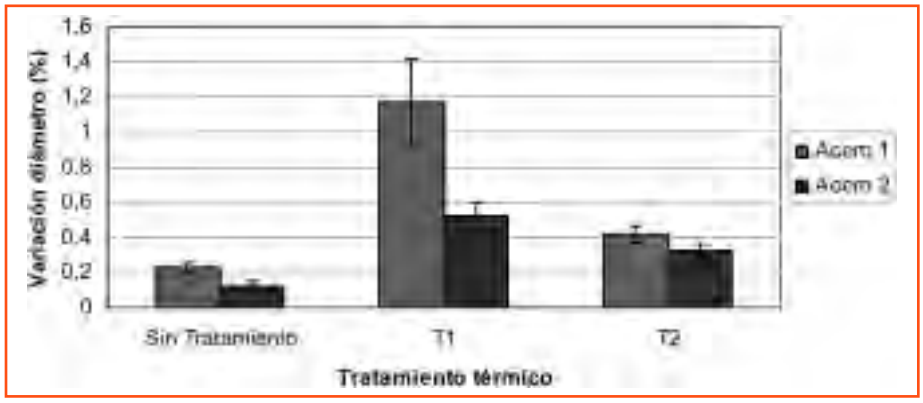


Fig. 6. Variación media del diámetro de los círculos del acero 1 y del acero 2.

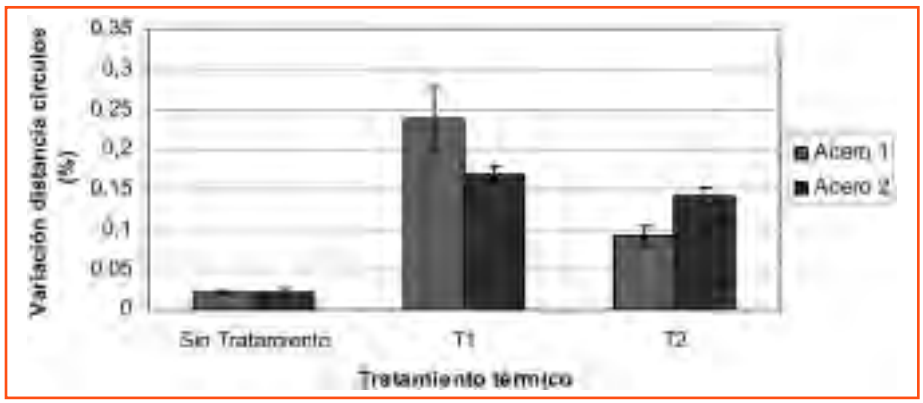


Fig. 7. Variación media de la distancia entre círculos del acero 1 y del acero 2.

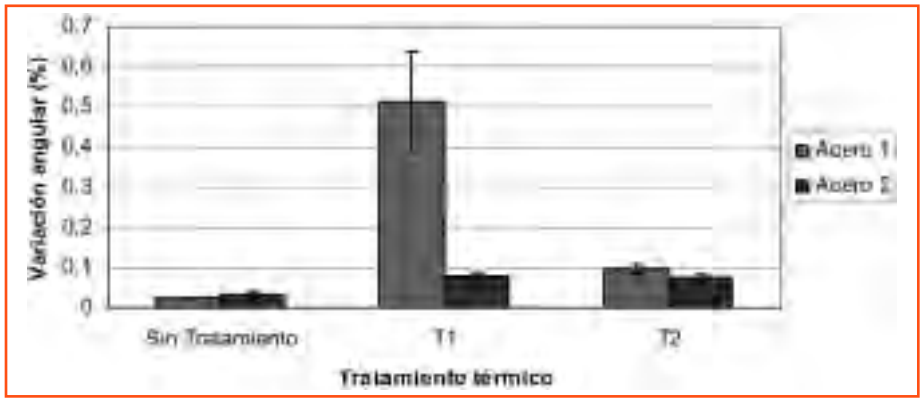


Fig. 8. Variación media angular del acero 1 y del acero 2.

El acero 1 y el acero 2 mostraron una variación similar. El valor máximo de la variación media angular (Fig. 8) no superó el 0,55 %.en ninguno de los dos tratamientos. La variación angular del acero 2 es menor que la del acero 1 después del tratamiento T1 y similar después del tratamiento T2.

Estos resultados demuestran la alta estabilidad dimensional del acero 2 a pesar de producirse transformación martensítica después de los tratamientos térmicos T1 y T2. La rapidez de la transformación por su naturaleza no difusiva y los cambios dimensionales en el parámetro de red de la microestructura, provocan que la transformación austenitamartensita sea crítica para la estabilidad dimensional [11]. En el acero 1 no ha habido transformación austenita-martensita después de los dos tratamientos. Sin embargo, el acero 2 presenta una mejor estabilidad dimensional del diámetro de los círculos después del tratamiento T1 y una estabilidad lineal y angular similar que la del acero 1, lo cual es representativo de las propiedades estabilizantes de los elementos de aleación utilizados en el presente estudio.

4. CONCLUSIONES

— El enfriamiento en atmósfera controlada de nitrógeno en los tratamientos T1 y T2 produce

transformaciones bainíticas en el acero 1 y martensíticas en el acero 2.

— La variación media de la distancia entre círculos y angular en el acero 1 y en el acero 2 es baja, por debajo del 0,2% en el primer caso y del 0,6% en el segundo.
— La variación media del diámetro de los círculos fue significativa en el acero 1 después del tratamiento T1 con un valor de 1,2%.
— El acero 2 mantiene una mejor estabilidad dimensional del diámetro, lineal y angular que el acero 1 tras ser sometido a los tratamientos T1 y T2. Las transformaciones microestructurales durante los tratamientos térmicos no han causado distorsiones significativas en el acero 2.
— La variación de 40 °C entre el T1 y el T2 no afecta a la estabilidad dimensional del acero 2.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España mediante el proyecto PET2007_0475_02.

6. REFERENCIAS

[1] C. Viáfara y J.M. Vélez (2005). Ingeniería y Ciencia 1: 83.

[2] M. Maalekian (2007). The effects of Alloying Elements on Steels (I). Ed. Technische Universität Graz.

[3] G.I. Rees, J. Perdrix, T. Maurickx y H.K.D.H. Bhadeshia (1995). Materials Science and Engineering A 194: 179.

[4] N. Fujita y H.K.D. H. Bhadesia (2001). Materials Science and Technology 17, 403.

[5] Varios autores (1993). Quenching and Carburising: Proceedings of the Third International Seminar of International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering. Ed. The Institute of Materials, Londres.

[6] T. Gladman (1966). Proceeding of the Royal Society 294: 298.

[7] E. Bemont, E. Cadel, P. Maugis y D. Blavette (2004). Surface and Interface Analysis. 36: 585.

[8] M. Pérez et al. (2007). Philosophical Magazine Letters 87: 645.

[9] F. Jeglitsch (2001). International Symposium on Niobium, Orlando, EEUU: 1001.

[10] B.J. Fernández, J. Damborenea y J. Ruiz (2002). Materials and Design 23: 377.

[11] J. Apraiz Barreiro (1985). Tratamientos Térmicos de los Aceros 8ª Ed. Editorial Dossat, Madrid.

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

La industria aeroespacial europea

La industria aeroespacial europea, representada por medio centenar de los máximos responsables de Calidad de las principales empresas aerospaciales, se reunió los días 16 y 17 de marzo, bajo el auspicio de los anfitriones HEGAN (Asociación Cluster de Aeronáutica y Espacio del País Vasco) y la empresa ITP, representante de la industria aeroespacial vasca en el grupo de calidad EAQG. El objetivo de esta Asamblea General fue continuar impulsando el despliegue en el sector europeo de las líneas estratégicas acordadas a nivel mundial por el Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial –IAQG-.

EAQG engloba a las 34 mayores compañías aeronáuticas de Europa, Oriente Medio, Rusia y África y 10 asociaciones nacionales. Es la agrupación de calidad de la Asociación de Industrias Aeroespaciales y de Defensa de Europa- ASD, y representa al sector europeo en el IAQG -el Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial-, junto al sector de América (AAQG) y de Asia-Pacífico (APAQG).

El propósito de estas sesiones de EAQG es la puesta en marcha de iniciativas que supongan mejoras significativas de la Calidad, Seguridad y reducción de los Costes en la cadena de aprovisionamiento a través del establecimiento de actividades de cooperación, basadas en el objetivo de lograr la confianza entre las empresas aeroespaciales internacionales. Los objetivos son:

- Establecer normas y requisitos comunes de calidad en aviación, espacio y defensa.
- Implantar procesos de mejora continua para productos y procesos en toda la cadena de suministro.
- Establecer métodos para compartir mejores prácticas.

