nos centramos en el producto

SECO/WARWICK GROUP

Equipo de procesamiento de calor

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

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

TRATER PRESS

TRATER Press

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

ABRIL 2012 · Nº 28

www.pedeca.es

Instalaciones de tratamientos térmicos con atmósfera controlada

SOLO Switzerland

www.soloswiss.es

SOLO Swiss Group

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

Thermo Service — Mantenimiento — www.thermo-service.com

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

AXRON — Control de procesos — www.axron.com

28 Mayo - 2 Junio

2012

27 BIEMH

BIENAL ESPAÑOLA
DE MÁQUINA-HERRAMIENTA

La **27ª edición de la BIEMH** será un punto de encuentro de alto nivel tecnológico y de innovación en el sector:

REPRESENTACIÓN POR SECTORES

- MÁQUINAS HERRAMIENTA
- OTRAS MÁQUINAS
- HERRAMIENTAS PARA MÁQUINAS-HERRAMIENTA
- PIEZAS, COMPONENTES Y ACCESORIOS
- AUTOMATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
- METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD
- SERVICIOS PARA EL TALLER Y LAS EMPRESAS

AFM
Machine-Tool Manufacturers' Association of Spain (AFM)
Asociación Española de Fabricantes de Máquinas-herramienta
www.afm.es

BEC! BILBAO EXHIBITION CENTRE
EMPOSSIBLE!
www.biemh.com

INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

6 NÚMEROS ANUALES

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

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

5 NÚMEROS ANUALES

65 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

9 NÚMEROS ANUALES

115 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

6 NÚMEROS ANUALES

90 € (I.V.A. incluido) Ed. Nacional

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

PEDECA Press Publicaciones

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

Nuestra Portada

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

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

SOLO Swiss ofrece dos tipos de hornos:

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

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

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

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

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

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

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

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

Sumario • Abril 2012 - Nº 28

Editorial 2

Noticias 4

BEC firma un acuerdo con AIMHE • Air Products anuncia su plan de expansión estratégica • Lavar, Desengrasar, Secar y Calentar • AICHELIN fabricará un nuevo horno de empuje de dos vías para España.

Artículos

- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* 8
- El consumo aparente de productos siderúrgicos descendió un 1,3% en 2011 - *Por UNESID* 10
- Sistemas para la obtención de perfiles de temperatura - *Por Dave Plester* 12
- Completa gama de hornos de calibración - *Por Land Instruents Int* 14
- SECO/WARWICK firmó contrato para un horno Var en Tifast (Italia) 15
- Jornada técnica: "Últimos desarrollos y aplicaciones en componentes ADI" - *Por Instituto de Fundición Tabira* 16
- La formación es la mejor arma contra la destrucción de empleo - *Por Confemetal* 20
- Nuevos requisitos para la certificación de plantas de tratamientos térmicos - *Por Juan Luis Velasco* 21
- RUUKKI participa para reciclar el vanadio de las acerías 24
- Sustitución de disolventes clorados en tratamientos térmicos y superficiales - *Por Luis Ávila y Josep Manuel Merlo* 25
- En las Pymes está la puerta de salida de la crisis - *Por Confemetal* 30
- SISTEP-MIDEST 2012: La cita industrial en Marruecos 32
- Efecto del tratamiento térmico posterior de recubrimientos de Acero M2 obtenidos por láser Cladding - *Por J. J. Candel Bou, V. Amigó Borrás, D. Busquets Mataix y J. A. Ramos Campos* 34
- Hornos y estufas industriales para todo tipo de calentamientos y tratamientos térmicos - *Por Bautermic* 43

Guía de compras 44

Indice de Anunciantes 48

Síguenos en

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

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

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

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

Redactor honorífico:
José María Palacios

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

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

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

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

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

Asociación colaboradora
ASAMMET Asociación de Amigos de la Metalurgia

Editorial

BIEMH 2012

Dentro de 1 mes se celebra la **BIEMH** (**Bienal Española de Máquina-Herramienta**) y las expectativas son buenas.

Hay 4 pabellones completos de expositores y para esta ocasión han intervenido las 2 Asociaciones del sector, tanto **AFM** (**Asociación de Fabricantes de Máquina-Herramienta**) organizando, como la **AIMHE** (**Asociación de importadores de Máquina Herramienta**) colaborando.

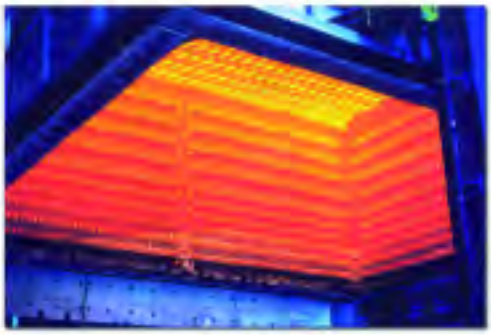
El Grupo **PEDECA** con la revista **TRATER Press** estaremos presente en el Pabellón 1 Stand B-50, donde repartiremos gratuitamente las revistas a expositores y visitantes.

Todavía están a tiempo de incluir publicidad en ese próximo número.

Esperamos saludarles personalmente y les deseamos una buena Feria.

Antonio Pérez de Camino

Hornos
Laboratorio e industriales



Quemadores
recuperativos y regenerativos

WS

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

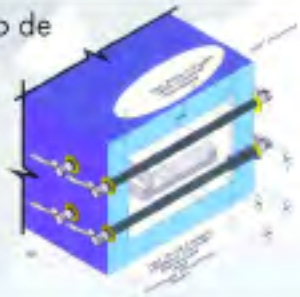
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



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

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil
Ingenieria Térmica Bilbao s.l.

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

www.interbil.es

ISO 9001:2000 SGS ACREDITADO POR ENAC

BEC firma un acuerdo con AIMHE

Bilbao Exhibition Centre y AIMHE, Asociación de Importadores de Máquina-Herramienta, han firmado un acuerdo estratégico para la actuación coordinada en la promoción y desarrollo de BIEMH, Bienal Española de Máquina-Herramienta.

José Miguel Corres, Consejero Delegado de BEC, y responsable, por tanto, de la sociedad organizadora del certamen, y Antonio Postigo, Presidente de AIMHE, han suscrito con su firma este acuerdo, que se concreta en la integración de esta entidad en el Comité Técnico Asesor de BIEMH y la creación, con ello, de un marco estable de colaboración activa.

Con el objetivo de impulsar el sector de máquina-herramienta, común a ambas sociedades firmantes, y su feria de referencia en nuestro país, AIMHE se compromete a apoyar entre sus empresas asociadas la participación en BIEMH y colaborar en sus acciones de difusión, incluidas las dirigidas a la captación de visitantes.

Por su parte, BEC dará visibilidad a la participación de AIMHE en el Comité, le informará sobre los diversos aspectos organizativos del certamen y facilitará su presencia en él, tanto en el apartado expositivo como en el de reuniones.

AIMHE es la asociación que representa al sector de la importación y distribución de máquina-herramienta en España. En la actualidad cuenta con 47 empresas asociadas.

Info 2

Air Products anuncia su plan de expansión estratégica

Air Products anuncia dos nuevas e importantes inversiones en Rusia, de acuerdo con los planes de expansión de la compañía en regiones en crecimiento. Air Products construirá un depósito de gases embotellados y una licuadora, donde producirá más de 200 toneladas al día de oxígeno, nitrógeno y argón, en Krasny Sulin, en la región de Rostov.

La localización presenta una base industrial estable, un fuerte crecimiento histórico y unas previsiones de desarrollo muy prometedoras. La inversión total asciende a más de 25 millones de euros. Se espera que, tanto el depósito de licuación como el de envasado de gases, estén en funcionamiento a principios de 2014.

"En Air Products buscamos continuamente oportunidades que nos permitan reforzar nuestra posición en las regiones en crecimiento. Estamos interesados en las oportunidades comerciales viables que ofrece Rusia, incluyendo la región de Rostov, ya que creemos firmemente en su potencial de crecimiento a largo plazo.

La licuadora y el depósito de gases nos permitirán suministrar gases licuados y envasados al mercado y apoyar también a nuestros clientes in situ", comentó Robert Mills, Director para Rusia y la Comunidad de Estados Independientes (CEI) en Air Products.

El nuevo depósito de gases envasados y licuados de Air Products permitirá a la compañía suministrar gas licuado y embotellado a la industria del metal, el vidrio, la alimentación, la química y la refinación en Rostov y las regiones circundantes.

Las inversiones de Air Products en la construcción de la licuadora y el depósito de gases embotellados se llevarán a cabo en el marco del Memorando de Colaboración (MdC) que la empresa firmó con la Administración de la región rusa Rostov, en octubre de 2010. Este acuerdo contempla el trabajo conjunto y el desarrollo de actividades de manera cooperativa y constructiva para ambas partes.

Info 3

PORQUE
LA DIFERENCIA
SE MARCA
DESDE EL PRINCIPIO

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

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

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL

PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

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

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

Lavar, Desengrasar, Secar y Calentar

La empresa BAUTERMIC, S.A. a través de su ingeniería ha construido decenas de instalaciones que dan solución a los múltiples tipos de tratamientos superficiales que la industria precisa para todo tipo de piezas.

Realizando para cada caso un estudio especial de todos los factores que intervienen, tanto económicos, como de producción, disponibilidad de espacio, grado de automatización, tipo de energía, etc...

Suministra llave en mano:

- Máquinas para tratar superficies: Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Desaceitar, Secar, ...
- Hornos y estufas industriales: Para Calentar – Templar – Secar – Fundir - Polimerizar ...

Info 5

AICHELIN fabricará un nuevo horno de empuje de dos vías para España

La firma Aichelin, líder en el desarrollo y en la fabricación de hornos continuos para el tratamiento térmico, ha obtenido el pedido de una línea de empuje de una empresa del sector del automóvil.

Se trata de una línea para la carbonitruración de ejes y engranajes compuesta por:

Un sistema de almacenaje, transporte y alimentación de

parrillas con autonomía para 2 horas de trabajo.

Un horno de precalentamiento con capacidad para 10 parrillas con convección forzada.

Un horno de carbonitruración de doble vía con su cámara de purga y dos vías de 24 posiciones cada una, lo que hace un total de 49 posiciones dentro del horno.

El calentamiento en ambos casos se realiza con quemadores autorecuperadores de alta eficiencia NOXMAT.

Un tanque de temple en aceite de dos elevadores y transferencia interna que evita la contaminación de la atmósfera con el aire exterior. Controlando la intensidad de circulación del aceite con convertidores de frecuencia, filtrado y refrigerando mediante intercambiadores aceite / aire.

La capacidad de producción de la línea para una carga de referencia de dimensiones 760 x 380 x 400 mm., es de una parrilla cada 4,5 minutos.

El diseño de la línea se ha efectuado teniendo en cuenta los últimos avances en esta tecnología y las experiencias y demandas del cliente, que ya dispone de una instalación similar.

Aichelin está representada en España y Portugal por: TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Info 6

DISEÑANDO Y FABRICANDO HORNOS Y ESTUFAS INDUSTRIALES DESDE 1945

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

CONSTRUYENDO FUTURO

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

HORNOS ALFERIEFF® HEA

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

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.

Ya llevamos tres revistas en este Fórum aportando ideas contrastadas para mejorar y elevar la vida de los moldes de inyección de Aluminio, desde la elección del acero adecuado, diseño bajo el prisma metalúrgico, tratamiento térmico másico y medios para su ejecución, así como el control del proceso real, es decir el que sufren las piezas, además de poderse registrar y así garantizarlo.

Finalmente se han planteado diferentes sistemas de precalentamientos de los moldes, de forma racional antes de empezar a inyectar piezas y durante los paros, logrando así una máxima homogeneidad de los moldes durante el proceso productivo.

Como sabemos, en el proceso de inyección a presión recaen básicamente los esfuerzos de fatiga sobre los moldes y que en definitiva son una acumulación de tensiones de todo tipo que normalmente se traducen en pequeñas fisuras, pasando más adelante a grietas de todo tipo, inutilizando el molde por completo.

Siempre hemos hablado de la “siesta de acero” y que en realidad consistía en aplicar en revenido de distensión en un horno (500 ºC aprox.).

Esta buena costumbre se realizaba cuando el molde pasaba a su fase de mantenimiento.

Pocas son las fundiciones que aplican esta distensión por los inconvenientes que conllevan al tener

que soportar un traslado, posibilidad de oxidaciones (salvo que se realice en horno de Vacío), etc.

Modernamente se está aplicando una técnica limpia y eficaz además en el propio taller, se llama “máquina de eliminar tensiones por medio de vibraciones”.

Se trata de vibraciones de baja frecuencia y alta amplitud durante un tiempo determinado, en función del tipo de pieza tamaño, masa, etc.

En la fotografía adjunta puede verse el equipo completo actuando sobre un molde de gran tamaño y aparecido en una de las revistas de MOLD Press.

Nota: En el próximo Fórum ampliaremos esta interesante aportación de las vibraciones.

SU POKER DE ASES

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PEDECA *Press* Publicaciones

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

HOT

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES

Hauzer TECHNO COATING

EQUIPOS DE PVD – Y - PACVD

Lohmann Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION

HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION

SERVICIO TECNICO

REPUESTOS PARA HORNOS IPSEN

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Poligono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain

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

e-mail: hot@tecnicashot.com

El consumo aparente de productos siderúrgicos descendió un 1,3% en 2011

Por UNESID

Producción de acero en 2011

La producción total de acero bruto en España ha disminuido un 5,1% en 2011 con respecto al año anterior. La cifra final ha sido de 15,5 millones de toneladas, 0,8 millones de toneladas menos que en 2010. El primer trimestre fue el único periodo en el que se produjeron subidas mientras que a partir de abril los descensos han sido continuados con un claro deterioro al final del año. El peor mes ha sido diciembre con un descenso interanual de la producción del 19,9%, llevando la caída del cuarto trimestre hasta el 10,6%.

Atendiendo a las distintas calidades, los aceros aleados se comportaron positivamente, con una mejora del 10% en su producción que llega hasta 726 kt. En cambio la producción de acero inoxidable se ve reducida un 4,4% y la de aceros al carbono un 5,8%, hasta quedar en un total de 13,97 millones de toneladas.

Los productos laminados en caliente han descendido un 1,8% mostrando una distinción entre los productos largos que se han sostenido gracias a la exportación, repitiendo en 10,2 millones de toneladas la cifra de 2010. Los planos, sin embargo, con 4,8 millones de toneladas descienden un 5,9% en el año que hemos terminado.

En lo que respecta a la primera transformación del acero, los tubos soldados han crecido ligeramente, un 1,3%, frente a un comportamiento más positivo de los tubos sin soldadura que han crecido el 12,5%. En ambos casos la exportación es la responsable de que las cifras sean positivas. El fleje laminado en frío ha aumentado su producción en un 2,4%.

Producción de febrero 2012

La producción de febrero no ha llegado a 1,2 millones de toneladas y ha descendido un 13,1% con respecto a febrero de 2011. El tono es por tanto el mismo que se lleva acumulando ya tres meses desde diciembre. Si consideramos la media de los 12 meses anteriores a febrero, el descenso va agravándose mes a mes hasta llegar al 7,9%.