Noticias Tratermat

Estimados amigos:

Han pasado ya unos meses desde la clausura oficial del Congreso TRATERMAT 2010 y, a partir de ahora, habrá que ir pensando ya en la próxima edición. No obstante, no querría despedirme de vosotros sin expresaros, una vez más, nuestro agradecimiento a todos los participantes, por vuestras valiosas aportaciones y el buen ambiente al que tanto contribuisteis.

Como recuerdo del evento hemos subido a la página web del Congreso (http://www.tratermat2010.com/) una galería fotográfica de los distintos actos celebrados, así como un resumen de las apariciones en prensa y revistas especializadas. Os invito a que visitéis de nuevo esta página, para que esta documentación os sirva de recuerdo de vuestra estancia en Pamplona.

Hemos cargado también la presentación de María Luisa Castaño, Subdirectora General de Estrategias de Colaboración Público-Privadas del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), sobre la Estrategia Estatal de Innovación, a la que podréis acceder desde el Logo de la E2i que encontraréis al lado del del MICINN en la sección de Entidades Colaboradoras.

Recibid mi más cordial saludo y ¡hasta siempre!

Dr. Rafael J. Rodríguez
Centro de Ingeniería Avanzada de Superficies
Departamento de I+D

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

- Coordinar iniciativas y actividades con las agencias reguladoras y gobiernos.

El Programa de Trabajo de la reunión de Bilbao incluiyó, entre otros temas, el seguimiento de las distintas iniciativas planificadas y se debatieron nuevas propuestas que contribuyan al desarrollo de la estrategia del sector. Asimismo, se dedicó una parte de la agenda a la revisión de las actividades relacionadas con Procesos de Mejora de la Calidad, Mejora de Capacitación de las personas, Situación de la base de datos Oasis, Estrategias de Mejora de relaciones con autoridades (FAA y EASA), Estrategias de incremento de relaciones con agentes de Espacio y Defensa y Mantenimiento, etc. Uno de los temas prioritarios de debate será igualmente la preparación de la Asamblea General de IAQG, que se desarrollará en mayo en Estados Unidos.

Entre los representantes del EAQG se encuentran máximos responsables de calidad de organizaciones como Advanced Electronics Company, Agusta Westland, AIRBUS, AIRBUS MILITARY, Alenia Aeronautica, Avio, BAE Systems, Cassidian, EADS Astrium, Elbit Systems, Eurocopter, Fokker Aerospace, GE Aviation Systems, Hispano Suiza, Israel Aerospace Industries, Liebherr Aerospace, MBDA, Meggitt, Messier-Dowty, MTU, PFW, Rafael, Rolls-Royce, SAAB, Safran, Sagem, Snecma, Sonaca, la compañía rusa Sukkoi, Thales, Turbomeca, Volvo Aero y Zodiac Aerospace. Asimismo, se contará con la participación de miembros de otras organizaciones como la Asociación Europea de Industrias Aeroespaciales, de Defensa y Espacio (ASD) y otras organizaciones nacionales.

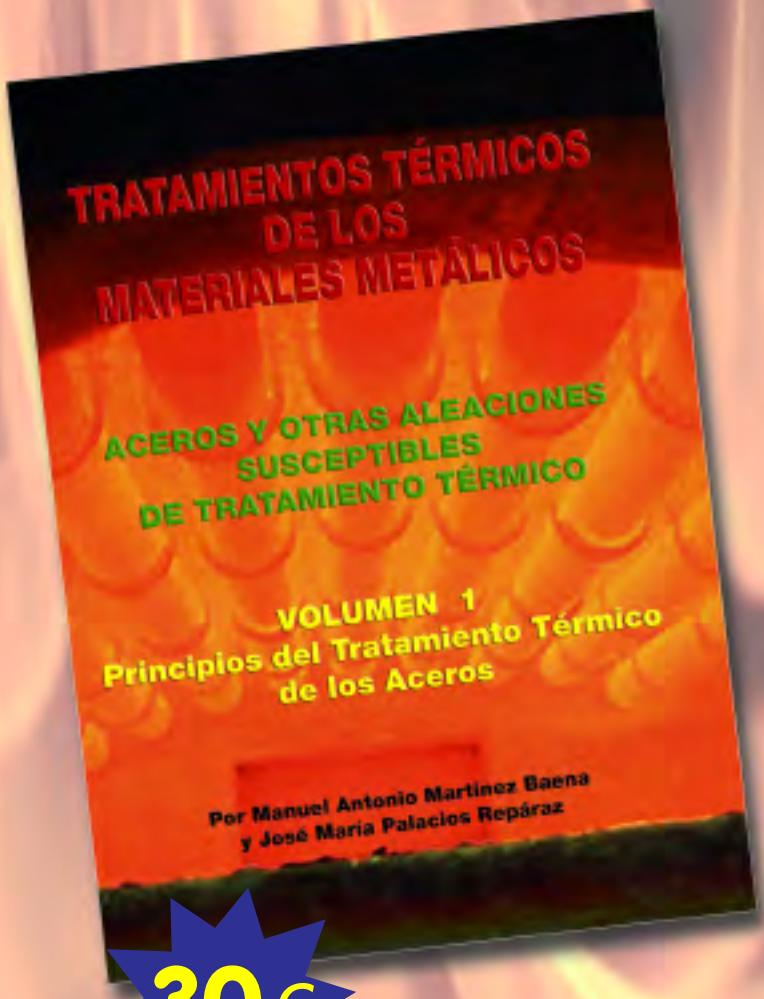
La participación de HEGAN en EAQG se enmarca en su papel protagonista en el área de calidad. En el año 2003 se convirtió en la primera Asociación Regional aeroespacial miembro de IAQG (Internacional Aerospace Quality Group), a través de EAQG (European Aeroespace Quality Group). HEGAN está representada en este comité por Jesús Murga, Director de Calidad y Medio Ambiente de ITP y Secretario del Comité de Calidad de HEGAN. Esta iniciativa pionera de cooperación permite a las empresas asociadas beneficiarse de la participación en este foro, principal objetivo de HEGAN.

Papel pionero de HEGAN en certificación aeroespacial en Europa

Desde su propia creación, HEGAN constituyó el Comité de Calidad con el fin de proporcionar orientación en materias relacionadas con la obtención de la calidad de los productos y servicios, y en la gestión óptima de las empresas del Clúster.

Esta preocupación del sector aeroespacial vasco por dar una respuesta de calidad y la existencia en aquel momento de multitud de estándares y certificaciones, le llevó en 1999 a impulsar el desarrollo de una norma de calidad propia, aunando criterios de las normas ISO 9000:94, por un lado, y de la industria aeroespacial europea y americana, por otro. La norma, denominada HEGAN 9000, surgida en el seno del Clúster por la colaboración entre sus empresas miembros, ha servido de referencial para la certificación de la industria aeronáutica vasca y le ha permitido partir de una posición de privilegio ante la adopción por parte de la industria aeronáutica internacional de la creación del referencial internacional EN 9100, de obligado cumplimiento. Esta EN 9100 añade a la norma internacional ISO 9000:2000 unos 80 requisitos aeroespaciales específicos y 18 ampliaciones de los párrafos de la ISO 9001:2000.

Actualmente, el 100% de los socios de número de la asociación clúster cuentan con la certificación de calidad aeronáutica EN9100, así como la certificación NADCAP de procesos especiales. Estos datos muestran que las empresas asociadas a HEGAN se encuentran liderando este proceso en el sector europeo.



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

THERMPROCESS 2011: Feria monográfica y líder mundial de hornos industriales y tecnologías para procesos de producción térmicos

En el "Bright Worls of Metal" y en cuanto a antigüedad, tras GIFA hay que nombrar a THERMPROCESS, que se estrenó en Düsseldorf en 1974. Se le define como la abrazadera tecnológica de sus compañeras, GIFA, METEC y NEWCAST, y es hoy la feria líder mundial de hornos industriales y tecnologías para procesos de producción térmicos. Es también el motor de su sector y las empresas adaptan sus ciclos de innovación al ritmo de THERMPROCESS. Empezó sus andanzas en 1974 y ha crecido sin parar durante 36 años, llegando ahora a unos 300 expositores. Si al principio la internacionalidad se ciñó al 20%, en 2007 se alcanzó un buen 42%. En cuanto a los visitantes, las internacionalidad creció desde un 25% (1974) hasta el 45% (2007). Con estas cifras, THERMPROCESS alcanza una clara marca de calidad ferial. Hace cuatro años, se contaron más de 7.000 visitantes profesionales. La feria ofrece un programa de actos de prestigio con su Simposio que lleva su nombre y el "Feuerfest-Kolloquium", el coloquio sobre refractarios.

THERMPROCESS 2007 – Estructura de los visitantes

La feria monográfica internacional con Simposio de las tecnologías de procesos térmicos reviste especial interés para los expertos en cunstrucción de maquinaria (23%), de las industrias del hierro, acero y metales no-férricos, pero también para los profesionales del sector de servicios, del comercio y de la investigación, que todos aprovechan la plataforma THERMPROCESS, para informarse de las técnologías de última generación.

Núcleos en la oferta de THERMPROCESS 2011

La oferta de THERMPROCESS tradicionalmente se centra en el área de los tratamientos térmicos industriales, así como en los procedimientos térmicos para el hierro y el metal. Además de ese núcleo, las empresas expositoras presentarán componentes, equipos y materiales auxiliares, v.gr. grifería, materiales para la construcción de hornos, la producción de gas, componentes para la fusión, o bombas, protección y ergonomía del puesto de trabajo integradas, como también soluciones para el uso razonable de la energía y de los recursos.

Hochkarätiges Rahmenprogramm

"Bright World of Metals" no se limita a ser el hito tecnológico y ferial de sus respectivos sectores, sino que convence por una serie de programas de actos muy atractivos, todos con orientación internacional y con el inglés como segundo idioma de trabajo. Puesto que las cuatro ferias temáticamente tienen engranajes enlazados, todos sus destacados foros y congresos se erigen en puntos de encuentro, fuente de nuevos impulsos e indicadores de rumbo para todo este amplísimo sector.

Algunas alternativas modernas a la tecnología de tratamiento de calor al vacío

Por Dr. Dipl. Ing. Thierry Sperisen. SOLO Swiss Group

Básicamente, los procesos de tratamiento de calor deben describirse en función de cuatro campos técnicos que se combinan para crear la instalación apropiada:

1) Calentamiento.
2) Regular un gas o un ambiente al vacío.
3) Refrigeración.
4) Asegurar la mecanización de las piezas.

Además, también deben tenerse en cuenta las limitaciones existentes antes y después: flujo de las piezas, manipulación de las piezas, procesos posteriores... para asegurar todos los aspectos económicos y de producción.

A pesar de que se ha probado que las tecnologías de vacío son seguras en muchos casos, vamos a explicar tres procesos alternativos que suelen realizarse al vacío. En lo referente al vacío, el primer ejemplo ofrece unas propiedades mecánicas mejoradas, el segundo y el tercer ejemplo muestran que pueden reducirse drásticamente los costes al aumentar la producción y limitar las operaciones de manipulación.

1. Endurecimiento de molde

El endurecimiento de moldes de trabajo en caliente para alta dureza (p. ej. 1.2365, 1.2343, 1.2344) es muy sensible, y deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: evitar la precipitación de carburos, evitar la descarburación y la carburación, y controlar las fases de calentamiento y templado. El enfriamiento (templado) deberá obedecer los siguientes requisitos:

- Índice de enfriamiento: 40 °C por segundo como mínimo, para evitar la precipitación de carburos.
- Permitir una homogeneidad perfecta en el enfriamiento (evitando la distorsión y el estrés residual).
- La estructura final debe ser martensítica con los carburos proeutécticos.

Las mejores soluciones para cumplir con los requisitos de enfriamiento y obtener las mejores propiedades mecánicas es templar/endurecer en sales fundidas:

- Índice de enfriamiento muy elevado, si así se solicita en el diagrama CCT.
- Flexibilidad: temperaturas de 180 a 550 °C, velocidad de fluido.
- Sin variación del coeficiente de transferencia de calor (fase de vapor, etc.).
- Evitar cualquier formación de bainita (caída drástica de las propiedades mecánicas de hasta un 20 – 25%).
- Homogeneidad de enfriamiento perfecta a través de toda la parte o carga.
- Reproductibilidad de los parámetros y resultados del tratamiento.

PROFITHERM LINE, los hornos de tratamiento múltiple de SOLO Swiss permiten la integración de hornos campana bajo una atmósfera neutra o controlada, que funcionan conjuntamente con los tanques de temple de sal. Dicho sistema también permite el proceso conocido como proceso de "doble templado" para optimizar las propiedades mecánicas. En lo referente al tratamiento en vacío, esta nueva técnica permite un mejor control de todos los parámetros de tratamiento y unas mejores propiedades mecánicas, junto con una distorsión limitada. Además, está disponible el lavado en sal en un circuito cerrado con recuperación de sal.

2. Soldadura dura de acero inoxidable en aleación de cobre a una T > 1.130 °C de piezas grandes (p. ej, intercambiadores térmicos)

En el vacío, el nivel de producción se ve afectado por la mecanización de las partes mediante los procesos de tratamiento térmico (discontinuos). Por otro lado, el transporte de piezas pesadas a temperaturas altas usando una correa no es recomendado, ya que la correa se deformará y tendrá un ciclo de vida útil corto.

La solución SOLO Swiss para este problema es usar rodillos de dirección montados en un horno hermético al gas bajo una atmósfera controlada. Esta tecnología ofrece muchas ventajas ya que la tasa de producción es muy elevada, no es necesario calentar y enfriar los métodos de transporte (correas, plataformas), y están disponibles dispositivos de calentamiento tanto eléctricos como a gas.

Dicha técnica puede aplicarse hasta a 1.200 °C bajo cualquier tipo de atmósfera controlada. Esta tecnología de transporte por rodillos permite también controlar el movimiento de las piezas a través del canal a varias velocidades locales, según los requisitos metalúrgicos específicos.

Como resultado de todo lo anterior, los costes de producción se ven drásticamente reducidos y se asegura la flexibilidad de la instalación.

3. Nitruración de aceros y aceros inoxidables con capa controlada

Se suele pensar que sólo la nitruración por plasma permite controlar todos los parámetros del proceso para así regular el tipo y naturaleza de la capa de nitruración que se forma. Sin embargo, recientes investigaciones científicas han demostrado que pueden obtenerse resultados similares y reproducibles mediante la nitruración gaseosa. Por lo tanto, se puede controlar el tipo (alfa, lambda o épsilon) así como sus respectivas cinéticas de crecimiento.

Las instalaciones de nitruración SOLO Swiss están diseñadas para cumplir con todos los requisitos impuestos por las investigaciones científicas y la producción a nivel industrial. El nuevo control de procesos Axron Swiss gestiona todos los cálculos y parámetros de proceso.

Además, SOLO Swiss ha desarrollado nuevos procesos para la nitruración de acero inoxidable.

Como resultado, se puede prescindir de todas las precauciones de manejo y colocación, necesarias cuando se utiliza la nitruración por plasma y, además, las piezas pueden ser tratadas en bloque, por lo que el proceso puede ser totalmente automático.

Comparada con la nitruración por plasma, esta nueva generación de plantas de nitruración presenta una mayor flexibilidad y productividad, ya que las celdas de nitruración también permiten la nitrocarburación con post-oxidación y pueden ser asociadas con celdas de enfriamiento.

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

SE VENDE

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

Contacto:

- 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.

Starrat®
desde 1929

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

Simulación dilatométrica del recocido en continuo de aceros duales

Por D. Alvarez[1] y J. M. Artimez[1]

[1] Fundación ITMA, Asturias, España

RESUMEN

Los aceros duales (DP) forman parte de la primera generación de aceros avanzados de alta resistencia (AHSS). La microestructura de estos aceros está formada por diferentes contenidos de martensita en una matriz ferrítica, aunque también pueden contener bainita y un pequeño porcentaje de austenita retenida.

Estos aceros poseen elevadas resistencias mecánicas, elevados coeficientes de endurecimiento y una buena aptitud al conformado por estirado. Además se pueden galvanizar y soldar con relativa facilidad, lo que explica su fuerte implantación en el sector de automoción.

Estos materiales se suelen obtener mediante recocido continuo de producto laminado en frío. Cada uno de los parámetros de este tratamiento térmico juega un papel clave en la configuración microestructural final de estos aceros y, por lo tanto, en sus propiedades mecánicas y de conformabilidad.

Se ha empleado la técnica dilatométrica para simular diferentes ciclos de recocido en un acero DP800 variando los parámetros más significativos. En el presente trabajo se ilustra la evolución microestructural del acero durante un ciclo de recocido industrial. Así mismo, se muestra la influencia de los diferentes parámetros de este tratamiento térmico en su configuración microestructural final y propiedades mecánicas.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de vehículos más ligeros y seguros ha experimentado un impulso importante en los últimos años gracias al desarrollo de aceros avanzados de alta resistencia (AHSS). Los aceros duales (Dual-phase) pertenecen a la primera generación de esta familia de aceros. Su microestructura está formada por diferentes contenidos de martensita en una matriz ferrítica, aunque también pueden contener bainita y un pequeño porcentaje de austenita retenida.