Entregas y facturación

Las entregas de productos siderúrgicos también han disminuido en 2011, bajando un 2,3% hasta 15,8 millones de toneladas, una pérdida absoluta de 0,3 millones de toneladas con respecto a 2010. La caída de los largos ha sido del 1,7% y se han entregado 9,8 millones de toneladas en 2011. En los productos planos la caída ha sido ligeramente mayor, del 3,4%, quedando en 5,5 millones de toneladas.

Por el contrario, la subida de las materias primas ha empujado los precios y hecho crecer la facturación, principalmente en la primera mitad del año. La subida del precio medio ha sido del 10%, lo que en combinación con la bajada de las toneladas vendidas se traduce en una subida aproximada de la facturación del 7,6% hasta situarse en el entorno de los 12.700 millones de euros.

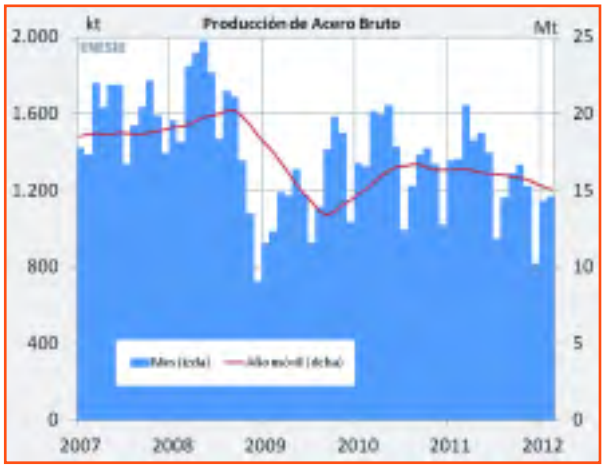
Consumo aparente

El consumo aparente de productos siderúrgicos se ha mantenido en España con una variación de sólo el 0,3%. Quedando en 13,1 millones de toneladas. De hecho, esta cifra es ligeramente positiva sólo por la evolución de los productos semiterminados. Por el contrario, el consumo aparente de productos terminados ha decrecido tanto en los productos largos, que han bajado un 1,7% como en los planos, que lo han hecho un 1%.

Comercio exterior

En 2011 la debilidad de la demanda nacional ha hecho que las importaciones de productos siderúrgicos y de primera transformación hayan crecido sólo un 2,1% hasta un total de 8,9 millones de toneladas. El comportamiento ha sido muy distinto entre las importaciones de la Unión Europea, que con 6,8 millones de toneladas han disminuido un 2,5% y las de terceros países que con 2,1 millones de toneladas han subido un 20,1%. El valor económico ha crecido un 18,7%, totalizando 6.895 millones de euros de los que 5.400 han venido de la UE y 1.500 de terceros países.

La variación de las exportaciones ha estado en la misma línea, con un aumento de sólo el 1,9%. El total de exportaciones de productos siderúrgicos y transformados ha sido de 9,9 millones de toneladas con un valor económico de 8.324 millones de euros. Se produce por tanto un saldo positivo de la balanza comercial de 1.429 millones de euros, que supera en un 4,8% al año 2010. La marcha de las exportaciones durante el año ha tenido dos fases distintas según los destinos. Las exportaciones a la



Unión Europea se han deteriorado al avanzar el año por el freno de la economía comunitaria que se ha sentido especialmente en el cuarto trimestre. En cambio, las exportaciones a terceros países, perjudicadas por el elevado tipo de cambio del euro en la primera parte del año, han crecido en el último trimestre cuando nuestra moneda se ha situado en torno a cifras de 1,3 euros por dólar.

Sistemas para la obtención de perfiles de temperatura

Por Dave Plester, Director, PhoenixTM Ltd.

PhoenixTM es especialista en el diseño y fabricación de sistemas completos para la obtención de perfiles de temperatura en hornos de tratamiento térmico, de procesos de acabado de superficies y hornos cerámicos. La obtención de perfiles de temperatura es una práctica común en muchos procesos de tratamiento de metales y se consigue situando termopares en los puntos críticos del producto, conectándolos a un registrador. Si este registrador se protege con una barrera térmica, el sistema completo puede atravesar el horno junto con el producto. De esta forma se registran y almacenan las temperaturas reales del producto para su análisis.

Un área de gran importancia para PhoenixTM es diseñar sistemas de obtención de perfiles de temperatura para monitorizar procesos o calibrar hornos de cementación, tanto en atmósfera controlada como a vacío. En procesos a vacío el producto es sometido a un prolongado periodo de calentamiento a vacío, mientras un gas de aporte de car-

Sistema PhoenixTM saliendo del horno.

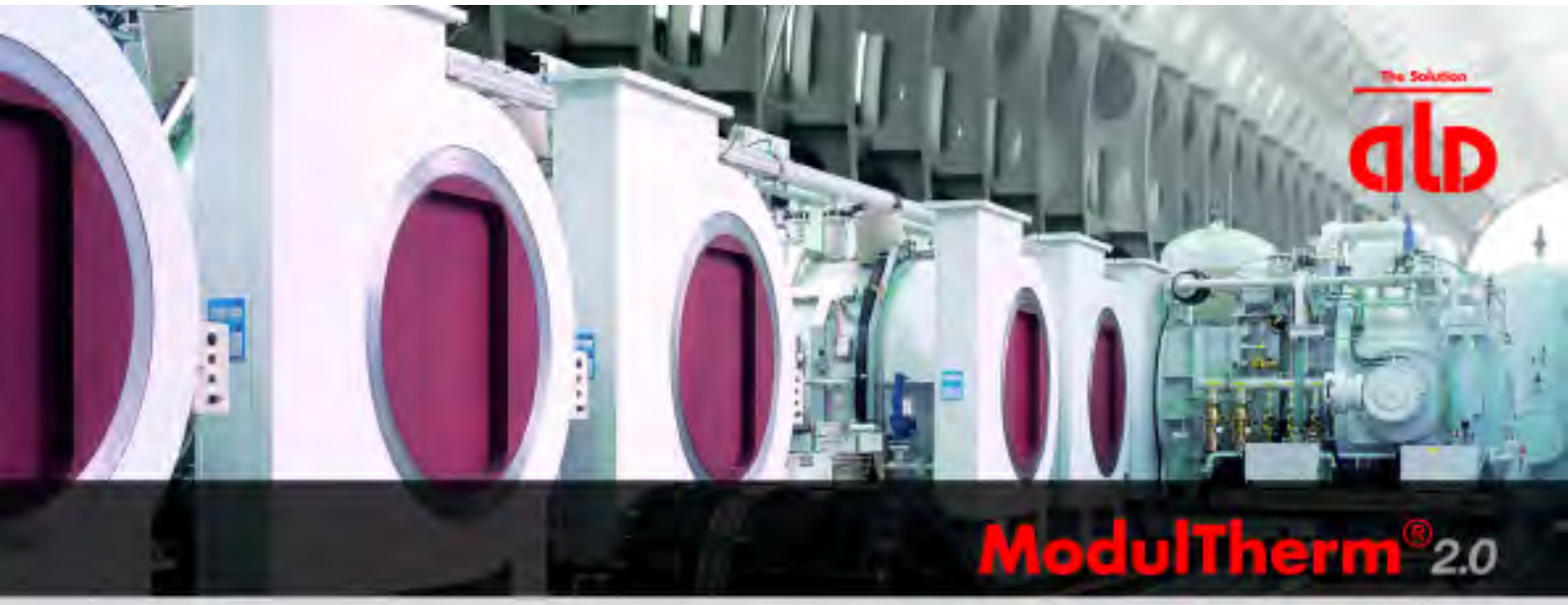
bono como propano se hace pasar por el horno. Después de un tiempo especificado, el producto es entonces templado en gas a alta presión usando nitrógeno o helio. En líneas de alta capacidad de producción los productos son a menudo tranferidos entre la cámara de cementación y la de temple, lo que hace muy difícil monitorizar la temperatura del producto o del ambiente con termopares largos. El sistema PhoenixTM es capaz de viajar con el producto y soportar las duras condiciones de estos procesos, lo que lo hace ideal para monitorizarlos.

Otros tratamientos térmicos a menudo monitorizados mediante estos equipos incluyen revenidos, homogeneización de tubos de acero, recocidos de laminación para motores eléctricos y recocido brillante de bobinas de acero.

El diseño de los equipos de monitorización, desde los termopares a la barrera térmica, es crítico ya que el equipo debe mantener un alto grado de precisión mientras que soporta condiciones extremas de temperatura, ambiente y presión. Con más de 60 años de experiencia combinada en estos equipos, el personal de PhoenixTM tiene un conocimiento profundo de todos los aspectos del diseño de equipos para estas industrias, y aún más importante un gran conocimiento de los procesos en los que se usarán los equipos.

El director de ventas Michael Taake, conocido en el mundo de los tratamientos térmicos en Europa, dice que "PhoenixTM ha evolucionado para llevar innovación, calidad y simplicidad al proceso de obtención de perfiles de temperatura y los clientes pueden estar seguros de que los equipos suministrados cuentan con el aval de la experiencia en el diseño, se fabrican de acuerdo a los más altos estándares de calidad y son fáciles de usar."

Phoenix Temperature Measurement (PhoenixTM) tiene su sede en Ely, Cambridgeshire, Reino Unido, y Bad Oeynhausen, Alemania. El representante en España y Portugal es Grupo Eucon, Madrid.



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

Completa gama de hornos de calibración

Por LAND INSTRUMENTS INT

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

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

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

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

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

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

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

Los hornos estándar primarios son:

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

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

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

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

Los hornos de referencia estándar son:

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

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

SECO/WARWICK firmó contrato para un horno Var en Tifast (Italia)

En enero de 2012, SECO/WARWICK S.A. en cooperación y bajo el acuerdo de mercadeo con RETECH Systems LLC, distribuidor líder mundial de equipos para corte con oxígeno de titanio, firmó el contrato de suministro de Horno de Corte de oxígeno de Arco al Vacío (VAR900ST) para las aleaciones de titanio y para titanio, para TiFast S.r.L. – Sociedade Europea de Titanio, localizada en Italia.

El rendimiento del nuevo VAR900ST es hasta 8.000 kg y barras de hasta 850 mm de diámetro. Presenta modernas mejoras de proyecto, en forma de un alto tiempo de trabajo, de bajas necesidades de mantenimiento y servicio para la repetitiva calidad de producto.

El sistema de horno Retech VAR900ST tiene (1) una cabeza de horno y dos (2) estaciones de colada. Las válvulas de bloqueo de colada excesiva fueron eliminadas. Retech VAR estará integrada en las existentes facilidades de la central de TiFast (vacío, agua industrial, energía). Los controles de colada de Retech y los controles de la máquina se comunicarán con la existente arquitectura de control.

Esta orden es la continuación de la modernización global de la línea de fabricación de Retech VAR y va equipada de muchas funciones con tecnologías muy modernas, tales como el proyecto completamente electro-mecánico que elimina toda la hidráulica, tiene completamente nueva potencia ram, controladores avanzados basados en procesadores, centrado de electrodos en las coordenadas X-Y, sistema de peso de altísima precisión, sistema de visualización de alta definición y los más recientes dispositivos de seguridad para los operarios.

Jornada técnica: "Últimos desarrollos y aplicaciones en componentes ADI"

Por Instituto de Fundición TABIRA

La jornada técnica "Últimos desarrollos y aplicaciones en componentes ADI", ha reunido a un total de 78 profesionales procedentes de 41 empresas, universidades y entes públicos, en las instalaciones del Centro de Investigación Metalúrgica Azterlan. Se ha tratado de un evento enmarcado dentro de las actividades con empresas del POLO de Competitividad para la Comarca de Durangaldea, celebrado el pasado 21 de febrero de 2012.

En la sesión de trabajo se han expuesto conceptos metalúrgicos asociados a la transformación bainítica de los materiales ADI (Austempered Ductile Iron), se han presentado los parámetros clave del tratamiento térmico de austemperizado, y se ha ofrecido una visión sobre el comportamiento de determinados grados en distintas operaciones de mecanizado. De igual forma, se ha analizado la evolución y las perspectivas futuras de mercado de estos materiales.

Debemos reseñar la relevancia de los ponentes y especialistas técnicos que han participado en el acto, pertenecientes a la empresa inglesa ADI TREATMENTS Ltd, a la ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE BILBAO y al Centro de Investigación Metalúrgica AZTERLAN. A lo largo de sus intervenciones, los técnicos han compartido sus conocimientos, experiencias e investigaciones con participantes provenientes de un amplio abanico de sectores como son la fundición, eólico, tratamientos térmicos, recubrimientos, automoción, ferrocarril y mecanizado, entre otros.

La introducción de la jornada ha corrido a cargo del presidente de la Mancomunidad de la Merindad de Durango, el Sr. Oskar Zarrabeitia, quien en una

Un total de 78 técnicos de fundición han tomado parte en la jornada.

Sr. Oskar Zarrabeitia. Presidente de la MANCOMUNIDAD de la MERINDAD de DURANGO.

breve comparecencia ha informado sobre las líneas básicas del Polo de Competitividad para la Comarca de Durangaldea –iniciativa encaminada a la mejora competitiva y a la progresiva transformación del tejido industrial local–, y ha destacado la importancia de este tipo de marcos de trabajo de difusión tecnológica e intercambio de experiencias, con especialistas del más alto nivel.

La intervención del director de Tecnología de Azterlan, el Sr. Julián Izaga, se ha centrado en el desarrollo de conceptos metalúrgicos avanzados de los materiales ADI, –fundición esferoidal sometida a un posterior tratamiento térmico de naturaleza bainítica–.

Tras una sinopsis sobre las propiedades y características más destacadas de estos materiales -mejora en valores de resistencia, límite elástico y fatiga, frente a fundiciones esferoidales estándar-, ha hecho mención especial al control del proceso de fundición: "la etapa de fabricación del componente fundido es crítica. No es suficiente con alcanzar una correcta forma del grafito o el ajuste de la composición química".

En relación al tratamiento térmico, el Sr. Izaga ha subrayado la importancia de la monitorización de las temperaturas críticas de dicho proceso, en especial las relacionadas con el apagado o mantenimiento isotérmico: "Las temperaturas correspondientes al dominio bainítico se sitúan entre la Ms y los 400 °C. Con temperaturas próximas a 400 °C se consigue una baja resistencia mecánica y una alta tenacidad, mientras que a temperaturas próximas a 200 °C, se invierten dichas características. Es por ello, que el principal regulador de los distintos grados ADI, es la temperatura de mantenimiento isotérmico".

Sr. Julián Izaga. Director de Tecnología de AZTERLAN.

A continuación, el director Gerente de la empresa ADI Treatments Ltd, el Sr. Simon Day ha presentado las claves del proceso de tratamiento térmico aplicado a los materiales ADI en sus instalaciones de Birmingham.