Estos aceros poseen elevadas resistencias mecánicas, elevados coeficientes de endurecimiento y una buena aptitud al conformado por estirado. Además se pueden galvanizar y soldar con relativa facilidad, lo que explica su fuerte implantación en el sector de automoción.

Aunque se pueden obtener directamente mediante laminación en caliente, estos materiales se suelen producir mediante recocido continuo de producto laminado en frío. Cada uno de los parámetros de este tratamiento térmico juega un papel clave en la configuración microestructural final de estos aceros y, por lo tanto, en sus propiedades mecánicas y de conformabilidad [1].

El ciclo de recocido típico para producir este tipo de aceros se presenta en la Fig. 1 y consiste en las siguientes etapas: calentamiento hasta la región intercrítica durante el que se produce la recristalización de la ferrita, la disolución de la cementita y la formación de austenita, mantenimiento a la tempe-

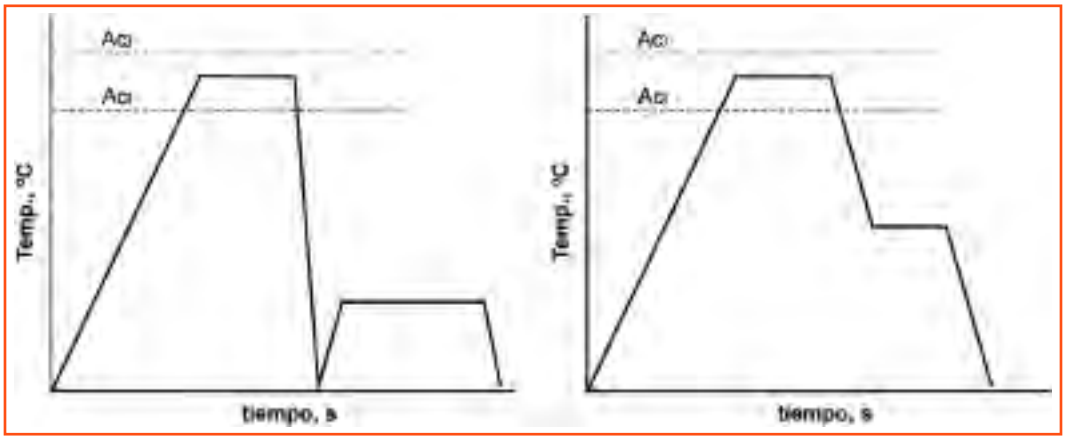


Fig. 1. Ciclos de recocido típidos para producir aceros duales (dual-phase).

ratura de recocido durante la que la transformación austenítica sigue progresando a partir de la ferrita y, finalmente, una etapa de enfriamiento. El enfriamiento desde la temperatura de recocido, como ilustra la Fig. 1, puede seguir dos rutas diferentes. El enfriamiento puede ser continuo y relativamente rápido hasta temperatura ambiente, seguido de un tratamiento de sobreenvejecimiento o puede interrumpirse en el rango de la transformación bainítica siguiendo un ciclo similar al que se produce en una línea industrial de recocido y galvanizado en continuo. En el primer ciclo, el rápido enfriamiento (normalmente temple con agua) que sufre el acero impide la descomposición parcial de la austenita en ferrita, de tal forma que la microestructura final está formada esencialmente por martensita en una matriz ferrítica. En el segundo caso se suelen emplear temperaturas de recocido más elevadas y un enfriamiento más lento (en algunas líneas de recocido en dos etapas) hasta la temperatura de transformación bainítica, por lo que la austenita intercrítica suele experimentar un proceso de descomposición parcial en ferrita. En este caso, y en función de la temperatura y tiempo de este segundo mantenimiento, la microestructura contiene también diferentes contenidos de bainita. Durante el enfriamiento subsiguiente tiene lugar la transformación de la austenita residual en martensita [2].

Desde el punto de vista de la composición química, los aceros DP pueden considerarse como aceros de bajo contenido en carbono (<0.2 % peso) aleados con manganeso, en algunos casos con silicio (endurecimiento por solución sólida de sustitución) y en otros casos microaleados (principalmente niobio como afinador de grano). El cromo, molibdeno, vanadio y níquel, sólos o en combinación, también se pueden añadir a estos aceros para aumentar la templabilidad de la austenita [3, 4].

En el presente estudio se ha empleado la técnica dilatométrica para simular diferentes ciclos de recocido en un acero DP800 variando los parámetros más significativos del ciclo de recocido. También se ilustra la evolución microestructural del acero durante un ciclo de recocido industrial y se muestra la influencia de los diferentes parámetros de este tratamiento térmico en su configuración microestructural final y propiedades mecánicas [5].

2. EXPERIMENTAL

Como material de partida se ha utilizado un acero industrial laminado en caliente hasta 8 mm de espesor cuya composición se presenta en la Tabla 1. Se trata de un acero al Mn de bajo carbono aleado con Mo y microaleado con Ti. Inicialmente el acero fue sometido a un tratamiento de recocido subcrítico a 690 °C durante 24 horas para facilitar su laminación en frío hasta 1 mm de espesor. Para ello, se ha utilizado el laminador en frío BLUG. Del material laminado en frío se mecanizaron probetas dilatométricas de 10 mm de longitud en la dirección de laminación y de 4 mm de ancho. Los ensayos dilatométricos se realizaron en un dilatómetro de temple y deformación BAHR 805 A/D. Cada probeta fue embutida, pulida y atacada para revelar su microestructura en la sección longitudinal de laminación. Complementariamente, se realizaron durezas Vickers con una carga de 10 Kg.

Con el objetivo de conocer las temperaturas de inicio y fin de transformación austenítica (Ac1 y Ac3),

C	Mn	Si	P	S	Ti	Mo
0,10	1,9	< 0,1	< 0,015	< 0,005	0,050	0,30

Tabla 1. Composición química del acero (% en peso).

se realizó un calentamiento hasta 900 °C a 5 °C/s, que es la velocidad de calentamiento utilizada en la simulación de los ciclos de recocido y similar a la que se alcanza en algunas líneas industriales de recocido y galvanizado en continuo.

Asimismo, se realizó un estudio de la influencia de los parámetros de recocido, tales como la temperatura de recocido (T1), el tiempo de recocido (t1) y la velocidad de enfriamiento (Ve), en la microestructura y dureza del material. Para ello se sometió a las probetas dilatométricas a diferentes recocidos intercríticos, tal y como se muestra en la Fig. 2.

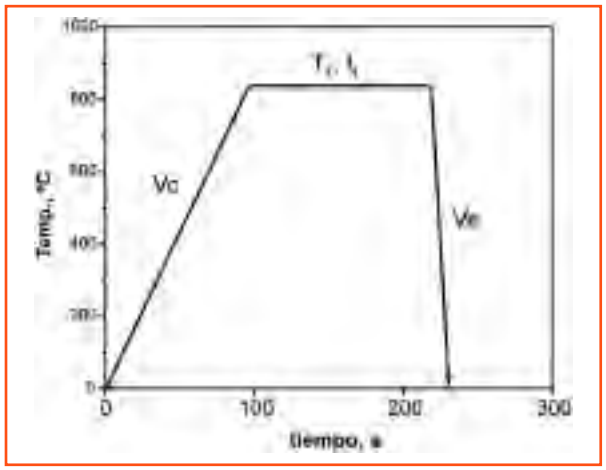


Fig. 2. Ciclos térmicos utilizados para analizar la influencia de la temperatura y tiempo de recocido.

Posteriormente se extrajeron muestras de 130 mm en la DL y de 25 mm de ancho. Las muestras fueron sometidas a diferentes ciclos de recocido en un simulador de recocido en continuo (RHESCA), con el fin de estudiar la influencia de la ruta de enfriamiento en las propiedades mecánicas. En la Fig. 3 se muestran los parámetros empleados durante el tratamiento térmico de las muestras en el simulador de recocido en continuo.

Se empleó una velocidad de calentamiento de 5 °C/s hasta 820 °C. Tras un mantenimiento de 60 s las muestras fueron enfriadas utilizando tres velocidades de enfriamiento diferentes (20, 35 y 70 °C/s) hasta 450 °C, se mantuvieron a esta temperatura durante 30 s y se sometieron a un enfriamiento final de 10 °C/s. Además, se realizó un enfriamiento continuo a 35 °C/s hasta temperatura ambiente y otros 2 enfriamientos realizados a la misma velocidad de enfriamiento, ambos interrumpidos por mantenimientos a 450 °C de 30 y 300 s tras los cuales las muestras fueron enfriadas a 10 °C/s hasta temperatura ambiente. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas mediante ensayos de tracción y se llevó a cabo un estudio microestructural mediante microscopía óptica, con el fin de correlacionar la microestructura con las propiedades mecánicas.

3. RESULTADOS

En la Fig. 4 se muestra la microestructura del acero laminado en caliente hasta 8 mm, que consiste

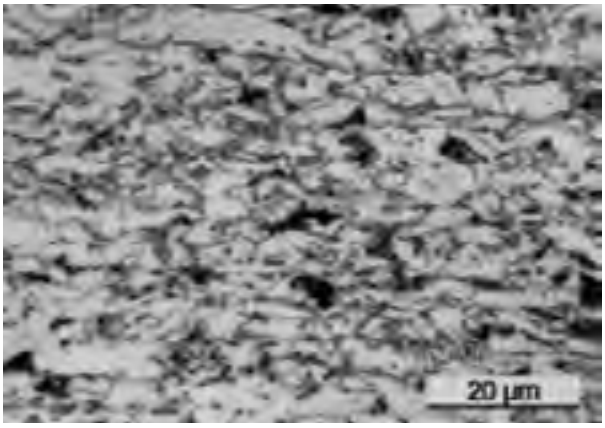


Fig. 4. Microestructuras del acero laminado en caliente. Nital 2%.

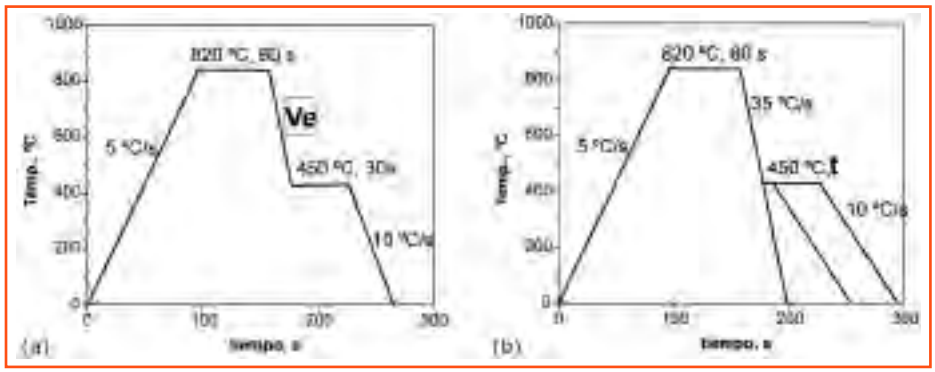


Fig. 3: Ciclos térmicos aplicados mediante el simulador de recocido en continuo para estudiar la influencia de la ruta de enfriamiento desde 820 °C (60 s de mantenimiento). Enfriamientos a velocidades (Ve) de 20, 35 y 70 °C/s interrumpidos a 450 °C durante 30 s y seguidos de un enfriamiento final a 10 °C/s (a) y enfriamiento continuo a 35 °C/s interrumpido a 450 °C durante 30 y 300 s seguido de un enfriamiento final a 10 °C/s (b).

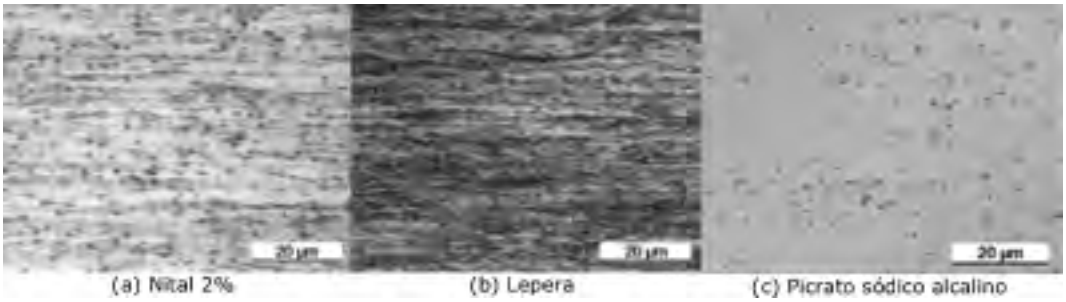


Fig. 5. Microestructuras del acero tras un proceso de recocido de ablandamiento y laminación en frío hasta 1 mm después de ser atacado con nital (a), Lepera (b) y picrato sódico alcalino (c).

fundamentalmente en ferrita, bainita y granos de martensita de tamaño muy fino. Después del recocido de ablandamiento y de la laminación en frío se observa una microestructura ferrítica fuertemente deformada en la dirección de laminación, en la que se aprecian constituyentes secundarios de morfología globular finos y homogéneamente distribuidos que, como han revelado los reactivos de ataque selectivo empleados, consisten en cementita y martensita (Fig. 5). Los ciclos de recocido continuo realizados con el dilatómetro y con el simulador de recocido se realizaron sobre el material en este estado.

En la Fig. 6 se muestra la contracción asociada a la transformación austenítica que tiene lugar durante un calentamiento continuo a 5 °C/s. También se indican las temperaturas de recocido empleadas para analizar la cinética de la transformación austenítica. Nótese que dichas temperaturas se sitúan entre la temperatura Ac1 y Ac3, y pertenecen por lo tanto, al rango de temperaturas intercríticas.

La Fig. 7 representa la evolución de la contracción de la probeta dilatométrica asociada a la transformación isotérmica de la austenita durante 120 s en función de la temperatura de recocido. A 830 y 840 °C se puede observar una rápida contracción durante los primeros 20 s, mientras que a temperaturas inferiores (pertenecientes al rango intermedio de temperaturas intercríticas) la cinética de transformación es más lenta. En todos los casos se aprecia que la contracción sigue progresando al cabo de los 120 s, lo que pone de manifiesto que el tiempo de recocido habitualmente empleado en las líneas industriales de recocido, no es suficiente para alcanzar las condiciones de equilibrio. Como se verá posteriormente, dicha contracción está asociada a la formación de austenita (téngase en cuenta que la dilatometría no permite discriminar la contracción asociada a la formación de austenita, de la producida por otros fenómenos como la recristalización y redistribución del carbono).

La Fig. 8 muestra la influencia de la temperatura de recocido en la ruta de descomposición de la auste-

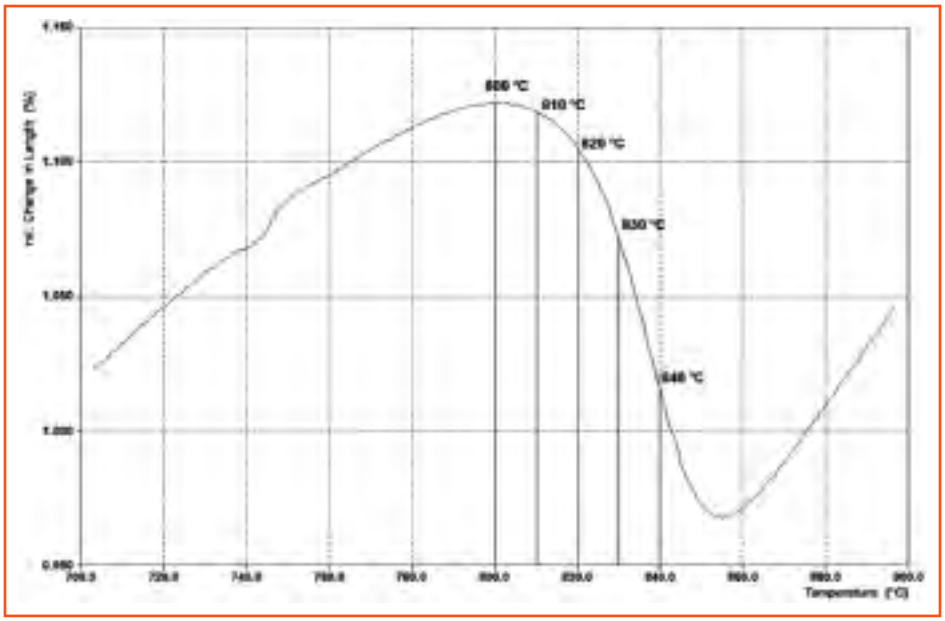


Fig. 6. Curva dilatométrica correspondiente a un calentamiento a 5 °C/s. Sobre la curva se señalan las temperaturas de recocido empleadas para analizar la cinética de la transformación austenítica.