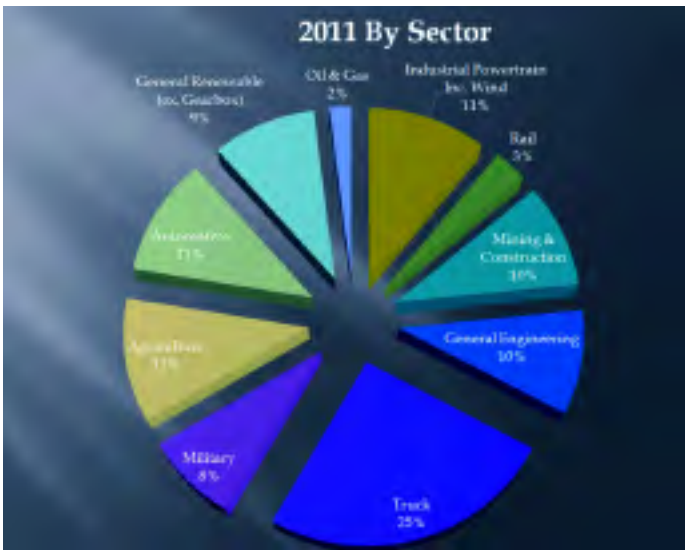
El emprendedor inglés ha expuesto las especificaciones principales de los materiales susceptibles de tratamiento. Para el caso concreto del ADI, ha hecho mención a la necesidad de contar con una fundición nodular de buena calidad: composición química estable con un mínimo de 100 grafitos/mm^2, nodularidad superior al 85%, niveles mínimos de carburos, inclusiones, rechupes y micro rechupes (max. 1,5%) y un ratio estable de perlita/ferrita.

Del mismo modo, ha detallado el proceso de austemperizado, cuyos resultados ofrecen unas características avanzadas de los materiales ADI: "El ADI tiene unos valores de comportamiento a fatiga excelentes, una densidad menor y una capacidad de amortiguación de ruido superior al acero, si bien cuenta con un mayor coeficiente de expansión térmica que la fundición nodular y que el acero al carbono (inferior al del aluminio), y una conductividad térmica algo inferior a la fundición nodular. Pese a un mecanizado más complejo frente a los materiales de fundición gris y esferoidal (se están dando también grandes avances en este campo, con el desarrollo de nuevos grados de material más fáciles de mecanizar), origina una viruta compacta y discontinua que es 100% reciclable".

En la actualidad se dispone a su vez de una mayor capacidad de tratamiento térmico en lo que a tamaños y pesos de pieza se refiere -quizás éste haya sido una de las mayores limitaciones hasta el momento-. En las instalaciones de ADI Treatments Ltd. se pueden llegar a tratar piezas de hasta 7 Tn, con unas dimensiones máximas de 1.840 mm x 1.840 mm x 1.350 mm.

El director Técnico de la empresa ADI Treatments Ltd, Sr. Arron Rimmer, ha comenzado la parte final de la sesión técnica con una conferencia cargada de ejemplos prácticos y casos concretos de aplicación de los materiales ADI. Ha analizado la evolución del mercado y ha compartido con los asistentes interesantes reflexiones acerca de posibles servicios futuros en variedad de sectores, como por ejemplo automoción, vehículo industrial pesado, sector ferroviario, construcción y minería, agricultura, sector eólico, equipos pesados para otras fuentes de generación energía renovables, aplicaciones en power train, ... etc.

Mr. Simon Day. Director Gerente ADI TREATMENTS Ltd.- U.K.

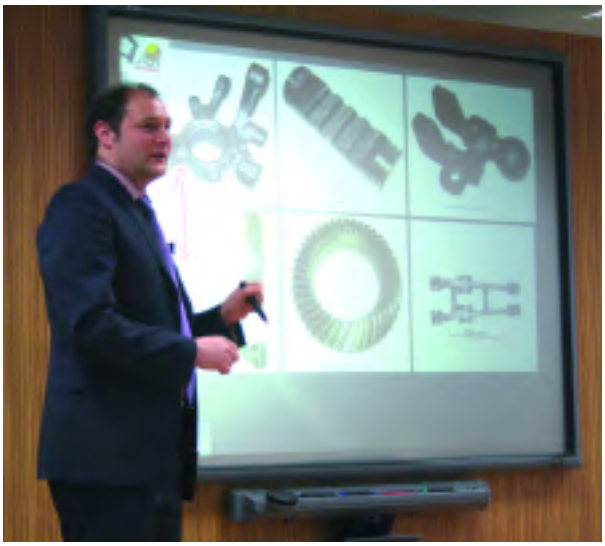


Distribución por sectores de las piezas tratadas en el año 2011 en la empresa ADI Treatments. Ltd. Fuente: ADI TREATMENTS Ltd.

La segunda parte de su exposición ha estado orientada a dar a conocer la oportunidad que presentan estos materiales frente a determinados aceros, con situaciones específicas de mejora de prestaciones, reducción de costo, simplificación del proceso productivo, ... etc. Una parte significativa de los componentes que se fabrican en ADI, provienen de piezas que con anterioridad se forjaban en acero, así como de subconjuntos soldados o ensamblados (ejemplos concretos de subconjuntos de hasta 54 piezas diferentes, que en la actualidad se hacen de una única pieza fundida y tratada térmicamente).

A su vez, El Sr. Rimmer ha compartido varios ejemplos en sustitución de componentes de otros materiales, como por ejemplo el aluminio, con otro tipo de ventajas desde el punto de vista de diseño y funcionalidad (mejora de propiedades estáticas y dinámicas, costo más reducido, mejoras en comportamiento NVH, menor espacio físico requerido para el componente, ... etc).

Ante la pregunta sobre por qué el ADI no es un material utilizado masivamente en la industria Europea, principalmente en sectores como la automoción y el ferrocarril, el Sr. Rimmer ha manifestado las claras diferencias con Estados Unidos, donde este tipo de materiales se han introducido en el mercado de forma generalizada desde hace más de 15 años: "en Europa está costando más visualizar que el ADI puede ofrecer importantes ventajas frente al acero, o incluso, frente al aluminio. Es un camino pendiente de recorrer, pero se perciben cambios por parte de la mayoría de los constructores de vehículos europeos, que empiezan a conocer las capacidades y potencialidades del ADI".



Sr. Arron Rimmer. Director Técnico de ADI TREATMENTS Ltd. – U.K.

El cierre de la jornada ha corrido a cargo del Catedrático del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, el Sr. Norberto López de Lacalle, quien ha desglosado a los asistentes los resultados de una amplia investigación sobre mecanizado de materiales ADI, –operaciones de torneado, fresado, taladrado, roscado y bruñido–, a través de la monito-

Sr. Norberto López de la Calle. Catedrático del Dpto. de Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao.

rización y control de los diferentes parámetros de proceso y un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos.

Remarcar los intensivos ensayos de torneado y fresado con insertos de metal duro y con insertos cerámicos. Los resultados han indicado que los insertos cerámicos de alta calidad ofrecen mejores valores y suponen una ventaja económica. Así como, se han expuesto conclusiones sobre distintos materiales y recubrimientos en herramientas de taladrado y roscado.

En cualquiera de los casos, se ha planteado la necesidad de valorar en detalle la posible realización de las operaciones de mecanizado antes o después del tratamiento térmico, en función de los requisitos individuales de cada pieza.

Transmitir un especial agradecimiento a los técnicos y especialistas de ADI TREATMENTS Ltd, de la ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE BILBAO y al Centro de Investigación Metalúrgica AZTERLAN, que con la coordinación del Instituto de Fundición TABIRA y del POLO de COMPETITIVIDAD para la Comarca de Durangaldea, han hecho posible la materialización de este interesantísimo marco de trabajo.

La formación es la mejor arma contra la destrucción de empleo

Por Confemetal

En su último Informe de Coyuntura Económica y laboral, La Confederación Española de Organizaciones Empresariales el Metal (CONFEMETAL) hace un balance del actual modelo de Formación Continua y de su trayectoria de casi dos décadas, iniciada con la firma del primer Acuerdo Nacional de Formación Continua (ANFC) a finales de 1992, continuada después por otros tres acuerdos y ahora prolongada por el Acuerdo Tripartito ya con la participación del Ministerio de Trabajo.

CONFEMETAL señala en su Informe que, en estos años, la formación continua se ha convertido en una exigencia de empresas y trabajadores, en el único instrumento realmente decisivo para luchar contra la destrucción de empleo en el actual escenario económico, y en una de las mejoras herramientas de la sociedad española para adaptarse y aprovechar el cambio tecnológico.

El actual sistema de formación continua ha supuesto la posibilidad de mantener, mejorar y ampliar los conocimientos de la mano de obra y de abrir la puerta a la implantación de nuevas tecnologías. Su financiación, puesta entredicho continuamente con poco conocimiento de causa, procede exclusivamente de las cantidades que aportan empresas y trabajadores, a través de las nóminas: Un 0,7% de la base de cotización a la Seguridad Social (0,6% a cargo del empresario y 0,1 % a cargo del trabajador).

Es, por tanto, una aportación de carácter finalista, exclusivamente para la formación de los ocupados, si bien la Administración que administra los fondos –no los otorga, ni los concede, ni subvenciona–, los emplea en parte para fines distintos de los establecidos originalmente, como la formación de desempleados.

Antes de la creación, en 1992, del sistema, los trabajadores que deseaban formarse o las empresas que querían sus trabajadores se formaran, pagaban directamente de sus bolsillos, esa formación.

Ahora el sistema se apoya sobre una base de solidaridad territorial y sectorial que ha aumentado la eficacia de los fondos invertidos y haciendo avanzar la competitividad empresarial en España, muy especialmente de las Pymes.

Otros atributos del modelo, como su ámbito estatal, la libertad de adscripción y la unidad de caja, se han mostrado probadamente eficaces a lo largo de estos veinte años y han creado una exigencia de formación en el conjunto del tejido económico que implica continuar en el camino de la mejora de la calidad de la formación, del rigor en la ejecución y de la adaptación a las verdaderas necesidades del tejido productivo español CONFEMETAL que considera que la formación es la mejor arma contra la destrucción de empleo, subraya también en su Informe que en estos años la formación se ha convertido en un instrumento de gestión de primer orden para las empresas, que, además, incide de modo decisivo en la planificación del resto de las parcelas empresariales.

Por último el Informe señala que el sistema, susceptible, como todo, de ser mejorado, ha sido también instrumento de promoción social y personal y de fomento de la empleabilidad de los trabajadores, especialmente de aquellos pertenecientes a los grupos específicos menos favorecidos.

Nuevos requisitos para la certificación de plantas de tratamientos térmicos

Por Juan Luis Velasco - ENTESIS

Hace cuatro años comentábamos las exigencias aparecidas en el sector de los tratamientos térmicos para la industria del automóvil, al adoptar las exigencias de la industria aeronáutica en el apartado de temperatura. La reciente aparición de la tercera edición de la CQI-9 separa los requerimientos para ambas industrias, permaneciendo la AMS 2750D –que pronto será substituida por una nueva edición– para la industria aeronáutica y quedando la nueva edición de la CQI-9 para los tratamientos térmicos en la industria del automóvil.

Esta nueva edición presenta una serie de novedades. Aquí resumimos algunas de las más destacadas:

— La parte tercera detalla las nuevas normas para las pruebas de precisión de las mediciones de temperatura, tanto para el lazo de medida (SAT) variando la frecuencia y las posibles formas de realizar las mismas, como para la medida de uniformidad de temperaturas (TUS). Ahora ambas deben realizarse con sondas y equipos calibrados por empresa con certificación ISO 17025.

— Pueden utilizarse los termopares tipo K para las calibraciones, pero queda limitado el número de veces según la temperatura o el periodo de tiempo en que pueden usarse. Además nunca podrán introducirse menos en el horno actual que en la prueba anteriormente realizada con los mismos.

— Las empresas externas que realicen pruebas de precisión de los equipos de lectura, registro y control, deberán estar certificadas ISO 17025.

— Se definen nuevas frecuencias de comprobación de las sondas do oxígeno y la precisión del lazo de control del potencial de carbono.

— Aparecen nuevos requerimientos de comprobación para hornos de sinterizado, nitruración por plasma y carburación en hornos de vacío, que anteriormente no se contemplaban.

Todos estos cambios requieren algunas modificaciones en los procedimientos y la documentación hasta ahora seguidos, pero siguen siendo aplicables los equipos que en aquellos momentos se recomendaban.

Las sondas de temperatura para el control, regulación y registro deberán estar situadas en la zona de trabajo o lo más cerca posible. Las pruebas SAT pueden realizarse en una sola temperatura y por

tanto no es preciso extraer la sonda del horno. A tal fin Pyro Controle diseñó una sonda que permite su calibración in situ según el método A de la CQI-9, trimestralmente y sin interrupción alguna del proceso productivo: se destapa la cabeza, se introduce la sonda de referencia y se compara el valor medido por el lazo de control con el valor medido por el equipo de calibración. La diferencia deberá ser igual o inferior a ± 5 °C. La prueba requiere solamente el tiempo de estabilización de la lectura de la sonda de referencia, normalmente menos de 2 minutos.

Pyro Controle puede suministrar tanto el indicador portátil como la sonda, ambos con calibración COFRAC (equivalente francés del ENAC español) para realizar estas pruebas.

Otra característica importante a resaltar –y que ya estaba incluida en la edición anterior de la CQI-9– es que el registrador del proceso deberá permitir la introducción del número de lote y el operario deberá registrar en el mismo la comprobación de lecturas cada dos horas. SUPER SYSTEMS Inc dispone de registradores que cumplen este requerimiento, a la vez que están integrados en los reguladores de lazo de la serie 9130.

Para la comprobación de la TUS deben usarse sondas calibradas en temperaturas no más alejadas de 150 °C respecto de la(s) temperatura(s) de trabajo del horno. Cabe destacar que si el rango de temperaturas de trabajo queda comprendido entre dos valores distantes entre sí 170 °C, bastará la comprobación en una sola temperatura. Si fuera mayor, deberá comprobarse la TUS en las temperaturas máxima y mínima de trabajo del horno. No se admite recoger lecturas manualmente. Asimismo el número de sondas depende del volumen y de la altura de la cámara de trabajo del horno.

- En los hornos continuos la comprobación deberá ser realizada por un equipo que, con intervalos de máximo 30 segundos, recoga todas las lecturas. La prueba arrancará con piezas frías.
- En hornos discontinuos la comprobación se realizará en intervalos de un máximo de 2 minutos, arrancará con el horno frio y durará hasta no menos de 30 minutos después de haberse alcanzado la tempertura de trabajo. En ambos casos el equipo de recogida de lecturas realizará la corrección de cada una de ellas según los errores mostrados en los correspondientes certificados de calibración y la certificación deberá contemplar los datos de identificación del horno, el método de TUS, las curvas de tempertura, la disposición de las sondas en el horno, los factores de corrección de las sondas utilizadas, posibles limitaciones de las pruebas realizadas, datos de los ajustes de PID y consigna del regulador de temperatura y los datos de la persona, empresa y equipo utilizados.
- En hornos rotatorios la CQI-9 recomienda situar sondas en puntos fijos según criterio del tratamentista, de forma que evidencien las características de uniformidad de temperatura del horno y satisfagan las exigencias de la norma.

Al igual que en la edición anterior, las diferencias máximas respecto a la temperatura de trabajo varía según el tipo de tratamiento realizado. También se indican valores específicos para los distintos tratamientos térmicos del aluminio.