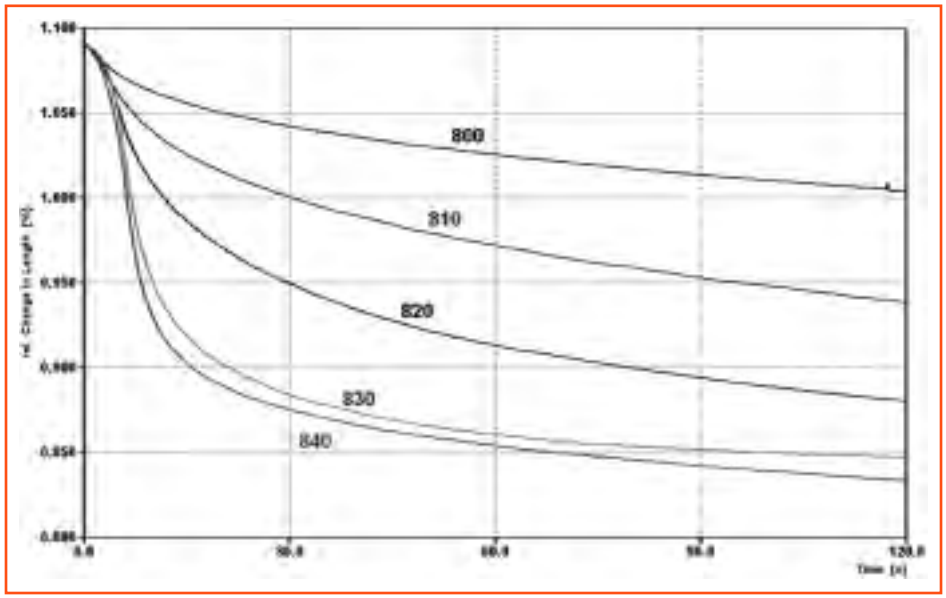


Fig. 7. Variación de longitud relativa en función del tiempo a diferentes temperaturas de recocido.

nita durante un enfriamiento realizado a 120 °C/s. En el caso del recocido realizado a 800 °C se puede apreciar una única anomalía dimensional durante el enfriamiento asociada a la transformación martensítica. En cambio, en el caso del recocido realizado a 840 °C se puede observar que la ruta de descomposición de la austenita cambia de forma muy significativa: se detectan anomalías dimensionales correspondientes a la formación de ferrita, bainita y martensita. Esto se puede explicar teniendo en cuenta que al aumentar la temperatura de recocido, también aumenta el contenido de austenita y disminuye su contenido en carbono, lo que induce una menor templabilidad.

En la Fig. 9 se muestran las micrografías correspondientes a las probetas dilatométricas ensayadas según el ciclo de la Fig. 2. La microestructura correspondiente a la muestra recocida a 800 °C está constituida por martensita (microconstituyente oscuro) y ferrita (fase clara). Al aumentar la temperatura de recocido se aprecia una disminución del contenido de ferrita y, como se ha comentado previamente, además de martensita, se aprecia bainita (en las micrografías de óptico no se distinguen con claridad todos los microconstituyentes).

Como se puede apreciar en la Fig. 10, en la que se muestra la evolución microestructural en función

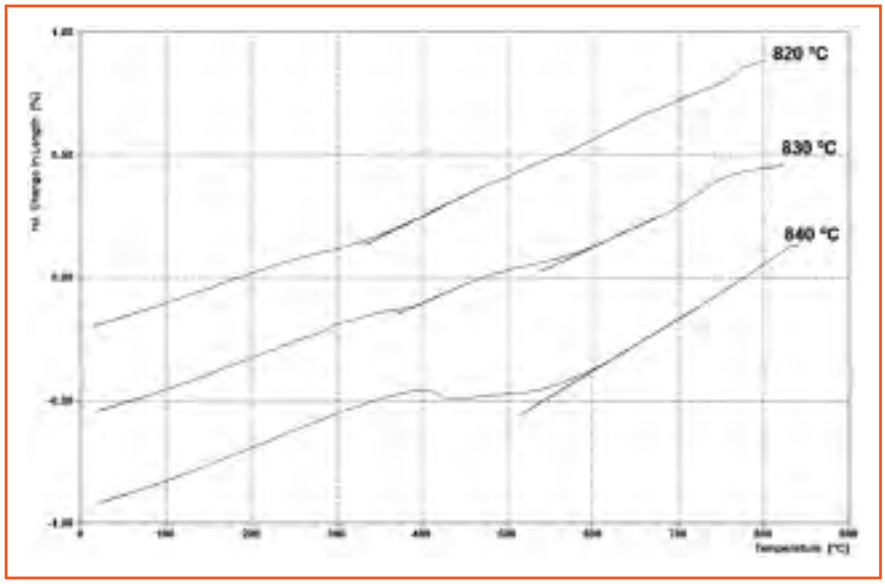


Fig. 8. Influencia de la temperatura de recocido en la ruta de descomposición de la austenita para una velocidad de enfriamiento de 120 °C/s.

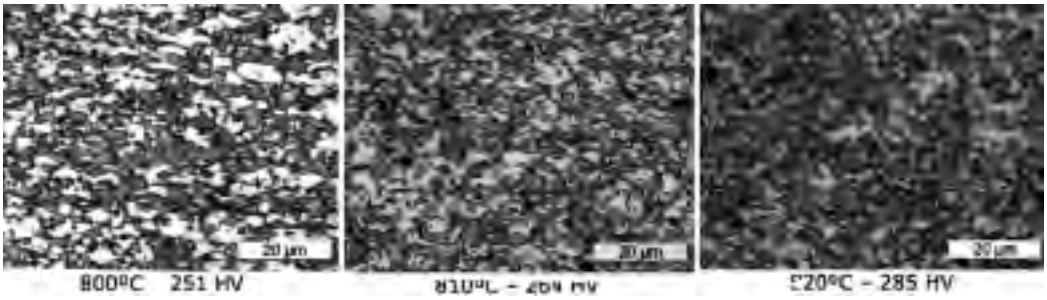


Fig. 9. Evolución microestructural en función de la temperatura de recocido (800, 810, 820 °C) para un tiempo de mantenimiento de 120 s. Ciclo interrumpido por temple. Nital 2%.

del tiempo de mantenimiento a 800 y 820 °C (véase la Fig. 2), la fracción volumétrica del constituyente secundario (constituyente oscuro) aumenta claramente con el tiempo de recocido. Además, tal y como se ha indicado previamente, el aumento de la temperatura de recocido supone un aumento del contenido del constituyente secundario para un mismo tiempo de mantenimiento.

La Fig. 11 muestra la evolución de la dureza HV10 de muestras enfriadas a 120 °C/s en función del tiempo de recocido a 800 y 820 °C. A 820 °C se produce una austenización mayor y, consecuentemente, un mayor contenido del constituyente secundario en la microestructura final. Del mismo modo, la dureza aumenta con el tiempo de mantenimiento para las temperaturas de recocido analizadas.