Super Systems Inc, puede suministrar el data logger SDS 8020 (40) capaz para 20 (40) sondas de tempera-

tura que reune todos los requisitos para realizar una TUS según la CQI-9. Asimismo Pyro Controle puede suministrar las necesarias sondas calibradas con trazabilidad COFRAC.

Como se ha indicado, las calibraciones de la instrumentación deberán ser realizadas por empresas que gocen de la certificación ISO 17025 y si son realizadas por la propia empresa, deberán demostrar que el procedimiento se adapta a esa norma. Se mantienen las precisiones de los instrumentos de medida y registro de temperaturas, así como los requerimientos de impresión de los registradores, pero se reduce a 2 °C el máximo offset ajustable. La frecuencia de las calibraciones debe ser trimestral y puede ser semestral si son multipunto y se realizan SAT's trimestralmente según el método A. La precisión será mejor que ±2 °C en la medida de temperatura y 0,01% en la medida del potencial de carbono.

Para el control de atmósferas se aplican iguales criterios que para la temperatura: debe existir un registro continuo de la misma y cada 2 horas debe reflejar el operario la comprobación de la lectura.

Para atmósferas carburantes, el equipo de control deberá garantizar una estabilidad mejor que el 0,05% C . Diariamente el tratamentista efectuará una comprobación del lazo de medida por medio de

un analizador de punto de rocío, un analizador de 3 gases, la deposición en laminita, la resistencia de un hilo, etc.

Super Systems Inc puede ofrecerles tanto analizadores del punto de rocío como de tres gases, estos últimos con el cálculo automático del potencial de carbono de la atmósfera.

En atmósferas nitrurantes debe comprobarse el grado de disociación del amoníaco en intervalos de máximo 4 horas. Además aparecen requerimientos de seguridad, exigiendo no menos de 3 horas del purgado de la atmósfera conteniendo amoniaco, previas al paso a una atmósfera libre de amoniaco.

Para el control continuo de la disociación del amoniaco y del potencial de nitruración, Super Systems Inc ha desarrollado un analizador basado en el principio de la conductividad térmica que puede suministrarse tanto para integrar en armario, como en equipo portátil con salidas 4-20 mA, RS232 y RS485.

SE VENDE

GRANALLADORA DE GANCHO DE OCASIÓN

- Marca: ALJU.
- Modelo: Regina 161-A.
- Interior todo de manganeso.
- Totalmente revisada y garantizada.

GranallaTECNIC S.L.

Teléf.: 93 715 00 00 - Fax: 93 715 11 52
Email: juan@granallatecnic.com
www.granallatecnic.com

RUUKKI participa para reciclar el vanadio de las acerías

La empresa siderúrgica RUUKKI forma parte del equipo de trabajo liderado por el centro de investigación sueco Swerea MEFOS, en colaboración con otra siderúrgica y LKAB, que ha dado lugar a una nueva técnica para reciclar el vanadio de las acerías. El trabajo de investigación denominado ViLD (vanadium in LD slag), se ha desarrollado en Lulea, en el norte de Suecia, y ha permitido desarrollar un simple pero ingenioso método para separar el vanadio de las escorias de producción de acero, un proyecto por el que ha recibido el Premio a la Inspiración 2011 de la Asociación de Industrias Suecas del Reciclado.

Actualmente, alrededor de 200.000 toneladas de escorias de las acerías de acero se almacenan cada año en Suecia. El vanadio se encuentra en el mineral de hierro y se transfiere a las escorias durante el proceso de producción de acero. Hasta ahora las posibilidades de reciclar las escorias han sido muy limitadas, pero la investigación desarrollada por Swerea MEFOS, en cooperación con el consorcio, ha dado lugar a una tecnología mediante la cual las escorias pueden ser recicladas y se puede recuperar el vanadio para usarlo en nuevos productos. El precio del vanadio ronda los 22 euros el kilo y, entre otras cosas, es usado como aditivo en las aleaciones de acero y titanio.

El método permite obtener un producto rico en vanadio que puede ser usado en la industria del acero para utillajes y convertidores catalíticos, por ejemplo, mientras que los restos de productos calcáreos de las escorias se pueden asimismo utilizar como materia prima en la industria del cemento y de la construcción.

RUUKI forma parte del consorcio de investigación y ha realizado estudios para apoyar el proceso. La compañía siderúrgica se ha centrado en el estudio de la mineralogía de las escorias de acería, el comportamiento del vanadio en dichas escorias y ha experimentado en el proceso de acería para enriquecer el vanadio. Hasta la fecha se trata de un proyecto piloto, pero durante el año 2012 los investigadores lo adaptarán a operaciones comerciales.

Cada 5.000 toneladas de vanadio reciclado con la nueva técnica podrá reemplazar la extracción de aproximadamente 500.000 toneladas de mineral de hierro en Sudáfrica, que contiene este mineral, y resulta un proceso muy intensivo en energía. Además, la técnica permitirá eliminar unas 100.000 toneladas de caliza y permitirá reducir los desechos de escorias en 200.000 toneladas anuales.

Sustitución de disolventes clorados en tratamientos térmicos y superficiales

Por Luis Ávila, European R+D Manager Heat Treatment & Cleaners, y Josep Manuel Merlo, European Product Manager Heat Treatment & Surface Treatment. Fuchs Lubricantes, S.A.U.

INTRODUCCIÓN

Las elevadas exigencias medioambientales y de Seguridad e Higiene figuran actualmente como uno de los más importantes requerimientos de las empresas de Tratamientos Térmicos y/o Superficiales, implicando la necesidad de adecuar los sistemas de producción a las nuevas normativas, a la vez que es necesario reducir los costes de producción, manteniendo y mejorando la calidad, y evitando que los incrementos de las materias primas puedan incidir negativamente en sus resultados.

Por todo ello, la sustitución en muchas aplicaciones de los productos basados en disolventes clorados (que normalmente se utilizan en instalaciones cerradas en fase vapor) se ha convertido en un verdadero reto tecnológico para las empresas del sector.

Adelantándose a los cambios legislativos en materia de productos químicos peligrosos y de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), y ya desde el año 1999, Fuchs Lubricantes inicio el estudio de nuevos sistemas de limpieza en los procesos de producción de piezas mecánicas en procesos de Tratamientos Térmicos y Superficiales, que permitiesen reemplazar los disolventes clorados en una instalación en fase vapor por un proceso de desengrase basado en agua.

Entre los requerimientos más exigentes que se pueden considerar en los procesos de limpieza, destacan:

Técnicos:

- Limpieza de las piezas por inmersión.
- Mínima agitación a aplicar para evitar golpes entre piezas pequeñas.
- Eliminación de los fluidos contaminantes de las zonas interiores de las piezas o de las cargas (posicionamiento de las piezas en la carga impidiendo una correcta limpieza interior).
- Aportar una buena capacidad anticorrosiva a las piezas.
- Capacidad de limpieza excelente que permita conseguir la máxima calidad, incluso en procesos como nitruración, oxidación superficial o tratamientos galvánicos.

Económicos:

- Mínima inversión.
- Rápida amortización de la inversión.
- Mínimo mantenimiento.
- Utilización o aprovechamiento de la instalación existente siempre que sea posible.
- Menor coste que el proceso basado en disolvente clorado.

Medioambientales:

- Utilización de productos NO COV (No considerados como Compuestos Orgánicos Volátiles).
- Mínima peligrosidad para los trabajadores.
- Asegurar que no existe riesgo de inflamación en procesos posteriores.
- Área de trabajo limpia y segura.
- Mínima generación de residuos.
- Fácilmente reciclable.

OPCIONES DE SUSTITUCIÓN DE DISOLVENTES CLORADOS

Entre los diferentes procesos existentes actualmente para sustituir los disolventes clorados, destaca la utilización de:

— Disolventes parafínicos. Es uno de los procesos más utilizados y extendidos. La mayoría de los productos utilizados son Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y se utilizan en máquinas de limpieza con vacío (debido a su inflamabilidad), por lo que requiere una fuerte inversión inicial. Generalmente presentan unas excelentes prestaciones de limpieza, aunque no permiten producciones elevadas.

— Disolventes oxigenados. Como en el caso anterior presentan el problema de la inflamabilidad y en algunos casos su toxicidad es superior a la de los disolventes parafínicos. Se utilizan como los anteriores y para ciertas aplicaciones son muy efectivos por ser compatibles con muchos de los disolventes utilizados en pinturas.

— Disolventes fluorados. Al igual que los productos basados en disolventes clorados, la mayoría son ininflamables (excepto los que son mezclas con otros tipos de disolventes) y altamente volátiles, siendo los productos más parecidos a los disolventes clorados. Su principal desventaja es que requieren de un proceso de aplicación específico debido a su especial solubilidad y alta evaporación, lo que repercute conjuntamente con su precio en un coste final elevado. Son muy usados en electrónica, componentes de pequeña dimensión y para todas aquellas aplicaciones que requieran máxima seguridad y eficacia.

— Disolventes parafínicos NO COV. Se trata de un tipo especial de disolventes parafínicos, sin embargo dada su propia naturaleza y su propia definición, son productos poco volátiles, aunque si inflamables (de punto de inflamación mayor que los COV) por lo cual requieren de procesos especiales para poder ser usados:

  o Si se utilizan directamente presentan el problema de su baja volatilidad, por lo que sólo son aceptables en aplicaciones en donde no es necesario un posterior secado o eliminación de los fluidos de la superficie.

  o Una aplicación especial es la de utilizarlos como proceso intermedio, ya que su excelente capacidad de limpieza, baja volatilidad y viscosidad, conjuntamente con la posibilidad de hacerlos emulsionables, les permiten ser eliminados fácilmente con procesos y sistemas base agua (lo que muchas veces no es posible hacer con los restos de grasas, aceites viscosos, etc. que se desean desengrasar).

— Detergentes en base agua. Existen diversos tipos y procesos, muy bien conocidos desde hace muchos años en sistemas de desengrase y limpieza. La clasificación más utilizada para este tipo de productos se basa en su naturaleza química y su forma de actuar como desengrasantes:

  o Desengrasantes Alcalinos. Requieren de temperatura y baños de aclarado posteriores para eliminar las sales. Entre sus principales desventajas caben citar la necesidad de calentar el baño (ya que actúan por saponificación), emulsionabilidad de los fluidos desengrasados (lo que obliga a realizar frecuentes cambios de baños e implica una pérdida de calidad en el tiempo) y sobre todo falta de capacidad de desengrase para piezas o cargas con impedimentos posicionales, geometrías difíciles, materiales con poros o sinterizados, etc.

  o Tensioactivos. Ampliamente empleados como complemento de los fluidos alcalinos o como desengrantes neutros no iónicos. Actúan por formación de micelas y mayormente son usados en sistemas por aspersión. Como principales desventajas destacan también su dificultad para actuar con piezas de geometrías difíciles, materiales sinterizados, cargas con impedimentos posicionales que impiden un fácil acceso del desengrasante al interior de la carga, así como la facilidad para emulsionar aceites y fluidos contaminantes por lo que requieren frecuentes cambios de baños.

  o Ecológicos (Bacterias). Son productos basados en tensioactivos que a su vez contienen bacterias que permiten degradar los aceites (hidrocarburos, esteres grasas o aceites vegetales, etc.) transformándolos en CO_2 y H_2O. Su principal desventaja es la dificultad para eliminar grandes cantidades de aceites, no siendo aplicables para piezas de producción, aunque sí muy útiles cuando se requiere una limpieza esporádica (por ejemplo talleres de mantenimiento).

— Fluidos especialmente aditivados para convertirlos en aceites fácilmente desengrasables. Este proceso, desarrollado por Fuchs Lubricantes S.A.U. se describe a continuación.

PROCESOS INDUSTRIALES DE SUSTITUCIÓN DE LOS DISOLVENTES CLORADOS

A) SOLUCIÓN C+R

Fuchs Lubricantes viene desarrollando desde hace más de 10 años un sistema que permite sustituir los disolventes clorados de una forma sencilla, económica y efectiva. Dicho sistema se puede emplear cuando los fluidos a desengrasar tienen una elevada dificultad para ser eliminados mediante sistemas directos y no se desean usar disolventes o productos peligrosos. Está basado en la incorporación, directamente al fluido a limpiar (por ejemplo aceite de temple, de embutición o corte, etc.), de un paquete de tensioactivos que convierte al fluido a eliminar en un producto fácilmente desengrasable con procesos basados en agua.

Conjuntamente con este fluido aditivado es necesario aportar al baño de desengrase una serie de aditivos especiales que permitan la rápida separación de los fluidos contaminantes (y su posible recuperación, según la Solución C+R) de forma que el baño de desengrase se mantenga siempre limpio y exento de aceites y las piezas se puedan desengrasar mediante sistemas por inmersión de forma rápida y eficaz.

Esta técnica de aditivación y limpieza de piezas se desarrolló inicialmente para el desengrase, posterior a temple, de piezas sinterizadas que anteriormente se desengrasaban con disolventes clorados en fase vapor y cuya limpieza en el interior de las piezas no era posible con los base agua tradicionales.

Posteriormente, la posibilidad de reacondicionar y reutilizar los fluidos recuperados ha permitido que este sistema se esté aplicando en varias empresas de tratamientos térmicos y de mecanización con excelentes resultados y un ahorro de costes de aceites superior al 25%, tal y como puede apreciarse en el ejemplo de la tabla 1.

B) PROCESO ACL

Uno de los principales impedimentos existentes cuando se desea eliminar un fluido de tipo orgánico de la superficie de una pieza, aplicando un sistema como el descrito anteriormente, es que en ocasiones y por diversas razones (fluidos homologados, piezas provenientes de proveedores externos, posibilidad de emulsionarse en agua, etc.) no es posible aditivar dicho fluido para convertirlo en un fluido fácilmente desengrasable.