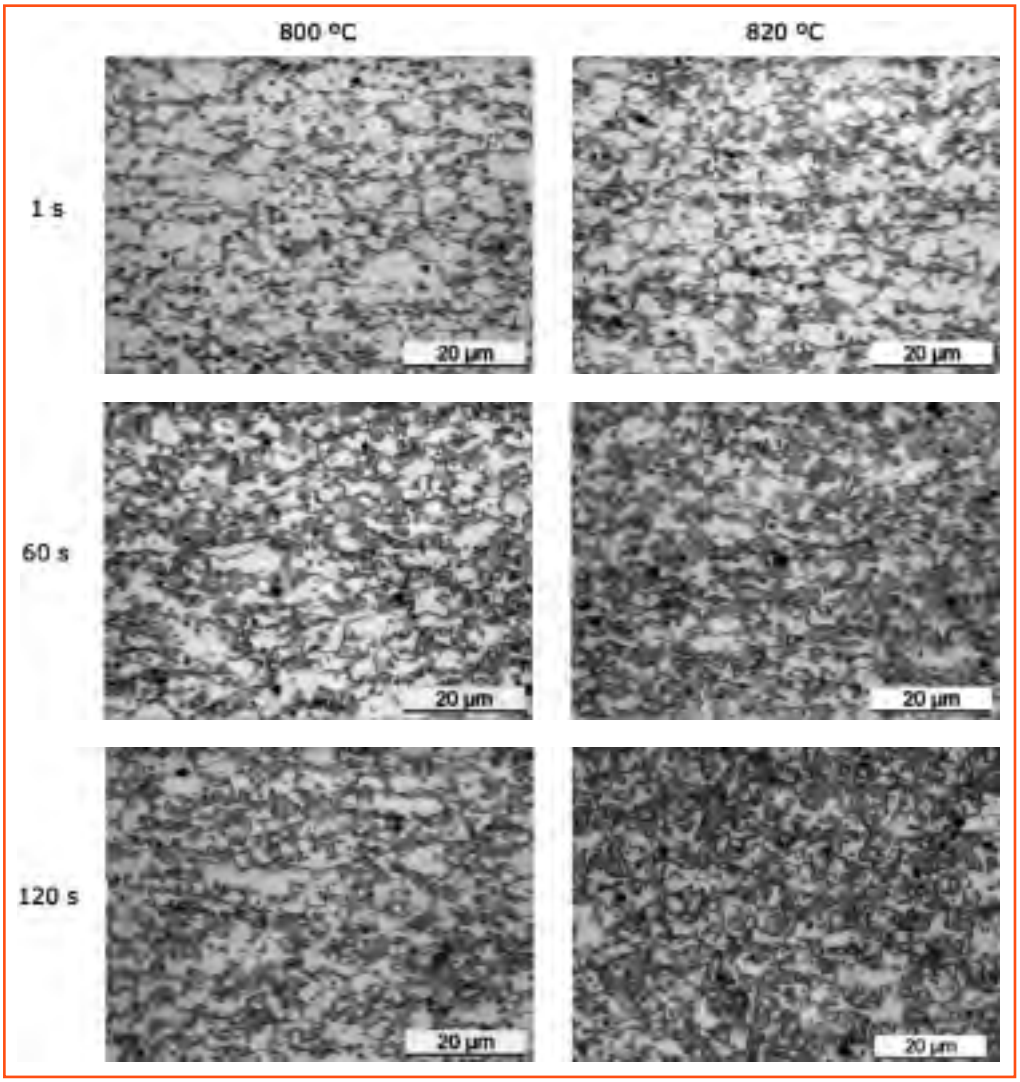


Fig. 10. Evolución microestructural en función de la temperatura (800 y 820°C) y del tiempo de mantenimiento (1, 30 y 120 s). Ciclo interrumpido por temple. Nital 2%.

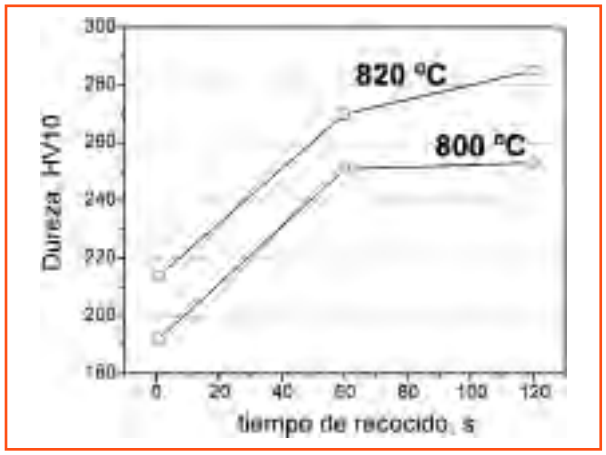


Fig. 11. Dureza Vickers en función del tiempo de recocido a 800 y 820 °C (el ciclo empleado se ilustra en la Fig. 2).

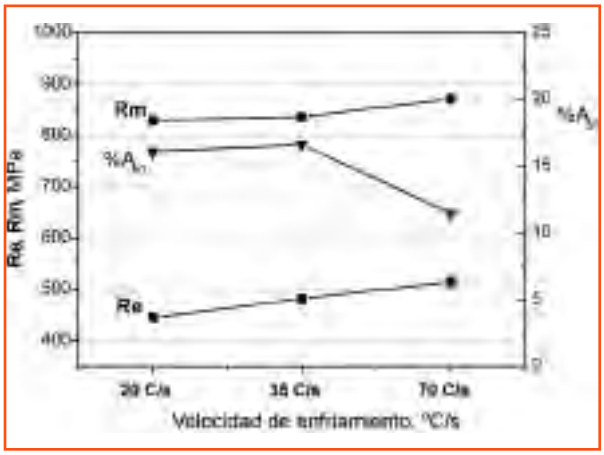


Fig. 13. Evolución de la carga de rotura, límite elástico y alargamiento a rotura en función de la velocidad de enfriamiento desde 820 °C (60 s) hasta 450 °C (30 s).

En la Fig. 12 se comparan las microestructuras de las muestras obtenidas en el simulador de recocido en continuo. Las muestras fueron sometidas a un mantenimiento a 820 °C durante 60 s, tras el cual se enfriaron a diferentes velocidades (V1) hasta 450°C, se mantuvieron a esta temperatura durante 30 s y finalmente se enfriaron a 10 °C/s. Como se puede apreciar, la dureza aumenta con la velocidad de enfriamiento debido a que la transformación parcial de austenita intercrítica en ferrita disminuye y por tanto se forma un mayor contenido del constituyente secundario, formado por bainita y martensita.

En la Fig. 13 se muestra la evolución de las propiedades mecánicas de las muestras cuyas microestructuras se presentan en la Fig. 12. Nótese que para 70 °C/s se aprecia un aumento notable del límite elástico y de la carga de rotura, así como una disminución significativa de la ductilidad; lo cual se puede explicar en virtud de la formación de un mayor contenido de bainita.

En la Fig. 14 se presentan las curvas de tracción resultantes de los tres enfriamientos realizados desde la temperatura de recocido hasta 450 °C. En las curvas se observa la ausencia de palier de fluencia. Nótese el aumento del límite elástico y carga de rotura de la curva correspondiente al enfriamiento de 70 °C respecto a enfriamientos más lentos.

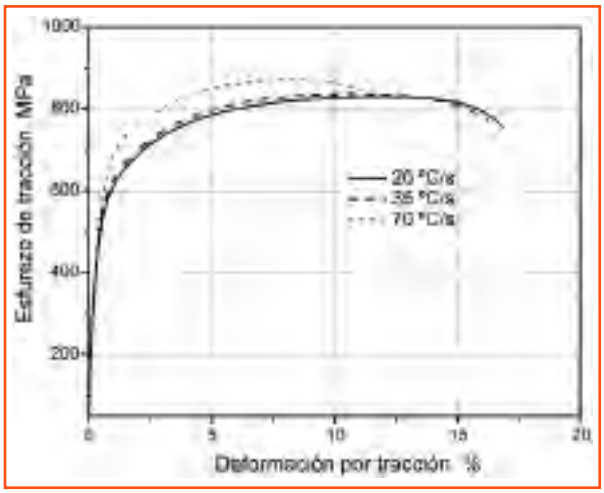


Fig. 14. Curvas de tracción para las velocidades de enfriamiento (v_1) hasta 450 °C.

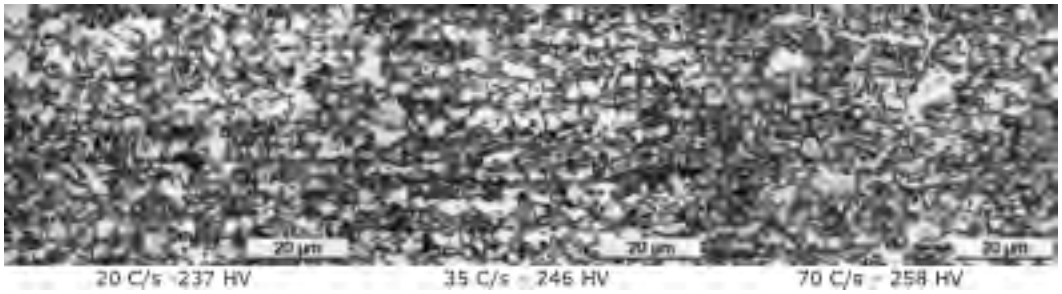


Fig. 12. Evolución microestructural en función de la velocidad de enfriamiento entre 820 y 450 °C. Tras un mantenimiento a 450 °C de 30 s, las muestras fueron enfriadas a 10 °C/s hasta Ta. Nital 2%.

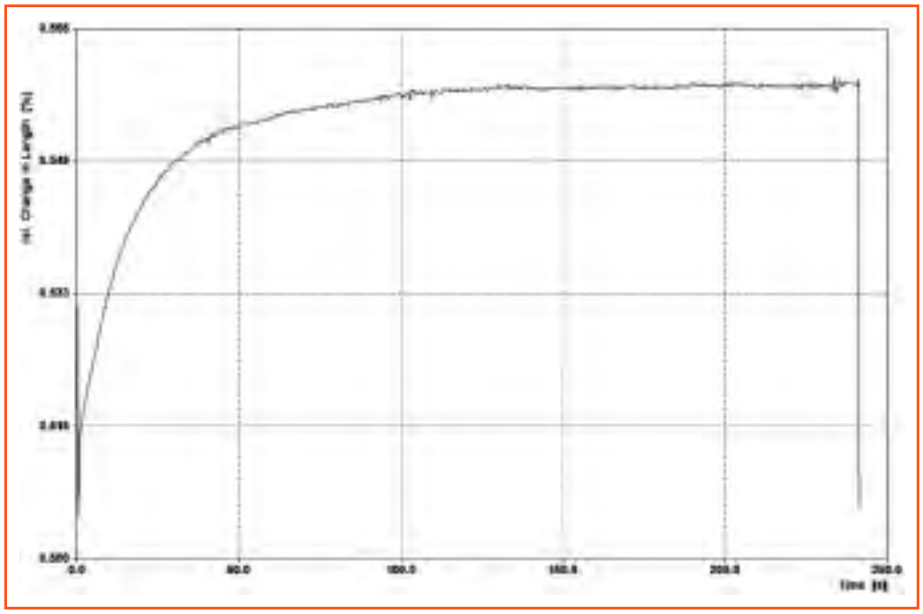


Fig. 15. Variación de longitud relativa de la probeta con el tiempo de mantenimiento a 450 °C después de un recocido a 820 °C durante 60 s y enfriamiento a 35 °C/s.