ACEITE DE TEMPLE CONVENCIONAL			
PRECIO ACEITE DE TEMPLE	M (€/Kg.)	100,00	%
CONSUMO ANUAL PREVISTO DE ACEITE DE TEMPLE	X (Kg.)	100,00	%
PRECIO GESTIÓN RESIDUO	R = M/10 (€/Kg.)	100,00	%
ACEITE DE TEMPLE NO RECUPERADO A GESTIONAR	0,8 X (Kg.)	80,00	%
CAMBIO BAÑO DESENGRASE CONVENCIONAL			
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	Y=X/4 (Lt.)	25,00	%
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	P=0,6 M (€/Kg.)	60,00	%
CONCENTRACIÓN PRODUCTO DESENGRASANTE	3,00	3,00	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	S=X/10 (Lt.)	10,00	%
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	12		
SISTEMA CONVENCIONAL			
COSTE ACEITE TEMPLE	M x X	100 M	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS	R x 0,8X	8 M	EUROS
COSTE CAMBIO BAÑOS DESENGRASE	P x 12 x Y x 0,03	5,4 M	EUROS
COSTE APORTE DESENGRASANTE	S x P	6 M	EUROS
COSTE ACEITE	X x (M+0,8R)	108 M	EUROS
COSTE DESENGRASE	MxX (0,114)	11,4 M	EUROS
TOTAL SISTEMA CONVENCIONAL	MxX (1,08+0,114)	119,4 M	EUROS

ACEITE DE TEMPLE SOLUCION C+R			
PRECIO ACEITE DE TEMPLE	M (€/Kg.)	100,00	%
CONSUMO ANUAL PREVISTO DE ACEITE DE TEMPLE	0,5 X (Kg.)	50,00	%
PORCENTAJE DE ACEITE RECUPERADO	50,00	50,00	%
ACEITE DE TEMPLE A TRATAMIENTO	0,5 X	50,00	%
PRECIO TRATAMIENTO RECUPERACIÓN y ADITIVACIÓN	3,5 M/10 (€/Kg.)	35,00	%
PRECIO GESTIÓN RESIDUO	R = M/10 (€/Kg.)	10,00	%
ACEITE DE TEMPLE NO RECUPERADO A GESTIONAR	0,5 X (Kg.)	50,00	%
CAMBIO BAÑO DESENGRASE SOLUCIÓN C+R			
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	Y=X/4 (Lt.)	25,00	%
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	1,5 P = 0,9 M (€/Kg.)	100,00	%
CONCENTRACIÓN PRODUCTO DESENGRASANTE	3,00	3,00	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	S=X/10 (Lt.)	10,00	%
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	2		
SISTEMA C+R			
COSTE ACEITE TEMPLE	M x 0,5X	50 M	EUROS
COSTE RECUPERACIÓN	0,5M/10 x 0,5X	17,5 M	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS	R x 0,1X	1 M	EUROS
COSTE CAMBIO BAÑOS DESENGRASE	1,5P x 2 x Y x 0,03	1,35 M	EUROS
COSTE APORTE DESENGRASANTE	1,5P x S	9 M	EUROS
COSTE ACEITE	X x (0,5M+2,05R)	70,5 M	EUROS
COSTE DESENGRASE	MxX(0,1035)	10,35 M	EUROS
TOTAL SOLUCION C+R	MxX(0,705+0,1035)	80,85 M	%
AHORROS DESENGRASE SOLUCIÓN C+R	32,28		%

TABLA 1. Ejemplo práctico, solución C+R por cada 100 lts. de aceite consumido y en función del precio del aceite.

Este hecho fue el motivo de que Fuchs Lubricantes S.A.U., conjuntamente con la colaboración y participación del Grupo Tivoly (NECO), realizase un estudio que permitiese desarrollar un proceso auxiliar mediante el cual fuese posible reconvertir el fluido superficial en otro tipo de producto emulsionable, recuperable y desengrasable con productos base agua o incluso únicamente con agua.

Dicho proceso está basado en las siguientes etapas:

1. Inmersión en un disolvente NO COV emulsionable. Baño a temperatura ambiente agitado mediante recirculación con bomba o incorporación de aire.

   Se aconseja sustituir el baño cuando éste alcanza una concentración de aceites contaminantes del 75%, ya que el incremento de viscosidad implicaría un arrastre y una dificultad de limpieza en etapas posteriores.

   Dicho sistema de desengrase garantiza la máxima limpieza de las piezas, asegurando por tanto una calidad equivalente a la de los disolventes clorados.

2. Inmersión en baño de agua, convenientemente aditivado, para conseguir una muy buena separación del disolvente NO COV y los fluidos desengrasados. Implica el uso de un sistema de separación de aceites (el disolvente es recuperable y reutilizable en la primera etapa siempre que se readitive convenientemente).

   El baño se agitará mediante recirculación con bomba o insuflando aire. La temperatura puede ir desde ambiente hasta 60 °C (para favorecer el desengrase, eliminar posibles contaminaciones microbianas y favorecer la separación del fluido desengrasante (disolvente NOCOV)).

   Lógicamente, la separación de aceites contaminantes permite mantener el baño limpio y sin contaminantes, por lo que su utilización y constancia en la limpieza alargan la vida de dicho baño.

3. Posibilidad de realizar posteriores aclarados con agua a temperatura ambiente si se considera necesario o se disponen de baños suficientes para llevarlos a cabo.

4. Inmersión en baño de agua con producto neutralizante-pasivante si se desea proteger las piezas entre el proceso de desengrase y el proceso posterior. Se recomienda realizar este proceso a temperaturas de 60 – 70 °C para favorecer el secado y eliminar posibles contaminaciones bacterianas.

La aplicación de dicho proceso permite:

— Conseguir una limpieza equivalente a la obtenida con sistemas basados en disolventes clorados en fase vapor, incluso en operaciones tan exigentes como la limpieza de herramientas de corte previa a procesos de oxidación superficial a alta temperatura.
— Reducción de Compuestos Orgánicos Volátiles.
— Recuperación del fluido de desengrase (disolvente NO COV).
— Menor coste del proceso por mínimo consumo de fluidos (en algunos casos se han conseguido reducir en más de un 50% los costes respecto a los disolventes clorados).
— Reducir los costes por tratamiento de residuos.
— Mejoras medioambientales y de seguridad e higiene.

Dicho proceso permite también reducir los costes existentes respecto a los tratamientos de desengrase con disolventes clorados, tal y como puede apreciarse en el ejemplo de la Tabla 2.

DESENGRASANTE CONVENCIONAL CLORADO			
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	M	1.000	LITROS
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	P	300,00	%
CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	100	100	%
COSTE ENERGÉTICO	S=(kxM)/1	100	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR PÉRDIDAS	5M	5.000	LITROS
COSTE POR RESIDUOS	M×P/2	50,00	%
RESIDUOS GENERADOS	M	1.000	LITROS
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	1	1	
SISTEMA CONVENCIONAL			
COSTE DESENGRASANTE	P × 6M	6000 P	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS	M × R	500 P	EUROS
COSTE ENERGÉTICO	k×(kxM)/1	250 P	EUROS
COSTE TOTAL	M(6P+1,5R)	6750 P	EUROS

DESENGRASANTE PROCESO ACL			
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE 1	M	1.000	LITROS
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	1,5P	150,00	%
CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	100	100	%
COSTE ENERGÉTICO (AGITACIÓN)	S/30=(kxM)/100	1	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	0,5M	500	LITROS
COSTE POR RESIDUOS	(L/5+P)/10	10,00	%
RESIDUOS GENERADOS	2M	2.000	LITROS
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS BAÑO 1	2	2	
PROCESO ACL			
COSTE DESENGRASANTE 1	P × 1,75M	1750 P	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS 1	2M × R/10	200 P	EUROS
COSTE ENERGÉTICO 1	L/10=(kxM)/100	5 P	EUROS
COSTE BAÑO 1	M(1,75P+0,10R)	3510 P	EUROS

VOLUMEN BAÑO DESENGRASE 2	M	1.000	LITROS
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	10P	1000,00	%
CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	0,03	0,03	%
COSTE ENERGÉTICO (AGIT.+ TEMP.)	L/3=(kxM)/30	20	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	0,01M	10	LITROS
COSTE TRATAMIENTO DEPURADORA	R/10+P/20	11,50	%
RESIDUOS GENERADOS	6M	6.000	LITROS
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS BAÑO 2	6	6	
COSTE DESENGRASANTE 2	P × 0,11M	110 P	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS 2	6M × R/10	300 P	EUROS
COSTE ENERGÉTICO 2	L/3=(kxM)/30	50 P	EUROS
COSTE BAÑO 2	M(0,11P+0,7R)	442 P	EUROS
COSTE TOTAL	M(1,86P+1,12R)	4417 P	EUROS
AHORROS PROCESO ACL	34,56		%

Tabla 2. Ejemplo práctico, proceso ACL para un volumen de baños de 1.000 lts. y en función del precio del disolvente clorado.

CONCLUSIONES

La utilización de sistemas de limpieza basados en la recuperación, readitivación y reutilización de fluidos, permite sustituir los disolventes clorados en fase vapor, aportando las siguientes ventajas respecto de otros sistemas:

1. Mejoras de calidad en el proceso de desengrase:
   - Excelente capacidad de limpieza y desengrase (el fluido es fácilmente desengrasable).
   - Baño de desengrase limpio y en perfecto estado de funcionamiento (debido a la ausencia de aceites extraños y emulsiones).
   - Control de concentración fácil y seguro.
   - Excelente capacidad anticorrosiva.
   - Proceso general más estable y reproducible.
2. Mejoras económicas:
   - Reducción de costes del fluido por disminución del consumo de fluido nuevo (del orden del 25 – 40%).
   - Reducción de los costes de desengrasante por mayor duración de los baños.
   - Reducción de los costes de mantenimiento por eliminación de cambios de baños.
3. Mejoras medioambientales:
   - Reducción de la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) por menor vertido de aceite a la depuradora.
   - En el caso de fluidos de temple, menor generación de humos o vapores de aceite durante el proceso de revenido, respecto a procesos sin desengrase o con otros tipos de desengrasantes base agua.
   - Disminución de los compuestos orgánicos volátiles (COV), tanto por la no utilización de disolventes como por el menor consumo de aceites y menor generación de CO2 por disminución asociada del transporte de mercancías.
   - Mejoras en el ambiente de trabajo, desde el punto de vista de seguridad e higiene.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avila, L.; Tarrats, E.: Gavalda, V. y Merlo, J. M., "Recuperación y reutilización de los aceites de temple", Ponencia presentada en el Congreso TRATERMAT 2010 (Pamplona 2010).

Young, J. y A. Sachs, "La creación de una economía de materiales sostenible", en Worldwatch Institute: La situación del mundo, 1995, Barcelona: Emencé Editores (1995).

Angulo, J, "Problemática de los aceites usados: reutilización y destrucción" en J. L. Bueno, H. Sastre y A. G. Lavin (eds.), Contaminación e Ingeniería Ambiental, tomo IV, Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, 253-267, (1997).

Angulo, J. "Sistemas de Recuperación, Regeneración de aceites usados: proceso Interliner-Sener", Ponencia presentada al Seminario sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías, Madrid: Club Español de los Residuos, (2001).

Angulo, J., "Modelos de regeneración en España (II). ECOLUBE", Ponencia presentada al Seminario Internacional sobre Recuperación de Aceites Usados, Madrid: Club Español de los Residuos, (2002).

Martin Pantoja, J. L., "La recuperación de aceites usados en España", Ingeniería Química, 389:138-142, (2002).

Totten G. E.; Bates, C. E. y Clinton, N. A., "Cooling Curve Analysis – Chapter 2", en Handbook of Quenchants and Quenching Technology, ASM International, Materials Park, OH, pag.: 69-128, (1993).

En las Pymes está la puerta de salida de la crisis

Por Confemetal

Las pequeñas y medianas empresas poseen una importancia incuestionable en el contexto económico. Las Pymes tienen, con respecto a las grandes empresas, unas mayores posibilidades de generación de empleo por unidad de capital empleada. Por ello, ni las políticas nacionales ni las políticas comunitarias pueden ignorar el significativo papel que en la actividad empresarial tienen las pequeñas y medianas empresas o los problemas que en la actual crisis económica se plantean de forma más aguda a éstas.

Pues bien, siendo conscientes de la importancia de las Pymes en el tejido empresarial europeo, pero disponiendo de escasa información sobre la cantidad y calidad de empleo por éstas generado, la Comisión llevó a cabo durante el pasado año una amplia encuesta, cuyos resultados ayudan a determinar el impacto global de las Pymes sobre el empleo de la Unión Europea en el periodo 2001-2010, así como su particular contribución en términos de calidad y cantidad del empleo generado.

Entre los años 2002 y 2010, las pequeñas y medianas empresas crearon el 85% de los empleos netos nuevos de la Unión. Esta cifra es considerablemente superior a la cuota del 67% que tienen las Pymes en el empleo total (frente a un 33% atribuible a las grandes empresas). Durante ese período, el empleo neto en la economía empresarial de la Unión aumentó sustancialmente: una media de 1,1 millones de puestos de trabajo nuevos al año. Entre las Pymes, las microempresas (menos de diez empleados), con un 58%, son las que arrojan el mayor porcentaje de crecimiento neto total en materia de empleo en la economía empresarial.

Pero tomando los datos que arroja el informe por cuanto respecta a los ejercicios analizados afectados de forma directa por la crisis, 2009 y 2010, la vulnerabilidad de las Pymes se pone claramente de manifiesto. La crisis económica ha hecho mella en las empresas de todos los tamaños, pero las microempresas han resultado especialmente vulnerables. Como consecuencia de la crisis económica en 2009 y 2010, el número de empleos en las Pymes ha disminuido en la Unión una media anual del 2,4%, frente al 0,95% en las grandes empresas.

Además de las consecuencias en el empleo, la consecuencia negativa más importante de la crisis en las empresas es con mucho la disminución global de la demanda total de sus productos y servicios (mencionada por el 62% de las empresas), seguida del aumento de los plazos de pago de los clientes (mencionado por el 48% de las empresas) y, por último, la escasez de capital circulante (que afectaba al 31% de los encuestados). Son precisamente las Pymes las que declaran verse más afectadas por estos impactos de la crisis.

Del informe se extrae también una interesante conclusión por cuanto respecta a la innovación en las empresas. Efectivamente, la innovación parece tener un efecto positivo sobre la generación de empleo: las empresas innovadoras, así como aquellas de países globalmente más innovadores, hablan más a menudo de crecimiento del empleo y presentan índices de crecimiento del empleo más elevados.

La encuesta destaca que las Pymes y las empresas innovadoras que operan en economías más innovadoras padecieron la crisis económica en menor

medida. Por ejemplo, mientras la disminución de la demanda global es mencionada por el 70% de las empresas situadas en países que son considerados innovadores modestos, en los países líderes en innovación la misma cifra es del 45%.

En España, que sin pertenecer al grupo de innovadores modestos, fundamentalmente formado por nuevos países del Este, está lejos todavía de la media comunitaria y más aún de los países líderes, las Pymes tienen una menor dimensión que las europeas y su participación en las ventas y en el comercio internacional globales resulta inferior, aunque no el empleo que generan.

Sobre estas evidencias, la importancia de desarrollar un marco adecuado para impulso y desarrollo de las Pymes y cómo ello puede revertir a la sociedad en forma de empleo, parece innegable. Y lo es hasta el punto de que será imposible recuperar la senda del crecimiento económico sin las pequeñas y medianas empresas que, sólo en el Metal suponen el 87% de las casi 140.000 empresas del Sector.

Con una estructura productiva como la española, en la que las Pymes son mayoría, será decisiva su implicación en los procesos de mejora de la producción, la gestión y la comercialización que se dibujan como imprescindibles en mercados cada vez más abiertos, competitivos y exigentes. Ello se agrava en una coyuntura como la actual en la que la pérdida de competitividad de nuestros productos y servicios es preocupante.

En este escenario, para las Pymes es imprescindible que se fomente una cultura de la investigación y el desarrollo, y la mejora continua en las empresas, facilitando la incorporación de los investigadores, presentando enfoques a la innovación, difundiendo mejores métodos organizativos y de gestión y fomentando la participación en los proyectos de I+D+i de las empresas, y acercar más la investigación a la innovación con el desarrollo de una estrategia de la investigación y aplicación, consolidando la investigación desarrollada en la industria, fomentando la creación de empresas tecnológicas, reforzando la cooperación entre el sector público, la Universidad, los Institutos Tecnológicos y la industria y aumentando la capacidad de las Pymes de absorber nuevas tecnologías.