En la Fig. 15 se muestra la expansión isoterma de una muestra a 450 °C, recocida a 820 °C durante 60 s y enfriada hasta 450 °C a 35 °C/s. Nótese que la expansión continúa hasta los 100 s.

En la Fig. 16 se comparan las propiedades mecánicas de tres muestras: una enfriada de forma continua a 35 °C/s hasta temperatura ambiente y otras dos con enfriamientos interrumpidos por mantenimientos a 450 °C de 30 y 300 s tras los cuales se enfría a 10 °C/s hasta temperatura ambiente. La interrupción a 450 °C durante 30 s supone un aumento significativo de la ductilidad a costa de una pérdida de resistencia; sin embargo, con relación al mantenimiento de 30 s, el de 300 s, disminuye notablemente la ductilidad a la vez que aumenta las propiedades mecánicas, principalmente el límite elástico; evolución que se puede justificar teniendo en cuenta la formación de una mayor porcentaje de bainita y un fenómeno de precipitación (posiblemente de carburos de Mo) que se aprecia sobre la micrografías de óptico de la Fig. 17 y cuya naturaleza es necesario confirmar con otras técnicas de caracterización.

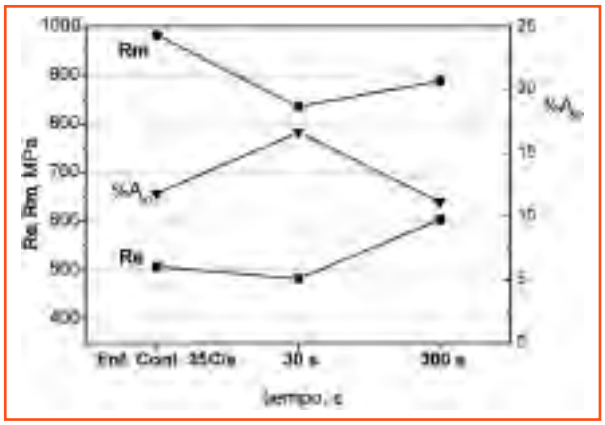


Fig. 16 Evolución de la carga de rotura, límite elástico y alargamiento a rotura en función del tiempo de mantenimiento a 450 °C tras un enfriamiento a 35 °C/s desde 820 °C.

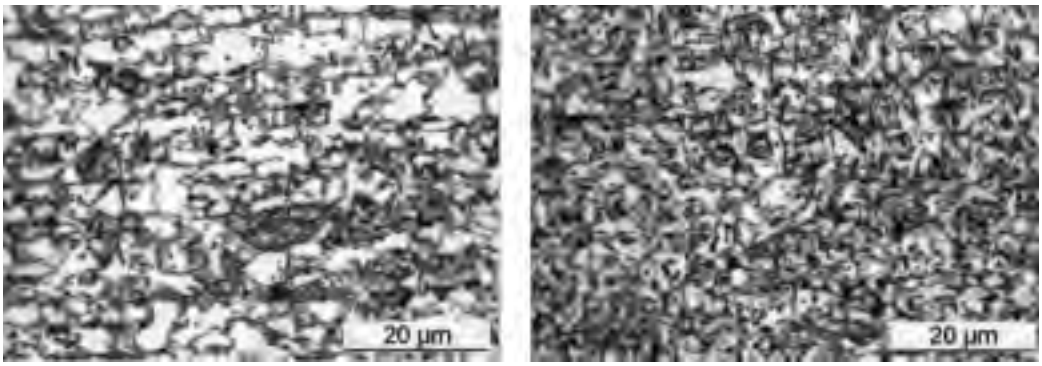


Fig. 17 Evolución microestructural en función del tiempo de mantenimiento a 450 °C tras un enfriamiento a 35 °C/s desde 820 °C. 30 s (izq.) y 300 s (dcha.).

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo ilustra la gran influencia que tiene cada parámetro del ciclo de recocido continuo en la configuración microestructural final del acero y, por lo tanto, en las propiedades mecánicas y de conformabilidad de los aceros duales.

La dilatometría constituye una técnica muy apropiada para la simulación y diseño de los tratamientos térmicos a los que son sometidos estos aceros, ya que permite estudiar, entre otros aspectos, la evolución de las temperaturas críticas de transformación y la cinética de las transformaciones de fases que tienen lugar durante las distintas fases del ciclo de recocido.

El simulador de recocido en continuo constituye una herramienta complementaria a la dilatometría, que permite la aplicación de los ciclos definidos por dilatometría y correlacionar la microestructura con las propiedades mecánicas del acero y éstas, a su vez, con los parámetros del ciclo de recocido.

En definitiva, la combinación de la dilatometría, el simulador de recocido en continuo y la caracterización microestructural y mecánica, constituyen una herramienta muy valiosa en el diseño y la simulación de tratamientos térmicos [6].

5. REFERENCIAS

[1] R.O. Rocha, T.M.F. Meloa, E.V. Perelomab, D.B. Santos Materials Science and Engineering (2005) 296–304.

[2] J.M. Artimez TRATERPress Nº 16 (2010) 33-42.

[3] W. Bleck, K. Phiu-on Materials Science Forum, 500-501, 2005, 97-112.

[4] J.M. Artimez, J. Belzunce XII Congreso internacional de Energía y Recursos Minerales.

[5] X. Lianga, J. Lib, Y. Peng Materials Letters 31 (2008) 327-329.

[6] C. García de Andrés, F. C. Caballero, C. Capdevila and L. F. Alvarez. Materials Characterization, 48 (2002), 101-111.

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

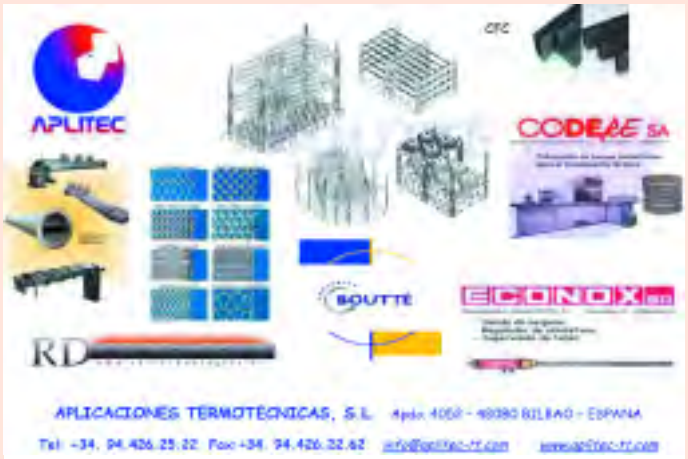
B.M.I.
El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío
Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL.: 94.426.25.22 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 TERMICO
HORNOS INDUSTRIALES
DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS
POLIGONO INDUSTRIAL ARCIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

Shaping industry
Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies
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
AFE CRONITE
Diseño y fabricación de piezas fundidas
en aleación de cromo / níquel
AFE Cronite Technologies - Ilárraza, 14 - 01192 ILARRÁZA (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/rodamos.
Muflas/Potes de recocido.
Recuperadores.
Textsual Access, 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 17
APLITEC 45
ARROLA 7
BMI 45
BRUKER 3
BURGDORF 25
COMERCIAL SATEC . . . . . 21 y 25
CUMBRE INDUSTRIAL 9
DEGUISA 44
EMISON 45
ENTESIS 45
FISCHER INSTRUMENTS 46
FLEXINOX 45
HORNOS ALFERIEFF . . . . . Contraportada 4
HORNOS DEL VALLÉS 45
HOT 27
III FÓRUM TABIRA 19
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TEXTO 19
INTERBIL 5
IPSEN 47
LIBROS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS 31
MATIC . . . . . Contraportada 2
METALOGRÁFICA DE LEVANTE 46
MOLDEXPO 13
MP COMPONENTES MECÁNICOS . 11
MTC . . . . . 17 y 29
PLASMAMETAL 29
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SECO WARWICK 7
SOLO SWISS . . . . . PORTADA
SPECTRO 47
STARRAT 35
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47
TECNYMAT 23
TEY 45
WHEELABRATOR 46

Próximo número

JUNIO

Nº Especial **THERMPROCESS** (Alemania).
Gases especiales. Elementos y útiles para hornos. Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua. Sales. Utillajes. Recambios.