La propia idiosincrasia de las Pymes hace imprescindible, en un mercado globalizado, que se apoyen decididamente los diferentes sistemas de cooperación empresarial, en todas sus fases, desde la búsqueda de socios, la formalización de la cooperación y el seguimiento de la misma. Establecer redes de cooperación de todo tipo –desde el nivel superior que sería la fusión de las empresas, hasta centrales de compras, participación conjunta en proyectos de innovación o distribución controlada etcétera– puede ser la única garantía de éxito posible para las Pymes.

Ese mercado global al que inevitablemente se han de enfrentar las empresas, exige un esfuerzo en cuanto a su internacionalización. En este ámbito serán determinantes los recursos que la Administración destine a la promoción de nuestros productos en mercados exteriores, y las acciones de protección y control contra el dumping de terceros países y contra la entrada de productos que no cumplan las normativas técnicas y de calidad europea.

En lo que se refiere a la financiación, absolutamente bloqueada en la actualidad es necesario acabar con la morosidad y abrir de nuevo el crédito, para una vez normalizada la situación, hacerla más accesible a las pequeñas y medianas empresas de modo que puedan afrontar proyectos de inversión en I+D+i, de calidad, de cooperación o la salida a nuevos mercados.

Ligada a todas las propuestas anteriores y verdadera sustancia aglutinante en cualquier proceso de mejora de la competitividad de las empresas, debe situarse la formación. En innegable que uno de los principales factores competitivos es la cualificación, la habilidad y los conocimientos técnicos de cuadros y trabajadores, por lo que es de vital importancia desarrollar políticas dirigidas a dignificar y prestigiar la formación profesional.

Son, fundamentalmente, los agentes implicados en el desarrollo de políticas formativas los que deben ser capaces de atraer a los jóvenes hacia los puestos de trabajo de calidad a través de una formación profesional reglada. En esa línea es necesario diseñar y poner en marcha una campaña de fomento de la formación profesional para los jóvenes, de modo que la cualificación técnica acorde a los progresos que se registran en la producción, facilite su incorporación al mundo laboral.

Pero, para el desarrollo de las Pymes, es también un obstáculo la gran dispersión de normas, la poca coordinación existente entre Administraciones, y la rigidez existente en muchos aspectos empresariales, que suponen un gravamen para la competitividad y dificultan la adaptación de las Pymes a los continuos cambios coyunturales y de mercado, manteniendo cerrada la principal puerta de salida a de la crisis.

SISTEP-MIDEST 2012: La cita industrial en Marruecos

La segunda edición de SISTEP-MIDEST, el evento profesional marroquí dedicado a la subcontratación industrial y a la maquinaria, equipos y servicios para la industria se celebrará en la Oficina de Ferias y Exposiciones de Casablanca (OFEC) del 19 al 22 de septiembre 2012. Una cita profesional relevante para este país cuya ubicación geográfica estratégica permite atraer profesionales en busca de alianzas hacia los nuevos mercados de Magreb y África.

Expositores del mundo entero

SISTEP-MIDEST presenta una oferta global dividida en seis sectores principales para permitir a los visitantes nacionales y extranjeros encontrar todas las respuestas a sus necesidades: máquina-herramienta, chapa, electrónica, servicios, plásticos y subcontratación.

Los resultados de su primera edición en 2011 fueron más que alentadores: 207 expositores, el 59% de ellos internacionales procedentes de una docena de países que cubrieron una superficie de exposición de 6.626 m²; el 79% se declararon satisfechos con su participación.

A día de hoy ya está confirmada la presencia de diferentes pabellones: Francia a través de Ubifrance con unos sesenta expositores, China con treinta, España con quince, Hungría con una decena y otras nacionalidades pendientes de confirmación.

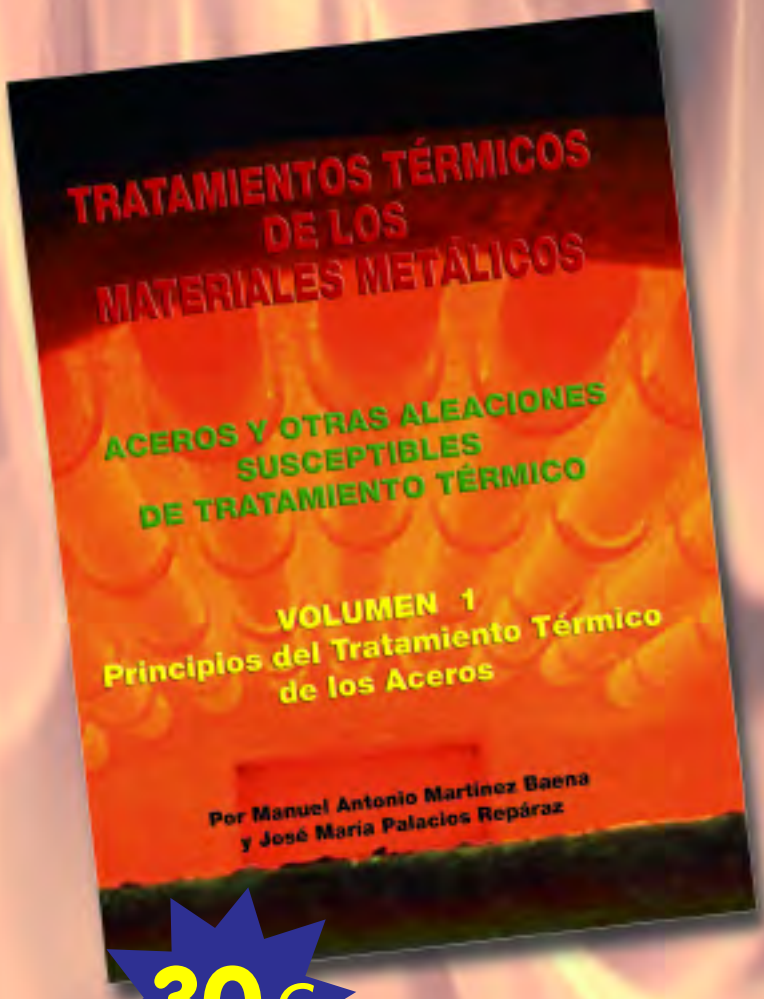
Visitantes cualificados y tomadores de decisiones

Estos expositores recibieron la visita de cerca de 4.000 profesionales con implicación en la decisión de compra procedentes de 25 países y de grupos internacionales de gran prestigio como Aircelle, Alstom, Bombardier, Lafarge, Renault, Safran, Suzuki, Thales, ThyssenKrupp, Volkswagen, Zodiac Aerospace…

También este año, expositores y visitantes podrán disfrutar de un amplio programa de conferencias y encuentros BtoB organizados a su medida. Con la contribución de Maroc Export, unos sesenta contratantes africanos y europeos serán invitados al salón para que puedan encontrarse con los expositores y entablar relaciones constructivas para el futuro.

Oportunidades de desarrollo únicas

Todos son conscientes de que Marruecos presenta verdaderas oportunidades en cuanto a industria se refiere. En efecto, el Reino ha implantado un gran Pacto Nacional para la Emergencia Industrial, instrumento de modernización de su economía a través del desarrollo de este sector. Lanza grandes proyectos tanto en el sector ferroviario como en el aeronáutico, la automoción, la energía y sigue modernizando sus infraestructuras viales, portuarias y aeroportuarias. Todo ello precisa de la implantación y el desarrollo de filiales industriales y en particular de subcontratación metálica, plástica, electrónica, etc. Los grandes grupos no dejan pasar la ocasión y arrastran gran número de socios industriales preparados para seguirles y aprovechar estas oportunidades de desarrollo.



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

Efecto del tratamiento térmico posterior de recubrimientos de Acero M2 obtenidos por láser Cladding

Por J. J. Candel Bou[1], V. Amigó Borrás[1], D. Busquets Mataix[1] y J. A. Ramos Campos[2]

(1) Instituto de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia
(2) AIDO, Parque Tecnológico de Valencia

RESUMEN

El acero rápido M2 es un producto ampliamente extendido en la fabricación de herramientas de corte para metales y madera debido a su buena tenacidad, gran resistencia al desgaste y dureza.

La obtención de este tipo de recubrimientos sobre otros aceros de menor resistencia mediante plaqueado láser (laser cladding-LC) es compleja ya que suelen aparecer fisuras y la dureza alcanzada suele ser bastante menor.

La evaluación de las transformaciones metalúrgicas que aparecen durante el procesado láser con ayuda de herramientas potentes como la microscopia electrónica de barrido (SEM) y la difracción de electrones retrodispersados (Electron Backscattered Diffraction - EBSD), puede ayudar a comprender los mecanismos de formación de la microestructura y optimizar el proceso de reparación.

En este trabajo se han realizado una serie de recubrimientos con polvo de acero M2 sobre diferentes substratos de acero en estado de temple y revenido, para evaluar la influencia de los parámetros de proceso sobre la microestructura formada.

Finalmente, se han tratado térmicamente los recubrimientos mediante un tratamiento de revenido a 600 °C durante 2 horas. El objetivo es reducir la cantidad de austenita retenida y facilitar la precipitación de carburos secundarios.

Los resultados obtenidos muestran que la microestructura formada en el cordón y en la zona afectada por el calor (ZAC) es compleja, con gran cantidad de carburos. Además, aunque el control de los parámetros de proceso permite obtener recubrimientos con una dureza elevada. Para conseguir la máxima dureza útil del material es necesario recurrir a tratamientos térmicos post-soldeo.

1. INTRODUCCIÓN

Los aceros rápidos (HSS) son un grupo de materiales que con el tratamiento térmico adecuado exhiben elevada resistencia mecánica, dureza y resistencia al desgaste [1]. Por estos motivos se emplean ampliamente en la fabricación de herramientas de corte.

Su microestructura es muy compleja y está constituida por una matriz ferrítica o martensítica, en la que se embeben los carburos tipo MC y M6C [2]. El M6C es una mezcla de molibdeno, hierro y carburo de wolframio. El MC es básicamente un carburo de vanadio no estequiométrico con molibdeno y wolframio disuelto. Estos últimos presentan una solubilidad fuertemente dependiente de la temperatura, por lo que las propiedades están muy condicionadas por el procesado termomecánico [3].

Estos materiales, cuando se procesan por láser sufren un rápido ciclo de calentamiento hasta fusión e igualmente un rápido enfriamiento, debido a la gran densidad de energía aportada. La consecuencia es un enorme gradiente térmico y de solidificación que puede generar gran cantidad de fases me-

Tabla 1. Tipos, estructura y parámetros de red de algunos carburos que puede presentar el acero M2 tras el procesado por láser.

Fase	Estructura	a	b	c	TIPO
WC	Hexagonal	0,2906		0,2837	MC
W_2C	Hexagonal	0,2997		0,4727	M_2C
MoC	Hexagonal	0,2901		0,2786	MC
Mo_2C	Hexagonal	0,3012		0,4735	M_2C
Fe_3C	Ortorrómbica	0,5091	0,6744	0,4527	
W_3Fe_3C	FCC	1,1109			M_6C

taestables así como la presencia de defectos como grietas y poros [4].

La caracterización de estos materiales es extremadamente compleja. En primer lugar debido a su tamaño de grano muy fino (tamaño de grano inferior a 5 micras) y en segundo lugar a la presencia de las fases cristalinas. La estructura cristalográfica de varias de las fases presentes es muy semejante (MoC y WC, tabla 1) y en otros casos no se ha identificado con claridad su presencia (VC ,V8C7 o V6C5) [5]. Este problema es aún mayor cuando el contenido en Mo y W de los carburos de Vanadio enriquecidos es variable y su tamaño es extremadamente pequeño (incluso inferior a una micra).

Hertzner et al destacan que para afrontar el problema es importante combinar diversas herramientas como la microscopía electrónica de barrido (SEM), para determinar la composición, y el análisis local por difracción de electrones retrodispersados (EBSD), para identificar los constituyentes que son visibles en las preparaciones metalográficas [6]. Por nuestra parte, pensamos que otras técnicas como la nanoindentación, pueden ser muy cruciales para identificar las fases y cuantificar su efecto sobre la estructura formada.

2. TRABAJO EXPERIMENTAL

Los recubrimientos han sido obtenidos con un sistema láser de Nd:YAG de 1 kW de potencia máxima en modo continuo. La propagación del haz láser se produce a través de una fibra óptica de 0,6 mm de diámetro en el núcleo. El sistema de focalización está compuesto por un colimador con una focal de 200 mm, que proporciona un diámetro del haz en el foco de 0.6 mm.

La experimentación se ha llevado a cabo desenfocando el haz láser hasta obtener un haz de 2,5 mm sobre la pieza. El perfil de irradiancia del haz a la distancia de desenfoque se corresponde a un perfil aproximadamente gausiano por degradación del "top hat" que se genera en el foco.

Para depositar correctamente el polvo en el interior del baño fundido, así como proteger el proceso de deposición de la oxidación, se ha empleado una boquilla coaxial con 3 orificios decalados 120 ° y un orificio central por el que pasa el haz láser y el gas coaxial de protección. El gas empleado ha sido argón.

Como material base se han empleado planchas metálicas de 5mm de espesor de acero C45, cortadas en plantillas de 100 x 150 mm.

Para conseguir una correcta deposición y eliminar todas las imperfecciones, óxidos, grasas e igualar el acabado superficial de todos los sustratos empleados, se ha cepillado y lijado con papel de SiC (grit 500). Finalmente, se han desengrasado las superficies en un baño de acetona por ultrasonidos.

Como material de aporte para realizar los recubrimientos se ha empleado polvo de acero rápido EN 1.3344 o AISI M2) suministrado por TLS Technik con una granulometría específica para láser cladding y que está comprendida entre +30µm y -75µm con una morfología esférica. Su composición porcentual en peso es 1.22% C, 4.1% Cr, 5% Mo, 2.9% V, 6.4% W.

Tras realizar diversas pruebas, se eligieron varias combinaciones de parámetros como las más adecuadas y se obtuvieron dos recubrimientos mediante 20 cordones solapados al 50% de su anchura, ver tabla 2.

Tras el procesado por láser, se ha sometido a los recubrimientos a un tratamiento térmico de revenido a 550 °C durante dos horas, para favorecer la precipitación secundaria de carburos y eliminar fases metaestables no deseadas.

Se ha cortado y preparado la sección transversal de

Identificación	Potencia (W)	Velocidad (m/min)	Caudal de polvo (g/min)
1	500	0,5	7
2	600	0,75	10

Tabla 2. Condiciones seleccionadas para los recubrimientos.

cada recubrimiento mediante preparación metalográfica convencional. La microestructura tanto del recubrimiento como del sustrato se revela con Vilella (95 ml Etanol, 5 ml HCl, 1g Pícrico).

Se ha analizado el corte transversal de las deposiciones mediante microscopía óptica para identificar los posibles defectos, determinar las dimensiones del baño fundido y obtener la distribución de fases. A continuación se han obtenido detalles a mayor resolución así como microanálisis mediante energías dispersivas de rayos X (EDX), para determinar la microestructura y la composición en cada una de las zonas de interés. El análisis microestructural se completa con el análisis mediante difracción por electrones retrodispersados (EBSD) para identificar las fases.

Se completa la caracterización con matrices de 5 x 5 medidas de nanoindentación a carga constante de 50 mN y separadas 50 µm entre ellas. La dureza se ha medido a carga máxima.

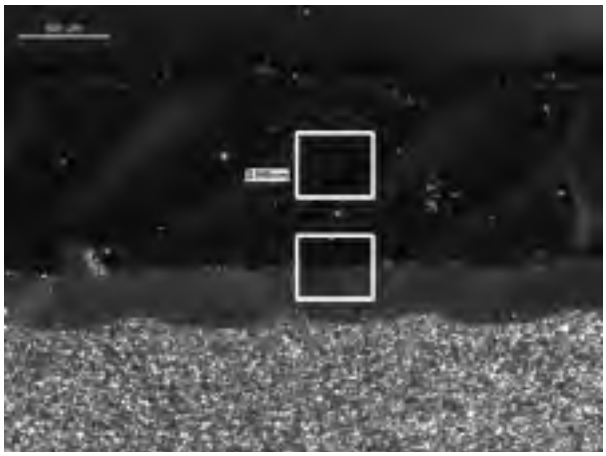


Figura 1. Corte transversal del recubrimiento obtenido con indicación de las zonas de detalle analizadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microestructural

El análisis del corte transversal muestra que el espesor de capa conseguido es de aproximadamente 1 mm y está fuertemente unido al substrato. No obstante, aparecen algunos poros o grietas en la interfase por lo que debería mejorarse este aspecto en futuras pruebas. Además, aparece una capa transformada inmediatamente debajo del recubrimiento de unas 300 micras de espesor y a continuación la zona afectada por el calor, figura 1. El aspecto de esta capa martensítica se diferencia claramente de la martensita del substrato de C45 afectado por el calor, que aparece en color oscuro en la figura 2. Es importante destacar la transición estructural brusca que aparece en la intercara entre el recubrimiento fundido.

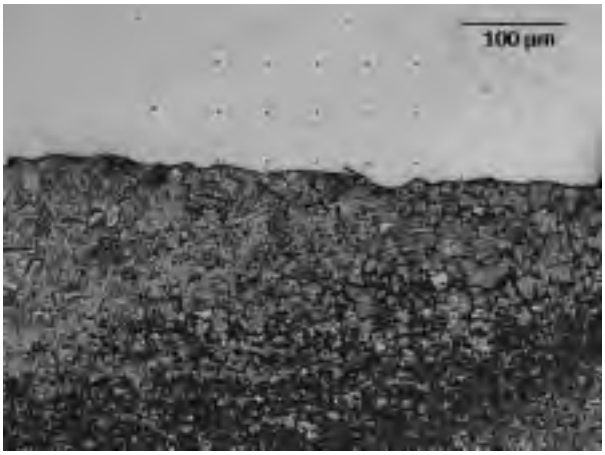


Figura 2. Microestructura de la zona afectada por el calor en la que se aprecia un cambio de tonalidad de las martensitas del recubrimiento y del substrato.

El análisis en mayor detalle de la zona central del recubrimiento muestra una estructura de grano extremadamente fina de tipo celular, debido a la menor velocidad de enfriamiento en el centro del cordón, figura 3.

Mediante EDS se ha comprobado que la composición general en la zona central del recubrimiento (figura 4A) es aproximadamente la del polvo de acero M2 que se aportó. Aunque un análisis en mayor detalle de la zona dendrítica de la parte inferior del recubrimiento muestra diferencias composicionales importantes a nivel local. Tal y como muestra la imagen en electrones retrodispersados, la columna principal de la dendrita es más rica en ele-

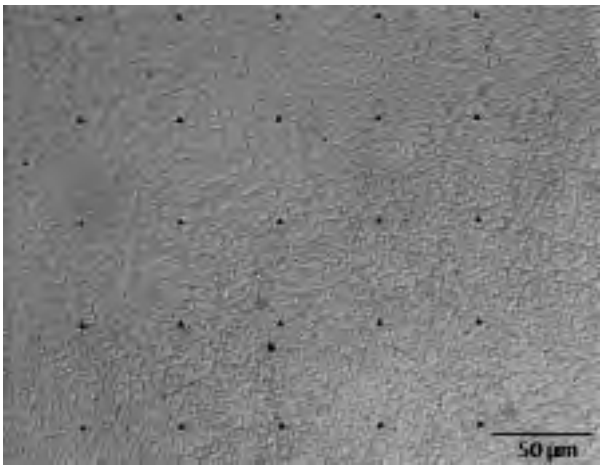


Figura 3. Detalle de la microestructura en la zona central del recubrimiento en la que se muestra la estructura equiaxial de los granos y la matriz de nanoindentación realizada.

mentos ligeros que los espacios interdendríticos (figura 4B). Es en esta zona donde se aprecia una fina precipitación de carburos de tipo eutéctico. De acuerdo con Serna et al en los aceros M2 procesados por la vía convencional, ésta composición se corresponde con la de los carburos tipo M6C [3]. No obstante, debe tenerse en cuenta que durante el procesado por láser se producen gran cantidad de fases metaestables, ya que el material sufre un rápido calentamiento a temperaturas superiores a 1.500 K y se enfria en pocos segundos [7], por tanto debe investigarse en mayor profundidad.

Se ha analizado la composición en la interfase, a diferentes distancias de la intercara para evaluar la difusión de los elementos de aleación, figura 5. Los resultados, tabla 3, muestran un fuerte enriquecimiento en carbono de esta capa transformada de C45 junto a pequeños contenidos de Cr, V, W y Mo, lo que sugiere una mayor facilidad del carbono para difundir de manera intersticial mientras que elementos más pesados encuentran mayor dificultad. Así pues, queda justificada la presencia de martensita en forma de placas que se mostraba en la figura 2.

Tras el tratamiento térmico se han observado cambios composicionales importantes tanto en el cor-

Zona	C	V	Cr	Mn	Fe	Mo	W
1	1,97	2,45	3,71	0,36	80,52	4,5	6,49
2	2,22	1,62	3,35	0,32	85,25	2,63	4,63
3	5,08	4,51	4,28	0,39	69,42	6,75	3,58
4	1,95	2,68	3,42	0,44	80,18	5,08	6,31
5	2,07	2,17	2,82	0,46	83,41	3,87	5,21
6	4,12	0,35	0,51	0,54	92,99	0,63	0,86
7	2,31	1,5	2,85	0,33	85,07	2,64	5,3
8	3,87	5,64	4,45	0,45	65,48	9,36	10,75
9	1,78	2,67	3,77	0,48	80,08	4,37	6,84
10	1,6	2,52	3,74	0,35	80,93	4,57	6,29
11	3,07	1,19	1,90	0,61	87,61	2,28	3,34

Tabla 3. Resultado de los análisis realizados por EDS que se indican en las figuras 4, 5 y 6. Composiciones en porcentaje en peso.

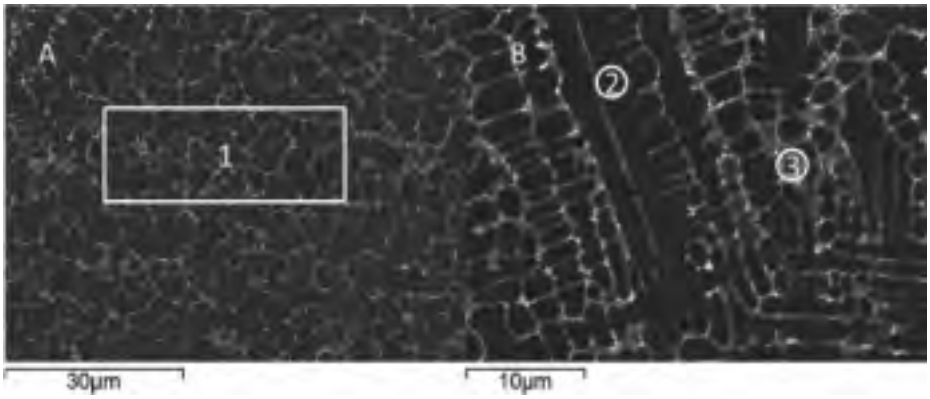


Figura 4. Detalle de la microestructura del recubrimiento 1. A) Zona central; B) Zona inferior.

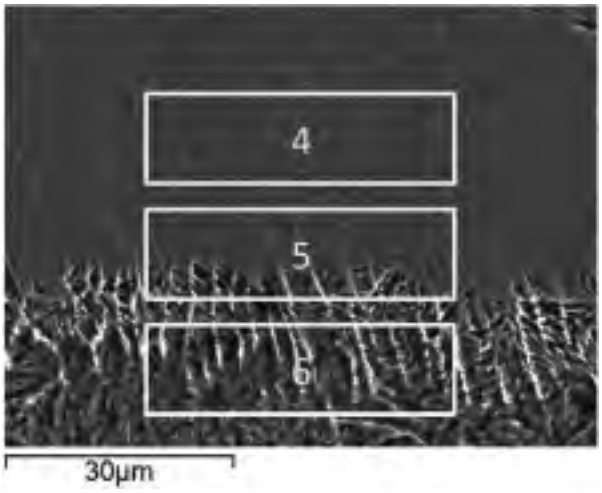


Figura 5. Intercara entre el recubrimiento 1 y el substrato de acero C45.

dón como en la capa transformada de la ZAC. En concreto, en el centro del cordón disminuye ligeramente el contenido en Cr y V, mientras que en borde de grano aumenta notablemente el contenido de todos los elementos de aleación, figura 6A. No obstante, no se llega al contenido en vanadio suficiente como para constatar que se trata de carburos tipo MC de vanadio. Esto podría ser debido a dos causas: a) una mayor substitución del vanadio por otros elementos como el Mo y Cr principalmente [3]; b) no se forma MC debido al efecto de la rápida solidificación previa que impuso el procesado por láser [4].

También en la primera capa del substrato se aprecia la disminución del carbono, así como el enriquecimiento en elementos de aleación. Además, la matriz martensítica es más gruesa, figura 6B.

Identificación de fases

Para identificar las fases se ha recurrido al análisis mediante EBSD de las dos zonas anteriormente mencionadas, el centro del recubrimiento y la interfase. Teniendo en cuenta la problemática asociada a la semejanza cristalográfica, es muy difícil distinguir mediante EBSD entre WC, MoC, Mo2C y W2C con una microestructura tan fina, compleja y tensionada debido al enfriamiento rápido. Del mismo modo, los carburos de vanadio pueden presentar diversas variaciones en los parámetros de red debido a la solubilidad variable [6].

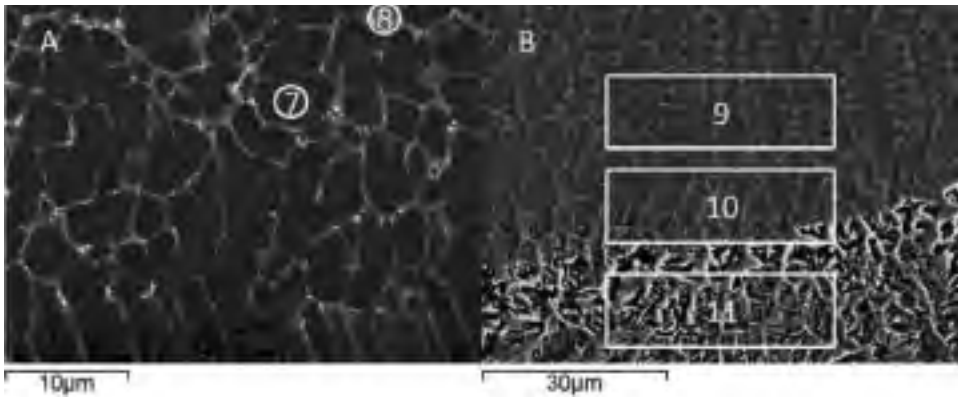


Figura 6. Microestructura del recubrimiento 1 después del tratamiento. A) Centro, B) Intercara.

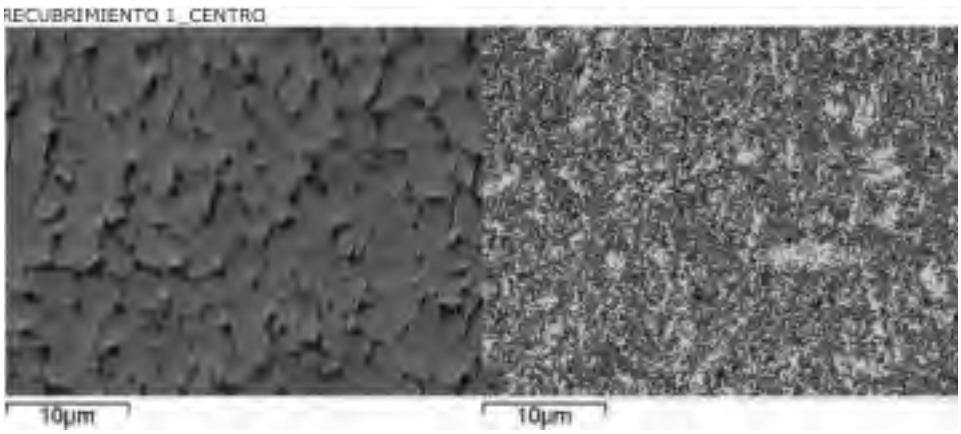


Figura 7. Mapa de fases del centro del recubrimiento 1.

Tabla 4. Cuantificación de las fases indexadas en la figura 7.

Color	Fase	Cantidad (%)
Azul	Martensita	30,5
Rojo	Austenita	15,7
Rosa	MC	17,5
Amarillo	M6C	6,4
Negro	No identificado	29,9

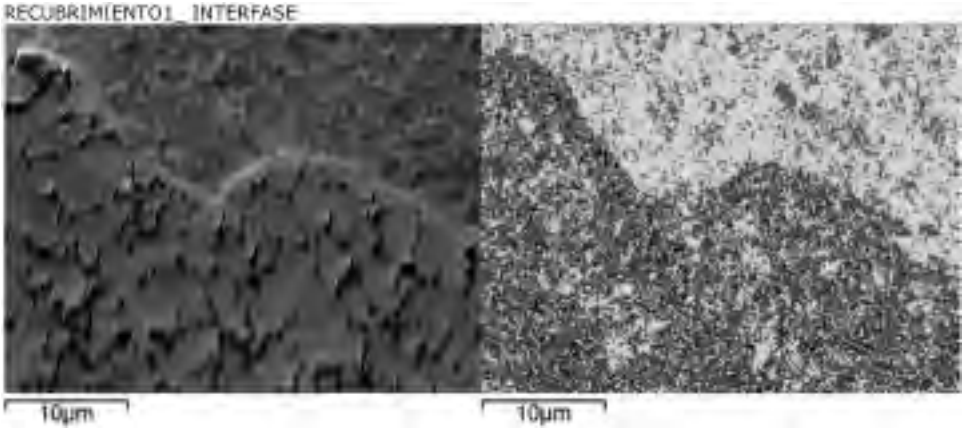


Figura 8. Mapa de fases intercara del recubrimiento 1.

Para simplificar el problema se han considerado tres fases, una tipo M6C (W3Fe3C) de tipo FCC, otra de tipo MC (WC, MoC) hexagonal y la martensita (Fe3C) ortorrómbica. Adicionalmente, se añadió la austenita (Fe gamma) ya que pueden aparecer cantidades importantes en condiciones de enfriamiento rápido.

El mapa de fases (fig 7) indica que la matriz es de tipo martensítico y en ella aparece una fina precipitación de carburos tipo MC de estructura hexagonal. Es un dato importante, ya que no estaba prevista su aparición y no puede confundirse con otras fases esperadas, como el VC y derivados, ya que éstos son de tipo cúbico. Además, aparece una cantidad importante de austenita retenida junto a M6C en borde de grano. Por último destacar que aparece un 20% no identificado, esto podría deberse a una fase no definida como el VC y derivados, o ser debido a que se trata de posiciones intersticiales de pequeño tamaño donde la técnica está más limitada.

En la capa transformada del substrato aparece una fina dispersión de carburos MC y M6C, tal y como sugerían los análisis composicionales realizados. Además, se comprueba que las dendritas están formadas principalmente por martensita y que la austenita se concentra en posición intergranular e incluso en la interfase. Este podría ser uno de los motivos que favorece el agrietamiento del recubrimiento.

El incremento de la irradiancia en el recubrimiento 2 aumenta de la temperatura de pico que se alcanza, que unido a una mayor velocidad de avance favorece la formación de grandes dendritas columna-

Tabla 5 Cuantificación de las fases indexadas en la figura 8.

Color	Fase	Cantidad (%)
Azul	Martensita	52,1
Rojo	Austenita	11
Rosa	MC	13,3
Amarillo	M6C	4,2
Negro	No identificado	19,3

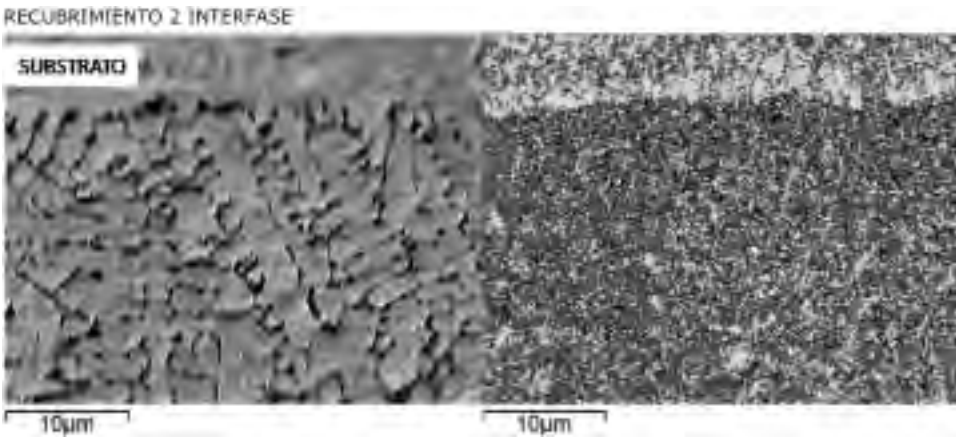


Figura 9. Mapa de identificación de fases en la intercara del recubrimiento 2.

Color	Fase	Cantidad (%)
Azul	Martensita	32,9
Rojo	Austenita	15
Rosa	MC	16,7
Amarillo	M6C	7,1
Negro	No identificado	28,3

Tabla 6. Cuantificación de las fases indexadas en la figura 9.

res. Es en los espacios interdendríticos donde se concentran los carburos, especialmente de tipo M6C y MC. Por otro lado, en las zonas celulares que se forman entre las grandes dendritas es donde se concentra la austenita retenida en borde de grano. Además, hay un aumento fuerte de la zona no indexada seguramente debido a la formación de otras fases no definidas previamente, especialmente en aquellas zonas que se indicaron en las figuras 4B punto 3 y 6 punto 8 donde el contenido en elementos de aleación era muy alto.

Tras el tratamiento térmico desaparece, en gran medida, la estructura dendrítica, se homogeneiza la dispersión de carburos y se reduce la martensita presente, tanto en el cordón como en la zona transformada del substrato subsuperficial. Además aumenta notablemente la región no indexada de manera uniforme en todo el cordón, lo que refuerza la idea de que se trate de una nueva fase, posiblemente del carburo de vanadio.

Medidas de Nanoindentación

Las características mecánicas del recubrimiento y la ZAC se han determinado mediante ensayos de nanoindentación en los dos recubrimientos utilizados y con y sin el tratamiento térmico posterior. Tal y como se comentó, se indentaron dos matrices de

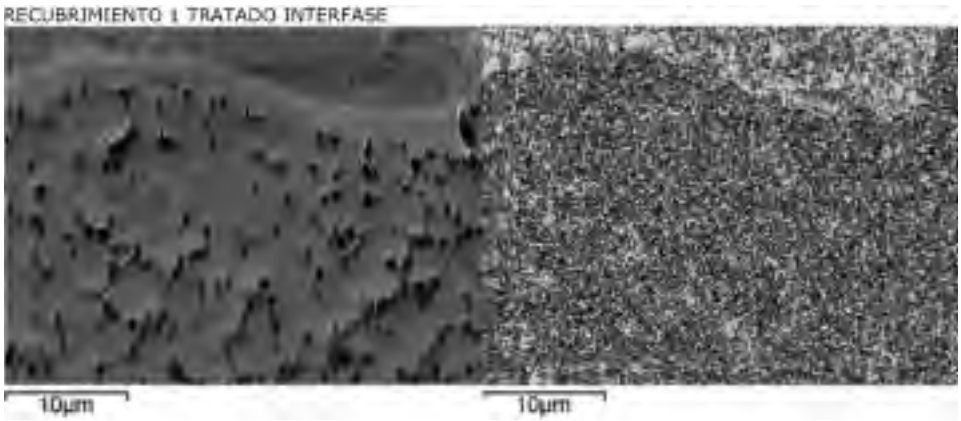


Figura 10. Mapa de identificación de fases en la intercara del recubrimiento 1 tratado térmicamente.

Tabla 7. Cuantificación de las fases indexadas en la figura 10.

Color	Fase	Cantidad (%)
Azul	Martensita	26,6
Rojo	Austenita	12,3
Rosa	MC	17,1
Amarillo	M6C	5,4
Negro	No identificado	38,5

Tabla 8. Representación del promedio y desviación típica de las medidas de nanoindentación de cada una de las filas de la matriz que aparece en las figuras 2 y 3 para los tres recubrimientos analizados. Se ha sombreado los valores que corresponden al substrato.

		Rec 1		Rec 2		Rec 11	
	Fila	Havg	Hsig	Havg	Hsig	Havg	Hsig
Recubrimiento	1	9,576	0,651	9,656	0,578	11,946	0,54
	2	9,484	0,322	9,576	0,519	12,132	0,259
	3	9,522	0,545	9,298	0,634	11,556	0,492
	4	9,59	0,606	9,188	0,345	11,992	0,199
	5	9,902	0,744	9,354	0,557	11,85	0,358
Interfase	1	9,596	0,463	9,042	0,46	12,08	0,316
	2	9,19	0,352	9,544	0,426	11,782	0,304
	3	4,608	0,168	9,658	0,571	3,402	0,128
	4	4,932	0,144	6,558	0,332	3,856	0,035
	5	4,638	0,309	6,352	0,442	3,604	0,254

5 x 5 medidas para cada uno de ellos. La primera en el centro del recubrimiento (figura 3) y la segunda en la interfase (figura 2). Para facilitar la comprensión se han subrayado aquellos valores que están ubicados sobre el substrato transformado. Adicionalmente se ha calculado el promedio y desviación típica para cada recubrimiento y condición, ya que al estar a una altura constante de la interfase tienen un valor semejante.

Tras el procesado por láser el recubrimiento tiene una dureza comprendida entre 9 y 10 GPa, dependiendo de la zona considerada y no se encuentran diferencias significativas entre ambos recubrimientos. Sin embargo sí se obtiene una dureza mayor, para el recubrimiento con mayor irradiancia, en la zona inmediatamente por debajo de la interfase (puntos 4 y 5 de Interfase). Este aumento está relacionado con la mayor presencia de elementos de aleación provenientes del cordón y que se difunden hacia el substrato.

El tratamiento térmico de revenido aumenta la dureza hasta 12 GPa, debido a la precipitación de segundas fases que endurecen la matriz martensítica. No obstante, también produce el revenido de la martensita del substrato afectado por el calor, por lo que disminuye su dureza. Este efecto podría ser perjudicial para el comportamiento a fatiga del material y debería investigarse en mayor profundidad su efecto.

4. CONCLUSIONES

- El procesado por láser aumenta la complejidad de la estructura del acero rápido M2, debido a la formación de fases metaestables y estructuras de grano ultrafino.
- Mediante el enfoque combinado basado en Microscopía Electrónica, EBSD y Nanoindentación es posible abordar el problema de la identificación de fases a nivel local.
- El análisis composicional mediante EDS muestra que se forman estructuras eutécticas ultrafinas en borde de grano donde se acumulan carburos de tipo M6C y MC. Además, se aprecia una fuerte difusión del carbono y en menor medida del resto de elementos de aleación hacia la capa sub-interfacial del substrato afectado por el calor.
- Esta acumulación de carbono puede estar relacionada con la formación de grietas en la interfase.

- La identificación de fases mediante EBSD es muy compleja, no sólo debido a la similitud entre diversas fases hexagonales (WC, W2C, MoC, Mo2C), sino también a la solubilidad variable con la temperatura que presentan los carburos de vanadio.
- Se ha comprobado que aparece una cantidad significativa de carburos tipo MC de tipo hexagonal. Este fenómeno es propio de aceros rápidos reforzados con WC, por lo que puede estar relacionado con el rápido ciclo térmico impuesto por el láser que impide la correcta difusión del W y Mo.
- Tras el tratamiento térmico se reduce la estructura dendrítica en el cordón y aparece una fina precipitación de carburos que mejora la dureza del recubrimiento.
- Es importante seguir investigando en la identificación de fases presentes mediante Difracción de Rayos X, para confirmar la presencia de las fases definidas e introducir otras nuevas que puedan mejorar la indexación mediante EBSD.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación de esta investigación a través del proyecto MAT2008-06882-C04-04 enmarcado en el Programa de Materiales del Plan Nacional. Así como la ayuda complementara de la Generalitat Valenciana a través del proyecto ACOMP/2009/232.

Además, se agradece personalmente la colaboración prestada por el Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Politécnica de Valencia en la realización de los análisis de EBSD.

6. REFERENCIAS

[1] Robert G, Krauss G, Kennedy R. Tool steels. Fifthed1998, Materials Park. ASM International.

[2] Mesquita R, Barbosa A, Materials Science and Engineering A 383 (2004) 87–95.

[3] Serna M, Rossi J, Materials Letters 63 (2009) 691–693.

[4] K.Y. Benyounis,O.M. Fakron ,J.H. Abboud, Materials and Design 30 (2009) 674–678.

[5] M. Godec, B. Batiˇc, D. Mandrino, Materials Characterization, 61 (2010) 452 – 458.

[6] D.W. Hetzner, W. Van Geertruyden, Materials Characterization 59 (2008) 825 – 841.

[7] M. Riabkina,E. Rabkin,P. Levin, Materials Science and Engineering A302 (2001) 106–114.

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

Hornos y estufas industriales para todo tipo de calentamientos y tratamientos térmicos

Por Bautermic

Con el fin de transformar o incrementar las propiedades de algunos materiales es necesario tener que utilizar Hornos y Estufas para: Calentar, Secar, Forjar, Fundir, Cocer, Transformar superficies, endurecerlas o ablandarlas mediante Tratamientos Térmicos.

Se denominan ESTUFAS las máquinas que trabajan calentando piezas hasta una temperatura máxima de 500 °C y HORNOS los que trabajan por encima de esta temperatura.

Estas máquinas a su vez se subdividen en infinidad de tipos diferentes de HORNOS y ESTUFAS según sea la energía calorífica que se emplee para su calentamiento: Electricidad, Gas, Gasoil, Inducción, Microondas, etc... Ampliándose todavía más la gama en función del tipo de tratamiento que han de realizar, las características de las piezas a tratar, su producción, etc... por lo cual existen multitud de diferentes tipos de Hornos y Estufas que pueden ser: Estáticos, Continuos, de Forja, de Fusión, de Tratamientos Térmicos, ... con funcionamiento manual o bien automatizado, equipados con convección de aire forzado para uniformizar temperaturas, o bien con Atmósferas para añadir compuestos que se combinen con los materiales tratados o que los protejan contra la decarburación.

ACEMSA

Centro Metalográfico de Materiales

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

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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

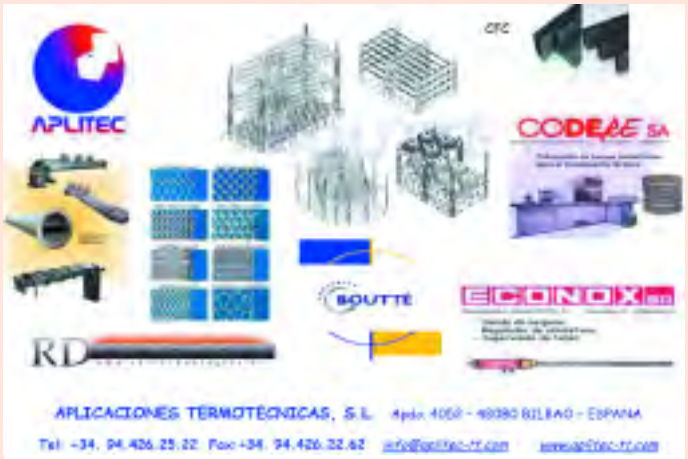
B.M.I.
El especialista en hornos para tratamientos térmicos al vacío
Temple gas y aceite
Revenido y recocido
Nitruración baja presión
Nitruración iónica
Cementación baja presión
Soldadura brazing
Sinterizado
MIM
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L. - Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
TEL.: 94.426.25.22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

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

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

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

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


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

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

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

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

ARROLA®
SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO 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 - Iárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno.: 945 293 400 - Fax: 945 293 145
E-mail: M.GARCIA@afecronite.com - www.afecronite.com

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

Gran disponibilidad de modelos.
Alta variedad de calidades.
Piezas a medida según plano.
Tubos radiantes.
Rodillos.
Parrillas.
Cestones/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 19
APLITEC 45
ARROLA 5
BIEMH . . . . . Contraportada 2
BMI 45
BRUKER 44
COMERCIAL SATEC 47
DEGUISA 44
EMISON 45
ENTESIS 45
FISCHER INSTRUMENTS 46
FLEXINOX 45
HORNOS ALFERIEFF 7
HORNOS DEL VALLÉS 45
HOT 9
INDUSTRIAS TEY 45
INSERTEC 47
INSTRUMENTOS TESTO 47
INTERBIL 3
IPSEN 47
LIBROS TRATAMIENTO TERMICO . 33
METALOGRÁFICA DE LEVANTE . . 46
MTC-ALD 13
PROYCOTECME 45
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . Contraportada 3
S.A. METALOGRÁFICA 46
SECO/WARWICK . . . . . Contraportada 4
SOLO SWISS . . . . . PORTADA
SPECTRO 47
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL 47
TECNYMAT 11
WHEELABRATOR 46

Próximo número

JUNIO

Nº Especial **BIEMH** (Bilbao).

Gases especiales. Elementos y útiles para hornos. Robots. Software de control. Automatización. Microscopía. Análisis de gases, agua. Sales. Utillajes. Recambios.